



# Joroisselän kuormitus selvitys

JANI PULKKINEN





# Joroisselän kuormitus selvitys

JANI PULKKINEN

**RAPORTTEJA 62 | 2014**

**JOROISSELÄN KUORMITUSSELVITYS**

**Etelä-Savon elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus**

**Taitto: Jani Pulkkinen**

**Kansikuva: Laura Liuski**

**Kartat: Jani Pulkkinen**

**ISBN 978-952-314-070-7 (PDF)**

**ISSN 2242-2846**

**ISSN 2242-2854 (verkkajulkaisu)**

**URN:ISBN:978-952-314-070-7**

**[www.ely-keskus.fi/julkaisut](http://www.ely-keskus.fi/julkaisut) | [www.doria.fi/ely-keskus](http://www.doria.fi/ely-keskus)**

## Sisältö

Johdanto .....	2
Alueen yleiskuvaus.....	3
Tutkimusmenetelmät.....	5
Ulkoinen kuormitus .....	8
Valvatuksen kanavan valuma-alue 04.213 .....	8
Pistekuormitus .....	8
Hajakuormitus.....	9
Joroisvirran valuma-alue 04.25.....	12
Kaukovaluma-alue.....	12
Pistekuormitus .....	12
Hajakuormitus.....	14
Enojoen – Kolkonjoen valuma-alue 04.24.....	17
Hajakuormitus.....	17
Joroisselän lähivaluma-alue .....	19
Hajakuormitus.....	20
Sisäinen kuormitus .....	22
Yhteenveto Joroisselän kuormituksesta.....	23
Sietokyvyn arviointi .....	28
Lähteet.....	29
Joroisselän alueen selvityksiä ja suunnitelmia.....	29
Liitteet.....	30
Liite 1. Vedenlaatutulokset.....	30
Liite 2. Valvatuksen osavaluma-alueet ja niiden maankäyttö Corine2006-aineiston mukaan.....	32
Liite 3. Joroisvirran osavaluma-alueet ja niiden maankäyttö Corine2006-aineiston mukaan.....	33
Liite 4. Enojoen osavaluma-alueet ja niiden maankäyttö Corine2006-aineiston mukaan .....	34
Liite 5. Joroisselän osavaluma-alueet ja niiden maankäyttö Corine2006-aineiston mukaan .....	35
Liite 6. Corine2006-aineiston maankäyttömuodot selityksineen. ....	36
Liite 7. Joroisselän fosforikuormituksen osuuksia eri kuormituslähteiden mukaan. ....	37
Liite 8. Joroisselän kaukovaluma-alueet sekä alueen suurimmat järvet ja joet.....	38



# Johdanto

Joroisselän käyttökelpoisuus monipuoliseen virkistyskäyttöön on jo 1990-luvulla todettu heikentyneen ja aloitteita sekä osasuunnitelmia on tehty tilanteen korjaamiseksi. Alueelle on tehty 1990-luvulla vesiensuojelusuunnitelmia (Eskelinen ja Virnes 1996, Salo 1999). Toiminnan tavoitteena on ollut Joroisselän rehevöitymisen pysäyttäminen ja parantaminen sekä paremman tilan turvaaminen myös jatkossa. Taustalla työlle on ollut mm. tavoite luoda edellytyksiä matkailulle. Joroisten sataman toteutettu kunnostus 1990-luvun lopulla kuului myös tähän kokonaisuuteen. Joroisselälle on ollut myös hoitokalastushanke, minkä yhteydessä on tehty Joroisselän kunnostussuunnitelma. 2000-luvun ensimmäisen vuosikymmenen loppupuolella Joroisselän alueelle on tehty myös mm. luonnon monimuotoisuuden ja kosteikkojen yleissuunnittelua sekä kosteikkosuunnittelua (Huovinen 2008).

Kunnostustoimien on Joroisselällä oltava toimenpiteiden tuloksellisuuden ja saavutettujen parannusten pysyvyyden vuoksi kaksitahoisia. Toisaalta järveen tulevan kuormituksen vähentämiseen tähtäävillä toimenpiteillä on kuormitusta saatava vähennettyä huomattavasti. Toisaalta itse järvesä tapahtuvien toimenpiteiden, kuten poistokalastus, avulla tuetaan ja nopeutetaan järven tilan paranemista.

Etelä-Savon pintavesien hoidon toimenpideohjelmassa Joroisselän valuma-alueelle on suunniteltu seuraavia maatalouden vesiensuojelutoimenpiteitä kuormituksen vähentämiseksi: suojavyöhykkeet, kosteikot, talviaikainen peltojen kasvipeitteisyys ja ravinnetaseen hallinta. Järveen kohdistuvia kunnostustoimia ovat poistokalastus ja vesikasvien poisto. Haja- ja loma-asutuksen liittyminen viemäriverkostoon sekä haja-asutuksen jätevesiasetuksen mukaiset haja- ja loma-asutuksen kiinteistökohtaiset jätevesien

käsittelyn investoinnit vähentävät myös osaltaan Joroisselän kuormitusta. Lisäksi mm. virtavesien kunnostukset Liunassa tulevat parantamaan kalojen elinolosuhteita alueella.

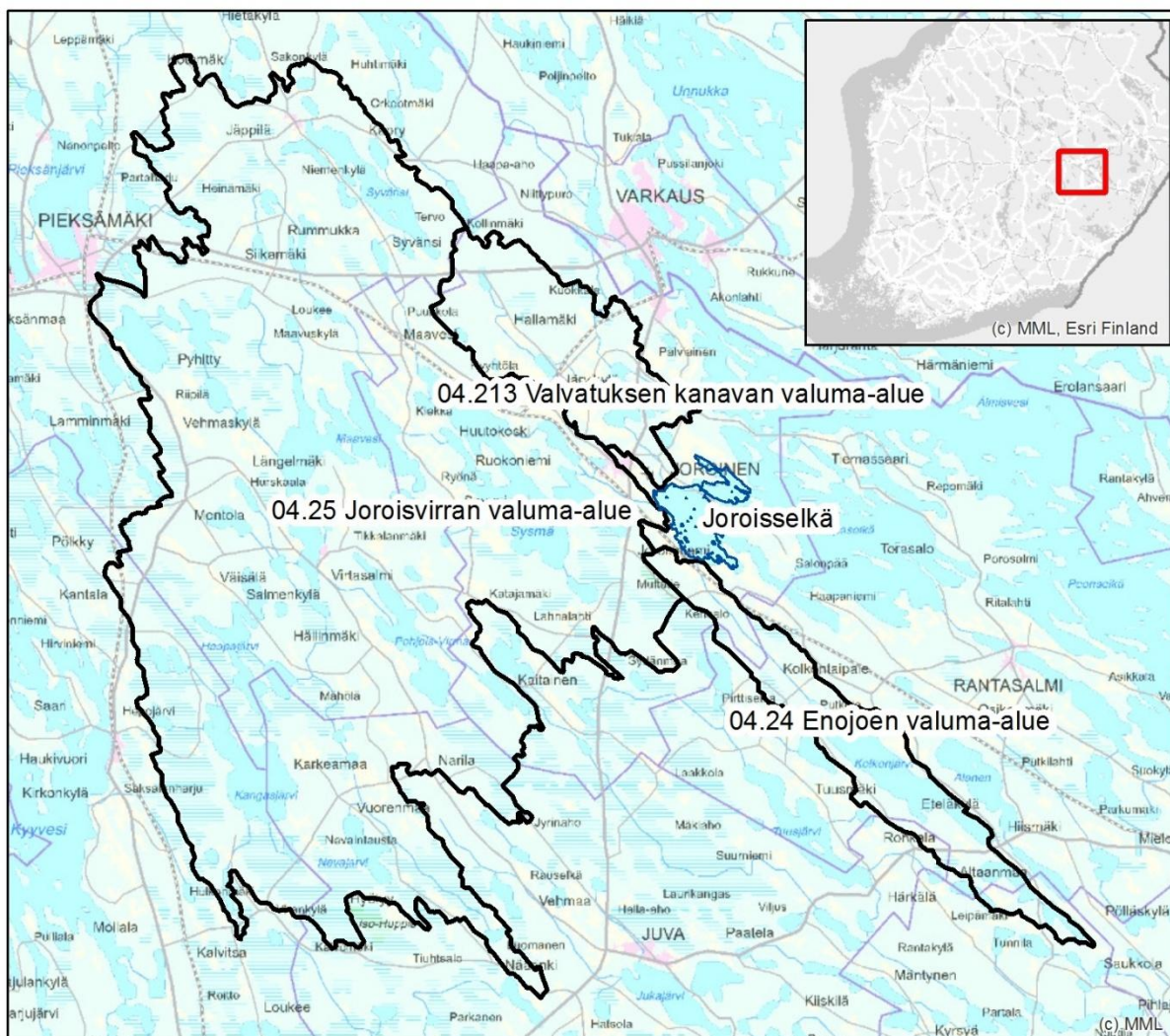
Tämän selvityksen tarkoituksena oli tarkastella Joroisselän valuma-alueella syntyvää fosforin ja typen kuormitusta sekä niiden kuormittavaa vaikutusta Joroisselkään. Kuormitus selvitys on tärkeä askel vesien hoidon suunnittelussa. Sillä saadaan tärkeää tietoa kuormituksen alueellisista eroista ja vesiensuojelulliset toimenpiteet voidaan kohdentaa alueille, joissa niillä on paras mahdollinen vaikuttavuus. Tarkastelussa käytettiin apuna Suomen ympäristökeskuksen tuottamaa vedenlaatumallia (WSFS-VEMALA), jolla saadaan tarkasteltua kuormituksen syntyä ja kulkeutumista kaukovaluma-alueilla. Lisäksi alueella tehtiin maastomittauksia, joissa selvitettiin pienempien purojen ja ojien kuormittavaa vaikutusta.



Taustalla Joroisselän kunnostukselle on ollut tavoite luoda järvelle mahdollisuudet monipuoliseen virkistys- ja matkailukäyttöön. Kuva Riku Lumiario/YHA kuvapankki

## Alueen yleiskuvaus

Joroisselkä on laajan valuma-alueen omaava matalahko järvi, joka kuuluu Saimaan Haukiveteen. Joroisselkä on pintavesityypiltään keskikokoinen humusjärvi. Joroisselän suurin syvyys on 13,5 m ja keskisyvyys noin 2,9 m. Selän pinta-ala ilman Puomilansalmen itäpuolista Keriselkää on noin 13 km<sup>2</sup>. Veden laskennallinen viipymä on noin 40 vrk arvioituna 9 L/s/km<sup>2</sup> keskivalunnalla. Joroisselkään purkaa kolme suurempaa jokea. Näistä suurimman, Joroisvirran, kautta tulee pääosa Joroisselkään tulevista vesistä. Joroisvirran valuma-alueen koko on yli 1200 km<sup>2</sup>. Muut joet ovat Valvatuksen kanava (Valvatuksen lasku Joroisselkään) sekä Kolkonjoki-Enojoki, joiden molempien valuma-alueet ovat hieman yli 100 km<sup>2</sup>. Lähivaluma-alueen pinta-ala ilman Keriselän valuma-alueita on noin 31,5 km<sup>2</sup>. Joroisselän koko valuma-alueen kokonaispinta-ala on 1515 km<sup>2</sup> ja alueen järvisyys 15 %. Valuma-alueella on Joroisvirran Huutokosken yläpuolella useita suurehkoja järviä (Kuva 1).

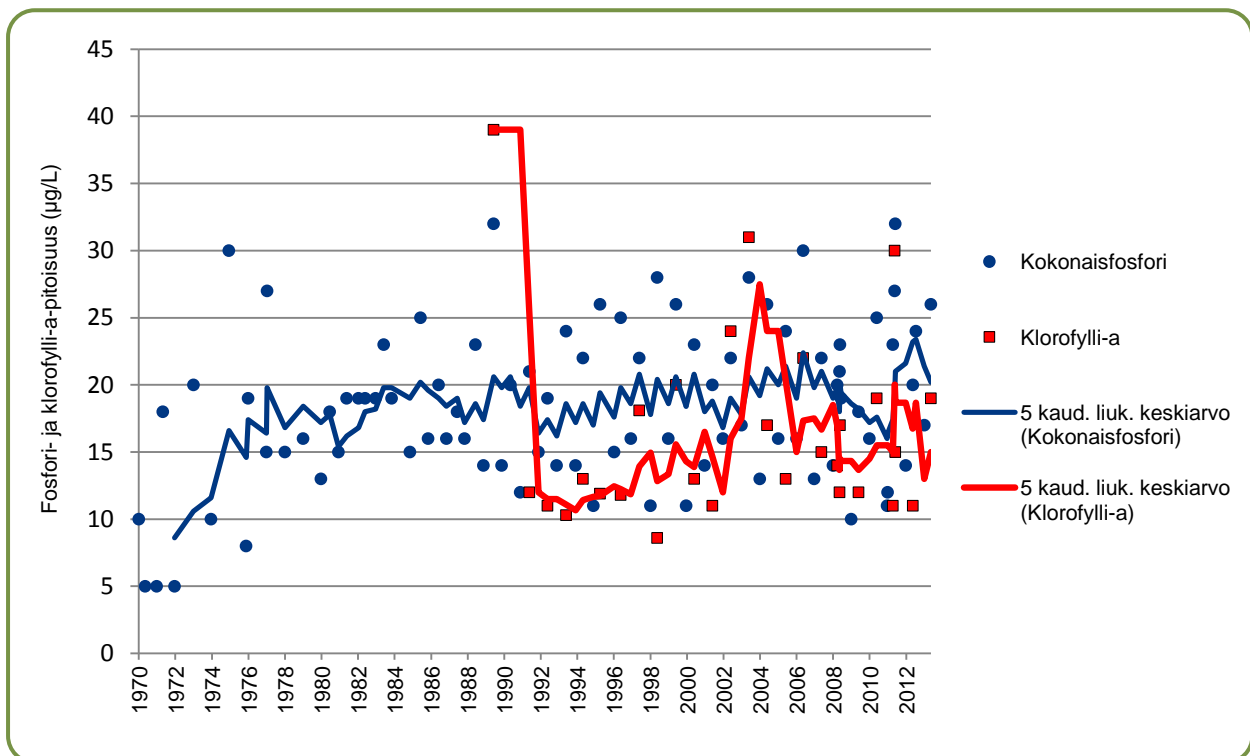


Kuva 1. Joroisselän kaukovaluma-alueet ja sijainti Suomessa.



Joroisselän syvyyssolosuhteisiin on vaikuttanut merkittävästi Valvatuksen äkillinen pinnanlasku vuonna 1861, jolloin suurehko määrä kivennäisainesta on tullut Valvatuksen Kanavan kautta Joroisselkään. Valvatuksen pintaa on laskettu kertaalleen jo ennen tuota onnettomuutta ja vielä kerran laskun jälkeen.

Joroisselän vedenlaadussa ei ole viime vuosina tapahtunut merkittäviä muutoksia suuntaan tai toiseen (Kuva 2). Kuitenkin 1970-luvun alkupuolella fosforipitoisuus on ollut huomattavasti pienempää verrattuna nykyiseen pitoisuuteen. Vesimuodostuma on luokiteltu edellisellä vesienhoitokaudella (2008) tyydyttävään ekologiseen tilaan. Toisella vesienhoitokaudella julkaistussa luokittelussa (2013) muodostuma on edelleen tyydyttävässä ekologisessa tilassa. Joroisselän fysikaalis-kemiallinen vedenlaatu on hyvä, mutta biologiset muuttujat luokittelevat muodostuman tyydyttävään luokkaan. Varsinkin kasviplanktonin osalta luokittelumuuttujat osoittavat selvästi tyydyttävää tilaa.



Kuva 2. Joroisselän kokonaisfosfori- ja klorofylli-a-pitoisuudet seuratuimmasta vedenlaatu pisteestä (Joroisselkä 012). Kokonaisfosforipitoisuudet ovat pintaveden tuloksia ja klorofylli-a:n tulokset kokoomanäytteen tuloksia (0-2 m veden pinnasta).

# Tutkimusmenetelmät

Selvityksessä käytettiin apuna Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) tuottamaa vesistömallijärjestelmää (WSFS). Vesistömallijärjestelmän vedenlaatuosio (VEMALA) mallintaa fosforin, typen ja kiintoaineen kuormitusta koko Suomessa valuma-alueittain. Malli ottaa huomioon sääolosuhteet, jotka vaikuttavat paljon ainevirtaamiin. Tässä selvityksessä käytettiin malliversiota V1, joka on käytössä oleva stabiili malli. Selvityksessä käytettiin lisäksi paikkatietoaineistoa (ArcMap) valuma-alueiden maankäytön selvittämiseksi (Taulukko 1, Corine 2006 -aineisto).

Suomen ympäristökeskus teki muutamilla mallinnustyökaluilla lisäselvityksiä Joroisselän alueelle. Tilastollinen ominaiskuormitusmalli on kokonaistypelle ja -fosforille tehty tilastollinen arviointimenetelmä, joka perustuu vedenlaatu- ja virtaamahavaintoihin sekä valuma-alueen ominaisuuksiin. Mallilla laskettiin Valvatuksen valuma-alueelta tuleva kuormitus Joroisselkään. LLR (Lake Load Response) on SYKE:ssa kehitetty selainpohjainen mallinnustyökalu kuormitusvaikutusten arviointiin. Malli antaa arvion kuormitusvähennystarpeesta ja sillä laskettiin sekä Joroisselän että Valvatuksen kuormituksen vähennystarve hyvän tilan saavuttamiseen. VEMALA ravinnetasekaavio on SYKE:n luoma kaavio, jossa valuma-alueiden ravinteiden kulkeutumisista voidaan mallintaa. Mallilla voidaan testata valuma-alueella tehtävien päästövähennysten vaikutuksia alapuolisiin vesistöihin. Kyseinen malli perustuu VEMALA:n V2 versioon, joka on vielä osittain kehitysasteella.

Joroisselän alueella tehtiin vesinäytteenottoja yhteensä 37 eri näytteenottopisteessä, joilla tarkennettiin ja seulottiin kuormituslähteitä. Vesinäytteenoton yhteydessä mitattiin pienempien laskuojien ja – purojen virtaamia, kun suurempien jokien virtaamien arvioinnissa käytettiin vesistömallijärjestelmää. Maastomittaukset pyrittiin tekemään ylivalunta-aikoina, jolloin ravinteiden huuhtoutuminen on odotetusti suurempaa ja mahdollinen kuormituspotentiaali eri alueilla on helpommin havaittavissa. Näytteitä haettiin viitenä eri ajankohdana (Kuva 3). Vesinäytteiden tulokset on esitetty liitteessä 1 ja valuma-alueiden maankäyttömuodot liitteissä 2-5.

