

**KALA- JA RIISTARAPORTTEJA nro 125**

*Jarmo Makkonen  
Olli Salo  
Pentti Pasanen  
Juha Iivari*

**Selvitys Muonion kalanviljelylaitoksen aiheuttaman  
vesistökuormituksen osatekijöistä**

**Muonio 1998**



**RIISTAN- JA KALANTUTKIMUS**

Jarmo Makkonen, Olli Salo, Pentti Pasanen ja Juha Iivari

**Selvitys Muonion kalanviljelylaitoksen aiheuttaman vesistökuormituksen osateki-  
jölstä**

Raportti

**Tiivistelmä**

Riistan- ja kalantutkimuksen Muonion kalanviljelylaitoksen vesioikeusluvassa laitoksen vuotuisesti fosforikuormitukseksi vesistöön on määritelty enintään 35 kg. Lupaehdosta johtuen tuotannollista toimintaa on jouduttu rajoittamaan voimakkaasti ja laitoksen viljelytilat ovat vajaakäytössä.

Laitoksen lietteen talteenottojärjestelmään sisältyvät itsepuhdistuvat altaat, lietesuonnykset ja erillisviemäröinti lietevesille. Lietesuonnyksen tyhjennys hoidetaan käsin ja siitä syntyvät jätevedet johdetaan erilliseen jätevedenpuhdistamoon ja altaiden päävesijae suoraan Särkilompolaan. Puhdistamoon joutuvasta fosforista saadaan vuonna 1996 tehdyn selvityksen perusteella talteen 85 % ja kiintoaineesta 88 %.

Kesällä 1997 suoritettiin selvitys laitoksen tuotannollisten osien eli poikas- ja emokalahallin poistovesien ja lietevesien vesistökuormituksesta. Selvityksessä keskityttiin kuormituksen, puhdistusprosessin ja vesistön kannalta oleelliseen, eli fosforiin ja kiintoaineeseen.

Tulosten perusteella laskettiin tunnusluvut altaiden itsepuhdistuskyvyn puhdistustehon suhteen halleittain. Kuormitusta ja puhdistustehoa koko prosessin osalta tarkasteltiin kokonaisfosforin avulla.

Altaiden toimivuuteen itsepuhdistuvina ja lietteen erottelussa vaikutti niiden koko, materiaali, rakenne ja lietevesien huuhtelumenetelmä. Poikashallin altaiden lietteenerottelulle saatiin kohtalainen arvo eli n. 40 % kokonaisfosforista, emokalahallissa vastaava arvo jäi n. 30 %:iin. Emokalahallin altaiden todellisen itsepuhdistuvuuden määrittämistä haittasi vähäinen ruokinta. Laitoksen fosforin kokonaiskuormituksesta vesistöön yli 90 % oli peräisin altaiden poistovesistä, lietevesien kautta vesistöön joutui vain pieni osa.

Emokalahallin altaiden itsepuhdistavuutta ja lietteenerottelua parantamalla voidaan laitoksen vesistökuormitusta vähentää merkittävästi ja sitä kautta tehostaa tuotannollista toimintaa.

**Asiasanat**

fosfori, kiintoaine, vesistökuormitus, liete, jätevesi, itsepuhdistuskyky

**Sarjan nimi ja numero**

Kala- ja riistaraportteja 125

**ISBN**

951-776-175-9

**ISSN**

1238-3325

**Sivumäärä**

14 s. + 2 liitettä

**Kieli**

suomi

**Hinta****Luottamuksellinen**

Julkinen

**Jakehu**

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos  
Muonion kalanviljelylaitos  
Lohirannantie 50  
99300 MUONIO  
Puh. 0205 751 700 Fax 0205 751 709

**Kustantaja**

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos  
Pukinmäenaukio 4  
PL 6  
00721 Helsinki  
Puh. 0205 7511 Fax 0205 751 201

# Sisällys

<b>1. SELVITYKSEN TAVOITE</b> .....	1
<b>2. TUTKITUT OSA-ALUEET</b> .....	2
<b>3. SELVITYKSEN PERUSLÄHTÖKOHDAT</b> .....	3
3.1. NÄYTTEENOTOT JA VIRTAAMIEN MITTAUKSET .....	3
3.1.1. <i>Tulovesi</i> .....	3
3.1.2. <i>Poistovesi</i> .....	4
3.1.3. <i>Lietevesi</i> .....	4
3.2. ANALYYSIT .....	4
<b>4. TUOTANTOTILANNE SELVITYKSEN AIKANA</b> .....	5
4.1. KALABIOMASSA .....	5
4.2. REHUNKULUTUS JA RUOKINTATEHO.....	5
4.3. VEDENKÄYTTÖ .....	5
<b>5. AINEVIRTAAMAT JA KUORMITUKSET</b> .....	7
5.1. ALTAIDEN POISTOVEDET .....	7
5.2. LIETEVEDET .....	8
<b>6. TUNNUSLUVUT</b> .....	10
6.1. ALTAIDEN SISÄINEN ITSEPUHDISTUVUUS .....	10
<b>7. KUORMITUS JA PUHDISTUSTEHO KOKO PROSESSISSA</b> .....	11
<b>8. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET</b> .....	12
8.1. NÄYTEJAKSOJEN OLOSUHTEET JA SELVITYKSEN VIRHELÄHTBET .....	12
8.2. ALTAIDEN TOIMIVUUS ITSEPUHDISTUVINA JA LIETTEENEROTTELUSSA .....	12
8.3. VESISTÖKUORMITUKSEN MÄÄRÄ JA SIIHEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT.....	13
8.4. MAHDOLLISET KUORMITUSTA VÄHENTÄVÄT TOIMENPITEET.....	13
<b>KIRJALLISUUS</b> .....	14
<b>KIITOKSET</b> .....	14

LIITE 1. TULO- JA POISTOVEDEN VIRTAAMAT (l/s) SEKÄ FOSFORI- ( $\mu\text{g/l}$ ) JA KIINTOAINEMÄÄRÄT (mg/l) NÄYTTEENOTTOKERROITTAIN

LIITE 2. LIETEVEDEN VIRTAAMAT (l/vrk) SEKÄ FOSFORI- ( $\mu\text{g/l}$ ) JA KIINTOAINEMÄÄRÄT (mg/l) NÄYTTEENOTTOKERROITTAIN

# 1. Selvityksen tavoite

Riistan- ja kalantutkimuksen Muonion kalanviljelylaitoksen vesioikeusluvassa vuotuinen laitoksen aiheuttama vesistön fosforikuormitus on enintään 35 kg. Laitoksen kuormitus oli vuosina 1994-1995 tämän lupaehdon ylittävää (38 ja 51 kg). Vuonna 1996 tuotannollista toimintaa rajoitettiin voimakkaasti ja kuormituksessa päädyttiin 31 kg:aan.

Laitoksen viljelytilat ovat nykyisin vajaakäytössä, jotta ei ylitettäisi vesioikeusluvassa määriteltyä kuormituskattoa. Kuormitustarkkailun tulosten perusteella laitoksen lietteen talteenottojärjestelmällä saadaan veteen joutuvasta fosforista kiinni noin 8 %. Tehostamalla fosforin talteenottoa voidaan laitoksella viljellä nykyistä enemmän kalaa.

