
**SUOMENJOEN VALUMA-ALUEEN
RAVINNEKUORMITUSSELVITYS**



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Ympäristötekniologia

Hämeenlinna, 12.12.2011

Ville Tanskanen



HÄMEENLINNA
Ympäristötekniikan koulutusohjelma

Tekijä	Ville Tanskanen	Vuosi 2011
Työn nimi	Suomenjoen valuma-alueen ravinnekuormitus selvitys	

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli selvittää Padasjoen kunnassa sijaitsevan Suomenjoen valuma-alueen ravinnekuormituksen tilaa. Suomenjoen valuma-alue muodostaa karkeasti 66 % Nerosjärven valuma-alueesta vaikuttaen merkittävästi järven vedenlaatuun. Työn toimeksiantaja Kuohi-Nerosjärven suojeluyhdistys ry on viime aikoina huolestunut Nerosjärven ja siihen laskevan Suomenjoen tilasta ja niihin kohdistuvan ravinnekuormituksen kehityksestä. Työn tavoitteeksi asetettiin Suomenjoen ravinnekuormituksen nykytilan ja lähteiden määrittäminen sekä mahdollisten toimenpidekohteiden kartoittaminen Suomenjoen valuma-alueella.

Teoriapohjana hyödynnettiin olemassa olevaa tutkimustietoa ravinteiden lähteistä, kulkeutumisesta ja niiden vaikutuksista vesistöön. Ravinnekuormituksen todellisen kokonaismäärän ja osavaluma-alueiden kuormituksen selvittämiseksi tehtiin vesistötutkimuksia. Ainevirtaamat määritettiin siivikkomittauksella saatujen virtaamien ja vesinäytteiden pitoisuuksien avulla. Matemaattisen mallinnuksen teoriaa hyödyntämällä määritettiin kartta-aineistosta ja ympäristöhallinnon tietojärjestelmistä saaduilla tiedoilla kokonaisvaltainen kuva valuma-alueella muodostuvan kuormituksen jakautumisesta lähteittäin. Lisätietoa valuma-alueen haja-asutuksen vesistöön aiheuttamasta rasituksesta kerättiin kyselytutkimuksen avulla, joka kohdistettiin lähivaluma-alueen kiinteistöille.

Työssä havaittiin, että Suomenjoen valuma-alueen ihmistoiminta kuormittaa vesistöä typen osalta voimakkaasti ja fosforin osalta lievästi. Ravinnesuhteita tarkasteltaessa todettiin kokonaisravinnesuhteiden perusteella joen tuotannon olevan selkeästi fosforirajoitteista. Suomenjoen vedenlaadusta saatiin paljon tietoa ja sen todettiin heikkenevän kuljettaessa alavirtaan päin. Mallinnuksen perusteella alueen ihmistoiminnoista aiheutuvasta kuormituksesta suurin osa oli lähtöisin maataloudesta. Alueella kulkevissa Tervaojassa, Isoniitunojassa ja Letonkorvenojassa mitatut ainevirtaamat olivat huomattavasti koholla ja mahdollisuuksia niiden pienentämiseksi tulee kartoittaa. Yleisesti Suomenjoen tilan turvaamiseksi ja sen parantamiseksi tulisi virtaamaoloja valuma-alueella ennallistaa ja ravinteiden pidätymistä tehostaa.

Avainsanat ravinteet, valuma-alueet, vesistökuormitus, virtavedet

Sivut 47 s. + liitteet 14 s.

HÄMEENLINNA

Degree Programme in Environmental Technology

Author

Ville Tanskanen

Year 2011

Subject of Bachelor's thesis

Evaluation of Nutrient Loading in the Suomenjoki River Basin

ABSTRACT

The purpose of the thesis was to study and evaluate the state of nutrient loading in the Suomenjoki River Basin. The river basin constitutes approximately 66 percent of the Lake Nerosjärvi Drainage Basin thus giving reason to suspect it being the main contributor to nutrient loading in the lake. The local registered water conservation association Kuohi-Nerosjärven suojeluyhdistys has grown worried about the state and development of nutrient loading in the Lake Nerosjärvi and the River Suomenjoki. For the aim of the thesis was set to assess the current state and sources of nutrient loading in the Suomenjoki drainage area and to discover possible targets for measures intended to reduce nutrient runoff.

For the theoretical frame of reference prior research data on sources of nutrient loading, transportation of nutrients and the impact of nutrient loading in waterways was applied. Water probing and flow measurements were conducted to analyze the total nutrient load and to determine the loading from sub-drainage areas. An overall estimate of the nutrient source division was established by utilizing theories of mathematical modeling of nutrient loading. Additive information of waterway loading was collected through a survey that was sent to the residences situated in the close catchment area of the River Suomenjoki.

In the study it was discovered that anthropogenic operations in the river basin affect strongly the nitrogen loading and mildly the phosphorus loading into the River Suomenjoki. According to the total nutritive ratio the results show that the production in the river was strongly phosphorus limited. Through mathematical modeling it was established that the biggest source of anthropogenic loading is farming. In the ditches of Tervaoja, Isoniitunoja and Letonkorvenoja the measured flows of substance were considerably high and measures to decrease them should be examined. In general to improve the water quality and the state of the River Suomenjoki the flow conditions in the drainage area should be restored and retention of nutrition enhanced.

Keywords nutrients, river basins, waterways, loading, streams

Pages 47 p. + appendices 14 p.

LYHENTEET JA KÄSITTEET

3. jakovaihe	vesistöaluejaon kolmannen tason valuma-alue, joka edustaa valtakunnallisen jaottelun pienintä osa-aluetta
alkaliniteetti	tai alkaliteetti eli veden kyky vastustaa happamuuden muutosta
BOD ₇	orgaanisen aineksen määrä seitsemän vuorokauden biologisena hapenkulutuksena mitattuna
DOC	Dissolved Organic Carbon, liennut orgaaninen hiili
epäorgaaninen ravinne	orgaaniseen ainekseen sitoutumaton ravinne, joka on usein helposti kasvien hyödynnettävissä
HERTTA	Suomen ympäristökeskuksen ympäristö- ja paikkatietojärjestelmä
humus	maaperän hitaasti hajoavaa orgaanista ainesta, joka sisältää runsaasti sitoutunutta typpeä ja fosforia
kokonaisravinne	kattaa ravinteet kuten typen tai fosforin kaikki sekä sitoutumattomat että sitoutuneet esiintymismuodot
lähivaluma-alue	itsenäinen valuma-alue, jonka valunta kulkeutuu vesistöön suorana pinta-valuntana
mineraaliravinne	ravinteiden orgaanisesti sitoutumaton eli mineralisoitunut esiintymismuoto
osavaluma-alue	valuma-alueen osa, jossa syntyvä valunta kulkeutuu vesistöön uomien tai ojan välityksellä ja voidaan erottaa itsenäiseksi valuma-alueosaksi
OIVA	Suomen ympäristökeskuksen hallinnoimien ympäristö- ja paikkatietojärjestelmien internet-käyttöliittymä
ominaiskuormitusluku	tietylle toimenpiteelle tai kuormituslähteelle tutkimuksin määritetty pinta-ala- tai yksikkökohtainen kuormituksen keskiarvo
SYKE	Suomen ympäristökeskus
TOC	Total Organic Carbon, orgaaninen kokonaishiili
VEPS	Suomen ympäristökeskuksen kehittämä ja ylläpitämä vesistökuormituksen arviointi- ja hallintajärjestelmä

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	TUTKIMUSALUEEN MÄÄRITTELY JA KUVAUS	2
3	RAVINTEET JA RAVINNEKUORMITUS	4
3.1	Rajoittava ravinne ja kuormituksen vaikutukset	4
3.1.1	Fosforin esiintyminen ja kulkeutuminen	5
3.1.2	Typen esiintyminen ja kulkeutuminen	6
3.2	Ravinnekuormitus ja sen lähteet	7
3.2.1	Maatalous	8
3.2.2	Metsätalous.....	9
3.2.3	Haja-asutus	10
3.2.4	Laskeuma ja luonnonhuuhtouma.....	11
3.3	Ravinnekuormituksen matemaattinen mallintaminen.....	11
3.3.1	Bilaletdin-mallin periaate	12
3.3.2	VEPS-arviointijärjestelmä.....	13
4	RAVINNEKUORMITUKSEN MÄÄRITTÄMINEN.....	14
4.1	Vesistötutkimukset.....	15
4.1.1	Analyysimenetelmät	16
4.1.2	Virtaamamittaukset.....	18
4.1.3	Ainevirtaaman määrittäminen.....	21
4.2	Jätevesikysely.....	21
4.3	Kuormituksen määrittäminen kuormitusmalleilla.....	22
4.3.1	Bilaletdin-malli.....	22
4.3.2	VEPS-malli.....	24
5	TUTKIMUKSEN TULOKSET JA TULKINTA.....	25
5.1	Palsanojan ja Suomenjoen vedenlaatu	26
5.2	Ainevirtaamat pääuomassa ja ojapisteissä	27
5.2.1	Osavaluma-alueiden ja ojapisteiden tarkastelu	29
5.3	Jätevesikyselyn tulokset	36
5.4	Kuormitusmallien ja havaittujen ainevirtaamien vertailu	38
5.4.1	Kuormituksen jakautuminen lähteittäin	40
6	TOIMENPIDESUOSITUKSET	42
	LÄHTEET	45

Liite 1 Kartta valuma-alueesta ja osavaluma-alueista

Liite 2 Suomenjoen valuma-alueen asukaskysely

Liite 3 Kartta näytteenottopisteistä

Liite 4 Näyteanalyysien tulokset

Liite 5 Virtaamat näytteenottopisteissä

1 JOHDANTO

Suomenjoki on Padasjoella, Päijät-Hämeen maakunnassa sijaitseva keskisuureksi luokiteltava kangasmaan joki, jonka valuma-alue muodostaa pääosan sen eteläpuolella sijaitsevan Nerosjärven valuma-alueesta. Suomenjoen läpi virtaa yläpuolisen Vesijako-järven vettä, johon alueen valumavedet yhtyvät. Nerosjärven vedenlaadussa on todettu aistinvaraisesti laadullista huonontumista, joka on huolestuttanut alueen asukkaita, sekä alueella toimivaa vesiensuojeluyhdistystä viime vuosina. Kuohi-Nerosjärven suojeluyhdistys on tästä syystä lähtenyt selvittämään Suomenjoen tilaa ja siihen kohdistuvaa ravinnekuormitusta tilaamalla aiheesta opinnäytetyön Hämeen ammattikorkeakoululta.

Kuohi-Nerosjärven suojeluyhdistys on vuonna 1985 Porraskoskella perustettu vesiensuojeluyhdistys. Yhdistyksen jäsenmäärä on noin 400 ja sen tavoite on torjua alueen vesistöjä vahingoittavia uhkia, seurata valuma-alueen vesien tilaa, sekä toimia sen hyväksi. Suomenjoen valuma-alueella yhdistyksen tavoitteena on tehostaa ravinteiden pidättymistä sekä ennallistaa alueen vesitaloutta ja näin ehkäistä Suomenjoen ja Nerosjärven tilan heikentymistä.

Kuormitus selvityksen tavoite on antaa perustietoa Suomenjoen ravinnekuormituksen suuruudesta ja lähteistä sekä Suomenjoen vedenlaadusta. Tutkimuksessa erityistä huomiota kiinnitetään oletettuun veden laadun muutokseen, jonka oletetaan tapahtuvan Vesijaon ja Nerosjärven välillä. Veden laadun muutoksen oletetaan johtuvan Suomenjoen valumavesien korkeista ravinnepitoisuuksista. Selvityksen tavoitteena on toimia Suomenjoen tilan parantamisen lähtökohtana ja lisäksi paikallistaa selkeitä toimenpidekohteita, joihin kunnostustoimia ja huomiota tulisi keskittää.

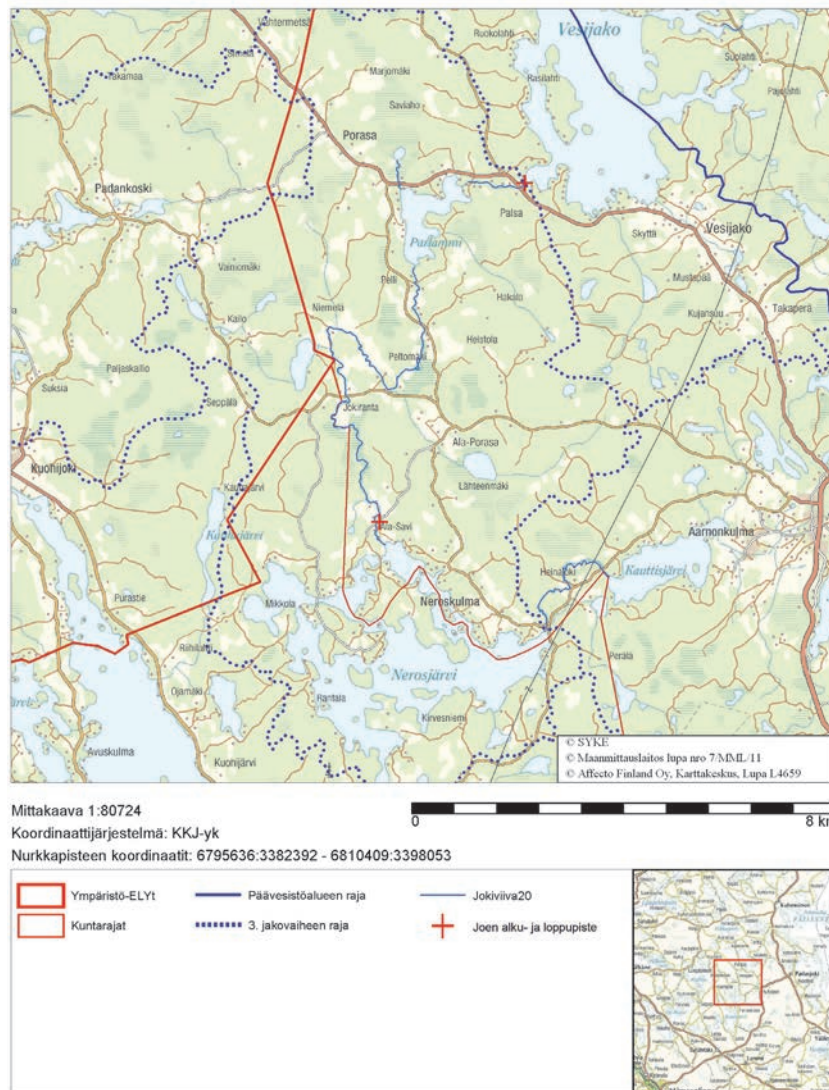
Kuormitus selvityksen lähestymistapa on valuma-aluekohtainen tarkastelu, jossa pyritään luomaan kokonaiskuva alueella muodostuvasta, vesistöön kohdistuvasta, paineesta. Tarkastelun ytimen muodostavat koko valuma-alueen kattavat kuormituslaskelmat ja joen ainevirtaaman määrittäminen. Suomenjoen valuma-alue on maaperältään tyypillistä Kokemäenjoen latva-alueen moreenivaltaista maaseutua, jonka maankäyttöä leimaa metsätalous.

Valtakunnallisessa pintavesien luokittelussa Suomenjoki on osana Suomenjoki-Porraskoski -jokiosuutta määriteltä tilaltaan hyväksi joeksi, jonka tavoitetilaa on nykykäytännön mukaisilla toimenpiteillä turvattu (OIVA - ympäristö- ja paikkatietopalvelu 2011). Työtä on toteutettu yhteistyössä Padasjoen kunnan ympäristöviranomaisen, Vanajavesikeskuksen ja Lammien biologisen aseman kanssa. Mainituille toimijoille kuuluu suuri kiitos sujuvasta yhteistyöstä, sillä ilman sitä olisi työn ja siihen liittyvien vesistö-tutkimuksien taloudellinen toteuttaminen ollut mahdotonta.

2 TUTKIMUSALUEEN MÄÄRITTELY JA KUVAUS

Suomenjoen valuma-alue on osa Nerosjärven valuma-alueetta. Valtakunnallisen valuma-aluejaotuksen mukaan Nerosjärven valuma-alue on kolmannen jakovaiheen valuma-alue numero 35.783, jonka pinta-ala on 83,43 km². Valuma-alue sijaitsee Päijät-Hämeen, Kanta-Hämeen ja Pirkanmaan maakuntien rajalla jakautuen samalla kolmen eri kunnan, Padasjoen, Hämeenlinnan ja Pälkäneen, alueelle.

Suomenjoki on osa Kukkian reittiä, joka on itsenäinen kahtaallejuokseva vesistöalue. Suomenjoen kaukovaluma-alue Vesijako muodostaa vedenjakajan Kymijoen ja Kokemäenjoen vesistöalueiden välille. Vesijaosta vesi purkautuu toisaalla Palsanojan ja Parlammin kautta Suomenjokeen ja toisaalla Kymijoen vesistöalueeseen (Kuva 1). Kukkian reitti on Hauhon reitin osavaluma-alue ja kuuluu näin osana Längelmäveden reittiä Kokemäenjoen vesistöalueeseen, joka purkautuu Pohjanlahteen Porin edustalla. (Ekholm 1993, 67–68.)