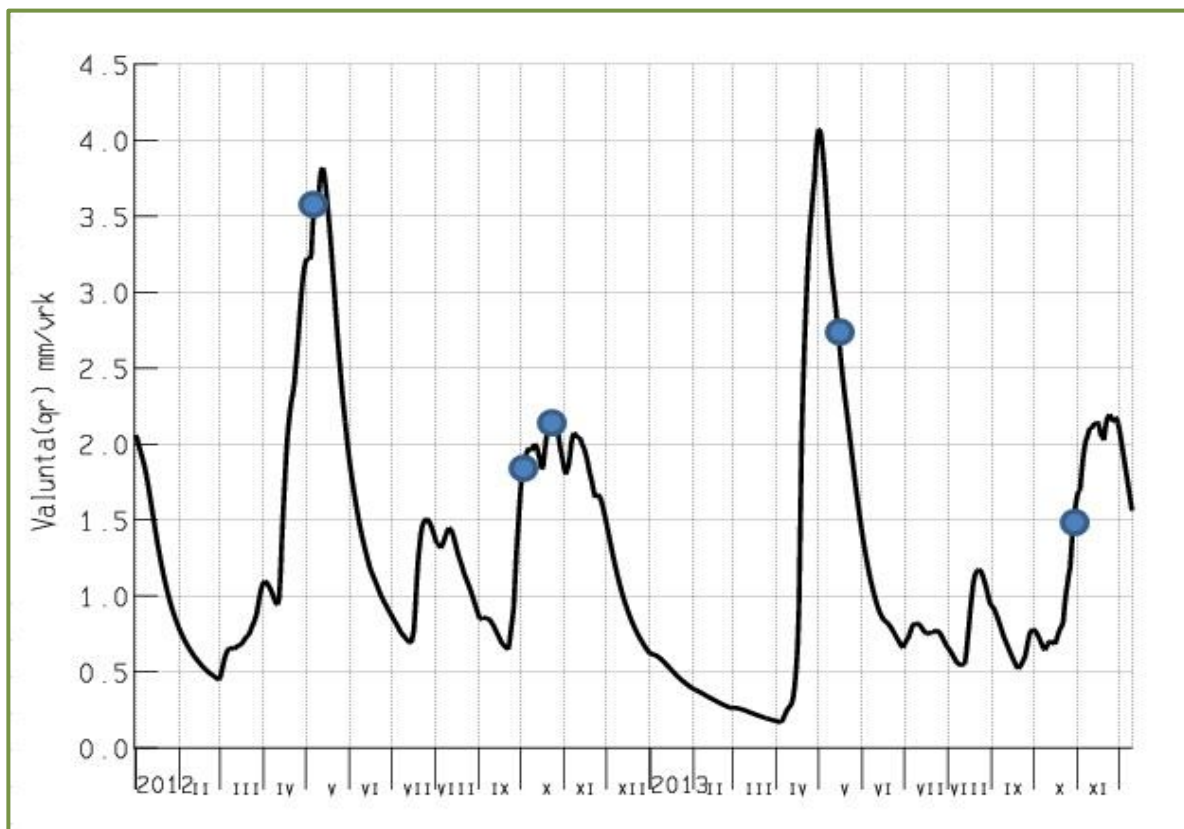


Joroisselälle on tyypillistä tiheät ja laajat ruovikkorannat.

Kuva Jani Pulkkinen

Taulukko 1. Joroisselän kolmen kaukovaluma-alueen maankäyttömuodot Corine 2006 – aineiston mukaan.

Maankäyttömuoto	Joroisvirta		Enojoki		Valvatus		Yhteensä	
	Pinta-ala (ha)	Osuus (%)	Pinta-ala (ha)	Osuus (%)	Pinta-ala (ha)	Osuus (%)	Pinta-ala (ha)	Osuus (%)
Pellot	2 704	2,2	449	4,2	1 253	10,3	4 406	3,0
Pienmaatalous	7 317	5,8	839	7,8	784	6,5	8 940	6,0
Maa-ainesten ottoalueet	153	0,1			42	0,3	195	0,1
Väljästi rakennetut asuin- alueet	383	0,3			39	0,3	422	0,3
Lentokenttäalueet					83	0,7	83	0,1
Urheilu- ja vapaa-ajan toiminta-alueet					61	0,5	61	0,0
Järvet	18 460	14,7	2 600	24,3	505	4,2	21 565	14,5
Kosteikot	60	0,0			39	0,3	99	0,1
Harvapuustoiset alueet	8 886	7,1	567	5,3	416	3,4	9 869	6,7
Avosuot ja turvetuotannon alueet	3 237	2,6	77	0,7			3314	2,2
Lehtimetsä	1 331	1,1	192	1,8	656	5,4	2179	1,5
Havumetsä	40 681	32,4	2 535	23,7	4 837	39,9	48 053	32,4
Sekametsä	42 293	33,7	3 455	32,2	3 413	28,1	49 161	33,1
Metsät yhteensä	84 305	67,2	6 182	57,7	8 906	73,4	99 393	67,0
<b>Yhteensä</b>	<b>125 505</b>	<b>100</b>	<b>10 714</b>	<b>100</b>	<b>12 128</b>	<b>100</b>	<b>148 347</b>	<b>100</b>



Kuva 3. Näytteenottoajankohtiensijoittuminen Valvatuksen alueen valuntajaksoon vesistömallijärjestelmän (SYKE-WSFS) mukaan. Kolme ensimmäistä näytteenottoa ovat sijoittuneet kevät- ja syysvaluntahuippuihin.

Valvatuksen rehevää rantakasvustoa, jossa myös vesilinnut viihtyvät.  
Kuva Pertti Manninen



# Ulkoinen kuormitus

Joroisselän ulkoista kuormitusta tarkastellaan vesistömallijärjestelmän avulla kolmella suurimmalla kaukovaluma-alueella. Lisäksi alueella tehtiin vesinäytteenottoa, joilla tarkennettiin näiden kaukovaluma-alueiden pienempien osavaluma-alueiden kuormitusta. Myös Joroisselän lähivaluma-alueen kuormitusta selvitetiin vesinäytteenoton avulla.

## Valvatuksen kanavan valuma-alue 04.213

Valvatuksen kanava on 1800-luvun puolivälissä kaivettu uoma Valvatuksen järven pinnanlaskua varten. Valvatuksen pintaa on laskettu yhteensä noin 9 metriä ja vesijättöä on paljastunut reilut 1000 hehtaaria. Suurin osa tästä on otettu viljelyskäyttöön ja alueen suurin kuormittaja onkin maatalouden hajakuormitus. Alueella on kaksi yli 50 ha:n vesimuodostumaa, Kolma ja Valvatus. Valvatus sijaitsee valuma-alueen ala-osassa ja jopa 93 % koko valuma-alueen vesistä kulkeutuu järven kautta Joroisselkään. Tästä syystä Valvatus on altis valuma-alueella tapahtuvalle kuormitukselle. Valvatus on luokiteltu ekologiselta tilaltaan tyydyttäväksi ja biologiset laatutekijät ovat tyydyttävän ja välttävän rajalla. Alueella toteutetulla näytteenotolla selvitetiin Valvatusjärveen tulevaa kuormitusta sekä alueelta lähtevää kuormitusta Joroisselkään. Alueen kuormitusta on myös tarkasteltu vuonna 2000 (Hynninen 2000).

## Pistekuormitus

Valvatuksen kanavan valuma-alueella ei ole suuria pistekuormituslähteitä. Varkauden lentoaseman kuormitus kohdistuu osittain suoraan Joroisselkään ja osittain Valvatuksen joen alajuoksun purkupisteen kohdalle. Myös Joroisten golfkentän kuormitus kohdistuu osittain suoraan Joroisselkään ja osittain Valvatuksen joen alajuoksulle. Pienempiä pistemäisiä kuormittajia alueella ovat Famifarm Oy:n Järvikylän maatila, sekä UPM:n Joroisten taimitarha. Näillä ei ole kuitenkaan ympäristölupaan pohjautuvaa vesistövaikutuksen seuranta.

## Varkauden lentoasema

Varkauden lentoasemalla lentokentältä tulevia vesiä tarkkaillaan neljällä havaintoasemalla jäänesto- ja sulatusaineiden päästöjen vesistövaikutusten selvittämiseksi. 2000-luvulla Varkauden lentoasemalla on siirrytty asetaatti ja formiaattiliuosten käyttöön aikaisemman urean sijasta. Näiden vaikutus näkyy lähinnä lisääntyneenä hapenkulutuksena. Talvikaudesta 2005–2006 käytössä on ollut ainoastaan nestemäinen ja rakeinen formiaatti. Typpipitoisuudet valumavesissä ovat pienentyneet kemikaalimuutosten seurauksena. Lauhat talvet vähentävät huomattavasti kemikaalin kulutusta. Alueen yläpuoliset peltoalueet kanavan varrella vaikuttavat valumavesien vedenlaatuun ja hankaloittavat kuormituksen tulkintaa. Seurannan tulosten pohjalta tehdyt suunta-antavat kuormitusarviot ovat 2000-luvun puolivälin jälkeen olleet typen osalta keskimäärin 0,11 kg/vrk (vaihteluväli 0,03-0,18 kg/vrk), kemiallisen hapenkulutuksen osalta 1,5 kg/vrk (vaihteluväli 0,94–2,56 kg/vrk) ja biologisen hapenkulutuksen osalta 0,14 kg/vrk (vaihteluväli 0,06-0,20 kg/d). Kyseiset kuormitukset ovat pieniä ja verrattavissa laimeaan hajakuormitukseen.

## Kartanogolf

Joroisten Kartanogolfin kokonaisvaltaista vesistövaikutusta on vaikea arvioida. Golfkenttä sijaitsee Valvatuksen joen välittömässä läheisyydessä mutta osa vaikutuksista kohdistuu suoraan Joroisselkään. Kirjallisuudessa on arvioitu, että golfkentän ravinnekuormitus on samaa tasoa, kuin mitä peltoviljelyn ravinne-

kuormitus, eli fosforin osalta noin 110 kg/km<sup>2</sup> vuodessa ja typen osalta 1500 kg/km<sup>2</sup> vuodessa (Vuorenmaa ym. 2002). Tämän perusteella Kartanogolfiin kokonaiskuormitus voisi olla fosforin osalta 69,3 kg vuodessa ja typen osalta 945 kg vuodessa. Golfkentällä vuosittain käytetyt ravinnemäärät ovat 1010 kg fosforia ja 3670 kg typpeä (ESAELY 2010).

## Hajakuormitus

Valvatuksen alueella suurin hajakuormituksen lähde on maatalous ja alueen pinta-alasta onkin peltojen ja mosaiikkimaisten pienmaatalousalueiden osuus yli 16 %. Alueella on myös jonkin verran metsätaloutta sekä haja-asutusta. Vesistömallijärjestelmän mukaan alueella syntyvä fosforikuormitus on keskimäärin 2470 kg/a ja typpiikuormitus 63 100 kg/a (2000–2011) (Taulukko 2).

Valvatusjärveen tuleva kuorma on mallin mukaan fosforin osalta 1991 kg/a ja typen osalta 51 740 kg/a. Hynninen (2000) arvioi Valvatukseen tulevan fosforikuorman olevan 2150 kg ja typpikuorman 37 t vuodessa. Arvio on samaa suuruusluokkaa nykyisen kuormituksen kanssa mutta laskelmat on tehty eri lähtökohdista ja eri kuormitusarvioista, joten suoraa vertailua näiden välillä ei voida tehdä. Alueelta lähtevää kuormitusta Joroisselkään käsitellään kappaleessa yhteenveto Joroisselän kuormituksesta.

Taulukko 2. Valvatuksen valuma-alueella syntyvä fosfori- ja typpikuorma eri maankäyttömuodoissa vesistömallijärjestelmän mukaan. Luvut ovat keskiarvoja vuosilta 2000–2011.

Maankäyttömuoto	Fosforikuorma (kg/vuosi)	Typpikuorma (kg/vuosi)
Peltoviljely	1 496	23 490
Luonnonhuuhtouma pelloilta	90	3 980
Pellot yhteensä	1 585	27 470
Metsätalous	95	2 560
Luonnonhuuhtouma metsistä	562	28 530
Metsät yhteensä	658	31 100
Haja-asutus	167	1 080
Hulevedet	3	120
Asutus yhteensä	169	1 200
Pistekuormitus	0	0
Laskeuma vesiin	56	3 360
<b>Yhteensä</b>	<b>2 468</b>	<b>63 130</b>

Valvatuksen valuma-alueella otettiin 13 eri pisteestä näytteitä osavaluma-alueiden kuormituksen tarkastelua varten (Kuva 4). Vesinäytteenotossa havaittiin suurimman osan kuormituksesta tulevan neljältä osavaluma-alueelta (Taulukko 3). Kolmanjoesta tuleva kuormitus on hieman pienempää verrattuna valuma-alueen kokoon. Tämä johtuu siitä, että osa valuma-alueella syntyvästä kuormituksesta kohdistuu Kolmajärveen, jossa sedimentaation ja ravinteiden sitoutumisen takia lähtevä kuormitus on pienempää. Alueella on kuitenkin paljon maataloutta sekä luoteisosissa metsätaloutta. Kolmanjoen keskimääräinen fosforipitoisuus oli 25 µg/L ja typpipitoisuus 1100 µg/L. Alueen luoteisosan Kolisevanjoen valuma-alueella ei ole lainkaan maataloutta ja tämä näytteenottopiste toimi metsätalouden hajakuormituksen vertailukohtana. Kolmessa mittauksessa keskimääräinen fosforipitoisuus oli 30 µg/L, eli hieman pienempää mitä maatalouden kuormittamilla kohteilla. Myös typpipitoisuus oli pienempää, ollen keskimäärin noin 860 µg/L. Kemiaallinen hapenkulutus oli keskimäärin 55 µg/L, mikä kertoo runsaasta humuskuormituksesta ja on tyypillistä metsätalouden kuormittamille alueille.

Kollinjoen (vedenlaatualue Valvatuksen oja luo 333) valuma-alueella on alaosissa peltoviljelyä ja yläosassa metsätaloutta, mikä näkyy myös kohonneina kemiallisen hapenkulutuksen lukemina (keskimääräinen kemiallinen hapenkulutus 50 µg/L). Varsinkin alueen fosforikuormitus on suhteessa valuma-alueen kokoon suurtta, mikä voi osittain johtua viimeisessä mittauksessa havaitusta korkeasta virtaamasta. Kollinjoen havaittu keskimääräinen fosforipitoisuus, 51 µg/L, oli myös suhteellisen suuri. Keskimääräinen typpipitoisuus oli 1300 µg/L.

Haavusalmenjoen valuma-alueella suurin kuormittaja on maatalous. Vesinäytteenotossa havaittiin varsinkin kohonneita typpipitoisuuksia. Keskimääräinen fosforipitoisuus oli 48 µg/L ja typpipitoisuus 3150 µg/L.

Järvikylän kosteikon valuma-alueen suurin kuormittaja on maatalous. Alueella viljellään intensiivisesti ja siellä sijaitsee Famifarm Oy:n maatila. Valuma-alueella on toiminnassa kosteikko mutta havaitut ravinnepitoisuudet olivat kuitenkin suuria. Varsinkin aikaisin keväällä ja myöhään syksyllä, jolloin ravinteita sitovaa kasvipeitettä on vähän, olivat pitoisuudet korkeita. Mittausten keskimääräinen fosforipitoisuus oli 141 µg/L ja typpipitoisuus 3050 µg/L.

Särkijärven valuma-alueella on pohjoisosassa metsätaloutta ja eteläosassa jonkin verran maataloutta. Alueen osuus kokonaiskuormituksesta oli valuma-alueen koonkin huomioon ottaen suhteellisen pientä. Keskimääräinen fosforipitoisuus oli 32 µg/L ja typpipitoisuus 995 µg/L. Kemiallinen hapenkulutus oli keskimäärin 38 µg/L eli hieman koholla.

Liponselän eteläisellä valuma-alueella on runsaasti peltoja. Näytteenotossa keväällä 2012 havaittiin pienet ravinnepitoisuudet näytepisteessä 338, kun fosforipitoisuus oli 17 µg/L ja typpipitoisuus 1300 µg/L. Keväällä 2013 toisessa näytepisteessä; 344, havaittiin hieman suuremmat pitoisuudet, fosforipitoisuus oli 55 µg/L ja typpipitoisuus 1300 µg/L. Nämä ovat kuitenkin maltillisia pitoisuuksia, kun kyseessä on peltojen kokooajajat.