Lietteen talteenottojärjestelmään sisältyvät itsepuhdistuvat altaat, lietesynnytykset ja erillisviemärointi lietevesille. Lietesyvennyksen tyhjennys eli huuhtelu hoidetaan käsin ja siitä syntyvät jätevedet johdetaan erilliseen jätevedenpuhdistamoon ja altaiden päävesijae suoraan Särkilompoloon. Puhdistamoon joutuvasta fosforista saadaan vuonna 1996 tehdyn selvityksen perusteella talteen 85 % ja kiintoaineesta 88 %.

Kuormituksen vähentämiseksi altaasta suoraan vesistöön joutuvan fosforin määrää tulee vähentää. Tämän selvityksen tarkoituksena oli tutkia laitoksen eri osissa altaista poistuvan veden ja lieteveden mukana poistuvan fosforin määrät. Tietoja käytetään hyödyksi arvioitaessa nykyisen talteenottojärjestelmän toimivuutta ja fosforin talteenoton tehostamisvaihtoehtoja.

## 2. Tutkitut osa-alueet

Tuotannollisesti ja toiminnallisesti Muonion kalanviljelylaitos koostuu neljästä osa-alueesta. Näistä eristysosastolla ei ole vesistökuormituksen kannalta merkitystä vähäisen kalamäärän ja pienen vedenkäytön vuoksi. Jätevedenpuhdistamon tehoa on selvitetty jo vuonna 1996 ja saatuja tuloksia käytetään tässä raportissa.

Näin ollen kesällä 1997 tehdyssä selvityksessä keskityttiin pelkästään tuotannollisten osien eli poikas- ja emokalahallin selvitykseen, jotka sinänsä antavat tietoa eri viljelyvaiheiden kuormitusosuuksista ja puhdistusprosessien tehosta.

Seuraavassa on lyhyt kuvailu laitoksen eri osa-alueista:

### 1. Poikashalli

Hallissa on 40 kpl kantikkaita 4 m<sup>2</sup>:n altaita, 18 kpl 12,5 m<sup>2</sup>:n ja 1 kpl 16 m<sup>2</sup>:n luji-temuovisia ja itsepuhdistuvia pyöröaltaita. Altaiden tulovesitys on järjestetty vapaalla paineella jakokouruista. Poistovesi johdetaan pintapoistona hallin lattiassa kulkeviin poistokanaviin ja siitä edelleen uoman kautta vesistöön (Särkilompolo).

Altaiden keskiosan pohjassa oleviin lietesuppiloihin kertynyt liete huuhdellaan työpäivisin kaksi kertaa vuorokaudessa. Huuhtelu tapahtuu avaamalla käsin muoviputkessa olevaa palloventtiiliä ja pitämällä sitä auki noin 30 sekunnin ajan. Liete johdetaan pumppauskaivon kautta jätevedenpuhdistamolle. Kirkaste johdetaan vesistöön (Särkilompolo).

### 2. Emokalahalli

Hallissa on 16 kpl 50 m<sup>2</sup>:n betonipohjaisia, teräseinäisiä pyöröaltaita. Altaiden tulovesitys tapahtuu suoraan tuloputken haarasta. Poistovesi johdetaan pintapoistona altaiden keskeltä hallin lattiassa kulkeviin poistokanaviin ja siitä edelleen uoman kautta vesistöön (Särkilompolo).

Lietteenpoisto suoritetaan samoin kuin poikashallissa. Poikkeuksena on ainoastaan lietesuppiloiden huuhtelu, joka tapahtuu kääntämällä venttiili auki noin 45° kääntyvällä vivulla 2-3 sekunnin ajaksi.

### 3. Jätevedenpuhdistamo

Puhdistamo on tyypiltään viirakangasbioreoottori varustettuna jälkisaostuksella. Jätevesipumppaamolta tuleva vesi johdetaan esiselkeytykseen, jossa virtaamaa tasaa kelluva ottoputken kannatin. Jälkisaostus tehdään polyalumiinikloridilla, jolla saadaan hyvä flokinmuodostuksen pH-sieto. Flokkausta varten puhdistamolla on erillinen pumppaamo ja kierteinen putki ennen veden johtamista jälkiselkeytykseen. Olennaista tämän laitoksen erityispiirteitä ovat tulovirtaaman taseus ja virtaaman kokonaismitoitus.

## 3. Selvityksen peruslähtökohdat

Selvityksessä keskityttiin kuormituksen, puhdistusprosessin ja vesistön kannalta oleelliseen, eli kiintoaine- ja kokonaisfosforimäärään, viimeainittu suodattamattomasta ja suodatetusta (liukoinen fosfori) näytteestä.

Koko ohjelma ajoitettiin heinä-elokuulle ruokintatasojen ollessa suurimmillaan. Selvitys tehtiin kummankin hallin osalta samanaikaisesti kolmena työviikon mittaisena jaksone 21.-25.7., 11.-15.8. ja 18.-22.8.1997.

Hallien kalabiomassa, ruokintataso (kg rehuja/vrk) ja rehun sisältämä keskimääräinen kokonaisfosforipitoisuus (%) selvitettiin kunakin näytejaksona. Kalabiomassa ja rehunkulutus saatiin mikrolta (ITUMIC).

Näytteenoton riittävä kattavuus saavutettiin käyttämällä automaattisia näytteenottimia tai lappoputken avulla tapahtuvaa näytteenottoa. Mikäli tutkittavassa kohdassa virtasi vettä/luetettä vain sykäyksittäin, tuli näytteenoton toimia koko sykäyksen ajan.

Ainetaselaskelmien edellyttämät virtaamat selvitettiin joko mittaamalla tai laskennallisesti.

### 3.1. Näytteenotot ja virtaamien mittaukset

Vesinäytteiden otossa noudatettiin seuraavaa työviikon kestäväää aikataulua: Maanantaina aamupäivällä järjestettiin näytteenotossa tarvittavat välineet. Näytteet otettiin neljänä peräkkäisenä päivänä maanantai puolipäivän ja perjantai puolipäivän välisenä aikana. Perjantaina purettiin ja puhdistettiin näytteenotossa käytetyt välineet. Näin ollen saatiin luotettavuuden varmistamiseksi neljä peräkkäistä vuorokausinäytettä.

Lietenäytteet otettiin kunakin työviikon pituisena näytejaksona kaksi kertaa päivässä (ilta- ja aamunäyte) maanantai-illan ja perjantaaamun välisenä aikana. Näin ollen saatiin luotettavuuden varmistamiseksi kahdeksan peräkkäistä näytettä.

#### 3.1.1. Tulovesi

Poikashallin tulovesinäyte Särkijärvestä otettiin hallin keskikourun tulopäästä vuorokausikokoomana noin 5 mm:n kumiletkulla lappona säiliöön. Säiliön vesi sekoitettiin ja siitä otettiin litran näyte kerran vuorokaudessa klo 12.

Emokalahallin tulovesinäyte Särkiojasta otettiin hallin altaan 416 tuloputkesta kerran vuorokaudessa klo 12.

Tuloveden virtaamat luettiin mikrolta (ITUMIC) kerran vuorokaudessa klo 12.

