

VESIVILJELYN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET JA SIJAINNINOHJAUS



1	RUOKAKALAN TUOTANTO JA KULUTUS	7
1.1	KALANTUOTANTO SUOMESSA	7
1.2	RUOKAKALAN TUONTI JA KULUTUS	8
1.3	KALAN TUOTANNON LISÄÄMINEN SUOMESSA	9
2	VESISTÖKUORMITUS.....	11
2.1	VESISTÖN KUORMITUSLÄHTEET.....	11
2.2	ALUEELLISET VESISTÖKUORMITUKSET	16
3	VESIVILJELYN KUORMITUSVAIKUTUKSET	19
3.1	RAVINTEET JA NIIDEN KUORMITTAVUUS.....	19
3.2	KALOJEN RUOKINTA JA REHUT.....	22
3.3	KALOJEN LÄÄKINTÄÄN JA HOITON KÄYTETTÄVÄT KEMIKAALIT	27
3.4	KUORMITUSTEN SYNTYMINEN ERI RUOKATUOTANNON ALOILLA.....	30
3.5	KALATALOUDEN KOKONAISVAIKUTUS TYPEN JA FOSFORIN PÄÄSTÖIHIN	33
4	VESISTÖKUORMITUKSEN VÄHENTÄMINEN KALANKASVATUKSESSA.....	34
4.1	VESIENSUOJELUN TAVOITEOHJELMA	34
4.2	KALANKASVATUKSEN RAVINNEKUORMITUKSEN LASKENTA	35
4.3	SIJAINNINOHJAUKSEN VAIKUTUKSET OMINAISKUORMITUKSEEN JA REHUKERTOIMEEN.....	38
4.4	KALASTUS RAVINTEIDENPOISTOMENETELMÄNÄ	39
4.5	PELTOJEN VUOKRAAMINEN PÄÄSTÖKAUPAN VÄLINEENÄ	43
4.6	VUOROVILJELY	45
4.7	AVOMERIVILJELY	47
5	VESIVILJELYN SIJAINNINOHJAUS	50
5.1	SIJAINNINOHJAUKSESSA HUOMIOITAVAT SEIKAT.....	50
5.2	VESIVILJELYN ASETTAMAT VAATIMUKSET LAITOSTEN SIOITUSALUEELLE	53
5.3	KASVATUSALUEIDEN KÄYTTÖÄ HEIKENTÄVÄT TAI ESTÄVÄT SEIKAT	56
6	KALATERVEYDELLISET NÄKÖKOHDAT LAITOSIJOITTELUSSA JA LAITOSYKSIKÖIDEN HYÖDYNTÄMISESSÄ	57
6.1	KALATAUDIT	57
6.2	KALATAUTIEN TARTTUMINEN.....	58
6.3	ELÄVÄN KALAN TUONTI	58
6.4	KASVATETTAVAT KALAT JA NIIDEN TAUIHERKKYYS	59
6.5	KALOJEN ROKOTTAMINEN	60
6.6	LAITOSYKSIKÖT JA NIIDEN SIOITTAMINEN	62

6.7	TUOTANTOKATKOKSET	65
6.8	KALALIKENNE	65
6.9	HUOLTOSATAMAT	66
6.10	TOIMINTA LAITOKSILLA	67
6.11	TOIMINTA- JA OMAVALVONTASUUNNITELMAT	67
6.12	PERKAAMOTOIMINTA	73
6.13	HAITTAELÄIMET	73
6.14	RISKITEKIJÄT	74
7	KASVATUSALUEIDEN SAATAVUUS JA HANKINTA	75
7.1	VESIALUEIDEN OMISTUSOIKEUDET RANNIKKOALUEILLA	75
7.2	VESIALUEEN VUOKRAUS	75
7.3	VESIVILJELYALUEEN KAAVOITUS	76
8	VESIVILJELY JA POLITIIKKA	77
8.1	MERIVILJELYN YMPÄRISTÖLUPAPOLITIIKKA	77
8.2	ALUE- JA KAAVOITUSPOLITIIKKA	78
8.3	YMPÄRISTÖ- JA ELINKEINOPOLITIIKAN KEHITTÄMISHAASTEET	79
9	TYÖKALUJA SIJAINNINOHJAUKSEEN	81
9.1	YRITYSTEN SIJAINNINOHJAUKSEN TALOUSVAIKUTUSTEN ARVIOINTI	81
9.2	VESIALUEEN AVOIMUUDEN JA VEDEN VAIHTUVUUDEN ARVIOINTI	83
9.3	ALUEVALINNAN JA YMPÄRISTÖVAIKUTUSKRITERIEN ARVOLASKENTA	83
10	SIJAINNINOHJAUKSEN KOKONAISVAIKUTUKSET	84

ESIPUHE

Sirkku Ojanperä

Tämä kirja on tarkoitettu kalatalouden opiskelijoille ja vesiviljelyalalla toimiville. Kirjassa käsitellään vesiviljelyn kuormitusvaikutuksia ja vesiviljelylaitosten sijainninohjausta.

Teuraskalan kasvatuksen ympäristövaikutukset ovat kokonaisuudessaan hyvin pieniä. Vesiviljelyn kuormittavuus koko maan mittakaavassa jää pienemmäksi kuin esimerkiksi hulevesien kuormitusvaikutukset.

Vesiviljelyn sijainninohjauksella tarkoitetaan kalankasvattajien ja viranomaisten välistä yhteistyötä, jolla pyritään etsimään vesiviljelyyn hyvin soveltuvia alueita. Aluevalinnassa pyritään löytämään kalankasvatussyksiköille sellainen paikka, jossa kalat voivat hyvin (veden puhtaus, rikkaus, lämpötila, veden jäätymiseen liittyvät asiat ym.), kalankasvattajan työ ja toiminta löytävät logistisesti järkevät ratkaisut, kalaterveyden vaatimukset tulevat huomioituksi, laitusrakenteet kestävät, ruokinta-automaattien käyttö on mahdollista, ympäristöhaitat ja haitankärsijöiden määrä ovat mahdollisimman pieniä ja työturvallisuus säilyy.

Vanhan ympäristölupapolitiikan ajattelutapana oli, että myönnettiin pieniä vesiviljelylupia lähialueelta kasvattajan muuhun toimintaan nähden. Seurauksena tästä oli, että pieniä kasvatussyksiköitä on nykyään paikoitellen hyvinkin tiheässä sisäsaaristossa. Sittemmin kalankasvatus tuli kannattamattomaksi useistakin eri syistä, kirjolohi muuttui volyymituotteeksi, ja jäljelle jääneet yrittäjät ostivat vapautuvia viljelylupia vesiviljelytoimintaansa lopettavilta yrittäjiltä tuotantoaan lisätäkseen ja saadakseen siten kannattavuutta toiminnalleen. Nykyisin yhdellä yrittäjällä voi olla tällaisia pieniä yksiköitä pitkälti toista kymmentäkin. Näitä pieniä lupia on lisäksi leikattu ympäristölupahakujen yhteydessä, mikä on lisännyt kannattamattomuutta edelleen.

Usein vesiviljelypaikat ovat virtaukset ja laimenemisolosuhteet huomioiden epäsuotuisia, koska sijaintipaikat ovat sisäsaaristossa, joissa on paljon vapaa-ajan asutusta ja muita vesistön käyttäjiä. Nämä seikat aiheuttavat sen, että yrittäjän yksiköiden väliset etäisyydet saattavat olla jopa useita kymmeniä merimaileja, mikä lisää työvoiman tarvetta pitkien siirtymämatkojen vuoksi. Yksiköitä tulisi voida yhdistää logistisesti järkevämmiksi kokonaisuuksiksi ja laitosten paikkoja tulisi voida siirtää helposti parempiin paikkoihin ilman vuosia kestäviä raskaita selvityksiä.

Ympäristöluvat on sidottu yhteen tiettyyn paikkaan, joten laitosten siirtäminen suoraan paremmalle paikalle ei ole mahdollista. Ympäristölupia päätettäessä tarkastellaan viljelylaitoksen päästöjä paikallisella tasolla huomioimatta laajempia ympäristövaikutuksia, kuten vesiviljelystä vapautuvia alueita ja kokonaishaitta-alueen pienenemistä, joka voi olla huomattava alkutilanteeseen verrattuna. Saaristomeren vesiviljelylaitoksia ei voida kovinkaan helposti siirtää esim. Selkämeren puolelle, vaikka siellä virtausolosuhteet ovat huomattavasti paremmat kuin sokkeloisella Saaristomerellä. Suojelualueratkaisut vaikeuttavat osaltaan sijainninohjaustyötä. Esimerkiksi Natura-alueet ovat usein parhailla vesiviljelyalueilla, eli ulkosaaristovyöhykkeellä, jossa laitoksista olisi vähiten ympäristöhaittoja. Ulkosaaristossa ei

ole vapaa-ajan asutusta, joten haitankärsijöiden määräkin olisi vähäinen. Sisäsaaristossa sitä vastoin on Naturan ulkopuolisia alueita, mutta mietittäväksi jää näiden vaihtoehtojen järkevyyden sijainninhjauksen kannalta.

Mikäli kalankasvatusyrityksen kaikki vesiviljelyluvat yhdistetään ja haetaan yhtenäinen vesiviljelyalueratkaisu, niin pelkona on vesiviljelyluvan suuri leikkaus, joka koskee koko toimintaa kertaheitolla. Velvoitetarkkailuissa lisääntynyt kuormitus tulee oletettavasti jonkin verran esiin, kun eri laitoksien kuormitukset yhdistetään ja kuormitus alueella moninkertaistuu. Vesiviljelijöiden sitoutuessa sijainninhjaukseen heille tulisi turvata ympäristölupien voimassaoloaika niin pitkäksi aikaa, että se mahdollistaisi sijainninhjaukseen liittyvien suurien investointien tekemisen.

Kiitokset

Haluan kiittää kaikkia Teitä, jotka olette minua tässä työssä ystävällisesti tukeneet ja osallistuneet työhön merkittävällä työpanoksellanne. Suuren kiitoksen ansaitsevat kaikki kirjoittajamme ja erityisasiantuntijamme. Lisäksi haluan kiittää Rehuraisio Oy:n, Lounais-Suomen ympäristökeskuksen ja Mannerlohi Oy:n henkilökuntaa.

Kirjoittajat

Sirkku Ojanperä, projektipäällikkö, Turun ammattikorkeakoulu

Lars Lönnström, tutkija, Åbo Akademi

Anne Anttalainen, projektisihteeri, Turun ammattikorkeakoulu

Olof Lerche, vesiviljelyn opettaja, Turun ammattikorkeakoulu

Kari Ranta-aho, kalatalousjohtaja, Varsinais-Suomen TE-keskus

Eero Löytönen, suunnittelujohtaja, Varsinais-Suomen liitto

Loretta Galli, projektisihteeri, Turun ammattikorkeakoulu

Juha Pirilä, toimitusjohtaja, Mannerlohi Oy

Rahoittajat

Varsinais-Suomen TE-keskus / Maa- ja metsätalousministeriö Kalatalouden ohjausrahasto (KOR) ja kansallinen rahoitus,

Mannerlohi Oy,

Uudenkaupungin kaupunki,

Turun ammattikorkeakoulun täydennyskoulutus- ja palvelukeskus sekä tutkimus- & kehitysosasto.

1 RUOKAKALAN TUOTANTO JA KULUTUS

Sirkku Ojanperä

1.1 Kalantuotanto Suomessa

Kokonaistuotanto

Ruokakalaa tuotettiin vuonna 2005 Suomessa 218 laitoksella ja tuotannon arvo oli noin 44,1 miljoonaa euroa. Kirjolohen tuotannon arvo on kohonnut vuoden 2004 tasosta 6,5 miljoonaa euroa. Tuotetun kalakilon myyntihinta kalankasvattajalle oli keskimäärin 3,31 €/kg vuonna 2005.

Suomessa kasvatettiin ruokakalaa vuonna 2005 yhteensä noin 14,4 miljoonaa kiloa. Lisäystä vuoden 2004 tasoon oli 1,6 miljoonaa kiloa. Kirjolohta tuotettiin noin 13,7 ja siikaa noin 0,6 miljoonaa kiloa. Kirjolohen mätiä tuotettiin 372 000 kiloa. Muiden kalalajien osuus oli yhteensä 37 000 kiloa. Vuonna 2005 kirjolohen tuotannon arvo oli 40,8 miljoonaa euroa, siian 3 miljoonaa euroa, mädin 3,2 miljoonaa euroa ja muiden kalojen 0,3 miljoonaa euroa. (Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2006b.)

Vesiviljely jakautuu maantieteellisesti siten, että pääasiassa ruokakalaa kasvatetaan merialueella (84 %) ja poikaset tuotetaan sisämaassa. Ahvenanmaan alueella tuotetaan ruokakalaa noin 5,2 miljoonaa kiloa, Lounais-Suomen rannikolla noin 4,2 miljoonaa kiloa, muilla merialueilla noin 2,7 miljoonaa kiloa ja sisämaassa noin 2,2 miljoonaa kiloa. (Kallioniemi 2006.)

Poikastuotanto

Poikastuotantoa harjoitetaan pääasiassa sisämaassa. Vuonna 2005 poikaslaitoksia oli maassamme 102 ja luonnonravintolammikoita 286. Osa laitoksista tuotti sekä poikasia että ruokakalaa. (Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2006b.) Kalanpoikasia tuotetaan viljelylaitostarpeen lisäksi myös velvoiteistutuksiin ja uhanalaisten kalakantojen suojelun istutustarpeisiin. Poikasia tuodaan Suomeen vuosittain myös Tanskasta ja Ruotsista. Kalanviljelylaitoksissa viljellään eniten kirjolohen poikasia (19,0 miljoonaa yksilöä) ja luonnonravintolammikoissa eniten siian poikasia (19,3 miljoonaa yksilöä) (Taulukko 1).

Taulukko 1. Poikastuotanto Suomessa vuonna 2005 (luvut: Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2006c).

Kalanviljelylaitos	Määrä (milj. yksilöä)	Luonnonravintolammikko	Määrä (milj. yksilöä)
Kirjolohi	19,0	Siika	19,3
Lohi	3,4	Kuha	10,1
Järvilohi	0,3	Harjus	2,0
Meritaimen	2,0	Täpläräpu	0,063
Järvi- ja purotaimen	1,9	Jokiräpu	0,039
Nieriä	0,6	Hauki	pieniä määriä
Siika	4,5	Särkikalat	pieniä määriä

Kirjolohen tuotannon kehitys

Kirjolohi on edelleen tärkein viljeltävä kalalajimme. Kirjolohen tuotanto kasvoi voimakkaasti 1980-luvulla. Tuotantomäärät Suomessa olivat suurimmillaan vuonna 1991, jolloin tuotanto on ollut 19,1 miljoonan kirjolohikilon tasolla. Vuonna 2004 kirjolohta tuotettiin enää noin 12,3 miljoonaa kiloa perkaamatonta kalaa. Vuoden 2005 kirjolohen tuotantomäärä oli noin 13,7 miljoonan kilon tasolla. (Seppälä ym. 2002.)

Pitkän aikavälin tuotantoa ovat pienentäneet kasvatuslupien leikkaukset ja lupamääräykset, liian pieni laitosyksikkökoko sekä kova ulkomainen kilpailu. Norjassa kalantuotantoa on tuettu kansallisin tuin, minkä seurauksena tuontikalalan alhainen hinta on laskenut myös kotimaisen kirjolohen myyntihintaa. Tuontitullin periminen norjalaiselta kirjolohelta ja lohen minimituontihinta ovat hieman korjanneet tätä hintavääristymää, mikä näkyy vuoden 2005 parantuneena kotimaisen kalan kulutusarvona.

1.2 Ruokakalan tuonti ja kulutus

Vuonna 2005 Suomeen on tuotu noin 50 miljoonaa kiloa kalaa elintarvikkeeksi. Lohikalojen tuonti on pudonnut vuoden 2004 tasolta neljällä miljoonalla kilolla. Henkeä kohti kalaa tuotiin 9,6 kg vuonna 2005, kun määrä oli vuotta aikaisemmin 10,7 kg. Kalan kokonaistuonti oli vuonna 2005 yhteensä 91 miljoonaa kiloa. Tässä on mukana myös rehukäyttöön päätyvä kala. Kokonaistuonnin arvo oli 170 miljoonaa euroa ja ruokakalan tuonnin kokonaisarvo oli 152 miljoonaa euroa. (Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2006a.)

Taulukossa 2 esitetään suomalaisten vuosittain ravinnoksi käyttämän kotimaisen kalan kulutus lajeittain ja taulukossa 3 tuontikalan kulutus lajeittain. Suomessa kulutetaan kotimaisista kaloista eniten kirjolohta (1,4 kg/hlö). Ulkomaisen lohen kulutus on noussut vuodesta 1999. Kun vuonna 1999 kasvatetun tuontilohen kulutus oli 1,0 kg/hlö, kulutus oli vuonna 2005 jo 2,1 kg/hlö. Kotimaista kalaa kulutettiin vuonna 2005 yhteensä 5,2 kg/hlö ja tuontikalaa 8,5 kg/hlö. (Taulukot 2 ja 3.)

1.3 Kalan tuotannon lisääminen Suomessa

Tuontiluvuista päätellen voidaan todeta, että Suomessa olisi mahdollisuuksia lisätä viljellyn kalan tuotantoa huomattavasti päästäksemme edes jonkin tasoiseen elintarvikeomavaraisuuteen viljeltyjen kalojen osalta. Tuontilohta ja tuontikirjolohta kulutettiin vuonna 2005 Suomessa yhteensä filepainona 2,7 kg/henkilö, kun kotimaisen kirjolohen osuus oli vain 1,4 kg/henkilö filepainona (Taulukot 2 ja 3). Kirjolohen tuotannon kaksinkertaistaminen olisi siten mahdollista ilman markkinoiden tukkeutumisen vaaraa. Kirjolohen tuotanto (teurastukset) tulee saada ympärivuotiseksi, jolloin tuotantohuiput tasaantuvat. Mädin kehittyminen säätelee kuitenkin monesti kirjolohien teurastusaikaa.

Euroopan yhteisön vesiviljelyalan kestävää kehitystä koskeva strategia (KOM 2002) ohjeistaa: ”On luotava 8 000–10 000 uutta työpaikkaa, nostettava unionin vesiviljelytuotannon vuotuinen kasvu 4 prosenttiin, avattava uusia markkinoita, yhdistettävä tuotanto ja markkinointi toisiinsa sekä edistettävä laatutuotteiden kysyntää”. Kalankasvatuksen työllistävä vaikutus tulee esille saaristo- ja rannikkoseuduilla erityisesti kalanjalostuksen ja kerrannaisvaikutusten kautta. Vesiviljelylupien ja lisäkasvatyslupien saamiseen liittyvät ongelmat hankaloittavat EU-tavoitteiden saavuttamista.

Taulukko 2. Kotimaisen kalan kalutus vuosina 1999–2004, kg/ hlö filepainoksi muutettuna (Vihervuori 2006).

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Kasvatettu kirjo- lohi	1,6	1,6	1,6	1,6	1,3	1,3	1,4
Silakka	0,8	1,2	1,1	1,1	0,9	0,8	0,7
Hauki	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,7	0,7
Ahven	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6
Muikku	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,7
Siika	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3
Muut	1,1	0,8	0,7	1,0	1,1	0,8	0,8
Yhteensä	6,1	6,1	5,9	6,2	5,6	5,3	5,2

Taulukko 3. Tuontikalan kalutus vuosina 1999–2005, kg/ hlö. Lohi ja kirjo-
lohi muutettu filepainoksi, muut laskettu tuotepainona (Vihervuori 2006).

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Kasvatettu lohi	1,0	1,0	1,3	1,4	1,7	2,4	2,1
Kasvatettu kirjo- lohi	0,2	0,3	0,4	0,6	0,9	0,6	0,6
Tonnikala (säily- ke ja valmiste)	1,0	1,2	1,4	1,4	1,5	1,7	1,6
Sei (pakastefile)	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6	0,4
Katkarapu	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Silli- ja silakkasäi- lykkeet	0,7	0,6	0,6	0,7	0,5	0,4	0,5
Muut	2,3	2,4	2,4	2,1	2,6	3,3	2,8
Yhteensä	6,4	6,5	7,3	7,4	8,4	9,6	8,5

2 VESISTÖKUORMITUS

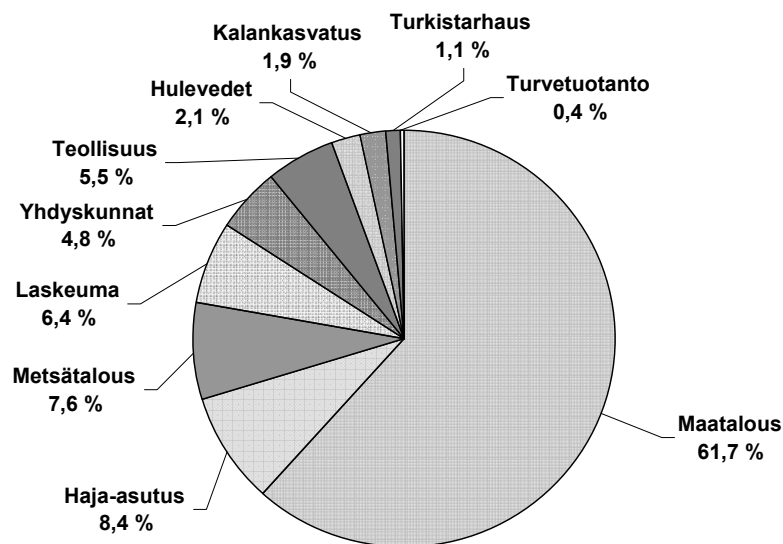
2.1 Vesistön kuormituslähteet

Anne Anttalainen

Vesistöihin tuleva kokonaiskuormitus muodostuu valuma-alueen vesistöön keräämästä piste- ja hajakuormituksesta, sekä näiden lisäksi maaperästä tulevasta luonnonhuuhtoumasta ja ilman kautta suoraan tulevasta kuormituksesta. Pahiten vesistöjä kuormittavia aineita ovat fosfori ja typpi, biologisesti happea kuluttavat aineet, erilaiset myrkylliset aineet ja taudinaiheuttajat (Korhonen & Granberg 2002). Lisäksi vesistöjä pilaavat happamoitumista aiheuttavat aineet. Ravinnekuormituksen rehevöittävä vaikutus riippuu ravinteiden määrästä, laadusta ja niiden esiintymismuodosta sekä kuormituksen jaksottumisesta (Berninger 1996). Ravinteet kulkeutuvat vesistöön liuenneina pintavalunnan ja vajoveden mukana sekä kiintoainekseen sitoutuneena.

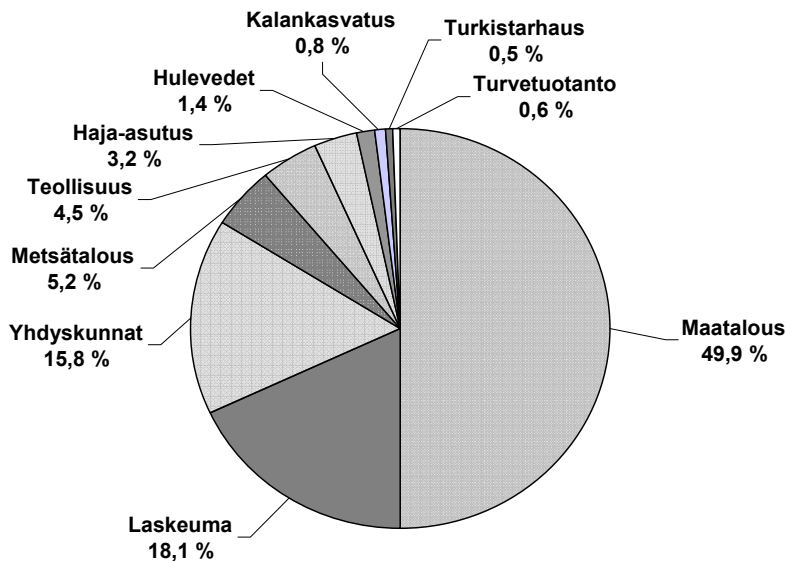
Kuvioissa 1 ja 2 on kuvattu eri kuormituslähteiden suhteelliset osuudet fosforin ja typen kokonaiskuormituksesta Suomessa. Maatalous (peltoviljely ja karjatalous) aiheuttaa suurimman osan fosforin (61,7 %) ja typen (49,9 %) kokonaiskuormituksesta. Kalankasvatuksen kuormitusluvut ovat fosforin osalta 1,9 % ja typen osalta 0,8 %.

Eri kuormituslähteiden suhteelliset osuudet fosforin kokonaiskuormituksesta vuonna 2003



Kuvio 1. Eri kuormituslähteiden suhteelliset osuudet fosforin kokonaiskuormituksesta vuonna 2003 (Nyroos ym. 2006).

Eri kuormituslähteiden suhteelliset osuudet typen kokonaisuormituksesta vuonna 2003



Kuvio 2. Eri kuormituslähteiden suhteelliset osuudet typen kokonaisuormituksesta vuonna 2003 (Nyroos ym. 2006).

Rehevöityminen

Rehevöityminen tarkoittaa kasvien perustuotannon kasvua, mikä johtuu lisääntyneestä ravinteiden saatavuudesta. Tämä ilmenee planktonlevien lisääntyneen kasvun aiheuttamana veden samentumisena sekä vesikasvillisuuden lisääntymisenä ja ranta-alueiden rihmalevien liiallisena kasvuna. Yleinen rehevöitymisen seuraus on leväkukinnot eli runsaat leväesiintymät. Erityisen ongelmallisia ovat sinilevien eli syanobakteerien aiheuttamat leväkukinnot, sillä osa niistä on myrkyllisiä. Näin ollen niiden runsas esiintyminen heikentää mm. vesialueen virkistyskäyttöä. Myös kalastomuutokset, yleensä kalaston muuttuminen särkikalavaltaiseksi ja talviaikainen veden happikato, ovat mahdollisia rehevöitymisestä aiheutuvia haittavaikutuksia. Rehevöityminen aiheuttaa myös pyydysten limoittumista. (Marjanen ym. 2004.)

Pistekuormitus

Ihmistoiminta lisää vesistöihin joutuvien ravinteiden ja haitallisten aineiden määrää. Pistekuormituksessa kuormittavaa ainesta tulee vesistöön määritetystä purkukohtasta. Pistekuormituksen osuus kokonaisuormituksesta on yleensä pieni, mutta sen paikalliset vaikutukset voivat olla hyvinkin merkittäviä (Korhonen & Granberg 2002). Pistekuormitusta aiheuttavat mm. yhdyskunta- ja teollisuusjätevedet, kalankasvatus, turkistarhaus ja turvetuotanto. Teollisuuden ja varsinkin asutuksen aiheuttama kuormitus jakautuu melko tasaisesti ympäri vuoden. Sen sijaan esim. kalankasvatuksesta tuleva kuormitus keskittyy lyhyelle jaksolle loppukesään ja alkusyksyyn (Korhonen & Granberg 2002). Tehostuneen vesiensuojelun myötä pistekuormituksesta johtuva fosforikuormitus on alentunut merkittävästi ja samanaikaisesti hajakuormituksen suhteellinen osuus erityisesti fosforikuormituksen osalta on kasvanut. (Rekolainen ym. 1992.)

Hajakuormitus

Hajakuormitus purkautuu vesistöön useasta eri lähteestä ilman selvää purkukohtaa ja lähteitä voi olla vaikeakin paikallistaa. Vesistöihin laskevat joet tuovat mukanaan valuma-alueen maaperästä peräisin olevia tai ilmakehästä esim. sateen mukana laskeutuneita aineita. Osa tästä ainevirtaamasta on luontaista huuhtoumaa, mutta jokien mukana mereen kulkeutuu myös aineita, jotka ovat peräisin ihmisen toiminnasta. Hajakuormitusta aiheuttavat pääasiassa maa- ja metsätalous sekä loma- ja haja-asutuksen jätevedet. Myös ilmakehän kautta tulee epäpuhtauksia, jotka kulkeutuvat laajoilta alueilta ja voivat olla peräisin hyvinkin kaukaisista lähteistä. Hajakuormituksen määrä vaihtelee suuresti hydrologisten olosuhteiden mukaan. Hajakuormituksen vaikutukset vesistöön näkyvät usein vasta pitkällä viiveellä alkamisajankohdasta. Hajakuormituksen määrää ja vaihtelua ei pystytä tarkasti määrittämään, joten kuormitusarvioiden tekeminen on vaikeaa. (Rekolainen ym. 1992.)

Hajakuormituksen vähentäminen on hankalaa ja siihen on pyritty esim. lainsäädännöllisillä velvoitteilla ja taloudellisilla kannustimilla, kuten EU:n ympäristötuki maanviljelijöille. Pistekuormitukseen on helpompi puuttua ympäristölupien muodossa ja merkittävimmät pistemäistä kuormitusta aiheuttavan toiminnan harjoittajat onkin ympäristönsuojelulain perusteella velvoitettu osallistumaan kuormituksen tarkkailuun. Hajakuormituksen suuruutta joudutaan sen sijaan yleensä arvioimaan kokeellisesti, laskennallisesti tai mallien avulla. Hajakuormituksen merkitys kuormittajana on kasvanut jatkuvasti sitä mukaa, kun pistekuormitus on vähentynyt.

Maaperän happamuuden vaikutus valumavesiin

Itämeren hapettomissa pohjissa on jääkaudesta asti muodostunut rikkiptoista savea. Nämä rikkiptoiset (rautasulfidia sisältävät) maat nousevat maankohoamisen johdosta merenpinnan yläpuolelle. Suomessa happamat sulfaattimaat sijaitsevat pääosin pohjanlahden rannikolla. (Nyroos ym. 2006.) Tehokas kuivatus on aiheuttanut maassa esiintyvän rikin hapettumisen rikkihapoksi, jolloin maat happamoituvat voimakkaasti. Tämä muuttaa myös pelloilta tulevat valumavedet happamiksi. Happamuuden seurauksena vastaanottavissa vesistöissä tapahtuu metallien liukenemistä. Happamuus liuottaa myös maa-aineksesta useita metalleja (esim. Al, Cd, Ni), jotka huuhtoutuvat vesistöön. Tyypillistä sulfaattimailla esiintyville joille on vedenlaadun suuri vaihtelu. (Österholm ym. 2006.) Pahimmillaan haitat voivat aiheuttaa kalakuolemia ja lajiston harvenemistä.

Happamuus vaikuttaa myös kasvien ravinteiden saantiin. Liian korkeassa tai matalassa pH:ssa monien ravinteiden saatavuus heikkenee. Happamassa maassa esim. liukoinen fosfori pidättyy niin lujasti maahiukkasiin, etteivät kasvit saa sitä käyttöönsä (Jylhäkangas & Esala 2002). Tämä voi lisätä kiintoaineksen mukanaan tuomaa kuormitusta vesistöissä. Osa fosforista voi kulkeutumisensa aikana muuttua niukkaliukoiseksi liukoiseksi, jolloin vesistöön päästyään maapartikkelit voivat toimia liukoisen fosforin lähteenä. (Paavilainen 2003.)

Maa- ja metsätalouden vaikutus valumavesiin

Maa- ja metsätaloudesta aiheutuva ravinne- ja kiintoainekuormitus muuttaa vesien tilaa sekä sisä- että rannikkovesissä. Maa- ja metsätalouden merkitys vesien tilan muuttajana on suuri lähes koko Suomessa pohjoisinta Lappia lukuun ottamatta. Rannikkovesien rehevöitymiseen ovat eräänä merkittävänä syynä jokien kautta mereen kulkeutuvat ravinteet. (Leivonen 2005.) Maanviljely on riippuvainen jatkuvasta lannoitteiden käytöstä, ja lannoitteita huuhtoutuu ympäröiviin vesistöihin. Osa ravinteista kulkeutuu pinta- ja pohjavesien mukana suoraan mereen ja osa kerrostuu valuma-alueelle tai sitoutuu luonnossa tapahtuviin ainekiertoihin. Viljelymaalta tulevaan kuormitukseen vaikuttavista tekijöistä tärkeimmät ovat kasvillisuuden peittävyys, maanmuokkausmenetelmät, lannoitus ja maan ominaisuudet. Mitä pidempään maa on ilman kasvillisuutta, sitä suurempi on vesistöihin kohdistuva kuormitus. Lannoitteiden vaikutus riippuu lannoitteen laadusta, määrästä ja ajankohdasta sekä viljelmien lannoitteen sitomiskyvystä. Sademäärä, lämpötila ja maan katteisuus vaikuttavat kuormituksen suuruuteen ja sen vuodenaikaiseen vaihteluun. (Kronholm ym. 2005.)

Maatalouden vaikutus vesistöjen kuormitukseen on pääosin peräisin rehevöitymistä aiheuttavien ravinteiden, fosforin ja typen, huuhtoutumisesta vesistöihin. Kuormittavia aineita ovat myös veden samentumista ja liettymistä aiheuttava pelloilta valuva kiintoaines ja vesieliöstölle vaaralliset torjunta-aineet. Pellon kaltevuus ja maanmuokkaustapa vaikuttavat siihen, miten helposti ainekset lähtevät liikkeelle ja miten ne kulkeutuvat edelleen. Lumen sulamisvesien ja sadevesien aiheuttama ravinnekuormitus voi eri vuosien välillä vaihdella suuresti. Kosteiden peltujen kuivatuspumppaus lisää vesistöihin kohdistuvan valunnan ohella helposti myös kuormitusta.

Maatalouden pistemäisenä kuormituksena voidaan pitää karjatalouden aiheuttamaa kuormitusta. Karjatalouden aiheuttama kuormitus koostuu lannan ja virtsan varastoinnista, käsittelystä ja hyödyntämisestä pelloilla sekä toisaalta maitohuoneen jätevesistä (Ulvi & Lakso 2005). Myös säilörehun puristenesteet aiheuttavat keräämättöminä ympäristön ravinnekuormitusta (Leivonen 2005). Karjatalouden aiheuttama kuormitus riippuu mm. lantaloiden kunnosta ja lannan ja virtsan hyödyntämisestä, ja se arvioidaankin nautayksikköä kohden.

Kasvihuoneviljelyllä on myös ympäristöä kuormittavia vaikutuksia, sillä ylimääräinen kasteluvesi pääsee helposti valumaan ympäristöön. Tällöin osa puutarhoilla käytetyistä torjunta-aineista ja lannoitteista saattaa huuhtoutua valuma- ja vajovesien mukana ympäristöön. Suomessa on tehty melko vähän kasvihuonetuotannon ravinnekuormitukseen liittyvää tutkimusta. Pääasiallinen syy tutkimuksen vähäisyyteen tuntuu olevan se, että kasvihuonetuotantoa ei ole pidetty ympäristön kannalta merkittävänä kuormittajana (Koskela 2004). Pinta-alayksikköä kohden kasvihuonetuotannon aiheuttama kuormitus on kuitenkin moninkertainen verrattuna tavalliseen viljelyyn (Nyroos ym. 2006). Paikallinen vaikutus voi olla hyvin merkittävä alueilla, joilla on paljon kasvihuoneita. Erityisesti koristekasvien, kuten ruusujen, viljelyssä käytetään huomattavan paljon erittäin myrkyllisiä torjunta-aineita.

Maatalouden lisäksi myös metsätalouden toimenpiteillä on vaikutusta vesistöjen kuormitukseen. Esimerkiksi ojitukset, lannoitukset ja hakkuut, sekä niiden ohella tehtävä maan muok-

kaus aiheuttavat vesistöissä typen, fosforin ja kiintoaines- ja humuspitoisuuden kasvua. Vesi- ja ympäristöhallinnon ylläpitämät hajakuormituksen mittausalueet ovat tuottaneet tietoa maa- ja metsätalouden ravinnehuuhtoumista. Tuloksista on kuitenkin ollut vaikeaa erotella luonnonhuuhtouman ja eri maankäyttömuotojen, esim. metsätalouden erilaisten toimenpiteiden vaikutuksia (Kenttämies & Mattson 2006).

Kronholmin ym. (2005) mukaan metsämaalta tuleva eri aineiden luontainen huuhtouma on suhteellisen vähäistä, mutta ojitukset, lannoitus ja avohakkuut lisäävät huomattavasti vesistöihin kohdistuvaa kuormitusta, jolloin avohakkuualueilta voi huuhtoutua kolmekin kertaa enemmän aineksia kuin käsittelemättömältä alueelta. Tämä johtuu aineksia sitovan puuston häviämisestä, minkä myötä valunta maaperästä kasvaa. Metsätaloustoimenpiteistä aiheutuvan kuormituksen määrään vaikuttaa ensisijaisesti maaperän kyky sitoa ravinteita (Korhonen & Granberg 2002). Toimenpiteiden laajuudella, tehokkuudella ja käytetyillä menetelmillä sekä alueen hydrologialla, maaperällä, topografialla ja kasvillisuudella on merkitystä siihen millaiseksi vesistövaikutukset muodostuvat. Vaikka tilanne paraneekin ajan mittaan, voidaan muutoksia havaita kaikkiaan jopa 20–30 vuoden ajan. (Kronholm ym. 2005.)

Haja-asutuksen kuormittavuus

Haja-asutuksen vesistökuormituksella tarkoitetaan yleisen viemäriverkoston ulkopuolella olevan asutuksen ja vapaa-ajan asutuksen asumajätevesien aiheuttamaa kuormitusta. Yleisen viemäriverkoston ulkopuolella oleva asutus kuormittaa vesistöjä selvästi enemmän kuin kunnallisen viemäriverkoston piirissä oleva. Haja-asutuksen aiheuttama vesistökuormitus fosforin osalta on yli nelinkertainen puhdistamoiden kautta tulevaan kuormitukseen verrattuna (Korhonen & Granberg 2002). Asutuksen jätevesien fosfori on suurelta osin liukoises- sa muodossa, joten se on vesistöön päästyään välittömästi kasveille ja leville käyttökelpoisessa muodossa (Ulvi & Lakso 2005). Typen osalta haja-asutuksen aiheuttama vesistökuormitus on 63 % puhdistamoiden kautta tulevasta kuormituksesta (Korhonen & Granberg 2002). Kuormitukseen vaikuttavat myös kiinteistöjen viemärointiratkaisut ja asukkaiden vedenkäyttötottumukset. Jätevedet sisältävät typen ja fosforin lisäksi bakteereja, kiintoainesta ja happea kuluttavaa orgaanista ainesta. Rehevöitymisen lisäksi jätevedet aiheuttavat taudinaiheuttajien leviämistä ympäristöön ja mahdollisia hajuhaittoja.

Ilmalaskeuma ja luonnonhuuhtouma

Vesistöjä kuormittavia ravinteita tulee vesistöihin myös suoraan ilmasta. Ilmakehässä on lukuisia aineksia, jotka ovat peräisin joko luonnollisista lähteistä (tulivuoret, maasta noussut pöly, siitepöly jne.) tai ihmistoiminnasta (teollisuus, liikenne jne.) Nämä aineet leviävät tuulten mukana ja joutuvat maahan ja vesistöihin joko sateiden mukana, suoraan kaasuina tai hiukkasina. Sateet, lumi ja sulamisvedet kuljettavat aineksia maaperässä eteenpäin. Ilmastoloilla, kuten sateiden määrällä, lämpötilalla ja ilmavirtauksilla, onkin suuri merkitys ilmaperäisen kuormituksen leviämiseen ja laskeumaan. (Kronholm ym. 2005.) Suurin osa laskeumasta kulkeutuu Suomeen rajojen yli ulkomailta. Luonnonhuuhtoumalla kuvataan maaperästä, metsistä, pelloilta ja soilta luonnontilassa vesistöihin joutuvaa kuormitusta. Ilmalas-

keuman laskennassa voidaan käyttää seuraavia kuormitusarvoja: kokonaistyyppi 637 kg/km² ja -fosfori 15 kg/km².