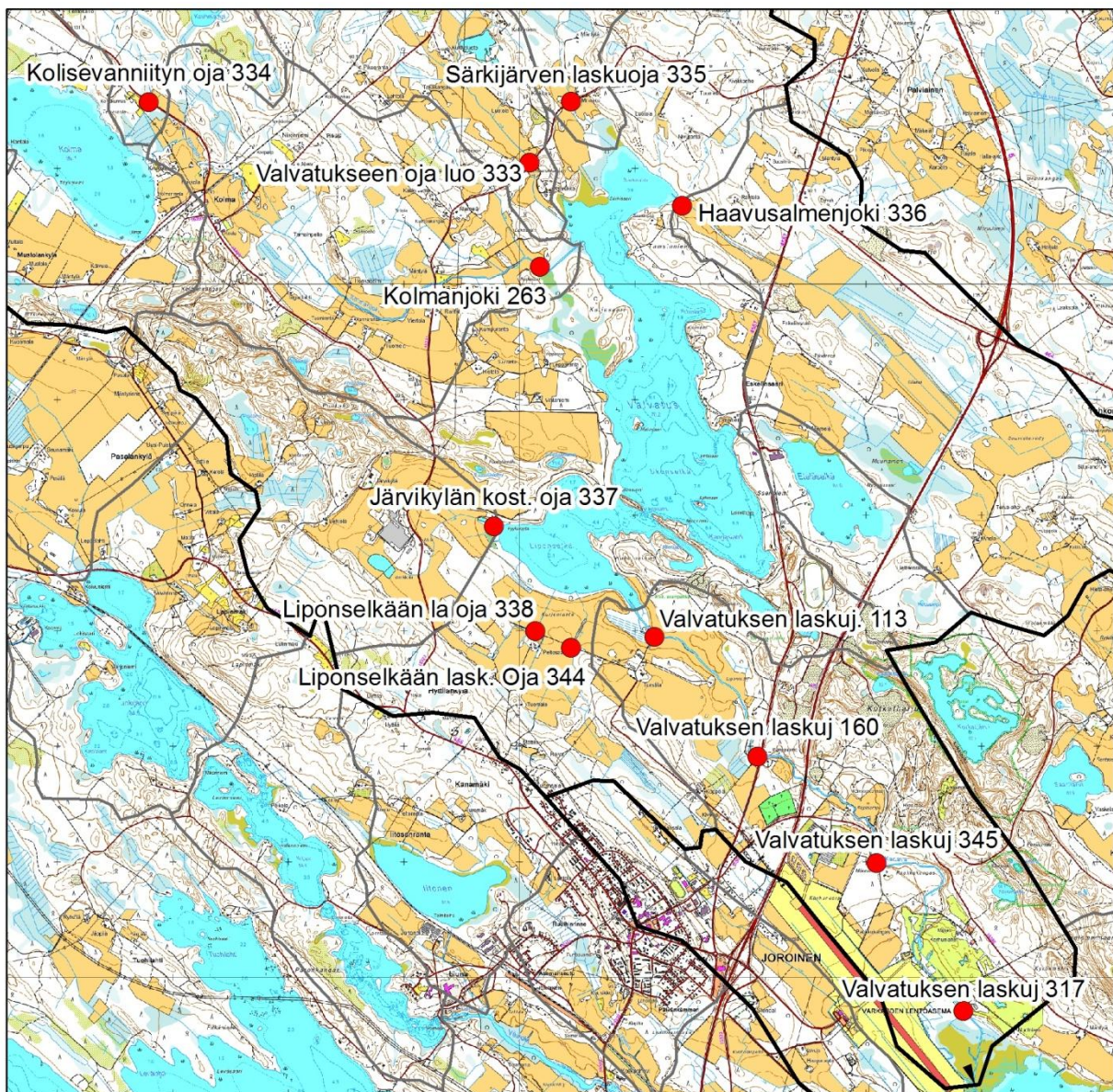
Valvatuksen lähivaluma-alueen kuormituksen arvioinnissa on käytetty muualla alueella syntyvän kuormituksen keskiarvoja. Lähivaluma-alueella on runsaasti peltoja mutta vastaavasti suoraan järveen kohdistuva kuormitus koostuu vain kaukolaskeumana tulevasta kuormituksesta. Vuoden kokonaiskuormitus on vaikea laskea, kun näytteenottoa on suoritettu vain kolmena ajankohtana vuodessa ja vain ylivalunta-aikoina, jolloin kuormitus on oletetusti keskimääräistä suurempaa. Mikäli ylivaluntaa ei huomioida, olisi vuoden kokonaiskuormitus vesinäytteenoton perusteella fosforin osalta 2240 kg ja typen osalta 88 t. Todellinen vuosikuorma lienee kuitenkin fosforin osalta noin 1200–2000 kg ja typen osalta 47–80 t, mikä on samassa suuruusluokassa mallinnuksen antaman ravinnekuormituksen kanssa.

Taulukko 3. Valvatukseen tuleva keskimääräinen kuormitus neljän näytteenotokerran perusteella. Valvatuksen lähivaluma-alueen arvot ovat arvioita (punaisella fontilla).

Valuma-alue	Pinta-ala (km <sup>2</sup> )	Osuus valuma-alueesta	Fosforikuorma (kg/vrk)	Typpi-kuorma (kg/vrk)	Osuus fosforikuormituksesta	Osuus typpi-kuormituksesta
Kolmanjoen valuma-alue	58,3	53 %	2,17	100	35 %	41 %
Kollinjoen valuma-alue	17,5	16 %	1,46	40	24 %	17 %
Särkijärven valuma-alue	5,8	5 %	0,27	10	4 %	4 %
Haavusalmenjoen valuma-alue	10,6	10 %	0,84	51	14 %	21 %
Järvikylän kosteikon alue	4,5	4 %	0,73	14	12 %	6 %
Liponselän valuma-alue 338	2,0	2 %	0,07	3	1 %	1 %
Valvatuksen lähivaluma-alue	12,3	11 %	0,58	23	10 %	10 %
<b>Yhteensä</b>	<b>111</b>		<b>6,13</b>	<b>242</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>

Näytteenotolla selvitettiin myös Valvatuksen joen lähivaluma-alueen kuormittavaa vaikutusta Joroisselkään. Näytteitä otettiin neljästä eri paikasta joen varrelta. Valvatuksen luusuassa havaittiin keskimääräisen fosforikuormituksen olevan 9,2 kg/vrk ja typpikuormituksen 199 kg/vrk. Tämä on fosforin osalta huomattavasti suurempi, mitä havaittu Valvatukseen tuleva kuormitus. Tämä saattaa johtua väärin arvioidusta virtaamasta, eri päivänä tehdyistä näytteenotoista tai väärin arvioidusta lähivaluma-alueen kuormituksesta. Myös Valvatuksen mahdollinen sisäinen kuormitus voi nostaa järvestä lähteviä kuormitusarvoja.

Keskimäärin Valvatusjoen kuormitus nousi joen lähivaluma-alueella fosforin osalta 0,7 kg/vrk ja typen osalta 31 kg/vrk. Luusuasta alavirtaan olevan toisen pisteen ja lähinnä Joroisselkää olevan neljännen pisteen välillä oli fosforipitoisuusero suurimmillaan 27 µg/L. Tällöin joen lähivaluma-alueelta tuleva kuormitus oli miltei kolmannes koko joen kuormituksesta. Tämä näytteenottotulos ei ole kuitenkaan mukana keskiarvossa, sillä näiden pisteiden näytteenotossa oli kahden päivän väli, eikä kyseisenä ajankohtana otettu Valvatukseen tulevilta isoimmilta valuma-alueilta näytteitä. Näytteenottojen perusteella joen lähivaluma-alueen toiminta voi kuitenkin ajoittain aiheuttaa suuriakin kuormituspiikkejä.



Kuva 4. Valvatuksen lähialueen vedenlautupisteet. © MML



## Joroisvirran valuma-alue 04.25

Joroisjoen kautta tulevaa kuormitusta on selkeintä tarkastella Sysmäjärvestä Huutokosken kautta Jokijärveen tulevista vesistä lähtien. Kaukovaluma-alueen reunojen tarkkaa kuormitusta Joroisjokeen on vaikea selvittää, joten Sysmäjärvestä tuleva vesi soveltuu tarkasteluun, sillä järvi on viimeinen kokoava ja suuri allas ennen Huutokoskea. Sysmäjärven vedenlaadussa ei tapahdu suuria vuodenaikaisia vaihteluita. Valuma-alueen reunoilla on jonkin verran turvetuotantoalueita, mutta näiden vaikutus Joroisellaan jää todennäköisesti pieneksi. Alueen kuormitusta on tarkasteltu aiemmin Kettusen raportissa (1999).

### Kaukovaluma-alue

#### Sysmäjärvi

Sysmä on noin 18 km pitkä ja 1-4 km leveä matalahko, pinta-alaltaan yli 3 000 ha oleva suuri järvi. Rannat ovat osin rehevähköjä kasvillisuusrantoja ja osin karuja kivikkorantoja. Järven vedenlaatu on pysynyt pidemmälläkin aikajaksolla hyvin samanlaisena. Tyypiltään järvi on keskikokoinen humusjärvi, jonka ekologinen tila on luokiteltu tyydyttäväksi. Järven kokonaisfosforipitoisuus on ollut 2000-luvun loppupuolella keskimäärin 19 µg/L ja typpipitoisuus 550 µg/L. Fysikaalis-kemiallisten ominaisuuksiensa osalta järvi on luokiteltu hyväksi. Biologisten muuttujien osalta a-klorofyllin taso on ollut keskimäärin 13,5 µg/L, joka luokittaa järven kasviplanktonin osalta tyydyttäväksi. Myös järven syvännepohjaeläinluokka on arvioitu tyydyttäväksi.

Koska biologinen aineisto on suppea, järven ekologinen tila on olemassa olevan tiedon ja asiantuntija-arvion pohjalta luokiteltu tyydyttäväksi. Sysmäjärven vedenlaatu kuvaa hyvin myös sen luusuassa Huutokosken tulevan vedenlaatua. Järven luusuassa fosforipitoisuus on ollut 2000-luvulla keskimäärin 10–15 µg/L ja typpipitoisuus 500–600 µg/L. Keskivirtaamalla (9,07 m<sup>3</sup>/s) laskettuna Sysmäjärvestä lähtevä kokonaisfosforikuormitus oli näin ollen fosforin osalta 2860–4290 kg ja typen osalta 143–172 t vuodessa. Vesistömallijärjestelmä antaa Sysmästä lähteväksi fosforikuormitukseksi 6095 kg ja typpikuormaksi 108 t vuodessa.

### Pistekuormitus

#### Huutokosken kalanviljelylaitos

Huutokosken Arvokala Oy:n kalankasvatustila sijaitsee Huutokoskella tarkastelualueen ylärajalla, Laitoksen toiminnalla on Itä-Suomen ympäristölupaviraston myöntämä lupa vuodelta 2005 nro 21/05/2. Lupa on päätöksen mukaan tarkistettava joka viides vuosi ja viimeinen Itä-Suomen aluehallintoviraston tarkistuspäätös on annettu 5.1.2011 (ISAVI/42/04.08/2010). Laitoksella kasvatetaan kalaa sekä kiertovesiviljelyä että maa-altaissa. Kalankasvatuksen fosforikuormitus on nykyisin kasvatuskautena (toukokuu-lokakuu) tasoa 1,3–1,4 kg/vrk ja koko vuonna keskimäärin tasoa 0,6 kg/vrk (Taulukko 4). Ympäristöluvan sallima maksimikuormitus on 320 kg fosforia vuodessa.

Taulukko 4. Huutokosken Arvokala Oy:n vuosittaiset kuormitusluvut fosforin ja typen osalta ympäristönsuojelun tietojärjestelmän (VAHTI) mukaan.

Vuosi	Fosforikuormitus kg/vuosi	Typpikuormitus kg/vuosi
2007	174	2152
2008	234	2786
2009	269	2937
2010	312	3065
2011	259	1623
2012	128	1332
2013	187	3079

### Joroisten kunnan jätevedenpuhdistamo

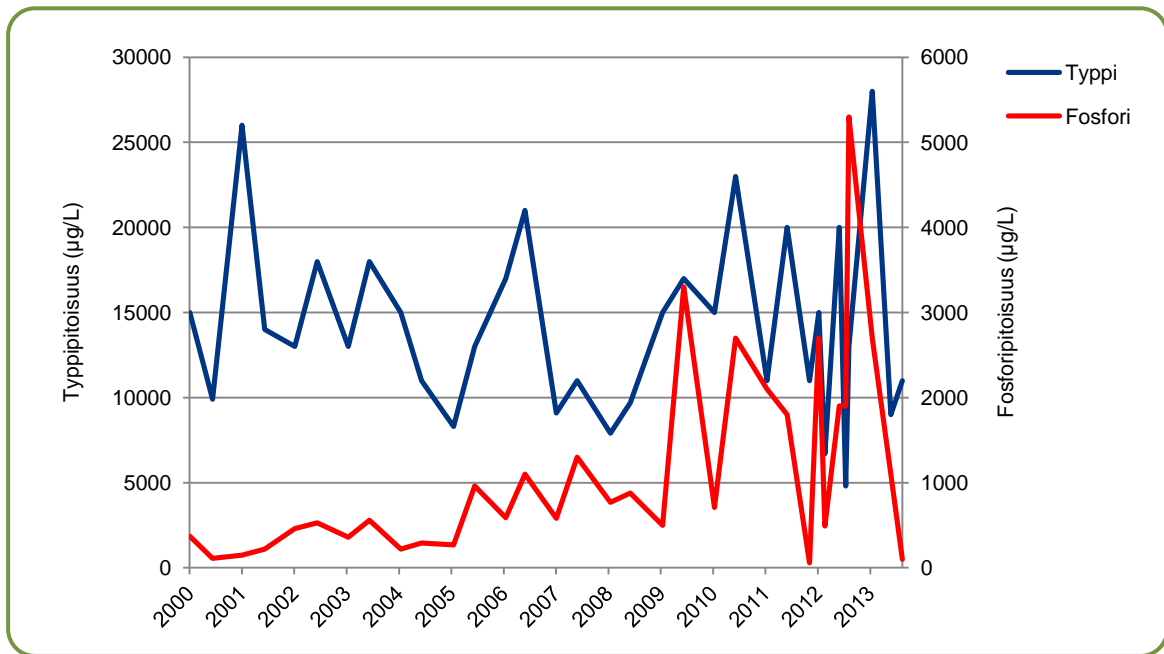
Jätevedenpuhdistamon toiminta perustuu ympäristölupaun. Uusin, Etelä-Savon ympäristökeskuksen myöntämä lupa on vuodelta 2007. Hakemus luvan seuraavaa tarkistusta varten on tehtävä 30.12.2014 mennessä. Lupaehtojen mukaan laitoksen fosforipuhdistuksen tehon on oltava vähintään 95 %. Lisäksi käsitellyn veden keskimääräinen pitoisuus ei saa olla yli 0,6 mg/L.

Joroisten kunnan jätevedet johdetaan Tyrinpuron kautta Joroisten kuntakeskuksen kohdalla Joroisvirtaan. Ympäristönsuojelun tietojärjestelmän (VAHTI) mukaan jätevedenpuhdistamon kuormitus Joroisvirtaan 2007–2013 on ollut noin 0,3 kg/vrk ja typen kuormitus keskimäärin noin 19 kg/vrk. Biologisen hapenkulutuksen osalta kuorma on ollut keskimäärin hieman yli 4 kg/vrk (Taulukko 5).

Tyrinpuroilta haettiin vesinäytteitä neljänä ajankohtana. Sekä fosfori- että typpipitoisuudet vaihtelivat rajusti eri mittausten välillä. Mittauksissa havaittu keskimääräinen fosforikuormitus oli 4,9 kg/vrk. Mikäli oletetaan että pitoisuudet eivät ole jätevesikuormitetussa ojassa riippuvaisia virtaamasta, eikä virtaaman vaihtelu ole suurta, tulee vuosikuormaksi tällöin 1790 kg fosforia. Alimmalla mittaustuloksella vuosikuorma olisi noin 128 kg fosforia. Keskimääräinen typpikuormitus oli 26,4 kg/vrk, mikä vastaa 9600 kg typpeä vuodessa. Alimmalla mittaustuloksella typen vuosikuorma olisi noin 4900 kg typpeä. Keskimääräinen fosforipitoisuus oli näytteenottoissa 1950 µg/L ja typpipitoisuus 8900 µg/L mutta pitoisuudet ovat vaihdelleet runsaasti viime vuosien aikana (Kuva 5).

Taulukko 5. Joroisten kunnan jätevedenpuhdistamon fosfori- ja typpikuormitus sekä biologinen hapenkulutus ympäristönsuojelun tietojärjestelmän (VAHTI) mukaan.

Vuosi	Fosforikuormitus kg/a	Typpikuormitus kg/a	Biologinen hapenkulutus BOD <sub>7</sub> ATU
2007	196	3044	1725
2008	71	4232	751
2009	93	4932	1115
2010	64	5840	1071
2011	76	6932	1498
2012	57	4473	1099
2013	75	6377	1421



Kuva 5. Tyripuron vesinäytepisteeseen fosfori- ja typpipitoisuudet 2000-luvulla.

## Hajakuormitus

Joroisvirran lähivaluma-alueella on runsaasti peltoja sekä asutusta. Vesistömallijärjestelmän mukaan koko valuma-alueella 04.25 syntyvä fosforikuormitus on keskimäärin 20 300 kg/a ja typpikuormitus 584 t/a (2000–2011) (Taulukko 6). Kettunen (1999) arvioi koko valuma-alueen fosforikuormitukseksi 17 900 kg ja typpikuormitukseksi 181 t vuodessa. Kuten Valvatuksen valuma-alueen tapauksessa, myös tässä arvio on tehty eri lähtökohdista, eikä varsinaista vertailua nykypäivään voida suoraan tehdä. Alueelta lähtevää kuormitusta Joroisselkään käsitellään kappaleessa yhteenveto Joroisselän kuormituksesta.

Taulukko 6. Joroisvirran valuma-alueella syntyvä fosfori- ja typpikuorma vesistömallijärjestelmän mukaan. Kuormitus on jaettu eri maankäyttömuodon mukaan. Luvut ovat keskiarvoja vuosilta 2000–2011.

Maankäyttömuoto	Fosforikuorma (kg/vuosi)	Typpikuorma (kg/vuosi)
Peltoviljely	9 874	104 970
Luonnonhuuhtouma pelloilta	425	25 550
Pellot yhteensä	10 300	130 510
Metsätalous	968	29 970
Luonnonhuuhtouma metsistä	4 893	283 480
Metsät yhteensä	5 862	313 440
Haja-asutus	1 453	8 790
Hulevedet	19	890
Asutus yhteensä	1 473	9 680
Pistekuormitus	808	21 820
Laskeuma vesiin	1 809	108 510
<b>Yhteensä</b>	<b>20 252</b>	<b>583 960</b>

Joroisvirran lähivaluma-alueelta haettiin vesinäytteitä 15 eri pisteestä (Taulukko 7, Kuva 6). Vesinäytteitä otettiin eri ajankohtina, joten osavaluma-alueiden keskinäinen vertailu on vain suuntaa-antavaa erilaisista virtaamista johtuen. Ravinnepitoisuudet ovat myös osiltaan virtaamaolosuhteista riippuvaisia mutta ne antavat kuitenkin suuruusluokkatietoa pahimmin kuormittavista alueista.