### 3.1.2. Poistovesi

Kummankin hallin poistovesinäyte (pintapoisto) otettiin automaattisella näytteenotimella vuorokausikokoomana Särkilompoloon menevän poistoputken suulta säiliöön. Näytteenottotaajuus oli 150 ml puolen tunnin välein. Säiliön vesi sekoitettiin ja siitä otettiin litran näyte kerran vuorokaudessa klo 12.

Virtaama oli tulovesivirtaama vähennettynä lieteveden määrällä.

### 3.1.3. Lietevesi

Lietenäytteet otettiin kummankin hallin osalta puhdistamon etuselkeytykseen tulevan putken suulta sähkötoimisella pumpulla (n. 15 mm:n letku). Näytettä otettiin koko sen ajan, jolloin lietevesiä pumpattiin puhdistamolle. Lietettä kertyi näyteastiaan kerralla n. 30-50 litraa, josta otettiin litran näyte. Samana vuorokautena otettuja näytteitä ei yhdistetty.

Lietevesien määrä saatiin laskennallisesti kertomalla pumppauskaivon pumpun tuotto (10,6 l/s) käyntiajalla. Kontrollin vuoksi mitattiin pumppauskaivon pinnankorkeus.

Vuorokautinen lietevesimäärä saatiin laskemalla illan ja seuraavan aamun määrät yhteen.

## 3.2. Analyysit

Kaikkiaan näytteitä kertyi 96 kappaletta, joista vesinäytteitä oli 48 kpl ja lietenäytteitä 48 kpl. Kaikki näytteet pakastettiin välittömästi näytteenoton jälkeen ja niistä analysoitiin fosfori- ja kiintoainemäärät myöhemmin Taivalkosken riistan- ja kalantutkimuksessa (liitteet 1 ja 2).

## 4. Tuotantotilanne selvityksen aikana

Muonion kalanviljelylaitosta käytettiin selvityksen aikana osittain normaalista poikkeavalla tavalla, etenkin emokalahallin kalojen ruokinnan suhteen. Tämä on huomioitava pohdittaessa mm. puhdistuslaitteiden tehoa ja toimintakykyä. Esimerkkeinä tuotantotilanteen vaikutuksesta kuormitukseen voidaan mainita mm. veden lämpötilan muuttuminen, allaskohtainen virtaama tai ruokintasuhde, jotka vaikuttavat voimakkaasti kaloista ja rehuista veteen joutuvaan ainemäärään.

### 4.1. Kalabiomassa

Poikashallin kalabiomassa yli kaksinkertaistui alun vajaan 300 kg:sta selvityksen aikana. Emokalahallin kaloilla ei juurikaan tapahtunut kasvua (taulukko 1).

**Taulukko 1. Kalabiomassat (kg) halleittain selvityksen aikana.**

Näytejakso	Poikashalli		Emokalahalli	
	alussa	lopussa	alussa	lopussa
21.-25.7.	281	310	5 428	5 521
11.-15.8.	509	562	5 474	5 526
18.-22.8.	576	633	5 532	5 579

### 4.2. Rehunkulutus ja ruokintateho

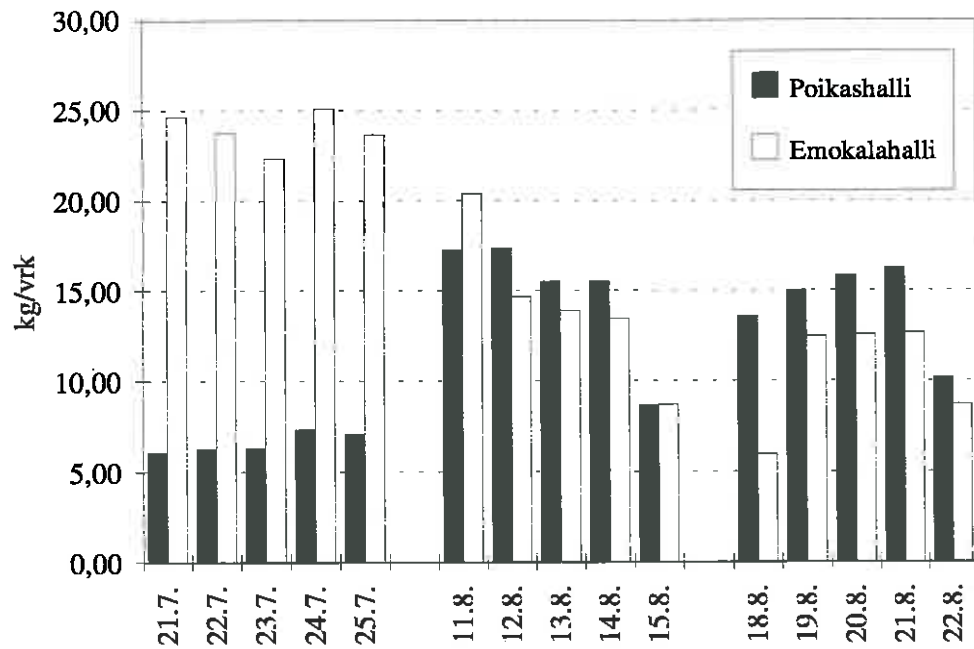
Poikashallissa kuivarehua käytettiin keskimäärin 12 kg/vrk ja rehunkulutusta lisättiin kalojen kasvun myötä. Poikashallin ruokintateho (% kalabiomassasta) oli yleensä yli 2 % eli kalojen tehokasta kasvua tavoitteleva. Emokalahallissa keskimääräinen kuivarehunkäyttö oli vain 16 kg/vrk ja ruokintateho jäi enimmilläänkin alle 0,5 % (kuvat 1 ja 2).

Poikashallin rehun (P-pit. 1,2 %) sisältämä kokonaisfosforimäärä oli näytejaksoittain keskimäärin 79, 178 ja 170 g/vrk. Emokalahallin rehun (P-pit. 0,9 %) vastaavasti 217, 129 ja 95 g/vrk.

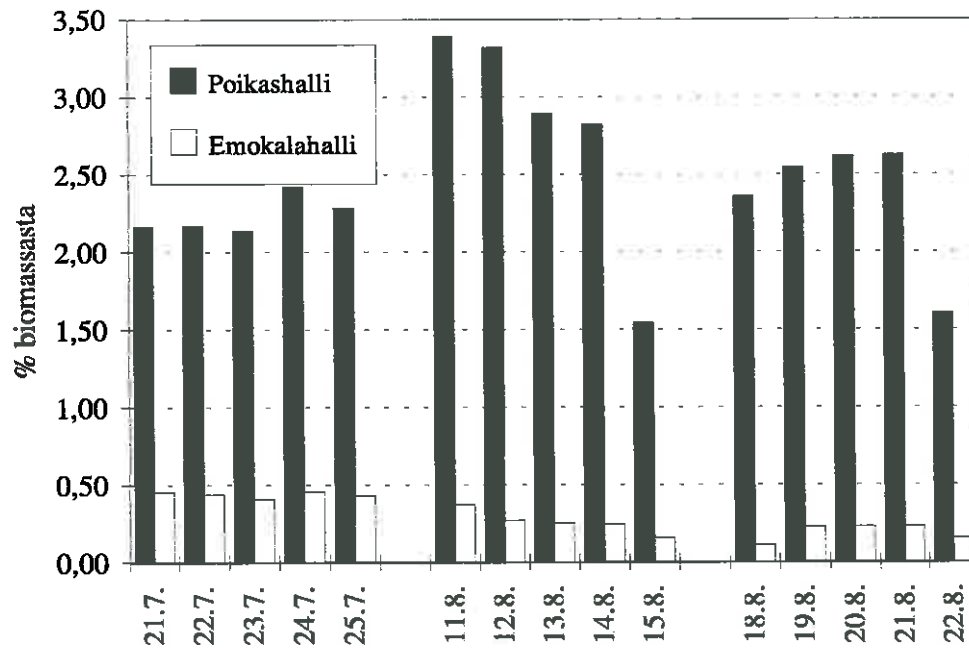
### 4.3. Vedenkäyttö

Poikashallissa vedenkulutus oli heinäkuussa keskimäärin noin 16 l/s ja elokuussa noin 23 l/s. Emokalahallissa vastaavat määrät olivat 114 ja 107 l/s.