Taustakuormitus

Taustakuormitusta aiheuttavat tietyille vesialueelle muualta vesistöistä esim. virtauksien mukana alueelle liikkuvat ravinteet. Itämeren pääaltaalta, Suomenlahdelta ja Saaristomeren valuma-alueelta tulevat vedet kulkeutuvat Saaristomeren kautta edelleen Selkämerelle.

Pietarin jätevedet ovat yksi Itämeren alueen suurimmista ympäristöongelmista. Suomenlahden typpikuormituksesta yli 50 % ja fosforikuormituksesta noin 75 % tulee Venäjältä. Eniten kuormitusta Suomenlahteen tulee Pietarin yhdyskuntajätevesistä. Vaikka jätevedenpuhdistamoja on rakennettu ja parannettu, Pietarin jätevesistä kolmannes kulkeutuu edelleen Suomenlahteen täysin puhdistamattomana. Suomen ja Viron osuus kuormituksesta on noin kymmenen prosenttia. (Suomen ympäristökeskus 2006.)

2.2 Alueelliset vesistökuormitukset

Sirkku Ojanperä

Itämeren kuormitus

Itämeri on pinta-alaltaan maailman laajin ja tilavuudeltaan maailman toiseksi laajin murtovesialue. Itämeressä elää sekä suolaisen että makean veden kalalajeja. Suolaisen veden lajeja ovat esimerkiksi silli ja turska ja makean veden lajeja hauki ja ahven. Monet suolaisen veden kalat elävät elinalueensa ääri rajoilla ja ovat sen vuoksi pienikokoisia.

Itämeri pilaantuu herkästi mataluuden, veden kerrostuneisuuden ja veden hitaan vaihtuvuuden vuoksi. Itämeren valuma-alue on noin 1700 000 km². Itämerta ympäröi yhdeksän valtiota ja Itämeren valuma-alueella asuu noin 85 miljoonaa ihmistä. Itämereen tulevasta typestä kaksi kolmasosaa tulee jokien valuma-alueelta ja lähes neljännes on peräisin liikenteestä, maataloudesta ja teollisuudesta ilmaan joutuvista päästöistä. Itämereen tulevasta typestä Suomen osuus on 18 %, Puolan 28 %, Ruotsin 21 % ja Venäjän 8 %. Fosforista suurin osa kulkeutuu jokien mukana. Suomen osuus Itämeren fosforipäästöistä on 16 % ja lähes puolet fosforikuormasta tulee Puolasta.

Suomen rannikkovesien kotimainen fosforikuorma pieneni 60 prosenttia 1990-luvun aikana. Pistemäinen typpikuorma väheni vastaavasti 20 prosenttia. Fosforin poisto yhdyskuntajätevesistä on erittäin tehokasta Suomessa. Vain noin kuusi prosenttia Suomen rannikkovesien kokonaiskuormasta on peräisin taajamien asutuksesta. Rannikkovesien suurin kotimainen ravinnelähde on maataloudesta peräisin oleva hajakuorma. Se muodostaa rannikkovesiimme noin 60 % fosforin ja 50 % typen kokonaiskuormasta. (Ympäristöministeriö 2005.)

Saaristomeren, Ahvenanmeren ja eteläisen Selkämeren kuormitus

Saaristomeri ja Ahvenanmeri ovat rehevöityneitä ja ravinteiden vaivaamia merialueita. Saaristomeren paikallisesta ravinnekuormituksesta suurin osuus, 70–90 prosenttia, aiheutuu maa- ja metsätaloudesta sekä haja-asutuksesta. (Backman 2002.) Kuormitusarvot vaihtelevat erittäin paljon aluerajauksesta ja laskentatavasta riippuen.

Helminen ja Vuorinen (2004) ovat laskeneet Saaristomeren alueen kuormituslähteiden kuormitustaseita. Saaristomeri on rajattu kansainvälisen merialuejaon mukaan etelässä linjalle Hanko-Maarianhamina ja pohjoisessa linjalle Geta–Uusikaupunki. Pääosa Ahvenanmaan kalankasvatuksen kuormituksesta lasketaan tulevaksi Saaristomereen. Kun Helminen ja Vuorisen käyttämällä mallilla lasketut taustakuormitusluvut yhdistetään muihin kuormitustietoihin, saadaan aikaan seuraavanlainen koko Saaristomeren alueen kuormitustasetaulukko:

Taulukko 4. Saaristomeren rajatun alueen joidenkin kuormituslähteiden kuormitustasetaulukko (luvut tonneja vuodessa) (Helminen & Vuorinen 2004).

	Fosfori	Typpi
Jätevedet	35 (3 %)	1 250 (5 %)
Kalankasvatus	95 (8 %)	585 (2 %)
Maatalous	400 (32 %)	4 300 (17 %)
Ilmalaskeuma	120 (10 %)	7 170 (28 %)
Taustakuormitus	580 (47 %)	12 300 (48 %)
Yhteensä	1 230 t/a	25 605 t/a

Nykykäsityksen mukaan koko Saaristomeren alueelle tulevasta fosforista ja typestä noin puolet on peräisin Itämeren pääaltaalta ja Suomenlahdelta. Paikalliset kuormituslähteet, maatalous, asutuksen ja teollisuuden jätevedet sekä kalankasvatus vastaavat fosforin osalta 43 % ja typen osalta 24 % alueelle tulevasta kokonaiskuormituksesta. (Helminen & Vuorinen 2004.)

Taulukon 4 alueellinen rajausta on tehty siten, että tarkastelualueelle sisältyy koko Ahvenanmaan vesiviljelykuormitus (5220 tonnia) ja koko Saaristomeren vesiviljelykuormitus Hankoon asti, jotka yhdessä vastaavat yli 2/3 osaa koko ruokakalantuotannon kuormituksesta Suomessa. Eteläisen Selkämeren kalankasvatuksen kokonaismäärä on ollut vuonna 2005 lisäkasvuna 765 tonnia ja sisämaan kokonaiskalankasvatuksen määrä 2200 tonnia (Savolainen 2006). Laiva- ja veneliikenteen päästöjä ei ole mainittu laskelmassa, eikä niitä ole huomioitu yleisesti muissakaan kuormituslaskelmissa. Saaristomeren alue on suhteellisen vapaa teollisuuden kuormitusvaikutuksista, eikä niitä ole laskelmassa mainittukaan.

Saaristomeren ja eteläisen Selkämeren välimaastossa sijaitsevassa Kustavin kunnassa on tehty tutkimusta ravinteiden leviämisestä. Vesiviljelyn kuormitusvaikutuksia Kustavin kunnassa tutkinut FT Ilkka Ratinen (2005) totesi, että tutkimuksen ainesvirta-analyysin perus-

teella kalankasvatuksen osuus Kustavin kunnan alueella syntyvistä typpi- ja fosforivirroista ei ollut niin suuri kuin oli arvioitu. Myös meriveden laadun luonnonmaantieteellinen tarkastelu osoitti, että kalankasvatuksella ja meriveden laadulla ei ollut kovin selkeää yhteyttä. Tästä osoituksena oli esimerkiksi se, että suurimmat ravinne- ja a-klorofyllipitoisuudet olivat sellaisilla alueilla, joissa kalankasvatusta ei harjoitettu. Sen sijaan Kustavissa ravinteita näytti virtaavan kunnan alueelle muualta Saaristomereltä, mistä ravinteet kulkeutuivat myös matalille ja heikosti virtaaville alueille muodostaen sinne ravintovarastoja. Pohjan happipitoisuuden perusteella sisäisen kuormituksen merkitys näytti olevan näitä ravinnevirtoja vähäisempi. Myös ravinteiden liukeneminen meriveteen suoraan ilmasta – jota ei laskelmissa ole useinkaan huomioitu – oli yllättävän suurta, esimerkiksi typen osalta 41 %. (Ratinen 2005.)

Alueiden ja kuormituslähteiden rajaaminen kuormitustarkasteluissa

Vesistöjen kuormituslähteiden painoarvoja arvioitaessa tulisi aina huomioida kaikki veden laatuun vaikuttavat tekijät ja kuormituslähteet. Ilmalaskeuman, naapurimaiden, laivojen sekä kesäasutuksen puhdistamattomien jätevesipäästöjen luvut puuttuvat säännöllisesti kuormituksesta kertovista tiedonannoista. Mitä pienemmältä alueelta vesistökuormitusta arvioidaan, sitä suuremmalta näyttävät paikallisten kuormittajien vaikutukset. Kuitenkin esimerkiksi Saaristomereen joutuvasta kokonaiskuormituksesta noin puolet on peräisin Pietarin jätevesistä ja muista Suomenlahteen päätyvistä kuormituslähteistä. Samoin suuri osa eteläisen Selkämeren kuormituksesta on Saaristomeren alueelle virtauksien mukanaan tuomaa taustakuormaa. Kannattaa aina tarkastaa, mitkä kuormituslähteet laskelmassa on huomioitu, kun tehdään eri kuormitustilastojen tarkastelua. Tarkastelualueen supistuessa yhden kuormituslähteen vaikutus korostuu ja etäisempien, merkittävienkin lähteiden, osuus pienenee, jolloin tulos vääristyy.

3 VESIVILJELYN KUORMITUSVAIKUTUKSET

3.1 Ravinteet ja niiden kuormittavuus

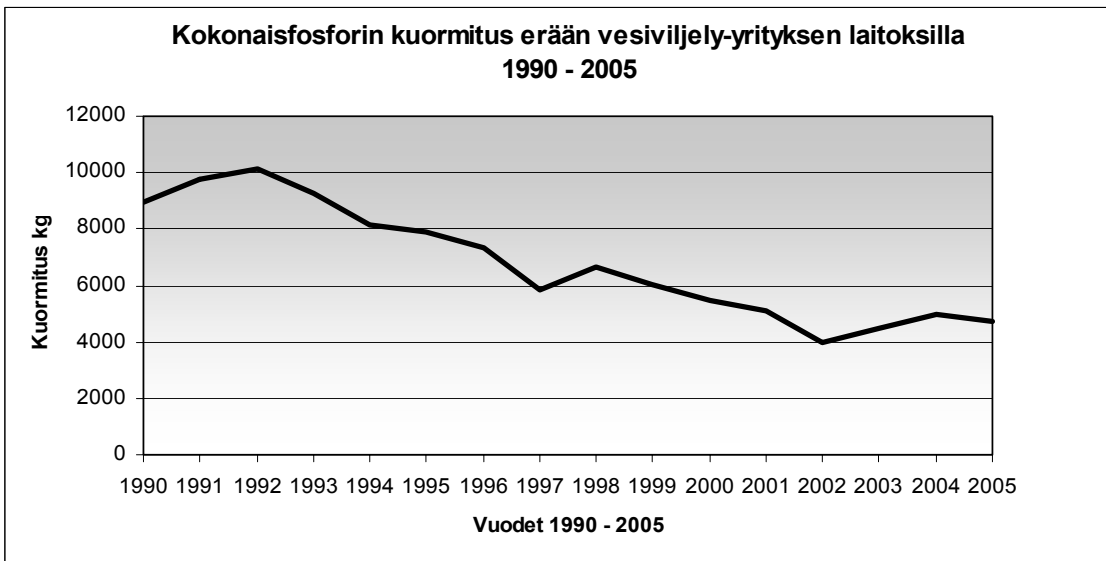
Sirkku Ojanperä

Vesiviljelyn kuormituskehitys

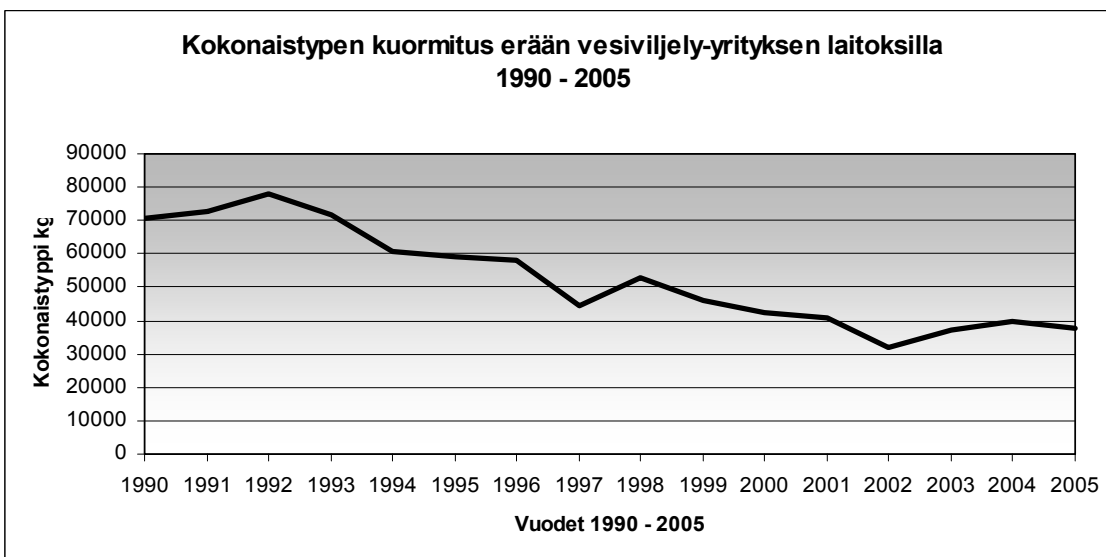
Kalankasvatuksen alkuaikoina 1970-luvun lopulla ja 1980-luvun alkupuolella vesiviljelyn kuormittavuus oli tuotantomääriin verrattuna huomattavasti nykyistä suurempaa. Kalojen ravitsemuksesta ja ravinnonkäytöstä ei silloin vielä oltu kovinkaan hyvin selvillä, ja kalojen ruokinnassa käytettiin paljon tuoretta silakkaa ja siitä valmistettua rehuseosta. Tehdasvalmisteisten rehujen tullessa markkinoille niiden valmistukseen käytettiin runsaasti luita sisältävää kalan perkuun sivutuotetta, joten rehujen fosforipitoisuus oli korkea. Kaloja ruokittiin myös yli tarpeen, kun ruuan määrää ei vielä osattu säädellä täsmällisesti. Tämä kaikki sai aikaan kalankasvatuksen huonon maineen ympäristön kuormittajana. Mielikuvat säilyvät tiukasti ihmisten mielissä, joten tästä huonosta maineesta ei ole vielä kukaan päästy kokonaan eroon, vaikka vesiviljelyn kuormitustilanne on muuttunut näistä ajoista. Kuviot 3 ja 4 kuvaavat kokonaisfosforin ja kokonaistypen vesistökuormituksen alenemaa aikavälillä 1990–2005. Kuvioissa ei ole huomioitu fosforin liukoisuuden alenemista, joka johtuu rehujen kehityksestä, niissä käytetyn soijan lisäämisestä ja kalajauhon osuuden vähentämisestä rehun proteiiniinlähteenä.

Vesiviljely on Suomessa kehittynyt kaikilta osin nopeasti koko lyhyen historiansa ajan. Vesiviljelyyn liittyvää tutkimustyötä on tehty paljon sekä kotimaassa että ulkomailla. Tämän seurauksena vesiviljelyyn liittyvä tietämys on lisääntynyt tutkimustulosten levitessä kalankasvattajien, kalarehujen valmistajien ja viranomaisten käyttöön. Vesiviljelyssä käytettävä tekniikka on nykyisin huomattavan kehittyntä Suomessa, ja sitä viedäänkin vientituotteena ympäri maailman.

Vesiviljely-yritykset ovat vastanneet kaikkiin päästöjen alentamistavoitteisiin, mm. Itämeren suojeelukomission eli HELCOM:in tavoitteet alitettiin jo ennen määräajan päättymistä. Vesiviljely Saaristomeren ja Ahvenanmaan alueella, jossa on noin 70 % Suomen ruokakalan kasvatuksesta, poistettiin HELCOM:in Hot Spot listalta marraskuussa 2002 Tukholmassa pidetyssä kokouksessa, koska sen asettamat kuormituksen alentamistavoitteet oli saavutettu ja ylitettykin kalankasvatuksen osalta. (Backman 2002.)



Kuvio 3. Kokonaisfosforin kuormitus erään vesiviljely-yrityksen laitoksilla 1990–2005 (Vabti-rekisteri).



Kuvio 4. Kokonaistypen kuormitus erään vesiviljely-yrityksen laitoksilla 1990–2005 (Vabti-rekisteri).

Fosforin liukoisuus

Vedet rehevöityvät liiallisen ravinnekuormituksen seurauksena. Rehevöitymisen oireet vaihtelevat vähäisestä planktonlevien ja rihmalevien runsastumisesta massiivisiin levien pintaesiintymiin, happikatoon ja eliöyhteisön muutoksiin. Pääasialliset rehevöitymistä aiheuttavat aineet ovat typpi ja fosfori. Fosfori lisää sinilevien kasvua avomerellä. Kaikki fosfori ei kuitenkaan aiheuta rehevöitymistä, koska osa fosforista on sellaisessa muodossa, jota levät ja muut perustuottajat eivät kykene käyttämään hyväkseen.

Kuormitusvaikutuksia pohdittaessa tulee muistaa, että erilaisten kuormituslähteiden vesiä rehevöittävä vaikutus on hyvin erilainen, ja erityisesti fosforin liukoisuuksissa on huomattavia eroja kuormituslähteestä riippuen. Suomalaisten tutkimusten mukaan (Vielma ym. 2000,

Varjopuro 2000) kalankasvatuksesta peräisin olevan leville käyttökelpoisen fosforin määrä oli enintään 27 % kokonaisfosforin määrästä vanhantyyppisissä rehuissa, joita käytettiin tutkimusta tehtäessä viime vuosikymmenellä. Nykyaikaisissa rehuissa, joissa käytetään soijaa, on fosforin liukoisuus vielä tätäkin alhaisempi, noin 10 prosentin luokkaa. Tähän suuruusluokkaan päästiin Vielman ym. (2000) tutkimuksessa, jossa testattiin leville käyttökelpoisen fosforin määrää kalan ulosteesta. (Taulukko 5.)

Taulukko 5. Rehun ja ulosteen sisältämän fosforin potentiaalinen käyttökelpoisuus leville, tulokset julkaistu %:na fosforin kokonaismäärästä rehussa (Vielma ym. 2000).

	Rehu	Uloste
Kontrollirehu	35 %	27 %
Soijarehu	23 %	9 %

Kalajauho on kallista ja sitä on huonosti saatavilla, mikä parantaa osaltaan soijavalmisteiden kilpailukykyä rehuraaka-aineena. Kaikissa kasvatusrehuissa onkin nykyään proteiini- ja fosforilähteenä myös soijaa. Uuden sukupolven rehuissa käytetään myös maissigluteenia ja vehnägluteenia kalajauhoa korvaavina raaka-aineina. Kala käyttää ravinnokseen rehusta fosforin helpoimmin liukenevan osan ja liukenematon osuus päättyy ulosteeseen. Tästä johtuvat liukoisuuden erot rehun ja kalan ulosteen välillä.

Suomen ympäristökeskus on selvittänyt eri lähteistä peräisin olevan fosforin biologista käyttökelpoisuutta laboratoriokekein. Metsävalumavesistä keskimäärin 16 % fosforista on leville käyttökelpoista ja peltovalumavesissä osuus on 31 %. Teollisuudesta peräisin olevan fosforin käyttökelpoisuus on noin 50 %, mutta siinä esiintyy suurta vaihtelua samankin laitoksen sisällä. Viemäroidyissä asumajätevesissä fosforin käyttökelpoisuus vaihtelee puhdistusmenetelmän mukaan. Biologisesti ja kemiallisesti puhdistetuissa jätevesissä noin 36 % fosforista on leville käyttökelpoisessa muodossa, mutta Pietarin kaupungin Suomenlahteen johdettavissa jätevesissä osuus on 83 %. Korkein fosforin käyttökelpoisuusprosentti (89 %) on haja-asutuksesta peräisin olevalla fosforilla. (Ekholm 2004.)

Asukasvastineluvun käyttö vesiviljelyn kuormitusvertailussa

Julkisuudessa käytetään usein kalankasvatuksen kuormitusta arvioitaessa ns. asukasvastinelukua. Tällöin vertailulukuna käytetään yhden asukkaan päivässä aiheuttamaa typen ja fosforin kuormitusarvoa. Kalankasvatusta tulisi kuitenkin verrata muuhun ruokatuotanto-kuormitukseen jäteveden päästöjen sijaan. Esimerkiksi keskikokoinen 100 tonnin vesiviljelyn perheyritys tuottaa saman verran kalan lihaa kuin 300 nautaa naudanhilaa. Tämä vastaa maassamme noin kuuden karjatilan tuotantoa. Ravinteiden liukoisuuden eroista huolimatta kalankasvatusta verrataan jätevesipäästöjen rehevöittävään vaikutukseen. Suomessa ei vielä huomioida kalankasvatuksen fosforipäästöjen heikkoa liukoisuutta.

Haja-asutuksen osalta (asetuksen mukaan) puhdistamattomien jätevesien asukasvastinelukuina käytetään Erkki Kaukorannan (2007) mukaan seuraavia lukuja:

- BHK 50 g/as/d
- P 2,2 "
- N 14 "

Kunnallisilla puhdistamoilla puhdistamattomien jätevesien asukasvastineluku on keskimäärin (hieman vanhentunut tieto, esimerkkinä Turun asukkaat):

- BHK 70 g/as/d (=170 000 asukasta, 4343 500 kg/a/)
- P 3 " (= 170 000 asukasta, 186 150 kg/a)
- N 12 " (= 170 000 asukasta, 744 600 kg/a)

Puhdistettujen jätevesien asukasvastineluku saadaan jäteveden puhdistamon puhdistustehoprosentin avulla puhdistamattomista jätevesistä, esim. 90 prosentin fosforinpoistolla asukasvastineluku on 0,3 g/as/d (Kaukoranta 2007). On kuitenkin huomattava, että näin tehokkaita jätevedenpuhdistamoja on harvassa, joten tätä lukua ei voida vielä yleisesti käyttää.

3.2 Kalojen ruokinta ja rehut

Sirkku Ojanperä

Ruokinta

Nykyisin kalojen ruokinta on erittäin tarkasti laskettu vastaamaan kalan ravinnontarvetta. Ruokinnan määrään ja laatuun vaikuttavat kalan iän, koon ja lajin lisäksi veden lämpötila ja happipitoisuus. Näiden tekijöiden perusteella määritellään ruokintaprosentti biomassasta. Tarvittavan rehun määrä vaihtuu päivittäin biomassan kasvaessa. Ruokintaprosenttia määritettäessä huomioidaan myös kuolleiden kalojen osuus biomassaa pienentävänä tekijänä.

Rehukerroin vaihtelee eri laitosten, tuotantosuunnan, ruokintatavan, vuotuisten kasvatusolosuhteiden, kasvatuspaikan olosuhteiden, kuolleisuuden, ruuan laadun, tyyppin, valmistajan, ym. tekijöiden perusteella. Kalojen ruokinnassa ja sen onnistumisessa on suuri merkitys kalojen hoitajan ammattitaidolla ja huolellisuudella. Myös tilastointitavat ja kasvattajien ilmoittamat tiedot (kalamäärä) saattavat aiheuttaa tilastollista vaihtelua.

Rehukertoimet vaihtelevat Kasvituotannon tarkastuskeskuksen laskeman vuoden 1999 rehun valmistus- ja tuontimääriin perustuvan laskennallisen arvon 1,53 ja jopa alle yhden välillä (Seppälä ym. 2002, 17). Keskiarvolukuna Suomessa voidaan pitää lukua 1,255, joka on virallisten tilastojen mukainen keskiarvo (vuonna 1999) Erkki Kaukorannan (LOS 2006) tiedonannon mukaan. Ympäristökeskuksen Vahti-rekisterin perusteella laskettu keskiarvorehukerroin pitää sisällään kuitenkin virhelähteen, koska ohjelma ei ota huomioon talvisäily-

tyksen ruokintaolosuhteita oikein, jolloin talvisäilytyspaikkojen ylläpitoruokinnan rehukertoimet antavat vääristyneen tuloksen.

Rehukerroin 1,1 on vesiensuojeluohjelman mukainen tavoitekerroin. Ympäristösuojeluohjeen mukainen tavoiterehukerroin on 1,0. (Ympäristöministeriö 2000.) Mikäli kaloja ruokitaan optimimäärään verrattuna liian vähän, ominaiskuormitusarvot kohoavat heikentyneen kasvunopeuden vuoksi. Lisäksi tulevat vastaan eläinsuojelulliset tekijät: mikäli kalat pidetään nälkäisinä, ne eivät pysty kehittymään rakenteeltaan terveiksi ravinnevajauksesta johtuen.

Kasvatuspaikan valinnalla voidaan suoraan vaikuttaa rehukertoimeen ja ominaiskuormitukseen; viileässä, raikkaassa ja hyvin vaihtuvassa vedessä kalat voivat paremmin. Hyvin virtaavassa, avoimessa, puhtaassa ja viileässä merivedessä happipitoisuus on korkeampi kuin sisävesissä. Runsashappisuus vedessä parantaa kalojen rehunkäyttötehokkuutta.

Hyvissä kasvatusolosuhteissa kalojen kuolleisuus on vähäisempää, kalat pysyvät terveempinä ja niillä on vähemmän stressiä. Hyvissä virtausolosuhteissa myös kalataiden esiintyminen on huomattavasti vähäisempää. Nämä tekijät pienentävät ominaiskuormitusta, ja kalanviljelytoiminta on kestävä kehityksen periaatteiden mukaista.

Rehun vaatimukset

Kalarehun tulee vastata ainakin seuraaviin vaatimuksiin:

- alhainen ympäristökuormittavuus
- hyvä ravitsemuksellinen sulavuus
- kalan tarvetta vastaava ravintosisältö
- nopea lisäkasvun tuotto
- edullinen hankintahinta
- pieni rehukerroin
- eläinsuojelulliset seikat (selkärangan, muiden luiden ja lihasten kehitys turvattava riittävin ravintein, rehun oikealla ja tasapainoisella koostumuksella sekä rehun oikealla määrällä)
- maistuvuus
- koostumus, jonka vaikutuksesta kalan lihaksen rakenne ja väri muodostuvat oikeanlaisiksi
- sopiva kelluvuus (merivesi ja makeavesi)
- pölyttömyys ja särkymisherkkyyys (jauhautuminen rehupölyksi)
- sitkeys, rehun kovuus ja koko kaloille kokoluokissaan sopivat
- öljyn pysyminen pelletin sisällä varastoinnin ja ruokinnan aikana
- lääkeaineiden ja terveyttä edistävien aineiden pysyminen ja niiden muuttumattomuus rehussa
- elintarviketurvallisuus teuraskalassa, ei jäämiä
- kalaterveysturvallisuus (kalatautien leviäminen kalarehujauhon mukana tai muilla keinoin)
- funktionaalisuus ja luomaisuus ovat eduksi.

Nopeimmin uuteen tutkimuslaitosten tuottamaan kaloihin liittyvään tutkimustietoon ovat reagoineet rehujen valmistajat, jotka myös ovat teettäneet useita tutkimuksia ja tehneet itsekin huomattavasti tutkimustyötä omalla kustannuksellaan. Tämän seurauksena rehujen ympäristökuormittavuus on pudonnut erittäin alhaiselle tasolle. Rehujen raaka-ainesilto on muuttunut oleellisesti vuosien kehittäelytyön seurauksena ja sulavuus on parantunut. Kirjalohti on erittäin tehokas rehun käyttäjä, se tarvitseekin nykyaikaisia rehuja vain 1–1,3 kg kasvaakseen yhden kilon.

Rehun fosfori

Nykyisin rehujen koostumus vastaa hyvin tarkasti kalojen ravinnontarvetta tämän päivän tietämyksen mukaan, eikä typen ja fosforin osuutta ole aihetta pienentää nykyisestään. Mikäli fosforin osuutta rehussa vähennettäisiin, tulisivat eläinsuojelulliset syyt esteeksi. Kalojen luusto tarvitsee fosforia kehittyäkseen, ja luustovauriot, etenkin selkärankavauriot, ovat välittömänä seurauksena, jos fosforipitoisuutta edelleen rehussa vähennetään.

Ruotsalaisten viimeisimpien tutkimustulosten (Vattenresurs 2003, Gustafsson 2003) mukaan kalan ulosteen mukana poistuva rehusta peräisin oleva fosfori on niin sidotussa muodossa, että se ei ole levien käytettävissä. Tästä syystä ympäristöviranomaisten tulisikin muuttaa laskentatapaa fosforikuormitusta määritettäessä. Ruotsalaiset viranomaiset ovatkin jo ottaneet käyttöönsä nämä uudet tutkimustulokset ja määrittävät fosforin päästömäärät sen mukaisesti. Suomalaisissa tutkimuksissa (Vielma 2000, Varjopuro 2000) on tarkasteltu kalan ulosteesta peräisin olevan fosforin käyttökelpoisuutta leville, joka uudentyypisissä rehuissa on noin kymmenen prosentin luokkaa.

Rehun tyyppi

Valkuaisaineet eli proteiinit ovat suurehkoja molekyyliä, jotka muodostuvat aminohapoista. Valkuaisaineet sisältävät noin 16 % typpeä. Aminohapoista osa on kalalle välttämättömiä, ja osan se pystyy muodostamaan muista aminohapoista itse. Rehun valmistuksessa ei voida käyttää yksinomaan kasviperäisiä proteiineja, koska ne eivät sisällä kaikkia välttämättömiä aminohappoja. Rehujen proteiinit ovat nykyisin kalajauhosta ja soijasta peräisin.

Valkuaisaineita kala tarvitsee erityisesti lihaskudoksen muodostamiseen. Mikäli rehussa ei ole riittävästi ja monipuolisesti aminohappoja, kala ei sen seurauksena kasva tehokkaasti. Tämä taas nostaa rehukerointa, mikä puolestaan johtaa ominaiskuormitusarvon kasvamiseen. Kalajauho on erinomainen proteiini-lähde, minkä ansiosta kala kasvaa hyvin, mutta ongelmaksi sen runsaasta käytöstä muodostuu raaka-aineen suuri tyypipitoisuus. Tästä syystä suuri osa kalaproteiineista on korvattu soijaproteiineilla.

Rehun energia

Kalojen tarvitsema energia tulee pääosaltaan rehun sisältämästä öljystä. Öljyn määrän lisäyksellä on saatu vähennettyä rehun proteiinipitoisuutta, mikä puolestaan on pienentänyt radikaalisti vesiviljelyn tyypikuormitusta. Huolellisesti valmistetussa rehussa öljy pysyy hy-

vin rehun sisällä ruokinnan aikana. Öljy on huomattavasti muita raaka-aineita tehokkaampi energialähde.

Rehun viljaperäiset raaka-aineet

Rehun raaka-aineisiin kuuluvat myös vehnä ja maissi, joiden gluteenia rehuissa käytetään. Rehujen koostumus tulee muuttumaan erityisesti viljaperäisten raaka-aineiden osalta. Soijan osuus on kasvanut viime vuosina rehujen proteiininlähteenä. Proteiinipitoisen soijan lisäämisellä rehuun voidaan pienentää kalajauhon määrää rehun proteiininlähteenä, jolloin liukenevan tyypin osuus kalankasvatuksen vesistökuormituksessa pienenee.

Rehujen sisältämät kalojen terveyttä edistävät aineet

Rehuihin lisätään nykyisin myös erilaisia kalojen terveyttä edistäviä aineita, kuten esim. vitamiineja, betaglukaania ja joitakin maitohappobakteereja.

Probiootit ja prebiootit

Rehujen kehittämiseksi tehdään nykyään paljon työtä. Sami Nikoskelainen (2003) on kirjoittanut väitöskirjan probioottien (terveysvaikutteinen maitohappobakteeri) käytöstä kalojen ruokinnassa. Nikoskelaisen mukaan probioottien käytöllä voidaan kalan suolistossa syrjäyttää haitallisia bakteereita, jolloin kalojen sairastuvuus vähenee ja hyvinvointi lisääntyy. Rokottamattomassa tutkimusparvessa probiootteja saamaton kalaryhmä sairastui 50 %:sesti, mutta probiootteja saaneesta ryhmästä ainoastaan 19 % sairastui. Aineen käytöllä voitaisiin siten vähentää lääkinnän tarvetta varsinkin rokottamattomilla pienpoikasilla. Tutkimukset probioottien vaikutuksista jatkuvat edelleen. (Nikoskelainen 2003.)

Prebiootti on tavallisesti huonosti sulava hiilihydraatti (oligo- tai polysakkaridi), joka edistää yhden tai useamman (toivottavan) bakteerikannan kasvua tai aktiivisuutta paksusuolella, minkä tarkoituksena on, että edulliseksi muuttunut suolistofloora (maitohappobakteerit) paikallisesti tai systeemisesti edistäisi terveyttä. Prebiootteja ovat esim. inuliinityyppinen fruktoosipolymeeri ja ravintokuidut. Prebiootit tukevat ja tehostavat siten probioottien toimintaa.

Vitamiinit

Rehuihin lisätään myös useita eri vitamiineja mm. kalojen immuunivasteen parantamiseksi. C-vitamiini on välttämätön vitamiini useille merikaloille, eivätkä ne pysty tuottamaan sitä itse. Suuri C-vitamiinipitoisuuden lisäys rehuun kalan elinkaaren kriittisissä vaiheissa tehostaa kalan puolustusjärjestelmää, minkä ansiosta kala kestää stressitilanteita ja mahdollista taudinaiheuttajien hyökkäystä paremmin. Lisäksi C-vitamiini tehostaa rokotuksen vaikutusta. C-vitamiinin vaikutus vesiliukoisena vitamiinina on lyhytaikainen.

Glukaani

Glukaani on hiivasta saatava aine, jonka katsotaan tehostavan mm. immuunisuojaan kehittymistä. Glukaani tukee joidenkin probioottien kasvua mm. lisäämällä niiden haponkesto-

Betaglukaani

Kasvatuskauden aikana kalojen hyvinvointia koetellaan olosuhteiden ja intensiivisen kasvatuksen johdosta. Tämän johdosta kalat stressaantuvat helposti. Stressi johtaa usein myös erilaisten bakteeritautien puhkeamiseen. Stressinsiedon ja hyvinvoinnin paranemiseen voidaan vaikuttaa rehuun lisättävällä betaglukaanilla.

Stressitilanteiden syynä ovat usein alhainen happitaso, korkea lämpötila, bakteerit ja virukset tai liian suuri kalatiheys. Usein stressin laukaisee myös liian runsas ruokinta olosuhteisiin nähden. Stressi ja varsinkin taudit heikentävät kalojen ruokahalua ja rehun hyödyntämistä.

Stressinsietoa ja kalan hyvinvointia voidaan parantaa betaglukaanilla. Betaglukaani vaikuttaa kalan immuunijärjestelmään aktivoimalla sitä mahdollisia taudinaiheuttajia vastaan. Terveenä ja vahvana kala kasvaa ja hyödyntää rehunsa tehokkaasti. Betaglukaanin terveysvaikutusten kautta sillä on myös selkeästi kasvua ja rehun hyödyntämistä parantava vaikutus.

Betaglukaani on tuote, joka on tehty prosessoidusta leipomohiivasta. Hiivasta poistetaan hiivasolujen ulkokuori. Kuoren alta löytyy β -1,3/1,6-glukaania sisältävä kerrostuma. Tällä osalla on ilmiömainen kyky aktivoida kalojen omaa immuunijärjestelmää, jolloin kalat alkavat tuottaa tehokkaasti vasta-aineita taudinaiheuttajia vastaan. Jos kaloihin iskee jokin sairaus, veren syöjäsolut ovat valmiimpia torjumaan tautihyökkäyksen.

Betaglukaania syöneiden kalojen on todettu kestävän stressitilanteita paremmin, ja siten ne ovat pystyneet vastustamaan myös sairauksia tehokkaammin. Tutkimuksia on tehty muun muassa Norjassa ja USA:ssa. Rehuraisio testasi glukaanin vaikutuksia kalojen kasvuun ja hyvinvointiin jo vuonna 1995. Tässä, koko kasvatuskauden mittaisessa rehukokeessa, betaglukaania syöneet kalat kasvoivat merkittävästi paremmin. Myös rehukerroin ja kuolleisuus olivat betaglukaaniryhmillä alhaisemmat. (Smeds 2006.)

Fytaaasientsyymi

Fytaasin käyttöä rehuissa fosforin pilkkomiseksi tutkitaan parhaillaan. Kalat tarvitsevat fosforia kasvaakseen ja kehittäkseen terveen luuston. Rehun sisältämien palkokasvien (esim. soija) fosfaatista jopa 80 % on fytiinihapon muodossa, jonka hajottamiseen kalat tarvitsevat fytaaasientsyymiä. Tulevaisuudessa kalojen rehujen kehittäminen mahdollisesti suuntautuu myös rehujen sulavuuden parantamiseen entsyymejä lisäämällä. Mikäli pilkkoutuminen ja rehun sulavuus saadaan paremmaksi, on mahdollista alentaa rehujen fosforipitoisuutta, millä on vaikutusta vesiviljelyn fosforikuormitukseen. Entsyymien lämmönkesto on heikko, ja rehunvalmistuksen prosessissa lämpötila kohoaa melko korkeaksi, joten tämän ongelman ratkaisemiseksi on tehtävä vielä tutkimustyötä.

Rehujen raaka-aineiden elintarviketurvallisuus

Rehujä valmistettaessa kiinnitetään huomiota erityisesti raaka-aineiden laatuun, jotta kala elintarvikkeena on laadultaan ja sisällöltään moitteetonta. Rehuraaka-aineen on oltava puhdasta, jotta teuraskalassa ei ole siihen kertyneitä kasvatuksen aikaisia jäämiä. Elintarviketur-

vallisuuden takaamiseksi raaka-aine-erät tarkistetaan aina huolellisesti ennen kuin niitä voidaan käyttää rehunvalmistukseen. Mikäli rehun raaka-aineita ei valvottaisi ja tarkistettaisi, rasvaliukoiset ympäristömyrkyt voisivat siirtyä rehukalasta kasvatettavaan kalaan, jolloin trofiatasolta seuraavalle siirryttäessä rasvaliukoisten ympäristömyrkyjen pitoisuudet moninkertaistuisivat. Tästä syystä kasvatettavalle kalalle tehdään vierasainetutkimuksia kasvatuskaudella ja teurastusten yhteydessä.

Rehujen kalaraaka-aineena ei ole mahdollista käyttää kotimaista kalaa sellaisenaan. Silakan käyttöä rehun proteiini­lähteenä haittaa silakan suuri dioksiinipitoisuus. Nykytekniikalla silakan dioksiinitasoa voidaan laskea kalajauho- ja kalaöljyprosessissa, jolloin rehusta tulee EU:n normit täyttävää. Ympäristömyrkyjen korkeahkot pitoisuudet estävät sisävesikalojen käyttämisen rehuraaka-aineena, ja siksi mm. tehopyyntien tuottama kalamateriaali jää Suomessa käyttämättä, ja se kuljetetaan kompostiin tai minkkien rehuksi.