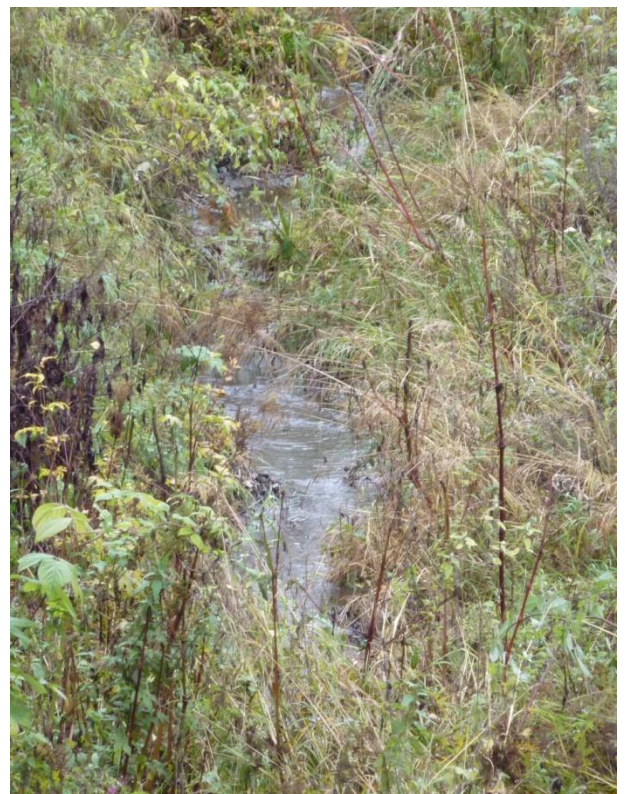
Kattilalammen aluetta kuormittaa pääasiassa metsätalous sekä maatalous. Alueen länsiosassa on muutama pelto mutta koko keskeinen valuma-alue on ojitettua metsätalousaluetta. Vesinäytteenotossa havaittiin korkeahko fosforipitoisuus (48 µg/L) sekä korkea kemiallinen hapenkulutus (57 µg/L). Typpipitoisuus oli myös hieman koholla (1500 µg/L). Pienestä virtaamasta (60 L/s) johtuen tämän osa-alueen merkitys kokonaiskuormituksen kannalta jäi vähäiseksi.

Jokijärven pohjoiselta valuma-alueelta haettiin vesinäytteitä kolmelta laskuojalta. Alueella on runsaasti maataloutta sekä luoteisosassa metsätaloutta. Suurimmasta laskuojasta (vesinäytepiste Jokijärven laskoja 258) otetuissa näytteissä havaittiin korkeita fosfori- ja typpipitoisuuksia. Keskimääräinen fosforipitoisuus oli 64 µg/L mutta suurimmillaan pitoisuus oli 110 µg/L. Myös typpipitoisuus oli korkea jokaisessa näytteenotossa, ollen keskimäärin 3470 µg/L. Kahdessa muussa laskuojassa havaittiin myös kohonneita, mutta pelto-ojille tavanomaisia pitoisuuksia. Koillisessa laskuojassa havaittu fosforipitoisuus oli 44 µg/L ja typpipitoisuus 3400 µg/L. Jokijärven Lapinmäeltä tulevassa ojassa havaittu fosforipitoisuus oli 44 µg/L ja typpipitoisuus 2300 µg/L.

litosen laskujoen alueella suurin kuormittaja on maatalous. Alueella toimii myös Juhanalan puutarha. Vesinäytteenotossa havaittiin fosfori- ja typpipitoisuuden olevan vain hieman koholla. Fosforipitoisuus oli 35 µg/L ja typpipitoisuus 1100 µg/L. Suhteellinen osuus mitattujen alueiden fosfori- ja typpikuormituksesta voi olla suurempi, sillä pisteestä otettiin vain yksi näyte ja virtaama oli kyseisenä ajankohtana alhainen. Pohjoisten alueiden peltojen kuormitus voi myös hieman pidättäytyä litosen järvessä sedimentaation ja kulutuksen takia, jolloin kuormitus suhteessa valuma-alueen kokoon on pienempää.

Muholan, Viertotien ja Helankivenojan laskuojien valuma-alueilla suurin kuormittaja on maatalous. Valuma-alueet ovat pieniä ja niiden vähäisestä virtaamasta johtuen fosfori- ja typpikuormitukset ovat kokonaisuuden kannalta pieniä. Alueiden vesinäytteenotossa havaittiin kuitenkin suuria fosfori- ja typpipitoisuuksia. Muholan laskuojassa havaittiin kohonnut fosforipitoisuus, 80 µg/L, sekä lisäksi todella suuri sameus; 52 FNU. Myös Viertotien ojan keskimääräinen fosforipitoisuus, 81 µg/L sekä typpipitoisuus, 1830 µg/L olivat suuria.

Papinpuron valuma-alueella on maataloutta sekä eteläosassa metsätaloutta. Vesinäytteenotossa havaittiin varsinkin suuria fosforipitoisuuksia, sillä keskimääräinen fosforipitoisuus oli 68 µg/L. Typpipitoisuudet olivat hieman maltillisemmat, ollen keskimäärin 1300 µg/L. Alueen metsätalous näkyi myös vesinäytteenotossa, sillä havaittu kemiallinen hapenkulutus oli 40 µg/L.



Tyrinpuro on pieni puro, mutta vaikutuksiltaan merkittävä Joroisella rehevyyden kannalta. Kuva Pertti Manninen

Taulukko 7. Joroisvirran lähivaluma-alueen osavaluma-alueiden fosfori- ja typpikuormat sekä niiden osuus lähivaluma-alueen kokonaiskuormasta vesinäytteenottojen perusteella. Vesinäytteitä on otettu eri ajanjaksoina, joten suhteellisten osuuksien tarkastelu on vain suuntaa-antava. Tyrinpuro on jätetty tästä tarkastelusta pois ja se on tarkasteltu pistekuormituksessa.

Tutkitut valuma-alueet	Pinta-ala (km <sup>2</sup> )	Osuus valuma-alueista	Fosforikuorma (kg/vrk)	Typpi-kuorma (kg/vrk)	Osuus fosforikuormituksesta	Osuus typpi-kuormituksesta
Kattilalammen valuma-a.	1,8	9 %	0,25	7,7	12 %	8 %
Jokijärven pohjoinen valuma-a.	6,9	35 %	0,94	54,1	44 %	59 %
Jokijärven koillinen valuma-a.	1,1	6 %	0,14	11,1	6 %	12 %
Jokijärven Lapinmäen valuma-a.	0,9	4 %	0,06	3,3	3 %	4 %
litosen laskujoki	3,2	16 %	0,05	1,5	2 %	2 %
Muholan valuma-alue	0,3	2 %	0,02	0,3	1 %	0 %
Viertotien valuma-alue	0,5	2 %	0,03	0,7	1 %	1 %
Papinpuron valuma-alue	4,5	23 %	0,66	12,4	31 %	14 %
Helakiven valuma-alue	0,3	2 %	0,01	0,3	0 %	0 %
<b>Yhteensä</b>	<b>19,5</b>		<b>2,16</b>	<b>91,4</b>		



Kuva 6. Joroisvirran lähivaluma-alueen vedenlaatupisteet. © MML.

## Enojoen – Kolkonjoen valuma-alue 04.24

Enojoen valuma-alueella ei ole pistekuormituslähteitä. Enojoen latvaosassa on suuri Kolkonjärvi, joka on karu ja kirkasvetinen tilaltaan erinomainen järvi. Järven sedimentaation ja ravinnekulutuksen takia luusuasta lähtevän veden fosfori- ja typpikuorma on erittäin pieni.

### Hajakuormitus

Enojoen alueella suurin hajakuormituksen lähde on vesistömallijärjestelmän mukaan maatalous ja alueen pinta-alasta peltojen ja mosaiikkimaisten pienmaatalousalueiden osuus onkin 12 %. Aluetta kuormittaa myös haja-asutus sekä metsätalous. Metsätalouden kuormituksesta suurin osa tulee valuma-alueen ala-osa, Joroisselän ja Kolkonjärven välistä. Maatalous on keskittynyt tasaisesti valuma-alueen järvien lähiympäristöön. Vesistömallijärjestelmän mukaan alueella syntyvä fosforikuormitus on keskimäärin 2 500 kg/a ja typpikuormitus 48 800 kg/a (2000–2011) (Taulukko 8). Alueelta lähtevää kuormitusta Joroisselkään käsitellään kappaleessa yhteenveto Joroisselän kuormituksesta.

Valuma-alueen alaosa otettiin vesinäytteitä neljästä pisteestä (Kuva 7). Valuma-alue on pitkulainen ja suurin osa yläpuolisen valuma-alueen vesistä kulkeutuu Enojokeen Kolkonjärven kautta. Kuormitusta tarkasteltiin vain valuma-alueen alaosassa, sillä Kolkonjärvestä lähtevä vesi on karua eikä vedenlaadussa ole suuria vuodenaikais- eikä vuosien välisiä vaihteluita. Kolkonjärven keskimääräinen fosforipitoisuus on ollut 2000-luvulla 5 µg/L ja typpipitoisuus 320 µg/L. Näillä pitoisuuksilla ja keskivirtaamalla (keskivirtaama 0,4 m<sup>3</sup>/s) saadaan Kolkonjärvestä lähteväksi vuotuisiksi fosforikuormitukseksi 63 kg ja typpikuormitukseksi 4 037 kg. Vesistömallijärjestelmän mukainen lähtevä kuorma on fosforin osalta 124 kg ja typen osalta 3 500 kg vuodessa.

Taulukko 8. Enojoen valuma-alueella syntyvä fosfori- ja typpikuorma eri maankäyttömuodoissa vesistömallijärjestelmän mukaan. Luvut ovat keskiarvoja vuosilta 2000–2011.

Maankäyttömuoto	Fosforikuorma (kg/vuosi)	Typpikuorma (kg/vuosi)
Peltoviljely	1 582	17 630
Luonnonhuuhtouma pelloilta	69	1 860
Pelto yhteensä	1 651	19 500
Metsätalous	77	1 200
Luonnonhuuhtouma metsistä	433	12 390
Metsät yhteensä	510	13 590
Haja-asutus	108	650
Hulevedet	1	50
Asutus yhteensä	109	700
Pistekuormitus	0	0
Laskeuma vesiin	249	14 990
<b>Yhteensä</b>	<b>2 522</b>	<b>48 780</b>

Ensimmäinen vedenlaatupiste Kolkonjärven jälkeen sijaitsee hieman alle 5 km:n päässä järven luusuasta (Enonjoki 015). Sieltä havaittu fosforipitoisuus oli 16 µg/L eli pitoisuus oli noin kolminkertainen verrattuna Kolkonjärven keskimääräiseen pitoisuuteen. Myös typpipitoisuus oli noussut runsaasti, ollen 560 µg/L. Valuma-alueella on muutamia pieniä peltolohkoja sekä useita metsäoijitettuja alueita (Kuva 6). Havaittu kemiallinen hapenkulutus oli myös noussut verrattuna Kolkonjärven keskimääräiseen arvoon (3,6 µg/L), ollen 9,8 µg/L. Kolkonjärven luusuan ja vesinäytepisteen välillä fosforikuormitus kasvoi 0,24 kg/vrk ja typpikuormitus 3,5 kg/vrk laskettuna Kolkonjärven keskimääräisillä pitoisuuksilla.

Toinen vedenlaatuaste sijaitsee edelliseltä pisteeltä noin 4 km päässä alajuoksulle (Enojoki 007). Siellä havaitut pitoisuudet olivat samaa luokkaa ensimmäisen pisteen kanssa mutta suuremmasta virtaamasta johtuen kuormitus oli hieman suurempaa. Näiden pisteiden välissä fosforikuormitus kasvoi 0,1 kg/vrk ja typpikuormitus 8,1 kg/vrk. Pisteiden välisellä valuma-alueella on muutamia pieniä peltolohkoja ja pieniä metsäojitettuja alueita.

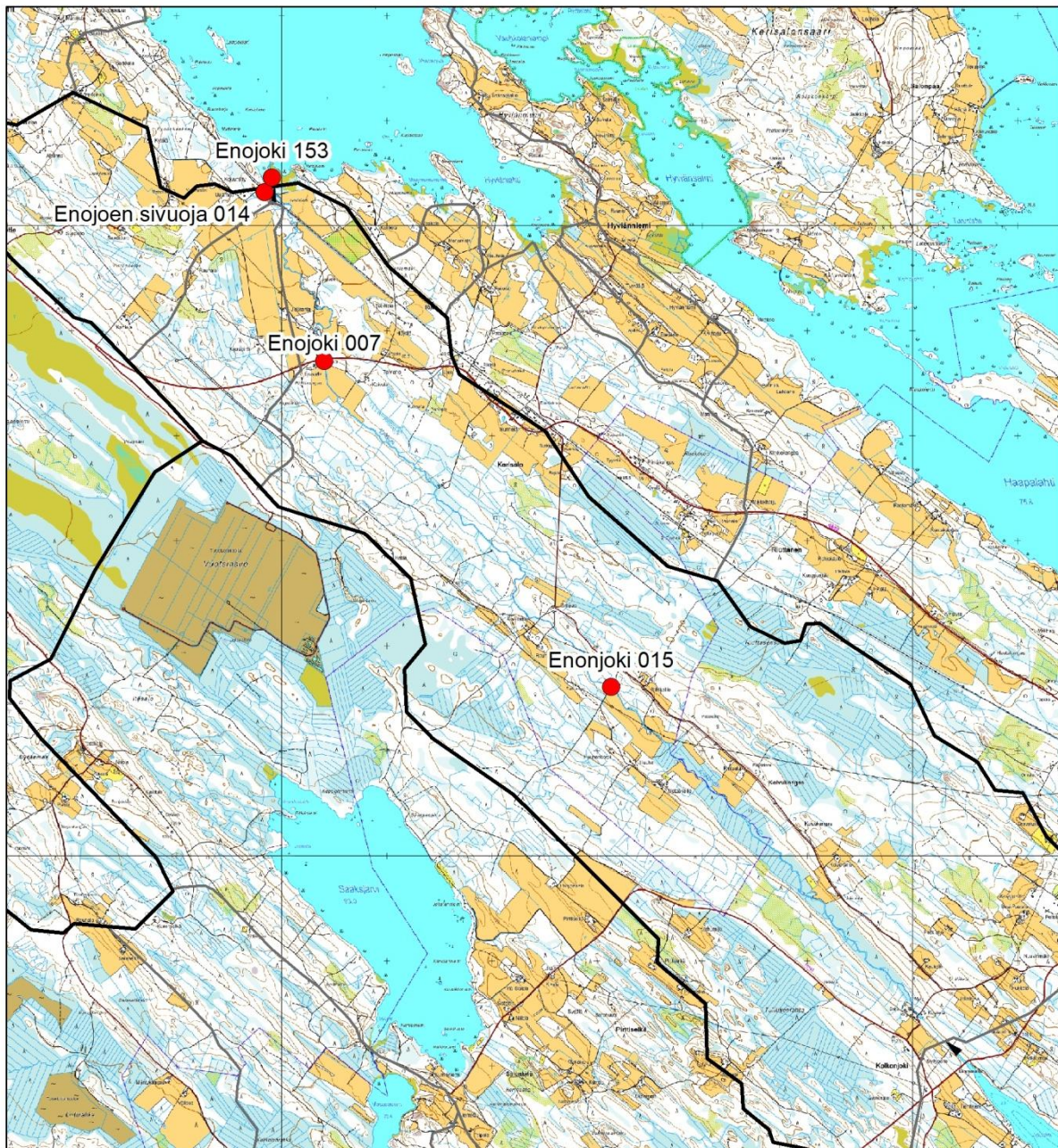
Viimeinen vedenlaatuaste ennen Joroisselkää sijaitsee 1,8 km päässä edellisestä pisteestä (Enojoki 153). Näiden pisteiden välisellä alueella on runsaasti maataloutta mutta kuormituksen nousua edellisestä pisteestä ei voida tarkastella, sillä vesinäytteet on otettu eri vuosina ja virtaamat ovat eri suuruusluokkaa. Tästä pisteestä lähtevää kuormitusta Joroisselkään tarkastellaan kappaleessa 5.

Enojoen alueelta selvitetiin vesinäytteenotolla kuormitusta vain yhdeltä osavaluma-alueelta (Enojoen sivuoja 014). Alue sijaitsee Enojoen länsipuolella ja siitä vedet purkautuvat hyvin lähelle alinta näytteenotopistettä lähelle Joroisselkää. Alueen itäpuolella on runsaasti maataloutta ja länsipuolella jonkin verran metsätaloutta. Sivuojan vesinäytteenotossa havaittiin suuria fosforipitoisuuksia, mutta typpipitoisuudet olivat maltilliset. Keskimääräinen fosforipitoisuus oli 74 µg/L ja suurin pitoisuus 100 µg/L. Keskimääräinen typpipitoisuus oli 1330 µg/L. Myös kemiallinen hapenkulutus oli korkeahko, ollen keskimäärin 44 µg/L.

Enojoki on noin 13 km pitkä joki, jossa on myös muutamia virtaavia alueita lohikaloille. Jokeen on suunnitteilla kunnostushanke.

Kuva Väinö Partanen





Kuva 7. Enojoen lähivaluma-alueen vedenlaatupisteet. © MML.

## Joroisselän lähivaluma-alue

Joroisselän lähivaluma-alueella ei ole merkittäviä pistekuormituslähteitä. Varkauden lentoaseman yksi purojista laskee suoraan Joroisselkään (käsitelty Valvatuksen valuma-alueessa). Sama oja kulkee ennen lentokenttää Joroisten kirkonkylän itäpuolella ja siihen kulkeutuu osa kylän hulevesistä. Myös osa Kartanogolfin väylistä sijaitsee lähellä Joroisselkää (käsitelty Valvatuksen valuma-alueessa). Lähivaluma-alueen suurin kuormittaja lienee maatalous mutta järven ympäristössä on myös runsaasti asutusta. Lähivaluma-alueelta ei ole saatavilla vesistömallijärjestelmästä kuormitustietoja. Osavaluma-alueiden kuormitusta suhteessa Joroisselän kokonaiskuormitukseen käsitellään kappaleessa yhteenveto Joroisselän kuormituksesta.