Kuva 1 Suomenjoen ja Nerosjärven valuma-alueen sijoittuminen (OIVA - ympäristö- ja paikkatietopalvelu 8.9.11).

Suomenjoen vesialue sijaitsee kokonaisuudessaan Padasjoen kunnan alueella, muodostaen pieneltä osin rajan Padasjoen ja Hämeenlinnan kuntien välille. Suomenjoen lähivaluma-alue, joka ulottuu yläpuolisen Vesijärven lounaiskulmasta Palsasta, aina Nerosjärven pohjoispuolelle Ala-Saviin, on pääosin Padasjoen kunnan alueella. Valuma-alueen länsipuoli jakautuu osittain Pälkäneen ja Hämeenlinnan kuntien alueelle.

Tutkimusalue rajattiin Suomenjoen valuma-alueeseen, sillä erityistä huomiota haluttiin kiinnittää mahdollisiin vedenlaadun muutoksiin yläpuolisen Vesijaon ja alapuolisen Nerosjärven välillä. Rajauksella suljettiin tutkimuksen ulkopuolelle vedenlaadun muutokset, jotka tapahtuvat Nerosjärvessä ja keskitettiin tarkastelu Suomenjoen kautta kulkeutuvan veden laatuun. Suomenjoen valuma-alueen rajaus Nerosjärven valuma-alueesta tehtiin ympäristö- ja paikkatietopalvelu OIVAssa kartta-tarkasteluna. Suomenjoen valuma-alueen pinta-ala on 55,45 km² ja rajatun valuma-alueen (Liite 1) purkupisteenä toimii Ala-Savin silta.

Tutkimusalueella sijaitsee pinta-alaltaan vaihtelevan kokoisia järviä (Taulukko 1) ja alueen järvisyys on noin 3 %. Järvien pinta-alat vaihtelevat alle yhden hehtaarin vesialasta Parlammin 100 hehtaarin vesialaan. Pienimpiä järviä, kuten alueen itäosassa sijaitsevaa Hautajärveä ja eteläosassa sijaitsevaa Ruuttanajärveä, ei ole alle yhden hehtaarin pinta-alansa ja vähäisen merkityksensä vuoksi järvisyystarkastelussa huomioitu. Tutkimusalueella sijaitseva Leppäjärvi on lintuvesien suojelehujelmaan kuuluva luonnonsuojelualue (Lintuvedet 2011). Maaperä alueella on pääosin peruskalliota peittävää moreenia, suot ovat pienialaisia ja sijaitsevat kaapina juotteina kallioperän painanteissa. Savialueita alueella on vähän ja ne sijoittuvat lähinnä jokilaaksoihin ja järvien ranta-alueille. (Kaipainen, Bilaletdin, Perttula, Heino, Mäkelä & Viitaniemi 2002, 7.)

Taulukko 1 Valuma-alueen järvet, tunnuksat ja vesiala (OIVA - ympäristö- ja paikkatietopalvelu 2011).

Nimi	Tunnus	Vesiala (ha)
Parlammi	35.783.1.010	95,685
Leppäjärvi	35.783.1.005	25,389
Tervajärvi	35.783.1.009	20,677
Iso-Kailo	35.783.1.008	14,434
Ahvenislampi	35.783.1.006	5,281
Musta-Parlammi	35.783.1.011	3,809
Iso Ahvenisjärvi	35.783.1.012	2,385
Vähä-Kailo	35.783.1.007	1,162
Yhteensä		168,822

3 RAVINTEET JA RAVINNEKUORMITUS

Kasviravinteet ovat kasville välttämättömiä alkuaineita, joita se tarvitsee kasvuelinkaarensa aikana. Ekosysteemin tuotanto alkaa aina viherkasveista ja niiden sisältämistä viherhiukkasista. Viherhiukkasessa tapahtuu ilmiö, jota kutsutaan fotosynteesiksi eli yhteyttämiseksi. Fotosynteesissä hiilidioksidista ja vedestä muodostuu kymmenien eri vaiheiden kautta, eri entsyymien myötävaikutuksella ja auringonvalon energian avulla, glukoosia ja happea. Prosessia kutsutaan perustuotannoksi ja se on olennaisen tärkeä myös vesien ekosysteemeissä. (Penttinen & Niinimäki 2010, 14 – 15.)

Kasvit muokkaavat glukoosista edelleen erilaisten välivaiheiden kautta kasvulleen ja lisääntymiselleen välttämättömiä valkuaisaineita, hiilihydraatteja ja rasvoja. Suurin osa tuotetusta glukoosista kuluukin kasvien rakenneaineiden muodostamiseen ja perustuotannon turvaamiseen. Rakenneaineiden muodostamiseen tarvitaan glukoosin lisäksi ravinteita ja suotuisat fysikaaliset olosuhteet, kuten lämpötila ja valon määrä. Kun jonkun osatekijän saatavilla oleva määrä on pienempi kuin sen tarve suhteessa muihin tekijöihin, alkaa tämä tekijä rajoittaa kasvua ja siitä muodostuu tuotantoa rajoittava tekijä eli minimitekijä. (Penttinen & Niinimäki 2010, 14 – 17.)

Kasviravinteet voidaan ryhmitellä niitä kasvuun tarvittavan määrän mukaan makro- ja mikroravinteiksi. Mikroravinteiden tarve on kymmenesosa makroravinteiden tarpeesta. Makroravinteet voidaan jakaa pää- ja sivuravinteisiin; Typpi, fosfori ja kalium luetaan pääravinteiksi, koska ne toimivat usein kasvua rajoittavina tekijöinä eli minimitekijöinä. Kalsium, magnesium ja rikki puolestaan luetaan sivuravinteiksi, sillä niiden puute rajoittaa kasvua harvemmin. Makroravinteiksi luetaan edellä mainittujen lisäksi hiili, vety ja happi, jotka muodostavat 95 % kasvin kuiva-aineesta. (Yli-Halla 2009, 6-10.)

3.1 Rajoittava ravinne ja kuormituksen vaikutukset

Vesistön tuotannon rajoittavana tekijänä toimii kasvukauden aikana, fysikaalisten edellytysten täyttyessä, pääravinteista tavallisesti fosfori tai typpi, sillä niitä on saatavilla kaliumia heikommin. Typpeä ja fosforia on kasviplanktonissa painosuhteessa 7:1 ja kasviplanktonin oletetaan hyödyntävän veden ravinteita samassa suhteessa. Sisävesissä rajoittava ravinne on yleensä fosfori niukan määränsä ja saatavuutensa vuoksi. Ravinteita kulkeutuu vesistöihin pääasiassa sadannasta muodostuvan pintavalunnan mukana. Eroosion vaikutuksesta maaperästä irronneeseen ainekseen on sitoutunut runsaasti ravinteita. Jos valuma-alueelta pääsee vesistöön runsaasti rajoittavana tekijänä toimivaa ravinnetta, ravinteen lisäys johtaa voimakkaaseen tuotannon kasvuun. Eroosion määrään vaikuttavat monet tekijät, joista tärkeimmät ovat ilmasto- ja sääolot, maan pinnan kaltevuus, kasvipeitteisyys ja maalajit. (Penttinen & Niinimäki 2010, 90; Franti 2009, 153.)

Lisääntyneen tuotannon seurauksena vedenlaatu voi heikentyä pysyvästi, jolloin puhutaan rehevöitymisestä. Rehevöityneessä vesistössä niin korkeampi kasvillisuus ja kasviplankton kuin päällyskasvustolevätkin hyötyvät ravinteiden suuresta määrästä. Lisääntynyt kasvibiomassa samentaa vettä ja vääristää ravintoketjua välillisesti ja suoraan eläinplanktonin ja kalaston osalta. Erityisesti orgaanisen aineen lisääntynyt hajotustoiminta kuluttaa happea ja liettää pohjaa, jolloin vaatelioiden kalalajien elin- ja kutoerot heikkenevät. Runsaan kasviplanktonin vaikutuksesta myös eläinplanktonin määrä lisääntyy. Tällöin lisääntyvä kalamäärä syö suurikokoiset eläinplanktonit ja jäljelle jäävät pienemmät eläinplanktonit eivät kykene tehokkaasti hyödyntämään suurikokoista kasviplanktonia. (Penttinen & Niinimäki 2010, 90 – 100; Salonen, Frisk, Kärmeniemi, Niemi, Pitkänen, Silvo & Vuoristo 1992, 22 – 24.)

Vesistöön kohdistuvan ravinnelisyksen vaikutusten tarkempi arviointi edellyttää vesistön typpi- tai fosforirajoitteisuuden määrittämistä. Määrittäminen voidaan toteuttaa suoraan tai epäsuoraan menetelmin. Suorissa menetelmissä tutkitaan ravinnelisyksen vaikutusta veden perustuotantoon. Epäsuorissa menetelmissä rajoittavaa tekijää tutkitaan esimerkiksi kokonaistypen ja kokonaisfosforin suhteen kautta. Epäsuorien menetelmien luotettavuuden kannalta on olennaista, että vedenlaadusta on ajallisesti kattava aineisto, sillä ravinnepitoisuudet vaihtelevat vuoden aikana suuresti. (Pietiläinen & Räike 1999, 7 – 9.)

3.1.1 Fosforin esiintyminen ja kulkeutuminen

Yli-Hallan (2009, 15 – 18) mukaan fosfori P on ravinne, jota esiintyy luontaisesti maan kivennäisaineksessa, sitoutuneena maan orgaaniseen ainekseen ja hiukkaspinnoille. Fosfori liukenee ja vapautuu maa-aineksesta maaveteen liukoisena ortofosfaattina PO_4^{3-} , jolloin kasvit kykenevät hyödyntämään sitä. Kasvit hyödyntävät fosforia fosfaattiryhminä muun muassa DNA:n muodostamisessa ja energia-aineenvaihdunnassa. Penttinen ja Niinimäki (2010) toteavat fosforin toimivan usein Suomen vesistöissä kasvua rajoittavana tekijänä, sillä sitä on hyödynnettävässä muodossa luonnostaan niukasti.

Kasvien tuotannossa fosforia tarvitaan gramma jokaista seitsemää typpiagrammaa kohden. Kokonaisfosforipitoisuus puhtaissa karuissa vesissä on OECD-luokituksen (1982) mukaan alle 10 $\mu\text{g/l}$ ja ylirehevissä vesissä yli 100 $\mu\text{g/l}$. Jokivedet ovat yleensä järvivesiä rehevempiä kokonaisfosforipitoisuuksien perusteella. Valtaosa Suomen joista sijoittuu luokkaan eutrofinen eli rehevä, pitoisuuksien vaihdella välillä 35 – 100 $\mu\text{g/l}$. (Penttinen & Niinimäki 2010, 15, 18; Pietiläinen & Räike 1999, 12.)

Fosfori esiintyy vesistöissä liukoisena ortofosfaattina, sekä orgaaniseen ja epäorgaaniseen aineeseen sitoutuneena yhdisteenä. Fosfori kiertää vedessä eri olomuotojensa välillä poistuen vedestä virtauksen mukana ja sedimentoitumalla. Liukoinen fosfaatti-ioni on suoraan kasvien hyödynnettävissä ja sitoutuessaan kasvien rakenteisiin se muuttuu orgaanisesti sitoutuneeksi. Kasvien hajotessa fosfori vapautuu jälleen veteen liukoisena fosfaattina ja

jatkaa kiertoaan, sitoutuu kiintoaineeseen tai sedimentoituu pohjaan. (Salonen ym. 1992, 12.)

Epäorgaaniseen kiintoaineeseen, kuten saveen sitoutunut fosfori on yleensä hyvin tiukasti kiinnittynyt. Sedimentoitunut fosfori on kemiallisesti sitoutunut yleensä pohjan rautaioneihin. Tiukasti saveen sitoutunut fosfori irtoaa sidoksestaan, sedimentoituneen fosforin tavoin, vain hapettomissa oloissa. Hapettomissa oloissa sedimentistä tapahtuvasta fosforin vapautumisesta käytetään nimitystä sisäinen kuormitus. (Penttinen & Niinimäki 2010, 18.)

3.1.2 Typen esiintyminen ja kulkeutuminen

Typestä N suurin osa, jopa 99,8 % esiintyy ilmakehässä kaasumaisena vapaassa molekulaarisessa N_2 -muodossa. Maaperässä typpi on sitoutuneena eloperäiseen ainekseen tai mineraalisessa eli epäorgaanisessa muodossaan. Kasvit kykenevät hyödyntämään orgaanista typpeä eli ammonium- NH_4^+ ja nitraattityppeä NO_3^- aminohappojen muodostamisessa, joita käytetään valkuaisaineiden eli proteiinien rakenneaineina. Epäorgaanista typpeä on maassa noin 3 %, suurin osa eli noin 90 % pintamaan typestä onkin sitoutunut orgaaniseen ainekseen ja sen esiintymismuotoja säätelevät voimakkaasti mikrobiologiset reaktiot. Typpi kiertää luonnossa, fosforista poiketen, aktiivisesti maaperän, ilmakehän, vesistöjen, kasvien ja eliöiden välillä. (Paasonen-Kivekäs 2009, 175; Penttinen & Niinimäki 2010, 15.)

Typeen esiintymismuotoja sääteleviä prosesseja ovat typen biologinen sidonta ilmakehästä, mineralisaatio, nitrifikaatio, immobilisaatio ja denitrifikaatio. Typen biologiseen sidontaan kykenevät tietyt bakteerit, kuten syanobakteerit, jotka pelkistävät typpikaasusta ammoniakkia, tehden typestä biologisesti käyttökelpoista. Mineralisaatiossa orgaanisiin yhdisteisiin sitoutunut typpi vapautuu ammoniakkina mikrobien hajottaessa yhdisteitä energiakseen. Ammoniakki muuttuu edelleen happamissa oloissa suurimalta osin ammoniumiksi. (Paasonen-Kivekäs 2009, 178.)

Nitrifikaatiossa ammonium hapettuu hapellisissa oloissa nitriitiksi ja edelleen pysyvämpään muotoon nitraatiksi. Denitrifikaatiota tapahtuu hapettomissa oloissa ja siinä anaerobisissa oloissa selviävät bakteerit hyödyntävät soluhengityksessään nitraattia hapen sijasta, pelkistäen sen asteittain typpikaasuksi. Luonnossa täydellistä denitrifikaatiota tapahtuu harvoin, sillä vaihteleva happipitoisuus ja lämpötila säätelevät prosessia tehokkaasti. (Paasonen-Kivekäs 2009, 178 – 180.)

Typpi N esiintyy vesistöissä liuenneina orgaanisina ja epäorgaanisina yhdisteinä (NO_2 , NO_3 ja NH_4), sekä kiintoaineeseen sitoutuneena. Vesistöihin typpi kulkeutuu, paitsi pintavalunnan kautta, myös suoraan ilmakehäästä sadeveden mukana ja kuivalaskeumana, sekä biologisen typensidonnan kautta. Epäorgaanisen ammoniumtypen kulkeutumista rajoittaa sen taipumus pidentyä maa-hiukkasiin. Nitraatti ei pidäty maahan vaan huuhtoutuu herkästi veden mukana. Kasvin täytyy kuitenkin pelkistää hyvin liikkuva nitraatti ammoniumiksi, ennen sen hyödyntämistä. Kokonaistypen määrä vaihtelee karujen vesistöjen pitoisuudesta 300 – 500 $\mu g/l$ rehevien järvien

ja jokien 1000 – 3000 µg/l pitoisuuksiin. (Paasonen-Kivekäs 2009, 177 – 183; Salonen ym. 1992, 16.)

3.2 Ravinnekuormitus ja sen lähteet

Vesistöjen ravinnekuormitus on lähtöisin useasta eri lähteestä ja koostuu osittain luonnollisesta, osittain ihmisen aiheuttamasta typen ja fosforin kuormituksesta. On huomattava, että ravinteiden kulkeutuminen sinällään on vesistön ekosysteemin elinehto ja luonnontilassa kivennäismailta ja soilta kulkeutuvaa kuormitusta nimitetään taustakuormaksi tai luonnon huuhtoumaksi. (Finér, Mattson, Joensuu, Koivusalo, Laurén, Makkonen, Nieminen, Tattari, Ahti, Kortelainen, Koskiahho, Leinonen, Nevalainen, Piirainen, Saarelainen, Sarkkola & Vuollekoski 2010, 7.)

Luonnon huuhtouma on tärkeää erottaa antropogeenisestä kuormituksesta, kun halutaan tarkastella kuormituksen syy- ja seuraussuhteita. Suurimmat antropogeeniset kuormituslähteet ovat maatalous, pistekuormitus, haja-asutus ja metsätalous. Valtakunnalliset fosforin ja typen kuormituslähteet ja määrät selviävät taulukosta 2 (Vesistöjen ravinnekuormitus ja luonnon huuhtouma 2010).