Koska kasvatettavat kalat syövät ainoastaan puhdasta rehua, niissä ei ole vierasainejäämiä. Kasvatettu kala onkin ympäristömyrkyjen osalta paljon villikalaa puhtaampaa. Suomalainen kasvatettu kirjolohi on puhdasta ja turvallista ruokaa, jolla on huomattavat terveystuikutukset.

3.3 Kalojen lääkintään ja hoitoon käytettävät kemikaalit

Sirkku Ojanperä

Kalaterveysvalvonta ja lääkevalvonta

Kalojen lääkitsemiseen sallitut lääkeaineet on lueteltu Elintarviketurvallisuusviraston julkaisemilla internet-sivuilla. Ajankohtaiset lääkeainelistat löytyvät internet-osoitteesta: http://www.evira.fi/portal/fi/elaimet_ja_terveys/1____kitseminen/laakeluettelot/.

Kalanviljelylaitosten kalaterveysvalvonta kuuluu kunnaneläinlääkäreille. Tämän valvonnan piiriin kuuluu myös lääkkeiden käytön valvonta. Kalankasvattajat on veloitettu pitämään kirjaa kaikista kaloille käytetyistä lääkeaineista, myös kylvetys- ja nukutusaineista (pienpoikasia tuottavat emokalalaitokset). Lääkekirjanpidon on löydettävä laitokselta, ja sitä on säilytettävä kolme vuotta. Kunnaneläinlääkärin tehtäviin kuuluu myös valvoa joitakin tarttuvia tauteja ja loisia. Kalojen taudit eivät voi tarttua ihmisiin, koska kalat ovat vaihtolämpöisiä.

Kalojen valvottavien virustautien piiriin kuuluvat:

VHS, virusperäinen verenvuotoseptikemia, viral haemorrhagic septicemia

IHN, tarttuva vertamuodostavan kudoksen kuolio, infectious haematopoietic necrosis

IPN, tarttuva haimakuoliotauti, infectious pancreatic necrosis

SVC, karpin kevätviremia, spring viraemia of carp (Suomi on EU:n päätöksellä vapaa tästä virustaudista).

Valvottavien bakteeritautien piiriin kuuluu:

BKD, bakteeriperäinen munuaistauti, bacterial kidney disease.

Valvottaviin loisiin kuuluu: Monogeneisiin kuuluva *Gyrodactylus salaris*.

(Elintarviketurvallisuusvirasto 2006.)

Antibiootit

Antibiootit ovat elävien mikrobien tuottamia, toisia mikrobeja tuhoavia tai niiden kasvua estäviä aineita tai synteettisesti valmistettuja yhdisteitä. Antibiootteja sisältävien lääkerohujen valmistuksessa kiinnitetään huomiota erityisesti lääkeaineen pysyvyyteen rehussa, johon vaikuttavat rehun sitomiskyky ja lääkeaineen veteen liukenemattomuus. Eri lääkkeet vaikuttavat erilaisin tavoin eläviin organismeihin. Antibioottien joutumisen vesistöön pelätään aiheuttavan mm. resistenssiä, jolloin niiden teho lääkinnässä heikkenee.

Antibioottien käyttö ei ole tarkoituksenmukaista teuraskalan kasvatuksessa, ja poikasrokotukset ovatkin merkittävästi vähentäneet antibioottivalmisteiden käyttöä. Resistenssiongelmat osaltaan vaikeuttavat antibioottivalmisteiden käyttöä vesiviljelylaitoksilla.

Antibioottien käyttö on vesiviljelyssä ongelmallista mm. siksi, että lääkintä usein viivästyy ja kuolleisuus ehtii nousta korkeaksi ennen kuin lääkkeen vaikutukset alkavat näkyä. Antibiootit ovat lisäksi kalliita käyttää, ja lääkkeiden pitkät varoajat (esim. 500 päiväastetta) sotkevat teurastuksien aikatauluja. Näistä syistä on etsitty uusia ratkaisuja kalaterveyden ongelmien ratkaisemiseksi rokotteiden kehittelyn ja rehujen terveyttä edistävien ainesosien kehittämisen avulla.

Eviran tuottaman tilaston mukaan eläinten lääkintään on käytetty 13 300 kg antibiootteja vuonna 2004 (Eläinlääkintä- ja elintarviketutkimuslaitos 2005). Tästä määrästä on käytetty nautoille 60 %, sioille 14 % ja koirille ja kissoille 13 %. Eviran tilastosta jää yhteensä 13 % (n. 1600 kg) antibioottien kokonaiskäyttömäärästä muille eläimille (kuten hevoset, lampaat, vuohet, siipikarja, turkiseläimet, kalat sekä muut mainitsemattomat lemmikkieläimet ja mm. eläintarhojen eläimet). (Elintarviketurvallisuusvirasto 2006.)

Suomessa ei enää käytetä antibioottisia aineita sikojen ja nautojen kasvun edistämiseen, mutta siipikarjan rehuissa käytetään kokkidiostaatteja, joilla on antimikrobisia vaikutuksia: ”Välttämättöminä ennaltaehkäisevinä loislääkkeinä käytettyjen kokkidiostaattien kulutus on seurannut lähinnä broileri- ja kalkkunantuotantoa, jotka ovat olleet kasvussa viime vuosina. Kulutus on ollut keskimäärin 7 920 kg vaihdellen 4 266 kilosta 10 155 kiloon”. (Maa- ja metsätalousministeriö 2000a.)

Erikoislupavalmisteista 80-prosenttista oksitetrasykliiniä myönnettiin vuonna 2005 viljellylle kalalle 302 kg. Tilastointi on lääkelaitoksen mukaan hankalaa, koska eläinlääkärit voivat määrätä samoja lääkeaineita eri eläinlajeille. (Muhonen 2007.) Vertailulukuna ihmisten lääkintään käytettyjen antibioottien määrä vuonna 1997 oli 43 500 kg, ja samana vuonna kaik-

kien eläinten lääkintään käytetty lääkemäärä 16 300 kg (Maa- ja metsätalousministeriö 2000b).

Ihmisten käyttämät antibiootit ja muut lääkeaineet kulkeutuvat jätevedenkäsittelyn jälkeen vesistöihin ja aiheuttavat myös luonnon kalastolle haittaa. Sairaaloiden jätevesipäästöt sisältävät paljon erilaisia lääkkeitä, kuten esimerkiksi hormoneja ja sytostaatteja.

Täirehut

Täirehukuurin kesäaikaisella antamisella säästetään kalaa kalatäiden aiheuttamalta stressiltä. Täiden runsas esiintyminen aiheuttaa kutinaa, joka aikaansaa kalojen hyppelyä niiden pyrkiessä loisista (*Argulus*, *Caligus*) eroon. Hyppely aiheuttaa lisääntyvää energiankulutusta ja heikentää siten osaltaan rehukerrointia. Kutinan aiheuttama stressi heikentää kalan vastustuskykyä taudinaiheuttajia ja muita loisia vastaan.

Täirehun käyttö ehkäisee myös kalan ihon vioittumista ja edesauttaa siten kalan hyvinvointia. Terve iho ja ehyt limakerros kalan pinnalla estävät taudinaiheuttajien pääsyn kalan sisään, joten ne pysyvät terveinä ja vastustuskykyisinä. Täirehun käyttö pienentää energiankulutusta ja kasvatuksenaikaista kuolleisuutta, ja se näkyykin selvästi rehukertoimessa. Rehun kalliimpi hinta palautuu näin kasvattajalle takaisin. Uuden sukupolven täirehut ovat vasta (2006) kokeilukäytössä joissakin yrityksissä. Uusia aineita kalatäiden torjuntaan kokeillaan ja kehitellään edelleen. Virtauksiltaan hyvä kasvatuspaikka vähentää huomattavasti täiongelmaa.

Suomessa valmistetuissa täirehuissa on vaikuttavana aineena emamektiinibensoaatti (2 mg/1 g valmistetta, joka vastaa 1,76 mg/g emamektiiniä). Aine sekoitetaan valmiin rehupelletin pintaan. Aineella ei ole varoaikaa, mutta sillä on pitkä puoliintumisaika, joten sen vaikutusaika kalassa on pitkä. Tämän vuoksi sitä ei tarvitse käyttää pitkää aikaa, ja tällöin myös kuormitusvaikutus jää lyhyeksi. Aine tehoaa ainoastaan selkärangattomiin eläimiin. (Norrgård 2006.)

Muut kemikaalit

Kemikaalien käyttö merivesiviljelyssä on erittäin vähäistä. Kalojen lääkitseminen kylvettämällä avovedessä ei luonnollisestikaan ole mahdollista aineiden suuren laimenemisen vuoksi. Kiinnittymisenestoaineiden eli Antifouling-aineiden käyttö on vähentynyt vuosien aikana. Sallituista antifouling-aineista on oma listansa, jota julkaisee Suomen ympäristökeskus nettiosoitteessa <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=3506&lan=fi>. Antifouling-aineiden käyttöä pystytään vähentämään kyllästämällä (värjäämällä) kassit harvemmin, esimerkiksi vain joka kolmas vuosi aikaisemman jokavuotisen käsittelyn sijaan. Kasvatuskauden aikaisella kassien vaihtamisella, hyvillä virtauksilla, veden alhaisilla ravinnepitoisuuksilla ja optimoidulla ruokinnalla voidaan vaikuttaa kassien levääntymiseen.

Malakiittivihreä on poistettu kokonaan vesiviljelykäytöstä. Malakiitti muuttuu leukomalakii-tiksi, joka saattaa olla syöpävaarallinen yhdiste. Sitä on aikoinaan käytetty mädin käsittelyssä.

Muidenkin kalojen lääkitsemiseen käytettävien aineiden ja kemikaalien käyttö koskee lähinnä emokalalaitoksia ja luonnonravintolammikoita, eikä meressä tapahtuvaa ruokakalantuotantoa. Formaldehydiä on käytetty aikoinaan paljonkin kalojen lääkintään poikaslaitoksilla, mutta sitä ei käytetä lainkaan merivesiviljelyssä.

Kalojen rokotukset

Rokotukset ovat pienentäneet kalojen kasvatuksen aikaista kuolleisuutta hyvin tehokkaasti. Tämä vaikuttaa suoraan ominaiskuormitukseen vähentävänä tekijänä ja on lisäksi kestävän kehityksen mukaista. Rokotteissa käytettävät ainesosat jäävät kalan vatsaonteloon, eivätkä siten pääse kulkeutumaan vesistöön.

Antibioottirehuja ei juurikaan enää käytetä muutoin kuin poikaslaitoksilla. Rokotettu poikasmateriaali on kalliimpaa kuin rokottamaton, mutta hintaero saadaan hyvin takaisin säästettyjen lääkintä- ja rehukustannusten sekä paremman saannon seurauksena.

Rokotteita ja muita kalojen hyvinvointia parantavia aineita ja menetelmiä kehitellään edelleen sekä Suomessa että muualla maailmassa. Rokotetutkimuksia on tällä hetkellä käynnissä ainakin Åbo Akademiassa ja Helsingin yliopistossa.

3.4 Kuormitusten syntyminen eri ruokatuotannon aloilla

Anne Anttalainen

Kasvatetun kalan ja kotieläintuotannon päästöjen vertailu

Kirjolohen ja muiden tuotejärjestelmien päästöjä voi verrata keskenään vain, jos päästöt on laskettu jotakin samanlaista ominaisuutta, ts. toiminnallista yksikköä, kohti. Kirjolohen tuotantoa ja ympäristöä koskevassa tutkimuksessa (Seppälä ym. 2002) on arvioitu tyyppillisen suomalaisen kirjolohen tuotannon ympäristöä kuormittavat tekijät. Kirjolohen tuotannosta aiheutuvia päästöjä on vertailtu tutkimuksessa Norjassa kasvatetun lohen, kotimaisen silakan sekä sian- ja naudanlihan ympäristövaikutuksiin tuotteiden koko elinkaaren ajalta.

Tutkimustulosten mukaan kirjolohen tuotantoprosessin ilmapäästöt syntyvät ennen kaikkea rehujen raaka-aineiden tuotannosta ja varsinaisesta rehun valmistuksesta. Kirjolohen tuotannossa ilmapäästöillä ei ole kuitenkaan suurta merkitystä ympäristövaikutusten aiheuttajana, kuten esim. naudan- tai sianlihan tuotannossa. Myös hajuhaitat etenkin jälkimmäisessä ovat huomattavat. Ympäristövaikutusarvioinnin perusteella kirjolohen kasvatuslaitoksilta veteen pääsevät ravinnepäästöt aiheuttavat suurimman osan koko kirjolohen tuotantoprosessin päästöhaitoista. Kasvatuslaitosten ravinnepäästöjä voidaan vähentää parhaiten kehittämällä edelleen rehun koostumusta ja ruokintamenetelmiä. Vesiviljelyn sijainninhajauksella voidaan vaikuttaa päästöistä aiheutuviin ympäristöhaittoihin. (Seppälä ym. 2002.)

Norjassa merilohen tuotannosta aiheutuu Seppälän ym. (2002) tutkimuksen mukaan vastaavat päästöt kuin kirjolohen tuotannosta Suomessa. Kuitenkin Suomessa käytetyt rehut ovat ympäristöystävällisempiä tiukempien määräysten vuoksi. Suomalaisten kasvatusrehujen

valkuaispitoisuus ja valkuaislähteet ovat erilaisia kuin Norjassa käytössä olevissa rehuissa. Suomessa käytettävissä rehuissa on korvattu huomattava osa kalajauhasta soijalla, jolloin kasvatuksen ravinnepäästöt ovat huomattavasti vähäisemmät ja ulosteen sisältämä fosfori sidotummassa muodossa. Suomessa ollaan kalojen ruokinnassa tarkempia rehun raakoista, jolloin rehun raekoko vastaa paremmin kalan kokoa. (Ojanperä 2007, Biomar Info Norja 2007 ja Biomar tuotekuvasto 2007). Norjalaisen lohen ympäristövaikutuksia pienentää kuitenkin se, että Atlantilla ravinnepäästöistä aiheutuu vähemmän rehevöityshaittaa hyvien laimenemisolosuhteiden vuoksi. Norjalaiset laitoskoot ja Norjan kokonaiskalantuotanto ovat niin paljon suomalaista suuremmat, että suoraa vertailua ei voi tehdä. (Seppälä ym. 2002.)

Kala- ja lihatuotteiden välistä ympäristövaikutusten arviointia ei ollut mahdollista tehdä tutkimuksessa yksiselitteisesti arvioteknisistä vaikeuksista johtuen. Varmuudella voidaan kuitenkin sanoa, että tarkasteltavista tuotteista silakan liha on paras ekologiselta kannalta. Mikäli norjalainen tuontilohti korvaisi kotimaisen kirjolohen tuotannon, koko Suomen typen ja fosforin ravinnepäästöt pienenisivät vain alle 2 % kokonaisuudessaan. Tämä merkitsisi samalla myös noin 1000 työpaikan menetystä enimmäkseen saaristossa ja rannikkoseuduilla ja noin 38 miljoonan euron lisärahavirtaa Suomesta Norjaan päin. (Seppälä ym. 2002.) Vesiviljelyn loppumisella olisi vaikutuksia koko kalanjalostukseen raaka-aineen saannin ja hinnan osalta, sekä myös kalastamiseen, koska kasvatuksen loputtua lakkaisi myös kuljetus- ja tuotantoketjun toiminta, jolloin ammattikalastus loppuisi maastamme kokonaan (Ojanperä 2007).

Kotimaisen kirjolohen, norjalaisen lohen, silakan, sianlihan ja naudanlihan tuotejärjestelmien päästöjen vertailun perustan muodostavat tiettyä toiminnallista yksikköä, tässä ”100 g proteiinia lihassa” kohti lasketut päästöarvot. Päästöarvot on laskettu taloudellisen arvon mukaisen allokoinnin perusteella. Allokointi 1. kohdentaminen tarkoittaa jonkin prosessin syöte- ja tuotosvirtojen jakamista tutkittavaa toiminnallista yksikköä kohti (allokoinnista tarkemmin Seppälä ym. 2002, 32–35). Taloudellisen arvon mukaisen allokoinnin on katsottu olevan perusteiltaan parempi elintarvikesovelluksissa kuin tutkimuksessa olleen vaihtoehdoisen massaperusteisen allokoointitavan. (Seppälä ym. 2002.)

Fosforipäästöjen vertailu

Kun fosforipäästöjen vertailu tehdään taloudellisen arvon mukaisen allokoinnin perusteella tuotettua 100 g proteiinia lihassa kohden, on Norjassa kasvatetun lohen aiheuttama fosforikuormitus tarkasteltavista tuotteista suurin (n. 8,2 g P), kotimainen kirjolohi (n. 6 g P) ja naudanliha (n. 5,5 g P) tulevat seuraavina ja sianliha näitä alhaisempana (n. 3,8 g P). Silakan tuotejärjestelmässä pyynnin seurauksena poistuu merestä fosforia, mikä näkyy negatiivisena päästöarvona (n. -6,8 g P). (Seppälä ym. 2002.)

Typipäästöjen vertailu

Samalla periaatteella (taloudellinen arvo tuotetun 100 g proteiinia mukaan) veteen joutuvista typipäästöistä korkeimmat arvot ovat naudanlihalla (n. 68 g N) ja matalimmat puolestaan

sianlihalla (n. 18 g N). Melko tasaisina tulevat molemmat kalatuotteet, kirjolohi (n. 47 g N) ja norjalainen lohi (n. 41 g N). Silakan pyynnissä katsotaan tyypeä poistuvan negatiivisena arvona (n. -40 g N). Tosin, jos tarkastelu tehdään massaperusteisen allokoinnin kautta, näyttää naudanlihan tilanne toiselta. Tällöin se järjestäytyy uudelleen kirjolohen ja norjalaisen lohen jälkeen vasta kolmanneksi. Tämä johtuu naudassa olevien ei-syötävien tuotteiden arvosta, joka on hyvin pieni syötävän osan arvoon verrattuna. (Seppälä 2002.)

Kaasupäästöjen vertailu

Taloudellisen arvon mukaisen allokoinnin perusteella naudanlihan elinkaaren metaanipäästöt ovat selkeästi korkeimmat tutkituista lihoista (n. 125 g CH₄). Myös sianlihan tuotannon metaanipäästöt (n. 5 g CH₄) ovat korkeammalla verrattuna kalatuotteisiin (n. 0–1 g CH₄), jotka ovat kaikki suunnilleen samalla tasolla. Myös hiilidioksidipäästöjen osalta sekä kirjolohen, norjalaisen lohen että silakan päästöt ovat alhaisimpia (n. 600 g CO₂), sianlihan tuotannossa päästöt kohoavat kolminkertaisiksi (n. 1800 g CO₂) ja naudanlihan tuotannossa vieläkin suuremmiksi (n. 2600 g CO₂) tuotettua 100 grammaa proteiinia kohti.

Ammoniakkipäästöjä syntyy sian- ja naudanlihan tuotannossa huomattavasti enemmän kuin kalatuotteiden tuotannossa. Naudanlihan tuotannossa ammoniakkipäästöt saavuttavat melkein 90 g NH₃, sianlihan yltäessä 15 g NH₃ ja kalatuotteiden ollessa maksimissaan 1 g NH₃ tuotettua 100 grammaa proteiinia kohti.

Kirjolohen lihan tuotannossa näyttää aiheutuvan vähemmän typen oksidipäästöjä (n. 5,8 g NO_x) kuin muiden lihojen (norj. lohi n. 6 g, silakka n. 7 g, sianliha n. 10 g ja naudanliha n. 13 g NO_x). Naudanlihan tuotanto aiheuttaa puolestaan eniten typpioksiduulipäästöjä (n. 9,5 g N₂O), joita kalatuotteiden tuotannosta ei juurikaan aiheudu (0–0,4 g N₂O). Sianlihan tuotannosta päästöjä aiheutuu n. 1,8 g N₂O.

Rikkidioksidipäästöjä syntyy proteiiniyksikköä kohden eniten naudan- ja sianlihan tuotannossa (nauta 4,7 g SO_x, sika 2,2 g SO_x). Kalatuotteista kirjolohen tuotanto aiheuttaa rikkipäästöjä noin 1,3 g 100 grammaa proteiinia kohti norjalaisen lohen tuotannon päästöjen ollessa noin 1 g:n luokkaa. Silakan tuotannon päästöt ovat vieläkin pienemmät (0,6 g SO_x).

Tarkasteltavista lihatuotteista aiheutuvat orgaanisten yhdisteiden (ei metaani) päästöt (Non-Methane Volatile Organic Compounds) nousivat korkeimmalle sianlihan (n. 6,9 g NMVOC) ja naudanlihan (n. 6,6 g NMVOC) tuotannossa. Kalatuotteista norjalaisen lohen aiheuttamat hiilivetypäästöt (n. 5,8 g NMVOC) olivat suurimmat verrattuna kirjolohen (n. 5,2 g NMVOC) ja silakan (n. 3,1 g NMVOC) päästöihin 100 grammaa proteiinia kohden. (Seppälä ym. 2002.)

Kuormitusvertailujen yhteenveto

Kaikkien kirjolohen tuotantoon liittyvien tutkittujen muuttujien päästöt ovat suoraan verrannollisia rehukertoimeen, mikä sinänsä ei ole yllättävää, sillä lisääntynyt rehun kulutus lisää myös tarvetta rehun ja sen raaka-aineiden kuljetuksiin ja valmistukseen.

Kirjolohen tuotannon tyyppi ja fosfori ovat selvästi merkittävimmät päästöt ympäristövaikutusten aiheuttajina, kun taas ilmanpäästöjen merkitys on hyvin pieni. Sian- ja naudanlihan tuotannon päästöistä rehevöittävät osat nousevat ympäristön kannalta myös merkittävimmiksi tekijöiksi. Typpi- ja fosforipäästöt syntyvät enimmäkseen rehu- ja eläintuotannon seurauksena. Naudan- ja sianlihan tuotannossa syntyvillä metaani- ja ammoniakkipäästöillä on myös merkittävä rooli päästöistä aiheutuissa kokonaisvaikutuksissa. Kun tarkastellaan eri vaikutusluokkien kokonaisvaikutuksia ympäristöön, aiheuttaa sianlihana tuotettu proteiini hieman pienempiä haittavaikutuksia kuin kirjolohen lihana, norjalaisena lohena tai naudanlihana tuotettu proteiini. Silakan kalastuksen seurauksena ravinteita poistuu Itämerestä, ja tarkasteltavista ruokatuotteista se onkin ekologiselta kannalta paras. (Seppälä ym. 2002.)

3.5 Kalatalouden kokonaisvaikutus typen ja fosforin päästöihin

Sirkku Ojanperä

Kalatalous kokonaisuudessaan poistaa noin viisi kertaa enemmän ravinteita vesistöistä kuin tuottaa niitä. Suomen kokonaiskalansaalis vuonna 2005 oli runsaat 130 miljoonaa kiloa. Ammattikalastuksessa kalaa nousi vedestä 93 387 tonnia ja vapaa-ajan kalastuksessa 38 208 tonnia. (Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 2006d.)

Kalaan lasketaan sitoutuvan fosforia 0,4 % ja typpeä 2,75 % kalojen tuorepainosta (Seppälä 2002). Laskelman mukaan kalastuksen yhteydessä poistui vesistöistä vuonna 2005 fosforia noin 526 tonnia ja typpeä noin 3619 tonnia.

$$P \ 131 \ 595 / 100 * 0,4 = 526 \text{ tonnia/a}$$

$$N \ 131 \ 595 / 100 * 2,75 = 3619 \text{ tonnia/a}$$

Verrattuna kalankasvatukseen kokonaiskuormitukseen, joka vuonna 2004 oli fosforin osalta 89 t/a ja typen osalta 726 t/a, on kalatalous poistanut ravinteita vesistöistä noin viisi kertaa enemmän kuin tuottanut niitä. (Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015.) Luvussa 4.4 kerrotaan kalastuksen vaikutuksista ravinteidenpoistomenetelmänä.

4 VESISTÖKUORMITUKSEN VÄHENTÄMINEN KALANKASVATUKSESSA

Sirkku Ojanperä

4.1 Vesiensuojelun tavoiteohjelma

Kalankasvatuksen osuus ihmistoiminnasta aiheutuvasta vesien kokonaisravinnekuormituksesta oli vuonna 2004 noin 2 % ja typpikuormituksen noin 1 %. Kalankasvatuksen kuormitus on alentunut vesiensuojelutoimien ja tuotantomäärien alenemisen seurauksena siten, että ravinnekuorma oli vuonna 2005 asetettua tavoitetta selvästi alhaisempi. Tyypin ominaiskuormituksen alentamistavoitetta ei kuitenkaan aivan saavutettu vuoteen 2003 mennessä. Kalankasvatus oli ainoa ala, joka pystyi vastaamaan päästöjen alentamistavoitteisiin. Esimerkiksi maatalouden fosforin ravinnee päästöjen vähentäminen kolmella prosentilla vastaisi vesiviljelyn kokonaisfosforipäästöä ja tyypin osalta 1,6 % vähentäminen vastaisi kalankasvatuksen typpipäästön määrää. (Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015, Valtioneuvoston periaatepäätös.)

Vesiensuojelun suuntaviivat:

- ”Kalankasvatuksen vesiensuojelua tehostetaan erityisesti silloin, kun kuormitus kohdistuu pintavesiin, jotka ovat alle hyvän tilan tai tila uhkaa heikettä kalankasvatuksen ravinnekuormituksen johdosta ja jossa vesistön tilaa voidaan parantaa kalankasvatuksen kuormituksen alentamisella.
- Kalankasvatusta pyritään ohjaamaan kasvatukseen parhaiten soveltuville sekä muille vesien käyttäjille ja vesiluonnon suojeluarvoille mahdollisimman vähän haittaa aiheuttaville alueille.
- Kalankasvatuksen haittoja torjutaan kehittämällä ja ottamalla käyttöön parasta käytökelpoista tekniikkaa sekä rehuja ja ruokintamenetelmiä edelleen kehittämällä.
- Yhteistyössä toimialan kanssa kehitetään ja otetaan käyttöön vapaaehtoisia, innovatiivisia ja kustannustehokkaita toimia ja ohjauskeinoja, joiden avulla voidaan saavuttaa kalankasvatuksen ympäristötavoitteet.
- Kalankasvatuksen maa-allaslaitosten vesiensuojelutoimia ja tätä koskevaa tutkimusta kehitetään.” (Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015, Valtioneuvoston periaatepäätös, 8.)

Kalankasvatuksen haittojen vähentämisessä sijainninohjauksella sekä rehujen ja ruokintamenetelmien kehittämisellä on tulevaisuudessa tärkeä merkitys. Myös maa-allaskasvatuksen vesiensuojelutoimia tulee tehostaa.

4.2 Kalankasvatuksen ravinnekuormituksen laskenta

Rehukertoimen lisäksi kalankasvatuksen typen ja fosforin vesistökuormitusta arvioitaessa tulee huomioida, että kalan lihakseen ja luustoon sitoutuu kasvatuksessa ravinteita, jotka poistuvat vesistöstä kalan mukana. Virallisissa laskelmissa käytetään seuraavia arvoja: fosforia sitoutuu kalaan kasvatuksen aikana 0,4 % ja typpeä 2,75 % kalan tuorepainosta. Tämä vastaa siten 4 g fosforia ja 27,5 g typpeä/kalakilo. Jonkin verran rehusta päätyy rehupölynä luonnonkalojen ruuaksi, ja osa ”hukkarehusta” päätyy kalan ulosteen mukana lietteeseen ja osa on liukoista kuormitusta. (Seppälä ym. 2002, 28.)

Lounais-Suomen ympäristökeskuksen mukaan keskiarvoiset ominaiskuormitukset ovat vuonna 2007 tasolla fosfori 7 g ja typpi 44 g / tuotettu kalakilo ja Ympäristökeskuksen käyttämä keskimääräinen rehukerroin on noin 1,2 (Wideskog 2007). Kalankasvatuksen kuormituslaskelmissa täytyy ottaa huomioon kasvatuskauden aikana kuolleiden kalojen sitomat ravinteiden määrät. Tämän ravinnepoistuman osan laskemiseksi tulee kasvatuspäiväkirjaan merkitä kuolleiden kalojen kappaleluvun lisäksi niiden paino, ja laskea kuolleiden kalojen mukana poistuvien ravinteiden määrät, jotta ne saadaan pois kuormituksen tilastoista. Mikäli kasvatuksen aikainen kuolleisuus on suurta, luvut voivat olla hyvinkin merkittäviä.

Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015 mukaan vuoden 2004 kalankasvatuksen päästöt olivat 89 t/a fosforin osalta ja 726 t/a typen osalta. Piste- ja hajakuormituksen kokonaispäästöistä fosforin osuus oli 2,1 % ja typen osuus 0,9 %. Tässä ei ole huomioitu fosforin liukoisuutta, ts. levien hyödynnettävissä olevaa fosforin osuutta.

Rehukerroin on se luku, jolla ilmoitetaan rehun kulutuksen määrä suhteutettuna lisäkasvu-kiloon. Rehu kg / lisäkasvu kg = RK. Rehukertoimen laskemisessa ei yleensä huomioida (taloudellisissa laskelmissa) kuolleiden kalojen osuutta, mutta jos kuolleisuus on suurta tai lasketaan kuormitusta, se kannattaa laskea mukaan lisäkasvuun (Rehu kg / lisäkasvu + kuolleet kg = RK).

Lisäkasvulla tarkoitetaan sitä määrää, jonka kalat kasvavat kasvatuksen aikana, eli loppu-biomassa – alkubiomassa = lisäkasvu.

Rehun sisältämän typen määrä prosentteina saadaan jakamalla rehun valkuaisprosentti luvulla 6,25.

Vesistökuormitus: rehujen sisältämät ravinteet – kalojen sisältämät ravinteet (lisäkasvu + kuolleet kg).

Ominaiskuormitus on se typen tai fosforin määrä, jonka kalankasvatus kuormittaa vesistöä lisäkasvukiloa kohden. Esim. kasvatuksen aikana käytetyn vesistökuormituksen sisältämä typen määrä – (lisäkasvun sisältämä N + kuolleiden sisältämä N) / lisäkasvukiloilla + kuolleiden kalojen määrä kg.

Esimerkki:

Tämä esimerkkilasku pitää paikkaansa ainoastaan Royal Herkules 7–9 mm:n rehua käytettäessä. Tämä rehu soveltuu ruokakalankasvatukseen, ei poikasrehuksi. Poikasrehujen typpipitoisuudet ovat korkeammat kuin laskelman rehussa. Laskelma on aina rehukohtainen. Yksinkertaistetussa laskelmassa ei ole vähennetty kasvatuksen aikana kuolleiden kalojen sitomien ravinteiden määriä.

Avomerikasvatus, verkkokassikasvatuslaitos

Toisen vuoden kasvatus, yli 500 g kirjolohti

Rehuna Royal Herkules 7–9 mm

Rehun sisältö:

Raaka rasva 35 %

Raaka valkuainen 37 %

Fosfori 0,8 %

Typpi 5,92 % (= valkuaisprosentti jaettuna 6,25:llä on typpiprosentti)

100 000 kg (100 t) lisäkasvu kirjolohta

Lisäkasvuun sitoutuu fosforia 0,4 % ja typpeä 2,75 %

Rehukerroin 1,255

Rehun käyttö: $1,255 \cdot 100\,000\text{ kg} = 125\,500\text{ kg}$

Rehumäärän sisältämät ravinteet:

Fosfori $125\,500 / 100 \cdot 0,8 = 1004\text{ kg}$

Typpi $125\,500 / 100 \cdot 5,92 = 7429,6\text{ kg}$

Kalan sitomat ravinteet:

Fosfori $100\,000 / 100 \cdot 0,4 = 400\text{ kg}$

Typpi $100\,000 / 100 \cdot 2,75 = 2\,750\text{ kg}$

Vesistöön päätyvät ravinteet viranomaisten käytössä olevan laskentatavan mukaan 100 tonnin lisäkasvulla ovat esimerkin rehulla laskettuna:

Fosfori $1004 - 400\text{ kg} = 604\text{ kg/a}$

Typpi $7429,6 - 2750\text{ kg} = 4\,679,6\text{ kg/a}$

Ominaiskuormitus:

fosfori $1000 \cdot 604 \text{ kg} / 100\,000 \text{ kg} = 6,04 \text{ g/kg}$

typpi $1000 \cdot 4\,679,6 \text{ kg} / 100\,000 \text{ kg} = 46,8 \text{ g/kg}$

Liukoisuudesta tehtyjen tutkimuksien perusteella edellisen esimerkin fosforin vesistökuormituslaskelman tulos on:

Liukoisien fosforin osuus vanhan tyyppisillä rehuilla on 27 %, jolloin vesistöön pääsevän fosforin määrä on $604 \text{ kg} / 100 \cdot 27 = 163,08 \text{ kg}$.

Uuden tyyppisillä (esimerkissä käytetyllä) soijaa sisältävillä rehuilla, joissa fosforin liukoisuus on maksimissaan 10 %, vesistökuormituksen määrä on 60,4 kg liukoista fosforia (10 % 604 kg:sta) 100 tonnin lisäkasvulla.

Rehun sisältämästä kokonaisfosforista liukoisien fosforin osuus on siten 16,24 % vanhan tyyppisellä rehulla laskettuna ($163,08 / 1004 \cdot 100 = 16,24 \%$) ja soijaa sisältävällä rehulla 6,02 % ($60,4 / 1004 \cdot 100 = 6,02 \%$).

Fosforin todellinen ominaiskuormitus vanhoilla rehutyypeillä olisi 1,6308 g tuotettu kalakilo ja uusilla soijapitoisilla rehuilla 0,604 g tuotettu kalakilo.

Kalankasvatuksen todelliseen kuormittavuuteen vaikuttaa ulkoisten seikkojen, kalamateriaalin rehunkäyttökyvyn ja rehun koostumuksen lisäksi erittäin paljon kalanhoitajan ammattitaito päivittäistä ruokintaprosenttia määriteltäessä. Rehuvalmistajien antamat ruokintataulukot ovat suuntaa antavia, ja lopputuloksen ratkaiseekin viimekädessä juuri ammattitaito ja huolellisuus koko kasvatusprosessin hoitamisessa.

Laskelmassa olevat arvot ovat teoreettisia. Käytännössä vesiviljelijät eivät oletettavasti voi sitoutua näin tiukkoihin kuormituslukuihin. Arvot ovat laskennallisia, eikä niissä ole huomioitu luontaista olosuhteiden vaihtelua lainkaan. Vuosittainen kasvatuksen tulos riippuu huomattavasti mm. kasvatuksen aikaisista säätiloista ja muista kasvatusolosuhteista.

Vesinäytteiden mittaustulosten tulkintaan liittyviä virhelähteitä

Vesistöjen velvoitetarkkailujen tuloksia tarkasteltaessa ei huomioida vesiviljelyn päästöjen vuorokausivaihteluja. Kaloja ruokitaan valoisaan aikaan, ja kalat tyhjentävät suolensa aloittaessaan syömisen. Vesistö tarkkailut tehdään yleensä päiväaikaan, jolloin kuormitus edellä mainitusta syystä tapahtuu. Aikana jolloin ruokintaa ei suoriteta, olisivat läheltä laitoksia otettujen vesinäytteiden ravinnepitoisuudet huomattavasti alhaisemmat, ja siksi laskennassa tulisi käyttää vuorokauden keskiarvolukuja. Erityisesti tämä seikka korostuu maallaslaitoksissa. Mikäli kuormitusta lasketaan pelkästään päiväaikaan otettujen näytteiden tulosten perusteella, jotka suhteutetaan laitoksen ympärivuorokautiseen vedenkäyttöön, on tulos huomattavasti yläkanttiin virheellinen. Joillakin sisävesilaitoksilla on ko. laitoksen lupaehtojen vuoksi ympärivuorokautinen päästötarkkailusysteemi.

Jatkuvatoiminen vesinäytteiden keruu ja analysointi on kallista. Riittävään tarkkuuteen päästöjen määrittelyssä riittäisi esimerkiksi yhden vuoden mittainen koeluontoinen ympärivuorokautisten keräilynäytteiden analysointi, joka suhteutettaisiin rehun käyttömäärään ja tuotantoon. Kovin suuria vaihteluita tähän suhdelukuun tuskin tulisi edes eri laitostenkaan välillä, mikäli näiden tuotantotapa ja tuotantosuunta ovat samanlaisia. Velvoitetarkkailupisteitä siirretään nykyisin yhä lähemmäksi laitoksia, jotta analyyseissä saadaan typpi- ja fosforipitoisuuksia esiin. Vesiviljelyn ympäristövaikutuksia arvioitaessa tulee laskelmissa huomioida myös se seikka, että kalojen kasvukausi on ainoastaan noin kuusi kuukautta.

Ravinnemittausten tuloksien arvioinnissa tulisi myös muistaa, että ruokinnan määrä vaihtuu laitoksilla päivittäin mm. biomassan määrän muutosten, veden lämpötilan ja happitilanteen muuttuessa. Siksi myös tässä on huomattava virhelähde velvoitetarkkailujen tuloksia arvioitaessa. Mitattu arvo kertoo siten ainoastaan mittauspäivän tietyn kellonajan tilanteesta sen hetkellä ruokinnan tasolla. Ympäristölupaviranomaiset käyttävät kuormituslaskennassaan luotettavampaa arvoa, joka perustuu rehun kulutuksen mittaamiseen ja kalan sisältämiin ravinnemääriin.

4.3 Sijainninhjauksen vaikutukset ominaiskuormitukseen ja rehukertoimeen

Sijainninhjauksella haetaan vesiviljelylle paras mahdollinen paikka, jossa huomioidaan sekä ympäristön että muiden saariston käyttäjäryhmien edut, kuten myös vesiviljelyn erityisvaatimukset. Kasvatuspaikan valinnalla pystytään vähentämään kalankasvatuksen vesistökuormitusta ja ympäristövaikutuksia.

Kalankasvatustilastojen sijainti vaikuttaa typen ja fosforin ominaiskuormitukseen. Vesiviljelylaitosten ominaiskuormitusvertailussa on käytetty Vahti-rekisterin tietoja vuodelta 2005 Lounais-Suomen alueelta sekä Andreas Enqvistin (Ålands Fiskodlarförening) antamia tietoja Ahvenanmaan osalta.

Fosforin ominaiskuormitus

Lounaisrannikko: sisäsaaristo 7,2 g	ulkosaaristo 6,1 g	erotus 1,1 g
Ahvenanmaa: sisäsaaristo 6,5 g	ulkosaaristo 5,9 g	erotus 0,6 g

Erotus sisäsaariston ja ulkosaariston välillä Suomen rannikolla 15,3 % ja Ahvenanmaalla 9,2 %

Typen ominaiskuormitus

Lounaisrannikko: sisäsaaristo 56,4 g	ulkosaaristo 48,9 g	erotus 7,5 g
Ahvenanmaa: sisäsaaristo 55,4 g	ulkosaaristo 48,4 g	erotus 7,0 g

Erotus sisäsaariston ja ulkosaariston välillä on Suomen rannikolla 13,3 % ja Ahvenanmaalla 12,6 % (Vahti-rekisteri 2005, Enqvist 2007.)