## Hajakuormitus

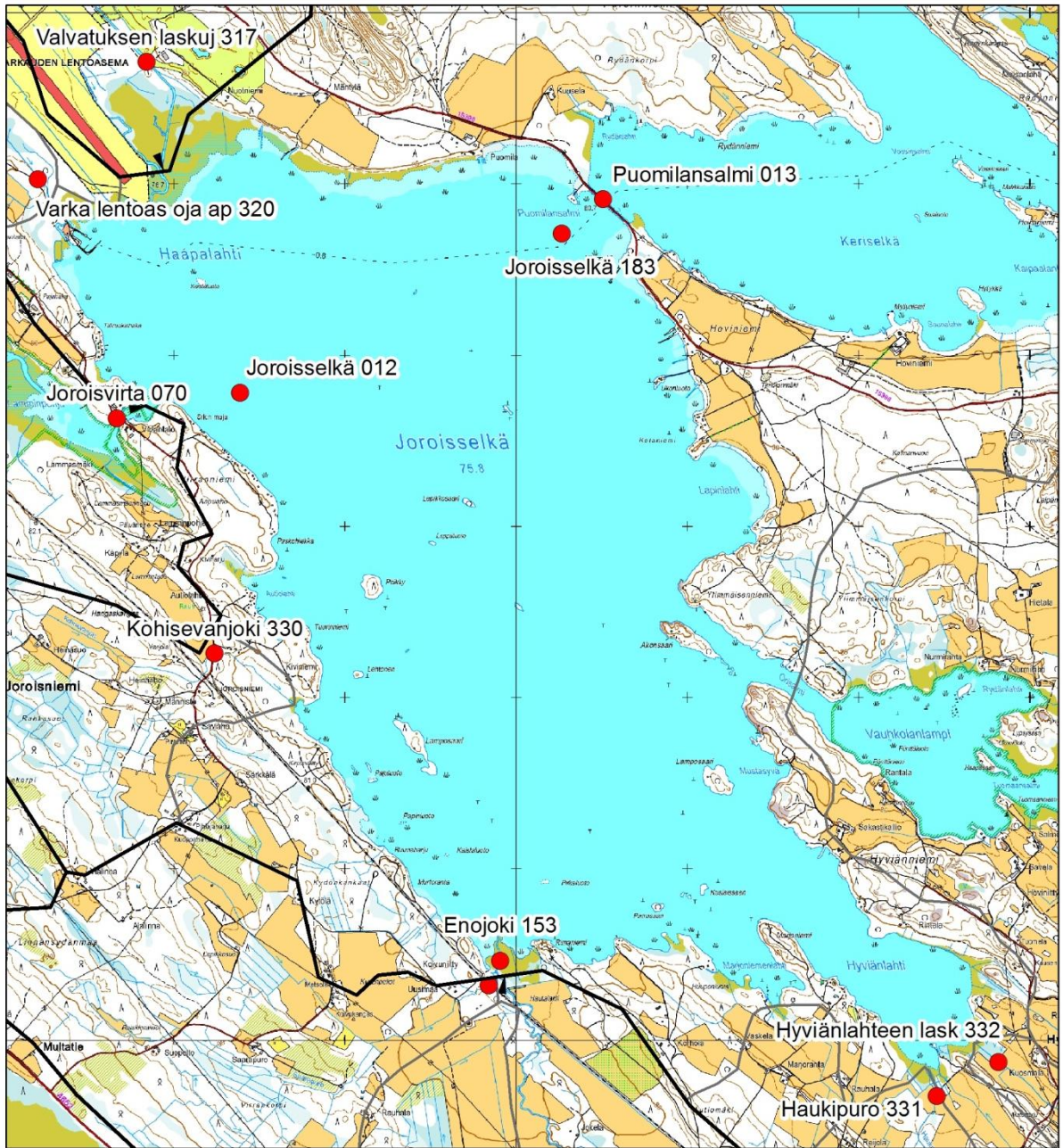
Lähivaluma-alueelta haettiin vesinäytteitä neljästä pisteestä (Kuva 8). Kohisevanjoen valuma-alueen kuormittavia tekijöitä ovat maatalous, metsätalous ja haja-asutus. Pisteiden vesinäytteenotossa havaittiin korkea fosforipitoisuus, 52 µg/L ja maltillinen typpipitoisuus, 1100 µg/L. Myös kemiallinen hapenkulutus oli hieman koholla, ollen 37 µg/L.

Joroisselän Hyviänlahteen laskee kaksi isompaa ojaa. Haukipuron valuma-alueella lähellä Joroisselkää on runsaasti peltoja ja kauempana valuma-alueella metsätaloutta. Vesinäytteenotossa havaittiin sekä fosfori (39 µg/L), että typpipitoisuuden (1800 µg/L) olevan maltillisia. Myös kemiallinen hapenkulutus oli pienekköä (25 µg/L). Toisen Hyviänlahden laskuojan ravinnepitoisuudet olivat suurempia. Sen valuma-alue onkin melkein kokonaan peltojen peitossa. Havaittu fosforipitoisuus oli 55 µg/L ja typpipitoisuus 3700 µg/L.

Joroisen valuma-alueella on runsaasti sekalaista kuormitusta (Varka lentoas oja ap 320). Aluetta kuormittavat Joroisten kirkonkylän hulevedet, Varkauden lentoasema sekä muutamat suuret pellot. Pisteiden vesinäytteenotossa havaittiin todella suuria ravinnepitoisuuksia. Fosforipitoisuus oli keskimäärin 164 µg/L ja suurimmillaan ojan tulviessa luhta-alueelle, se oli jopa 360 µg/L. Typpipitoisuudet olivat suhteessa fosforipitoisuuksiin hieman pienemmät, ollen keskimäärin 2100 µg/L.

Kosteikkoja rakentamalla pyritään vähentämään valuma-alueelta tulevaa hajakuormituksen määrää. Kuva on Puruvedelle laskevan valuma-alueen kosteikosta alkukesällä 2014. Kuva Jani Pulkkinen





Kuva 8. Joroisselän lähivaluma-alueen vedenlaatu pisteet. © MML.

# Sisäinen kuormitus

Järven sisäisellä kuormituksella tarkoitetaan tilannetta, jossa järven pohjasedimenttiin sitoutuneet ravinteet lähtevät uudelleen kiertoon ja siten levien käyttöön. Fosforin vapautuminen kiihtyy pohjasedimentistä silloin, kun pohjanläheinen happi on kulunut loppuun. Fosforin vapautumista kiihdyttää myös kalojen ravinnon etsiminen pohjalta. Särkikalojen pohjan pölyttäminen nostaa ravinteita takaisin kiertoon. Fosforia vapautuu myös sedimentistä, kun pH-arvo on noussut reilusti emäksisen puolelle. Varsinkin rehevissä järvissä runsas yhteytystoiminta voi nostaa pH:n emäksisen puolelle.

Järven sisäisen kuormituksen arvioiminen on vaikeaa, sillä sen laskemiseen tarvittaisiin tieto järven sedimentaationopeudesta. Sisäisen kuormituksen määrä voidaan kuitenkin arvioida välillisesti, laskemalla tulevan ulkoisen kuormituksen avulla järven keskimääräinen fosforipitoisuus. Tätä pitoisuutta voidaan verrata mittauksilla havaittuun pitoisuuteen ja mikäli havaittu pitoisuus on suurempaa, voi järvi kärsiä sisäisestä kuormituksesta. Mikäli järveen tulevaa ulkoista kuormitusta on saatu pienennettyä eikä järven tila ala paranemaan, voidaan myös arvella järven kärsivän sisäisestä kuormituksesta.

Kuormituksen perusteella laskettava keskimääräinen fosforipitoisuus voidaan laskea Friskin (1978) kaavalla:  $c = (1-R) * L / Q$ , jossa  $c$  = keskimääräinen fosforipitoisuus ( $\mu\text{g/L}$ ),  $R$  = sedimentaatiokerroin (0,370),  $L$  = järveen tuleva ulkoinen kuormitus ( $\text{mg/s}$ ), ja  $Q$  = virtaama ( $\text{m}^3/\text{s}$ ). Joroisselälle laskettuna kaava antaa vesipatsaan keskimääräiseksi fosforipitoisuudeksi 21,3  $\mu\text{g/L}$ . Vesinäytteenottojen mitatuista arvoista laskettu keskimääräinen tilavuuspainotettu fosforipitoisuus koko vesipatsaalle on 22,4  $\mu\text{g/L}$  (2008–2012), joten järven sisäinen kuormitus on todennäköisesti vähäistä. Tätä seikkaa vahvistavat osaltaan myös kevättalvella 2012 (26.–28.3.) toteutetut näytteenotot, jossa happipitoisuus mitattiin pinnalta pohjaan siirtyen 1 m välein ja kokonaisfosforipitoisuus tutkittiin pohjanläheisestä vedestä kaikkiaan kahdeksalla vesinäytepisteellä Joroisselältä sekä neljällä havaintopisteellä Keriselällä. Päälyysveden keskimääräisiin arvoihin verrattuna kokonaisuudessaan kokonaisfosforipitoisuuksia havaittiin enemmän vain Keriselän puolelta ja Joroisselällä ainoastaan järven syvimässä pisteessä (Joroisselkä 012), jossa kuitenkin alusveden happipitoisuus oli vielä välillä 1,7–3,5  $\text{mg O}_2/\text{L}$ . Koska kyseinen näytteenotto toteutettiin viimeisillä kevätyillä käyttäen kahta eri mittausmenetelmää, antaa se kyseisen vuoden osalta kohtalaisen kuvan sisäisen kuormituksen merkityksettömyydestä Joroisselän osalta.

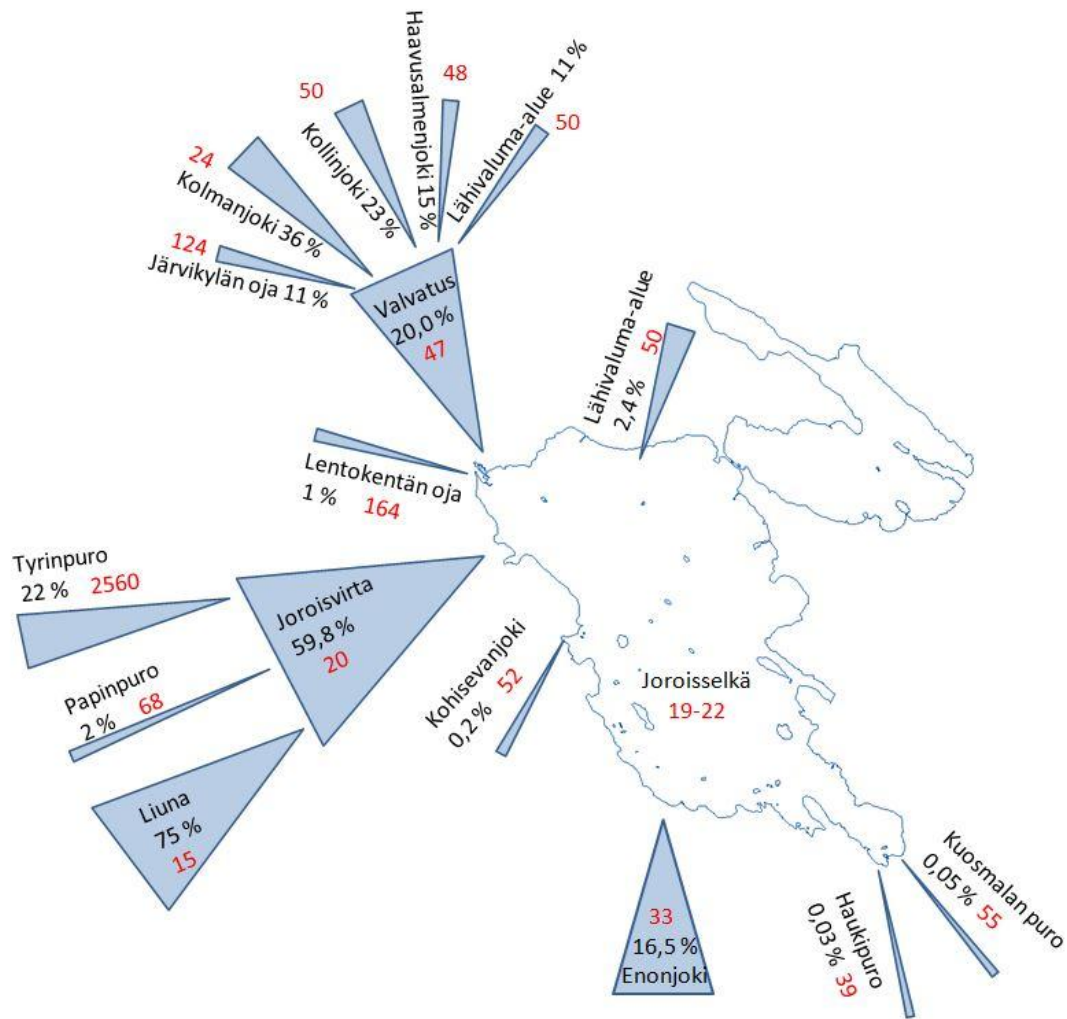
Valvatuksen sisäinen kuormitus on vesistömallijärjestelmän mukaan vain 12,5 kg fosforia vuodessa. Vesistömallijärjestelmän sisäisen kuormituksen laskeminen perustuu fosforiainetaseen jäännökseen ja se voi olla hieman karkea ja epätarkka arvio. Valvatuksen vesipatsaan keskimääräinen fosforipitoisuus on Friskin kaavalla laskettuna 29,5  $\mu\text{g/L}$ . Vesinäytteenottojen mitatuista arvoista keskimääräinen tilavuuspainotettu fosforipitoisuus on 39,8  $\mu\text{g/L}$ , joten Valvatuksen sisäinen kuormitus voi tämän perusteella olla suurempaa. Näillä tiedoilla arvioituna sekä Joroisselän, että Valvatuksen suurimpana ongelmana ei ole kuitenkaan sisäinen kuormitus.

# Yhteenveto Joroisselän kuormituksesta

Vedenlaatuaineiston perusteella Joroisselän kuormituksesta fosforin osalta 96 % tuli kolmelta kaukovaluma-alueelta ja typen osalta 97 % (Kuva 9 ja 10). Vedenlaatuaineiston perusteella laskettu keskimääräinen kokonaiskuormitus oli fosforin osalta 48,7 kg ja typen osalta 1494 kg vuorokaudessa (Taulukko 9). Mikäli ylivaltua ei huomioitaisi, olisi vuoden kokonaiskuormitus fosforin osalta noin 17 800 kg ja typen osalta noin 545 t. Todellinen kuormitus lienee kuitenkin fosforin osalta noin 9 500–15 800 kg vuodessa. Vuoden kokonaistyyppikuormitus samalla periaatteella laskettuna lienee noin 292–487 t. Vedenlaatuaineistossa on vain muutamia mittauksia ja niitä on suoritettu eri ajanjaksoina, joten aineisto soveltuu vain karkeaan suuruusluokka-tarkasteluun. Myös virtaaman mittauksissa on epävarmuutta ja varsinkin suurilla virtaamilla pienet erot virtaamissa aiheuttavat ainetaselaskelmissa suuria eroja.

Taulukko 9. Joroisselkään tuleva kokonaiskuormitus eri valuma-alueilta vesinäytteenottoon perustuen. Lähivaluma-alueen arvot ovat arvioita ja ne on laskettu eri alueiden keskimääräisistä kuormituksista (punaisella fontilla).

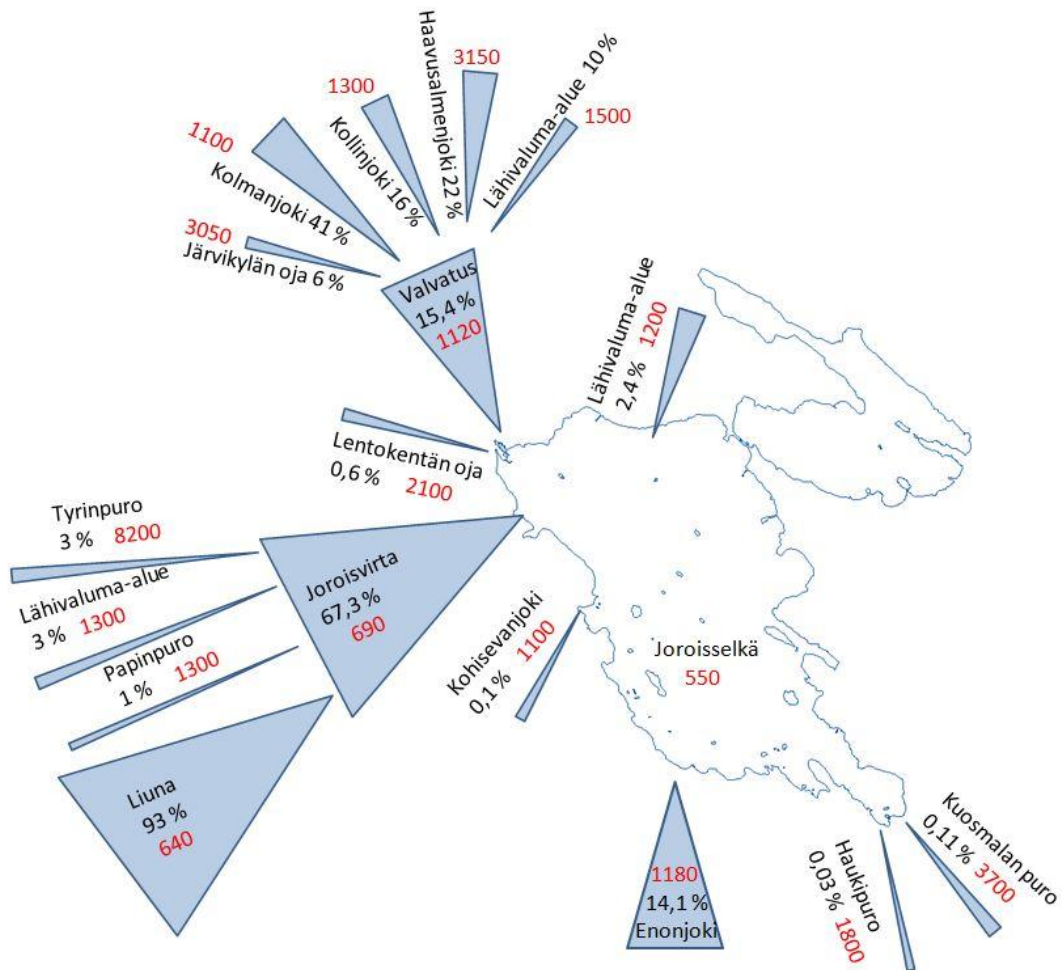
Valuma-alue	Pinta-ala (km <sup>2</sup> )	Osuus valuma-alueesta	Fosforikuormitus (kg/vrk)	Typikuormitus (kg/vrk)
Joroisselän lähivaluma-alue	21,7	1,4 %	1,16	35,4
Kuosmalan puron valuma-a.	1,0	0,1 %	0,02	1,6
Haukipuron valuma-alue	4,2	0,3 %	0,01	0,5
Enojoen valuma-alue	107	7,1 %	8,06	210
Kohisevajoen valuma-alue	2,2	0,1 %	0,08	1,6
Joroisvirran valuma-alue	1255	83,0 %	29,1	1006
Joroisen valuma-alue	2,5	0,2 %	0,51	8,9
Valvatuksen valuma-alue	119	7,9 %	9,76	230
<b>Yhteensä</b>	<b>1513</b>		<b>48,7</b>	<b>1494</b>



Kuva 9. Vesinäytteenottojen perusteella lasketut keskimääräiset ulkoisen fosforikuormituksen suhteelliset osuudet eri valuma-alueilta Joroisjärveen. Punaisella fontilla ovat keskimääräiset fosforipitoisuudet. Joroisjärven keskimääräinen fosforipitoisuus on pintaveden tuloksista 2000-luvulta.