Kuva 1. Rehunkulutus (kg/vrk) halleittain selvityksen aikana.



Kuva 2. Ruokintateho (% biomassasta) halleittain selvityksen aikana.

## 5. Ainevirtaamat ja kuormitukset

### 5.1. Altainen poistovedet

Taulukossa 2 on esitetty poikashallin ja taulukossa 3 emokalalahallin poistovesien aiheuttamat keskimääräiset fosfori- ja kiintoainekuormitukset vesistöön näytejaksoittain sekä selvityksen aikana.

**Taulukko 2. Poikashallin tulo- ja poistovesien keskimääräiset virtaamat (l/s), vesien sisältämät keskimääräiset fosfori- ( $\mu\text{g/l}$ ) ja kiintoainepitoisuudet (mg/l) sekä -määrät (g/vrk) ja aiheutunut kuormitus Särkilompoloon näytejaksojen aikana.**

Näytejakso I	Virtaama	P suodattamaton		P suodatettu		Kiintoaine	
	l/s	$\mu\text{g/l}$	g/vrk	$\mu\text{g/l}$	g/vrk	mg/l	g/vrk
Tulovesi, Särkijärvi	15,7	10	13,4	7	9,5	1,9	2 581
Pintapoisto, Särkilompolo	15,6 <sup>*)</sup>	47	63,3	28	37,7	3,6	4 896
<b>KUORMITUS</b>			49,9		28,2		2 315
Näytejakso II	l/s	$\mu\text{g/l}$	g/vrk	$\mu\text{g/l}$	g/vrk	mg/l	g/vrk
Tulovesi, Särkijärvi	23,1	18	36,6	9	18,1	3,2	6 422
Pintapoisto, Särkilompolo	22,9 <sup>*)</sup>	60	119,7	28	55,1	5,3	10 465
<b>KUORMITUS</b>			83,1		37,0		4 043
Näytejakso III	l/s	$\mu\text{g/l}$	g/vrk	$\mu\text{g/l}$	g/vrk	mg/l	g/vrk
Tulovesi, Särkijärvi	23,2	22	43,8	12	23,8	4,2	8 414
Pintapoisto, Särkilompolo	23,0 <sup>*)</sup>	54	108,1	28	55,0	6,4	12 823
<b>KUORMITUS</b>			64,3		31,2		4 409
Näytejaksot I-III, keskimäärin	l/s	$\mu\text{g/l}$	g/vrk	$\mu\text{g/l}$	g/vrk	mg/l	g/vrk
Tulovesi, Särkijärvi	20,7	17	31,3	9	17,1	3,1	5 806
Pintapoisto, Särkilompolo	20,5 <sup>*)</sup>	54	97,0	28	49,3	5,1	9 395
<b>KUORMITUS</b>			65,8		32,2		3 589

<sup>\*)</sup> vähennetty lietevetenä jätevedenpuhdistamolle menevä vesimäärä 0,1-0,2 l/s vuorokausikeskiarvona

**Taulukko 3. Emokalahallin tulo- ja poistovesien keskimääräiset virtaamat (l/s), vesien sisältämät keskimääräiset fosfori- ( $\mu\text{g/l}$ ) ja kiintoainepitoisuudet (mg/l) sekä -määrät (g/vrk) ja aiheutunut kuormitus Särkilompolaan näytejaksojen aikana.**

Näytejakso I	Virtaama l/s	P suodattamaton		P suodatettu		Kiintoaine	
		$\mu\text{g/l}$	g/vrk	$\mu\text{g/l}$	g/vrk	mg/l	g/vrk
Tulovesi, Särkioja	114	12	120,0	5	52,2	4,5	43 994
Pintapoisto, Särkilompola	114	22	216,3	9	84,6	4,6	45 394
<b>KUORMITUS</b>			<b>96,3</b>		<b>32,4</b>		<b>1 400</b>
Näytejakso II	l/s	$\mu\text{g/l}$	g/vrk	$\mu\text{g/l}$	g/vrk	mg/l	g/vrk
Tulovesi, Särkioja	107	16	149,2	5	49,5	5,7	53 084
Pintapoisto, Särkilompola	107	24	223,2	9	80,5	4,6	42 735 <sup>*)</sup>
<b>KUORMITUS</b>			<b>74,0</b>		<b>31,0</b>		<b>-10 348</b>
Näytejakso III	l/s	$\mu\text{g/l}$	g/vrk	$\mu\text{g/l}$	g/vrk	mg/l	g/vrk
Tulovesi, Särkioja	107	19	174,7	8	78,4	5,5	50 686
Pintapoisto, Särkilompola	107	23	209,9	11	100,7	4,6	42 875 <sup>*)</sup>
<b>KUORMITUS</b>			<b>35,2</b>		<b>22,3</b>		<b>-7 811</b>
Näytejaksot I-III, keskimäärin	l/s	$\mu\text{g/l}$	g/vrk	$\mu\text{g/l}$	g/vrk	mg/l	g/vrk
Tulovesi, Särkioja	109	16	<b>148,0</b>	6	<b>60,0</b>	5,2	<b>49 255</b>
Pintapoisto, Särkilompola	109	23	<b>216,5</b>	9	<b>88,6</b>	4,6	<b>43 668<sup>*)</sup></b>
<b>KUORMITUS</b>			<b>68,5</b>		<b>28,6</b>		<b>-5 587</b>

<sup>\*)</sup> pintapoiston pienempi arvo suhteessa tulevaan veteen johtuu mahdollisesti näytteenottovirheestä tai kiintoaineen hajoamisesta

## 5.2. Liettevedet

Taulukossa 4 on esitetty poikas- ja emokalahallin lietteveden aiheuttama keskimääräinen fosfori- ja kiintoainevirta jätevedenpuhdistamolle näytejaksoittain sekä selvityksen aikana.