Tarkastelun tulos sijainnin vaikutuksesta ominaiskuormitukseen on ainoastaan suuntaa antava. Jotta saataisiin täysin luotettava tulos laitoksen sijainnin vaikutuksesta ominaiskuormitukseen, tulisi suorittaa pitkän aikavälin tutkimus tiiviissä yhteistyössä vesiviljelijöiden kanssa, jotta virhelähteet voitaisiin minimoida. Lisäksi kaikilla laitoksilla tulisi käydä kasvatuspaikan arvioimiseksi ja virtauksia kasvatuspaikalla tulisi edes jollain tasolla mitata.

Uloimmat kasvatuspaikat ovat ison teuraskalan kasvatustiloja, joilla käytetään rehuja, joiden kuormittavuus on poikaslaitoksissa käytettäviä rehuja alhaisempi. Tämä saattaa saada aikaan mielikuvan siitä, että alhaisemmat kuormitusluvut ovat ainoastaan kasvatuspaikasta riippuvaisia. Tämän virheen poistamiseksi on tarkastelun kohteiden joukosta poistettu tiedossa olevat poikaslaitokset sekä lisäksi talvisäilytyspaikat, koska niiden kuormitusluvut eivät ole vertailukelpoisia. Laitosten kuormitustietojen oikeellisuus ei ole täysin varmaa, koska laitosten välisiä tietoja on saatettu tasata jostakin syystä, kuten esim. tarttuvien kalatautien esiintyessä laitoksilla.

Laitosten paikkoja ei ole käyty tarkastamassa paikan päällä. Kasvatuspaikan paremmuutta ei voi tarkastella aina pelkästään kartasta. Sijaintitiedot ovat lisäksi hieman epätarkkoja. Tarkastelussa ei ole huomioitu kalatautikuolleisuutta, eikä kasvatuskauden aikaisen sään ja meriveden lämpötilan vaikutusta tulokseen.

Ahvenanmaan ja Suomen rannikkoalueiden vesiviljelyn kuormitustilannetta tarkasteltiin erillisinä osiina. Tarkastelun tulos oli hyvin samankaltainen kummallakin alueella huolimatta siitä, että Ahvenanmaan vertailuaineisto oli kappalemääräisesti melko pieni. Kymmenen laitoksen katsottiin olevan avoimilla kasvatuspaikoilla ja 13 laitosta sisäsaaristossa. Aineiston pienuuden ja sijaintimäärityksien epätarkkuuksien vuoksi ei voi tehdä pitkälle vietyjä johtopäätöksiä Ahvenanmaan ja mannermaan kuormituserojen välillä. Ahvenanmaan ja mantereiden puoleisten kuormitusten keräämisessä on eroavuuksia. Ahvenanmaan kuormitustiedot on kerätty ja laskettu suoraan viljelijöiden antamien tietojen perusteella paikallisen vesiviljely-yhdistyksen toimesta. Mantereella tiedot kerätään Vahti-rekisteriin, jossa on tilastollinen virhelähde, koska etenkin talvisäilytyspaikkojen virhearvot rehukertoimissa vaikuttavat lopulliseen tulokseen.

4.4 Kalastus ravinteidenpoistomenetelmänä

Sirkku Ojanperä & Juha Pirilä

Uusina keinoina ympäristötavoitteiden saavuttamiseksi ehdotetaan kehitettäväksi ja otettavaksi käyttöön vapaaehtoisia toimia, joilla voitaisiin saavuttaa kalankasvatuksen toimialakohtaiset ja alueelliset ympäristötavoitteet tuotannon tasosta riippumatta. Tällainen keino olisi esimerkiksi ravinteiden poisto vähempiarvoisen kalan muodossa kalankasvatustiloksen vaikutusalueella. Kalastuksen käyttöä ravinteidenpoistomenetelmänä suositellaan käytettäväksi vesiensuojelun tavoiteohjelmassa. (Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015, Valtioneuvoston periaatepäätös.)

Kalaan sitoutuu ravinteita, joten vajaasti hyödynnettyjen kalalajien kalastusta lisäämällä voidaan poistaa tehokkaasti ravinteita vesistöistä. Lisäksi eritoten särkikalaja poistamalla saadaan vähennettyä vesistön sisäistä kuormitusta. Särkikalat syövät pohjaa tonkien, jolloin pohjasta vapautuu pölytyksen seurauksena ravinteita. Lisäksi vähäarvoisia kaloja pyytämällä voidaan vaikuttaa kalaston rakenteeseen positiivisesti. Tämän menetelmän käytöstä hyötyvätkin kaikki: vapaa-ajan kalastajat ja myös ammattikalastajat saavat arvoltaan parempia saaliita kalaston rakenteen parannuttua, kalanpyydykset pysyvät puhtaampina, rehevöitymiskehitys hidastuu, vapaa-ajan asutus hyötyy vesien paremmasta tilasta ja vesiviljelijät saavat kuormituslukujaan pienemmäksi ja siten myös tuotantoaan kasvatettua vesistökuormitusta lisäämättä.

Pyöreään kalaan (kirjoloheen) sisältyy fosforia 0,4 % ja typpeä 2,75 %. Vajaasti hyödynnettyjen kalalajien saaliit ovat ravinteikkaissa vesistöissä joskus hyvinkin suuria. Vajaasti hyödynnettyjen kalalajien (mm. särkikalojen) typen ja fosforin sitomiskyky lihakseen ja luustoon on suurempi kuin kirjolohen, koska niiden lihaksen rasvapitoisuus on pienempi, ja luut, ranka ja suomut suurempia kuin kirjolohen. Laskennassa on käytetty kuitenkin kirjolohen yleisesti käytössä olevia ravinnepitoisuuksia, koska kokonaisen perkaamattoman kalan sitomia vertailukelpoisia ravinnearvoja on erittäin vaikea saada, tai tiedot ovat hyvin vanhoja. Yleensä uudet ravinnemääritykset on tehty kalan syötävästä osasta, jolloin ruotojen, pään ja muiden luiden sekä nahan (suomujen) sitomat ravinteet puuttuvat määritysten tuloksista. Luukudos sitoo erityisesti fosforia. Lihaksen sitomat fosforipitoisuudet eroavat huomattavasti toisistaan, esim. kirjolohi sitoo fosforia lihakseen 169 mg/100 g, lahna 210 mg ja ahven 240 mg. Mikäli luut olisivat fosforin analyysituloksessa mukana, ero kirjoloheen olisi huomattava lahnan suuren tukirangan ja vahvan suomupiteen vuoksi. Made puolestaan sisältää proteiineja 15,7 g, rasvaa 0,5 g/100 g, ja kirjolohi proteiineja 10,9 g ja rasvaa 7,2 g/100 g. Lajikohtaiset vaihtelut ovat siten melkoisia, ja asia vaatisikin laajempaa ja tarkempaa tutkimista ja tuoreita analyysituloksia pyöreästä kalasta tehtynä. (Kansanterveyslaitos 2007.)

Keväisin yhden rysän saalis on usein n. 15–20 tonnia. Lahnaa tai muita särkikalaja saadaan helposti 10 000 kg/rysä. Yhden rysäsaaliin tuotto tulisi olla noin 2000 €, jotta rysää kannattaa pitää ja saalista kerätä. Kalastajan tulisi siten saada saalistuottoa 0,2 € (-0,3 €) kg, jotta kalastus olisi kalastajaa kiinnostavaa. (Eskelinen 2007.) Jatkossa tulisikin sallia vajaasti hyödynnettyjen kalojen poisto myös sellaisista paikoista, jotka eivät välttämättä ole kalankasvatustiloksen välittömässä läheisyydessä, mutta saalista saadaan helposti suuria määriä. Täten saataisiin toiminnasta maksimaalinen hyöty ravinteiden poiston osalta.

Kalastaja Heikki Eskelinen (2007) arvioi, että kalastajilla olisi vanhoja lahna- ja silakkarysiä, jotka olisivat käytettävissä vajaasti hyödynnettyjen kalalajien pyyntiin, ja että kalastajilla olisi myös kiinnostusta yhteistyössä kalankasvattajien kanssa tehtävään kalanpyyntiin. Harkittavaksi kuitenkin tulee vanhojen pyydysten kestävyys hylkeiden hyökkäyksiä vastaan.

Kalankasvatustiloksen välittömästä läheisyydestä pikkukalojen pyyntiä vastaan soti kuitenkin se, että pikkukalat, mm. silakka ja salakka, syövät käytännössä kaiken ruokinnasta va-

pautuvan rehupölyn ja sen lisäksi myös kasvatettavien kalojen ulostetta. Laitosten ympärillä elävät pikkukalat sitovat siis myös kalojen ulosteista vapautuvat vielä hyödynnettävissä olevat ravinteet tehokkaasti itseensä. Tästä syystä pikkukalat ovat ympäristölle luontaisina puhdistajina hyödyksi parveillessaan laitosten ympärillä.

Ympäristölupakäytäntöjen tulisi olla hyvin joustavia, jotta erilaisia menetelmiä päästöjen vähentämiseen voitaisiin hyödyntää tehokkaasti. Saaliin määrät vaihtelevat voimakkaasti vuosittain, mikä aiheuttaa menetelmän käyttäjälle (kalankasvattajalle) erisuuruisen kustannuspaineen ja hyödyn eri vuosina, mikäli pyynti maksetaan saaliin kokoon perustuvana. Luonnollisesti myös saaliin mukana poistuvien ravinteiden määrä on erisuuruinen eri vuosina pyynnin onnistumisesta ja kalaston tilasta riippuen. Tästä syystä myös ravinteiden poiston seurantajakson tulee olla riittävän pitkä ja tehokalastusalueen riittävän laaja.

Erilaisten kalalajien vaihtelun tulisi olla sallittua ravinteidenpoistopyynnissä. Vesistöä poistettu kalan kokonaismäärä on ratkaiseva tekijä tämän menetelmän käytössä.

Esimerkki:

1000 kg kalaa sitoo 4 kg fosforia ja 27,5 kg typpeä, jolloin

10 000 kg sitoo 40 kg fosforia ja 275 kg typpeä.

20 000 kg:n rysäsaalis poistaa vesistöä 80 kg fosforia ja 550 kg typpeä.

Saalituksen kustannus on 4 000 € (= 0,20 €/kg), jolloin kalaa pyydetäisiin 20 000 kg/a kahdella rysällä.

Esimerkissä ravinteita poistui kalojen mukana 80 kg fosforia ja 550 kg typpeä. Taulukossa 6 on laskettu, paljonko lisäkasvua voidaan tuottaa kalastuksella poistetulla ravinnemäärällä. Laskennassa on käytetty 16 000 kg rehua (eli se määrä, jolla voidaan kasvattaa kalaa poistuvia ravinteita vastaava määrä). Käytetty rehukerroin on 1,1. Rehun fosforipitoisuus on 0,8 %, valkuaisainepitoisuus 37 % ja typpipitoisuus 5,92 %. Tällöin lasketussa erässä rehua fosforia on 128 kg ja typpeä 947,2 kg.

Taulukko 6. Kalastuksella poistettavan ravinnekuormituksen subteuttaminen kalankasvatuksen vesistökuormitukseen.

Rehua kg	16 000	Lisäkasvu kg	14 545		
Rehukerroin	1,10				
Rehun P %	0,8 %	Rehun P kg	128,0		
Rehun valk. %	37,0 %	Rehun N kg	947,2		
Rehun N %	5,92 %			kg	g/kg
Kalan P %	0,4 %	Sit. P kg	58,2	P-vesistökuormitus	69,8 4,80
Kalan N %	2,75 %	Sit. N kg	400,0	N-vesistökuormitus	547,2 37,62

Kalastuksen tarve fosforin poistoon 16 000 kg:n rehumäärälle	17 455	kg
Kalastuksen tarve typen poistoon 16 000 kg:n rehumäärälle	19 898	kg

Laskelmassa käytetyllä 20 000 kilon poistopyynnillä vapautuvalla ravinnemäärällä voidaan tuottaa lisäkasvua 14 545 kg, jonka kasvattamiseen tarvitaan rehua noin 16 000 kg. Tämä määrä lisäkasvua aiheuttaa vesistökuormitusta fosforin osalta 69,8 kg ja typen osalta 547,2 kg (Taulukko 6).

Kalastuksella poistettu ravinnekuorma tulee suhteuttaa kasvatuksella tuotettavaan kalamäärään. Kalastuksen kustannus / tuotettava lisäkasvu kiloina on:

$$4000 \text{ €} / 14545 \text{ kg} = 0,275 \text{ €/kg}$$

Ravinteiden poisto maksaa esimerkissä noin 0,28 €/lisäkasvukilo, mikäli kalastaja ei saa saaliin arvosta myyntituloja ja kalankasvattajalle jää koko kustannuserä maksettavakseen. Menetelmästä tuleekin kalankasvattajalle kannattava vain siinä tapauksessa, että kalankasvattaja maksaa kalastajalle kompensationsa vain osan saaliin arvosta, ja kalastaja myy saaliin edelleen, jolloin hän saa loppuosan tulostaan sitä kautta. Vesiviljelijälle koituva kompensatiomaksu voisikin olla maksimissaan hyvin pieni, vain muutaman sentin luokkaa. Vajaasti hyödynnettävien kalalajien markkinointi on ongelmallista, ja siksi riskinä onkin, että saalis muuttuisi jätteeksi, jolloin sen hävittämisestä syntyisi lisäkuluja.

Kirjolohen tuottajahinta on 2,86 € kymmenen vuoden keskiarvolla laskettuna. Kalan huo- non myyntihinnan vuoksi kalan tuotanto syö nykyisin yrityksen pääomaa. (Kankainen 2007a.) Tästä syystä kasvattajat eivät ole voineet investoida toimintaansa, eivätkä he myöskään voi lisätä tuotantokustannuksia entisestään. Tämä asettaa rajoituksensa myös ympäristömaksuille.

Ravinteidenpoistomenetelmän heikkoutena on mm. saaliiden suuri vuotuinen vaihtelu. Kasvatuksen määrät ratkaistaan jo vuosia etukäteen, joten saaliin vaihteluun ei ehditä kasvatuksessa lainkaan reagoimaan. Vajaasti hyödynnettyjen kalojen määrät voivat vaihdella alueittain hyvinkin paljon, mikä aiheuttaa suuren epävarmuustekijän menetelmän käyttökelpoisuudelle. Menetelmä ei saa näiden syiden vuoksi muodostua kalankasvattajalle veloitteeksi, ja on mahdollista, että menetelmä ei epävarmuutensa vuoksi kiinnostaisikaan kalankasvattajia.

Kalastusta ravinteidenpoistomenetelmänä haittaa suuresti kalakantojen koon epävarma ennustaminen. Vierasperäisten lajien ilmaantuminen Suomen vesiin saattaa vaikuttaa nopeastikin kalakantoihin. Tästä esimerkkejä ovat petovesikirppu ja kampamaneetti, jotka ovat jo kotoutuneet meriimme ja käyttävät kalojen kanssa samoja ravintoeläimiä. Kampamaneetti on joillakin esiintymisalueillaan (mm. Kaspianmerellä) romahduttanut sillikalakannat, ja luultavaa on, että niin tulee käymään myös silakka- ja kilohailikannoille Itämeren alueella. Kampamaneetille kelpaa ravinnoksi planktonäyriäisten lisäksi myös mäti. Nimenomaan silakan ja kilohailin pyynnillä saataisiin riittävää volyyymiä ravinteiden poistoon.

Kalankasvattajien tulisi voida joka tapauksessa hyödyntää kuormituslaskelmissaan erityisesti uoma-allaslaitoksissa uomassa elävien pikkukalojen poistamisen yhteydessä poistuvien ravinteiden määrä, kuten kasvatuksen aikana kuolleiden kalojen mukana poistuvien ravinteidenkin määrä kaikilla tuotantotavoilla kalaa kasvatettaessa.

Pikkukalat toimivat biologisina puhdistajina maa-altaissa. Kasvatuskasseissa voisi mahdollisesti kasvatusaikana pitää kasviravintoa käyttäviä kalalajeja, jotka pitäisivät kassit levästä vapaana ja osaltaan parantaisivat veden kiertoa kasvatuskassissa. Kalaterveysriskit on luonnollisesti huomioitava toiminnassa.

4.5 Peltojen vuokraaminen päästökaupan välineenä

Ravinteiden päästökaupamahdollisuuksia mietitään nykyisin Suomessa eri tahoilla. Ilmaan laskettavien päästöjen osalta päästökauppa on jo nykyisinkin jossain määrin mahdollista, vesiviljelyn kohdalla asiasta vasta keskustellaan. Peltojen vuokraaminen kalankasvatuksen ravinnepäästöjen vähentämisen välineenä ei vielä tänä päivänä ole mahdollista, mutta menetelmän käyttöä voidaan pohtia kalankasvatusmäärien lisäämiseksi vesistöjen ravinnekuormituksen pysyessä samana kuin ennen. Vuokraamalla rantojen peltoja pois viljelykäytöstä voidaan suoraan vaikuttaa vesistökuormitukseen ja vesistön tilaan. Maatalouden kuormitusvaikeus korostuu rannikolla ja saaristossa, koska peltojen valumavedet päätyvät suoraan vesistöön. Pellot ovat kaltevia ja saaristossa usein varhaisvihannesviljelyssä, jolloin maan pinta on katteeton pääosan kasvukaudesta. Vuotuinen sademäärä vaikuttaa voimakkaasti peltojen vesistökuormitukseen.

Jokien ja purojen varsilla reunaluiskat ovat usein viljelykäytössä EU:n ympäristöohjaustoimista huolimatta. Jokien viljeltyt rannat jäävät helposti tulvavesien huuhteltaviksi, kun veden pinta nousee. Tällöin peltomaan ravinteiden liukeneminen on erittäin voimakasta, ja

kuormitusvaikutus vielä korostuu, koska tulvahuippujen aikana virtaus on erityisen nopeaa, jolloin ranta- ja vesikasvillisuus ei ehdi sitoa ravinteita vedestä lainkaan, ja siten ravinteet päätyvät suoraan mereen.

Typen kuormittavuus viljellyistä pelloista on keskimäärin 10–20 kg/ha/a, joka on 1000–2000 kg/km² vuodessa. Fosforin keskimääräinen kuormitus on vastaavasti 0,8–1,9 kg/ha/a, eli 80–190 kg/km² vuodessa. Annetut kuormitusluvut vaihtelevat kuitenkin erittäin paljon lähteestä riippuen, ja fosforikuormituksen määräksi annetaan jopa 1–38 kg/ha/a. (Jaakkola 1984.)

Menetelmän käyttöä pohdittaessa on pantava kuitenkin merkille, että etenkin syksyisin ja keväisin runsaiden sateiden ja sulamisvesien mukana ravinteita vapautuu vesistöihin jonkin verran myös nurmikesannoilta. Eri kasveilla on erilaiset ravinteiden sitomisominaisuudet, ja tätä tietoa tulisikin käyttää hyväksi menetelmää käyttöön otettaessa. Mahdollisesti ensimmäisenä viisivuotiskautena tulisikin sallia myös sadon korjuu tai laiduntaminen pelloilla ravinteiden poistamiseksi, mutta ei luonnollisestikaan sallia peltojen lannoittamista tai muokkausta.

On muistettava eri kuormituslähteistä peräisin olevien ravinteiden liukoisuuden erot. Peltoviljelyyn käytettyjen ravinteiden tarkoitus on mm. lisätä peltokasvien kasvua, ja siksi pelloilta tulevat ravinteet ovatkin hyvin liukoisina helposti myös levien käytettävissä. Liukoisuutta vasten asiaa tarkastellessa tulee esille menetelmän todellinen tehokkuus. Peltoviljelyn merkitys vesistöjen kuormittajana vastaa typen osalta 50,9 % kuormituksesta (mikäli taustakuormitusta ei ole laskettu mukaan) ja fosforin osalta 63,1 % (Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015, Valtioneuvoston periaatepäätös).

Peltoviljelyn typpikuormitus

Typpeä huuhtoutuu viljelyiltä mailta Suomessa noin 10–20 kg ha⁻¹ v⁻¹ (Rekolainen ym. 1992). Jaakkolan (1984) kenttäkokeissa nitraattityppeä huuhtoutui salaojien kautta vuosittain 1–38 kg ha⁻¹ ja pintavalunnassa 2–7 kg ha⁻¹. Suomessa suoritetussa lysimetrikokeessa nitraattitypen osuudeksi huuhtoutuneessa työssä mitattiin 86 %, lopun ollessa pääasiassa orgaanista typpeä. Typen huuhtoutumisen voimakkuus määräytyy karkeasti maan nitraattityppimäärän ja valunnan summana. Näihin vaikuttavia tekijöitä ovat lannoitustaso, lannoituksen ajankohta, sadon määrä, kasvilaji, typen mineralisaatio, sademäärä, maalaji ja pellon kaltevuus. (Ylivainio ym. 2002.)

Peltoviljelyn fosforikuormitus

Fosforin kuormitus pelloilta on 0,8–1,9 kg/ha/a, eli 8–19 kg/km³ vuodessa, korkeimpien tutkimustulosten mukaan jopa 31,3 kg/hehtaari. Suurin osa kuormituksesta tulee kevä- ja syysvaluntojen aiheuttaman eroosion seurauksena. Fosforia kulkeutuu pinta- ja salaojavalunnoissa, molemmissa sekä maahiukkasiin sitoutuneena että liuenneena fosforina. Kunnossa oleva salaojitus voi jopa vähentää fosforikuormaa, jos pintavalunta vähenee merkittävästi, koska salaojavalunnan liukoisen fosforin pitoisuus on yleensä pintavaluntaa pienempi.

(Ylivainio ym. 2002.) Teollisten keinolannoitteiden fosfori on lähes kokonaan helppoliukoisessa muodossa olevaa fosforia ja siten laskennallisesti 100 % kasveille käyttökelpoista. (Viherharsaari 2003).

Kesannoiti

Yhdysvalloissa suoritettussa tutkimuksessa Douglas ym. (1998) havaitsivat avokesannolta kulkeutuvan maahiukkasten mukana fosforia 31,3 kg/ha/a, kun pellon kaltevuus oli 16 %. Viiden vuoden aikana kokonaisfosforin huuhtoumat olivat suurempia lannoittamattomasta avokesannosta kuin lannoitetusta syysvehnä-kevätpapukierrosta, mihin oli syynä avokesantomaan suurempi eroosio. Kaltevuus, joka vastaa 16 %, on maastossa tyypillinen jokivarsien kaltevuus. 16 % vastaa maastossa 40 metrin matkalla 6,4 metrin pudotusta. Jos alan pituus on 250 m, saadaan yhden hehtaarin ala. Ravinnekuormituksen pienentämiseen tähtäävässä peltojen vuokrauksessa tulee huomioida kasvien ravinteidensitomiskyvyn lisäksi maan pinnan katteisuus. Nurmiviljely palvelisi mahdollisesti parhaiten tätä tarkoitusta, lisäksi viherkesannon korjuu poistaisi ravinteita kierrosta. Kasvien leikkuun aiheuttamaa ravinnepumpppuvaikutusta ei ole tässä yhteydessä arvioitu.

4.6 Vuoroviljely

Olof Lerche & Sirkku Ojanperä

Vuoroviljelyperiaatteella tarkoitetaan sitä, että kasvatuspaikka vaihtelee niin, että joka toinen tai joka kolmas vuosi samalla kasvatuspaikalla ei ole kasvatustoimintaa, vaan kasvatusalueen pohjalle annetaan aikaa palautua. Ajatuksena on, että tässä ajassa mm. pohjaeläimet tulisivat uudelleen alueelle. Tämä menetelmä on käytössä monissa maissa, joissa kasvatus tapahtuu valtameriolosuhteissa, ja sekä kasvit että eläimistö ovat rikkaampia kuin meidän oloissamme (johtuen korkeimmasta suolapitoisuudesta ja kirkkaimmista vesistä). Toinen tavoite on, että pohjalla oleva lietteen hajoamisprosessi ehtii tapahtua loppuun asti ennen kuin uutta lietettä tulee päälle. Tällä tavoin kasvatuspaikan pohjan happitilanne pysyisi parempana, ja lietteeseen sitoutunut fosfori ei pääsisi liukenemaan veteen.

Kalatautien kannalta vuoroviljelystä on myös hyötyä, mikäli paikka pidetään välillä ilman kasvatustoimintaa. Kalatautikierteen syntymisriski pienenee, koska vanhemmat kalat eivät ole suorassa kontaktissa nuorempien vuosiluokkien kanssa. On kuitenkin huomioitava, että sekä BKD että paisetautia aiheuttavat bakteerit, voivat säilyä kala-aldien lietteessä hengissä jopa yli vuoden.

Vuoroviljelyperiaatteen käyttöönotto on vaikeaa, koska viljelyyn soveltuvien riittävän läheisten viljelypaikkojen löytäminen on vaikeaa ja löytyneiden paikkojen saaminen viljelykäyttöön on usein jopa mahdotonta. Lisäksi kuvaan tulevat mukaan ympäristölupakäytäntöjen vaikeudet.

Pohjien toipumisen kannalta vuorovesiviljely olisi erittäin suositeltavaa. Lisäksi vaihtoehtoiset alueet voisivat toimia varapaikkoina vakavan kalataudin puhjetessa laitoksella.

Vuoroviljelymenetelmää haittaavat tai estävät seikat

- Ympäristölupia pitää olla moninkertainen määrä, jolloin kustannukset ja työmäärä moninkertaistuvat lupaprosesseissa.
- Kasvatuspaikkoja pitää olla moninkertainen määrä, jolloin kaikki paikan valitsemiseen liittyvät ongelmat ja kustannukset moninkertaistuvat (suojealueet, vesien omistus- ja vuokraongelmat ym.).
- Aluehankinnan kalleus ja vuokrauskulut moninkertaistuvat.
- Velvoitetarkkailumaksut moninkertaistuvat.
- Infrastrukturi ja sen kalleus moninkertaistuu.
- Haitankärsijöiden määrä moninkertaistuu.
- Ankkuroinnit, köysitykset ja sähkölinjat moninkertaistuvat työ-, asennus- ja hankintahinnaltaan.
- Logistiikan kustannukset kohoavat.
- Työmäärä lisääntyy paikan vaihdon yhteydessä moninkertaiseksi.
- Rutiinien muuttuminen lisää työajan tarvetta.
- Kalaterveysasiat ja kalojen siirtosuunnitelmat vaikeutuvat ja mutkistuvat, eikä rutiineja ehdi syntyä.
- Riskit lisääntyvät, mm. myrskyjen suhteen, koska alueiden valinnassa voi tulla esiin yllätyksiä aluetuntemuksen ollessa huonompi.
- Tilantarve (viljelyalueiden tarve) kasvaa suunnattomasti.

4.7 Avomeriviljely

Olof Lerche & Sirkku Ojanperä

Erittäin kalliit tekniset sovellukset ovat avomerilaitoksien rakentamisen vaikein haaste. Logistiikan aiheuttamat kustannukset korostuvat hoito- ja kuljetusmatkojen pidentyessä. Alusten tulee olla avomerikäyttöön soveltuvia ja laiturien erittäin jyrkärakenteisia. Laivojen hankinnan ja laiturien rakentamisen kustannukset ovat erittäin suuret.

Norjassa ja muualla maailmalla, missä kasvatusta tapahtuu huomattavasti avonaisimmilla paikoilla kuin Suomessa, on kuitenkin onnistuttu ratkaisemaan tekniset ongelmat. Aivan keskelle avomerta laitoksien sijoittaminen ei kuitenkaan ole mahdollista ilman kohtuuttomia kustannuksia. Perusedellytys laitoksien siirtämiselle ulommaksi on kuitenkin samalla kasvatustilapien koon kasvattaminen. Nykypäivänä Norjassa ja Shetlannissa laitostyöskö (käytännössä vesiviljelylupa) onkin vähintään 500 tonnia ja luvat ovat toistaiseksi voimassa. Tällaisella kalamäärällä volyymi on jo sellainen, että voidaan investoida riittävän järeään kalustoon. Volyymien kasvun myötä paranevat myös taloudelliset mahdollisuudet perkaamoiden jätevesien käsittelylle.

Verrattuna Suomessa tällä hetkellä käytössä olevaan kasvatustilayksikköön tarvitaan isompia aluksia rehujen, kalojen ja kassien kuljettamista varten. Lisäksi ankkurointi pitää olla järeämpi ja samalla ankkurointiköysiä pitää sekä vahvistaa että pidentää. Useimmilla laitoksilla tällä hetkellä käytössä olevat ankkurointijärjestelmät jouduttaisiin kokonaan uusimaan. Sen sijaan olemassa olevat kehyköt ja kassit ovat suurimmaksi osaksi luultavasti sellaisenaan sopivia (20–50 tonnia).

Suuri osa kalojen ruokinnasta hoidetaan Suomessa edelleen pendeliruokintalaitteiden avulla, joiden tekniikka ei sovellu paikoille, joissa aallonkorkeus voi olla yli 0,5–1 metriä. Tällaisiin avomerellä oleviin laitoksiin soveltuu parhaiten ruokintamenetelmä, jossa rehu joko puhalletaan ilmalla tai pumpataan veden kanssa suoraan kasseihin. Etuna näillä järjestelmillä on se, että ne ovat helposti kytkettävissä tietokoneohjelmaan, joka myös laskee päivittäisen rehutarpeen. Näin ollen on odotettavissa, että laitostyösköön kasvaessa ympäristökuormitusta saadaan pienennettyä tuotettua kalakiloa kohden. Ruokinta tulee voida hoitaa myös huonoissa sääolosuhteissa, ja siksi laitos vaatii myös jonkinlaisen rehuvaraston tai konerakennuksen, joka voi olla joko kuivalle maalle rakennettu, tai sitten erillinen ankkuroitu kelluva huoltorakennus. Tämän on oltava niin iso, että siihen voidaan varastoida noin kuukauden rehut, ja lisäksi tarvitaan miehistölle lakisääteiset tauko- ja pesutilat sekä kone- ja automaattikatilat. Edellytyksenä tällaiseen investointiin on, että laitostyöskö on tarpeeksi iso.

Kalojen kuljetus laitokselle ja takaisin teurastettavaksi voi tapahtua joko sumppuveneellä tai kassia hinaamalla sopivaan paikkaan. Kun laitostyöskö kasvaa, se mahdollistaa taloudellisesti myös päivittäiset käynnit laitoksella ja jopa ympärivuorokautisen päivystyksen, mikäli se katsotaan tarpeelliseksi. Tärkeätä on kuitenkin, että kulkuyhteydet eivät ole kohtuuttoman pitkiä, sillä tämän kokoinen laitos vaatii päivittäistä kulkemista ja tavaroiden kuljettamista. Tuotantohäiriöiden sattuessa on myös saatava huoltomiehiä paikalle tarpeeksi nopeasti.

Avomeriviljelyä haittaavat tai estävät seikat

- Ruokintalaitteet eivät kestä kovaa merenkäyntiä (max. 0,5–1 metrin aallonkorkeus).
- ATK-pohjaisten järjestelmien toiminta estyy avomeriolosuhteissa.
- Kovassa merenkäynnissä laitoksille pääsy estyy, jolloin ruokinta ja hoito viivästyvät.
- Sähkölinjojen asentamiskustannukset ovat erittäin korkeat.
- Työturvallisuuteen liittyvät seikat korostuvat avomeriolosuhteissa.
- Käytössä oleva laivasto ei oletettavasti sovellu avomerikäyttöön, ja alusten hankintahinta on moninkertainen rannikkokäytössä oleviin laivoihin verrattuna.
- Vesiviljelyn riskien kasvaminen – vakuutuksien saaminen on melko mahdotonta Suomessa.
- Pitkien merimatkojen aiheuttamat kustannukset alentavat katetta (polttoaine- ja muut käyttökustannukset, työaika).
- Taudin iskiessä laitokselle ei tilanteeseen pystytä aina puuttumaan ajoissa, koska myrsky ja kova merenkäynti voivat hidastaa diagnosointia ja hoidon alkamista.
- Rakenteet ovat kalliita (myrskyn kestävät rakenteet).
- Työvoiman saaminen on vaikeaa, etenkin jos laitoksella joutuu asumaan.



Kuva 1. Huoltoalus on ankkuroitu pysyvästi kassien läheisyyteen. Ruokinta tapahtuu kuvassa näkyviä putkia pitkin. (Shetlanti 2006) (Kuva: Olof Lerche).



Kuva 2. 1500 tonnia tuottavan laitoksen huoltorakennus, jossa on tietokoneohjattu ruokintajärjestelmä (Shetlanti 2006) (Kuva: Olof Lerche).

5 VESIVILJELYN SIJAINNINOHJAUS

Sirkku Ojanperä

5.1 Sijainninhjauksessa huomioitavat seikat

Sijainninhjauksella tarkoitetaan toimia, joilla vesiviljelylaitoksia ohjataan sijoittumaan ympäristön tai saariston muiden käyttömuotojen kannalta nykyistä paremmille paikoille. Paikan valinnassa huomioidaan erityisesti ympäristöolosuhteet. Kasvatuspaikassa tulee olla mahdollisimman hyvät virtaukset ja laimenemisolosuhteet, jotta ympäristövaikutukset jäisivät mahdollisimman vähäisiksi. Kasvatusalueen tulee olla myös sijainniltaan sellainen, että naapuruston määrä on mahdollisimman vähäinen, eivätkä merkittävät luonnonarvot vaarannu. Sijainninhjauksessa huomioidaan myös vesiviljelyn erityistarpeet, kuten esim. laitusrakenteiden kestävyys, kalojen hyvinvointi, kalaterveys, laitteiden toimintaedellytykset, sähkön saanti alueelle, työturvallisuus, elintarviketurvallisuus ja alueiden saanti vesiviljelykäyttöön.

Alustavat aluevalinnat tehdään yhdessä kalankasvattajan kanssa. Ennen kuin aluevalinnan työtä kannattaa jatkaa, on harkittava aluevalintaa myös paikallisten ympäristökeskusten viranomaisten kanssa. Sijainninhjauksessa tulee ottaa huomioon monia erilaisia aluevalintaan vaikuttavia seikkoja:

Laitoksista tarvittavat tiedot

- Laitoksen tuotantosunta (talvisäilytys, poikaslaitos, tuotantolaitos)
- Laitosten kapasiteetti
- Kuormitukset
- Ominaiskuormitus
- Rehukerroin ja rehun käyttötiedot
- Tekniikka (ruokinta ja valvonta)
- Velvoitetarkkailujen tulosten tiivistelmät
- Logistiikka (veneet, rakennukset, matka perkaamoon ja poikaslaitokselle)
- Henkilökunta laitoksella
- Naapuruston määrä ja valitukset ympäristölupakäsittelyssä
- Vesialueen omistajuussuhteet
- Kalatautilanne
- Ympäristölupatilanne ja lupien voimassaoloaika
- Natura- ja suojelualueiden sijainti
- Saatavilla olevat bioindikaattoritiedot

- Ympäristölupaehdot voimassa olevissa ympäristöluvissa
- Muut luvat ja määräykset
- Alueen soveltuvuus kalankasvatukseen, edut ja haitat
- Kannattavuuslaskentaan tarvittavat tiedot

Seuraavissa luetteloissa käsitellään tarkemmin logistiikan, sijoituskohteen ominaisuuksien, suojealueiden ja kalaterveyden kannalta tärkeitä seikkoja:

Logistiikka

- Väylät ja niiden etäisyys
- Väylien käytettävyys altainen siirtoihin ym.
- Tiestön etäisyys ja käyttökelpoisuus (rekka-autoliikenne rehukuljetuksia varten)
- Siirtomatkojen pituus
- Ruokintamatkojen pituus
- Jääasemaverkosto, kalasatamat
- Siirtomatkojen myrskyalttius
- Sähkön saatavuus alueelle ja sähkölinjojen etäisyys
- Kasvatuspaikan etäisyys talvisäilytyspaikkaan ja poikasten tuotantopaikkaan nähden
- Varapaikan ja muiden kasvatusyksikköjen sijainti ja etäisyys alueeseen nähden
- Olemassa oleva rakennuskanta ja rakennusten etäisyys (perkaamon sijainti, rehuvarastot, loma-asutus ym.)
- Laivat, veneet (määrä ja käyttökelpoisuus)
- Tiestöt, alueelle pääsy (rekka-autot)
- Huoltosatamat ja rehuvarastot
- Laitosten rakenteet, muunneltavuus ja käyttökelpoisuus
- Laitoksen rakenteiden ja kehikoiden säilyttäminen talviaikaan alueella (jäiden liikkeet)

Sijoituskohteen ominaisuudet

- Kohteen syvyys
- Veden puhtaus ja hygieeninen laatu (päästöt vaikutusalueelle tehtaista, viemäriputket, ym.). Kalan lihaksen maku- ja hajuhaitat johtuvat hyvin pienistä haittaa aiheuttavan aineen pitoisuuksista vedessä (esim. öljyt). Veden (ja pohjan) mikrobiologinen laatu on teuraskalan kannalta tärkeä.
- Veden virtausolosuhteet ja vaihtuvuus
- Veden lämpötilavaihteluherkkyys (alijäähtyminen ja kerrostuminen)
- Tekniikan käyttömahdollisuudet alueella (aallonkorkeus/ruokintatekniikka)
- Vesialueen saatavuus, omistus, osto tai vuokraus
- Karttatyöskentelyn tulokset
- Talviaikainen jäätilanne alueella (talviaikaiset teurastukset ja talvisäilytys)
- Haittaeläimet (hylje, merimetso, haikara, lokki, saukko ym.)
- Vesikasvit: ruovikot, levät ym. (kalaterveys ja virtaukset)
- Kaavoitustilanne
- Suojelualuevaraukset
- Alueen muu käyttö ja aluevaraukset (vesiväylät, satamat ja teollisuuslaitokset)
- Mökkien määrä vaikutusalueella – etäisyys mitattuna laitoksen ulkoreunalta
- Vakituinen asutus
- Sotilaskäyttö (ampuma-alueet ja puolustusvoimien käytössä olevat väylät ja varaukset ym.)

Suojelualueet ja kohteet

- Linnut
- Kasvit
- Suojeltavat lajit ja luontotyytit
- Erityiset luonnonarvot (kasvit, linnut, suojelukohteet, muut)
- Suojelualuepäätökset ja suunnitelmat

Kalaterveys

- Muiden yritysten viljelylaitosten sijainti (kalatauti ym.)
- Hylkeiden esiintyminen, lokit, muut linnut ja tautia levittävät eläimet (VHS)
- Kalatautiliikenne
- Ulkopuolisten yritysten siirtoreittien läheisyys ja kassien kohtaamiset

Muuta huomioitavaa

- Alueen aikaisempi käyttö vesiviljelyyn/luonnontilaisuus
- Myrskyherkkyys (laitosrakenteiden kesto)
- Työturvallisuus
- Viranomaisten kanta alueen käytöstä
- Työvoiman saatavuus (ja asumismahdollisuudet)
- Olemassa olevien laitosten rakenteet, muunneltavuus ja käyttökelpoisuus uusissa olosuhteissa (mm. ikä ja kesto)
- Laitoksien ympäristöluopatilanne ja siihen liittyvät näkökohdat
- Jäätymistilanne ja alijäähtyneen veden syntyminen talvisäilytyspaikalla, jäiden liikkuminen.