Vesistömallijärjestelmän vedenlaatumallista ei saa suoraan Joroisjärven kuormitustietoja, sillä vesimuodostuma on osa Haukivettä, eikä malli osaa erottaa osamuodostumia. Joroisjärven kolmen suuren kaukovaluma-alueen kuormitustiedot ovat kuitenkin saatavilla järjestelmästä. Vesistömallijärjestelmän mukaan näiden valuma-alueiden yhteenlaskettu kuormitus on fosforin osalta 12 100 kg ja typen osalta 309 t (Taulukko 10). Sekä mitatut vedenlaatumat, että vesistömallijärjestelmästä saadut tiedot osoittavat samansuuntaisia kuormituslukuja. Joroisjärveen tulevien laskennallisten kuormien osuuksia on esitetty liitteessä 7.

Joroisjärven valuma-alueen arvioitu kokonaiskuormitus Joroisjärveen oli samaa suuruusluokkaa vesistömallijärjestelmän kanssa. Arvioitu fosforikuormitus oli 5,7–9,5 t vuodessa, kun mallinuksen fosforikuormitus oli 9,4 t vuodessa. Vastaavasti arvioitu typenkuormitus oli 198–327 t vuodessa ja mallinuksen antama typenkuormitus 243 t vuodessa.



Kuva 10. Vesinäyteenottojen perusteella lasketut keskimääräiset ulkoisen typpikuormituksen suhteelliset osuudet eri valuma-alueilta Joroisellä. Punaisella fontilla ovat keskimääräiset typpipitoisuudet. Joroisellä keskimääräinen typpipitoisuus on pintaveden tulokista 2000-luvulta.

Valvatuksen valuma-alueen havaittu fosforikuormitus Joroisellä oli fosforin osalta 1,9–3,2 t vuodessa ja typen osalta 45–75 t vuodessa. Vesistömallijärjestelmän mallin antama kokonaisfosforikuormitus oli 1,7 t ja typpikuormitus 45 t vuodessa. Mallinnetut arvot ovat havaittujen arvojen alarajoissa. Suomen ympäristökeskuksen tekemällä ravinnekuormituksen ominaiskuormitusmallilla laskettu kokonaisfosforikuorma oli 2 864 kg ja typpikuorma 48 t. Tällä menetelmällä lasketut arvot ovat lähempänä havaittuja kuormitusarvoja. Vedenlaatuaineistossa havaittiin, että Valvatusjärvestä lähtevät kuormat olivat suhteessa suurempia, mitä Valvatukseen tulevat kuormat. Tämä voi johtua lähivaluma-alueen kuormituksen aliarvioinnista tai Valvatuksessa tapahtuvista prosesseista, jossa ravinteita vapautuu pohjasta takaisin kierto.

Vesistömallissa havaittiin, että Enojoen valuma-alueella syntyy enemmän maatalouden fosforikuormaa kuin Valvatuksen valuma-alueella vaikka peltoala onkin pienempi (Taulukot 2 ja 8). Alueelta lähtevä kuorma on kuitenkin huomattavasti pienempi ja tämä selittyy Kolkonjärven sedimentoivasta vaikutuksesta. Kolkonjärvestä lähtevän veden ravinnepitoisuudet nousevat kuitenkin Enojoen lähivaluma-alueella runsaasti ja näin ollen kuormitus Joroisellä on myös tällä valuma-alueella noussut ihmistoiminnan vaikutuksesta. Enojoen havaitut ravinnekuormitukset poikkeavat eniten vesistömallijärjestelmän kuormitusluvuista verrattuna muihin valuma-alueisiin. Vesistömallijärjestelmän mukaan alueelta lähtevä kuormitus Joroisellä on noin puolet verrattuna Valvatuksen kuormitukseen. Vedenlaatuaineiston mukaan ero näiden kahden valuma-alueen välillä ei kuitenkaan ole kuin 10–20 %.

Enojen havaittu fosforikuorma oli 1,6–2,6 t vuodessa ja typpikuorma 41–68 t vuodessa. Mallin antama fosforikuorma oli hieman alle 1 000 kg ja typpikuorma 21 t vuodessa. Erot mallinnuksen ja havaitun välillä ovat suuria, vaikka Enonjoen pisteen yksi poikkeava näytteenotto poistettiin tarkastelusta. Tällöin havaittiin korkeita ravinnepitoisuuksia, jotka saattoivat johtua pisteen läheisyydessä tehdyistä ruoppaustoimenpiteistä.

Taulukko 10. Joroisselkään tuleva kuormitus kolmelta suurelta kaukovaluma-alueelta vesistömallijärjestelmän mukaan (2000–2011). Kuormitus on lajiteltu maankäytön mukaan.

	Valvatus		Enonjoki		Joroisvirta		Yhteensä	
	Fosfori (kg/vuosi)	Typpi (t/vuosi)	Fosfori (kg/vuosi)	Typpi (t/vuosi)	Fosfori (kg/vuosi)	Typpi (t/vuosi)	Fosfori (kg/vuosi)	Typpi (t/vuosi)
Peltoalue	1161	21,4	670	9,2	5158	54,4	<b>6990</b>	<b>85</b>
Muu maa-alue	432	20,3	212	9,2	2401	134,4	<b>3045</b>	<b>164</b>
Asutus	118	0,9	46	0,3	645	3,8	<b>809</b>	<b>5</b>
Pistekuormitus	0	0,0	0	0,0	475	11,9	<b>475</b>	<b>12</b>
Laskeuma	33	2,2	37	2,3	705	38,7	<b>774</b>	<b>43</b>
<b>Yhteensä</b>	<b>1744</b>	<b>44,8</b>	<b>965</b>	<b>21,0</b>	<b>9384</b>	<b>243,3</b>	<b>12093</b>	<b>309</b>

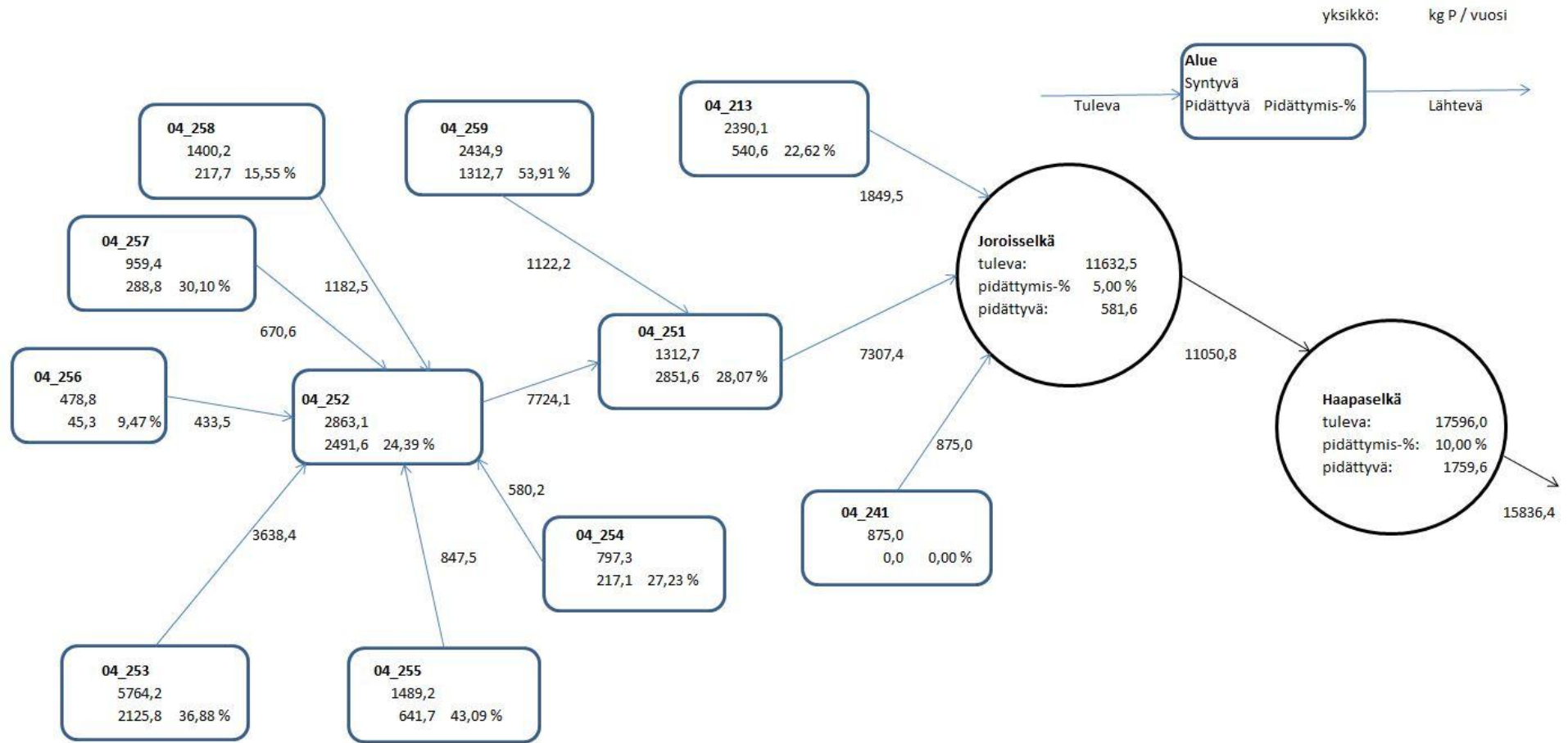
Suomen ympäristökeskuksen tekemän LLR-mallin avulla laskettiin tarvittavia kuormituksen vähennystarpeita, joilla päästäisiin haluttuun tavoitteeseen (Taulukko 11.). Tässä mallissa tavoitteeksi on asetettu vähintään hyvä ekologinen tila fosforin, typen ja a-klorofyllipitoisuuksien osalta.

Taulukko 11. Joroisselän ja Valvatuksen kuormituksen vähennystarve, jotta saavutettaisiin vähintään hyvä ekologinen tila fosforin, typen ja a-klorofyllin osalta.

Järvi	Fosforikuorman vähennys	Typpikuorman vähennys	Fosfori- ja typpikuorman vähennys a-klorofyllin tavoitteeseen	
			Fosfori	Typpi
Joroisselkä	ei tarvetta vähennyksille, keskimäärin hyvässä tilassa	4 %	59 %	-
Valvatus	29 %	22 %	73 %	5 %

Ravinnetasemalli kuvaa eri osavaluma-alueilla syntyvää kuormitusta ja niiden kulkeutumista alapuolisiin valuma-alueisiin (Kuva 11). Tämän mallin kuormituslukujen ja vesistömallijärjestelmän kuormituslukujen välinen vertailu kuvastaa osaltaan mallien epävarmuutta, sillä niiden laskemiseen on käytetty eri versioita.

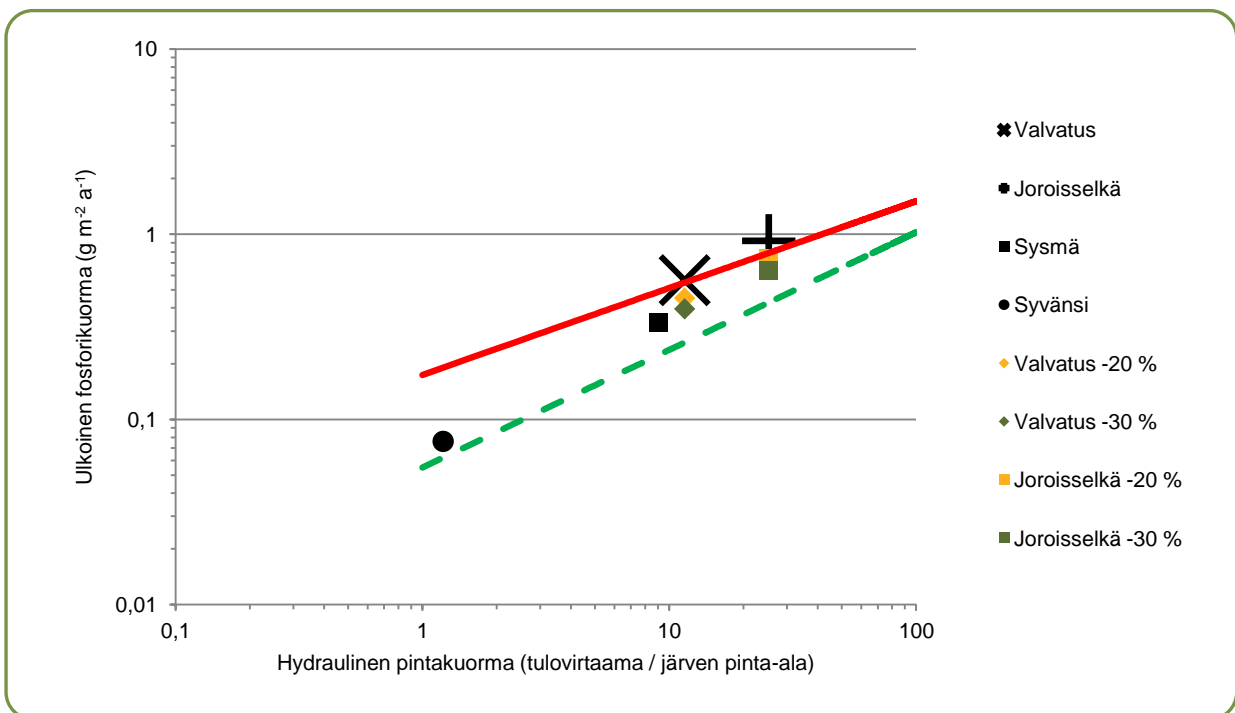
Kuva 11. Fosforin kulkeutuminen osavalmu-alueilta Joroisselän kautta Haapaselkään. Osavalmu-alueet on esitetty kartalla liitteessä 8.





## Sietokyvyn arviointi

Järvien ulkoisen kuormituksen sietokykyä voidaan arvioida Vollenweiderin (1975) tekemän mallin avulla. Siinä ulkoista tulevaa kuormitusta verrataan järven hydrauliseen pintakuormaan, joka on tulevan virtaaman määrän suhde järven pinta-alaan. Kriittinen kuormituksen raja ( $P_v=0,174 \times 0,469$ ) kuvastaa tilannetta, jossa ulkoinen kuormitus kiihdyttää järven rehevöitymistä. Sallittu raja ( $P_s=0,055 \times 0,635$ ) kuvastaa tilannetta, jossa järvi voi kestää ulkoisen kuormituksen rehevöitymättä. Vesistömallijärjestelmän kuormituksen mukaan sekä Joroisselän että Valvatuksen kuormitus ylittää tällä hetkellä kriittisen kuormituksen rajan (Kuva 12). Malli on kuitenkin suuntaa-antava eikä se huomioi järven yksilöllisiä ominaisuuksia. Mikäli kummankin vesimuodostuman ulkoista kuormitusta saataisiin vähennettyä 20 %, tulisi mallin mukaan kuormituksen taso alle kriittisen kuormituksen rajan.



Kuva 12. Vollenweiderin (1975) ulkoisen fosforikuormituksen sietokyvyn malli. Vihreällä katkoviivalla on esitetty sallittu raja ja punaisella viivalla kriittinen raja. Eri järvien ulkoisen kuormituksen tasot on saatu Suomen ympäristökeskuksen vesistömallijärjestelmästä (WSFS-VEMALA). Lisäksi kuvassa on esitetty Valvatuksen ja Joroisselän taso, jolle ulkoinen kuormitus laskisi, mikäli valuma-alueen kuormitusta saataisiin vähennettyä 20 ja 30 %.

# Lähteet

- ESAELY 2010. Joroisten Kolman ja Kotkatharjun pohjavesialueiden suojelusuunnitelma. Dnro ESAELY/42/07.00/2010
- Eskelinen K. & Virnes M. 1996. Joroisten seudun vesiensuojelusuunnitelma. Etelä-Savon ympäristökeskus. 43 s.
- Frisk T. 1978. Järvien fosforimallit. Vesihallitus. Vesihallituksen tiedotus 146, Helsinki. 114 s. ISBN 951-46-3412-8.
- Huovinen H. 2008. Joroisselän etelä- ja länsipuolisten maatalousalueiden luonnon monimuotoisuuden ja kosteikkojen yleissuunnitelma, Joroinen. Etelä-Savon ympäristökeskuksen raportteja 06/2008. Etelä-Savon ympäristökeskus.
- Hynninen H. 2000. Valuma-alueen 04.213 ravinnekuormitus Joroisselkään vuonna 2000 – kuormitus ja olosuhdemuutokset vuosina 1994–2000. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu, opinnäytetyö. 92 s.
- Kettunen I. 1999. Sysmäjärven vesistöalueen kuormitus, tila ja kehitys. Alueelliset ympäristöjulkaisut 102, Mikkeli. 114 s. ISBN 952-11-0406-6
- Salo H. 1999. Joroisselän kunnostussuunnitelma. Jyväskylän yliopisto, ympäristötutkimuskeskus. Raportti 158/1999. 17 s.
- Vuorenmaa J., Rekolainen S., Lepistö A., Kenttämies K. & Kauppila P. 2002. Losses of nitrogen and phosphorus from agricultural and forest areas in Finland during the 1980s and 1990s. Environmental Monit. Assess. 76: 213-248
- Vollenweider R. A. 1975. Input-output models. Schweizerische Zeitschrift für Hydrologie. 37 (1): 53 – 84.