**Taulukko 4. Jätevedenpuhdistamolla halleista tulevien liettevesien keskimääräiset virtaamat (l/vrk), vesien sisältämät keskimääräiset fosfori- ( $\mu\text{g/l}$ ) ja kiintoainepitoisuudet (mg/l) sekä -määrät (g/vrk) näytejaksojen aikana.**

Näytejakso I	Virtaama l/vrk	P suodattamaton		P suodatettu		Kiintoaine	
		$\mu\text{g/l}$	g/vrk	$\mu\text{g/l}$	g/vrk	mg/l	g/vrk
Poikashalli	11 559	3 033	37,3	1 034	12,5	148	1 814
Emokalahalli	6 023	5 293	31,7	2 515	14,9	180	1 070
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>17 582</b>	<b>8 326</b>	<b>69,0</b>	<b>3 549</b>	<b>27,4</b>	<b>328</b>	<b>2 884</b>
Näytejakso II	l/vrk	$\mu\text{g/l}$	g/vrk	$\mu\text{g/l}$	g/vrk	mg/l	g/vrk
Poikashalli	12 937	4 644	60,3	1 882	24,4	197	2 536
Emokalahalli	4 335	10 022	42,9	3 570	15,4	425	1 820
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>17 272</b>	<b>14 666</b>	<b>103,2</b>	<b>5 452</b>	<b>39,8</b>	<b>622</b>	<b>4 356</b>
Näytejakso III	l/vrk	$\mu\text{g/l}$	g/vrk	$\mu\text{g/l}$	g/vrk	mg/l	g/vrk
Poikashalli	12 198	3 148	39,3	1 502	18,7	119	1 486
Emokalahalli	4 537	4 989	22,4	1 990	8,9	156	698
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>16 735</b>	<b>8 137</b>	<b>61,7</b>	<b>3 492</b>	<b>27,6</b>	<b>275</b>	<b>2 184</b>
Näytejaksot I-III, keskimäärin	l/vrk	$\mu\text{g/l}$	g/vrk	$\mu\text{g/l}$	g/vrk	mg/l	g/vrk
Poikashalli	12 232	3 608	<b>45,6</b>	1 473	<b>18,5</b>	154	<b>1 945</b>
Emokalahalli	4 965	6 768	<b>32,3</b>	2 692	<b>13,0</b>	254	<b>1 196</b>
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>17 197</b>	<b>10 377</b>	<b>78,0</b>	<b>4 164</b>	<b>31,6</b>	<b>408</b>	<b>3 141</b>

Lieteviesien puhdistamon tehoa ei mitattu kesällä 1997. Vuonna 1996 tehdyssä selvityksessä puhdistamon tehoksi saatiin kokonaisfosforin osalta 85 % ja kiintoaineen 88 %. Käytännössä, hoito- ja käyttötilanteet huomioiden, voidaan tehoroajoina pitää 80-95 %.

Taulukossa 5 on esitetty jätevedenpuhdistamolta tuleva, lietevesien aiheuttama, keskimääräinen fosfori- ja kiintoainekuormitus vesistöön ja kuormituksen osuus kokonaiskuormituksesta puhdistamon eri tehoilla näytejaksoittain sekä selvityksen aikana.

**Taulukko 5. Poikas- ja emokalahallin poisto- ja lietevesien yhteenlasketut keskimääräiset fosfori- ja kiintoainemäärät (g/vrk), lietevesien aiheuttama keskimääräinen vesistökuormitus (g/vrk) ja sen osuus (%) kokonaiskuormituksesta puhdistamon tehoilla 80-95 % näytejaksoittain.**

Näytejakso	FOSFORI (suodattamaton)									
	g/vrk		Kuormitus g/vrk				Kuormitusosuus %			
	Pintapoisto	Lietevesi	80%	85%	90%	95%	80%	85%	90%	95%
21.-25.7.	146	69	14	10	7	3	9	6	5	2
11.-15.8.	157	103	21	15	10	5	12	9	6	3
18.-22.8.	100	62	12	9	6	3	11	8	6	3
KESKIM.	134	78	16	11	8	4	11	8	6	3

Näytejakso	FOSFORI (suodatettu)									
	g/vrk		Kuormitus g/vrk				Kuormitusosuus %			
	Pintapoisto	Lietevesi	80%	85%	90%	95%	80%	85%	90%	95%
21.-25.7.	61	27	5	4	3	1	8	6	5	2
11.-15.8.	68	40	8	6	4	2	11	8	6	3
18.-22.8.	54	28	6	4	3	1	10	7	5	2
KESKIM.	61	32	6	5	3	2	9	8	5	3

Näytejakso	KIINTOAINE									
	g/vrk		Kuormitus g/vrk				Kuormitusosuus %			
	Pintapoisto	Lietevesi	80%	85%	90%	95%	80%	85%	90%	95%
21.-25.7.	3 715	2 884	577	433	288	144	13	10	7	4
11.-15.8.	-6 305 <sup>*)</sup>	4 356	871	653	436	218	**)	**)	**)	**)
18.-22.8.	-3 402 <sup>*)</sup>	2 184	437	328	218	109	**)	**)	**)	**)
KESKIM.	-1 998 <sup>*)</sup>	3 141	628	471	314	157	**)	**)	**)	**)

<sup>\*)</sup> kuormitus negatiivinen, emokalahallin tulovedessä enemmän kiintoainetta kuin poistovedessä

<sup>\*\*)</sup> ei mielekästä laskea, koska arvo olisi negatiivinen

## 6. Tunnusluvut

### 6.1. Altaiden sisäinen itsepuhdistuvuus

Kasvatusaltaiden itsepuhdistuvuutta halleittain voidaan arvioida jätevedenpuhdistamolle johdettavan lieteveden kuormituksen ja kokonaiskuormituksen välisestä suhteesta (ks. taulukko 5) seuraavasti:

**Altaiden itsepuhdistuskyky (%) = lieteveden kuormitus / kokonaiskuormitus × 100**

jossa, kokonaiskuormitus = poistoveden (pintapoisto) kuormitus + lieteveden (puhdistamolle johdettu) kuormitus - tuloveden kuormitus

**Taulukko 5. Poikas- ja emokalahallien altaista lähtevä fosfori- ja kiintoainekuormitus (g/vrk) ja siitä jätevedenpuhdistamolle johdettava määrä (g/vrk) ja niiden perusteella laskettu altaiden itsepuhdistuskyky (%).**

Näytejakso	Poikashalli				Emokalahalli			
	I	II	III	keskim.	I	II	III	keskim.
<b>Kokonaiskuormitus</b>	<b>g/vrk</b>	<b>g/vrk</b>	<b>g/vrk</b>	<b>g/vrk</b>	<b>g/vrk</b>	<b>g/vrk</b>	<b>g/vrk</b>	<b>g/vrk</b>
P suodattamaton	87,6	143,4	103,6	111,4	128,0	116,9	57,6	100,8
P suodatettu	40,7	61,4	49,9	50,7	47,3	46,4	31,2	41,6
Kiintoaine	4 129	6 579	5 895	5 534	2 470	-8 428	-7 113	-4 391
<b>Lietekuormitus</b>	<b>g/vrk</b>	<b>g/vrk</b>	<b>g/vrk</b>	<b>g/vrk</b>	<b>g/vrk</b>	<b>g/vrk</b>	<b>g/vrk</b>	<b>g/vrk</b>
P suodattamaton	37,7	60,3	39,3	45,6	31,7	42,9	22,4	32,3
P suodatettu	12,5	24,4	18,7	18,5	14,9	15,4	8,9	13,1
Kiintoaine	1 814	2 536	1 486	1 945	1 070	1 820	698	1 196
<b>Itsepuhdistuskyky</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
P suodattamaton	43,0	42,1	37,9	<b>40,9</b>	24,8	36,7	38,9	<b>32,0</b>
P suodatettu	30,7	39,7	37,5	<b>36,5</b>	31,5	33,2	28,5	<b>31,5</b>
Kiintoaine	43,9	38,5	25,2	<b>35,1</b>	43,3	*)	*)	*)

\*) ei mielekäästä laskea, koska altaista poistui vähemmän kiintoainetta kuin niihin tuli

## 7. Kuormitus ja puhdistusteho koko prosessissa

Tarkastelu tehdään vain kokonaisfosforin suhteen. Fosfori suodatetuissa (liukoinen fosfori) näytteissä samoin kuin kiintoainemäärä ovat tulosten ja edellä laskettujen tunnuslukujen mukaan pääsääntöisesti suhteessa kokonaisfosforiin, mutta eräissä tapauksissa prosessissa tapahtuu fosforin liukenemistä ja kiintoaineen hajoamista, mitkä vaikuttavat tulokseen. Kuormittajana kokonaisfosfori on myös oleellisin.