(Ruotsinkieliset luettelot ovat liitteenä 1.)

5.2 Vesiviljelyn asettamat vaatimukset laitosten sijoitusalueelle

Tuulisuus

Uusia laitospaikkoja valikoitaessa tulisi huomioida, että ilmastomuutoksen seurauksena tuulisuus ja myrskyjen voimakkuus sekä tiheys lisääntyvät tulevaisuudessa. Kasvatuspaikat ovat helposti useita vuosikymmeniä samoja, jolloin ilmastomuutoksen vaikutuksetkin ehtivät hyvin tulla esiin. Aallokon muodostukseen vaikuttavat pohjan pinnanmuodostuksen ja pyyhkäisymatkojen pituuden lisäksi luonnollisesti saarisuus, karikkoisuus ja riutat. Aallonkorkeus kasvatuspaikoilla ei saisi ruokinta-automaatteja käytettäessä olla 0,5–1 m korkeampi, tai se on voitava saada aallonmurtajalla riittävän matalaksi.

Myrskyalttiilla paikoilla kalojen ruokinta estyy helposti työsuojelellisten seikkojen vuoksi. Jos kaloja ei voida hoitaa optimaalisesti, rehukerroin heikkenee ja ominaiskuormitus luonnollisesti kasvaa. Ruokintalaitteiden toimivuus joutuu myös kovalle koetukselle, mikäli aallonkorkeus on liian suuri ja pärskeet yltävät niihin. Kosteus turvottaa rehua ja ruokinta estyy tukkeutumisen vuoksi. Myös ohjausjärjestelmien toimintavarmuus heikkenee kosteuden vaikutuksesta.

Kalat kassissa kärsivät, jos sääolosuhteet ovat liian rajut. Kalojen vauriot ja stressi lisäävät sairastuvuusriskiä. Laitosyksiköiden rakenteet joutuvat kovan rasituksen kohteeksi, jos kasvatuspaikka on altis koville tuulille. Laitoksen hajoaminen ja kalojen karkaaminen ovat kalankasvattajalle kestämaton riski. Vakuutuksenantohalukkuutta ei ole enää löytynyt suomalaisilta vakuutusyhtiöiltä vesiviljelyn suuren riskiherkkyyden vuoksi.

Syvyys

Veden syvyyden on oltava riittävä tulevalla kasvatusalueella. Riittävän syvyyden avulla voidaan osaltaan välttää vesipatsaan liiallinen lämmön nousu ja happipitoisuuden aleneminen kesällä. Kasvatuskauden aikainen optimaalinen lämpötila vaikuttaa suoraan kalojen ruokintaprosenttiin ja siten rehukertoimeen, ominaiskuormitukseen sekä kasvatuskauden saantoon. Maankohoaminen on yhden senttimetrin luokkaa vuodessa voimakkaimmilla maankohoamisen alueilla Suomessa, ja eteläisen Selkämeren alueella luokkaa 0,5 cm vuodessa. Kalankasvatuspaikat ovat käytössä useita vuosikymmeniä, jolloin virtausten heikkeneminen saattaa tulla esiin. Syvyyden tulee olla riittävä myös kassien siirtoreiteillä. Veden syvyydellä on oma merkityksensä myös syys- ja kevätkiertoon ja muuhun veden lämpötilojen muutoksien herkkyyteen. Nopeat lämpötilavaihtelut aiheuttavat suuria hankaluuksia kalojen ruokintaan. Suuri syvyys hillitsee aallonkorkeutta. Veden säätilan muutoksista johtuvat korkeusvaihtelut saattavat olla joillakin paikoilla huomattavat, ja tämä saattaa olla ongelmallista rannikon maa-allaslaitoksilla.

Virtaus

Riittävällä virtauksella voidaan vaikuttaa veden raikkauden ja happipitoisuuden lisäksi myös kesäaikaiseen kasvatuslämpötilaan. Hapen aleneman ja lämpötilan kohoamisen vaikutukset ovat samanlaiset kuten edellä, minkä lisäksi liian alhainen happipitoisuus on kaloille kohtalokasta, ja jo happipitoisuuden aleneminenkin aiheuttaa kaloille ruokahaluttomuutta ja stressiä. Hyvä virtaus häittää kalatäiden lisääntymiskiertoa.

Vesikasvit

Levät ja runsaat vesikasviesiintymät ovat ongelmallisia, koska ne heikentävät virtauksia, jolloin veden laatu kärsii. Vesikasvit lisäävät loisten esiintymistä, kuten kaloilla esiintyvää loiskaihia (*Diplostum*). Lymnea-kotilo toimii väli-isäntänä, ja Cercaria-toukat infektoivat kalan ja vaeltavat kalan silmään. Loiskaihi aiheuttaa kalojen sokeutumista, jolloin kalojen on vaikea löytää ruokaansa.

Kalatäit vaativat kovan pohjan tai vesikasveja muninta-alustaksi. Kalatäiden esiintyminen on vähäisempää raikasvetisessä kasvatuspaikassa. Kalatäi aiheuttaa mm. kalojen stressaantumista ja kutinasta johtuvaa hyppimistä, mikä lisää energian kulutusta ja heikentää rehukeroainta.

Happi ja muut kaasut

Hapen kylläisyys luonnonvesissä tulee esiin kesäaikaan rehevissä vesissä. Päiväsaikaan, kun fotosynteesi toimii täydellä teholla, voi veden ylikylläisyysprosentti nousta hyvinkin korkeal-

le, kun vedessä on kasvi- tai planktonituotantoa. Yöaikaan happi puolestaan voi laskea kohdalokkaan alhaiselle tasolle, kun kasvit ja kalat käyttävät happea hengittämiseen ja kuolleet kasvinosat hajotustoimintaan, mutta uutta happea ei synny tilalle.

Kasvatuskassien alla tapahtuu kalan ulosteiden ja jäännösrehun sedimentoitumista, eritoten jos veden virtausolosuhteet ovat heikot. Kun sedimentoituminen on jatkunut pitkään, syntyy kasvatustaikaa alle hapettomia alueita, joissa tapahtuu anaerobisten bakteerien aiheuttamaa hajotusta. Tässä prosessissa käytetään hapen sijasta hajotukseen rikkiä, ja yhtenä lopputuloksena syntyy rikkivetyä (H_2S). Tällöin sedimentti on mustaa ja haisee mädäntyneelle kananmunalle. Rikkivety on erittäin vaarallista kaloille jo melko pieninä pitoisuuksina. Hapettomissa olosuhteissa sedimentistä vapautuu siihen sitoutunutta fosforia osaltaan lisäämään ympäristökuormitusta.

Kaasuongelmat syntyvät helpoimmin poikaskasvatuksessa, koska niiden kasvatustaikaa on oltava suojainen. Pohjien aiheuttamiin kaasuongelmiin auttaa maa-allaslaitoksissa ajoittain tehtävä ruoppaus ja kassikasvatuksessa vuoroviljelyperiaatteen käyttöön ottaminen. Vuoroviljelyä rajoittavat kuitenkin nykyisellään mm. ympäristölupakäytännöt, jotka sitovat laitokset yhteen määriteltyn paikkaan.

Veden jäätyminen

Veden jäätymiseen liittyvät olosuhteet ovat ensiarvoisen tärkeitä talvisäilytystaikaa valinnassa. Jäät eivät saa liikkua alueella, jossa laitos on, sillä laitosrakenteet eivät kestä suurta jäiden aiheuttamaa rasitusta. Veden alijäähtymiseen liittyvät ongelmat tulee myös huomioida taikaa valinnassa. Myrskyalttiissa paikassa veden alijäähtyminen syksyllä on ongelma, sillä kalat eivät kestä jääkiteiden muodostumista kiduksiin.

Laitoksille pääsyn tulee olla mahdollista koko talven. Mikäli talvella on teurastuksia, tulee jään olla joko tarpeeksi vahvaa kalojen siirtoon, tai laitolle on päästävä veneellä. Myös talviaikaan kuolleet kalat tulee voida poistaa altaista mahdollisuuksien mukaan, jotta ne eivät kuluta happea kassissa, tartuta muita kaloja ja kuormita ympäristöä.

Veden puhtaus

Veden puhtaus vaikuttaa luonnollisesti kalojen arvoon raaka-aineena. Heikkolaatuisessa vedessä kasvatetuissa kaloissa saattaa esiintyä sivumakuja ja -hajuja, sekä erilaisia jäämiä. Tämän lisäksi kalat ovat stressaantuneempia huonolaatuisessa vedessä, mikä vaikuttaa niiden taudinkestoon ja heikentää kasvua. Tämä vaikuttaa suoraan rehukertoimeen ja kuormitukseen sekä alentaa saantoa.

Epäpuhtaassa vedessä kasvatetuissa kaloissa lisääntyvät myös teurastus- ja jalostushygieniaa heikentävät seikat. DI Hanna Miettinen (2006) tutki väitöskirjassaan *Listeria monocytogenes* -bakteerin esiintymistä kalatuotantoketjussa ja havaitsi bakteerisaastutuksen lähteiksi sekä raaka-aineina käytetyt kalat että tuotantoympäristöt. Eri kalankasvatamoiden kirjolohissa noin 9 prosentissa oli *L. monocytogenes* -bakteereita. Tutkimuksessa todettiin, että bakteerien

pääasialliset lähteet olivat läheiset joki- ja purovedet sekä muut ympäristön valumavedet. Sateinen sää lisäsi *L. monocytogenes* -bakteerin löytämisen todennäköisyyttä. (Miettinen 2006.)

Hylkeet ja hylkeiden suojelualueet

Hylkeet aiheuttavat kalankasvattajalle paljon harmia, koska hylkeet syövät ja raatelevat kaloja kasvatuskasseissa sekä stressaavat niitä läsnäolollaan ja hyökkäyksillään. On myös käyty keskustelua hylkeistä taudinaiheuttajien levittäjinä. Monet kasvattajat suojaavat verkkokasvatussina hyljeverkolla, mutta siitä huolimatta tuhoja syntyy. Hylkeellä on hyvä näkö myös veden alla. Se löytää kulkuaukon yleensä helpoiten hyljeverkon alta. Hyljeverkon tuleekin olla riittävän syvä ja pauloitettu kahdella lyijypaulalla, joista toinen on 1–1,5 m pohjan yläpuolella ja toinen pohjassa verkon alareunassa. Ylempi paula vetää verkon suoraksi, ja alempi sulkee pohjan epätasaisuudesta syntyvät aukot. Myös muita keinoja hylkeiden torjumiseen on käytetty, mutta tulokset eivät ole kuitenkaan vastanneet odotuksia. Hylkeet ovat tulleet rohkeammiksi metsästyspaineen vähenemisen takia ja tulevat nykyisin myös sisävesiin. Hylkeiden esiintymistiheyksissä on suuria vaihteluita jopa muutamien neliömailien alueella. Kalankasvatusalueita ei kannatakaan perustaa hyljeluojojen tai hylkeidensuojelualueiden läheisyyteen.

5.3 Kasvatusalueiden käyttöä heikentävät tai estävät seikat

Kasvatuspaikan valinnassa tulee sulkea ensin pois kaikki sellaiset alueet, joissa on yksikin alueen käytön hylkäävä seikka:

- Kaavoitustilanne ei mahdollista alueen käyttöä (puolustusvoimien tai merenkululaitoksen varaukset).
- Kaavailtua aluetta ei saada vuokrattua, ostettua tai muutoinkaan hankittua viljelykäyttöön.
- Alue ei ole soveltuva kalankasvatukseen (huonot virtaukset, lämpötilaolosuhteet, saastelähteet, kalatauti-alueet liian lähellä ym.).
- Välimatkat ovat liian suuret.
- Sijainninhjauksen talousvaikutukset ovat epäedulliset, esim. rakennuskanta ja sen hyödynnettävyys tai muu käyttö (jos laitos siirtyy pois alueelta) tai laitosten uusiminen aiheuttaa liian suuria kustannusvaikutuksia.
- Ympäristölupia ei voi jostain syystä saada alueelle (esim. suojelun tarve estää toiminnan).
- Muiden kasvattajien kasvatusyksiköiden tai sellaisten perkaamojen läheisyys, jotka laskevat perkuuvedensä vesistöön (kalataudit).

6 KALATERVEYDELLISET NÄKÖKOHDAT LAITTOSSIJOITTELUSSA JA LAITOSYKSIKÖIDEN HYÖDYNTÄMISESSÄ

Lars Lönnström

6.1 Kalataudit

Kasvatuspaikassa vallitsevat olosuhteet ovat tärkein määräävä tekijä kalan terveyden ja muun hyvinvoinnin kannalta. Hyvissä olosuhteissa kalat eivät sairastu, vaikka taudinaiheuttajia olisikin läsnä. Toisaalta, jos kala kärsii ympäristötekijöiden tai muun häiriön aiheuttamasta stressistä, taudinaiheuttajien läsnäolo johtaa vääjäämättä kalan sairastumiseen. Huono vedenlaatu aiheuttaa toki myös muita tauteja, mutta näillä ei ole epidemiologista merkitystä, vaan ne ovat paikallisiin olosuhteisiin sidottuja.

Bakteeritaudit eivät nykyään ole suuri ongelma. Tärkeimpiä tauteja vastaan on olemassa rokotteita, ja lääkkeitä voidaan myös hoitaa kaloja bakteeritautien puhjetessa. Poikkeuksena on bakteeriperäinen munuaistauti, BKD, jota vastaan ei ole olemassa rokotetta. Antibiootihoidoistakaan ei ole apua, koska kyseinen bakteeri on solunsisäinen ja täten suojassa lääkkeitä.

Suurin uhka ovat virustaudit, joista meillä esiintyy tarttuva haimakuoliotauti (IPN) ja kalojen virusperäinen septikemia (VHS). Näistä viimeksi mainittu on aiheuttanut elinkeinolle suuria tappioita vuodesta 2000 alkaen, eikä hoitokeinoja ole. Tautia on yritetty hävittää pitämällä laitoksia tyhjinä. Osassa laitoksia saneeraus on onnistunut, toisaalla tauti on palannut laitokselle, vaikka saneerausta on yritetty toistuvastikin (Rimaila-Pärnänen 2006).

Taudit voivat tulla laitokselle viljelytoiminnan seurauksena tai kulkeutua laitokselle passiivisesti toiselta infektoituneelta laitokselta esim. merivirtojen tai luonnonkalan mukana. VHS-viruksen epidemiologiasta on julkaistu hyvin vähän tietoa, mikä johtunee siitä, että tautia on esiintynyt maailmalla 1950-luvulta asti.

Merilohella tautia aiheuttavan ISA-viruksen (tarttuva lohen anemia, tautia ei ole tavattu Suomesta) epidemiologiasta on sitä vastoin julkaistu huomattavasti enemmän tietoa. Koska eri virustautien ja osin myös bakteeritautien epidemiologia on samankaltainen, ISA-taudista olemassa olevaa tietoa voidaan hyödyntää yleisemminkin. Moni seikka, jolla on osoitettu olevan yhteyttä ISA-taudin esiintymiseen laitoksella, kytkeytyy läheisesti muuttujiin, joihin voidaan vaikuttaa sijainninohjauksella.

6.2 Kalatautien tarttuminen

Eri julkaisuissa mainittuja tartuntaan vaikuttavia tekijöitä ovat mm. etäisyys lähimpään laitokseen, jossa tautia esiintyy, etäisyys lähimpään perkaamoon tai jalostamoon ja kyseisen kalankäsittelylaitoksen jätevedenkäsittely sekä yrityksen kalanviljelylaitosten lukumäärä. Eri ikäluokkien kasvattaminen samalla laitoksella lisää myös riskiä. Yksilötasolla kalan sairastumisriskiä lisää omalta osaltaan ryhmän koon kasvattaminen, kalasiirtojen aiheuttama stressi sekä puutteellinen hoito. Kylmän veden aikaan yllämainitut tekijät lisäävät virustautien kohdalla riskiä ennestään (Vågsholm et al. 1994, Jarp & Karlsen 1997, Jarp 1999, Hammell & Dohoo 2005, McClure et al. 2005).

Useamman poikastoimittajan kalamateriaalin kasvattaminen samalla laitoksella on myös todettu lisäävän kalatautiriskiä sekä IPN- että ISA-viruksen kohdalla (Jarp 1999). Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että kalahankinnat on suunniteltava hyvin jo etukäteen, jotta saataisiin tarvittava poikasmäärä mahdollisimman harvalta poikastoimittajalta.

EU:n uusi kalaterveysdirektiivi (2006/88/EY) ja sen perusteella laadittava kansallinen lainsäädäntö tulee varmasti omalta osaltaan parantamaan kalaterveystilannetta. Direktiivi edellyttää kalankasvatustiloksilta kalaterveyden omavalvontasuunnitelmia sekä vähimmäistoi- mia tautien leviämisen ehkäisemiseksi. Huolimattoman kalanviljelytoiminnan ja puutteellisen laitoshygienian seurauksena leviävien tautien osuus tulee näin ollen vähenemään.

Kalojen hyvinvointi on nostettu esiin Euroopan yhteisön vesiviljelyalan kestävästä kehittä- mistä koskevassa strategiassa (KOM 2002). Euroopan neuvoston tuotantoeläinten suojelua koskevan eurooppalaisen yleissopimuksen (CETS No.: 087) nojalla perustettu pysyvä komi- tea on antanut omat suosituksensa koskien viljelykalojen hyvinvointia (Standing committee 2005). Suosituksessa edellytetään mm., että kaloja kasvatetaan tarkoituksenmukaisessa ym- päristössä, huomioidaan eri kalalajien erityispiirteet ja varmistutaan siitä, että riittävästi hy- vänlaatuista vettä on käytettävissä. Kasvatustilan valinnassa on lisäksi minimoitava ihmi- sen tai ympäristön kalan hyvinvoinnille aiheuttamat riskit. Merellä laitokset tulee suosituk- sen mukaan sijoittaa siten, etteivät epäsuotuisat keliolosuhteet aiheuta kohtuuttomia vauri- oita kaloille. Kasvatustihedelläkin on oma vaikutuksensa kalan hyvinvointiin, siksi kasva- tustilavuudelle ei tulisi asettaa liian tiukkoja vaatimuksia.

6.3 Elävän kalan tuonti

Kalan tuonti on ongelmallista erityisesti suurien kalatautiriskien vuoksi. Elävän kalan tuon- tia ohjaa EU:n lainsäädäntö, joka toisaalta tekee sen myös mahdolliseksi. Tuonnille ei voida asettaa kansallisia esteitä, mikäli kalat täyttävät tuontivaatimukset. Eläviä kaloja on mahdol- lista tuoda tautivapaiksi todetuilta laitoksilta Suomeen. Tautivapaus on kuitenkin hyvin epä- vakaa tila. Terveystodistukset perustuvat ainoastaan viranomaisten senhetkiseen tietoon. Vaikka laitos olisi todettu taudista vapaaksi, saatetaan seuraavana päivänä jo löytää jokin tauti samaiselta laitokselta.

On muistettava, että siirrettäessä elävää kalaa pitkiä matkoja Suomeen, kalatautien leviämiskäsit lisääntyvät. Erityisesti ulkomaantuonti mahdollistaa uusien kalatautien ja meillä ennestään esiintyvien kalatautien uusien muotojen siirtymisen Suomeen. Lisäksi ongelmaksi voivat muodostua meille kulkeutuvat lääkeaineresistenssit kannat.

Painetta kalanpoikasten tuontiin on mm. ahvenanmaalaisten kalankasvattajien keskuudessa. Tuontipainetta on kasvattanut yksivuotiaan, ison istukkaan tarve, koska Ahvenanmaalla 0-vuotiaan kalan talvehtiminen on riskialtista VHS-taudin takia. Ruotsista tuotu poikasmateriaali on pääasiassa ollut yritysten sisäisiä kalasiirtoja, mutta kalaeriä on myös tuotu Tanskasta.

Suomen VHS-vapauden ja rajoitusalueiden eradikaatio-ohjelmien ansiosta kalojen tuonti Suomeen on sallittua ainoastaan VHS-vapailta alueilta. Suomessa esiintyvä VHS (verenvuotoseptikemia) on aiheuttanut pienempää kuolleisuutta kuin esimerkiksi Tanskassa esiintyvä kanta yleensä aiheuttaa. Tästäkin syystä poikasten tuonti Tanskasta Suomeen on erityisen ongelmallista, ja ärhäkämmän VHS-kannan saapumisen riski kalanpoikasten mukana on suuri.

Keski-Euroopassa ja Tanskassa hyvin yleistä yersinioosia (*Yersinia ruckeri*), on jo esiintynyt Ahvenanmaalla, länsirannikolla ja itärajan tuntumassa. Tauti on joillakin laitoksilla aiheuttanut huomattavaa kuolleisuutta myöhästyneen diagnosoinnin, hoitotarpeen virhearviointien ja lääkityksen myöhästymisen vuoksi.

Suomalaisten kalankasvattajien kaloja tuodaan Ruotsista Suomeen myös perattavaksi ja jatkojalostettavaksi. Suuret volyymit mahdollistavat perkaamoiden ympärivuotisen toiminnan ja kalaa voidaan toimittaa asiakkaille kaikkina vuodenaikoina. Näinkin hankalalle toimintatavalle on syynä se, että Ruotsissa ympäristölupapolitiikka on huomattavasti sallivampi kalankasvatukselle, kuin Suomen ympäristöpolitiikka. Tulevaisuudessa kalankasvatusta saatetaan keskittää myös Viron rannikolle, jos ja kun sopivia kasvatuspaikkoja löytyy. Venäjän puoleisessa Karjalassa kasvatetaan jo nyt kalaa yhtä paljon kuin Suomessa yhteensä.

6.4 Kasvatettavat kalat ja niiden tautiherkkyys

Eri kalalajit ovat myös eri lailla herkkiä eri taudille. Olisi pyrittävä siihen, että yhdellä laitoksella kasvatettaisiin vain yhtä kalalajia, jolloin välttyään siltä, että taudille herkkä kalalaji sairastuessaan nostaa tautipainetta niin korkeaksi, että kestävämpikin laji sairastuu. Jotkin kalalajit voivat myös kantaa piilevänä tautia, jolle toinen laji on herkkä. Lisäksi on huomiotava, että eri kalalajeilla on erilaiset vaatimukset kasvatusympäristön suhteen.

Tällä hetkellä merellä kasvatetaan pääasiassa kirjolohta ja siikaa. Kalataudeista kirjolohi on ollut erityisen altis VHS-taudille, *Yersinia ruckerin* aiheuttamalle yersinioosille, *Flavobacterium psychrophilumin* aiheuttamalle flavobakterioosille sekä *Renibacterium salmoninarumin* aiheuttamalle BKD-taudille. Kaksi viimeksi mainittua ovat lähinnä poikaslaitoksilta poikasten mukana tulevia tauteja, eivätkä ne yleensä ole levinneet enää merivaiheessa, mutta kuolleisuutta saat-

taa esiintyä. Rokotukset suojaavat ennen niin yleisiltä vibriosoilta ja paisetaudilta. *Yersinia* on uusi tulokas, ja sitä on toistaiseksi hoidettu antibiootein, mutta rokotteitakin on käytettävissä, jos tarve vaatii. Viime vuonna maassamme todettiin ensimmäistä kertaa PKD-tauti, loistauti, joka on yleinen Keski-Euroopan kirjolohilla. IHN-virusta esiintyy myös kirjolohella Keski-Euroopassa, mutta tauti ei ole onneksi vielä levinnyt Suomeen. Suurimmat tappiot meillä ovat ison kirjolohen osalta viime vuosina johtuneet VHS-taudista.

Siika ei ole erityisen herkkä kalataudeille niin kauan kun se iho ja pintalima ovat kunnossa. Rokotus suojaa yleensä vibriosoilta ja paisetaudilta. Sen sijaan siika ei kestä lämpimässä vedessä tapahtuvaa käsittelyä, suomut irtoavat ja kalataudeille aukeaa tie kalan sisälle. Siian vaurioherkkyys vaikeuttaa mm. lajittelua ja välipunnitusta, jolloin optimaalinen ruokinta saattaa olla vaikea toteuttaa. Pinnaltaan vaurioitunut siika sairastuu yleensä paisetautiin rokotuksesta huolimatta, jos tautia laitoksella esiintyy. BKD-tauti on muutamaa otteeseen aiheuttanut kuolleisuutta siialla, mutta näissäkin tapauksissa tauti on yleensä tullut poikasten mukana poikaslaitoksesta. VHS-tauti ei ainakaan toistaiseksi ole aiheuttanut kuolleisuutta siialla, vaikka niitä on kasvatettu laitoksilla, joissa kirjolohella on ollut akuuttia tautia.

Muita kalalajeja, joita merellä on yritetty kasvattaa, ovat lohi, nieriä ja taimen. Lohi ei ole erityisen herkkä VHS-taudille, vibrioose ja paisetauti voidaan välttää rokotuksin. Norjassa lohien vaivana ovat lisäksi monet virustaudit, joista osaa meillä ei vielä edes ole tavattu (esim. ISA-tauti ja PD eli pancreas disease). Siellä lohiet rokotetaan yhdistelmärokottein, joilla saadaan suoja jopa puolenkymmentä tautia vastaan kerralla. Nieriän kasvatusta ei ole merialueella ottanut onnistuakseen. Rokotuksesta huolimatta kalat ovat yleensä sairastuneet paisetautiin. Lisäksi nieriä kestää huonosti korkeita lämpötiloja. Nieriää ja taimenta vaivaavat lisäksi epätyypilliset *Aeromonas salmonicida* -infektiot, ns. ASA-taudit, joista ainakin osa on perua kalan makeassa vedessä viettämästä ajasta.

Aivan uudet kasvatustilat, kuten kuha ja sampi, ovat vielä tutkimatonta sarkaa kalatautiin osalta, kun puhutaan merikasvatuksesta. Kummallakin lajilla on todettu kirjolohella esiintyviä kalatauteja (esim. *Yersinia ruckeri*), mutta missä määrin taudinpurkaukset johtuvat kalan herkkyydestä tai kasvatustapojen keskeneräisestä kehityksestä, on vielä hämärän peitossa. Todennäköistä on kuitenkin, että tautiongelmia syntyy, kun uusi kalalaji otetaan kasvatettavaksi.

6.5 Kalojen rokottaminen

Rokottaminen tarkoittaa käytännössä sitä, että kalan puolustusjärjestelmälle esitetään vaaraton taudinaiheuttajan mallia, jonka perusteella se pystyy rakentamaan immuunisuojaan. Kun kala tulevaisuudessa kohtaa vastaavan luonnollisen taudinaiheuttajan, kykenee se välittömästi tuottamaan vasta-aineita juuri tätä taudinaiheuttajaa vastaan.

Suomessa kaloja on rokotettu 1980-luvulta alkaen. Alussa oli käytössä jopa kotimaassa tuotettua rokotetta. Kalanviljelyalan lähtiessä kasvuun, kalojen vaivana oli pääasiassa vibrioose, jonka aiheuttaa *Listonella anguillarum* -bakteeri. Rokottamattomat kalat sairastuivat lähestul-

koon aina, rokotetuilla oli kohtalainen tautisuoja, mutta tautitapauksia esiintyi näilläkin. Käytännössä lääkerohua jouduttiin käyttämään hyvin paljon. *Aeromonas s. salmonicida* -bakteerin aiheuttama paisetauti (furunkuloosi) levisi voimakkaasti 1990-luvun alussa, eikä toimivia rokotteita ollut käytettävissä. Lääkkeiden käyttö lisääntyi entisestään, ja kuvaan astui myös lisääntyvä antibioottiresistenssi. Kalanviljelylaitoksilla esiintyi yhä enemmän bakteerikantoja, jotka eivät vastanneet lääkitykseen. Tilanteen pelastivat 1990-luvun puolenvälin jälkeen käyttöönotetut öljypohjaiset yhdistelmärokotteet, jotka olivat tehokkaita niin vibrioosia kuin paisetautiakin vastaan.

Rokotusmenetelmät

Käytännössä kaloja voidaan rokottaa kolmella tavalla: Kastamalla kala rokoteliuokseen (kastorokotteet), injektioimalla rokotetta kalaan (injektiorokotteet) ja antamalla rokotetta rehun mukana (oraalirokotteet). Kaikilla menetelmillä on omat etunsa ja rajoituksensa.

Kastamalla voidaan nopeasti ja pienellä työmäärällä rokottaa suuri määrä pieniä kalanpoikasia ja kustannukset ovat pienet. Menetelmällä ei ikävä kyllä saada tautisuoja paisetautia vastaan käytettävissä olevilla rokotteilla. Kalakoon kasvaessa kustannustehokkuuskin pienee nopeasti.

Injektiorokotus on työläs ja kallis menetelmä, kun jokainen kala pitää rokottaa erikseen, mutta menetelmä antaa hyvän suojan. Rokote injektoidaan kalan vatsaonteloon ja työ voidaan tehdä koneella.

Rehun mukana annettu rokote ei vaadi mainittavaa työpanosta, mutta rokotuksen antama suoja ei ole ollut edes tyydyttävä meillä esiintyviä tauteja vastaan. Rehussa annetun rokotteen kulkeutumisesta kalaan on myös vaikea valvoa, koska ei voida tietää, ovatko kaikki kalat syöneet rokoterehua.

Käytettävissä olevat rokotteet

Vibrioosi ja furunkuloosi mainittiin jo aikaisemmin, ja ne ovat aikaisemmin olleet taloudellisesti merkittävimmät taudinaiheuttajat Suomen kalankasvatuksessa. Vibrioosirokotetta on vesipohjaisena, ja sitä voidaan käyttää kastorokotuksiin ja myös injektoida. Rokote on käytännössä tapettuja bakteereita vesiliuoksessa. Injektioimalla saadaan pidempi tautisuoja, mutta kummallakaan menetelmällä suoja ei ole kuin yhden kasvatuskauden mittainen. Jos laitoksella esiintyy paisetautia, kyseisen rokotuksen kannattavuus on kyseenalaista.

Parempi vaihtoehto on injektioitava öljypohjainen yhdistelmärokote, jolla saadaan koko viljelykierron kestävä tautisuoja niin vibrioosia kuin furunkuloosia vastaan. Rokote on öljy/vesi-emulsiio, joka sisältää tapettuja bakteereita. Öljy toimii sekä adjuvanttina, joka tehostaa kalan reagointia rokotetta vastaan, että varastona, joka ylläpitää tautisuoja pidemmällä aikajaksolla. Kustannuksiltaan tämä on kalliimpi, mutta laskelmat ovat osoittaneet menetelmän kustannustehokkuuden. Rokotuksen hättävaiikutuksina on kalan vatsaonteloon

muodostuva arpikudos eli kiinnikkeet sekä huonontunut ruokahalu välittömästi rokotuksen jälkeen.

Muualla on tarvetta käyttää laajempia yhdistelmärokotteita. Norjassa rokotetaan yhdellä annoksella jopa 5–6:tta eri tautia vastaan. Suomessa olisi jo nyt tarvetta rokottaa kaloja flavobakterioosia (*Flavobacterium psychrophilum* ja *F. columnaris*) ja VHS-tautia vastaan, mutta kummallekaan taudille ei ole käytettävissä toimivaa rokotetta. Flavobakteerirokotteita (*F. psychrophilum*) kehitetään, mutta vielä ollaan kaukana kaupallisesta tuotteesta. VHS-virusta vastaan ei tällä hetkellä edes olisi mahdollista rokottaa, koska Suomi pyrkii hävittämään taudin alueeltaan kokonaan. Tautivapaata statusta ei voi saada taudille, jota vastaan samanaikaisesti rokotetaan, koska tällöin tauti saattaa esiintyä piilevänä. Rokote saattaa lisäksi haitata molekyylibiologisin menetelmin tehtäviä tautidiagnoseja. *Yersinia ruckeri* -bakteerin aiheuttamaa tautia on maassamme viime vuosina esiintynyt lisääntyvässä määrin. Tauti on yleinen Keski-Euroopassa. Yersinioosia vastaan on olemassa toimivia rokotteita, mutta rokotetta ei vielä ole käytetty Suomessa. Rokotteen käyttöönotto on tarvittaessa mahdollista, koska rokotetta käytetään jo eräissä EU:n maissa ja tuote on rekisteröity.

Merellä ei käytännössä kannata kasvattaa rokottamatonta kalaa lainkaan. Kun tarkasteluun vielä otetaan mukaan uudet viljelylajit, joista tällä hetkellä tärkein on siika, rokotuksen merkitys korostuu entisestään.

Suomessa rokotetaan yli 10 miljoonaa kalaa vuosittain. Öljypohjaisia rokotteita annetaan noin 9 miljoonaa annosta ja loput rokotetaan vesipohjaisilla tuotteilla. Käytännössä lähes kaikki merellä kasvatettavat kalat ovat rokotettuja, suurin osa öljypohjaisilla yhdistelmärokotteilla. Näin menetellen on vibriosin ja paisetaudin aiheuttama kuolleisuus vähennetty lähes olemattomiin, eikä näitä tauteja tarvitse enää nykyisin hoitaa antibiooteilla.

Kaikki taudit eivät kuitenkaan ole nykyoloissa vältettävissä rokotuksin, joten muita keinoja on otettava käyttöön. Näistä sijainninohjaus ja kasvatustoiminnan suunnittelu ovat ylivoimaisesti tärkeimmät. Kasvattamalla kalat parhaissa mahdollisissa olosuhteissa ja suunnitelmalla kasvatustoiminta siten, että eri ikäluokat eivät kohtaa ja mahdollinen tautikierre saadaan katkaistua, voidaan tautitilannetta parantaa huomattavasti.

6.6 Laitosyksiköt ja niiden sijoittaminen

Nykyisessä kalanviljelytoiminnassa on useita tekijöitä, jotka edesauttavat kalatautien leviämistä ja ylläpitävät tauteja yrityksen laitoksissa. Kun eri ikäluokat kasvatetaan yhdessä, kalataudit tarttuvat sukupolvesta toiseen. Pahimmassa tapauksessa pienet poikaset kasvatetaan perkaamon välittömässä läheisyydessä, jolloin ne kohtaavat elinkaarensa loppupäässä olevia kaloja tai jopa altistuvat perkaamosta leviävälle kalataudinaiheuttajille. Vaikka eri ikäluokat pyrittäisiinkin kasvattamaan eri paikoissa, niin hyvien talvehtimispaikkojen puute johtaa usein siihen, että vanhempi ikäluokka talvehtii poikasten vieressä. Tilanne johtaa lopulta siihen, että yritysten kaikissa yksiköissä on vaikea kalatautitilanne, josta ei pääse eroon tyhjentämättä kaikkia yksiköitä kerralla.

Kalaterveysnäkökohdat tulisi huomioida jo siinä vaiheessa, kun laitoksille haetaan kasvatuslupia. Mikäli laitos kasvattaa kalaa yksivuotiaasta teuraaksi ja pitää välissä tuotantokatkoksen talven yli, niin kalatautien siirtyminen ikäluokasta toiseen ei muodosta suurta ongelmaa. Useampaa kasvatusyksikköä hyödyntävä yritys, joka kasvattaa kalaa pienistä poikasista teuraskokoon, tarvitsee tuotantosuunnasta riippuen ainakin poikaskasvatuspaikan, jatkokasvatuspaikan, jatkokasvatuspaikalle varapaikan sekä talvehtimispaikan. Pelkät ulkoiset puitteet eivät riitä, vaan laitosten hyödyntäminen on suunniteltava alusta loppuun. Tavoitteena on, etteivät kalataudit pääsisi leviämään yksiköstä toiseen tai ikäluokasta toiseen, eikä ulkopuoliselta laitokselta yrityksen eri yksiköihin.

Poikasia hankittaessa olisi jo oltava valmiit suunnitelmat siitä, missä yksiköissä niitä tullaan kasvattamaan seuraavien vuosien aikana. Näin voidaan välttää eri ikäluokkien kohtaamiselta. Ihannetilanteessa voitaisiin jopa jakaa eri poikastoimittajilta hankitut kalat eri yksiköihin.

Lisähaasteen tuovat kasvatettavat kalalajit. Eri lajeilla on hieman toisistaan poikkeavat vaatimukset tai sopeutumukset kasvatuspaikkojen suhteen. Kirjoloihen kasvatukselle on kertyneiden kokemusten perusteella pitkälle kehittynyt kuva ihanneolosuhteista. Siiankasvatus on siihen verrattuna lapsenkengissä. Siialla on periaatteessa kirjolohta korkeampi ihannelämpötila, eli se pystyy periaatteessa hyvään rehunkäyttöön vielä siinä vaiheessa, kun kirjoloihen optimilämpötila on ohitettu. Fysiikan lait tulevat kuitenkin silläkin vastaan, kun lämpötila on korkea ja kaloja on paljon. Käytännössä siika viihtyy paremmin, kun olosuhteet ovat suojaiset.

Uusien kalalajien kasvattamisen aloittaminen on pitkäaikainen prosessi, koska niiden optimaalisia kasvatusolosuhteita ei tunneta ennestään. Kirjoloihenkasvatukseen soveltuvat laitokset eivät välttämättä ole sopivia, jos kasvatetaan esimerkiksi kuhaa. Kun vaadittavat olosuhteet tunnetaan, edessä on vielä pitkä prosessi ennen kuin saadaan perustettua laitos sopivaan paikkaan.

Alkukasvatuspaikka

Alku- tai poikaskasvatuslaitos tarvitaan, jos aikomuksena on kasvattaa kalat 0-vuotiaasta asti. Pienet poikaset tarvitsevat suojaisen paikan, jossa ei ole voimakasta aallokkoa tai kovia virtauksia. Veden vaihtuvuuden tulee kuitenkin olla riittävä, jolloin veden happitilanne pysyy hyvänä.

Poikaskasvatuksessa kalojen lukumäärä on suuri, mutta kalamassa ja lisäkasvu ovat kuitenkin kohtalaisen pieniä, ja siksi laitoksen kuormittava vaikutus ei ole kovin suuri. Pieni kalamassa sallii myös hieman korkeammat vedenlämpötilat ilman, että veden happipitoisuus muuttuu rajoittavaksi tekijäksi. Hapenpuute vaikuttaa ensiksi ruokahaluun ja rehukertoimeen. Hapenpuutteesta johtuva stressi aiheuttaa usein kalataudin puhkeamisen. *Aeromonas s. salmonicida* -bakteerin aiheuttama paisetauti on hyvä esimerkki taudista, joka puhkeaa hapenpuutteen vaikutuksesta, ja sama koskee useimpia muitakin lämpimän veden bakteeritauteja (Wedemeyer, Meyer & Smith 1976).

Poikaskasvatus edellyttää tiheää ruokintaväliä ja valvontaa, minkä vuoksi laitosta ei tulisi sijoittaa huonojen kulkuyhteyksien taakse. Poikastoimitukset tapahtuvat yleensä autoilla, ja olisi eduksi, jos poikaset voitaisiin purkaa autosta suoraan kassiin.