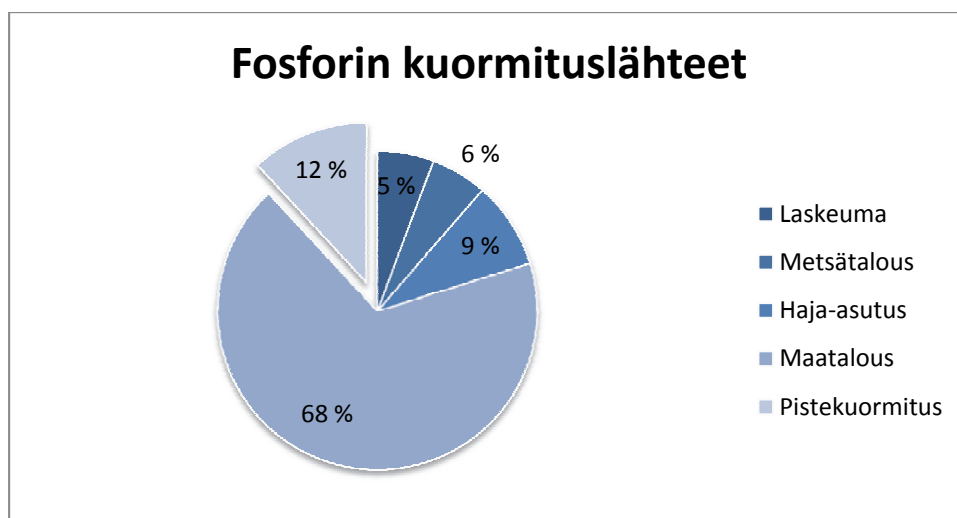
Taulukko 2 Suomen fosfori- ja typpikuormitus lähteittäin vuonna 2008, sekä arvio laskeumasta ja luonnon huuhtoumasta.

Lähde	Fosfori t/a	Typpi t/a	Fosfori %	Typpi %
Maatalous	2 750	39 500	67,9	53,2
Haja-asutus	355	2 500	8,8	3,4
Metsätalous	231	3 253	5,7	4,4
Laskeuma	230	13 400	5,7	18
Pistekuormitus*	487	15 616	11,9	21
Yhteensä	4 053	74 269	100	100
Luonnon huuhtouma	1 600	41 500		

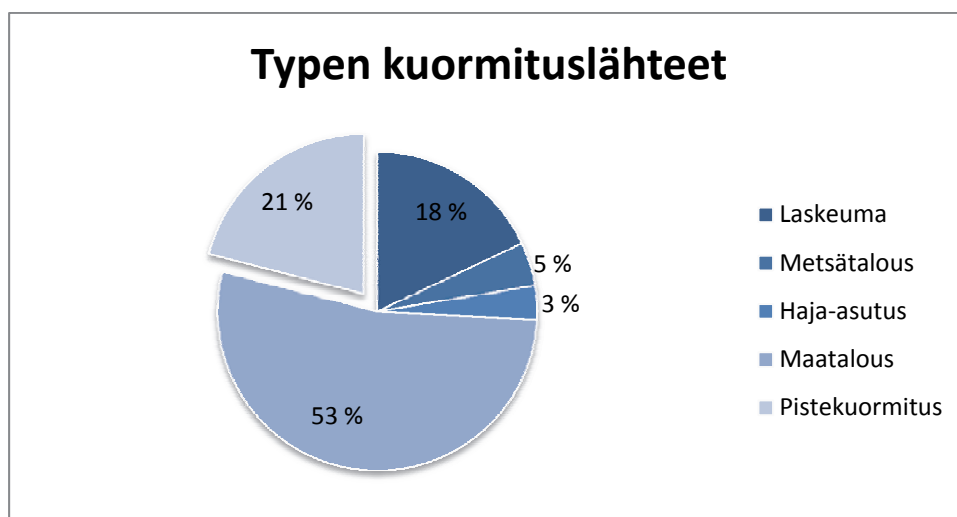
*Pistekuormitustiedot perustuvat VAHTI-tietojärjestelmän tietoihin 31.8.2010. Muut päästölähteet ja luonnon huuhtouma SYKEN laskema arvio.

Ravinteiden kuormituslähteet voidaan jaotella sen mukaan, kuinka kuormitus saapuu vesistöön. Tällöin kuormitus jaetaan hajakuormitukseen ja pistekuormitukseen. Pistemäiselle kuormitukselle on ominaista yksittäinen päästölähde, kuten jätevedenpuhdistamo, jonka päästöt ovat helposti mitattavissa. Hajakuormitus on lähtöisin laajalla alueella tapahtuvasta toiminnasta, kuten maataloudesta, haja-asutuksesta tai ilman kautta tulevasta kuormituksesta eli laskeumasta. (Penttinen & Niinimäki 2010, 166)

Suomen ympäristökeskuksen (2010) mukaan hajakuormitus edustaa fosforin osalta yli kolmea neljäsosaa ja typen osalta yli puolta antropogeenisestä kokonaiskuormituksesta. Hajakuormituksen läheisempi tarkastelu paljastaa maatalouden olevan valtakunnallisesti suurin hajakuormituslähde sekä fosforin että typen osalta (Kuvio 1 & Kuvio 2). Maatalouden roolia suurimpana kuormituslähteenä ei tulisi kuitenkaan yksiselitteisesti yleistää kaikille valuma-alueille, sillä vähäisen ihmisvaikutuksen piirissä olevissa vesistöissä, voi myös metsätalouden merkitys kuormituksen kannalta nousta suureksi (Kenttämies 2006, 11).



Kuvio 1 Fosforikuormituksen lähteet ja arvio laskeumasta vuonna 2008.



Kuvio 2 Typpikuormituksen lähteet ja arvio laskeumasta vuonna 2008.

3.2.1 Maatalous

Maatalousmaiden vesistöihin aiheuttama kuormitus on lähtöisin peltoviljelystä ja kotieläintuotannosta, josta peräisin oleva kuormitus on luonteeltaan pääosin pistemäistä, jollei huomioida lannan hyödyntämistä lannoitteena. Lannan käsittely, varastointi ja levitys sekä maitohuoneiden pesuvedet, muodostavat valtaosan karjatalouden kuormituksesta. Peltoviljelyn yhteydessä pelloilta vesistöihin huuhtoutuva hajakuormitus johtuu pääosin väkilannoitteiden käytöstä, karjalannan levityksestä, karjan laiduntamisesta, maan muokkauksesta ja talviaikaisesta kasvipeitteettömyydestä sekä kuivatustoimenpiteistä. (Penttinen & Niinimäki 2010, 172 – 175.)

Pelloilta tulevan fosfori- ja typpikuormituksen määrä vaihtelee ajallisesti ja paikallisesti. Siihen vaikuttavat maaperätekijät, kuten maalaji, vedenläpäisevyys, lannoitushistoria ja topografia, sekä maankäyttö- ja viljelyhistoria kuten viljelykasvi ja -kierto, muokkaus ja ojitus. Eräs suurimmista vaikuttajista ovat ilmastotekijät: sateen määrä ja rankkuus, haihdunta, kasvukauden pituus, routa ja lumipeitteisyys. Karkea keskiarvo peltojen fosforin kokonaiskuormituksesta Suomessa liikkuu välillä 0,5 – 2 kg/ha/a. Peltojen valumavesien typpipitoisuudet taas nousevat ajoittain moninkertaisiksi luonnontilaisiin alueisiin verrattuna ja keskimääräisen typpikuormituksen arviot Suomessa liikkuvat välillä 12 – 20 kg/ha/a. (Hartikainen 2009, 170; Paasonen-Kivekäs 2009, 185 – 186.)

Typen ja fosforin erilaiset ominaisuudet ja reaktiot maaperässä selittävät, miksi vesistökuormitus on fosforin osalta vaikeammin hallittavissa kuin typen osalta. Typen varastoituminen maahan on varsin heikkoa ja hidasta. Tämän vuoksi tarpeisiin nähden liian korkea lannoitustaso aiheuttaa nopeasti lisääntyntä typpikuormitusta, jota voidaan kuitenkin myös alentaa nopeasti lannoitusta vähentämällä. (Hartikainen 2009, 170.)

Fosforin nopea ja tehokas sitoutuminen kivennäismaan oksidipinnoille aiheuttaa fosforin huuhtoutumisen pelloilta pääasiassa pintavalunnan ja eroosion mukana. Tulvatilanne muuttaa kuitenkin pellon olosuhteita merkittävästi ja runsas veden määrä saa maahiukkasen luovuttamaan fosforia hiukkaspinnoiltaan, jolloin fosfori liukenee veteen. Pellon vesitaloudella onkin tärkeä merkitys fosforikuormituksen synnyssä. Toimivalla ojituksella ja maan hyvällä rakenteella estetään pintavalunnan syntyä ja saadaan vesi liikkumaan maaprofiilissa alaspäin. (Hartikainen 2009, 171 – 173)

3.2.2 Metsätalous

Metsätalouden kuormitus voidaan jaotella ojituksen, kunnostusojituksen, raskaasti muokattujen, uudistushakkuiden, kevyesti muokattujen uudistushakkuiden, muokkaamattomien uudistushakkuiden, kivennäismaiden typpilannoituksen ja turvemaiden fosforilannoituksen fosfori- ja typpikuormitukseen. Metsätalouteen liittyvän lannoituksen merkitys kokonaiskuormituksen kannalta on vähentynyt viimeisten vuosikymmenien aikana merkittävästi lannoitetun metsäalan määrän pienentyttyä ja uusien vaikeampi-liukoisten lannoitteiden tultua käyttöön. (Kenttämies 2006, 11, 18.)

Ojituksen kuormittavuuden arviointia vaikeuttaa pitkäaikaisen tutkimustiedon puute ja olemassa olevien tutkimusalueiden hakkuut ja lannoitus. Ahtiaisen ja Huttusen mukaan (1995) ojituksen ja kunnostusojituksen kokonaiskuormitus toimenpidettä seuraavan 10 vuoden ajan on tasolla 1,61 kg P/ha/a ja 21,1 kg N/ha/a. (Kenttämies K. 2006, 14 – 16.) Ojituksen aiheuttaman fosforikuormituksen on todettu olevan vahvasti liitoksissa ojituksen lisäämään kiintoainehuuhtoumaan. Kiintoainekuormitus alapuolisiin vesiin onkin ojituksen haitallisimpia vaikutuksia ja se aiheutuu kolmesta tekijästä: kaivutyöstä, virtaavan veden eroosiovaikutuksesta ja sateen aiheuttamasta irtoaineen huuhtoutumisesta. (Väisänen, Lakso, Visuri, Hellsten, & Väisänen 2001, 22 – 24.)

Hakkuiden osalta suurimmat kuormitusarvot on raskaasti muokatuilla uudistusaloilla, sillä raskasta muokkausta käytetään rehevien ja kosteiden alueiden muokkausmenetelmänä. Kevyitä muokkausmenetelmiä suositaan karuilla ja kuivilla kivennäismaa-alueilla ja se kuormittaa siksi vesistöä vähemmän. Hakkuiden kuormittavuus vaihtelee hydrologisten olosuhteiden mukaan hyvin voimakkaasti liikkuen Ahtiaisen ja Huttusen (1995) mukaan hakkuita seuraavien 10 vuoden ajan alueesta riippuen välillä 0,161 – 5,75 kgP/ha/a ja 4,80 – 35,20 kgN/ha/a. (Kenttämies 2006, 14 – 16.)

3.2.3 Haja-asutus

Haja-asutuksen piiriin kuuluu noin miljoona suomalaista, joiden jätevedet käsitellään yleisten viemärlaitosten ulkopuolella. Näiden jätevesien sisältämät ravinteet, mikrobit ja kiintoainet kuormittavat vaihtelevasti ympäristöä aiheuttaen vesistöjen tilan heikkenemistä. Haja-asutuksen aiheuttama vesistökuormitus on suuresti riippuvaista kiinteistön asukasmäärästä, kiinteistön käyttötavasta, vesihuoltojärjestelmästä, jätevesien puhdistusjärjestelmästä ja vesistön läheisyydestä. Valtioneuvoston uusiin asetus talousvesien käsittelystä viemäriverkoston ulkopuolisilla alueilla vuodelta 2011 asettaa haja-asutuksen jätevedenkäsittelylle tiukentuneet puhdistusvaatimukset. (Penttinen & Niinimäki 2010, 166, 171, 190.)

Sekä ympärivuotisissa asunnoissa että osa-aikaisissa loma-asunnoissa voidaan vesihuolto järjestää lukuisin eri tavoin. Talousjätevesien aiheuttamaa kuormitusta voidaan vähentää kuivakäymälän käytöllä tai keräämällä vesikäymälän jäteveden erilliseen säiliöön ja toimittamalla ne muualle käsiteltäviksi. Tällöin käsiteltäviksi jätevesiksi jäävät ainoastaan pesu- ja ruuanlaittovedet, jotka on verraten helppo puhdistaa. (Vilpas, Kujala-Räty, Laaksonen, & Santala 2005, 9.)

Valtioneuvoston asetuksessa talousjätevesien käsittelystä viemäriverkoston ulkopuolisilla alueilla (2011) säädetään, että ympäristöön aiheutuva kuormitus vähenee orgaanisen aineen osalta vähintään 80 %, kokonaisfosforin osalta vähintään 70 % ja kokonaistypen osalta vähintään 30 % verrattuna haja-asutuksen kuormitusluvun avulla määritettyyn käsittelemättömän jäteveden kuormitukseen. Haja-asutuksen kuormituslukuun sisältyvä yhden asukkaan käsittelemättömien talousjätevesien orgaanisen aineen määrä (BOD₇) on 50 grammaa, kokonaisfosforin määrä 2,2 grammaa ja kokonaistypen määrä 14 grammaa vuorokaudessa. (VNa 209/2011.)

Eri jätevedenkäsittelymuotojen puhdistustehoja on vertailtu muun muassa SYKEn Ravinnesampo-hankkeessa, jonka ensimmäinen osa keskittyy asuinjätevesien käsittelyyn. Tutkimuksessa vedenkulutukseksi on saatu 110 l/asukas/vrk. Tutkimuksessa on mitattu pääasiassa maasuodattamoiden ja panospuhdistamoiden puhdistustehokkuutta, mutta tarkasteltu myös niihin saapuvan jäteveden pitoisuuksia. Santalan (1990) mukaan kokonaisfosforin ja kokonaistypen suhteen saostuskaivojen puhdistusteho on 15 %:n suuruusluokkaa. Saostuskaivojen puhdistustehoksi arvioidaan orgaanisen aineksen osalta 30 %. (Vilpas ym. 2005, 18, 20.)

Aiemmassa haja-asutuksen jätevedenkäsittelyä tutkineessa Hajasampohankkeessa saostuskaivoista lähtevän jäteveden fosforipitoisuus on ollut keskimäärin 16 mg/l, typpipitoisuus 115 mg/l ja BOD₇ 230 mg/l (Kujala-Räty & Santala 2001, 73). Tehokkaimpia tapoja täyttää jätevesiasetuksen määräykset on kuivakäymälän käyttö. Tapauksessa, jossa virtsa ja uloste otetaan erillisenä talteen, eikä johdeta jätevesien sekaan, ovat laskennalliset päästöt 30,0 g/as/vrk orgaanisen aineen (BOD₇), 0,4 g/as/vrk kokonaisfosforin ja 1,0 g/as/vrk kokonaistypen osalta. Tällöin vaadittavat puhdistusvaatimukset ovat: Orgaaninen aine 67 %, kokonaisfosfori 0 %, kokonaistyyppi 0 % (Jätevesikuormituksen vähentäminen 2011).

3.2.4 Laskeuma ja luonnonhuuhtouma

Laskeumalla tarkoitetaan ilman kautta kulkeutuvaa kuormitusta, joka joutuu vesistöön märkälaskeumana sateen mukana, kuivalaskeumana tai pintavalunnan mukana valuma-alueelta. Laskeuman lähteet ovat moninaiset ja vain osa laskeumasta on lähtöisin ihmistoiminnasta, kuten teollisuudesta tai liikenteestä. Laskeuman luonnollisia lähteitä ovat ilmassa leijuva orgaaninen aines ja pöly, sekä typen osalta salamointi. Typen laskeuma voi olla luonnostaan karuilla metsäalueilla jopa merkittävä ravinnelähde ja sen osuus kaikesta typpikuormituksesta olikin vuonna 2008 keskimäärin 16,9 %. Fosforilaskeuman osuus kokonaiskuormituksesta oli vuonna 2008 keskimäärin 5,5 %. (Penttinen & Niinimäki 2010, 180; Paasonen-Kivekäs 2009, 176 – 177.)

Luonnon huuhtouma on luonnontilaisilta kivennäismailta tai soilta huuhtoutuvaa ravinnekuormitusta. Luonnon huuhtoumaa kutsutaan toisinaan myös taustakuormaksi rajaten selkeän eron ihmisen aiheuttamaan kuormitukseen. Luonnon huuhtoumaan vaikuttaa voimakkaasti alueellisesti vaihteleva turvemaan osuus ja valuma-alueen vesitalous. Luonnon huuhtoumaa on selvitetty 42 pienellä luonnontilaisella valuma-alueella, jotka sijaitsevat ympäri Suomea. Tutkimusten perusteella luonnon huuhtouman keskimääräinen arvo kokonaistypelle on 1,3 kg/ha/a, kokonaisfosforille 0,049 kg/ha/a ja kiintoaineelle 5,1 kg/ha/a. (Finér ym. 2010, 12.)