Hallien kuormitus kohdistui joko poistovetenä suoraan vesistöön tai lietevetenä jätevedenpuhdistamon (puhdistusteho 85 %) kautta vesistöön. Tämän perusteella voitiin halleille laskea vesistöön joutuvan kuormituksen määrä suhteessa altaista lähtevään kokonaiskuormitukseen. Jotta hallit olisivat vertailukelpoisia, altaista lähteväksi fosforin kokonaiskuormitukseksi merkittiin 100.

Halleittaiset kokonaisfosforikuormitukset edellä olevan suhdelukutarkastelun perusteella on esitetty taulukossa 6.

**Taulukko 6. Suhteellinen kokonaisfosforikuormitus, lieteveden fosforisuus ja hallien kokonaisprosessin puhdistustulos. Altaista poistuva kokonaisfosforikuorma on merkitty suhdeluvulla 100.**

	Poikashalli	Emokalahalli
Kokonaiskuormitus	100,0	100,0
Lietevedessä jätevedenpuhdistamolle	40,9	32,0
Jätevedenpuhdistamolla kiinnisaatu kuormitus	34,8	27,2
<b>Kuormitus vesistöön</b>	<b>65,2</b>	<b>72,8</b>

Yllä olevat suhteelliset lukuarvot kertovat suoraan puhdistustoimenpiteiden tehokkuuden halleittain. Luvut eivät kuitenkaan kuvaa koko viljelyprosessin kuormitusvaikeutusta, ellei taulukon 6 lukuarvoja edelleen suhteuteta hallien todelliseen kuormitukseen, mikä riippuu hallien kalamäärästä ja ruokinnasta sekä kalojen ruokintasuhteesta. Koska selvityksen aikana, ja muutenkaan, ei ruokinta ja ruokintasuhde tai rehukerroin voi olla kalastosta johtuen suoraan vertailukelpoinen, jää mahdolliseksi painottaa kuormitus suuntaa antavasti keskimääräisellä kalabiomassalla (taulukko 7).

**Taulukko 7. Osa-alueiden suhteellinen kuormitusvaikutus (%) koko laitoksen kuormituksesta.**

Osa-alue	Kuormitusluku	Biomassa kg	Kuormitusluku × biomassa	Kuormitus- vaikutus %
Poikashalli	65,2	479	31 230,8	7,2
Emokalahalli	72,8	5 510	401 128,0	92,8

## 8. Yhteenveto ja johtopäätökset

### 8.1. Näytejaksojen olosuhteet ja selvityksen virhelähteet

Johtuen lupaehdon 35 fosforikilon vuotuisesta päästörajoituksesta vesistöön, Muonion kalanviljelylaitos oli vajaakäytössä selvityksen aikana. Erityisesti emokalahallin kaloja ruokittiin vain vähän vesistökuormituksen pienentämiseksi, mikä on voinut parantaa saatuja tuloksia. Emokalahallissa ruokinta jäi niin pieneksi, että oletettavasti muut tekijät kuin altaiden rehun ja kalojen ulosteiden puhdistuskyky tulivat merkittviksi.

Poikashallissa oletettiin syntyvän suhteellisen paljon kuormitusta, koska tehokkaalla ruokinnalla tavoiteltiin suurta kasvua. Puhdistuslaitteiden (itsepuhdistuvat altaat) tehon tarkastelun kannalta tämä tilanne on edullinen, koska suuresta kuormituksesta on helpompaa poistaa suuri osuus kuin vähäisestä kuormituksesta.

Ruokintaa ei suoritettu työvoima- ja varmuussyistä viikonloppuisin lainkaan, mikä on voinut parantaa fosforin talteenottoa. Kokonaisuutena arvioiden viikonloppu-  
tauosta ei kuitenkaan aiheutunut suurtakaan virhelähdettä selvitykselle.

Analyysit tehtiin pakastetuista näytteistä. Pakastamisen yhteydessä kiintoaineen ja liukoisen (suodatettu) fosforin pitoisuudet voivat muuttua, kokonaisfosforiin sillä ei ole juurikaan vaikutusta.

Kalojen ruokinta-automaattien (ITUMIC) antama rehunkulutus saattoi olla järjestelmän luonteesta johtuen osittain epätarkka.

### 8.2. Altaiden toimivuus itsepuhdistuvina ja lietteenerottelussa

Poikashallin altaat toimivat kohtalaisesti itsepuhdistuvina ja lietteenerottelussa jätevedenpuhdistamolle johdettiin keskimäärin noin 40 % kokonaisfosforista. Altaiden itsepuhdistuskyky pysyi melko samansuuruisena, vaikka kalabiomassoissa ja ruokinnassa olikin suuria eroja näytejaksojen välillä.

Emokalahallin altaiden todellista itsepuhdistuvuutta kokonaisfosforin osalta kuvaa parhaiten heinäkuun näytejakso, jolloin kalojen ruokinta oli lähempänä normaalia kuin muilla jaksoilla. Kyseisellä jaksolla altaiden itsepuhdistuskyky oli varsin huono eli vain 25 %. Ruokinnan vähentäminen elokuussa paransi puhdistuskykyä yli 10 %:lla.

Ero itsepuhdistuvuudessa hallien välillä voi olla ainakin osittain altaiden koosta, materiaalista sekä poistosihtien rakenteesta ja sihtien reikäkoosta johtuvaa. Poikashallin pienissä, lujitemuovisissa altaissa pohjalla oleva liete päättyy ehkä paremmin lietesyvennykseen kuin emokalahallin suuremmissa ja karkeampipohjaisissa betonialtaissa. Pienemmissä altaissa veden pyörimisliike saattaa olla myös lietteenpoistolle edullisempaa.

Toisaalta hallien väliset erot altaiden itsepuhdistuvuudessa voivat johtua myös lietesyvennyksen tyhjennystavasta. Poikashallissa lietesyvennyksiä huuhdellaan kerralla noin 30 sekunnin ajan, kun emokalahallissa vastaava aika on 3 sekuntia. Poikashallin

pitkä huuhteluaika johtuu siitä, että liete ei huuhteluveden pienestä virtausnopeudesta johtuen poistu tehokkaasti. Myös lieteputkisto altaiden ja poistokanavan välillä tukkeutuu helposti, ellei sitä pidetä runsaalla vedellä jatkuvasti puhtaana. Emokalahallin lietesuppiloiden tyhjennyksessä lietteenpoistossa ehtii purkautua lyhyelläkin juoksu-  
tasajalla riittävä määrä lietevedettä hallin lattian alla olevaan poistoputkeen, josta vedet valuvat viettona jätevesipumppaamolle.