Alkukasvatustalokselta kalat siirtyvät talvehtimispaikalle tai seuraavana keväänä jatkokasvatustalokalle, siten että laitos on tyhjä uuden ikäluokan saapuessa. Alkukasvatustalokka ei saisi koskaan sijaita perkaamolle saapuvien kalojen tai perkaamon käsittelemättömien jätevesien vaikutuspiirissä. Silmäloistartunnan (*Diplostomum* sp.) ja kalatäiden (*Argulus*) välttämiseksi on hyväksi, jos laitoksen välittömässä läheisyydessä ei ole runsasta vesikasvillisuutta.

Jatkokasvatustalokka

Jatkokasvatustalokassa kalat ovat jo isompia ja kalamassat suuria. Jotta voitaisiin ylläpitää riittävää happitasoa vedessä, edellytyksenä on riittävä vedenvaihto, eivätkä lämpötilatkaan saisi nousta kovin korkeiksi. Jatkokasvatustalokkaa ei tule sijoittaa alkukasvatustalokan tai perkaamon välittömään läheisyyteen.

Laitoksen rakenteet ovat niin tukevia, että ne kestävät aallokkoa ja voimakkaita virtauksia. Avoimessa paikassa kassien rakenteet eivät kuitenkaan kestä jäiden liikkeitä tai voimakkaita myrskyjä, minkä vuoksi kalat ja kassit on tarvittaessa siirrettävä suojaan talvehtimaan. Jatkokasvatustalokasta kalat siirtyvät teuraaksi tai talvehtimistalokkaan.

Varakasvatustalokka

Varakasvatustalokka on vaihtoehtoinen jatkokasvatustalokka, joka otetaan käyttöön siinä tapauksessa, että syntyy tarve saneerata jokin toisista jatkokasvatustalokista. Sitä saatetaan myös käyttää säännöllisen laitostarkennuksen yhteydessä. Säännöllinen kesannointi vähentää laitoksen kalatautipainetta ja antaa laitoksen lähiympäristölle mahdollisuuden palautua. Mikäli varakasvatustalokkoja on käytettävissä, yksittäisten laitosten säännöllinen kesannointi ei vähennä yrityksen tuotantokapasiteettia. Varakasvatustalokka tulee sijoittaa siten, että se ei ole toisen jatkokasvatustalokan välittömässä läheisyydessä.

Talvivarasto

Talvivarasto sijoitetaan suojaiseen paikkaan, jossa ei ole liian voimakkaita virtauksia ja jossa jäät pysyvät paikallaan. Suojaavan jääkannen alla alijäähtyneen veden muodostuminen on epätodennäköistä. Paikka, joka saa jääpeitteensä kovin myöhään, saattaa olla vaarallinen kovan pohjoistuulen aikana. Vaarana on, että veteen muodostuu jääkiteitä, jotka vaurioittavat kalojen kiduksia.

Kalojen peruskunnon ylläpitämiseksi kaloja ylläpitoruokitaan aika ajoin, mutta rehunkäyttö on suhteellisen pientä. Talvehtivia kaloja voidaan myös ottaa perkaukseen. Paikka valitaan tällöin niin, että kalojen nosto ja kuljetus on mahdollista talven aikana. Keväällä kalat siirtyvät jatkokasvatustalokseen.

6.7 Tuotantokatkokset

Suuri osa kalataudinaiheuttajista on ominaisuuksiltaan sellaisia, etteivät ne selviydy pitkiä aikoja vesiympäristössä ilman isäntää, kalaa. Säännöllisillä tuotantokatkoksilla voidaan täten katkaista kalatautien jatkuvuus laitoksella. Uusi kalamateriaali ei tällöin saa tartuntaa laitoksella ennestään olevista kaloista.

Norjassa tuotantokatkokset ovat pakollisia kasvatettaessa lohensukuisia kaloja. Kahden kuukauden mittaista tuotantokatkoksta edellytetään jokaisen tuotantokierroksen jälkeen, ja tuotanto on suunniteltava kahdeksi vuodeksi eteenpäin katkokset mukaan lukien. Kalaterveydellisten syiden vaatiessa viranomaiset voivat vaatia pidempää tuotantokatkoksta, tai että eri yritysten tuotantokatkokset tehdään samaan aikaan (FOR 2004). Tuotantokatkoksia suositellaan myös kalojen hyvinvoinnin varmistamiseksi, ja pääasiallinen tarkoitus on tällöinkin estää kalatautien kertyminen laitoksille ja niiden leviäminen sukupolvesta toiseen (Standing committee 2005).

Meillä eivät lainsäädäntö tai laitosten toimiluvat yleisesti edellytä tuotantokatkoksia, mutta kalaterveydellisistä näkökulmista näille olisi selvä tilaus. Jos ympäristölupaa haettaisiin esimerkiksi siten, että useamman laitoksen tuotantovolyyymi yhdistettäisiin, ja luvan sallima tuotanto voitaisiin kasvattaa valinnaisissa yksiköissä siten, että yksi yksikkö olisi jatkuvasti tyhjänä, tuotantokatkokset voitaisiin viedä läpi ilman tuotannonmenetyksiä. Ilman vaihtoehtoja kasvatuspaikkaa laitoksen kesannointi vaikuttaisi yrityksen tuotantoon tuotantosuunnasta riippuen jopa parin vuoden ajan.

Jos laitokselta tavataan vastustettavia kalatauteja (merialueella käytännössä virustaudit IPN-tautia lukuun ottamatta), viranomaiset voivat edellyttää laitoksen tyhjentämistä ja tuotantokatkoksta, jotta rajoittavat määräykset myöhemmin voidaan poistaa. Ellei viranomaisen toimeenpano laitoksen tyhjentämistä, tuotantokatkoksa tapahtuu kalanviljelijän kustannuksella. Usein on kuitenkin mahdollista kasvattaa kalat teuraskokoon ennen tuotantokatkoksen toimeenpanoa, mikä omalta osaltaan vähentää kustannuksia. Jos alueella sijaitsee useamman yrityksen tuotantoyksiköitä, tuotantokatkokset tulee pääsääntöisesti synkronoida siten, että alueen kaikki yksiköt ovat tyhjillään samanaikaisesti, muuten tuotantokatkoksen hyöty saattaa mitätöityä.

6.8 Kalaliikenne

Elinkeinon rakennemuutos on viime vuosina lisännyt kalaliikenteen määrää. Ruokakalatuotanto on keskittynyt harvempiin yrityksiin, joiden laitokset kuitenkin sijaitsevat laajalla alueella. Tiukentuneet hygieniavaatimukset ja tarve perkaamojen päästöjen vähentämiseen on johtanut siihen, että kalat perataan keskitetyksi suuremmissa perkaamoissa. Kaloja joudutaan kuljettamaan kasvatusyksiköstä perkaamolle, ja kuljetusmatkat voivat joskus olla pitkiä.

Eläviä kaloja siirrettäessä tauti voi tarttua kalasta toiseen kuljetuksen aikana, tai tauti voi siirtyä paikasta toiseen kuljetuksen seurauksena. Ensimmäinen vaihtoehto voi myös olla välillinen, jos taudinaiheuttaja jää kuljetuskalustoon edellisen kuljetustehtävän jäljiltä. Tau-

din leviämistä tapahtuu siirrettäessä taudinkantajia paikasta toiseen, kun tauti tarttuu kaloihin matkan varrelta (vedenvaihto, kuljetus avoimessa kuljetusvälineessä), tai kun tauti leviää taudinkantajista ympäristöön matkan varrella. Laitoksen ohi kulkevan kalaliikenteenkin seurauksena laitokselle saattaa siten kulkeutua kalatauteja. Sitä ei kuitenkaan pidetä kovin todennäköisenä, ellei kuljeteta akuutisti sairaita kaloja. (Guttvik & Hoel 2006).

Munro et al. (2003) tutkivat kalasiirtojen aiheuttamaa tautiriskiä ISA-taudin suhteen siirrettäessä kaloja teuraaksi. He tulivat siihen tulokseen, että elävien kalojen kuljettaminen kasseja hinaamalla muodostaisi suurimman riskin taudinaiheuttajien siirtymiselle lähtöaseman naapurilaitoksille tai matkan varrella sijaitseviin laitoksiin verrattuna siihen, että kalat lopetettaisiin lähtöasemassa tai ne kuljetettaisiin suljetussa sumpussa ohi muiden laitosten. Heidän suosituksensa on, ettei kasseja hinattaisi lainkaan, ellei siirrettävä matka ole lyhyt.

EU:n kalaterveysdirektiivissä vaaditaan, että kalakuljetukset on suoritettava vaarantamatta kalojen terveyttä matkan varrella tai määränpäässä. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että reitti ja mahdolliset vedenvaihdot on suunniteltava etukäteen, ettei kalatauteja pääse siirtymään matkan varrella. Lisäksi on mahdollisuuksien mukaan varmistuttava siitä, ettei kuljeteta sairaita kaloja ja että määränpäässä ei ole kalatauteja, jotka voisivat aiheuttaa sinne kuljettavien kalojen sairastumisen. Tässä kohtaa on myös syytä varmistaa, etteivät eri ikäluokat pääse tarpeettomasti kohtaamaan.

Kalasiirtojen tautiriskien mittakaava riippuu sekä siirtojen lukumäärästä että siirrettävistä kalamäärästä. Eri laitosten välisten kontaktien määrä on kuitenkin suurin riskejä lisäävä tekijä. Sijainninhjauksella ja laitosten oikealla hyödyntämisellä voidaan hyvällä suunnittelulla päästä siihen, että kalasiirrot kulkevat yhteen suuntaan, ja yksittäisellä kalaerällä on mahdollisimman pieni määrä kontaktilaitoksia. Yhdeltä laitokselta on turvallisempaa jakaa kalaa useaan laitokseen, kuin yhdistää kaloja useammasta laitoksesta yhteen laitokseen.

6.9 Huoltosatamat

Laitokset, joilla ei ole tieyhteyttä, tarvitsevat tukikohdan, jonka kautta tapahtuu laitoksen huoltoliikenne. Huoltoliikenne on ensisijaisesti rehu kuljetuksia, mutta siihen sisältyy myös kalatautien kannalta riskialttiimpain toimintaa, kuten kuolleiden kalojen talteenotto.

Riski tautien leviämiseksi kasvaa, kun samasta satamasta käsin hoidetaan useampaa laitossykköä, tai useampi laajalla alueella toimiva yritys toimii samasta tukikohdasta. Perkaamon yhteydessä sijaitseva tukikohta ei ole kalaterveysnäkökulmasta katsoen turvallinen, ja siksi huoltoliikenne tulisi eristää perkaamotoiminnasta. Huoltoliikenne tulee myös suunnitella siten, ettei päivittäisen työn yhteydessä pääse leviämään taudinaiheuttajia laitoksesta eikä ikäluokasta toiseen.

Päivittäistä huoltoliikennettä ei luokitella tartuntavaaraltaan korkean riskin toiminnaksi verrattuna elävän kalan kuljetukseen, talteenottoon tai lajitteluun käytettäviin välineisiin (Mun-

ro et al. 2003). Huoltoliikenne, joka kattaa useampia laitoksia, on aina suunniteltava siten, että kalaterveydelliseltä asemaltaan heikot laitokset hoidetaan viimeisenä.

Laitosten huoltotoimintaan kuuluu myös kasvatuskassien huolto. Kassien huolto tehdään sille varatulla alueella. Mikäli useamman laitoksen kasseja huolletaan keskitetysti, huolto-työmaalla ei saisi olla muuta kalankasvatustoimintaa. Työmaa järjestetään siten, etteivät liikkaiset kassit pääse missään vaiheessa kontaktiin puhdistettujen kassien kanssa.

6.10 Toiminta laitoksilla

Suunnittelulla ja sijainninohjauksella saadaan ulkoiset puitteet sellaiseen kuntoon, että perusedellytykset hyvälle kalaterveydetyölle täyttyvät. Päivittäisessä työssä pyritään hyödyntämään näitä perusedellytyksiä siten, että niille asetetut tavoitteet saavutetaan. Jos työt on suunniteltu hyvin, työläitä puhdistus- ja desinfiointitoimenpiteitä ei tarvitse tehdä jatkuvasti.

Laitostasolla on tärkeää pitää tautipainetta kurissa. Käytännössä tämä tarkoittaa kuolleiden kalojen säännöllistä poistamista. Samalla on syytä poistaa ja lopettaa sairast ja vahingoittuneet kalat, etteivät nämä levittäisi taudinaiheuttajia. Sairaista ja kuolleista kaloista leviää paljon taudinaiheuttajia, joten näiden käsittelyyn on varattava hyvät työkalut, suojavaatteet ja kuljetus-/säilytysastiat. Kuolleet kalat on syytä hapottaa niin pian kuin mahdollista, jolloin taudinaiheuttajat voidaan tehdä vaarattomiksi. Laitosyksikköä, jossa on huomattavaa kuolleisuutta, ei hoideta muiden töiden lomassa, vaan se hoidetaan viimeisenä, jonka jälkeen työssä käytetyt välineet puhdistetaan ja desinfioidaan.

6.11 Toiminta- ja omavalvontasuunnitelmat

Kalaterveysdirektiivi tuo mukanaan vaatimukset tautien leviämisen ehkäisemiseksi tehtävisistä toimenpiteistä. Lisäksi vaaditaan toiminta-/omavalvontasuunnitelma, jolla voidaan osoittaa yrityksen kalaterveyttä ylläpitävän toiminnan olemassaolo (2006/88/EY). Lisää tietoa toiminta- ja omavalvontasuunnitelmista on tuotettu KOR-projektissa (ÅA, LAP 2007).

Tavoitteet

- Laitokselta toimitettavien kalojen tulee täyttää niille asetetut terveysvaatimukset, jotta niillä voidaan käydä kauppaa tai niitä voitaisiin käyttää istutustarkoituksiin.
- Laitoksen kalaterveysseurannan, kalojen jäljitettävyyden ja yleisen laitoshygienian tulee täyttää asianmukaiset vaatimukset, jotta toimilupa voidaan myöntää.
- Laitoksen hygieniakäytäntö on asianmukainen, jolloin tautien kulkeutuminen ja leviäminen voidaan estää.
- Laitoksen järjestelmällisen kalaterveydetyön avulla vähennetään kalatautien aiheuttamaa taloudellista tappiota.
- Jokaisella toiminnalla on nimetty vastuuhenkilö, yrityksellä on nimetty kalaterveysvastaava

Kalaterveysäädösten edellyttämä kirjanpito/dokumentointi

Kirjanpito seuraavista asioista on löydettävä kultakin laitokselta (toimintasuunnitelmassa on myös kuvattava miten kirjanpito toteutetaan ja missä sitä säilytetään):

- Kaikista vesiviljelyeläinten ja niistä saatavien tuotteiden siirroista viljelylaitokselle tai sieltä pois, sekä laitoksen sisäiset siirrot kassista toiseen (jäljitettävyyden varmistaminen).
- Terveyden seuranta ja tulokset
 - Viranomaisten tekemät tarkastukset
 - Yksityisten tekemät tarkastukset/neuvontakäynnit
 - Tutkimustulokset
- Kuolleisuudesta kussakin epidemiologisessa yksikössä tuotantotyyppille soveltuvalla tavalla.

Esimerkki kalaeräkohtaisesta kirjanpidosta laitospäiväkirjassa:

Laitos ja kassi:		Kalaerä:		kanta ja vuosikerta:		lisätietoja	
muodostettu: pvm		-ostettu: pvm, toimittaja		-oma tuotanto:		-jakamalla kalaerästä:	
Tilanne	kala			kuolleisuus		poistettu	
pvm	lukumäärä	keskipaino	massa	lukumäärä	massa	lukumäärä	massa
Lääkitykset, tarkastukset, tutkimustulokset							

Kalojen hankinta

Kalojen hankinnasta vastaava varmistaa, että hankittavat kalat täyttävät vaatimukset kalaterveyden osalta. Suomessa laitoksille saa tuoda vain VHS-, IHN- ja ISA-taudeista vapaata mätää ja kaloja, sisävesialueella edellytetään lisäksi IPN- ja BKD-vapautta. Suomen sisäisissä siirroissa tarvitaan terveystodistus ainoastaan tuotaessa kaloja tai mätää VHS-rajoitusalueille. Kalojen on oltava kliinisesti terveitä, ja on tärkeää varmistaa, ettei toimittavalla laitoksella ole ollut selvittämätöntä lisääntyntä kuolleisuutta.

Kalojen vastaanotto:

Tavoite: Laitokselle tulevat kalat ja niiden dokumentaatio ovat asianmukaisessa kunnossa. Kuorman purku ei vaaranna kalojen terveystilannetta. Purkupaikka ei aiheuta kuljetuskalus-

tolle ylimääräistä tartuntavaaraa. Vastaanottoaika on kaloille mahdollisimman riskitön kalatautien suhteen.

Kaloja on seurattava kuormakirja, josta tulisi ilmetä seuraavat tiedot:

- päiväys
- myyjä/toimittava laitossyksikkö
- kalaerän tiedot; laji, erä/laatu/nimike, määrä kpl/kg
- kuljetustapa ja kuljettaja.

Kalojen terveystodistus tarvittaessa. Rokotetuilla kaloilla rokotustodistus tai kuormakirjan merkintä rokotuksesta (ajankohta, rokote). Tiedot kalojen mahdollisesti aikaisemmin saamasta lääkityksestä. (Laki eläinten lääkitsemisestä 617/1997 18§.)

Kalojen kunto tarkastetaan silmämääräisesti (poikkeuksellinen kuolleisuus, pintavauriot, haavat, evien kunto, silmät ja silmäloiset, selkärankavauriot ja muut epämuodostumat). Purku keskeytetään, jos on aihetta epäillä vakavaa kalatautia ja otetaan yhteyttä kalojen myyjään ja eläinlääkäriin. Tarvittaessa otetaan näytekaloja kalatautitutkimuksia varten. Näytekalat otetaan aina välittömästi, mikäli vastaanotettujen kalojen kunnossa on huomautettavaa. Kalat vastaanottaa nimetty vastuhenkilö.

Kalaterveyden seuranta ja valvonta

Vesiviljelyn tuotantoyritysten on päivittäin seurattava kalojen terveyttä ja pidettävä kirjaa kuolleisuudesta kussakin epidemiologisessa yksikössä tuotantotyyppille soveltuvalla tavalla sekä kalojen terveyden seurannan tuloksista. Kalaterveysvalvonnasta vastaa kalojen hoidosta vastaava henkilö. Päivittäin havainnoidaan mahdollisia oireita, ettei taudin puhkeaminen tulisi yllätyksenä. Apaattiset kalat kassin laidoilla, yksittäiset tummat kalat parvessa, pullistuneet silmät ja huonontunut ruokahalu ovat merkkejä uhkaavasta taudinpurkauksesta. Mikäli altaassa/laitoksella on useampia tällaisia kaloja, on välittömästi selvítettävä, mikä tämän aiheuttaa. Jos on aihetta epäillä virustauteja, on epäilystä *välittömästi* ilmoitettava laitoksen valvovalle eläinlääkärille.

Kirjanpito: Seurannan tuloksena ilmenneet poikkeavat havainnot kirjataan laitospäiväkirjaan. Kirjanpitoon liitetään dokumentit valvovan eläinlääkärin/yksityisten käynnistä, lähetetyistä näytteistä ja tuloksista.

Kuolleisuuden kirjaaminen ja seuranta

Kuolleet kalat poistetaan, mikäli olosuhteet sallivat, vähintään päivittäin. Huonokuntoiset, kuolemaisillaan olevat sekä vaurioituneet kalat lopetetaan, mikäli niillä ei katsota olevan selviämismahdollisuuksia. Poikkeuksellisesta/lisääntyneestä kuolleisuudesta tai kalatautioireista ilmoitetaan välittömästi kalaterveysvastaavalle.

Kirjanpito: Yksikkökohtainen kuolleisuus (lukumäärä/massa) kirjataan päivittäin laitospäiväkirjaan. Kirjaamisesta vastaa kalojen hoitaja.

Yleinen laitoshygienia

Henkilökunnan toiminta laitoksella:

Tavoite: Työskentelytavat minimoivat tautien kulkeutumisen kalaryhmästä toiseen. Henkilökunnan mukana ei kulkeudu taudinaiheuttajia laitokselle tai laitokselta.

Ohjeet: Henkilökunta käyttää laitoskohtaisia suojavaatteita ja työkenkiä. Jos sama henkilökunta hoitaa eri tautistatuksen omaavia laitoksia, taudista vapaat laitokset hoidetaan pääsääntöisesti ensimmäisinä.

Kuvaus toiminnasta: Suojavaatteet sekä niiden säilytys ja pesu. Henkilökunnan liikkuminen laitosten välillä. Desinfiointit.

Kalanviljelyvarusteet:

Tavoite: Kalanviljelyvarusteet eivät muodosta tartuntatietä kalaryhmästä toiseen.

Ohjeet: Jokaisella laitoksella on omat välineet. Mikäli on tarpeen siirtää välineitä laitokselta toiselle, ne tulee pestä ja desinfioida ennen siirtoa. Jos laitokselle tuodaan kalanviljelyvälineitä muualta, ne tulee desinfioida ennen käyttöönottoa. Käytettyinä hankitut välineet tulee pestä ja desinfioida erityisen huolellisesti ennen käyttöönottoa.

Kassien huolto:

Tavoite: Kassien huolto ei levitä taudinaiheuttajia ympäristöön, ja huolletut kassit ovat taudinaiheuttajista vapaita.

Ohjeet: Kassien huolto tehdään sille varatulla alueella. Mikäli useamman laitoksen kasseja huolletaan keskitetysti, huoltotyömaalla ei saa olla muuta kalankasvatustoimintaa. Työmaa järjestetään siten, etteivät likaiset kassit pääse missään vaiheessa kontaktiin puhdistettujen kassien kanssa. Uudet kalaryhmät vastaanotetaan kasseihin, jotka on pesty (tarvittaessa desinfioitu), kuivatettu ja värjätty ennen käyttöönottoa.

Kuvaus yrityksen kassihuollosta: Kuljetus, missä ja miten huolletaan, pesuaineet, värit, desinfiointi, likaisten ja puhtaiden kassien säilytys. Miten estetään mahdollisten taudinaiheuttajien leviäminen ympäristöön. Vastuhenkilö.

Rehut ja ruokinta:

Tavoite: Rehu ei joudu kosketuksiin taudinaiheuttajien kanssa. Lääkereichut on merkitty siten kuin lääkelaki vaatii.

Ohjeet: Varmistetaan, että rehutoimitukset tapahtuvat kulkuneuvolla, josta ei tartu kalataudin aiheuttajia rehuun tai rehupakkauksiin. Jos kulkuneuvoa on käytetty peratun kalan, perkeiden tai kuolleen kalan kuljetuksiin, se tulee pestä ennen rehu kuljetuksia. Rehuja säilytetään suojassa/suojattuina, etteivät haittaeläimet pääse niihin käsiksi. Rehuvaraston yhteydessä ei säilytetä puhdistamattomia/desinfioimattomia kalanviljelyvarusteita, eikä kuolleiden kalojen käsittelyyn liittyviä varusteita. Lääkerehuja säilytetään hyvin merkittyinä erillään muista rehuista.

Kuans rehusäilytyksestä ja ruokinnasta: Rehujen säilytys, kuljetus ja ruokinta, lääkerahujen säilytys ja merkintä.

Kirjanpito: Alkutuotantoasetuksen **134/2006** määräyksen mukaan

Kalaerä:	Rehu ja valmistaja (erä)	Toimitettu, pvm.	Toimittaja	Käyttö lopetettu (jos varoaika, lääkerahu)

Ulkopuoliset vierailijat ja työntekijät:

Tavoite: Vierailijat eivät muodosta tartuntatietä laitokseen/laitoksesta.

Ohjeet: Vierailijoiden pääsystä laitokselle päättää _____. Vieraille varataan sopivat suojavarusteet ja desinfiointivalmius laitoksen puolesta. Jos laitoksella on rajoittavia määräyksiä tai laitoksella on kuolleisuutta, tulee vierailuja välttää. Ilman isäntää vierailijoilta on pääsy kielletty laitokselle. Ohjeiden noudattamisesta vastaa vierailijoiden isäntä.

Mikäli kassien tarkastuksessa tai kuolleiden kalojen keräämisessä käytetään ulkopuolisia sukeltajia, luodaan desinfiointiohjeistus yhteistyössä heidän kanssaan. Sukeltaja vastaa siitä, että varusteet on desinfioitu laitokselle tultaessa, ja hänellä on varta vasten laadittu omavalvontajärjestelmä. Kalaterveysvastaava varmistuu siitä, että sukeltajalla on tarvittavat tiedot ja taidot suoriutuakseen laitteistonsa desinfioinnista. Pääsääntöisesti sukeltaja vastaa siitä, että varusteet desinfioidaan laitokselta poistuttaessa. Siirryttäessä yrityksen yksiköstä toiseen, sukeltaja ja yritys vastaavat yhdessä desinfioinnista tehdyn suunnitelman mukaan.

Työveneet:

Tavoite: Työveneet eivät muodosta tartuntatietä laitokselta toiselle, eivätkä vaaranna terveystilannetta matkan varrella. Käytössä olevat työveneet luetteloidaan ja määritetään, missä yksiköissä ja mihin työhön kutakin alusta pääsääntöisesti käytetään. Kullekin alukselle määrätään vastuuhenkilö, joka vastaa aluksen siisteydestä ja hygieniasta. Aluksilla on aluskohtaiset puhdistus- ja desinfiointiohjeet ja desinfiointivälineet.

Ohjeet: Huoltoliikenteessä käytettävät alukset pestään ja desinfioidaan säännöllisesti laaditun suunnitelman mukaan ja aina kun on kuljetettu kuolleita kaloja. Puhtaat työt, esim. rehunlisäykset, tehdään aina ennen likaisia töitä. Taudin leviämisen ehkäisemiseksi samasta satamasta tai samalla aluksella ei missään vaiheessa tulisi huoltaa eri tautistatuksen omaavia laitoksia. Mikäli tähän kuitenkin on tarvetta, huolletaan taudista vapaat yksiköt ensimmäisinä ja vasta sitten yksiköt, jotka eivät ole taudista vapaita. Alus on pestävä ja desinfioitava siirryttäessä työskentelemään taudista vapaalle yksikölle. Vältetään tarpeetonta kulkua aluksen ja kassien välillä. Aluksen kulkureitit ja satamapaikka suunnitellaan siten, ettei aluksen toiminta vaaranna kalaterveystilannetta muilla laitoksilla.

Puhdistus ja desinfiointiohjeet:

Tavoite: Pesut ja desinfioinnit suoritetaan ohjeiden mukaan, jolloin voidaan varmistua siitä, että tautien kulkeutuminen ja leviäminen eivät ainakaan johdu puutteellisesta desinfioinnista.

Ohje: Kaikille säännöllisille pesuille ja desinfioinneille laaditaan yksityiskohtaiset ohjeet ja tarkistuslistat. Ohjeista ilmenee vaadittavat toimenpiteet, käytettävät aineet sekä missä pesu ja desinfiointi suoritetaan, käyttöturvallisuus sekä missä aineita säilytetään. Desinfiointiaineille tehdään laimennustaulukot. Käyttöturvallisuustiedotteita säilytetään pesu- ja desinfiointiaineiden yhteydessä.

Koulutus

Tavoite: Kaikki työntekijät ovat tietoisia annetuista ohjeista, rajoituksista ja määräyksistä, jotka koskevat jokapäiväistä toimintaa. Kalojen hoidosta vastaavilla henkilöillä on perustiedot kalatauti-oireista ja ennaltaehkäisevästä kalaterveydenhuollosta. Vain ne työntekijät, jotka on perehdytetty asioihin voivat olla jostakin vastuussa.

Ohje: Kaikki työntekijät perehdytetään työn vaatimalla tavalla ohjeistukseen ja menettelytapoihin ennen kuin heille annetaan vastuullisia tehtäviä. Perehdyttämisestä voi vastata toinen työntekijä. Kalaterveysvastaava valvoo, että kaikki työntekijät on asianmukaisesti perehdytetty tehtäviinsä.

Omaavalvonta- ja laitoshygieniaohjeiden päivittäminen

Ohje: Kalaterveysvastaava päivittää ohjeistusta siten, että se on jatkuvasti ajan tasalla. Mikäli työntekijä havaitsee ohjeistuksessa puutteita, huomauttaa hän siitä kalaterveysvastaavalle ja ohjeistusta tarkennetaan tarpeen mukaan. Ohjelma lähetetään tiedoksi valvovalle eläinlääkärille.

6.12 Perkaamotoiminta

Perkaamoilla käsitellään viljelysyklinsä loppupäässä olevia kaloja, joilla saattaa olla taustallaan pitkä tautihistoria. Kun sinne lisäksi tuodaan kaloja useammasta laitostyöyksiköstä, tai jopa perataan useamman yrityksen kaloja, on selvää että perkaamo on "hot spot", kun puhutaan kalataudeista.

Jarp ja Karlsen (1997) totesivat tutkimuksessaan, että ISA-taudin kohdalla laitoksen ja perkaamon välisellä etäisyydellä on suuri merkitys. Jos etäisyys oli alle 5 km, sairastumisriski kasvoi 13-kertaiseksi verrattuna sitä suurempiin etäisyyksiin (tässä kohtaa on toki huomiotava Norjassa vaikuttavat vuorovesivirtaukset). Samaisessa tutkimuksessa todettiin kuitenkin, että perkaamot tai jalostamot, joilla oli jätevedenkäsittely, eivät aiheuttaneet lisääntyneitä riskiä.

Kalatautivaaran vuoksi perkaamojen yhteydessä ei tulisi kasvattaa tai säilyttää kaloja. Poikkeuksena on perattaviksi aiotut kalat, ja tällöinkin olisi pyrittävä mahdollisimman lyhytaikaiseen säilytykseen (Munro et al 2003).

Jos kaloja aiotaan perata talven aikana, voi kuitenkin olla välttämätöntä säilyttää näitä perkaamolla. Perkaamolta ei tulisi koskaan siirtää eläviä kaloja jatkokasvatettavaksi, tämä koskee myös uusien kalojen vastaanottoa.

Perkaamon yhteydessä ei tulisi säilyttää kalankasvatusvälineitä tai rehuja. Jos muuta vaihtoehtoa ei kuitenkaan ole, toiminta tulee eristää perkaamotoiminnasta siten, etteivät rehut ja työvälineet joudu kosketuksiin peratuista kaloista erittyneisiin kalataudinaiheuttajiin. Peratussa kalassa, joka matkaa kylmäsäilytysketjussa, säilyvät kalaviruksetkin pitkiä aikoja. Pakkauksista kuljetuksen aikana vuotavat nesteet muodostavat siten kalatautivaaran.

Perkaamon yhteyteen voidaan sijoittaa kuolleiden kalojen käsittely, kunhan elintarvikehygieniset aspektit huomioidaan.

6.13 Haittaeläimet

Hylkeiden, lähinnä hallien (*Halichoerus grypus*), kalanviljelyelinkeinolle aiheuttamat vahingot ovat viime vuosina lisääntyneet. Laitoksia on vaikea suojata niin hyvin, ettei hyljevahinkoja syntyisi. Hylkeet pystyvät vahingoittamaan ja tappamaan kaloja kassien havaksen läpi, ja lisäksi hylkeiden läsnäolo stressaa kalaa, mikä altistaa kalataudeille. Ahvenanmaalla VHS-tauti on usein puhjennut heti hylkeiden vierailujen jälkeen.

Laitoksia voidaan jossain määrin suojata hyljeverkoin, hyljekarkoittimista ei sen sijaan ole ollut merkittävää apua. Talvivarastoinnissa on eduksi, jos avovesi on riittävän kaukana, jolloin hallit eivät voi oleskella laitoksella.

Linnut, (lokki, haikarat, kalasääsket ja merimetsot) käyvät laitoksilla kala- tai rehuaterian toivossa, minkä vuoksi kassit on suojattava lintuverkoilla. Lintujen uloste saattaa sisältää

kalojen silmäloisten munia (*Diplostomum*), jotka saattavat tarttua kaloihin, jos väli-isäntiä on paikalla (kotilot). Loisista on eniten haittaa, jos ne tarttuvat nuoriin kaloihin, jolloin silmävauriot ehtivät kehittyä pitkälle ennen kalan teurastamista.

6.14 Riskitekijät

Sijainninhjauksessa huomioitavat riskitekijät ja lähtökohdat kalaterveysnäkökulmasta katsottuna:

Korkeariskinen toiminta:

- perkaamo ilman jätevedenkäsittelyä
- kalanjalostamo ilman jätevedenkäsittelyä (huom. pakastettua kasvatettua kalaa käsittelevät laitokset ovat riskialttiita, koska niissä syntyy sulamisvettä, joka saattaa sisältää taudinaiheuttajia)
- kalanviljelylaitos, jossa esiintyy tautia (ainakin alkukasvatus riittävän kauaksi jatkokasvatuksesta!)
- kalasatama, jossa käsitellään runsaasti kalaa ja josta pintavedet valuvat mereen

Suunnitellaan toiminta:

- Laaditaan kalaterveyden toiminta- ja omavalvontasuunnitelmat kalaterveystyölle.
- Eri ikäluokkia kasvattavien laitosten väliset kontaktit ovat mahdollisimman vähäisiä.
- Käytetään mahdollisimman harvoja poikastoimittajia, jolloin ulkopuolisten kontaktien määrä vähenee.
- Mitoitetaan laitokset siten, ettei synny turhaa tarvetta jakaa jatkokasvatuksessa olevia kalaryhmiä edelleen eri laitoksille.
- Laitoshuollon myötä ei synny ylimääräisiä laitostenvälisiä kontakteja.
- Jos alueella on useamman yrityksen yksiköitä, toiminta tulisi koordinoita myös yritysten kesken.
- Suositeltava etäisyys > 5 km kalanviljelylaitoksesta, elleivät ympäristöolosuhteet (esim. virtaukset) muodosta luonnollista estettä tautien leviämiseksi.
- Eri ikäluokat pyritään kasvattamaan erillään.
- Luodaan mahdollisuus säännölliseen tuotantokatkokseen, eli kaavoitetaan kasvatuspaikoille varapaikat.

7 KASVATUSALUEIDEN SAATAVUUS JA HANKINTA

7.1 Vesialueiden omistusoikeudet rannikkoalueilla

Sirkku Ojanperä

Sijainninhjauksen avulla löydetyt vesiviljelyalueet eivät välttämättä ole helposti saatavissa viljelykäyttöön, vaikka ympäristölliset, logistiset, naapurusto- ja sosioekonomiset ym. seikat alueen käyttöä puoltaisivatkin. Vesialueen hankkimisessa kasvatuskäyttöön onkin monia ongelmakohtia, mikäli yrittäjällä ei ole omaa, tarkoitukseen sopivaa, vesialuetta.

Vesi- ja ranta-alueiden omistus on Suomessa pääsääntöisesti yksityistä. Merta koskevat omistusoikeudet jakaantuvat yleensä alueen kylien ja valtion kesken. Kylän käsitteellä tarkoitetaan niitä tiloja, joilla on osuus kylän yhteisiin vesialueisiin. Kylän oikeus vesialueeseen rajautuu viidensadan metrin päähän siitä kohdasta rantavettä, josta normaalin vedenkorkeuden aikana alkaa kahden metrin syvyys (eli ns. rantamatala). Rantamatalasta ulospäin ovat valtiolle kuuluvat vesialueet. Kylien ulkopuolella olevien, kylälle kuuluvien saarien rantamatalat kuuluvat kylien omistukseen. Muut kylän vesialueen ulkopuoliset saaret ja luodot rantamataloineen ovat valtion omaisuutta.

Rekisterikylien sisällä vesialue jakaantuu osakaskuntien (useamman tilan yhteisomistuksessa oleva vesialue) ja yksityisten omistamiin lohkoihin. Kylän vesien ja valtion vesialueiden välinen raja on vahvistettu erillisissä maanmittaustoimituksissa.

Valtion omistamat vesialueet jakautuvat ulkoisiin ja sisäisiin aluevesiin. Talousvyöhykkeeksi kutsutaan alueita, jotka rajautuvat Suomen aluevesiin. Laki Suomen talousvesivyöhykkeestä antaa nykyisin laajat oikeudet valtiolle suojelupäätöksissä ja alueen taloudellista hyödyntämistä koskevissa asioissa.

Vesialueiden pohjien omistus on verrattavissa maa-alueiden omistukseen, joten sitä ei saa ottaa käyttöönsä ilman omistajan lupaa. Jakamattomien vesialueiden rantakiinteistöjen edustojen vesialueet eivät kuulu tavallisesti rantakiinteistöille. Myöskään maanpinnan kohoamisesta vapautuvat maa-alueet eivät siten kuulu rantakiinteistöön, vaan vesialueen omistajalle. Vedenkäyttöoikeus (hallintaoikeus) on ensisijaisesti vesialueen omistajalla. (Ympäristöministeriö 2005.)

7.2 Vesialueen vuokraus

Sirkku Ojanperä

Vesialueiden pirstoutuminen eri omistajien ja osakaskuntien alueelle hankaloittaa vesialueen vuokraamista. Osakaskunnan jäsenet eivät välttämättä halua vuokrata tai kaikki osakkaat eivät ole yksimielisiä alueen vuokraamisesta kasvatuskäyttöön.

Yhteisten vesialueiden muut käyttäjät (mm. virkistyskalastajat ja ammattikalastajat) kokevat joskus yhteiselon hankalaksi viljelylaitosten kanssa. Viljelylaitosten rakenteet, ankkuroinnit ym. saatetaan kokea kalastuksen haittana.

Mikäli kalankasvattaja on vesialueen osakas, vesialueen käyttö on kalankasvatukseen lähtökohtaisesti parempi. Omassa omistuksessa olevalle vesialueelle voi hallintaoikeuden puolesta perustaa kalankasvatussyksikön. Ympäristölupaa vesiviljelyyn ei ole mahdollista saada ilman, että alueeseen on käyttöoikeus.

7.3 Vesiviljelyalueen kaavoitus

Eero Löytönen

Alueen kaavoittaminen vesiviljelyalueeksi tuo etua viljelijälle ympäristölupien hankkimisessa, sekä siinä, että samalle alueelle ei ole tulossa esim. kesämökkejä, joiden kanssa alueen käytöstä saattaisi muodostua eturistiriitaa. Maankäytön suunnittelusta ja kaavoituksesta säädetään maankäyttö- ja rakennuslaissa vuodelta 2000. Alueiden käytön suunnittelujärjestelmään sisältyvät valtioneuvoston määrittelemät valtakunnalliset alueiden käyttötavoitteet, maakunnan liittojen laatimat maakuntakaavat ja kuntien tekemät yleis- ja asemakaavat.

Kaavoja varten laaditaan runsaasti erilaisia perusselvityksiä alueen luonnosta, rakennetusta ympäristöstä, väestöstä, työpaikoista, liikenteestä ja ympäristövaikutuksista. Ne on laadittava vuorovaikutteisesti, osallistumisesta ja vaikutusten arvioinnista tehdään erillinen suunnitelma. Kaavat ja suunnitelmat on esiteltävä julkisesti ja kaikilla, joiden oloihin suunnitelmalla voi olla vaikutusta, on oltava mahdollisuus ottaa niihin kantaa. Vesialueita ei maankäytön suunnitelmissa tai kaavoissa juuri käsitellä. Merkinnät koskevat lähinnä suojelua tai ranta-alueisiin liittyvää rakentamista. Vesialueiden toimintaa ei ohjata kuntien tai liittojen kaava-suunnitelmissa vaan lähinnä ympäristölupamenettelyllä.