3.3 Ravinnekuormituksen matemaattinen mallintaminen

Kuormitusta voidaan mallintaa matemaattisilla malleilla, jotka tarkastelevat valuma-alueen kokonaiskuormitusta yksittäisten tekijöiden summana. Tilastollisten kuormitusmallien käyttö ravinnekuormituksen määrittämisessä on tarpeellista, koska kaikkea vesistöön tulevaa kuormitusta ei voida havainnoida. Kuormitus voidaan jakaa kuormitukseen lähivaluma-alueelta, kaukovaluma-alueelta, altaan yläpuolisesta vesistöstä ja kuormitukseen ilmasta. Laskennallisten menetelmien avulla on myös mahdollista jakaa kokonaiskuormitus osakuormitukseksi menetelmän mukaisen kuormitusjaon mukaisesti. (Kaipainen, Bilaletdin, Perttula, Heino, Mäkelä, & Viitaniemi 2002, 15.)

Kuormitusmalleja on kehitetty lukuisien vesiensuojeluhankkeiden yhteydessä ja Suomen ympäristökeskuksessa. Laskentamenetelmien tuottamat tulokset perustuvat yleensä tuoreimpiin käytettävissä oleviin toimenpide-

ja maankäyttöpinta-aloihin ja uusimpien saatavilla olleiden tutkimustulosten mukaisesti ominaiskuormituslukuihin. Ominaiskuormituslukujen käyttö on tarpeellista laskentamenetelmien käytettävyyden ja yksinkertaisuuden takaamiseksi. Sovellettaessa matemaattisia malleja pienille valuma-alueille voivat ongelmaksi muodostua keskimääräiset, laajempien alueiden aineiston pohjalta tuotetut ominaiskuormitusluvut. (Finér ym. 2010, 25.)

Maatalouden osalta ravinnekuormitus muodostuu sekä peltoviljelystä että karjataloudesta. Ominaiskuormituslukuja voidaan muodostaa peltojen eri käyttömuodoille, kotieläinmäärille, säilörehun puristenesteelle, lietesäiliöiden puutoksille. Yksinkertaistetusti voidaan maatalouden kuormitusta arvioida myös Rekolaista (1989) mukaillen, peltoprosentin avulla muodostetun kuormituskaavan mukaisesti. (Bilaletdin, Frisk, Koskinen & Wirola 1992, 16.) Metsätalouden toimenpiteistä lannoitus, hakkuut, maanpinnan käsittely, sekä ojitus aiheuttavat huuhtouman lisääntymistä. Toimenpiteiden vaikutus voidaan niin ikään arvioida eri tutkimuksien pohjalta muodostettavien ominaiskuormituslukujen avulla tai muodostamalla yksinkertaistetusti yksi ominaiskuormituslukupari kuvaamaan metsätalouden typen ja fosforin keskiarvoista vuotuista kuormitusta. (Kenttämies 2006, 9 – 11.)

3.3.1 Bilaletdin-mallin periaate

Bilaletdin-malli on yksinkertaiseen matemaattiseen funktioon perustuva tilastollinen malli, jonka käyttö on helppoa osatekijöiden pienen määrän ja suhteellisen helpon saatavuuden vuoksi. Malliin kuuluu oma kaavansa fosforin kokonaiskuormitukselle (kaava 3), sekä oma kaavansa typen kokonaiskuormitukselle (kaava 4). Kaavat esitellään osiossa 4.3.1. Bilaletdinin mallissa kokonaiskuormitus muodostuu seuraavista osatekijöistä: maatalouden kuormitus, pistekuormitus, haja- ja loma-asutuksen kuormitus ja perushuuhtouma. Kaavan luomisvaiheessa on selittävien muuttujien valintaan vaikuttanut selittävien muuttujien helppo saatavuus, sillä kaavan yleisempää käyttökelpoisuutta ajateltiin myös. (Kaipainen ym. 2002, 31.)

Maatalouden kuormitus muodostuu Bilaletdinin kaavassa valuma-alueen peltoprosentin ja lantaa tuottavien yksiköiden kombinaationa. Lantaa tuottavat yksiköt on kaavassa huomioitu kuormitukseltaan yhteismitallisina. Pistekuormitus, haja- ja loma-asutuksen kuormitus ja perushuuhtouma syötetään kaavaan pinta-alakohtaisina ominaiskuormituslukuina. Perushuuhtouma kattaa luonnonhuuhtouman ja laskeuman suoraan järviin, sekä maa-alueelta välillisen huuhtoutuman mukana vesistöön päätyvän laskeuman. Perushuuhtouma kuvaa metsän luonnollista ravinnekuormitusta, johon on lisätty metsänkäsittelyn pitkäaikaisvaikutukset huuhtoumiin. Laskeumaan lasketaan sekä luonnontilainen että ihmisen aiheuttama laskeuma. Valuma-alueen järvien ravinteita sedimentoiva ja pidättävä vaikutus on kaavassa huomioitu laskennallisesti kuormitusta pienentävän järvisyysprosentin avulla. (Bilaletdin ym. 1992, 17, 29; Kaipainen ym. 2002, 31.)

3.3.2 VEPS-arviointijärjestelmä

VEPS-arviointijärjestelmä on Suomen ympäristökeskuksen kehittämä ja ylläpitämä vesistökuormituksen arviointi- ja hallintajärjestelmä. Järjestelmä hyödyntää ympäristöhallinnon tietokantoja, joiden pohjalta sillä voidaan arvioida pistekuormituksen, turvetuotannon, maatalouden, metsätalouden, luonnonhuuhtouman, laskeuman, haja-asutuksen ja hulevesien aiheuttamaa kuormitusta. Maatalousmaan, metsätalousmaan, rakennettujen alueiden ja vesistöjen osuudet lasketaan järjestelmässä SLICES, eli Separated Land Use/Land Cover Information System – aineiston pohjalta. Tietojärjestelmästä voidaan tuottaa tietoa kuormituksen jakautumisesta ja kokonaiskuormituksesta 3. jakovaiheen valuma-alueen tarkkuudella. (Vesistökuormituksen arviointi- ja hallintajärjestelmä VEPS 2006.)

VEPS-järjestelmässä peltoviljelyn aiheuttaman fosforikuormituksen laskenta perustuu matemaattisella ICECREAM-mallilla laskettuihin kuormituslukuihin ja peltoviljelyn typpikuorma on arvioitu SOIL-N-mallilla. Mallien simuloitujen kuormitustulokset edustavat vuosien 1990 – 2000, viiden eri puolella Suomea sijaitsevan ilmastoaseman, säähavaintotietojen pohjalta laadittuja kuormituslukuja. Peltojen kasvilajitiedot ja maalajitiedot perustuvat vuoden 2002 tilastotietoihin. Näiden tietojen ja peltojen kaltevuustietojen avulla on jokaiselle 3. jakovaiheen vesistöalueelle laskettu ominaiskuormitusarvio. (Tattari & Linjama 2004, 28.)

Metsätaloustoimenpiteiden kuormitus lasketaan VEPS-järjestelmässä metsätilastojen ja toimenpiteiden ominaiskuormituslukujen avulla. Kuormituslaskelmat on tehty erikseen ojituksen, kunnostusojituksen, raskaasti muokattujen uudistushakkuiden, kevyemmin muokattujen uudistushakkuiden, kivennäismaiden typpilannoituksen ja turvemaiden fosforilannoituksen fosfori- ja typpihuuhtoumista. Muokkaamattomien uudishakkuiden vaikutusta ei ole laskennassa huomioitu. Metsätilastotieto on jaettu koskemaan kuuden päävesistöalueen valuma-alueita. Yksittäisten toimenpiteiden vaikutuksen on huomioitu kestävän 10 vuotta. Luonnonhuuhtouma on arvioitu luonnontilaisten pienten valuma-alueiden huuhtoumien keskiarvona, jossa luokkajaon muodostaa, joko turvemaan yli 30 % osuus tai sijainti Etelä- tai Pohjois-Suomessa. (Tattari & Linjama 2004, 28.)

Laskeumatiedot perustuvat VEPS-järjestelmässä 14 havaintoaseman mittaamaan märkä- ja kuivalaskeumaan. Valuma-alueiden ominaiskuormitusarvot on määritetty aluekeskuksien alueella sijaitsevien havaintoasemien ominaislaskeumien keskiarvona. Haja-asutusalueella sijaitsevien asukkaiden ja asuinhuoneistojen määrä on saatu vuoden 2000 Rakennus- ja huoneistorekisteristä. Paikkaan sidottu tieto on yhdistetty haja-asutuksen kuormituksen tutkimustuloksiin eri varustetasoilla ja vähentävänä tekijänä on huomioitu keskimääräinen purkupaikan etäisyys vesistöstä. Rakennetun ympäristön vaikutukset vesiolosuhteisiin ja kuormitukseen huomioidaan VEPSissä hulevesien aiheuttamana ravinnekuormituksena, johon lasketaan kuuluvan 20 % osuus laskeumasta rakennetulle alueelle. (Tattari & Linjama 2004, 28 - 29.)

4 RAVINNEKUORMITUKSEN MÄÄRITTÄMINEN

Ravinnekuormitusta lähestyttiin työssä kahdesta eri näkökulmasta. Vesistö tutkimuksien avulla kartoitettiin karttatarkastelun pohjalta valittujen yksittäisten ojien sekä pääuoman vedenlaatua. Lisäksi määritettiin uomien virtaamat, joista yhdessä pitoisuuksien kanssa laskettiin ojien ja pääuoman ainevirtaamia. Ainevirtaamien määrittämisellä toivottiin löytyvän erityisiä alueita tai pisteitä, joihin tulevaisuuden kuormitusta vähentävät toimet voisi kohdentaa.

Teoreettisella tasolla hyödynnettiin ravinnekuormituksen määrittämisessä yleisesti käytettyjä matemaattisia kuormitusmalleja, joiden avulla kyettiin määrittämään arvio valuma-alueen kokonaiskuormituksen suuruudesta ja jakautumisesta eri lähteisiin. Ennakkoon tiedettiin Suomenjoen valuma-alueen ravinnekuormituksen olevan luonteeltaan puhtaasti hajakuormitusta eli lähtöisin maataloudesta, haja-asutuksesta, metsätaloudesta, laskeumasta ja luonnon huuhtoumasta.

Haja- ja loma-asutuksen aiheuttamaan vesistökuormitukseen kiinnitettiin sen ajankohtaisuuden vuoksi huomiota. Haja-asutuksen vesistöön aiheuttaman ravinnekuormituksen tarkastelemiseksi toteutettiin, yhteistyössä Padasjoen kunnan ympäristöviranomaisen kanssa, lähivaluma-alueen kiinteistöille kohdistettu jätevesikysely: Suomenjoen valuma-alueen asukas kysely (Liite 2). Kyselyn tavoite oli kerätä tietoa erityisesti Palsanojan, Parlammin ja Suomenjoen välittömässä läheisyydessä sijaitsevien kiinteistöjen aiheuttamasta kuormituksesta. Kyselyssä selvitettiin kiinteistöjen käyttäjämääriä ja vuotuisia käyttökuukausia, etäisyyttä vesistöä, käymälä ratkaisua sekä jätevesien käsittelytapaa.

Matemaattisista kuormitusmalleista valittiin valuma-alueen tarkastelun pohjalta soveltuvimmat ja käyttökelpoisimmat vaihtoehdot. Tässä työssä käytetyt mallit ovat Längelmäveden reitin vesiensuojelututkimusta varten kehitetty Bilaletdin-malli ja Suomen ympäristökeskuksen VEPS 2.0-arviointijärjestelmä. Bilaletdin-mallin nähtiin soveltuvan valuma-alueen tarkasteluun hyvin, sillä Längelmäveden reitin valuma-alue, johon Suomenjokikin kuuluu, on pääpiirteissään maankäytöltään ja hydromorfologialtaan Suomenjoen valuma-alueen kanssa yhtenevä. VEPS-arviointijärjestelmää hyödynnettiin, koska sen kautta saadut kolmannen jakovaiheen tarkkuuden valuma-alue tiedot sisältävät hajakuormituksen kaikkien osa-alueiden kuormituksen ja ovat verraten tuoreita.

4.1 Vesistö tutkimukset

Vesistö tutkimuksia varten otettiin Palsanojasta, Suomenjoesta ja ojapisteistä näytteitä 26.4., 16.5., 7.6. ja 28.9.2011. Näytteenotto paikat on esitelty liitteessä 3 ja ne valittiin karttatarkastelun ja tilaajan toiveiden pohjalta. Näytteiden analysointi toteutettiin hyödyntäen vahvaa alueellista vesitutkimuksen osaamista. Hämeenlinnassa sijaitsevalta Vanajavesikeskukselta käyttöön saadulla s::can spectro::lyser UV-Vis –spektrometrillä määritettiin 16.5. ja 7.6. otetuista näytteistä sameus, nitraattityppi, orgaaninen kookaishiili ja liuennut orgaaninen hiili. Muut analyysit teetettiin Helsingin yliopiston alaisen Lammin biologisen aseman vesilaboratoriossa. Virtausnopeuksia mitattiin Lammin biologisen aseman Schiltknecht MiniAir20 –mittarilla.

Alkujaan näytteitä otettiin 20 kohteesta, joista 13 edusti pääuomaan laskevia oja ja seitsemän pääuoman kohtia (Liite 3). Vallinneista vedenkorkeuksista ja virtaamaoloista johtuen näytteenotto paikkojen sijainteja jouduttiin tutkimuksen aikana kolmessa kohteessa muuttamaan. Muutettujen näytteenotto paikkojen tulokset eivät näin ole suoraan verrattavissa toisiinsa, vaan edustavat eri pisteitä. Muutettuja näytteenotto paikkoja ovat pisteet 5, 6 ja 15.

Pisteessä 5 päädyttiin näytteenotto paikka jakamaan vähäisen virtaaman vuoksi kahteen erilliseen pisteeseen, joista 5A sijoitettiin pellon ylälaitaan ja 5B aivan ojan purkupisteen läheisyyteen. Pisteessä 6 havaittiin 7.6. majavan pato (Kuva 2), joka rajoitti virtaamaa. Tämän vuoksi näytteenotto paikka jaettiin patoaltaan yläpuoliseen (6B) ja alapuoliseen (6A) pisteeseen. Pisteessä 15, Lehtimäenojassa päädyttiin ensimmäisen näytteenotto kerran heikon virtaaman vuoksi, siirtämään piste pellon yläpuolisen tien alitusrummun kohdalle.



Kuva 2 Majavan pato näytteenotto pisteessä 6, Peltomäenoja 7.6.11.

Vesinäytteenotossa ja näytteiden käsittelyssä noudatettiin huolellisuutta. Näytteenoton yhteydessä mitattiin veden virtausnopeus ja virtauksen poikkipinta-ala. Lisäksi havainnoitiin aistinvaraisesti veden laatua ja muita huomionarvoisia seikkoja näytteenotto paikan ympäristössä. Veden lämpötila mitattiin pintavedestä noin 0,1 metrin syvyydeltä. Vesinäytteet otettiin kauhanäytteenottomella puhtaisiin muovipulloihin. Vesinäytteitä säilytettiin kuljetuksen aikana kylmälaukussa, jota viilennettiin jäämurskalla. Näytteitä säilytettiin analyyseihin asti yön yli jääkaapissa ja osa näytteistä pakastettiin myöhempiä tutkimuksia varten. Vesinäytteistä tutkittujen muuttujien pitoisuudet ja arvot on taulukoitu liitteessä 4.

4.1.1 Analyysimenetelmät

Ensimmäisistä 26.4. otetuista näytteistä tutkituttiin kokonaisfosfori (tot P), kokonaistyyppi (tot N) ja orgaaninen kokonaishiili (TOC) Lammin biologisen aseman vesilaboratoriossa. Kokonaisfosfori ja kokonaistyyppi määritettiin pakastetuista näytteistä. Sekä kokonaistypen että kokonaisfosforin määrittäminen tehtiin Lachatin QuikChem 8000 Flow Injection Analysis (FIA) –laitteella, laitevalmistajan ohjeiden mukaisesti.

Menetelmäohje kokonaistypelle on QuikChem METHOD 10-107-04-1-I: Determination of total nitrogen by flow injection analysis colorimetry (alkalinen persulfate oxidation method). Menetelmä perustuu pääpiirteittäin standardiin SFS-EN ISO 11905-1: Veden laatu. Typen määrittäminen. Osa 1: peroksidisulfaattihapetus. Menetelmäohje kokonaisfosforille on QuikChem METHOD 10-115-01-1-F: Total Phosphorous in Persulfate Digests, joka perustuu pääpiirteittäin standardiin SFS-EN ISO 6878: Water quality. Determination of phosphorus. Ammonium molybdate spectrometric method. Orgaaninen kokonaishiili (TOC) on määritetty standardin SFS-EN 1484 mukaan laitteella Shimadzu TOC-5000A.