Pitkästä huuhteluajasta johtuen poikashallin lietevesi on fosforipitoisuudeltaan noin puolta laimeampaa kuin emokalahallissa. Toisaalta poikashallin lietteenpoisto tuotti noin 2,5-kertaisen vesimäärän emokalahalliin verrattuna.

Enonkoskella Saimaan kalantutkimuksessa ja vesiviljelyssä kesällä 1994 tehdyssä selvityksessä poikashallin lasikuituisten altaiden (2,1, 3,3 ja 12,7 m<sup>2</sup>) itsepuhdistusteho kokonaisfosforin suhteen oli 78 % ja emokalahallin lasikuituisten, betonipohjaisten altaiden (28 ja 63 m<sup>2</sup>) 82 % (Pursiainen ja Makkonen 1995). Näitä lukuja ei voida suoraan verrata tämän selvityksen tuloksiin mm. erilaisten allaskokojen ja -  
materiaalien sekä lietesyvyyksien huuhtelumenetelmien ja lietevesien johtamisen erojen suhteen, mutta ne määrittävät kuitenkin tason mihin altaiden itsepuhdistuvuudessa voidaan päästä.

### 8.3. Vesistökuormituksen määrä ja siihen vaikuttavat tekijät

Poikas- ja emokalahallin keskimääräinen vuorokautinen kokonaisfosforikuormitus vesistöön oli selvityksen aikana yhtä suuri eli 73 ja 74 g. Tästä poistoveden (pintapoisto) osuus (66 ja 69 g/vrk) oli 92 % ja lieteveden (puhdistamon teholla 85 %) 8 %. Jätevedenpuhdistamolla poistettiin kokonaiskuormituksesta poikashallin osalta noin 35 % ja emokalahallin osalta n. 27 %. Emokalahallin kuormitus ei kuvaa todellista tilannetta vähäisestä ruokinnasta johtuen. Hallin kalabiomassahan oli moninkertainen poikashalliin verrattuna, joten normaalissa viljelytilanteessa hallin kuormitusvaikutus olisi poikashallia selvästi suurempaa.

Mikäli altaiden itsepuhdistuvuus saataisiin samalle tasolle (n. 80 %) kuin Enonkoskella, alenisi kuormitus alle puoleen. Laitoksen keskimääräinen vuorokautinen kokonaiskuormitus olisi tällöin 68 g/vrk, josta poistoveden osuus 63 % ja lieteveden 37 %. Kokonaiskuormituksesta saataisiin poistettua puhdistamolla lähes 70 %.

Poistoveden kautta vesistöön tuleva kuormitus oli käytännössä suoraan verrannollinen käytettyyn rehumäärään eli ruokinta lisää samassa suhteessa kuormitusta. Sen sijaan lieteveden fosforipitoisuus, ja sitä kautta kuormitus, vaihteli varsin paljon samankin näytejakson eri päivinä ruokinnasta riippumatta (ks. liitteet 1 ja 2).

### 8.4. Mahdolliset kuormitusta vähentävät toimenpiteet

Poikashallin kuormitusvaikutus emokalahalliin verrattuna ei pienestä kalabiomassasta, rehun- ja vedenkäytöstä johtuen ole normaalissa viljelytilanteessa kovinkaan merkittävä. Lisäksi poikashallin lietteenerottelutaso altaissa on kohtalainen. Näin ollen, vaikka allaskohtaista lietteenerottelua voitaisiinkin vielä parantaa, ei sitä ole tarpeen tehdä ainakaan välittömästi.

Lietteenkäsittelylaitoksen fosforinpoistoteho on hyvä ja parantamisen varaa ei käytännössä ole. Noin 85-90 %:n puhdistustulos on vertailukelpoinen minkä tahansa vastavan laitoksen kanssa.



Vesistökuormituksen vähentämisessä päähuomio kohdistuu emokalahalliin ja siellä altaiden itsepuhdistuvuuteen. Mikäli itsepuhdistuvuutta pystyttäisiin parantamaan, voitaisiin tuotannollista toimintaa tehostaa joko lisäämällä kalabiomassaa ja/tai tehostamalla ruokintaa. Näin ollen jatkotoimenpiteitä, joiden vaikutusta itsepuhdistuvuuteen ja allaskohtaiseen lietteenerotteluun tulisi selvittää, voivat olla:

- allashydrauliikan muuttaminen pintapoiston osalta edullisemmaksi
- altaiden pohjamateriaalin tekeminen lietteenpoistoa edistäväksi, mm. maalaaminen
- erilaisten poistosihtirakenteiden ja sihti(reikä)kokojen testaus
- tulovesivirtauksen suuntaaminen siten, että osa tulevasta vedestä ohjataan altaan pohjan läheiseen vesikerrokseen ja suunnataan lietettä lietesyvennykseen ohjataan liikkeeseen
- tulovesivirtauksen suuttimien muotoilu niin, että kaikki käytettävissä oleva veden paine-ero saadaan muutettua altaiden veden kiertoliikkeeksi, mikä pitää pohjalle laskeutuvan lietteen paremmin liikkeessä ja vie sen mahdollisimman tuoreena lietesyvennykseen

## Kirjallisuus

Pursiainen, M. & Makkonen, J. 1995. Jätefosforin ja -kiintoaineen virrat ja talteenotto kalanviljelyssä. Selvitys Saimaan vesiviljelyn aiheuttaman vesistökuormituksen osatekijöistä. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalaraportteja 27, 17 s. + 2 liitettä.

## Kiitokset

Tekijät esittävät parhaat kiitokset kalastusmestari Rainer Määtälle ja kalanviljelijä Olli-Pekka Nevalalle Muonion kalanviljelylaitoksella selvitykseen liittyvistä näytteenotoista ja muista toimenpiteistä sekä laborantti Anita Väisäselle Taivalkosken riistan- ja kalantutkimuksessa tehdyistä laboratorioanalyyseistä. Saimaan kalantutkimus ja vesiviljelyn laitosjohtaja Markku Pursiaiselle kiitokset raporttiin liittyvistä kommentteista ja parannusehdotuksista.