## Joroisselän alueen selvityksiä ja suunnitelmia

- Hentinen T. 2011. Joroisten Hyviänlahden kosteikkosuunnitelma. Etelä-Savon elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2011. Moniste.
- Ristola P. 2005. Joroisselän ja Hyviänsalmen – Vauhkolanlammen kunnostus- ja hoitosuunnitelma. Etelä-Savon ympäristökeskus 2005.
- Lähteenmäki R. 1983. Kalatalousselvitys Joroisvirrasta. Liunan Voima Oy:n voimalaitoksen uudelleenrakentamissuunnitelma. Mikkelin vesi- ja ympäristöpiiri. Moniste
- Lähteenmäki R. 1999. Huutokosken kalataloudellinen kunnostussuunnitelma 1999/2000.
- Ryhänen S. 2003. Joroisten Kolman alueen luonnon monimuotoisuuden yleissuunnitelma. Etelä-Savon ympäristökeskus. Moniste 54. Mikkeli 2003.
- Pirhonen K. 2001. Joroisvirran vesistökuormittajat Paron ja Sysmän valuma-alueilta sekä keinot valuma-alueilta tulevan kuormituksen vähentämiseksi. Rovaniemen ammattikorkeakoulu, opinnäytetyö. Tekniikka ja liikenne 51RAK98.2001

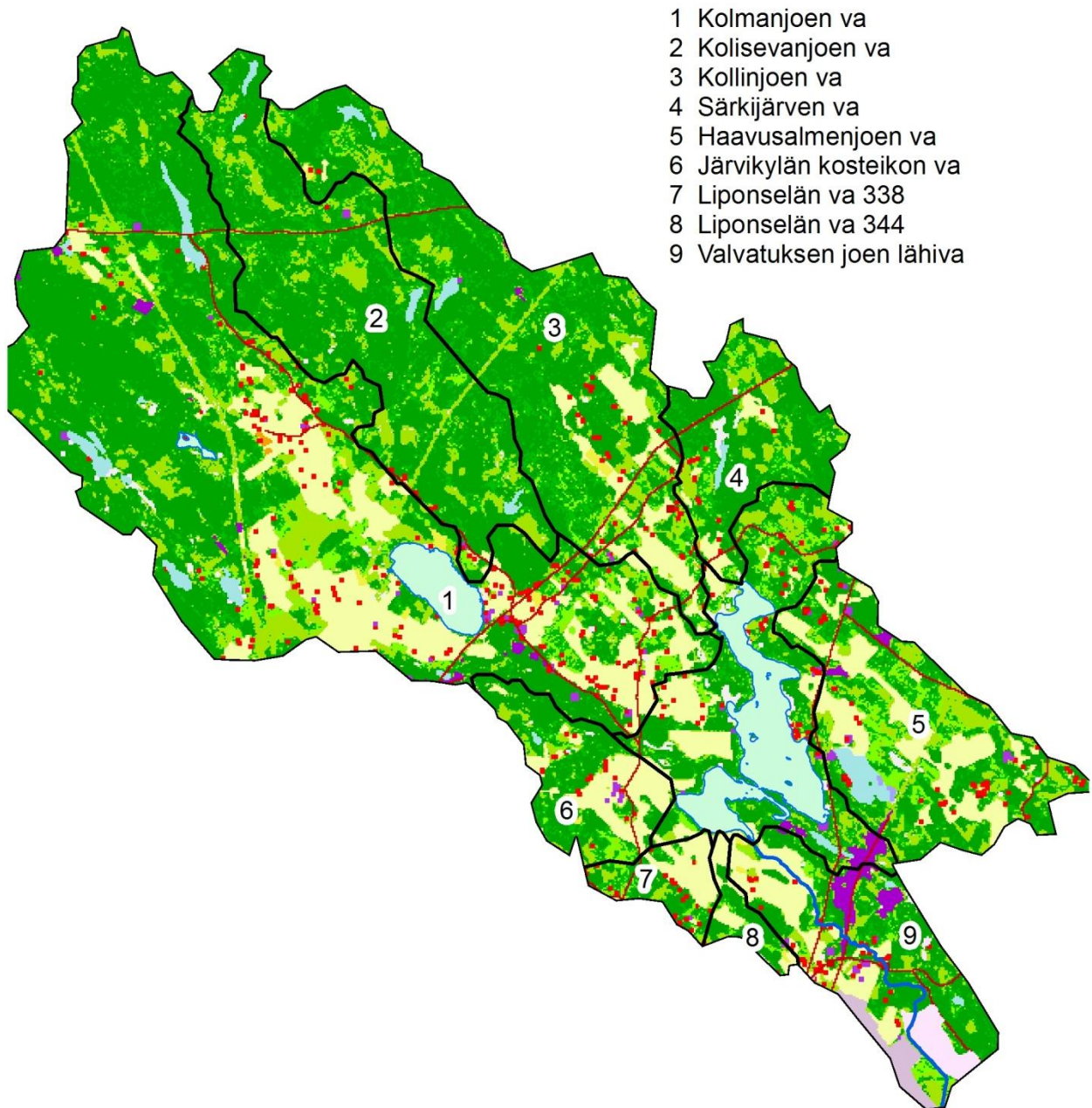
# Liitteet

## Liite 1. Vedenlaatutulokset

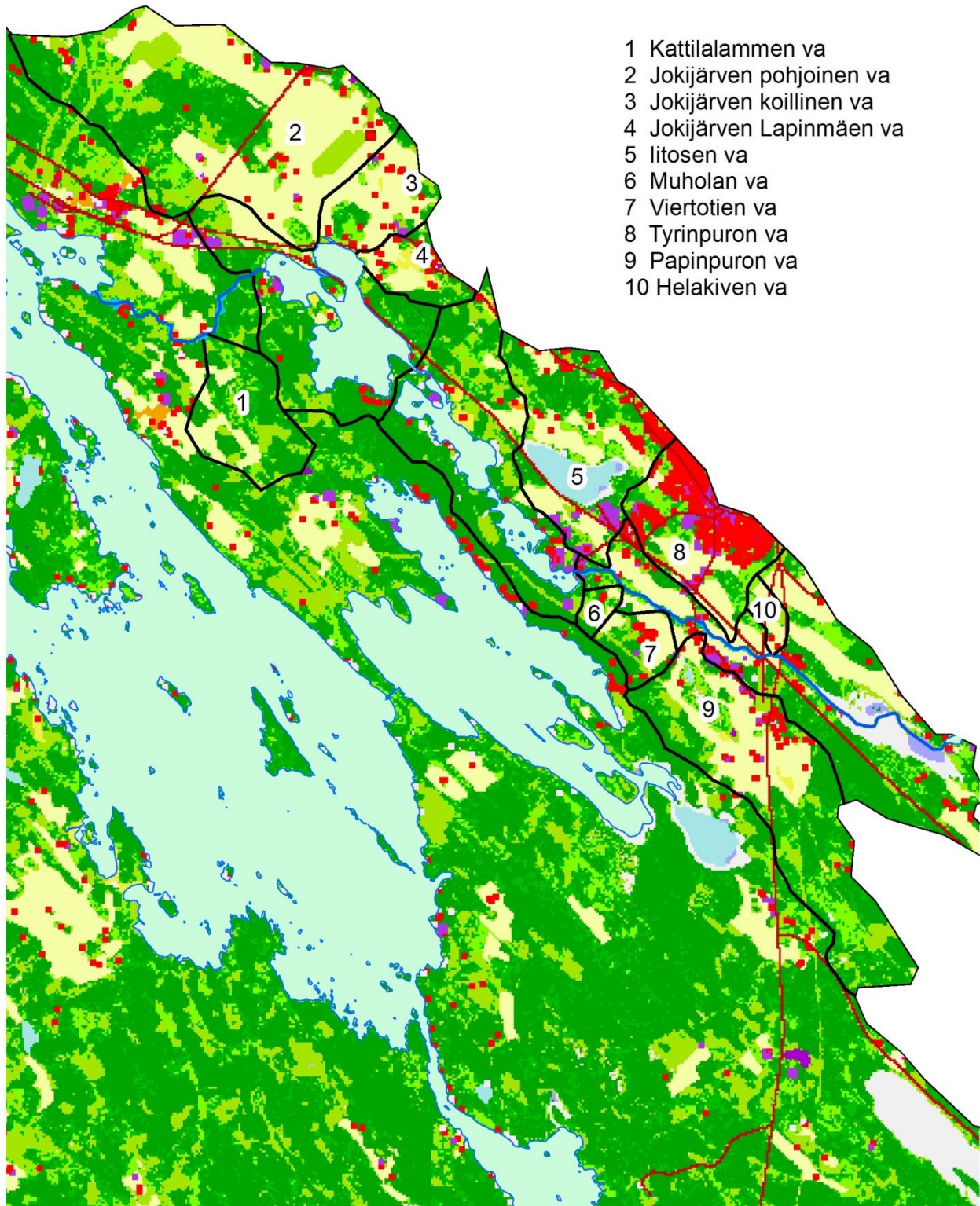
Paikan tunnus	Virtaama (m <sup>3</sup> /s)	Ko-konaisfosfori (µg/L)	Ko-konaisyppi (µg/L)	Kemiallinen hapenkulutus (mg/L)	pH	Väriluku (mg Pt/L)	Sameus (FNU)	Sähkönjohtavuus (mS/m)	PVM
<b>Kolkonjoki-Enonjoki</b>									
Enojoen sivuoja 014	0,063	72	1300	48	6,5	300	5,5	6,7	22.10.2012
Enojoen sivuoja 014	0,063	100	1600	51	6,6	330	6,4	7,3	1.10.2012
Enojoen sivuoja 014	0,087	51	1100	32	6,5	210	7,0	5,9	10.5.2012
Enojoki 153	1,700	33	940	26	6,7	180	6,2	6,3	24.10.2012
Enojoki 153	3,000	33	1100	31	6,6	180	3,3	6,5	1.10.2012
Enojoki 153	1,600	78	1500	31	6,1	160	25,0	4,9	7.5.2012
Enojoki 007	0,422	14	620	13	6,8	70	1,8	-	15.5.2013
Enonjoki 015	0,300	16	560	9,8	6,8	50	2,0	-	15.5.2013
<b>Valvatuksen kanavan alue</b>									
Kolmanjoki 263	0,973	25	1000	31	6,8	180	6,0	-	30.10.2013
Kolmanjoki 263	0,975	23	1000	32	6,9	220	3,2	10,2	23.10.2012
Kolmanjoki 263	0,882	24	900	31	6,9	200	2,8	10,0	2.10.2012
Kolmanjoki 263	1,260	26	1500	26	6,8	180	5,7	9,8	10.5.2012
Kolisevanniityn oja 334	0,468	29	890	62	4,9	440	2,6	4,0	23.10.2012
Kolisevanniityn oja 334	0,376	29	970	64	5,0	420	2,6	4,1	2.10.2012
Kolisevanniityn oja 334	0,584	33	710	40	4,9	250	6,3	3,5	8.5.2012
Valvatukseen oja luo 333	0,566	52	1700	55	5,4	330	7,7	-	29.10.2013
Valvatukseen oja luo 333	0,275	52	1100	53	5,7	360	4,1	6,4	23.10.2012
Valvatukseen oja luo 333	0,176	60	1300	57	5,7	360	3,6	6,8	2.10.2012
Valvatukseen oja luo 333	0,346	38	1100	35	5,6	250	5,2	6,0	10.5.2012
Särkijärven laskuoja 335	0,072	35	990	37	5,8	250	4,3	9,3	15.5.2013
Särkijärven laskuoja 335	0,126	29	1000	39	5,7	270	6,0	5,4	10.5.2012
Haavusalmenjoki 336	0,149	48	3800	23	6,4	120	17,0	-	30.10.2013
Haavusalmenjoki 336	0,210	49	2600	23	6,5	150	5,1	23,0	23.10.2012
Haavusalmenjoki 336	0,260	59	2500	23	6,5	140	3,7	22,1	2.10.2012
Haavusalmenjoki 336	0,162	37	3700	18	6,4	110	6,8	22,3	10.5.2012
Liponselkään lask. Oja 344	0,016	55	1300	26	7,1	160	24,0	-	14.5.2013
Liponselkään la oja 338	0,020	17	1300	17	6,6	120	3,1	11,6	10.5.2012
Järvikylän kost. oja 337	0,059	190	3900	17	6,6	110	16,0	-	30.10.2013
Järvikylän kost. oja 337	0,050	99	2400	19	6,6	220	21,0	25,2	23.10.2012
Järvikylän kost. oja 337	0,039	53	3600	39	6,9	210	4,3	21,6	2.10.2012
Järvikylän kost. oja 337	0,070	220	2300	16	6,5	120	70,0	14,7	7.5.2012
Valvatuksen laskuj. 113	2,440	49	850	20	7,3	170	5,1	14,6	23.10.2012
Valvatuksen laskuj. 113	2,220	50	850	17	7,4	130	5,2	15,0	2.10.2012
Valvatuksen laskuj. 113	2,095	43	1400	19	7,1	150	6,6	14,5	10.5.2012
Valvatuksen laskuj 160	1,883	34	810	12	7,4	80	5,5	-	30.10.2013
Valvatuksen laskuj 160	2,088	53	1200	18	7,2	120	6,0	-	15.5.2013
Valvatuksen laskuj 345	1,932	40	800	12	7,4	80	6,4	-	30.10.2013

Paikan tunnus	Virtaama (m <sup>3</sup> /s)	Kokonaisfosfori (µg/L)	Kokonaisytyppi (µg/L)	Kemiallinen hapenkulutus (mg/L)	pH	Väri-luku (mg Pt/L)	Sameus (FNU)	Sähköjohtavuus (mS/m)	PVM
Valvatuksen laskuj 317	1,985	42	810	12	7,4	80	6,7	-	30.10.2013
Valvatuksen laskuj 317	2,200	80	1400	17	7,3	140	7,9	15,6	13.5.2013
Valvatuksen laskuj 317	2,620	50	930	20	7,3	160	6,1	15,2	22.10.2012
Valvatuksen laskuj 317	2,380	41	920	17	7,3	120	4,9	15,9	1.10.2012
Valvatuksen laskuj 317	2,250	49	1500	18	7,1	150	7,4	14,9	10.5.2012
<b>Joroisvirran alue</b>									
Huutokoski 064	21,600	15	720	14	6,7	90	2,1	5,3	7.5.2012
Kattilanlammen laskuj 117	0,060	48	1500	57	5,3	390	1,8	5,7	8.5.2012
Jokijärveen laskoja 258	0,184	45	3400	40	6,8	220	4,7	20,7	23.10.2012
Jokijärveen laskoja 258	0,154	110	2700	21	6,7	160	16,0	25,8	2.10.2012
Jokijärveen laskoja 258	0,194	38	4300	37	6,6	200	5,3	15,3	8.5.2012
Jokijärveen laskoja 243	0,038	44	3400	30	6,4	200	5,5	20,5	7.5.2012
Jokijärveen laskoja 270	0,017	44	2300	18	6,9	120	4,2	9,3	9.5.2012
Jokijärvi Mikonkoski 248	21,900	14	730	15	6,7	90	1,8	5,4	7.5.2012
litosen laskujoki 274	0,016	35	1100	15	7,0	100	3,9	-	14.5.2013
Liunan pato 067	17,000	15	760	15	6,9	80	2,4	5,9	22.10.2012
Liunan pato 067	9,750	15	900	13	7,0	70	2,0	5,7	1.10.2012
Liunan pato 067	22,000	16	720	14	6,7	90	2,3	5,4	7.5.2012
Muholasta lask.oja 275	0,003	80	1000	29	6,9	200	52,0	-	14.5.2013
Viertotien oja 268	0,008	79	1800	38	6,7	280	7,1	11,8	22.10.2012
Viertotien oja 268	0,003	120	2400	55	6,7	360	10,0	11,6	1.10.2012
Viertotien oja 268	0,001	43	1300	24	6,5	150	5,1	7,3	9.5.2012
Väljokeen lask. oja 266	0,003	20	880	14	6,6	90	3,2	6,0	7.5.2012
Papinpuro 267	0,116	63	630	50	6,6	350	5,8	12,6	22.10.2012
Papinpuro 267	0,124	86	1700	55	6,7	360	7,8	13,1	1.10.2012
Papinpuro 267	0,093	54	1600	40	6,4	280	9,0	11,4	9.5.2012
Tyrinpuro 190	0,040	100	11000	26	6,6	120	12,0	-	30.10.2013
Tyrinpuro 190	0,027	5300	13000	74	6,8	140	110,0	24,3	22.10.2012
Tyrinpuro 190	0,032	1900	4800	42	6,9	200	44,0	23,4	1.10.2012
Tyrinpuro 190	0,042	490	6700	25	6,8	140	25,0	24,1	9.5.2012
Helakiven oja 276	0,004	31	850	13	7,3	70	5,1	-	14.5.2013
Joroisvirta 070	9,100	26	780	16	6,8	120	3,3	5,6	13.5.2013
Joroisvirta 070	17,450	19	640	15	6,9	100	3,2	6,1	23.10.2012
Joroisvirta 070	9,904	17	670	14	6,9	80	3,4	6,2	1.10.2012
Joroisvirta 070	22,220	23	770	15	6,7	90	4,8	5,7	7.5.2012
<b>Lähivaluma-alue</b>									
Varka lentoas oja ap 320	0,061	60	2000	16	7,2	100	5	25,4	22.10.2012
Varka lentoas oja ap 320	0,064	72	1900	17	7,4	110	5	24,8	1.10.2012
Varka lentoas oja ap 320	0,026	360	2400	10	7,4	70	12	25,5	10.5.2012
Kohisevanjoki 330	0,017	52	1100	37	6,3	220	7,5	5,5	9.5.2012
Haukipuro 331	0,003	39	1800	25	7	150	14	12,3	9.5.2012
Hyviänlahteen lask 332	0,005	55	3700	22	6,4	150	14	19,7	9.5.2012

Liite 2. Valvatuksen osavaluma-alueet ja niiden maankäyttö Corine2006-aineiston mukaan. Maankäyttömuotojen selitykset ovat liitteessä 6. © SYKE (osittain © METLA, MMM, MML, VRK).