Toisen (16.5.) ja kolmannen (7.6.) näytteenottokierroksen näytteistä analysoitiin Lammin vesilaboratoriossa happamuus, alkaliniteetti, sähkönjohtokyky ja väriluku. Happamuus (pH) määritettiin laitevalmistajan ohjeen mukaisesti laitteella Thermo Orion 3-Star. Alkaliniteetti määritettiin Gran-titrauksella, jossa näyte titrattiin 0,02N suolahapolla kolmeen pisteeseen Mettler Toledo DL53 – byretillä. Gran-titrauksessa näyte titrataan vähintään kolmeen pH-pisteeseen ja jokaisen pH:n kohdalla muodostetaan arvopari haponkulutuksesta ja pH:sta. Arvoparit syötetään lineaariseen Gran-funktioon, josta titraustulos voidaan laskea. Sähkönjohtokyky määritettiin standardin SFS-EN 27888 mukaan laitteella YSI 3200 (tulokset poikkeuksellisesti mikrosiemenseinä senttimetriä kohden $\mu\text{S}/\text{cm}$). Väriluku mitattiin Shimadzu UV-1800 spektrofotometrillä – mittarilla vertaamalla vesinäytteen absorptiota platinaliuoksen absorptioon aallonpituudella 420 nm.

Neljännän näytteenottokierroksen (28.9.) näytteet tutkittiin kokonaisuudessaan Lammin biologisen laboratorion vesilaboratoriossa. Näytteistä tutkittiin sameus, nitraatti ja nitriitti (NO_2 & NO_3), orgaaninen kokonaishiili, happamuus, alkaliniteetti, sähkönjohtokyky, väriluku, ammoniumtyyppi (NH_4), kokonaisfosfori ja kokonaistyyppi. Sameus määritettiin laite-

valmistajan ohjeen mukaan laitteella WTW Turb430 IR. Typen yhdisteet määritettiin Lachat QuikChem 8000 Flow Injection Analysis (FIA) –laitteella, laitevalmistajan ohjeiden mukaan.

Nitraatin ja nitriitin määrittäminen tehtiin Lachat -menetelmällä QuikChem METHOD 10-107-04-1-B: Determination of nitrate/nitrite in surface and wastewaters by flow injection analysis, joka perustuu pääosin standardiin SFS-EN ISO 13395: Veden laatu. Nitriitti- ja nitraattityypen sekä niiden summan määrittäminen spektrometrisesti CFA- ja FIA-tekniikalla. Ammoniumityypen määrittäminen tehtiin menetelmällä QuikChem METHOD 10-107-06-1-F: Determination ammonia by flow injection analysis, low flow, phenolate method. Muut analyysit suoritettiin edellä mainittujen menetelmien mukaan. Orgaaninen kokonaishiili tutkittiin pakastetuista näytteistä.

Toisen (16.5.) ja kolmannen (7.6.) näytteenottokierroksen näytteistä tutkittiin Spectrolyser UV-Vis –spektrometrillä sameus, nitraattityypen määrä (NO_3), orgaaninen kokonaishiili (TOC) ja liuennut orgaaninen hiili (DOC). Spectrolyser-spektrometri on suunniteltu jatkuvatoimiseen mittaukseen vesistöissä. Laitteen toimintaa hallitaan ohjauskeskuksen kautta, johon eri osat yhdistetään. Laite ottaa virtansa 12 voltin akusta ja pystyy puhdistamaan valoikkunansa automaattisesti paineilman avulla luotettavien tuloksien takaamiseksi. Tiedonsiirto tapahtuu maasto-oloista langattomasti GSM-verkon välityksellä. Tämän työn yhteydessä tutkimukset laitteella suoritettiin kuitenkin laboratorioissa kuvan 3 mukaisella asetelmalla, johon kuului kannettava tietokone, ohjauskeskus, akku ja itse spektrometri.

Spectrolyser UV-Vis –mittalaitteen toiminta perustuu spektrometriaan eli sähkömagneettisen säteilyn absorptioon eri aallonpituuksilla. Kyseisessä mallissa näytteen absorptanssi määritetään 220 – 720 nm taajuuksivälillä eli ultraviolettin ja näkyvän valon taajuuksilla. Mittalaite tallentaa mitatun spektrin absorptanssit ja vertaa niitä esitallennettuihin tehdaskalibrointi-arvoihin. Verrantoon perustuen laite antaa näytteen pitoisuusarvon ja ilmoittaa, mikäli tulokseen liittyy ongelma. (Spectrolyser 2011, 18 – 19; Arvola, Huitu, Arola, Thessler & Huttula 2011, 20.)



Kuva 3 S::can spectro::lyser UV-Vis – spektrometrin käyttöasetelma 17.5.11.

Vesinäytteiden tutkiminen toteutettiin kaatamalla näytettä, laboratorio-käyttöä varten asennettuun, valkoisen kauluksen muodostamaan näytetilään. Ennen kunkin tutkittavan näytteen syöttöä, huuhdottiin näytetilä käänteisosmoosilla puhdistetulla vedellä, jota käytettiin myös nollanäytteenä. Itse analyysi tehtiin aktivoimalla spektrometri tietokoneen välityksellä, jolloin laite mittasi näytteen spektrometrisesti ja tulosti tietokoneen näytölle saadut pitoisuusarvot.

Laitteen ohjaukseen tietokoneella käytettiin valmistajan laitteen mukana toimittamaa ohjelmistoa. Kunkin näytteen analyysi toistettiin viisi kertaa virhetuloksien poissulkemiseksi. Lopullisena tuloksena käytettiin viiden mittauksen keskiarvona saatua tulosta. Selkeästi poikkeavia tuloksia ilmeni vain parin näytteen kohdalla ja tällöin poikkeava tulos hylättiin virheellisenä ja tulos laskettiin neljän mittauksen keskiarvona. Saadut lopulliset tulokset on taulukoitu liitteessä 4.

4.1.2 Virtaamamittaukset

Ojien ja pääuoman virtaamat määritettiin siivikkomittauksen periaatteiden mukaisesti ja ne on taulukoitu liitteessä 5. Korhosta (2007, 11) mukaillen virtaama Q määritettiin uomapoikkileikkauksen läpi tietyssä aikayksikössä kulkeutuvana vesimääränä kaavan 1 mukaan.

$$Q = \int_A v(A) dA \quad (1)$$

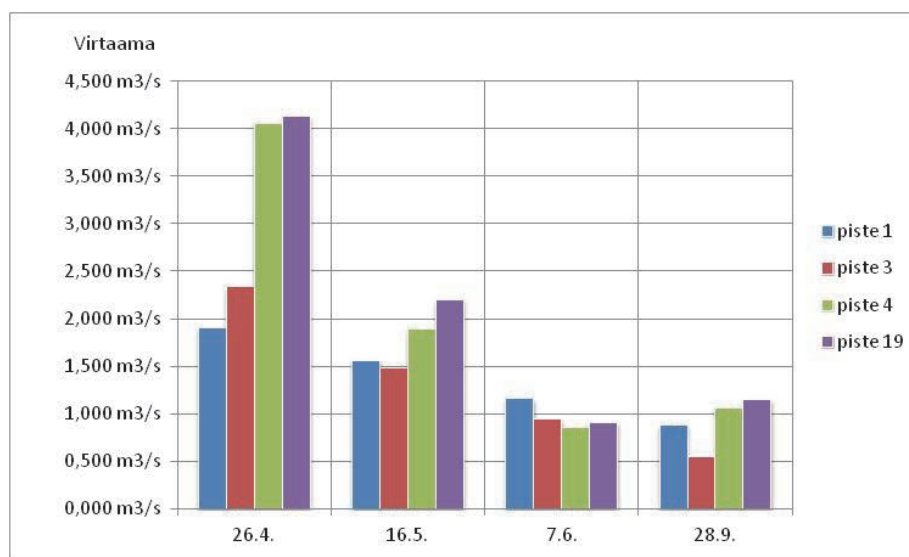
missä $v(A)$ on virtausnopeus poikkileikkauksessa A

Virtausnopeus mitattiin jakamalla uoma leveyssuunnassa metrin välein sijaitseviin vertikaalisiin mittauspystysuoriin. Mittaus suoritettiin syvyys-suunnassa vedenpinnasta katsoen 0,2 metrin syvyydeltä, 0,5 metrin syvyydeltä ja yhden metrin syvyydeltä. Vaihtelevasta uomasyvyydestä johtuen osassa kohteista tyydyttiin syvyys- ja leveyssuunnassa vähäisempiin mittauksiin. Pääuoman suurin syvyys vaihteli välillä 0,5 – 1,5 metriä. Virtauksen nopeus tallennettiin kussakin pisteessä viiden sekunnin keskiarvona Schiltknecht MiniAir20 – mittarilla. Pistekeskiarvojen pohjalta laskettiin jokaiselle poikkileikkaukselle virtausnopeus, jota hyödynnettiin kaavassa 1.

Virtauksen poikkipinta-alan määrittämisessä hyödynnettiin mittalattaa, josta luettiin vedenkorkeus kussakin mittauspisteessä. Vedenkorkeuksista määritettiin pohjan muoto, jonka avulla virtauspinta-ala laskettiin. Poikkipinta-alan ja virtaaman mittaamista, sekä laskemista helpotti monessa kohdin mittapisteen sijainti sillan tai ojarummun läheisyydessä. Ojarumpujen kohdalla virtauksen poikkipinta-ala laskettiin vedenkorkeuden ja putken halkaisijan perusteella.

Mitatuista Palsanojan ja Suomenjoen virtaamista (Kuvio 3) havaitaan selkeä virtaaman lisääntyminen siirryttäessä alavirtaa kohden. Virtaamahui-

pun aikaan 26.4. virtaama Suomenjoen alajuoksulla on jopa kaksinkertainen verrattuna Palsanojan virtaamaan. Virtaamaero ylä- ja alajuoksun välillä tasoittuu virtaamamäärien pienentyessä, korostaen Palsanojan kautta virtaavan vesimassan osuutta kokonaisvirtaamasta.

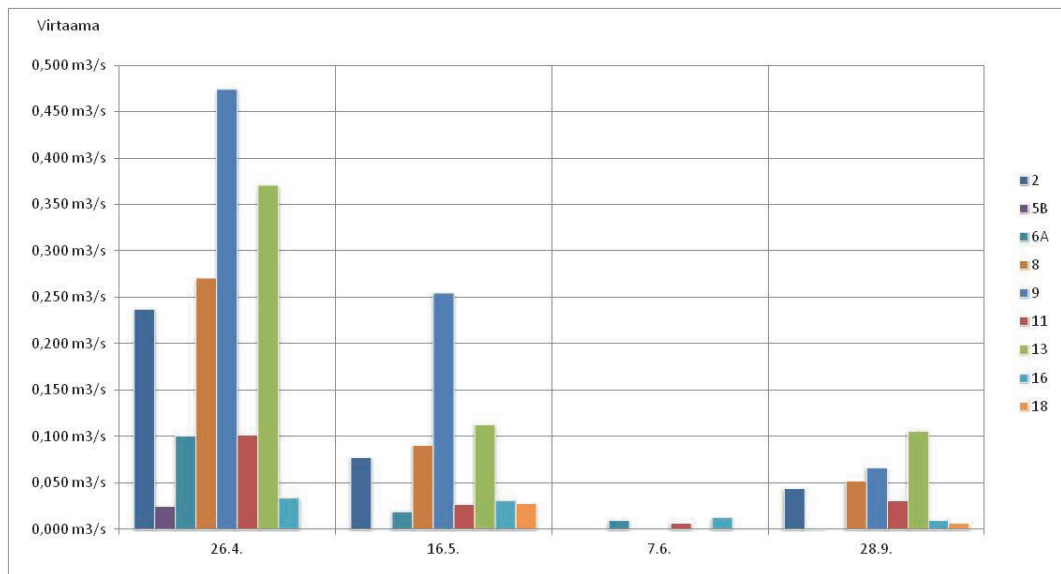


Kuvio 3 Pääuoman hetkelliset virtaamat mittauspisteissä näytteenottoajankohtina.

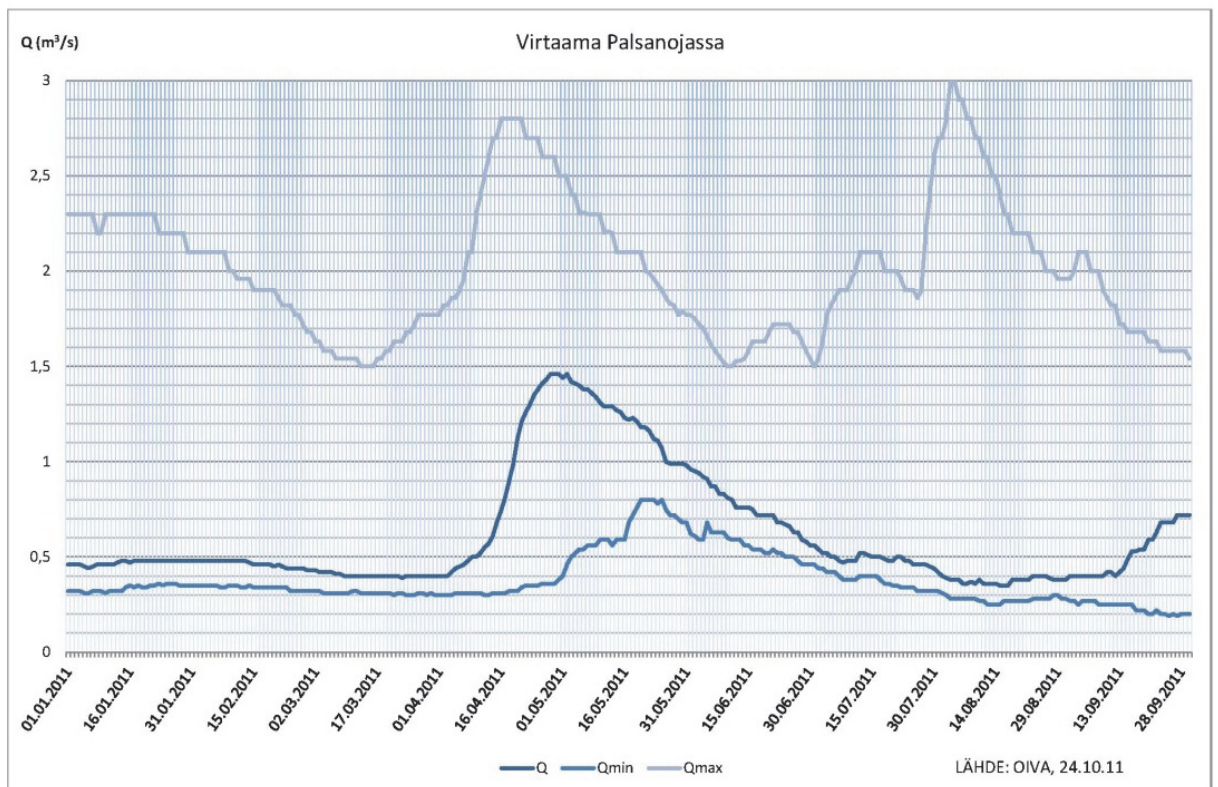
Virtaaman pienentyminen Palsanojan mittauspisteen, (piste 1) ja Suomenjoen ensimmäisen mittauspisteen (piste 3) välillä voidaan havaita kaikilla paitsi ensimmäisellä mittauksella. Tämä ilmiö on mahdollisesti seurausta pisteiden välissä sijaitsevan Parlammin aiheuttamasta vaikutuksesta. Järviältäan pinnasta haihtuu huomattava määrä vettä ja järviältäan ollessa vajaa, se varastoi vettä. Virtaamahuipun aikaan Parlammilla on ääriään myöten täynnä, jolloin varastoitumista ei taas tapahdu.

Pääuoman virtaamien lisäksi näytteenoton yhteydessä mitattiin myös ojien virtaamia. Ojapisteissä virtaama vaihteli voimakkaasti ajankohdan mukaan, jääden kesäkuussa erittäin vähäiseksi. Kahdessa näytteenotuspisteessä ei havaittu lainkaan virtausta toukokuun mittauksissa ja kesäkuun mittauksissa jopa yhdeksässä pisteessä ei esiintynyt lainkaan virtausta. Ojien virtaamat selviävät kuvioista 4. Kuvioista on jätetty pois pisteet, joissa virtaama oli vähäistä ja sitä esiintyi vain yhdellä mittauksella. Virtaamamittauksissa suurilla virtaamillaan erottuivat Tervaojan pisteet 8 ja 9, sekä Leppäjärven ojan piste 13.

Mitattujen virtaamien lisäksi virtaamatietoa saatiin SYKEN virtaamamallinnuksesta. OIVAssa on saatavilla Palsankosken virtaamatiedot, jotka mallinnetaan Vesijaon vedenkorkeuden ja uoman poikkileikkauksen profiilin perusteella. Vertaamalla Palsankosken virtaamamallinnuksen arvoja (Kuvio 5) mitattuihin Palsanojan virtaamiin voidaan todeta mitattujen virtaamien olevan samansuuntaisia mallinnettujen virtaamien kanssa. Mitattu virtaama on kuitenkin jokaisena ajankohtana mallinnettua suurempi ja vertailtaessa virtaamien keskiarvoja havaittiin mitattujen virtaamien keskiarvojen (Liite 5) olevan huomattavan suurina, johtuen ylivirtaama-aikaan painotetuista mittauksista. Virtaamien eroja ja niiden syy-seuraussuhteita on tarkasteltu tarkemmin osiossa 5.2.