LIITE 1. TULO- JA POISTOVEDEN VIRTAAMAT (l/s) SEKÄ FOSFORI- (µg/l) JA KIINTOAINEMÄÄRÄT (mg/l) NÄYTTENOTTOKERROITTAIN

**POIKASHALLI**

		P µg/l suodattamaton						P µg/l suodatettu						Kiintoaine mg/l					
l/s		21.-22.7.	22.-23.7.	23.-24.7.	24.-25.7.	21.-22.7.	22.-23.7.	23.-24.7.	24.-25.7.	21.-22.7.	22.-23.7.	23.-24.7.	24.-25.7.	21.-22.7.	22.-23.7.	23.-24.7.	24.-25.7.		
<b>NÄYTEJAKSO I</b>																			
Tulovesi, Särkijärvi		15,7	9,1	7,9	11,0	12,0	7,7	6,0	7,7	6,6	2,6	2,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0		
Pintapoisto, Särkilompolo		15,6	52,0	46,0	40,0	50,0	37,0	27,0	23,0	26,0	3,2	4,0	2,0	5,3	4,0	2,0	5,3		
<b>NÄYTEJAKSO II</b>																			
l/s		11.-12.8.	12.-13.8.	13.-14.8.	14.-15.8.	11.-12.8.	12.-13.8.	13.-14.8.	14.-15.8.	11.-12.8.	12.-13.8.	13.-14.8.	14.-15.8.						
Tulovesi, Särkijärvi		23,1	19,0	18,0	18,0	19,0	9,2	10,0	7,2	10,0	5,0	1,6	2,6	3,7					
Pintapoisto, Särkilompolo		22,9	77,0	67,0	52,0	46,0	36,0	28,0	22,0	25,0	5,3	6,5	5,3	4,0					
<b>NÄYTEJAKSO III</b>																			
l/s		18.-19.8.	19.-20.8.	20.-21.8.	21.-22.8.	18.-19.8.	19.-20.8.	20.-21.8.	21.-22.8.	18.-19.8.	19.-20.8.	20.-21.8.	21.-22.8.						
Tulovesi, Särkijärvi		23,2	27,0	21,0	20,0	20,0	16,0	12,0	11,0	9,8	4,5	4,3	2,8	5,2					
Pintapoisto, Särkilompolo		23,0	69,0	52,0	49,0	48,0	37,0	29,0	24,0	22,0	8,0	4,7	6,0	7,0					

**EMOKALAHALLI**

		P µg/l suodattamaton						P µg/l suodatettu						Kiintoaine mg/l					
l/s		21.-22.7.	22.-23.7.	23.-24.7.	24.-25.7.	21.-22.7.	22.-23.7.	23.-24.7.	24.-25.7.	21.-22.7.	22.-23.7.	23.-24.7.	24.-25.7.	21.-22.7.	22.-23.7.	23.-24.7.	24.-25.7.		
<b>NÄYTEJAKSO I</b>																			
Tulovesi, Särkioja		114	9,3	10,5	15,0	14,0	5,2	5,0	5,6	5,4	2,9	4,6	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2		
Pintapoisto, Särkilompolo		114	19,0	20,0	22,0	28,0	7,7	8,5	9,3	8,9	6,0	5,0	3,1	4,3	6,0	5,0	4,3		
<b>NÄYTEJAKSO II</b>																			
l/s		11.-12.8.	12.-13.8.	13.-14.8.	14.-15.8.	11.-12.8.	12.-13.8.	13.-14.8.	14.-15.8.	11.-12.8.	12.-13.8.	13.-14.8.	14.-15.8.						
Tulovesi, Särkioja		107	16,0	17,0	16,0	17,0	5,9	5,1	3,2	7,2	5,2	6,0	5,7						
Pintapoisto, Särkilompolo		107	22,0	29,0	26,0	19,0	10,0	11,0	5,0	9,3	4,0	3,6	8,0	2,8					
<b>NÄYTEJAKSO III</b>																			
l/s		18.-19.8.	19.-20.8.	20.-21.8.	21.-22.8.	18.-19.8.	19.-20.8.	20.-21.8.	21.-22.8.	18.-19.8.	19.-20.8.	20.-21.8.	21.-22.8.						
Tulovesi, Särkioja		107	22,0	18,0	19,0	17,0	11,0	9,2	6,9	7,3	5,5	5,3	5,5						
Pintapoisto, Särkilompolo		107	28,0	22,0	22,0	19,0	12,0	13,0	10,0	8,9	6,5	3,7	2,8	5,5					

LIITE 2. LIETEVEDEN VIRTAAMAT (l/vrk) SEKÄ FOSFORI- ( $\mu\text{g/l}$ ) JA KIINTOAINEMÄÄRÄT (mg/l)  
NÄYTTEENOTTOKERROITTAIN

<b>NÄYTEJAKSO I</b>		<b>P <math>\mu\text{g/l}</math> suodattamaton</b>								
	l/vrk	21.7. ilta	21.-22.7. aamu	22.7. ilta	22.-23.7. aamu	23.7. ilta	23.-24.7. aamu	24.7. ilta	24.-25.7. aamu	
Poikashalli	11 559	1 206	3 924	3 541	3 693	2 273	2 721	2 763	4 145	
Emokalahalli	6 023	2 354	6 028	2 448	6 341	5 521	5 047	4 353	10 255	
		<b>P <math>\mu\text{g/l}</math> suodatettu</b>								
Poikashalli	11 559	530	923	858	1 439	702	1 216	1 011	1 593	
Emokalahalli	6 023	957	1 936	1 007	3 542	2 106	3 170	1 981	5 422	
		<b>Kiintoaine mg/l</b>								
Poikashalli	11 559	43,5	182,9	130,0	214,5	74,0	113,7	197,2	226,1	
Emokalahalli	6 023	66,6	166,5	90,3	163,3	178,6	156,0	249,3	365,5	
<b>NÄYTEJAKSO II</b>		<b>P <math>\mu\text{g/l}</math> suodattamaton</b>								
	l/vrk	11.8. ilta	11.-12.8. aamu	12.8. ilta	12.-13.8. aamu	13.8. ilta	13.-14.8. aamu	14.8. ilta	14.-15.8. aamu	
Poikashalli	12 937	2 002	5 820	4 656	6 165	3 029	6 704	2 857	5 917	
Emokalahalli	4 335	3 942	10 484	10 318	14 984	6 602	12 803	9 467	11 595	
		<b>P <math>\mu\text{g/l}</math> suodatettu</b>								
Poikashalli	12 937	920	2 597	1 916	2 355	1 272	2 251	1 405	2 342	
Emokalahalli	4 335	1 624	4 681	3 291	4 943	2 096	4 686	3 204	4 036	
		<b>Kiintoaine mg/l</b>								
Poikashalli	12 937	109,1	248,0	214,0	212,0	150,0	240,0	144,2	255,0	
Emokalahalli	4 335	137,3	396,0	311,0	952,0	273,0	571,0	375,0	385,0	
<b>NÄYTEJAKSO III</b>		<b>P <math>\mu\text{g/l}</math> suodattamaton</b>								
	l/vrk	18.8. ilta	18.-19.8. aamu	19.8. ilta	19.-20.8. aamu	20.8. ilta	20.-21.8. aamu	21.8. ilta	21.-22.8. aamu	
Poikashalli	12 198	1 194	2 795	2 140	3 422	2 716	4 586	3 150	5 182	
Emokalahalli	4 537	918	2 578	3 444	5 735	5 186	6 524	6 289	9 232	
		<b>P <math>\mu\text{g/l}</math> suodatettu</b>								
Poikashalli	12 198	524	1 346	1 279	1 764	1 431	2 156	1 429	2 088	
Emokalahalli	4 537	422	1 281	1 678	2 310	1 811	2 780	2 139	3 498	
		<b>Kiintoaine mg/l</b>								
Poikashalli	12 198	41,3	102,9	88,7	112,7	113,1	146,7	116,0	229,6	
Emokalahalli	4 537	31,0	99,0	121,3	173,0	154,2	192,6	176,0	300,8	