8 VESIVILJELY JA POLITIIKKA

8.1 Meriviljelyn ympäristölupapolitiikka

Sirkku Ojanperä

Suomessa on vesiviljelyllä sangen lyhyet perinteet, teuraaksi kaloja on alettu kasvattaa nykyisessä muodossaan vasta oikeastaan 1970-luvulla. Tällöin, 1970–80-luvulla, vesiviljely oli usein lisätulonlähde kalastajille. Laitosyksikköjen koot olivat alkuaikoina melko pieniä, koska silloin vasta opeteltiin vesiviljelymenetelmiä. Laitokset perustettiin lähelle omaa kotisatamaa, jotta viljely olisi sujunut luonnikkaasti lähellä kotia.

1980-luku oli vesiviljelijöille kulta-aikaa. Kirjolohen myynnille oli silloin hyvät markkinat kotimaassa ja myyntihinta kohtuullinen. Kasvatuksen menetelmät, kasvatettava kalamateriaali ja rehut kehittyivät kovaa vauhtia. Viljelylupia sai suhteellisen helposti, joskin ne olivat hyvin pieniä. Kasvatuspaikkoja syntyi tiheään tahtiin pitkin saaristoa. Lupia myönnettäessä ajateltiin hajasijoittelun olevan paras vaihtoehto ympäristönkin kannalta. Vähitellen tilanne ajautui kuitenkin siihen, että markkinat tulivat täyteen kotimaista kirjolohta, kilpailu kiristyi ja kalan hinta romahti. Kasvatuslupien leikkaukset alkoivat kuormituksen pienentämiseksi. Kalanrehut ja kasvatusmenetelmät kehittyivät ammattitaidon kasvaessa, mutta kalankasvatuksen huono maine ympäristövaikutuksien osalta oli jo hankittu. Määräykset tiukkenivat tiukkenemistaan. Kalankasvatus muuttui nopeasti kannattamattomaksi. Sitten tulivat vielä markkinoille polkuhintainen norjalainen kasvatettu lohi ja kirjolohi. Vaikka kalankasvatuksen vesistökuormitus oli saatu putoamaan pieneen osaan entisestään, lupaleikkaukset jatkuivat edelleen, koska kalankasvatuksen huono maine ympäristön pilaajana oli edelleen ihmisten mielissä.

Seurauksena tälle kehityshistorialle oli, että pieniä kasvatuslupia oli paikoin hyvin tiheästi ja usein heikoilla kasvatuspaikoilla, etenkin sisäsaaristossa. Pudotuspelissä jäljelle jääneet ammattitaitoisimmat yrittäjät ostivat näitä vapautuneita kasvatuslupia 1990-luvulla entisiltä kasvattajilta volyyymiä lisätäkseen. Kirjolohi oli muuttunut volyymituotteeksi edellä kuvatus-ta kehityshistoriasta johtuen. Tästä kaikesta on ollut seurauksena, että vesiviljely-yrityksillä on vielä nykyisinkin, 2000-luvulla, huono logistiikka. Yhdellä yrityksellä saattaa olla hallinnassaan vaikkapa 15 eri kasvatuspaikkaa, ja lupien sallima tuotantomäärä kuitenkin alle miljoonan kilon. Välimatkat toimipaikkojen välillä voivat pahimmassa tapauksessa olla kymmeniä maileja. Tämä tilanne heikentää edelleen vesiviljelyn muutoinkin heikkoa kannattavuutta, koska siirto- ja hoitomatkat ovat kohtuuttoman pitkiä, ja pienissäkin yksiköissä on usein oltava tästä syystä omat hoitajansa.

Ympäristöluvat ovat nykyisin hyvin lyhyen ajan voimassa lupaprosessin jälkeen. Tämän lisäksi yrittäjät pelkäävät lupiensä leikkaamista seuraavalla lupakierroksella. Kirjolohen ulosmyyntihinta on edelleen alhainen ja vesiviljelytoiminnan kannattavuus on heikko. Näiden syiden vuoksi yrittäjät eivät uskalla lainkaan sitoutua investointeihin, ja tämä rajoittaa kalanviljelyalan kehitystä.

8.2 Alue- ja kaavoituspolitiikka

Sirkku Ojanperä & Eero Löytönen

Ympäristön tila Saaristomeren alueella on tällä hetkellä heikohko. Tähän tilanteeseen vaikuttavat erityisesti Suomenlahdelta tuleva taustakuormitus ja heikot virtausolosuhteet saariston sokkelaisuudesta johtuen. Suomenlahteen tulee huomattava osa kuormituksesta Nevaan myöten, mutta kuormitusta tulee myös kaikkien muidenkin rannikkovaltioiden jokivesien mukana. Muu Saaristomeren kuormitus muodostuu pääosin maatalouden ja yhdyskuntajätevesien kuormituksesta, sekä lisäksi tulee ilmalaskeuman kuormitus. Saaristomeren tilaan vaikuttaa luonnollisesti myös saaristossa tapahtuva toiminta, kuten vapaa-ajan asutuksen ja vakituisen asutuksen jätevesikuormitus, maatalous- ja muu elinkeinotoiminta, laivaliikenne, huviveneily sekä kalatalouden (vesiviljely ja jalostus) aikaansaama kuormitus. Saaristomeren kuormitusta, myös vesiviljelyn osalta, tulisikin voida siirtää väljemmille vesille ja siten parempien virtausten alueille, jolloin vesiviljelyn haitat voitaisiin minimoida.

Saaristomeri ja Selkämeri luokitellaan päätöksenteossa erillisiksi hallintoalueiksi, eikä kuormituksen siirtäminen eri alueiden välillä ole ollut mahdollista. Kummallekin merialueelle on annettu omat päästötavoitteensa, joista virkamiehet pyrkivät pitämään tiukasti kiinni, eikä kokonaistilannetta näin ollen ole pystytty aikaisemmin huomioimaan. Tätä ongelmaa tullaan käsittelemään Maa- ja metsätalousministeriön ja Ympäristöviraston välisessä skenaariotyössä vielä kuluvan vuoden aikana. (Halonen 2007.)

Kalankasvatuksen ympäristölupien saanti helpottuu, jos kasvatuspaikka on kaavoitettu vesiviljelyalueeksi. Kaavoitus taas helpottuu, mikäli alue on seutukaavassa varattu kalatalousalueeksi.

Vesialueiden aluepolitiikan toteuttaminen Varsinais-Suomessa

Varsinais-Suomessa saaristomeri on nähty tärkeäksi vetovoimatekijäksi, jonka tilaa on pyritävä parantamaan. Varsinais-Suomessa on toiminut jo vuosia laaja Pro Saaristomeri -yhteistyö, jonka puitteissa erilaisia toimenpiteitä Itämeren tilan parantamiseksi on selvitetty. Tähän työhön liittyen käynnistettiin erillinen Varsinais-Suomen rannikkoalueen hoito- ja käyttöstrategia -hanke, joka toteutettiin EU:n LIFE-ohjelman rahoituksella vuosina 2001–2004. Hanke liittyi osaltaan ajankohtaiseen kansalliseen rannikkostrategiatyöhön. Hankkeessa kohdealueena oli Uusikaupunki, joka oli mielenkiintoinen alue, koska sen rannikko- ja vesialueille kohdistuu poikkeuksellisen monipuolisia tarpeita ja odotuksia sekä virkistystyksen että elinkeinotoiminnan taholta.

LIFE-hankkeessa käsiteltiin paikallisissa työryhmissä Uudenkaupungin rannikkoalueen käyttö- ja hoitosuunnitelmaa. Keskeiset ristiriitatekijät ja toimenpidesuosituksot koottiin yhteen. Työ jatkuu EU:n hyväksymän ICZM-mallin eli yhdennetyn rannikkoalueiden käytön ja hoidon mallin puitteissa. Maakunnan liitot ovat työssä keskeisiä toimijoita.

Erityiskysymyksenä hankkeessa oli kalanviljely ja kalatalouden toimintaedellytysten turvaaminen. Vesistön kannalta todettiin tärkeäksi toiminnan kehittäminen siten, että haittavaiku-

tuksia voitaisiin vähentää laitosten sijainnin ja toiminnan ohjauksella. Suunnitelmassa ei kuitenkaan vielä päästy kokonaistarkasteluun, jossa sekä elinkeinotoiminnan vaatimukset että ympäristö olisi voitu ottaa kokonaisvaltaisesti huomioon. Työtä jatketaan alueen maakuntakaavan laadinnassa, jossa on tarkoitus käsitellä vesialueiden käyttöä myös kalatalouden näkökulmasta ja tarvittaessa osoittaa vesiviljelyyn sopivat alueet ja tehdä tarvittavat alueva-
raukset kaavaan. Tämä edellyttää luonnollisesti riittävien selvitysten tekemistä toiminnan taloudellisista ja ympäristövaikutuksista.

8.3 Ympäristö- ja elinkeinopolitiikan kehittämishaasteet

Kari Ranta-aho

Ympäristöongelmien laajentuminen ja yhteiskunnallistuminen on merkinnyt sitä, että ympäristökiistojen ratkaisumalliksi ei enää kelpaa yhden selityksen malli. Arvot, intressit ja luonnontieteelliset käsitykset ovat nykyään laajemman tarkastelun alla kuin aikaisemmin. Uskaltaudumme käsittelemään/purkamaan ongelmavyöhydettä ja siihen vaikuttavia käsityksiä tiedon luonteesta ja rationaalisuudesta. Suunnittelukäytäntöjen ja hallinnon toimintojen kehittäminen on erittäin tärkeää etsittäessä ratkaisuja ympäristö- ja elinkeinopolitiikan vastakainasetteluun Suomen rannikkoalueilla. Se, mihin suuntaan ympäristö- ja kalatalouspolitiikkaa (vesiviljelyn elinkeinopolitiikkaa) lopulta todella toteutetaan, riippuu monista tekijöistä. Kestävän kehityksen näkökulmasta tarkasteltuna on tähän mennessä huomioitu vain ns. ekologinen ulottuvuus sosiaalis-taloudellisen ulottuvuuden jäädessä vähemmälle huomiolle.

Ympäristöpolitiikan ensisijainen lähtökohta on tietysti luonnonsuojelullinen ja elinympäristön muuttumattomuutta korostava näkemys. Ympäristönsuojelua ohjaa vahvasti ennaltaehkäisyn ja haittojen minimoimisen periaate, parhaan käyttökelpoisen tekniikan periaate, ympäristön kannalta parhaan käytännön periaate ja aiheuttamisperiaate (=likaaja maksaa -periaate). Tavoitteena on hyvä ympäristön tila ja ekologisesti kestävä kehitys.

Ympäristölupajärjestelmämme rakentuu taasen periaatteelle, jossa kaikille toimenpiteille, jotka voisivat muuttaa tai pilata maaperää, vettä tai ilmaa, tarvitaan lupa. Lupia myönnetään vesilain, ympäristönsuojelulain, luonnonsuojelulain sekä maankäyttö- ja rakennuslain nojalla. Kalankasvatuksen verkkoallasluvut käsitellään ympäristölupavirastoissa pääasiassa vesilain ja ympäristönsuojelulain näkökulmasta.

Kansallisia tai EU-tason mukaisia elinkeinopoliittisia linjauksia ei lupaprosessissa huomioida lainkaan vaan toiminnan vaikutukset vesistöön (rehevöitymisuhka) ja vesistön käyttöarvon mahdolliset alentumiset (erityisesti virkistyskäyttöarvot kesämökkiläisille) arvioidaan varsin pragmaattisesti vakiintuneiden käytäntöjen mukaan. Kuulemismenettelyssä huomioidaan kalatalous- ja ympäristöviranomaisen näkemykset ja vaatimukset sekä vaikutusalueen kiinteän asutuksen ja kesämökkikiinteistöjen huomautukset. Intressivertailusta voidaan todeta, että ns. etäisyystekijät kiinteistöjen ja kasvatuskassien välillä sekä vedenlaadun huonontumisriskit ja virtausolosuhteet omalta osaltaan ovat myös merkittäviä tekijöitä, jotka ympäristölupavirasto ottaa huomioon.

1990-luvulta lähtien kalankasvatuksen ympäristölupapolitiikkaa ja ympäristölupahakemuksen päätösprosessia ovat ehkä merkittävimmin ohjanneet Valtioneuvoston periaatepäätökset vesiensuojelun tavoiteohjelmista, jotka erityisesti kaudella 1999–2005 asettivat kalankasvatuksen toimialalle määrällisen kuormituksen alentamistavoitteen (1/3 kuormitusvähenemä verrattuna v. 1993 kuormitustasoon). Uudessa valtioneuvoston periaatepäätöksessä kaudelle 2006–2015 kalankasvatuksen toimialaa ei enää lähestytä määrällisellä kuormituksen alentamistavoitteella vaan lähinnä parhaan käyttökelpoisen tekniikan periaatteella.

Suunnittelukäytäntöjen ja hallinnon päätösprosessien kehittämiseen liittyen 2000-luvulla on noussut uusia merkittäviä uudistamistarpeita esille. Ensinnäkin on huomioitava, että kalankasvatuksen toimiala on yhtenä harvoista saavuttanut sille asetetut vesiensuojelulliset kuormituksen alentamistavoitteet. Toisaalta ns. aluepoliittiset ja rannikkoalueiden kestäväälle kehitykselle asetetut tavoitteet (= Integrated Coastal Zone Management Strategies) ovat selvästi lähentäneet vesialueiden käyttöpolitiikkaa ohjaavien viranomaistahojen ja sidosryhmien yhteistyötä. Hyvänä esimerkkinä tästä on mm. Varsinais-Suomessa ja Uudessakaupungissa toteutettu LIFE-Coastra -hanke. On myös ymmärretty, että Saaristomeren tila on riippuvainen valuma-alueiden käyttöpolitiikasta.

Vesialueiden moninaiskäyttö on tosiasia, jota on ryhdytty tarkastelemaan eri käyttäjaintressien tarpeet huomioiden. Edessä on selvästi aikakausi, jolloin maakuntaliittojen ja kuntien/kaupunkien kaavoituskäytännöt ja toisaalta kalatalous- ja ympäristöviranomaisten hyödyntämistavoitteet ja suojelutarpeet on pystyttävä aiempaa paremmin yhteensovittamaan. Puhumme sijainninhjauspolitiikasta, jonka läpiviemisessä myös kalankasvatuselinkeinon toimintaedellytysten turvaaminen on paremmin toteutettavissa.

Osallistavan suunnittelun toteutus hallintokäytäntönä on kuitenkin pitkä prosessi ja erityisesti Suomen ympäristökeskuksen ja ympäristölupavirastojen saaminen mukaan tähän käytäntöön on haaste, johon kannattaa tarttua. Hyvällä suunnittelu- ja lupakäytännöllä voidaan varmasti vähentää paikallisia ja alueellisia intressiristiriitoja ja samalla turvata myös ekologinen ja sosiaalinen oikeudenmukaisuus ruuantuotannossa rannikkoalueillamme – alentamatta vesistöjen muita käyttöarvoja.

9 TYÖKALUJA SIJAINNINOHJAUKSEEN

Sirkku Ojanperä

9.1 Yritysten sijainninhjauksen talousvaikutusten arviointi

Alla on esimerkki vesiviljelyn laskentatyökalusta, joka on tarkoitettu käytettäväksi vesiviljely-yrityksissä sijainninhjauksen kustannusvaikutusten arviointiin. Ruotsinkielinen versio laskentatyökalusta on liitteenä 2.

Sijainninhjaukseen liittyvät logistiikkakustannukset

- Logistiset kustannukset yhteensä
- Hankintakustannukset
- Työkustannukset
- Muut kustannukset
- Investointikustannukset
- Rahoituskustannukset

Sijainnista aiheutuva tuotantomäärä

- Tuotantokoko kg/perattua kalaa

Kiinteiden tuotannon keskittämisestä johtuvien kustannusten erittely

Rakennus, vesi ja maa-alue kustannukset yhteensä

- Vuosipoistot
- Vuokrat
- Huoltokustannukset

Ruokintajärjestelmien kustannus yhteensä

- Vuosipoistot
- Huoltokustannukset
- Käyttökustannukset (datasiirto, sähkö)

Verkkokassien ja rakenteiden kustannus yhteensä

- Vuosipoistot
- Huoltokustannukset

Veneiden (ja muiden koneiden) kustannus yhteensä

- Vuosipoistot
- Huoltokustannukset

Tuotantolupien hinta yhteensä

- Lupien hinta
- Ulkopuoliset palvelut
- Oman työn hinta

Vesistöntarkkailun kustannukset yhteensä

- Velvoitetarkkailulupamaksut
- Viranomaistarkkailun kuluerät
- Oman työn hinta

Muuttuvien tuotannon keskittämisestä johtuvien kustannusten erittely

- Rehukustannus
- Työvoiman kustannus
- Työvoiman tarve tuntia
- Työvoiman keskimääräinen kustannus sivukuluineen
- Polttoaineen kustannus

Rahoituskustannukset

- Pitkäaikainen korkokustannus
- Lyhytaikainen pääomakustannus
- Korkokustannus
- Keskimääräinen poistoaika investoinneissa vuosina
- Pääomatuotto
- Varaston kiertonopeus (jos ei tiedossa, käytä keskimääräistä 2,5)

Kalankasvatusyksikköihin liittyvät muuttuvat työ- ja polttoainekustannukset

- Kasvatusyksikkö 1, 2... jne.

Kalojen ruokintaan kuluva aika yhteensä

- Edestakainen matka-aika keskimäärin
- Ruokinnan ja huoltotyön aika
- Kertaa vuodessa keskimäärin

Kalojen ruokintaan ja huoltoon kuluva polttoainekustannus yhteensä

- Edestakaisiin matkoihin kuluva polttoaine keskimäärin
- Polttoaineen hinta

Kalojen ja altaiden siirtoihin kuluva aika yhteensä

Kalojen ja altaiden siirtoihin kuluva polttoainekustannus yhteensä

- Matkoihin kuluva polttoaine yhteensä
- Polttoaineen hinta

Arvio sähkön kulutuksesta ja datamaksuista (Kankainen 2007b.)

9.2 Vesialueen avoimuuden ja veden vaihtuvuuden arviointi

Ahvenanmaalaisissa vesiviljelyn ympäristölupahakemuksissa ilmoitetaan vesialueen avoimuus Ea-indeksilukuna, jonka on tarkoitus kertoa veden vaihtuvuudesta kasvatuspaikalla. Ahvenanmaan indeksiluvut ovat vaihdelleet alkaen 0,25:stä. Laskentaperusteena on käytetty vesistön pinta-alaa ja aukkojen pinta-alaa (=salmen syvyys x aukon leveys. (Mehtonen 2000.) (Ruotsinkielinen versio on liitteenä 3)

$Ea = (At/a) \times 100$, jossa:

At = yhteenlaskettu aukkojen pinta-ala (km^2)

a = vesistön pinta-ala

Ea = avoimuusindeksi

9.3 Aluevalinnan ja ympäristövaikutuskriteerien arvolaskenta

Sijainninohjaustyön kasvatuspaikkavalinnassa tulee jollakin keinolla arvottaa vaihtoehdot kasvatuspaikat. Tämän lisäksi tulee miettiä sijainninohjauksen laajuusvaihtoehdot ja arvottaa ne. Sijainninohjauksessa voidaan esimerkiksi verrata kolmea eri kasvatuspaikkaa (A, B, C) toisiinsa ja miettiä, mikä näistä alueista olisi paras, kun kaikki sijainninohjauskriteerit otetaan huomioon. Nolla-vaihtoehtona on nykytila, joka tulee myös ottaa vertailuissa huomioon

Yksinkertaisimmillaan sijainninohjauksen kriteereitä voidaan arvottaa käyttämällä arviointitaulukkoa, jossa eri kriteereille annetaan arvoja esimerkiksi nolasta kymmeneen, jolloin nolla on alueen hylkäyksen aiheuttava arvo. Kaikki arvoitettavat asiat on käännettävä positiivisiksi seikoiksi sijainninohjauksen kannalta, koska negatiivisia lukuja ei menetelmässä käytetä (esim. alueella on vähän naapureita, vrt. alueella on runsaasti naapureita).

Pidemmälle vietyä laskenta voidaan toteuttaa siten, että käytetään ympäristöjärjestelmien rakentamisen yhteydessä käytettyä arviointikaavaa. Tämä malli on muuten samanlainen kuin edellä, mutta siinä käytetään arviointimenetelmänä kaavaa, jossa arvot ovat esim. vakavuus (laki, lupavelvoite) x laajuus x toistuvuus x hallittavuus. Varsinainen pisteytys on aina tekijän näkemys, joten yhden henkilön on tehtävä koko laskenta, jotta siitä tulisi yhdenmukainen. (Ruotsinkielinen versio on liitteenä 4.)

10 SIJAINNINOHJAUKSEN KOKONAISVAIKUTUKSET

Sirkku Ojanperä

Mikäli vesiviljelylaitoksia halutaan viranomaistahoilla aidosti siirtää pois sisäsaaristosta, kuormituksen kasvua uudella sijoituspaikalla tulee jonkin verran sietää kokonaisetujen saavuttamiseksi. Kasvatuslupamäärien (rehun sisältämät ravinnemäärät tai kuormituslupa) kasvattaminen uudessa kasvatuspaikassa on perusteltua, koska vesiviljelyn kokonaisvolyymiä maassamme tulee kasvattaa EU:n kalatalouspoliittisten-, työvoima- ja aluepoliittisten seikkojen vuoksi, sekä erityisesti siksi, että vesiviljely-yritykset saadaan sitoutumaan sijainninhjaukseen. Samasta syystä ympäristölupien tulisi olla toistaiseksi voimassa olevia, ja niitä tarkasteltaisiin aika-ajoin lupachtojen osalta ilman erillistä uutta ympäristölupahakua.

Omaehtoinen kasvatuspaikkojen vaihtaminen paremmiksi tulisi tulevaisuudessa mahdollistaa joustavalla menettelyllä ilman vuosikautia kestäviä ympäristölupakierroksia ja kohtuuttomia etukäteiselvityksiä. Kasvatuspaikan siirtämistä tulee pohtia kalankasvattajan kanssa tapauskohtaisesti paikalliset olosuhteet huomioiden. Ympäristölupamenettely on raskas ja kallis menettely, kun otetaan huomioon kalankasvatuslaitosten vähäiset ympäristövaikutukset, jotka lisäksi tunnetaan hyvin. Sijainninhjauksella voidaan saavuttaa mm. seuraavia etuja:

Pistemäinen ympäristökuormitus vähenee sisäsaaristossa, jossa on paljon haitankärsijöitä. Vesiviljelyn kuormitusvaikutus koko Itämeren mittakaavassa on erittäin pieni, mutta paikallinen ravinnelisäys koetaan usein ongelmalliseksi sisäsaaristossa, vaikka vesiviljelyn kuormitusta ei yleensä pystytä edes erottamaan taustakuormituksesta. Ruokakalankasvatuksen aiheuttamaa kuormitusta siirretään hyvävirtauksisille merialueille, joissa laimenneminen on tehokasta ja ympäristövaikutukset muodostuvat vähäisemmiksi.

Rannikkoalueen elinvoimaisuus turvataan. Sijainninhjauksen hyödynsaajana ovat myös alueen kunnat. Työpaikkojen ja saaristoelinkeinojen säilyttäminen rannikkoseuduilla on ainoa mahdollisuus autioitumisen estämiseksi ja arvokkaiden kulttuurimaisemien säilyttämiseksi. Kalankasvatuksen kerrannaisvaikutukset työllisyyteen ovat suuret, mm. kalanjalostuksen kautta. Kalankasvatuksen avulla pystytään säilyttämään myös kalastuselinkeino, koska vesiviljely turvaa jatkuvan raaka-aineen saannin jalostusyriyksille ja koko toimintaketju pysyy toiminnassa kuljetuksista tukkuliikkeisiin.

Sijainninhjauksen tuloksia voivat hyödyntää kaikki vesiviljely-yritykset. Sijainninhjauksesta hyötyvät taloudellisesti eniten sellaiset yritykset, joilla on paljon pieniä laitostyösköitä hajallaan ja kaukana toisistaan, sekä sellaiset yritykset, joiden vaikutusalueella on paljon haitankärsijöitä ja siitä syystä ympäristölupaprosessit ovat vaikeita.

Laitosten kokonaismäärä pienenee ja yksikkökoko suurenee, jolloin ympäristölupaviranomaisten ja valvontaviranomaisten työt vähenevät ja helpottuvat kohteiden vähenemisen myötä. Viljelytoiminnan ohjaus- ja neuvontatyö helpottuu. Ympäristölupahakemusmenettelyjen vähentyminen yrityksissä tuo myös taloudellista etua yrityksille.

Kalatautien torjuminen helpottuu, koska viljelyalueet eriytyvät. Kalojen siirrot vähenevät ja siirtosuunnat ja -reitit paranevat logistisesti, jolloin kassien kontaminoitumistilanteet vähenevät oleellisesti. Kalaterveyden ohjaustoimet helpottuvat ja mahdollistuvat, ja kalaterveyden omaavalvontasuunnitelmat saadaan toteutettua tarkoituksenmukaisesti.

Kestävä kalatalous mahdollistuu. Elinkeinon harjoittamisen edellytykset ympäristön kannalta kestävällä ja ympäristöystävällisellä, alueen erityispiirteet huomioivalla, tavalla tulee mahdolliseksi, kun sijainninhjaus toteutuu.

Vesiviljelyn haitta-alue pienenee viljelyn keskittyessä tietyille alueille. Haitankärsijöiden määrä vähenee, jos laajat alueet sisäsaaristosta vapautuvat kokonaan vesiviljelylaitoksista. Vesiviljelylaitokset poistuvat mökkirantojen ja uimarantojen läheisyydestä.

Vesiliikenteen määrä vähenee, sen aiheuttama kuormitus pienenee, meluhaitat vähenevät ja mm. lintujen pesintärauha paranee.

Kalankasvatuksen toimintaolosuhteet paranevat. Lisääntyvän virtauksen, parempien happitasojen ja alhaisempien lämpötilaolosuhteiden johdosta kalojen elinolosuhteet parantuvat, kun laitokset siirretään sisäsaaristosta lähemmäs ulappa-alueita.

Vesiviljelyn kuormitusvaikutukset vähenevät viljelyolosuhteiden paranemisen vuoksi. Kalaterveyden sekä kalojen yleisen hyvinvoinnin parantuessa kuolevuus pienenee ja rehunkäyttöttehokkuus paranee, mikä osaltaan pienentää rehukerrointa ja ominaiskuormitusta.

Vesiviljely-yritysten taloudellinen tuottavuus paranee ja yritysten omaehtoinen kehittämistoiminta lähtee sen myötä käyntiin. Logistiikan ja yksikkökoon suurenemisen myötä laitosten jokapäiväinen hoito järkevöityy ja mm. siirtymäajat lyhenevät. Laitosyksikön optimikoko on n. 500 tonnia, tällöin saavutetaan suurimmat hyödyt tuotannon osalta.

Tekniikan ja ympäristösuojelun taso paranee, kun sijainninhjauksen toteutuessa paras mahdollinen tekniikka eli BAT (Best Available Technique) mahdollistuu ja parhaat mahdolliset ympäristösuojelukäytännöt eli BEP (Best Environmental Practice) otetaan käyttöön.

Vesiviljelyn sijainninhjaus on merkittävä keino ristiriitojen vähentämiseksi saaristossa ja vesiviljelyn viljelyolosuhteiden parantamiseksi.

SANASTO

Loretta Galli

Adjuvantti: Farmasiassa aine, joka vahvistaa toisen aineen vaikutusta, etenkin sen aiheuttamaa immuunivastetta

Aminohapot: Orgaanisia happoja, joissa yksi tai useampi vetyatomeista on korvautunut aminoryhmällä –NH₂. Aminohapot ovat elämälle välttämättömien yhdisteiden, valkuaisaineiden, rakenneosia. Ne ovat myös tärkeitä valkuaisaineiden, nukleiinihappojen, hiilihydraattien ja rasvojen muodostumis- ja hajoamisaineenvaihdunnassa.

Antifouling-aine: Kiinnittymisenesto- ja puhdistusaine, muun muassa veneissä ja muissa aluksissa sekä vedenalaisissa rakenteissa käytettävä biosidivalmiste, joka sisältää kemiallista tehoainetta ja estää vesieläinten kiinnittymisen pinnoille.

Argulus eli kalatäi: Iholoinen, joka elää makean- ja murtoveden kalojen iholla. Loiset pistävät tai sahaavat haavoja kalan ihoon terävien suusiensa avulla imeäkseen verta, kudospainetta ja soluja. Imiessään loinen erittää haavaan ainetta, joka estää veren hyytymisen. Loistartunta aiheuttaa kalalle ihohaavoja, jotka voivat toimia infektioportteina sienien ja bakteereiden aiheuttamille sekundaari-infektioille. Suomessa esiintyy kaksi *Argulus*-suvun kalatäi-lajia, *A. foliaceus* ja *A. coregoni*.

BHK: Biologinen hapenkulutus. Vedessä eloperäistä ainesta hajottavan pieneliöstön tarvitseman hapen kulutusnopeus. BHK-arvot lasketaan tiettyä aikayksikköä kohti (yleensä 5 tai 7 vrk), ja niitä käytetään jätevesien vesistöihin aiheuttaman kuormituksen mittareina. Tietty jätemäärä kuluttaa hajotessaan happea määrätilavuuden.

Biomassa: Tietyllä pinta-alalla tai tietyssä tilavuudessa elävien eliöiden yhteispaino, joka ilmaistaan tuore- tai kuivapainona.

BKD: Bakteeriperäinen munuaistauti, *bacterial kidney disease*. BKD-tauti on krooninen lohikalalojen tauti, jonka aiheuttaa *Renibacterium salmoninarum* -bakteeri. Taudille herkkiä lohikalalajeja ovat nieriät, lohi, kirjolohi, taimen, harjus, siika ja muikku. Tautiin sairastuneiden kalojen kasvu heikentyy. Kalat ovat aneemisia, tummia ja niiden vatsa ja silmät ovat pullistuneet. Alle 10 °C vedessä munuaisten on turvonnut ja siinä esiintyy vaaleita pesäkkeitä. Sairastuneilla kaloilla tavataan vaaleita pesäkemuodostumia myös pernassa, maksassa ja sydämessä. Kalat voivat ulkoisesti näyttää myös suhteellisen terveiltä. BKD-tautiin ei ole vielä olemassa tehokasta rokotetta, eivätkä mikrobilääkkeet tehoa aiheuttajabakteeriin. Taudin hävittämiseksi laitoksen kaikki kalat on hävitettävä ja laitos on desinfioitava.

Caligus: Kalatäi, joka elää murto- ja makeanveden kalojen iholla. Se on iholoinen, joka syö kalojen ihokudosta imukärsänsä avulla. Täitartunta ärsyttää kalaa, joka ryntäämällä ja hyppimällä yrittää päästä loisesta eroon. Ärsytys aiheuttaa lisääntyntä limaneritystä ja ihon pintasolukko paksuntuu. Tämän voi nähdä harmaana kalvona kalan iholla, joka samalla altistuu sekundaarisille sieni- ja bakteeritartunnoille. Veden hyvä vaihtuvuus lievittää tartuntaa.

Dioksiini: $C_{12}H_4Cl_4O_2$, erittäin vaarallinen ympäristömyrkky, jota syntyy helposti vesakontorjunta-aineena käytetyn 2,4,5-T:n sekä heksaklorofeenin valmistuksessa ja klooripitoisia aineita poltettaessa. Dioksiini on todettu ympäristössä rikastuvaksi ja erittäin kestäväksi. Myrkky on rasvaliukoinen ja kertyy varsinkin maksaan.

Eroosio: Geologiassa ulkoisten vaikuttajien, kuten virtaavan veden, jään, rantatyrskyn tai tuulen, aiheuttama maanpinnan kuluminen. Usein eroosiolla käsitetään kaikkea kulutusta, jolloin siihen sisältyvät virtaavan veden ohella myös jäätiköiden, tuulen ja aallokon aiheuttama kulutus.

Filepaino: Lasketaan perkaamattoman kalan painosta kertomalla se lajikohtaisilla saantokertoimilla

Formaldehydi: Metanaali, CH_2O , pistävänhajuinen, veteen, alkoholiin ja eetteriin hyvin liukeneva kaasu, joka nesteytyy -21 °C :ssa ja jähmettyy -92 °C :ssa. Formaldehydi on erittäin reaktiivinen yhdiste. Sitä valmistetaan dehydraamalla metanolia katalysaattorien avulla. Mikro-organismeja tuhoavan vaikutuksensa vuoksi sitä käytetään mm. desinfiointiin.

Hajakuormitus: On peräisin useista yksittäisistä päästölähteistä, kuten maa- ja metsätaloudesta sekä haja- ja loma-asutuksesta. Hajakuormituksen määrää joudutaan usein arvioimaan kokeellisesti, laskennallisesti tai mallien avulla.

Hulevesi: Sellainen viemäroittävä vesi, joka ei ole varsinaista jätevettä vaan suhteellisen puhdasta, esimerkiksi sade- ja sulamisvettä tai salaojista kertyvää vettä

Hydrologia: Vesistötutkimus, joka sisältää sekä maanpäällisen että maassa olevan veden fyysikaalisen, kemiallisen ja biologisen tutkimuksen, ja joka tutkii myös veden kiertoa ja veden jakautumista maapallolla

IHN: Tarttuva kalojen vertamuodostavan kudoksen kuolio (*Infectious Haematopoietic Necrosis*). Lohikalojen tauti, joka aiheuttaa kuolleisuutta yleensä alle kahden kuukauden ikäisillä kaloilla. Tauti aiheuttaa oireita, kun veden lämpötila on 10–15 astetta. Kaloilla esiintyy anemiaa, nestettä vatsaontelossa, pistemäisiä verenvuotoja erityisesti vatsaontelon rasvassa ja uimarakossa. Tarttuu sairaiden kalojen, oireettomien kantajien ja ympäristön välityksellä. Ei ole esiintynyt Suomessa.

Ilmalaskeuma: Hiukkaset tai muut ainekset, jotka ovat päätyneet ilmaan yhdessä paikassa, kulkeutuvat tuulien mukana ja laskeutuvat lopulta maahan tai veteen toisessa paikassa.

Infrastruktuuuri: Tietyn alueen tuotantoelämän kehittymiselle välttämättömät perusedellytykset, esimerkiksi liikenneyhteydet, rakennukset, käyttövoima ja työvoiman peruspalvelukset.

IPN: Tarttuva haimakuolio (*Infectious Pancreatic Necrosis*). Tautia on kuvattu etupäässä lohikaloilta, mutta viruksia on eristetty useista kalalajeista. Oireellista tautia esiintyy pikkupoikasilla, mutta myös smoltivaiheessa ja täysikasvuissa kaloilla. Alle 20 viikon ikäisillä poikasilla tyypillisiä oireita: kalat tummuvat erityisesti pyrstöpuolelta, vatsa ja silmät pullottavat, spiraaliuintia, toisinaan pistemäisiä verenvuotoja evissä ja pylorusalueella. Kuolleisuus vaihtelee suuresti viruksen tyypistä ja ympäristöolosuhteista riippuen. Suomesta eristetyt virukset eivät ole aiheuttaneet voimakkaita oireita. Tarttuu suoran kontaktin, veden, rehun tai sukusolujen välityksellä. Virus on hyvin kestävä erilaisille ympäristöolosuhteille.

ISA: Tarttuva lohien anemia (*Infectious salmon anaemia*). ISA on virustauti, jota ei vielä ole tavattu Suomessa. Taudin kulku vaihtelee ja kalaerä voi kantaa tartuntaa pidemmän ajan ennen kuin tauti puhkeaa esimerkiksi jonkun ulkoisen stressitekijän johdosta. Kuolleisuus voi olla vähäistä, mutta jatkoa pitkään tai vaihtoehtoisesti taudinpurkaus voi olla akuutti, jolloin saadaan lyhytaikainen mutta korkea kuolleisuus. Kokonaisuudessaan kuolleisuus voi ylittää 90 %. ISA-virus leviää veden ja kalanviljelykaluston kautta. Tautia ei voida hoitaa. Mais- sa joissa tautia esiintyy, laitokset saneerataan eradikaatio-ohjelman perusteella.

Kalanjalostus: Kalansaaliin käsittely säilytykseen, kuljetukseen ja markkinointiin sopivaksi.

Kalajauho: Kaloista ja kalateollisuuden jätteistä kuivaamalla ja jauhamalla valmistettu rehujen ainesosa. Kalajauhoa käytetään ensisijaisesti yksimahaisten eläinten, kuten sikojen, siipikarjan, turkiseläinten, kalojen ja koirien, ruokinnassa tyydyttämään aminohappojen tarvetta. Kalajauhon raakavalkuaispitoisuus on 55–70 %. Hyvä kalajauho sisältää raakavalkuaista 65–70 % ja kivennäisaineita 10–30 %. Kalajauhon rasvapitoisuus on 3–12 %.

Kampamaneetti: *Ctenophora*, eläinkunnan pääjakso, jonka n. 100 lajia luettiin aikaisemmin polttiaiseläimiin. Elävät meren pintaosissa planktisesti kulkeutuen virtausten mukana niin aikuisina kuin nuoruusvaiheinakin. Nuoruusvaiheet eivät eroa muodoltaan mainittavasti aikuisista. Uutena lajina Itämereen on äskettäin (ensimmäinen havainto 2006) levinnyt Pohjois-Amerikan itärannikolta kotoisin oleva amerikankampamaneetti (*Mnemiopsis leidyi*). Lajin arvioidaan tulleen Suomeen laivojen painolastitankeista pumpatun veden mukana. Se lisääntyy täällä varsinkin leviämiskeskuksessaan Ahvenanmerellä suolaisen veden harppauskerroksessa n. 80–110 m:n syvyydessä. Suomessa lajilla ei ole luontaisia vihollisia, kuten petomaneetteja, ja laji on pienikokoisempi kuin esim. Pohjois-Amerikassa ja Mustallamerellä. Amerikankampamaneetti on jo aiheuttanut merkittäviä ekologisia muutoksia (kalakantojen romahdus) sekä Mustallamerellä että Kaspianmerellä.

Kesanto: Ainakin osaksi kasvukautta viljelemättä jätetty pelto. Avokesannoinnissa maa ei kasva mitään, koska sitä muokataan pari kolme kertaa kesässä. Sänkikesannoinnissa pelto jätetään syksyllä kyntämättä, ja viherkesannoinnissa pellolla kasvatetaan apilaa tai nurmea.

Klorofylli: Kasvien lehtivihreä, jonka avulla ne yhteyttävät eli muodostavat hiilidioksidista ja vedestä aurinkonsäteilyn energian voimalla sokereita ja siten ylläpitävät elämää; kaikki ilmakehän happi vapautuu tällä tavoin.

Kokkidiostaatti: Siipikarjan suolistosairauden (kokkidioosin) ehkäisyyn tarkoitettu valmiste.

Kokonaiskuormitus: Kaikki vesistöön kohdistuva kuormitus: luonnonhuhouma, laskeuma, hajakuormitus ja pistekuormitus.