Kuvio 4 Ojien hetkelliset virtaamat mittauspisteissä näytteenottoajankohtina.



Kuvio 5 Palsankosken virtaama (Q) syyskuun loppuun 2011 asti ja ääriarvot (Q_{min} , Q_{max}) viimeisen 10 vuoden ajalta (OIVA - ympäristö- ja paikkatietopalvelu 2011).

4.1.3 Ainevirtaaman määrittäminen

Ainevirtaama, eli virtaavan aineen määrä tietyssä uoman kohdassa, määrättyssä aikayksikössä, lasketaan virtaaman ja pitoisuuden tulona. Pitoisuuksien ja virtaamien ajallisen vaihtelun aiheuttamaa virhettä voidaan pienentää laskemalla ainevirtaama pidemmälle ajalle pitoisuuksien virtaamapainotetun keskiarvon ja aikajakson keskivirtaaman tulona Friskin ja Kylä-Harakan (1981) mukaan (kaava 2). (Kaipainen ym. 2002, 15.)

Ainevirtaama (L) lasketaan kaavasta:

$$L = \frac{\sum c_i q_i}{\sum q_i} MQ \quad (2)$$

missä	c_i	= näytteenottohetken pitoisuus
	q_i	= näytteenottohetken virtaama
	MQ	= jakson keskivirtaama

Mitattujen virtaamien keskiarvojen suuruuden vuoksi keskiarvoista päätettiin laskea keskivirtaamat hyödyntämällä SYKEN Palsankosken mallinnettua virtaamaa. SYKEN mallintamista virtaamista laskettiin vuorokauden keskivirtaama vuoden 2011 saatavilla olleiden 278 päivän osalta. Lasketun keskivirtaaman ja Palsankoskesta mitattujen virtaamien keskiarvon pohjalta muodostettiin suhdeluku, jota hyödyntäen laskettiin mitattujen virtaamien keskiarvoista jokaiselle mittauspisteelle keskivirtaama. Keskivirtaamaa (MQ) hyödynnettiin ainevirtaaman laskennassa (kaava 2). Menetelmän toimivuutta tarkastellaan lähemmin osiossa 5.2.

Ainevirtaamien tarkempaa tarkastelua varten Suomenjoen valuma-alue jaettiin osavaluma-alueisiin (Liite 1). Osavaluma-alueet muodostettiin niille pisteille, joiden kautta kulkevaa ainemäärää pidettiin merkityksellisenä. Osavaluma-alue tarkastelun avulla saatiin valituille pisteille määritettyä valuma-alueet, joita hyödynnettiin suhteuttamalla pisteen kautta kulkeva ainemäärä valuma-alueen pinta-alaan. Tuloksena saadut osavaluma-alueiden ominaiskuormitusluvut ja käytetyt pinta-alat on esitelty osiossa 5.2.1.

4.2 Jätevesikysely

Jätevesikyselyä varten poimittiin Suomenjoen lähivaluma-alueelta Padasjoen kunnan kiinteistötietojärjestelmässä karttatarkasteluna 82 kiinteistöä, joista 73 kiinteistön omistajille löydettiin osoitetiedot. Näiden kiinteistöjen omistajille lähetettiin Suomenjoen valuma-alueen asukaskysely (Liite 2) palautuskuorineen. Kyselystä laadittiin myös verkkopohjainen versio Webropol – kyselytyökalun avulla. Kyselyn vastaajille annettiin näin mahdollisuus täydentää kysely, joko sähköisesti tai paperilla. Verkkokyselyn helpon löydettävyyden varmistamiseksi se linkitettiin suoraan Padasjoen kunnan verkkosivuille. Kysely toteutettiin 2.8. – 2.9.2011 välisenä

aikana. Kyselyn pääasiallisena tarkoituksena oli selvittää, kuinka valuma-alueen asukkaat käsittelevät jätevesiään ja kuinka kaukana vesistöstä asutus sijaitsee.

Kyselyn ensimmäisessä osiossa valuma-alueen asukkailta tiedusteltiin kiinteistön käyttötarkoitusta, vedenhankintaa, rakennuksien sijaintia vesistöön nähden, sekä käyttömääriä. Toisessa osiossa keskityttiin kiinteistön jätevesijärjestelmään ja sen rakenteeseen. Kolmas osio oli omistettu syntyvälle jätevesille ja tulevaisuuden muutoksille jätevedenkäsittelyssä. Neljännessä osiossa kysyttiin kiinteistön käymälätyyppiä ja käymäläjätteen si-
loitusta.

Ennen kyselytutkimusta oli tiedossa, ettei alueella ole kunnallistekniikkaa, eikä sitä olla myöskään lähitulevaisuudessa rakentamassa. (Virtanen, haastattelu 31.5.2011). Koska kiinteistöjen rakennuskannasta ja vesihuollosta ei ollut ennakkotietoa, tuli kysymyksenasetteluun joiltakin osin päällekkäisyyttä. Kyselyyn vastanneet olivat pääosin vastanneet johdonmukaisesti kaikkiin kohtiin. Tapauksissa, joissa näin ei ollut, jouduttiin kyselyn vastauksia tulkitsemaan.

4.3 Kuormituksen määrittäminen kuormitusmalleilla

Tässä työssä hyödynnetyt kuormitusmallit olivat Bilaletdinin malli ja Suomen ympäristökeskuksen vesistökuormituksen arviointi- ja hallintajärjestelmä VEPS 2.0. Nämä kuormitusmallit valittiin hyvän käytettävyytensä ja tunnettavuutensa vuoksi. Tärkeää mallien käytössä on paitsi luotettavien tuloksien saaminen, myös kuormitusmallin vaatimien tietojen kohtuullisen helppo saatavuus. Rekolaisen kaavoja (1989) pidettiin käyttökelpoisuudeltaan kyseiselle valuma-alueelle sopimattomana, sillä aineistot johon kaavat pohjautuvat ovat pienten järveltömien valuma-alueiden aineistoja. (Vuori, Mitikka & Vuoristo 2009, 113.)

Bilaletdin-malli on alkuaan kehitetty Längelmäveden reitin vesiensuojelututkimusta varten (Bilaletdin ym. 1992, 31) ja sitä on kalibroitu hyödynnetty muun muassa Hauhon reitin kuormitus selvityksessä (Kaipainen ym. 2002, 17). Bilaletdinin laskentamallin sovellettavuus Suomenjoen alueen kuormituksen laskentaan nähtiin hyvänä, sillä alueen maankäyttö on osana Längelmäveden reittiä pitkälti yhtenevä. VEPS-järjestelmästä ei saada suoraan laskettua kuormitustietoa kyseisen valuma-alueen kuormituksesta, sillä tiedot kohdistuvat koko Nerosjärven valuma-alueeseen. Karttatyöskentelyn ja tuloksien soveltamisen avulla tiedoista on kuitenkin mahdollista saada tyydyttävällä tarkkuudella alueen kuormitusluvut (Vuori ym. 2009, 113).

4.3.1 Bilaletdin-malli

Längelmäveden reitin vesiensuojelututkimuksesta varten kehitetyt kokonaisfosforin ja kokonaistypen matemaattiset funktiot (kaavat 3 ja 4) huomioivat maatalouden kuormituksen, pistekuormituksen, haja- ja loma-asutuksen kuormituksen, perushuuhtouman ja metsätalouden kuormituksen osatekijöinä. Perushuuhtoumaan huomioidaan luonnonhuuhtouman li-

säksi ihmistoiminnasta aiheutuva peruskuormitus, kuten laskeuma. Kaavan osatekijät täytyy maatalouden kuormitusta lukuun ottamatta selvittää erikseen ja syöttää kaavoihin pinta-alakohtaisina ominaiskuormituslukuihin. Järvien ravinteita pidättävä vaikutus on huomioitu laskentakaavassa järvisuusprosenttina, joka pienentää kuormitusta. (Bilaledin ym. 1992, 31, 61.)

Bilaledinin kuormitusmalli fosforille on muotoa

$$L_P = (p_1 + 1)^{-0,2} (0,9(2p_f + u_m)^{0,75} + L_w + L_s + (L_f + L_b)A^{-0,08}) \quad (3)$$

ja typelle muotoa

$$L_N = (p_1 + 1)^{-0,1} (4,5(4p_f + u_m)^{0,90} + L_w + L_s + (L_f + L_b)A^{-0,08}). \quad (4)$$

Kaavoissa 3 ja 4 käytetyt, tätä työtä varten kerätyt, ominaiskuormitusluvut kerättiin eri lähteistä ja ne on esitelty lyhenteineen taulukossa 3. Nautayksiköiden määrä pohjautuu Padasjoen maaseutuslaitteen suulliseen tiedonantoon (Järvinen, haastattelu 24.10.11). Pistekuormitusta ei alueella ole lainkaan ja metsätalouden pinta-alakohtainen kuormitus laskettiin Nerosjärven VEPS-tietojen pohjalta (Horppila, sähköpostiviesti 5.10.2011).

Haja- ja loma-asutuksen kuormitus on laskettu VEPS-tietojen pohjalta alueella sijaitsevalle kiinteistömäärälle kohdistettuna. Kiinteistömäärä pohjautuu kyselytutkimusta varten tehtyyn karttatarkasteluun. Koska kyselytutkimusta varten pyrittiin poimimaan vain lähivaluma-alueella sijaitsevia kiinteistöjä, pidettiin poimittujen kiinteistöjen kokonaismäärää parhaiten kuormituksen kokonaismäärää kuvaavana arvona. Perushuhtouman arvoina käytettiin Sauran ja Saukkosen (1999) määrittämiä fosforin ja typen määriä päivitettyinä Lammin säähavaintoaseman vuoden 2000 laskeumatuloksilla: 13,8 kg P / km² ja 584 kg N / km² (Kaipainen ym. 2002, 29).

Taulukko 3 Bilaledinin kuormitusmallissa käytetyt arvot ja lyhenteet.

lyhenne	selite	yksikkö	P	N
L_P	fosforin kokonaiskuormitus	kg / km ² a	x	x
L_N	typen kokonaiskuormitus	kg / km ² a	x	x
p_1	järviprocentti	%	3,00 %	3,00 %
p_f	peltoprocentti	%	3,50 %	3,50 %
u_m	nautayksiköiden määrä	kpl / km ²	0,31	0,31
L_w	pistekuormitus	kg / km ² a	0	0
L_s	haja- ja loma-asutuksen kuormitus	kg / km ² a	0,30	1,32
L_f	metsätalouden kuormitus	kg / km ² a	0,91	14,02
L_b	perushuhtouma	kg / km ² a	7	200
A	valuma-alueen pinta-ala	km ²	55,45	55,45

4.3.2 VEPS-malli

Tutkimusalueesta saatiin VEPS-tietoa Hämeen ELY-keskuksen Lahden toimipisteestä (Horppila, sähköpostiviesti 5.10.2011). Saadut kuormitustiedot olivat 3. jakovaiheen tarkkuudella Nerosjärven valuma-alueelle numero 35.783 (Taulukko 4). Saadut VEPS-kuormitustiedot ulottuivat vuoteen 2007 asti, mutta tuoreemmat vuoden 2002 jälkeiset tiedot olivat osittain puutteelliset. Vuoden 2002 jälkeisistä tiedoista puuttuivat kokonaisuudessaan laskeuman ja vuodesta 2005 lähtien myös metsätalouden kuormitusluvut. Vuosien 2002 ja 2007 välillä ei myöskään ollut eroa muiden kuormitustietojen suhteen, joten vuoden 2002 arvojen oletettiin kuvastavan parhaiten valuma-alueen nykyisen ravinnekuormituksen tilaa.

Taulukko 4 Nerosjärven valuma-alueen VEPS-kuormitustiedot lähteittäin vuodelta 2002.

Lähde	kg fosforia/a	kg typpeä/a
Haja-asutus	93	411
Laskeuma	78	4 422
Luonnonhuuhtouma	424	12 365
Maatalous	236	5 188
Metsätalous	62	958
Yhteensä	892	23 344

Nerosjärven ja Suomenjoen valuma-alueet eroavat kuitenkin pinta-alan ja maankäytön suhteen toisistaan. Suomenjoen valuma-alueen kuormituksen laskentaa varten johdettiin VEPS-järjestelmän pinta-alatiedoista ja karttatarkastelun kautta saaduista tiedoista Suomenjoen valuma-alueelle omat pinta-alatietonsa (Taulukko 5), joiden pohjalta laskettiin Suomenjoen valuma-alueen osalle kohdistuva kuormitus.

Taulukko 5 Nerosjärven ja Suomenjoen valuma-alueiden maankäytön pinta-aloja.

Valuma-alueiden käyttömuodot	Nerosjärven valuma-alue	Suomenjoen valuma-alue
Valuma-alue (km ²)	84,43	55,45
Maatalous (km ²)	3,52	1,92
Metsätalous (km ²)	68,33	44,88
Laskeuma (km ²)	9,55	1,69
Luonnonhuuhtouma (km ²)	71,85	46,79
Haja-asutus (kpl)	460	82
Järvisyys %	11,66	3,0

Maatalouden pinta-ala määritettiin karttatarkasteluna ympäristötietopalvelu OIVAssa. Metsätaloukskäytössä olevan pinta-alan oletettiin noudattelevan samaa 81 % osuutta valuma-alueen kokonaispinta-alasta kuin Nerosjärven valuma-alueella Kaipaisen ym. (2002, 25) mukaan. Laskeuman pinta-alana toimii järvipinta-ala, joka järvisyyden tavoin saatiin järvitiedoista (Taulukko 1). Luonnon huuhtouman pinta-alaksi huomioitiin maatalouden ja metsätalouden yhdistetty pinta-ala. Haja-asutuksen määrä Suomenjoen

alueella pohjautuu kyselytutkimusta varten tehtyyn karttatarkasteluun. Koska kyselytutkimusta varten pyrittiin poimimaan vain lähivaluma-alueella sijaitsevia kiinteistöjä, pidettiin poimittujen kiinteistöjen kokonaismäärää parhaiten kuormituksen kokonaismäärää kuvaavana arvona.

5 TUTKIMUKSEN TULOKSET JA TULKINTA

Tutkimuksen tuloksien tulkinnaissa on hyvä ottaa lähtökohdaksi käytössä oleva Pintavesien luokittelu ekologisen ja kemiallisen tilan perusteella. Vuonna 2008 käyttöön otettu luokittelujärjestelmä perustuu EU:n yhteisiin luokitteluperusteisiin, joilla arvioidaan ihmistoiminnan vaikutusta vesiliööstöön. Aiemmin käytössä ollut pintavesien yleinen käyttökelpoisuusluokitus tarkasteli pintavesiä ihmisen tarpeiden kannalta ja eroaa suuresti nykyisestä luokituksesta. (Pintavesien ekologinen ja kemiallinen tila 2010.)

Ekologista luokittelua hyödynnetään vesienhoidon suunnittelussa ja ensimmäinen luokittelu valmistui vuonna 2009. Biologisen aineiston vähäisyyden vuoksi on useat vesimuodostumat kuitenkin luokiteltu fysikaalis-kemiallisten aineistojen pohjalta. Pintavesien ekologisen tilan luokituksessa huomioitavia fysikaalis-kemiallisia tekijöitä kangasmaiden joissa ovat kokonaisfosfori, -typpi ja pH (Taulukko 6). (Vuori ym. 2009, 3 – 5.)

Taulukko 6 Pienten kangasmaiden jokien ekologisen tilan luokittelun luokkarajat.

Muuttuja	erinomainen/ Hyvä	hyvä/ tydyttävä	tydyttävä/ välttävä	välttävä/ huono
kok. P (vuosimediaani) µg/l	15	35	55	85
kok. N (vuosimediaani) µg/l	335	800	1400	2400
pH-minimi (keskiarvo)	5,8	5,6	5,1	4,9

Työhön liittyvissä tutkimuksissa pyrittiin taloudellisuuteen ja kattavuuteen. Tähän liittyi osaltaan s::can – spektrometrin käyttö tutkimuksessa. Luotettavuudeltaan vastaavanlaisten jatkuvatoimiseksi tarkoitettujen spektrometri on todettu toimivan erittäin hyvällä tarkkuudella. Laboratoriossa määritettyjen rinnakkaisnäytteiden puuttuminen kuitenkin heikensi spektrometrillä saatujen arvojen hyödynnettävyyttä. Rinnakkaisnäytteiden avulla olisi voitu todentaa sameuden ja kokonaisfosforin välillä yleisesti vallitseva korrelaatio ja näin määrittää kokonaisfosforipitoisuudet toukokuun ja kesäkuun näytteille. Koska rinnakkaisnäytteitä ei ollut, turvauduttiin ainevirtaamien laskennassa puhtaasti laboratorioanalyysistä saatuihin pitoisuuksiin. (Valkama, Lahti & Särkelä 2007b, 204 – 205.)