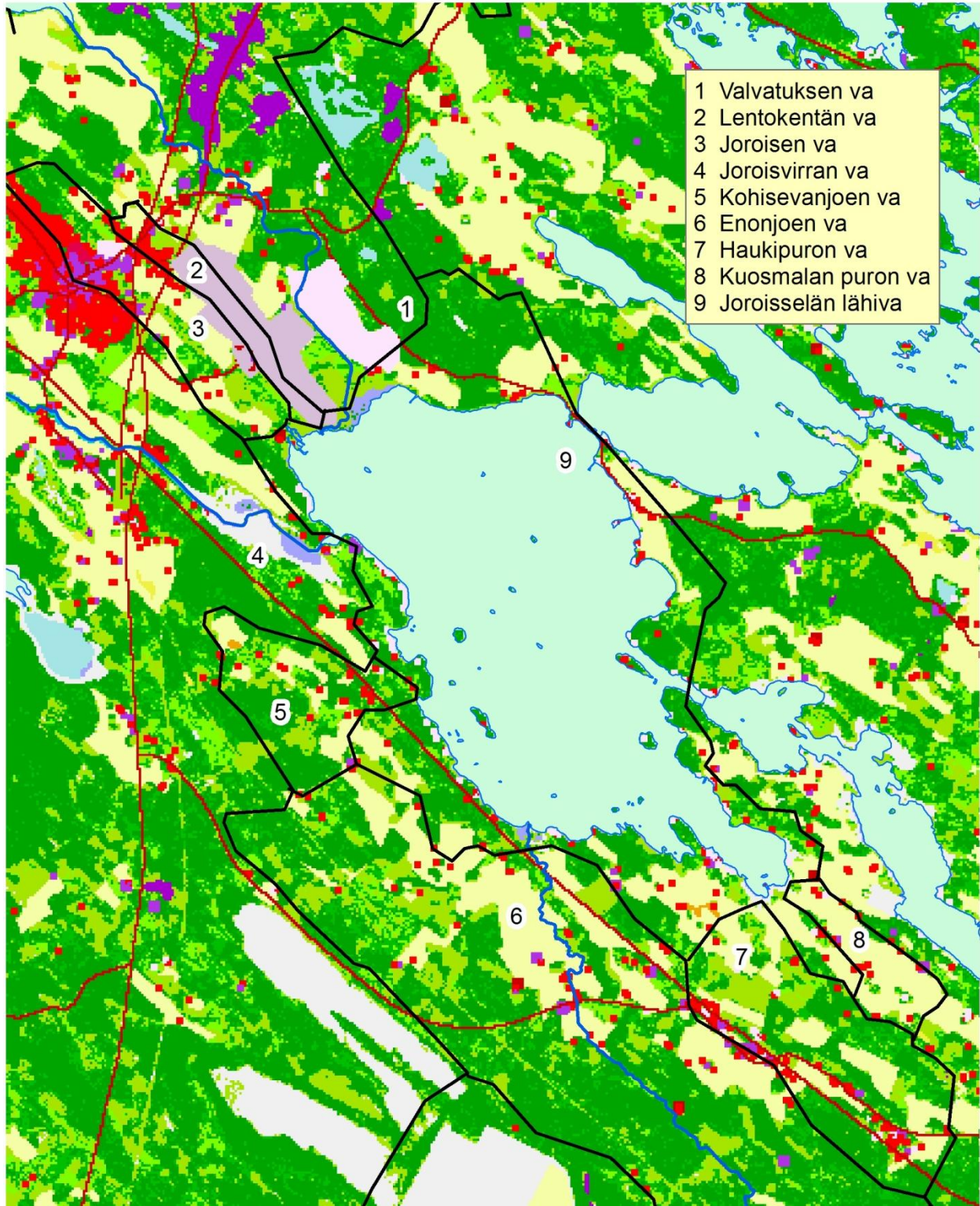
Liite 3. Joroisvirran osavaluma-alueet ja niiden maankäyttö Corine2006-aineiston mukaan. Maankäyttömuotojen selitykset ovat liitteessä 6. © SYKE (osittain © METLA, MMM, MML, VRK).



Liite 4. Enonjoen osavaluma-alueet ja niiden maankäyttö Corine2006-aineiston mukaan. Maankäyttömuotojen selitykset ovat liitteessä 6. © SYKE (osittain © METLA, MMM, MML, VRK).















































Liite 5. Joroisselän osavaluma-alueet ja niiden maankäyttö Corine2006-aineiston mukaan. Maankäyttömuotojen selitykset ovat liitteessä 6. © SYKE (osittain © METLA, MMM, MML, VRK).

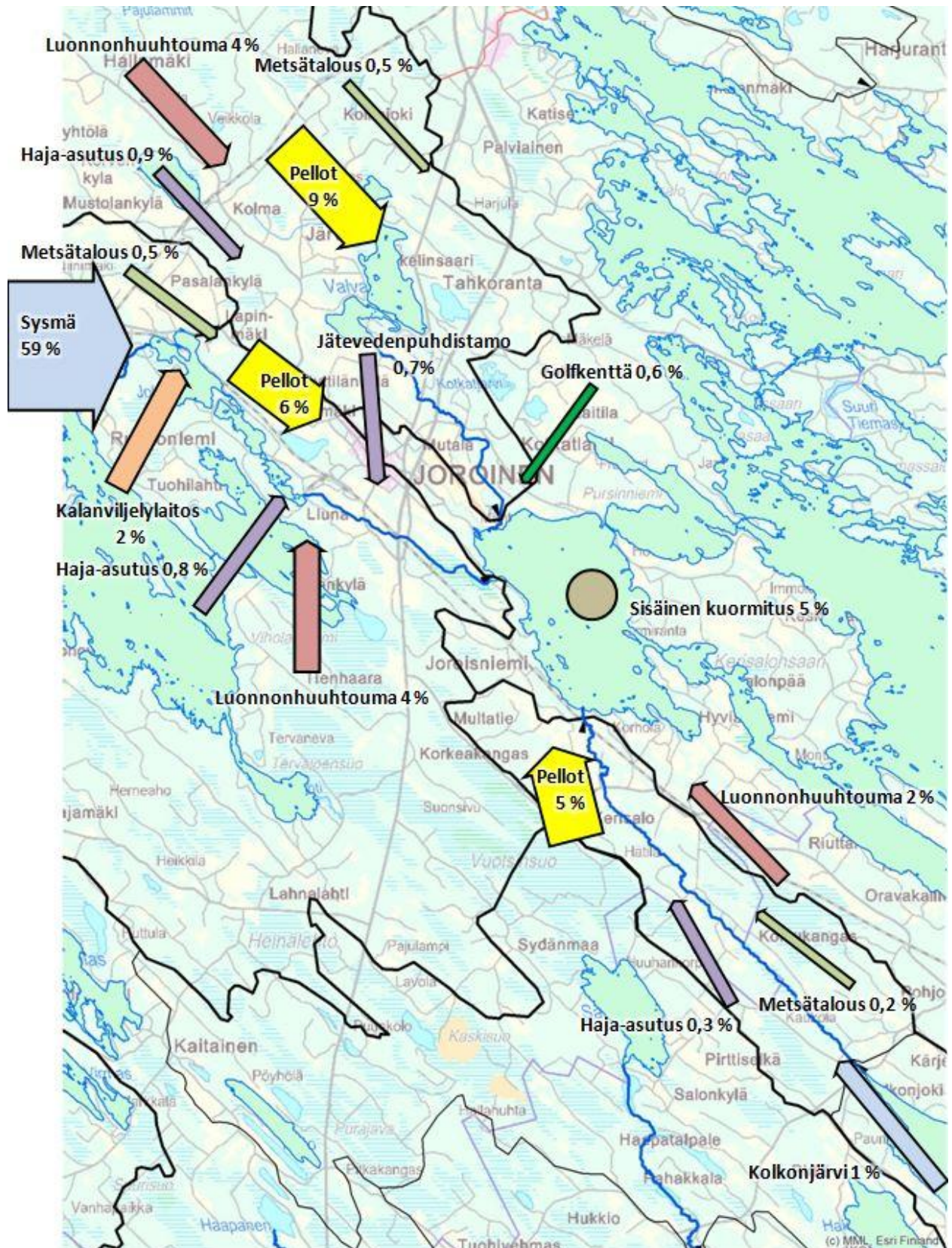




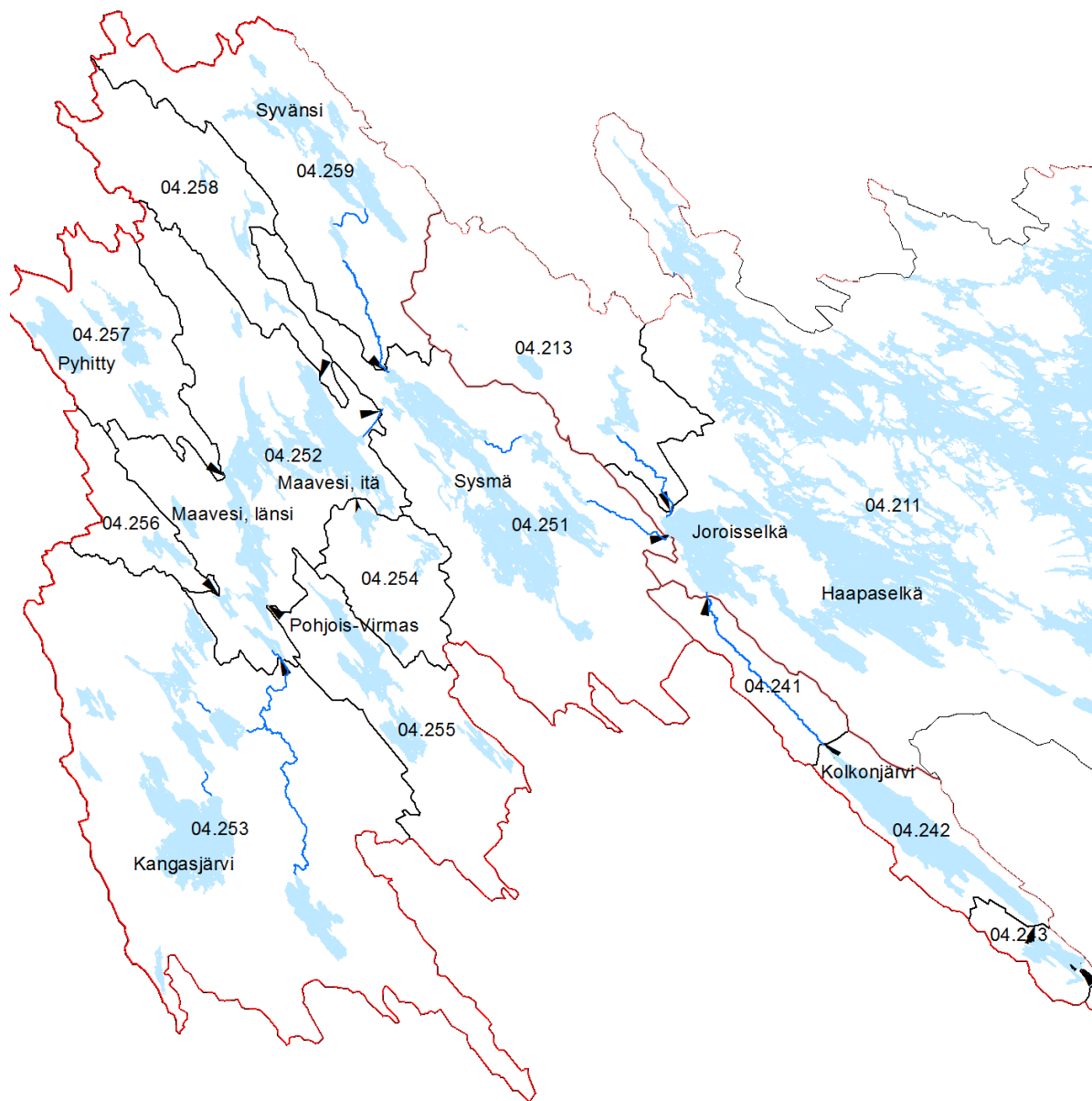
## Liite 6. Corine2006-aineiston maankäyttömuodot selityksineen.

	1110	Tiiviisti rakennetut asuinalueet
	1120	Väljästi rakennetut asuinalueet
	1210	Teollisuuden ja palveluiden alueet
	1220	Liikennealueet
	1230	Satama-alueet
	1240	Lentokenttäalueet
	1310	Maa-aineisten ottoalueet
	1320	Kaatopaikat
	1330	Rakennustyöalueet
	1421	Kesämökki
	1422	Muut urheilu- ja vapaa-ajan toiminta – alueet
	1423	Golfkentät
	1424	Raviradat
	2111	Käytössä olevat pellot
	2112	Käytöstä poistuneet pellot
	2220	Hedelmäpuu- ja marjapensasviljelmät
	2310	Laidunmaat
	3111	Lehtimetsät kivennäismaalla
	3112	Lehtimetsät turvemaalla
	3121	Havumetsät kivennäismaalla
	3122	Havumetsät turvemaalla
	3123	Havumetsät kalliomaalla
	3131	Sekametsät kivennäismaalla
	3132	Sekametsät turvemaalla
	3133	Sekametsät kalliomaalla
	3210	Luonnonniityt
	3220	Varvikot ja nummet
	3241	Harvapuustoiset alueet, cc <10 %
	3242	Harvapuustoiset alueet, cc 10–30 %, kivennäismaalla
	3243	Harvapuustoiset alueet, cc 10–30 %, turvemaalla
	3244	Harvapuustoiset alueet, cc 10–30 %, kalliomaalla
	3245	Harvapuustoiset alueet havumetsärajan yläpuolella
	3247	Harvapuustoiset alueet, käytöstä poistuneet maatalousmaat
	3310	Rantahietikot ja dyynialueet
	3320	Kalliomaat
	4111	Sisämaan kosteikot maalla
	4112	Sisämaan kosteikot vedessä
	4121	Avosuot
	4122	Turvetuotantoalueet
	4211	Merenrantakosteikot maalla
	4212	Merenrantakosteikot vedessä
	5110	Joet
	5120	Järvet
	5230	Meri

Liite 7. Joroisselän fosforikuormituksen osuuksia eri kuormituslähteiden mukaan. Kalanviljelyn ja jätevedenkuormituksen tiedot perustuvat ympäristönsuojelun tietokantaan (VAHTI). Golfkentän ja sisäisen kuormituksen kuormitus perustuu laskennalliseen arvioon. Muiden osuudet perustuvat mallinnukseen (SYKE WSFS-DEMOLA). © MML, Valuma-alueiden rajat © SYKE.



## Liite 8. Joroisselän kaukovaluma-alueet sekä alueen suurimmat järvet ja joet.



Julkaisusarjan nimi ja numero <b>Raportteja 62/2014</b>				
Vastuualue Ympäristö ja luonnonvarat				
Tekijät Jani Pulkkinen		Julkaisuaika Heinäkuu 2014		
		Kustantaja   Julkaisija Etelä-Savon elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus		
		Hankkeen rahoittaja   toimeksiantaja		
Julkaisun nimi <b>Joroisselän kuormitusselvitys</b>				
Tiivistelmä Joroisselkä on suurehko matala lahtialue, joka kuuluu Saimaan Haukiveteen. Joroisselän tilan on todettu heikentyneen ja osasuunnitelmia on jo tehty tilanteen korjaamiseksi. Tässä raportissa on selvitetty Joroisselkään tulevaa kuormitusta valuma-alueilta. Kuormitusta selvitettiin sekä Suomen ympäristökeskuksen vedenlaatumallin avulla, että vesinäytteenottojen perusteella. Kuormitusselvitys on ensimmäinen askel vesien hoidon suunnittelussa. Sillä saadaan tärkeää tietoa kuormituksen alueellisista eroista ja vesiensuojelliset toimenpiteet voidaan kohdentaa alueille, joissa niillä saadaan paras mahdollinen vaikuttavuus.  Selvityksen perusteella peltoviljelyn osuus Joroisselän kokonaisfosforikuormituksesta on noin 58 % ja typpikuormituksesta 28 %. Muulta maa-alueelta (metsät, suot, avomaat, kalliomaat, rakennetut alueet) tulevan fosforikuormituksen osuus on 25 % ja typpikuormituksen osuus 53 %. Loput kuormituksesta tulee haja-asutuksesta, pistekuormituksesta ja laskeumasta. Vesinäytteenoton perusteella kaukovaluma-alueista pinta-alan suhteutettuna suurin kuormitus tulee Valvatuksen alueelta. Yksittäisistä pienistä puroista suurin kuormitus havaittiin tulevan Tyrinpurosta, johon tulee Joroisten kunnan jätevedenpuhdistamon puhdistetut vedet.  Joroisselän vesienhoidon tavoitteena on rehevöitymisen pysäyttäminen sekä veden tilan parantaminen ja hyvän tilan turvaaminen myös jatkossa. Joroisten taajamassa sijaitsevalla vesialueella on tärkeä merkitys Joroisten alueen virkistyskäytössä. Joroisten alue kuuluu Vuoksen vesienhoitoalueeseen ja se on lisäksi yksi Etelä-Savon ELY-keskuksen vesienhoidollisista painopistealueista				
Asiasanat (YSA:n mukaan) Kuormitusselvitys, Joroisselkä, Joroinen, Saimaa, vesien hoito, vesiensuojelu, vedenlaatu, rehevöityminen				
ISBN (painettu)	ISBN (PDF) 978-952-314-070-7	ISSN-L 2242-2846	ISSN (painettu)	ISSN (verkkojulkaisu) 2242-2854
www www.ely-keskus.fi/julkaisut   www.doria.fi		URN URN:ISBN:978-952-314-070-7	Kieli Suomi	Sivumäärä 39
Julkaisun myynti/jakaja Etelä-Savon elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, PL 164, 50101 Mikkeli, puh. 029 502 4000 (vaihe)				
Kustannuspaikka ja aika Mikkeli 2014			Painotalo	



**RAPORTEJA 62 | 2014**  
**JOROISSELÄN KUORMITUSSELVITYS**

**Etelä-Savon elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus**

**ISBN 978-952-314-070-7 (PDF)**

**ISSN-L 2242-2846**  
**ISSN 2242-2854 (verkkajulkaisu)**

**URN:ISBN:978-952-314-070-7**

**[www.doria.fi/ely-keskus](http://www.doria.fi/ely-keskus) | [www.ely-keskus.fi](http://www.ely-keskus.fi)**