Laskeuma: Veteen tai maahan ilmasta laskeutunutta ainetta, joka voi tulla joko sateen mukana (märkalaskeuma) tai kuivalaskeumana. Suurin osa haitallisesta laskeumasta on peräisin teollisuus- ja liikennepäästöistä, ja tällöin laskeuma koostuu rikki- ja typpiyhdisteistä. Rikki- ja typpiyhdisteet aiheuttavat happamia laskeumia (ns. hapant sade). Luonnollisia laskeumia syntyy esimerkiksi tulivuorenpurkauksista.

Lisäkasvu: Määrä, jonka kalat kasvavat kasvatuksen aikana, eli loppubiomassa – alkubiomassa = lisäkasvu.

Logistiikka: Tavaroiden tuotanto, varastointi ja kuljetus sekä niihin liittyvien toimintojen järjestäminen ja kehittäminen.

Luonnonhuuhtouma: Ainevirta, joka valuma-alueelta luontaisesti, ilman ihmistoiminnan vaikutusta, kulkeutuu vesiin.

Lysimetri: Haihdutusmittari. Maa-aineksella täytetty astia, jonka pohjalta voidaan kerätä vesinäyte lysimetrin läpi suotautuvasta vedestä.

Malakiittivihreä: Trifenyyylimetaaniväriaineisiin kuuluva malakiitin värinen keinotekoinen väriaine.

Merimaili eli meripeninkulma: meri- ja ilmaliikenteessä käytetty pituusmitta, joka alk. on määritelty pituuspiirin yhden kulmaminuutin suuruiseksi päiväntasaajalla. Kansainvälinen meripeninkulma on 1 852 m.

Mikrobi: Mikro-organismi, pieneliö; pienikokoisten, yleensä vain mikroskoopilla näkyvien, yksisoluisien tai vain muutamasta solusta muodostuneiden eliöiden yleisnimitys (bakteeri, alkueläin, yksisoluisen levä, joidenkin luokitteluiden mukaan myös virus).

Murtovesi: Mereen laskevien jokien suiden ja useiden sisämerien vähäsuolainen vesi.

N eli Typpi: Jaksollisen järjestelmän 15. pääryhmään kuuluva epämetallinen alkuaine; kemiallinen merkki N, järjestysluku 7, ap. 14,0067, sp. $-210\text{ }^{\circ}\text{C}$, kp. $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$, tih. ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$, 101 kPa) 1,250 kg/m³. Typpi on hajuton, mauton, väritön ja myrkytön kaasu, joka reagoi hyvin huonosti muiden alkuaineiden kanssa. Elolliselle luonnolle typpi on välttämätöntä; kasvit ja eläimet tarvitsevat sitä ennen kaikkea valkuaisaineiden ja nukleiinihappojen rakennusosiksi. Kasvit saavat tarvitsemansa typen vedestä tai maaperästä. Jotkin kasvit (levät) pystyvät käyttämään myös ilmakehän typpeä hyväkseen.

Natura-alue: Natura 2000 -suojeluverkoston avulla vaalitaan luonnon monimuotoisuutta EU:n alueella. Natura-alueiden perusteena toimivat luontotyyppit ja/tai lajit, jotka luetellaan EU:n komission laatimassa lintu- ja luontodirektiivissä.

Nitraatti: Typpihapon, HNO₃, anioni tai suola.

Oksitetrasykliini: Oksitetrasykliini on tetrasykliinien ryhmään kuuluva laajakirjoinen antibiootti, joka estää proteiinisynteesiä nopeasti kasvavissa bakteerisoluisissa.

Ominaiskuormitus: Se typen tai fosforin määrä, jolla kalankasvatus kuormittaa vesistöä lisäkasvukiloa kohden.

Orgaaninen: Elollinen, eliöissä esiintyvä tai niistä peräisin oleva; elimellinen, elimiä koskeva tai niihin kuuluva.

P eli Fosfori: Jaksollisen järjestelmän 15. pääryhmään kuuluva epämetallinen alkuaine; kemiallinen merkki P, järjestysluku 15, ap. 30,97376, valkoinen fosfori: sp. $44\text{ }^{\circ}\text{C}$, kp. $280\text{ }^{\circ}\text{C}$, tih. 1 820 kg/m³, punainen fosfori: tih.

2 200 kg/m³, musta fosfori: tih. 2 250–2 690 kg/m³. Fosfori esiintyy erilaisina allotrooppisina muotoina, joista tärkeimmät ovat valkoinen ja punainen fosfori. Fosforia on runsaasti ihmisen ja eläinten luustossa enimmäkseen kalsiumfosfaattina sekä aivo- ja hermokudoksessa. Fosforia vapautuu luontoon mm. eläinten, kuten lehmien ja hevosten, lannan kautta.

Pistekuormitus: Ympäristökuormitus, joka tulee vesistöön selvästi tietystä pisteestä (esim. teollisuus, kalan- kasvatusta, turvetuotanto ja turkistarhaus). Ympäristönsuojelulaki velvoittaa merkittävimmät pistekuormituksen aiheuttajat osallistumaan kuormituksen velvoitetarkkailuun.

Proteiinit: Suurimolekyylisiä orgaanisia yhdisteitä, jotka ovat kaikkien eliöiden perusaineita ja olennaisia elä- mänilmioille. Perusrakenne koostuu moninkertaisesti rakentuneista polypeptidiketjuista, joiden joka toiseen hiiliatomiin on kytkeytyneenä jokin aminohappo.

Ravinteet: Pääasiallisesti kasvien elintoimintojaan varten tarvitsemat kivennäisaineet. Niistä runsaimmat ovat makroravinteita. Kasvien vähän tarvitsemat alkuaineet ovat hivenaineita eli mikroravinteita. Ilmakehästä ja vedestä saatavaa hiiltä, happea ja vetyä ei yleensä lueta ravinteiksi.

Rehevöityminen: Etenkin vesistöissä tapahtuva perustuotannon lisääntyminen mm. jäteveden sisältämien kasviraavinteiden, varsinkin fosforin ja typen, vaikutuksesta. Rehevöityminen näkyy eri vesikasvien ja etenkin sinilevän lisääntymisenä. Rehevöitymisen lisäämät kasvustot puolestaan kuluttavat happea, joka alkaa loppua ensiksi syvänteistä. Seurauksena rehevöitymisestä ja happikadosta on mm. kalakuolemia.

Rehujen sisältämät ravinteet: Rehujen sisältämät ravinnemäärät ovat rehukohtaisia ja riippuvat rehuihin käytettyjen raaka-aineiden pitoisuuksista. Ympäristöluvuissa määritellään rehujen sisältämien typen ja fosforin määrä, jonka kasvattaja saa käyttää kalojensa kasvattamiseen.

Rehukerroin: Kertoo kuinka paljon rehua (kg) tarvitaan yhden kalakilon kasvattamiseen.

Sedimentti: Veteen liettyneestä tai liuenneesta aineksesta pohjalle laskeutunut tai tuulen tai jään kuljettamista aineksista kasautunut kerrostuma.

Sijainninohjaus: Etsitään, tässä vesiviljelylle, optimaalinen paikka talouden harjoittamiseen ympäristönäkö- kulmien, haitankärsijöiden ja toiminnan jatkuvuuden kannalta.

Sumppu: Elävien kalojen ja äyriäisten säilytykseen käytettävä, veteen upotettava rei'itetty laatikko, verkko- häkki tms.

SVC: Karpin kevätviremia (*Spring Viraemia of Carp*). Särkikaloiden tauti, tarttuu myös haukiin ja monneihin. Tautia esiintyy lauhkeilla ilmastoalueilla. Tavallinen oire on mulkosilmäisyys ja nesteiden kertyminen vatsaonte- loon, pistemäisiä verenvuotoja voi esiintyä iholla ja sisäelimeissä. Tartunta tapahtuu sairaista kaloista, oireetto- mista kantajista myös mädin välityksellä, tai saastuneesta ympäristöstä. Oireellista tautia esiintyy veden lämpö- tilan ollessa alle 15 astetta. Ei ole esiintynyt Suomessa.

Sytostaatti: Solunkasvua hidastava lääkeaine, jolla hoidetaan syöpää ja tiettyjä pahanlaatuisia veritauteja.

Topografia: Yksityiskohtainen paikkojen esittäminen kartalla; maantieteellinen kenttämittaust; pinnanmuodostus.

Trofiataso: Troofinen taso, tuotantotaso, biologiassa asema ravintoketjussa. Omalla trofiatasollaan ovat perustuottajat, ensimmäisen, toisen ja kolmannen asteen kuluttajat jne. sekä hajottajat.

Vajovesi: Maankamaran kyllästymättömässä vyöhykkeessä painovoiman vaikutuksesta liikkuva vesi.

Valuma-alue: Valuma-alue on ns. vedenjakajien rajaama. Vedenjakajat ovat korkeita maastonkohtia, jotka konkreettisesti jakavat sataneen veden sen mukaan, kumpaa rinnettä pitkin vesi valuu pois. Pintavesien ja pohjavesien valuma-alueet ja vedenjakajat voivat erota toisistaan. Valuma-alue määritetään topografisen kartan avulla.

Valunta: Valuma, se osa sademäärästä, joka keräytyy vesialtaisiin.

Varo aika: Aika antibiootihoidon jälkeen, jolloin kalaa ei voi teurastaa tai myydä.

Velvoitetarkkailu: Vesistöjen velvoitetarkkailun tehtävänä on selvittää vesiä muuttavan toiminnan vaikutukset vesistössä. Vesistö tarkkailu voi käsittää vesistön hydrologiaa, vedenlaatua ja biologiaa koskevia selvityksiä. Kalataloustarkkailussa kohteena on sekä kalasto että kalastus. Tapauksittain voidaan määrätä myös muita luontoon tai vesistön käyttöön kohdistuvien vaikutusten tarkkailua. Kuntien jäteveden puhdistamoille, teollisuuslaitoksille, kaatopaikoille, turvetuotantoalueille, kalankasvatustiluksille, suurille voimalaitoksille ja vesirakennustöille myönnettyihin lupiin liittyy lähes aina kuormituksen ja vesistövaikutusten tarkkailuvelvoite.

VHS-tauti: Lohikalojen verenvuotoseptikemia (*Viral Haemorrhagic Septicaemia*), joka voi tarttua myös haukiin. Oireita ovat tummuminen, mulkosilmäisyys, apatia, epänormaali pysty uintiasento. Verenvuotoja on havaittavissa silmien ympärillä, iholla, ruumiinontelon kalvoilla, lihaksistossa ja sisäelimissä. Kuolleisuus vaihtelee suuresti viruskannasta, kalojen koosta ja ympäristöoloista riippuen. Sairaavat kalat erittävät runsaasti virusta. Oireettomia kantajia voi esiintyä.

Vibrioosi: Vibrioosiksi kutsutaan kalatauteja, jotka ovat *Vibrio*-suvun bakteerien aiheuttamia. Suomessa tautia aiheuttaa yleensä *Vibrio anguillarum*, jonka virallinen nimi nykyään on *Listonella anguillarum*. *Vibrio anguillarum* on bakteeri, jota esiintyy yleisesti murtovesiympäristössä. Bakteeri ei siten ole sidoksissa kalaan. Kala sairastuu kun se, syystä tai toisesta (esim. korkea vedenlämpötila, stressi, ihovauriot), on altis tartunnalle ja bakteeri voi lisääntyä kalan kudoksissa. Tarttuu veden kautta kalasta toiseen.

Väylä: Reitti, merenkulussa vesikulkuneuvoja varten tutkittu ja merkitty kulkutie vedessä. Yleinen kulkuväylä, ns. kauppaväylä, on saaristossa tai sisävesillä alusliikenteelle tarkoitettu vesitie, jonka suunnan ja rajat viranomaisen on määrännyt, ja jota osoittavat väylämerkit, rastit, kummelit, linjamerkit ja johtoloistot. Väylän sivussa olevien matalikkojen sivut merkitään meriviitoilla.

Sanaston lähteet

Akvaattisen patobiologian laboratorio. Åbo Akademi. 2007. Kalaterveysivut [www-dokumentti]. Päivitetty 26.03.2007. Viitattu 19.9.2007. Saatavilla www-muodossa: <<http://www.abo.fi/institut/fisk/Fin/index.htm>>.

Duodecim. 2007. Terveyskirjasto. Mikrobi [www-dokumentti]. Viitattu 24.9.2007. Saatavilla www-muodossa: <http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_haku=mikrobi&p_artikkeli=Ilt02130>.

Evira. 2006a. BKD-tauti [www-dokumentti]. Viitattu 19.9.2007. Saatavilla www-muodossa: <http://www.evira.fi/portal/fi/elaimet_ja_terveys/el__intaudit/bkd>.

Evira. 2006b. Virusten aiheuttamia tauteja [www-dokumentti]. Viitattu 19.9.2007. Saatavilla www-muodossa: <http://www.evira.fi/portal/fi/el__intauti_ja_elintarvike tutkimus/el__intautitutkimus/kalat_ja_ravut/yleisimmat_kala-_ja_raputaudit/virusten_ aiheuttamia_tauteja/>.

Facta-tietopalvelu. 2007. WSOY [www-dokumentti]. Viitattu 19.9.2007. Saatavilla www-muodossa: <<http://www.facta.fi/>>.

Koskenvuo, K. (toim.) 2000. Terveys-sanasto [www-dokumentti]. Viitattu 24.9.2007. Saatavilla www-muodossa: <<http://www.avoin.helsinki.fi/laaketiede/sanasto.asp?show=N>>.

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. 2007. Kalan kulutus –tilaston laskentatapa [www-dokumentti]. Viitattu 15.2.2007. Saatavilla www-muodossa: <http://www.rktl.fi/tilastot/talous_markkinatilastot/kalan_kulutus/kalan_kulutus_tilaston.html>.

Suomen ympäristökeskus. 2007a. Antifouling-valmisteet [www-dokumentti]. Päivitetty 2.2.2007. Viitattu 20.9.2007. Saatavilla www-muodossa: <<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=1582&lan=fi>>.

Suomen ympäristökeskus. 2007b. Ihmisen vaikutus jokeen [www-dokumentti]. Päivitetty 2.1.2007. Viitattu 20.9.2007. Saatavilla www-muodossa: <<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=5607&lan=fi>>.

Suomen ympäristökeskus. 2007c. Vesistöjen velvoitetarkkailu [www-dokumentti]. Viitattu 20.9.2007. Saatavilla www-muodossa: <<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=101761&lan=fi>>.

Suomen ympäristökeskus. 2007d. Vaihtoehtoisten liukkaudentorjunta-aineiden kulkeutuminen pohjavedessä [www-dokumentti]. Päivitetty 25.6. 2007. Viitattu 24.9.2007. Saatavilla www-muodossa: <<http://www.environment.fi/default.asp?contentid=238053&lan=en&clan=fi>>.

Vetcare Oy. 2007. Valmisteyhteenveto (SPC) [www-dokumentti]. Viitattu 20.9.2007. Saatavilla www-muodossa: <<http://www.vetcare.fi/index.php?id=20>>.

LÄHTEET

- Backman, J. 2002. Kalankasvatuksen poistaminen HELCOM:in listalta [www-dokumentti]. Ympäristöministeri Jouni Backmanin kirjoitus vuodelta 2002. Viitattu 3.5.2007. Saatavilla www-muodossa:
<http://www.parliament.fi/faktatmp/utatmp/akxtmp/kk_996_2002_p.shtml>.
- Berninger, K., Tapio, P. & Willamo, R. 1996. Ympäristönsuojelun perusteet.
- Biomar Info Norja [www-dokumentti]. Viitattu 7.5.2007. Saatavilla www-muodossa:
<<http://www.biomar.no>>.
- Biomar tuotekuvasto [www-dokumentti]. Viitattu 7.5.2007. Saatavilla www-muodossa:
<<http://www.biomar.fi/2foder/Fodertype/Orred.aspx>>.
- CETS No.: 087 European Convention for the Protection of Animals kept for Farming Purposes Strasbourg, 10.III.1976.
- Douglas, C.L., King, K.A. & Zuzel, J.F. 1998. Nitrogen and phosphorus in surface runoff and sediment from a wheat-pea rotation in northeastern Oregon. *Journal of Environmental Quality* 27: 1170–1177.
- Ekholm, P. 1999. Rehun ja ulosteen sisältämän fosforin potentiaalinen käyttökelpoisuus leville. *Suomen Kalankasvattaja* 2/1999.
- Ekholm, P. 2004. Ravinteiden käyttökelpoisuus ja vesien rehevöityminen [www-dokumentti]. Viitattu 2007. Päivitetty 20.9.2004. Saatavilla www-muodossa:
<<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=97043&lan=fi>>.
- Elintarviketurvallisuusvirasto. 2006. Kalanviljelylaitosten kalaterveysvalvonta. Tarkastus- ja näytteenotto-opas kunnaneläinlääkäreille. 1.12.2006.
- Eläinlääkintä- ja elintarviketutkimuslaitos. 2005. FINRES-Vet 2004 [www-dokumentti]. Viitattu 2007. Saatavilla www-muodossa:
<http://www.palvelu.fi/evi/files/55_519_425.pdf>.
- FOR 2004-12-22 nr 1785: Forskrift om drift av akvakulturanlegg (akvakulturdriftsforskriften).
- Gustafsson, A. 2003. Fosfor i regnbågslaxens foder och fekalier. Rapport 2003:19. Naturvatten i Roslagen AB.
- Guttvik, A. & Hoel, E. 2006. Bruk av brønnbåt i norsk oppdrettsnæring. VESO rapport 2006–4. 40 s.

- Hammell, K.L. & Dohoo, I.R. 2005. Risk factors associated with mortalities attributed to infectious salmon anaemia virus in New Brunswick, Canada. *J. Fish Dis.* 28 (11), 651–661.
- Helminen, H. & Vuorinen, I. 2004. Saaristomeren kujanjuoksu [www-dokumentti]. Viitattu 2007. Saatavilla www-muodossa:
<<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=16321&lan=fi>>.
- Jaakkola. 1984. Maa, viljely ja ympäristö.
- Jarp, J. 1999. Epidemiological aspects of viral diseases in the Norwegian farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.* 19, (6) 240-244.
- Jarp, J. & Karlsen, E. 1997. Infectious salmon anaemia (ISA) risk factors in sea-cultured Atlantic salmon *Salmo salar*. *Dis. Aquat. Org.* 28: 79–86.
- Jylhänkangas, T. & Esala, M. 2002. Nütkkasvien kasvupaikkavaatimukset maaperän suhteen.
- Kansanterveyslaitos. 2007. Fineli-tietokanta [www-dokumentti]. Viitattu 7.3.2007. Saatavilla www-muodossa:
<<http://www.fineli.fi/foodclass.php?classif=igclass&class=fish&lang=fi>>.
- Kenttämies, K. & Mattson, T. (toim.) 2006. Metsätalouden vesistökuormitus. Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 816.
- Kirkkala, T. 1998. Kalankasvatuksen ja muiden kuormittajien vaikutus vesistön tilaan – esimerkkinä Saaristomeri. Lounais-Suomen ympäristökeskus ja Kalankasvattajaliitto.
- KOM (2002) 511 lopullinen. Komission tiedonanto Neuvostolle ja Euroopan parlamentille – Yhteisön vesiviljelyalan kestävää kehittämistä koskeva strategia. 27 s.
- Korhonen, H. & Granberg, K. 2002. Toivakan Humalajärven hajakuormitus selvitys. Jyväskylä, Keski-Suomen ympäristökeskus. Keski-Suomen ympäristökeskuksen monistesarja 45.
- Koskela, S. (toim.) 2004. Kymenlaakson alueellinen ympäristöanalyysi ja ympäristöindikaattorit. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 697.
- Kronholm, M., Albertson, J. & Laine, A. 2005. Perämeri life, Perämeren toimintasuunnitelma. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus.
- Leivonen, J. (toim.) 2005. Vesien suojelun tavoitteet vuoteen 2005 – toteutumisen arviointi vuoteen 2003 asti. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 811.

Maa- ja metsätalousministeriö. 2000a. Antibioottiresistenssi Suomessa. FINRES 1999 [www-dokumentti]. Viitattu 2006. Saatavilla www-muodossa: <<http://wwwb.mmm.fi/el/julk/finres99.html>>.

Maa- ja metsätalousministeriö. 2000b. Eläinten lääkityksen ympäristövaikutukset [www-dokumentti]. Viitattu 2006. Saatavilla www-muodossa: <<http://wwwb.mmm.fi/el/julk/ympvaik.html>>.

Marjanen, J., Kauppi, P. & Antikainen, R. 2004. Vesien tilaan myönteisesti ja kielteisesti vaikuttavat valtiovallan tukitoimet. Helsinki, Helsingin yliopisto ja Suomen ympäristökeskus.

McClure, C.A., Hammell, K.L. & Dohoo, I.R. 2005. Risk factors for outbreaks of infectious salmon anemia in farmed Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Prev. Vet. Med.* 72: 263–280.

Mehtonen, J. 2000. Förslag till det reviderade miljökontrollprogrammet för fiskodlingen på Åland. Husö Biologiska station. 26.9.2000.

Miettinen, H. 2006. *Listeria monocytogenes* in fish farming and processing. University of Helsinki.

Munro, P.D., Murray, A.G., Fraser, D.I., & Peeler, E.J. 2003. An evaluation of the relative risks of infectious salmon anaemia transmission associated with different salmon harvesting methods in Scotland. *Ocean & Coastal Management* 46: 157–174.

Nikoskelainen, S. 2003. Innate Immunity of Rainbow Trout: Effects of Opsonins, Temperature and Probiotics on Phagocytic and Complement Activity as well as on Disease Resistance. University of Turku.

Nyroos, H., Partanen-Hertell, M., Silvo, K. & Kleemola, P. (toim.) 2006. Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015. Taustaselvityksen lähtökohdat ja yhteenveto tuloksista. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 55.

Paavilainen, P. 2003. Vesistökuormitus pienillä valuma-alueilla. Mikkeli, Mikkelin kaupungin julkaisuja 8.

Ratinen, I. 2005. JoY/Väitös: Kalankasvatus paikallisena maantieteellisenä systeeminä. Tapauksena Kustavin kunta Suomessa.

Rekolainen, S., Kauppi, L. & Turtola, E. 1992. Maatalous ja vesien tila. Luonnonvarajulkaisuja 15. Maa- ja metsätalousministeriö, luonnonvaraneuvosto.

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. 2006a. Lohen tuonti Norjasta [www-dokumentti]. Viitattu 18.8.2006. Saatavilla www-muodossa:
<http://www.rktl.fi/tiedotteet/lohen_lohen_tuontinorjasta.html>.

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. 2006b. Vesiviljely 2005 [www-dokumentti]. Viitattu 2007. Saatavilla www-muodossa:
<http://www.rktl.fi/www/uploads/pdf/tilasto_vesiviljely_2006_verkko.pdf>.

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. 2006c. Kirjolohen tuotanto [www-dokumentti]. Viitattu 20.8.2006. Saatavilla www-muodossa:
<http://www.rktl.fi/tiedotteet/kirjolohen_tuotanto_edellisvuoden.html>.

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. 2006d. Kalastus 2005 [www-dokumentti]. Muokattu 25.8.2006. Viitattu 2007. Saatavilla www-muodossa:
<<http://www.rktl.fi/tilastot/kalastustilastot>>.

Rimaila-Pärnänen, E. 2006. Kalatautilastot vuodelta 2005. Teoksessa Kalaterveyspäivä 2006, Luentokokoelma. EELAn julkaisu 02/2006, ISSN 1458–6878.

Savolainen, R. 2006. Vesiviljely 2005 – Vattenbruk 2005 – Aquaculture 2005. SVT Maa-, metsä- ja kalatalous, 2006. 1–19.

Seppälä, J., Silvenius, F., Grönroos, J., Mäkinen, T., Silvo, K. & Storhammar, E. 2002. Kirjolohen tuotanto ja ympäristö. Helsinki. Suomen ympäristökeskus, Suomen ympäristö 529.

Standing committee of the European convention for the protection of animals kept for farming purposes (T-AP). Recommendation concerning farmed fish adopted by the Standing Committee on 5 December 2005 [www-dokumentti]. Viitattu 04/2007. Saatavilla www-muodossa: <http://www.coe.int/t/e/legal_affairs/legal_cooperation/biological_safety%2C_use_of_animals/farming/Rec%20fish%20E.asp>.

Suomela, J. 2001. Saaristomeren tila vuosituuhannen vaihteessa. Lounais-Suomen Ympäristökeskuksen monistesarja 20/2001, 99s.

Suomen ympäristökeskus. 2006. Rehevöittävä kuormitus [www-dokumentti]. Päivitetty 18.12.2006. Viitattu 19.6.2007. Saatavilla www-muodossa:
<<http://www.miljo.fi/default.asp?node=1823&lan=fi>>.

Turkki, H. 2005. Uudenkaupungin merialueen kuormitus ja tila vuonna 2004. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy. Tutkimusseloste 251.

Ulvi, T. & Lakso, E. (toim.) 2005. Järvien kunnostus. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Ympäristöopas 114.

Vahti-rekisteri. 2005. Länsi-Suomen ympäristökeskus [www-dokumentti]. Viitattu 2007. Saatavilla www-muodossa:
<<http://www.environment.fi/default.asp?contentid=171145&lan=fi>>.

Varjopuro, R. (toim.) 2000. Tutkimus kalankasvatuksen ympäristöohjauksesta: Nykytila ja kehitysnäkymiä. Suomen ympäristö 439. Suomen ympäristökeskus, Helsinki.

Vattenresurs. 2003. Fosfor från fiskfoder och fekalier.

Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015, Valtioneuvoston periaatepäätös [www-dokumentti]. Viitattu 2007. Saatavilla www-muodossa:
<<http://www.environment.fi/download.asp?contentid=59652&lan=fi>>.

Vielma, J., Mäkinen, T., Ekholm, P. & Koskela, J. 2000. Influence of dietary soy and phytase levels on performance and body composition of large rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and algal availability of phosphorus load. *Aquaculture* 183 (2000) 349–362.

Vihersaari, V. 2003. Puhdistamoliete fosforilannoitteena. *VS Agenda* 21:n julkaisu 1/2003.

Vågsholm I., Djupvik H.O., Willumsen F.V., Tveit A.M. & Tangen K. 1994. Infectious salmon anaemia (ISA) epidemiology in Norway. *Prev. Vet. Med.* 19, 277–290.

Wedemeyer, G.A., Meyer, F.P. & Smith, L. 1976. Environmental stress and fish diseases. Teoksessa Snieszko S.F. and Axelrod, H.R. (eds.) *Diseases of fishes*. Book 5. 181 pp.

Westerholm, P. & Helminen, H. 2005. Jätekiipsikuormitus kuriin. Teoksessa: Sarvala, M. & Sarvala, J. (toim.) *Miten voit, Selkämeri? Ympäristön tila Lounais-Suomessa* 4. Lounais-Suomen ympäristökeskus. Turku. S. 43.

Ylivainio, K., Esala, M. & Turtola, E. 2002. Luonnonmukaisen ja tavanomaisen viljelyn typpi- ja fosforihuuhtoutumat. *Maa- ja elintarviketalous* 12.

Ympäristöministeriö. 1998. Vesiensuojelun tavoitteet vuoteen 2005. Suomen ympäristö 226. Oy Edita Ab. Helsinki.

Ympäristöministeriö. 2000. Kalanviljelyn ympäristönsuojeluohje.

Ympäristöministeriö. 2005. Rannikkoalueiden käytön ja hoidon arviointiraportti, luvut 2 ja 3. Luonnos 7.6.2005. Suomen ympäristökeskus [www-dokumentti]. Viitattu 27.6.2007. Saatavilla www-muodossa:
<<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=36467&lan=FI>>.

ÅA, LAP 2007: Projekt: Kalanviljelyelinkeinon sopeuttaminen EU:n kalaterveysdirektiivin vaatimuksiin ja kalaterveyspalvelujen kehittäminen [www-dokumentti]. Viitattu 2007. Saatavilla www-muodossa: <<http://www.abo.fi/instut/fisk/Fin/Kaladirektiivi/index.htm>>.

Österholm, P., Sundström R., Nyberg, M. & Nystrand M. 2006. Happamien sulfaattimaiden vaikutukset Sirppu-, Laa-, Mynä- ja Paimionjoessa 2004–2005.

2006/88/EY Neuvoston direktiivi vesiviljeltyihin eläimiin ja niistä saataviin tuotteisiin sovellettavista eläinten terveyttä koskevista vaatimuksista sekä vesieläinten tiettyjen tautien ehkäisemisestä ja torjunnasta.

TIEDONANNOT

Enqvist, A. 2007. Toiminnanjohtaja. Ålands Fiskodlarförening. Kirjallinen tiedonanto 28.6.2006.

Eskelinen, H. 2007. Kalastaja. Kirjallinen tiedonanto 16.6.2007.

Halonen, T. 2007. Maa- ja metsätalousministeriö, kalatalousosasto. Suullinen tiedonanto 10.5.2007.

Kallioniemi, H. 2006. Tarkastaja. Lounais-Suomen ympäristökeskus. Kirjallinen tiedonanto 10.8.2006.

Kallioniemi, H. 2007. Tarkastaja. Lounais-Suomen ympäristökeskus. Kirjallinen tiedonanto 5.1.2007.

Kankainen, M. 2007b. Tutkija. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kirjallinen tiedonanto 5.3.2007.

Kankainen, M. 2007a. Tutkija. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Suullinen tiedonanto 13.3.2007.

Kaukoranta, E. 2007. Ylitarkastaja. Lounais-Suomen ympäristökeskus. Kirjallinen tiedonanto 5.1.2007.

Muhonen, T-M. 2007. Eläinlääkäri, Veterinary Officer, National Agency for Medicines. Kirjallinen tiedonanto 28.2.2007.

Norrgård, K-E. 2006. Markkinointipäällikkö. Rehuraisio Oy. Kirjallinen tiedonanto 20.5.2006.

Ojanperä, S. 2007. Kirjallinen tiedonanto 7.5.2007.

Smeds, K. 2006. Betaglukaani. Rehuraisio Oy. Kirjallinen tiedonanto 10.8.2006.

Vihervuori, A. 2006. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kirjallinen tiedonanto 26.10.2006.

Wideskog, M. 2007. Tarkastaja. Lounais-Suomen ympäristökeskus. Kirjallinen tiedonanto 9.5.2007.

LIITE 1**Fiskodlingens lokaliseringstyrning****Anläggningar**

- Anläggningens produktionsinriktning (övervintringsplats, smoltanläggning, produktionsanläggning)
- Anläggningarnas kapacitet
- Belastning
- Specifik belastning
- Foderfaktor och driftsdata för foder
- Teknik (utfodring och övervakning)
- Långtidsresultat från vattenanalyser och sammandrag av dessa
- Logistik (båtar, byggnader, avstånd till rensriet och smoltanläggningen)
- Anläggningens personal
- Antalet grannar och klagomål
- Vattenområdets ägandeförhållanden
- Fisksjukdomsläget
- Miljötillståndsläget, giltighetstid och villkor
- Natura- och övriga skyddade områdens läge
- Tillgänglig bioindikator-information
- Odlingsplatsens lämplighet för fiskodling, fördelar och nackdelar
- Information för lönsamhetskalkyl

Logistik

- Farleder och deras avstånd
- Farleders användbarhet för att flytta bassänger mm.
- Vägnätens avstånd och användbarhet (långtradartrafik för fodertransport)
- Transportavstånd
- Utfodringsresornas längd
- Isstationer, fiskhamnar
- Transportvägarnas stormkänslighet

- Tillgång till elektricitet och kraftledningens avstånd
- Avstånd till övervintringsplatsen och smoltproduktionsanläggningen
- Reservplatsens och övriga anläggningars läge och avstånd
- Existerande byggnadsbestånd och byggnadernas avstånd (renseriets läge, fodermagasin, fritidsbebyggelse)
- Fartyg och båtar (antal och lämplighet)
- Vägnäten, tillgänglighet (långtradare)
- Servicehamn och fodermagasin
- Anläggningarnas konstruktioner, omformbarhet och brukbarhet
- Anläggningens konstruktioners förvaring under vintern (isens rörelse)

Placeringsobjektets egenskaper

- Vattendjupet
- Vattnets fysikaliska och hygieniska kvalitet (fabrikernas utsläpp, avlopp mm.)
- Vattenströmningar och vattenutbytet
- Vattnets känslighet för temperaturvariationer (underkylning och skiktning)
- Teknikens brukbarhet på området (våghöjd/utfodringsteknik)
- Vattenområdets tillgänglighet, ägandet, köp eller arrendering
- Resultat från kartarbetet
- Issituationen på området under vintern (vintertida slakter och vinterförvaring)
- Skadedjur (säl, skarv, häger, måsar, utter mm.)
- Vattenväxter, vassruggar, alger, mm. (fiskhälsa och strömningar)
- Planläggningsreserveringar
- Skyddsområdesbeslut/reserveringar
- Områdets övrig användning och områdesreserveringar (hamnar, industrianläggningar mm.)
- Antalet stugor i området – avstånd från anläggningens ytterkant
- Stadigvarande bosättning
- Övrig planläggning
- Militär användning (skjutområden samt försvarsmaktens farleder och reserveringar)

Skyddsområden och skyddsobjekt

- Fåglar
- Växter
- Skyddsvärda arter och naturtyper
- Speciella miljövärden (växter, fåglar, skyddsobjekt, mm.)
- Skyddsområdesbeslut

Fiskhälsa

- Andra företags odlingsanläggningars läge (fisksjukdomar mm.)
- Förekomst av sälar, måsar, andra fåglar eller djur som kan sprida sjukdomar (VHS)
- Fisksjukdomsläget
- Utomstående företags transportleders närhet och kontakter mellan kassar

Annat att observera

- Områdets tidigare användning till fiskodling/område i naturligt tillstånd
- Stormkänslighet
- Arbets säkerhet
- Myndigheternas åsikter om utnyttjandet av området
- Tillgång till arbetskraft (och logi)
- Anläggningarnas konstruktioner, modifierbarhet och användbarhet under nya omständigheter (bl.a. ålder och hållbarhet)
- Anläggningarnas miljö tillståndssituation
- Tillfrysning och förekomst av underkyllt vatten på vinterförvaringsplatsen

Saker som förhindrar fiskodlingen på de valda odlingsområdena

- Planläggningssituationen möjliggör inte områdets användning (försvarsmaktens eller sjöfartsverkets reserveringar)
- Man kan inte arrendera eller köpa området för fiskodling
- Området är inte lämpligt för fiskodling (dåliga strömningar, temperaturförhållanden, föroreningskällor, områden med fisksjukdomar är för nära mm.)
- För långa avstånd
- Lokaliseringskontrollens ekonomiska konsekvenser är ofördelaktiga, till exempel byggnadsbestånd och dess användbarhet eller fortsatt användning (om anläggning)

gen flyttar bort) eller anläggningarnas förnyande åstadkommer för stora kostnadseffekter

- Man kan inte få miljötillstånd för området (till exempel skyddsbehov förhindrar verksamheten)
- Närhet till andra fiskodlingsanläggningar eller närhet till sådana renserier, som avtappar renserivatten i vattendraget (fisksjukdomar)

LIITE 2**Ett kalkylblad för att beräkna ekonomiska effekter av företagens lokaliseringstyrning****Lokaliseringstyrningens logistiska kostnader**

- Logistiska kostnader sammanlagt
- Inköpskostnader
- Arbetskostnader
- Övriga kostnader
- Investeringskostnader
- Finansieringskostnader

Produktion som uppnås efter lokalisering

- Produktion kg/rensad fisk

Specifikation av fasta kostnader förorsakade av centraliserad produktion***Byggnads-, vatten- och markområdekostnader sammanlagt***

- Årsavskrivningar
- Hyror
- Servicekostnader

Utfodringsystemens kostnader sammanlagt

- Årsavskrivningar
- Servicekostnader
- Driftskostnader (dataöverföring, elektricitet)

Nätkassarnas och konstruktionernas kostnader sammanlagt

- Årsavskrivningar
- Servicekostnader

Båtarnas (och övriga maskiners) kostnader sammanlagt

- Årsavskrivningar
- Servicekostnader

Produktionstillståndskostnader sammanlagt

- Avgifter för tillstånd
- Extern service
- Priset på eget arbete

Vattenanalyzers kostnader sammanlagt

- Miljökontrollavgifter
- Kostnader för övervakning utförd av myndigheter
- Priset på eget arbete

Kostnader som beror på produktionscentralisering

- Foderkostnader
- Arbetskraftskostnader
- Arbetskraftsbehov, timmar
- Genomsnittliga arbetskraftskostnader med bikostnader
- Bränslekostnader

Finansieringskostnader

- Långvarig räntekostnad
- Kortvarig kapitalkostnad
- Räntekostnad
- Genomsnittlig avskrivningstid i investeringar (år)
- Kapitalavkastning
- Förrådets omsättningshastighet (om du inte vet, använd genomsnittlig 2,5)

Arbets- och bränslekostnader

- Odlingseenhet 1, 2 ... o.s.v.

Tiden som går till utfodring sammanlagt

- Genomsnittlig restid fram och tillbaka
- Tiden som går till utfodring och servicearbete
- Gånger per år i genomsnitt

Bränslekostnader för utfodring och service sammanlagt

- Bränsle som förbrukas till resor (fram och tillbaka) i genomsnitt
- Bränslekostnader

Tiden som går till att flytta fiskar och bassängar sammanlagt

Bränslekostnader för att flytta fiskar och bassängar sammanlagt

- Bränsle som förbrukas till resor sammanlagt
- Priset på bränslet

Elektricitetskonsumtions- och datakostnadskalkyl

(Kankainen 2007b.)

LIITE 3**Ett kalkylblad för utvärdering av vattenområdets öppenhet och vattenutbyte**

(Mehtonen 2000.)

$Ea = (At/a) \times 100$, där:

At = sammanräknad öppning-areal (km^2)

a = vattendragets areal

Ea = öppenhetsindex

LIITE 4**Värderingskalkyl för lokaliseringens områdesval- och miljökriterier**

När man väljer odlingsplatser för lokaliseringstyrning måste man utvärdera de alternativa odlingsplatserna på något sätt. Dessutom måste man tänka på lokaliseringstyrningens alternativa omfattningar och utvärdera dem. Man kan till exempel jämföra tre olika odlingsplatser (A, B, C) och fundera vilken av dem är bäst för fiskodling, när man tar hänsyn till alla lokaliseringstyrningskriterier.

Lokaliseringstyrningens kriterier kan man värdera med en bedömningstabell, där olika kriterier får värden till exempel från noll till tio. Noll betyder att man inte kan använda området för fiskodling. Man måste bedöma alla saker positivt, eftersom man inte kan använda negativa tal i tabellen (till exempel det finns lite grannar på området, jämför med: det finns mycket grannar på området).

Man kan också utvärdera odlingsplatser genom att utnyttja en tabell som används när man bygger miljösystem. Den här modellen är likadan som den föregående, men i den använder man en form, där man har för värden för till exempel allvarighet (lag, tillstånd) x omfattning x frekvens x kontrollerbarhet. Värderingen återspeglar alltid beräknarens uppfattning. För att den skall bli enhetlig, bör hela kalkylen utföras av en och samma perso