Näytteenottopisteiden ja virtaamaolojen muuttuminen tutkimuksen aikana johti joissakin kohteissa puutteellisiin mittaussarjoihin, joiden vuoksi pitoisuuksien ja ainevirtaaman luotettava määräytyminen osalle pisteistä oli mahdotonta. Puutteellisten mittaussarjojen vuoksi tulee edellä osiossa 5.2.1 tehtyyn ojapistetarkasteluun suhtautua varauksella. Yksittäiseen näytetulokseen pohjautuva tarkastelu ei anna luotettavaa kuvaa uoman vedenlaadusta yleisellä tasolla, sillä virtaamaoloista riippuen vedenlaadun vaihtelu voi olla suurta.

Näytteenottopisteet, joiden virtaama ja pitoisuus kyettiin määrittämään alle kaksi kertaa, jätettiin lopullisessa ainevirtaamatarkastelussa epävarmuutensa vuoksi huomiotta. Mikäli oli kuitenkin kyse samassa uomassa lähekkäin sijaitsevista peräkkäisistä pisteistä, hyödynnettiin laskelmissa mahdollisuuksien mukaan toisen pisteen virtaamamääriä.

5.1 Palsanojan ja Suomenjoen vedenlaatu

Kokonaistyyppi- ja kokonaisfosforipitoisuuksien suhde laskettiin kaikille pääuoman näytteenottopisteille. Tyyppi-fosforisuhteen kahden näytteen keskiarvo vaihteli pääuomassa välillä 31 ja 42. Kokonaisravannesuhteen on arvioitu kuvastavan fosforirajoitettisuutta, mikäli ravannesuhde on yli 17 (Pietiläinen & Räike 1999, 11).

Kokonaisravannesuhteen perusteella Suomenjoki on siis selkeästi fosforirajoitteinen. On kuitenkin huomioitava, että jokivesissä pitoisuuksien voimakas ajallinen vaihtelu on suuri epävarmuustekijä ja pelkkään kokonaisravannesuhteeseen pohjautuva tarkastelu antaa Pietiläisen ja Räikeen (1999, 17) mukaan oikean minimiravinteen vain noin joka toisessa joessa. Tarkempi ravannesuhteen määrittäminen vaatisi mineraaliravinteiden pohjalta tehtävää tarkastelua.

Vesijako kuuluu luokkaan pienet ja keskikokoiset vähähumuksiset järvet ja arvioidaan vedenlaadun perusteella tilaltaan erinomaiseksi (OIVA ympäristö- ja paikkatietopalvelu 31.10.11). Palsanojassa (piste 1) vedenlaatu edustaakin kokonaisfosforin keskiarvopitoisuudella 8 µg/l ja kokonaistyyppien keskiarvopitoisuudella 295 µg/l vähäravinteista ja erinomaista luokkaa. Kokonaistyyppistä suurin osa esiintyy tuotantokauden ulkopuolella nitraattina ollen toukokuussa tasolla 300 µg/l ja laskien levien hyödyntäessä sitä syyskuun lopun tasolle 14 µg/l.

Palsanojassa mitattu happamuuden minimiarvo pH 6,7 ja kesän ja syksyn alkaliniteetti-keskiarvo 0,114 mmol/l, kertovat erinomaisesta happamuustasosta ja tyydyttävästä puskurikyvystä. Tyydyttävää puskurikykyä ja vähäistä liuenneiden suolojen määrää indikoi myös alhainen sähkönjohtavuuden keskiarvo 4,74 mS/m. Lievästä humusleimaisuudesta kertovat orgaanisen kokonaishiilen (TOC) keski-arvo 8,1 mg/l ja värilukujen keskiarvo 38 mg Pt/l. (Oravainen 1999, 10 – 15, 19 – 21.)

Taulukko 7 Tutkittujen muuttujien keskiarvot jokinäytteenottopisteissä.

Näyte- piste	Turb. (FTU eq)	NO ₃ (mg/l)	TOC (mg/l)	DOC (mg/l)	pH	alkaliniteetti (mmol/l)	sähkönjoht. (mS/m/25°C)	väriluku (mg Pt/l)
1	0,61	0,185	8,1	8,2	6,82	0,114	4,74	38
3	2,25	0,334	14,1	13,0	6,61	0,103	4,83	79
7	3,13	0,348	17,1	13,2	6,55	0,104	4,99	84
10	3,79	0,473	18,4	16,5	6,52	0,107	5,05	106
12	3,81	0,407	17,0	14,6	6,45	0,111	5,26	110
14	3,82	0,422	18,1	15,4	6,43	0,116	5,40	118
17	4,92	0,455	20,0	16,5	6,36	0,117	5,45	136
19	4,60	0,428	19,2	16,0	6,40	0,119	5,35	131

Tutkittujen muuttujien keskiarvoiset tulokset (Taulukko 7) noudattelevat, pitkin jokea kuljettaessa selkeästi veden laadullisen heikkenemisen trendiä. Keskiarvoisista pitoisuuksista nousee esille piste 17, jossa vedenlaatu on jokiosuudella huonoimmillaan. Korkea väriluku yhdessä korkeiden orgaanisen hiilen arvojen ja alhaisen happamuuden kanssa kieli voimakkaasta humuskuormituksesta. Väitettä tukee pisteen sijainti välittömästi laajahkon, jokeen molemmin puolin rajautuvan, suoalueen alapuolella. (Oravainen 1999, 9 – 17.) Syyskuun näytteen perusteella kokonaistypen määrästä noin 12 % esiintyy typen epäorgaanisina yhdisteinä, ollen täten suoraan tuotannon käytettävissä.

Tarkasteltaessa edelleen vedenlaatua jokiosuuden alajuoksulla Ala-savin mittauspisteellä (piste 19) huomataan vedenlaadun muuttuminen jokiosuuden matkalla. Kokonaisfosforin keskiarvoinen pitoisuus 19,75 µg/l ja kokonaistypen keskiarvoinen pitoisuus 776 µg/l asettuvat kuitenkin jokien ekologisen tilan luokkarajojen mukaisesti luokkaan hyvä. Nitraattityypen osuus vaihtelee välillä 900 µg/l ja 64 µg/l. Tuotantokauden lopulla vedessä yhä kohtalaisesti esiintyvä nitraattityppi kertoo typen hyvästä saatavuudesta ja tukee kokonaisravinesuhteen pohjalta tehtyä päätelmää joen fosforirajoitteisuudesta.

Happamuuden minimiarvo pH 6,25 joen alajuoksulla kuvaa edelleen erinomaista happamuustasoa. Kesän ja syksyn alkaliniteetti-keskiarvo 0,125 mmol/l ja sähkönjohtavuuden keskiarvo 5,35 mS/m kuvaavat edelleen tyydyttävää puskurikykyä. Värilukujen keskiarvo 131 mg Pt/l ja orgaanisen kokonaishiilen keskiarvo 19,2 mg/l indikoivat valumavesien voimakasta humuspitoisuutta. (Oravainen 1999, 10 – 15, 19 – 21.)

5.2 Ainevirtaamat pääuomassa ja ojapisteissä

Ainevirtaamien laskennan pohjana käytettyjen mitattujen virtaamien havaittu suuruus, verrattuna Palsankoskessa SYKEN toimesta mallintaman virtaaman suuruuksiin, huomioitiin osiossa 4.1.3 kuvaillulla tavalla. Virtaaman mallinnuksen oletetaan antavan tarkemman kokonaisvaltaisen kuvan, verrattuna neljän ajankohdan lyhytkestoisiin virtaamamittauksiin.

Mitatun ja mallinnetun virtaaman merkitsevistä 0,98 korrelaatiosta johtuen, voidaan pitää todennäköisenä, että erot virtaamien välillä johtuvat systemaattisesta virheestä (Taulukko 8). Virtaamien poikkeamia selittäisi näin kokonaisuudessaan parhaiten virtauksen poikkipinta-alaan tai itse mittaukseen liittyvä virhe. Siivikkomittauksen periaatteiden mukaan uoman poikkileikkauksen tulisi mittaustaikalla olla säännöllisen muotoinen ja virtauksen pyörteetöntä (Korhonen 2007, 12).

Taulukko 8 Virtaaman (Q) mitatut ja mallinnetut arvot Palsankoskessa, sekä niiden ero.

Aika	Q mitattu (m ³)	Q mallinnettu (m ³)	Q ero (m ³)
26.4.	1,903	1,403	0,5
16.5.	1,563	1,293	0,27
7.6.	1,16	0,87	0,29
28.9.	0,889	0,719	0,17

Mittauspaikkojen pohjan muotoja leimasi kuitenkin epäsäännöllisyys kasvillisuutena ja suurina kivenä, sillä paikkojen valikoinnissa kiinnitettiin enemmän huomiota sijainnin saavutettavuuteen ja mittaustapahtuman sujuvaan toteutettavuuteen kuin pohjan muotoon. Suurien kivien ja kasvillisuuden läsnäolo vaikuttaa virtaaman poikkipinta-alaan pienentäen sitä ja aiheuttaa virtausvastusta, johtaen mittauksissa todellisuutta suurempaan virtauksen poikkipinta-alaan ja nopeuteen.

Laskennassa molemmat tekijät suurentaisivat virtaamia korreloiden virtaaman suuruuden kanssa. Seurausta epäsäännöllisestä pohjan muodosta on myös virtauksen pyörteisyys, joka voi aiheuttaa virhettä lyhytkestoisessa virtausnopeuden mittauksessa. Tätä mahdollisuutta pyrittiin kuitenkin pienentämään käyttämällä virtausnopeuden mittauksessa viiden sekunnin keskiarvomittauksia. Virtaamien poikkeaman syyn tarkempi selvittäminen vaatisi laajempia, ennen kaikkea virtausnopeuden osalta pidempikestoisia ja tiheämpiä mittauksia, tarkempaa poikkileikkauksen määrittämistä ja SYKEN mallinnuksessaan käyttämien arvojen tuntemista.

Mitattujen virtaamien keskiarvoista suhteutettujen keskivirtaamien (MQ) ja edellä osiossa 4.1.3 kuvaillulla tavalla laskettujen virtaamapainotettujen pitoisuuksien pohjalta laskettiin ainevirtaamat fosforille (L_P), typelle (L_N) ja orgaaniselle kokonaishiilelle (L_{TOC}) (Taulukko 9). Suomenjoen valuma-alueella (VA) syntyvät ainemäärät ja karkea virtaama on laskettu pisteen 19 arvojen ja alueelle mittauspisteen yksi kautta saapuvan aine- ja vesimäärän erotuksena. Ainevirtaamia ei ole laskettu pisteille, joiden virtaamaa ei saatu mitattua luotettavasti yli kahtena näytteenottokertana.

Taulukko 9 Keskivirtaama (MQ), virtaama (Q), virtaamapainotetut pitoisuudet fosforille (P), typelle (N) ja orgaaniselle kokonaishiilelle (C), sekä ainevirtaama vuodessa fosforille (L_P), typelle (L_N) ja orgaaniselle kokonaishiilelle (L_{TOC}) mittauspisteittäin ja valuma-alueen arvona (VA).

	MQ(273 d)	Q	virtaamapainotettu pitoisuus			L_P	L_N	L_{TOC}
	m ³ /s	m ³ /a	P µg/l	N µg/l	C mg/l	kg/a	kg/a	t/a
1	0,6190	19 520 784	7,637	300,446	8,11	149	5865	158
2	0,0405	1 276 488	30,905	1183,232	29,71	39	1510	38
3	0,5974	18 840 235	14,811	725,053	14,80	279	13660	279
5B	0,0031	98 988	48,421	1897,271	16,97	5	188	1
6B	0,0148	465 497	22,000	859,000	26,06	10	400	3
8	0,0466	1 469 826	22,488	1027,402	24,74	33	1510	12
9	0,0893	2 815 947	28,124	1223,951	35,28	79	3447	52
11	0,0189	596 872	59,408	1108,624	29,35	35	662	83
13	0,0663	2 090 170	19,111	968,994	23,71	40	2025	14
14	0,8853	27 918 150	21,375	873,896	23,59	597	24398	49
16	0,0102	320 871	115,255	1329,702	27,30	37	427	762
18	0,0041	128 144	110,000	1624,000	41,27	14	208	13
19	0,9439	29 768 207	22,565	868,066	30,33	672	25841	4
VA	0,3249	10 247 423	51,037	1949,368	64,21	523	19976	658

Mittauksissa ja ainevirtaaman määrittämisessä saaduille typen suurille kuormitusarvoille ja pitoisuuksille voidaan hakea selitystä niin näytteenoton ajoituksesta kuin maanviljelyksestä. Tutkimuksissaan Valkama,

Särkelä ja Lahti (2008, 29) havaitsivat typen kuormituspiikin ajoittumisen virtaamahuipun jälkeen maatalousvaltaisella valuma-alueella, viitaten typen erilaiseen huuhtoumamekanismiin: Typen huuhtoutuessa suurimmalta osin salaojituksen kautta on sen huuhtoumapiikin syntyminen hitaampaa. Kuormituspiikin ajoittuminen kevätnäytteenottoajankohtaan voisi selittää korkeita arvoja, mutta myös maatalouden liiallinen peltolannoitus tai lannan levitys pellolle kasvukauden ulkopuolella, selittäisivät hyvin kohonneita typen arvoja.

5.2.1 Osavaluma-alueiden ja ojapisteiden tarkastelu

Ainevirtaamien pohjalta muodostetuille osavaluma-alueille (Liite 1) laskettiin pinta-alkohtaiset kuormitusluvut. Kuormitusluvut ja osavaluma-alueiden pinta-ala on esitelty taulukossa 10. Kuormituslukujen perusteella voidaan vertailla kuormituksen intensiivisyyttä osavaluma-alueiden välillä. Tuloksia tulee pitää suuntaa antavina, sillä useiden osamuuttujien tulo-na saadut arvot eivät edusta absoluuttista kuormituksen määrää.

Vedenlaatua päätettiin tarkastella lähemmin osavaluma-alueiden purkupisteissä, joissa havaittiin suuria kuormitusarvoja typen ja fosforin osalta. Myös ojapisteiden lähempi tarkastelu nähtiin tarpeelliseksi näytteenotopisteissä, joiden virtaamatiedot olivat puutteelliset, mutta vedenlaadussa selviä heikentymisen merkkejä.

Vesianalyysien tulokset on taulukoitu liitteessä 4. Osavaluma-alue tarkastelussa erottuvat erityisesti näytteenotopisteeseen yhdeksän purkautuva Tervaoja 2 ja pisteeseen 16 purkautuva Letonkorvenoja, joiden kuormitus pinta-ala kohden on huomattava. Mittauspiste 8 sijaitsee pisteen 9 yläpuolella Tervaojassa ja pisteen 8 kautta kulkeva ainemäärä on vähennetty pisteen 9 kautta kulkevasta ainemäärästä, jotta pisteiden välillä syntyvä kuormitus vastaisi todellista kuormitusta.

Taulukko 10 Osavaluma-alueiden pinta-alat (A), sekä ominaiskuormitus fosforin (P), typen (N) ja orgaanisen hiilen (C) osalta.

Piste	Nimi	A (km ²)	kg P / km ² / a	kg N / km ² / a	t C / km ² / a
2	Musta Parlamminoja	10,62	3,71	142,22	3,57
8	Tervaoja 1	8,36	3,95	180,63	6,20
9	Tervaoja 2	1,23	37,51	1574,37	25,04
11	Isoniitunoja	2,82	12,57	234,65	5,02
13	Leppäjärvenoja	7,51	5,32	269,69	6,57
16	Letonkorvenoja	0,84	44,03	507,93	15,76
19	Suomenjoki	55,45	9,43	360,25	9,02

Näytteenotopisteessä 5, Korvenniitynojassa, havaittiin korkeita kokonais-typen ja kokonaisfosforin pitoisuuksia huhtikuun näytteissä. Kokonaistypen pitoisuus 1851 µg/l ja kokonaisfosforin pitoisuus 48 µg/l kuvastavat pelto-ojalle tyypillisiä runsasravinteisiä huuhtoumavesiä. Toukokuun näytteenottoa varten piste 5 jaettiin kahteen pisteeseen eli pellon yläpuoliseen pisteeseen 5A ja alapuoliseen pisteeseen 5B.

Pisteen 5A näytteissä havaittiin korkea sameuden arvo 14,78 FTU/NTU, orgaanisen kokonaishiilen määrä 47,1 g/m³ ja väriluku 311 mg Pt/l, jotka ilmentävät vahvaa humusleimaisuutta ja ovat mahdollisesti seurausta yläpuolisella suolla tehdyistä metsätalouden toimenpiteistä. Pisteen 5A yläpuolisen suo-ojan, ilmeisesti keväällä tehdyssä perkauksessa, on hyödynnetty lietekuoppaa (Kuva 4).



Kuva 4 Näytteenottopisteen 5A, Korvenniitynoja 1 yläpuolinen suo-oja 7.6.11.

Pisteen 5B syyskuun näytteessä havaitaan vuodenaikaan nähden erittäin korkea nitraatti- ja nitriittitypen pitoisuus 1137 µg/l ja erittäin korkea sähkönjohtavuus 15,8 mS/m, jotka ovat molemmat todennäköisesti seurausta ojan valuma-alueella pisteiden 5A ja 5B välillä olevan pellon voimakkaasta lannoittamisesta. Ojan yhtymäkohdassa jokeen havaittiin rehevää ja korkeaa vesikasvillisuutta (Kuva 5).



Kuva 5 Näytteenottopiste 5B, Korvenniitynoja 2, 28.9.11.

Pisteessä 9, Tervaojan näytteenottopisteessä 2 (Kuva 6), havaittiin ainevirtaamatarkastelussa osavaluma-alueen pinta-alaa kohden erittäin korkeat kuormitusluvut: 37,51 kg P/km²/a, 1574,37 kg N/km²/a, 25,04 t C/km²/a. Tervaoja 2 osavaluma-alue on pinta-alaltaan pieni 1,23 km² ja peltoalaa osavaluma-alueesta on noin 25 hehtaaria. Alueen kalteva peltoala selittää osittain korkeita kuormituslukuja.

Kesäkuukausien maastokäynneillä alueella havaittiin myös hevosia laiduntamassa, mutta hevosten omistaja ja vakituinen sijoituspaikka ei työn aikana selvinnyt. Valtakunnallisten peltoviljelyn kokonaistypen kuormituksen karkeiden keskiarvojen mukaan, tämän kokoisen peltoalan kokonaistypen kuormituksen tulisi olla välillä 375 – 500 kg vuodessa. Laskelmien mukaan Tervaoja 2 osavaluma-alueelta tuleva kokonaistypen kuormitus on 1937 kg vuodessa.

Peltoviljelyn osuutta pääkuormittajana tukee syyskuun pisteiden 8 ja 9 näytetuloksien vertailu rinnakkain (Liite 4), sillä pisteen 8 ja 9 välillä Tervaojaan yhtyy suurehko pelto-oja (Liite 3). Nitraatin ja nitriitin pitoisuus muuttuu 30 µg/l pitoisuuteen 318 µg/l. Sähkönjohtokyky nousee arvosta 4,6 mS/m arvoon 6,3 mS/m. Kokonaistypen pitoisuudessa tapahtuu 366 µg/l kasvu.

Nitraattipitoisuuden voimakas kasvu Tervaojassa, yhdessä kokonaistypen pitoisuuden samansuuntaisen kasvun kanssa, indikoi typenlisäyksen olevan lähes kokonaisuudessaan epäorgaanista laatua. Toukokuun näytetuloksia tarkasteltaessa ei vastaavaa eroa pisteiden pitoisuuksien välillä näy,

mikä taas johtuu todennäköisesti näytteenottoa edeltäneestä vähäisestä valunnasta. Toukokuun puolivälin nitraattitypen korkeaa pitoisuutta noin 2200 µg/l, voidaan pitää typen esiintyminen kasvukauden alussa huomioon ottaen normaaleina. (Oravainen 1999, 20.)



Kuva 6 Näytteenottopiste 9, Tervaoja 2, 7.6.11.

Näytteenottopisteessä 11, Isoniitunojassa, veden havaittiin aistinvaraisesti olevan keväällä ja syksyllä savisen samentunutta (Kuva 7). Oja kulkee savisessa maastossa halki peltoaukean ja ilmeisesti huuhtoo mukaan runsaasti savihiukkasia. Kokonaisfosforipitoisuus vaihteli välillä 58 – 64 µg/l ja sameuden keskiarvo oli noin 23 (FTU/NTU). Savihiukkasten huuhtoutuminen on haitallista, sillä fosforilla on taipumus sitoutua juuri savihiukkasten pinnalle. Haitallisuutta lisää se, että lähivaluma-alue on suurimmalta osin peltoa, jolloin lannoitteiden kautta savimaahan on todennäköisesti sitoutunut huomattavat fosforivarastot. Savimaaperä ja ympäröivät pellot selittävätkin parhaiten Isoniitunojan suuria sameusarvoja ja kokonaisfosforin korkeaa 12,57 kg P/km²/a kuormitusarvoa.



Kuva 7 Näytteenottopiste 11, Isoniitunoja 26.4.11.

Pisteeseen 13 (Kuva 8) purkautuva Leppäjärvenojan osavaluma-alue otettiin tarkasteluun lievästi kohonneiden typpi- ja fosforikuormitusarvojen vuoksi. Leppäjärvenojan kautta purkautuu suuren osavaluma-alueen vesimäärä, joka virtaa Leppäjärven lintujensuojelun alueen kautta. Lähes umpeen kasvaneen järven vaikutus, Leppäjärven osavaluma-alueelta tulevaan kuormitukseen, on todennäköisesti kuormitusta vähentävä.

Alueen kuormitusarvot ovat $5,32 \text{ kg P/km}^2/\text{a}$ ja $269,69 \text{ kg N/km}^2/\text{a}$ pysytellen varsin maltillisella tasolla. Leppäjärvenojan veden sähkönjohtokyky on verrattain korkea vaihdellen välillä $6,2 - 7,4 \text{ mS/m}$. Korkea sähkönjohtokyky on todennäköisesti seurausta lähes umpeen kasvaneen Leppäjärven runsaasta orgaanisesta aineksesta, joka vedessä hajotessaan vapauttaa suoloja, vaikuttaen näin veden sähkönjohtavuuteen. (Oravainen 1999, 10.) Väittämää tukevat kohtalaisen korkeat orgaanisen hiilen kokonaismäärät.



Kuva 8 Näytteenottopiste 13, Leppäjärvenoja 28.9.11.

Letonkorvenojassa näytteenottopisteessä 16 (Kuva 9) havaittiin näytteiden matalimmat pH- ja alkaliniteetti-arvot sekä korkeita kokonaisfosforin ja typen pitoisuuksia. Havaittujen pH-arvojen keskiarvo oli 5,4 ja kesäsyyskuun alkaliniteetin keskiarvo, välttävän puskurikyvyn rajoilla, 0,052 mmol/l. Letonkorvenoja on poikkeuksellinen muihin osavaluma-alue tarkastelun korkean kuormituksen ojiin nähden, sillä sen valuma-alueella ei ole lainkaan peltoa.

Osavaluma-alue muodostuu kokonaisuudessaan metsätalousmaasta, josta osan peittävät Letonkorpi ja Jussinsuo, jotka on molemmat merkitty kartalla ojitetuiksi soiksi (Liite 1 & 3). Osavaluma-alueen kuormitusluvut ovat 44,03 kg P/km²/a, 507,93 kg N/km²/a ja 15,76 t C/km²/a. Väirilukujen keskiarvo 609 mg Pt/l ja korkeat orgaanisen hiilen määrät TOC-keskiarvolla 73,3 g/m³ kielivät vesinäytteiden runsaasta humusmäärästä.

Selityksenä korkeille ainemäärille ja erityisesti huhtikuun korkealle kokonaisfosforipitoisuudelle Letonkorvenojassa 0,11 µg/l, on todennäköisesti osavaluma-alueen soilla tehdyt metsätaloustoimenpiteet, kuten kunnostusojitus. Osansa korkeisiin kuormituslukuihin on varmasti myös kaltevasa rinteessä kulkevalla pääojalla, mikä on omiaan lisäämään uomaerosiota. Kiintoaineen kulkeutuminen voi Ahdin (1996) mukaan kunnostusojituksen myötä kasvaa jopa 4-5-kertaisiksi arvosta 3 g/m³, uomaerosion vaikutuksesta, mikäli kaivetut uomat ulottuvat eroosioherkkään kivennäismaahan asti. (Väisänen ym. 2001, 24 – 25.)



Kuva 9 Näytteenottopiste 16, Letonkorvenoja 26.4.11.

Pisteessä 18 (Kuva 10) Ruuttanajärvenojan patoutuminen, tien alitusrummun tukoksen vuoksi, esti luotettavan ainevirtaamatarkastelun tekemisen. Ruuttanajärvenojan huhtikuun näyte onkin otettu patoutuneesta altaasta, eivätkä sen pitoisuudet edusta Suomenjoaan päätyneitä ravinnepitoisuuksia. Touko-kesäkuun näytteenottohetkillä virtaus kulki tien ylitse. Ruuttanajärvi on pieni, pinta-alaltaan alle hehtaarin kokoinen, lähes umpeen kasvanut suojärvi.

Ruuttanajärven valumavesiä leimaa runsaan orgaanisen kokonaishiilen määrä keskiarvolla $71,6 \text{ g/m}^3$, korkea sähkönjohtavuus keskiarvolla $6,3 \text{ mS/m}$ ja korkea väriluku keskiarvolla 567 mg Pt/l . Toukokuun erityisen korkea nitraattipitoisuus $4300 \text{ } \mu\text{g/l}$ Ruuttanajärvenojan näytteessä on todennäköisesti seurausta runsaan orgaanisen aineen hajoamisesta ja liukoksen typen vapautumisesta Ruuttanajärvessä. Syyskuun näytteenotossa vastaavaa piikkiä ei havaittu ja typpi onkin todennäköisesti sitoutunut tehokkaasti biomassaan. Syyskuun näytteessä havaitun kokonaisfosforin korkean $110 \text{ } \mu\text{g/l}$ pitoisuuden syy jäi epäselväksi ja vaatisi tuekseen lisätutkimuksia.



Kuva 10 Näytepiste 18, Ruuttanajärvenoja 28.9.11.

5.3 Jätevesikyselyn tulokset

Kyselyyn vastasi postitse 33 kiinteistön omistajaa, sähköiseen versioon vastasi kaksi ja puhelimitse kiinteistön tilasta ilmoitti yksi henkilö. Yhteensä tämä tarkoittaa 36 vastausta, jotka edustavat 44 % kiinteistöjen kokonaismäärästä. Kiinteistöt jaettiin vastausten perusteella kolmeen ryhmään käyttötarkoituksensa perusteella. Kiinteistöjä, joilla ei ole asumiskäyttöä, oli neljä kappaletta, eli noin 11 % vastauksista. Vakituksia asuntoja oli yhdeksän kappaletta ja ne edustivat 25 % vastauksista. Vapaa-ajan asunnoiksi oli luokiteltu 23 kappaletta, joka vastaa noin 64 % osuutta vastauksista.

Kyselyyn vastanneiden vapaa-ajanasuntojen käyttäjämäärät vaihtelivat välillä 1 – 6 ja käyttökuukaudet vuodessa välillä 1 – 6. Keskimäärin loma-asuntoja käytti 2,8 henkilöä ja käyttökuukausia vuodessa tuli 3,1 kuukautta. Vakituksilla asunnoilla asukasmäärät vaihtelivat välillä 1 – 2, keskiarvon ollessa 1,4 asukasta. Vedenhankinta toteutettiin kaikilla yhdeksällä vakituisesti asutulla kiinteistöllä kaivon avulla. Loma-asunnoilla vedenlähteenä oli kaivo 16 kiinteistöllä ja pintavesi kannettuna tai pumpattuna seitsemällä kiinteistöllä. Lisäksi niilläkin kiinteistöillä, joilla oli oma kaivo, mainitaan erillisten saunojen yhteydessä käytettävän vesistöstä saatavaa pesuvettä, mikä lienee melko yleinen tapa jos kaivovettä ei johdeta kiinteistöön paineellisena.

Vakituista asunnoista kaikilla yhdeksällä oli vesikäymälä. Osalla vakituista talouksista oli lisäksi kuivakäymälä, jonka käyttö oli vähäistä. Vapaa-ajan asunnoista kuudella oli vesikäymälä ja kolmella lisäksi kuivakäymälä, jota ei juurikaan käytetty. Vapaa-ajan asunnoista 15 oli pääkäymäläratkaisuna kuivakäymälä, yhdellä oli käytössään riuku ja yhdellä ei ollut lainkaan käymälää kiinteistöllä.

Huomattavaa oli, että vesikäymälällä varustetuista vapaa-ajan asunnoista kolmella jätevedet johdettiin saostuskaivojen kautta maahan ja kolmella asunnolla umpisäiliöön. Vakituista asunnoista kolmella jätevedet käsiteltiin imeytyskentällä, kolmella taloudella oli umpisäiliö, johon wc-vedet johdettiin, sekä imeytyskenttä pesuvesille. Kahdella kiinteistöllä kaikki jätevedet johdettiin saostuskaivojen kautta maahan ja yhdellä kiinteistöllä umpisäiliöön.

Vakituiset ja vapaa-ajan asunnot on jaoteltu ryhmiin sen mukaan kuinka etäällä vesistöstä ne sijaitsevat (Taulukko 11). Kyselyn kiinteistöjen jakautumisesta havaitaan selkeästi keskittyminen veden ääreen. Suurin osa kiinteistöistä sijaitsee Palsanojan, Parlammin ja Suomenjoen rannoilla tai niiden välittömässä läheisyydessä. Noin 72 % kiinteistöistä sijaitsee alle 100 metrin etäisyydellä vesistöstä.

Lakson ja Viitasaaren (1990) Kauhajärven vesiensuojelusuunnitelman mukaiset kuormituksen vähenemäprosentit etäisyyden mukaan ovat alle sadan metrin etäisyydellä 30 %, 100 - 500 metrin etäisyydellä 50 % ja yli 500 metrin etäisyydellä 70 % (Malm 2005, 42). Kiinteistöistä 16 oli lisäksi erillinen sauna alle 40 metrin etäisyydellä vesistöstä. Näiden saunojen jätevedet käsiteltiin neljässä kiinteistössä yhdessä asuinrakennuksen jätevesien kanssa ja 12 tapauksessa jätevedet valutettiin suoraan maahan.

Taulukko 11 Asukaskyselyn kiinteistöjen käyttötarkoitus ja sijoittuminen vesistöön nähden.

Etäisyys vesistö-	Vakituinen asun-	Vapaa-ajan	Yhteensä	%
tä	to	asunto		
0 - 100 m	5	18	23	71,9
101 - 200 m	2	1	3	9,4
201 - 500 m	1	2	3	9,4
501 - 1000 m	0	1	1	3,1
yli 1000 m	1	1	2	6,3
Yhteensä	9	23	32	100

Jätevedenkäsittelyn tarve vesistön kannalta korostuu erityisesti kiinteistöillä, jotka sijaitsevat lähellä vesistöä. Vesikäymälän käyttö lisää voimakkaasti jäteveden pitoisuuksia ja yhdistettynä vesistön läheisyyteen ja puutteelliseen jätevedenkäsittelyyn aiheuttaa kuormitusta vesistöön. Kyselyyn vastanneista suurimmalla osalla oli käymäläratkaisuna kuivakäymälä, joka on tehokkaimpia tapoja täyttää jätevesiasetuksen määräykset. Puhdistus-tarpeeksi jää tällöin pesuvesien osalta vain orgaanisen aineen 67 % puhdistusvaatimus (Jätevesikuormituksen vähentäminen 2011).

Kyselyn perusteella, vesikäymälällä varustetuista kiinteistöistä, ainakin kolmella vapaa-ajan asunnolla ja kahdella vakituisella asunnolla oli käytössään puutteellinen jätevedenkäsittely, sillä saostuskaivojen puhdistusteho ei riitä täyttämään valtioneuvoston asetusta jätevesien käsittelystä viemäriverkoston ulkopuolella. (VNa 209/2011)

Alueella sijaitsevien kiinteistöjen jätevedenkäsittelyn voi odottaa tehostuvan lähitulevaisuudessa, kun uudet säädökset astuvat voimaan. Tällöin edellä mainitun kaltaiset puhdistusteholtaan riittämättömät jäteveden käsittelytavat, kuten pelkkä saostuskaivo-käsittely, tulee korvata nykyaikaisilla menetelmillä. Kunnan valvontaviranomaisen toiminta on tämän skenaarion kannalta erittäin suuressa roolissa. Valtioneuvoston asetuksen (2011) mukaan jätevedenkäsittelyn saattamiseen säädösten mukaiseksi on annettu aikaa viisi vuotta asetuksen voimaantulosta.

5.4 Kuormitusmallien ja havaittujen ainevirtaamien vertailu

Bilaletdinin laskentamallin sovellettavuus Suomenjoen alueen kuormituksen laskentaan nähtiin hyvänä, sillä alueen maankäyttö on osana Längelmäveden reittiä pitkälti yhtenevä. Valunnan vuosittainen vaihtelu edellyttäisi kuitenkin kaavan kalibrointia, jotta vuosittainen hydrologinen vaihtelu saataisiin huomioitua tuloksissa. Kuormitusmallia ei kalibroitu tätä työtä varten havaittujen valumien ja ainevirtaamien mukaan, kuten esimerkiksi Hauhon reitin kuormitus selvityksessä tehtiin. (Kaipainen ym. 2002, 17, 57–60.)

Bilaletdinin laskentamallin tuloksia ei kalibroinnin puutteen vuoksi voida pitää tarkkoina. Mallista saadaan kuitenkin alueen kokonaiskuormituksen arvioinnin kannalta arvokkaat likimääräiset vertailuarvot fosforin ja typen kuormituksen osalta. Bilaletdinin mallin tuloksena saatiin ominaiskuormitusluvuiksi Suomenjoen valuma-alueelle 7,6 kg P / km² a ja 179,2 kg N / km² a. Valuma-alueelta tuleva laskennallinen kokonaiskuormitus on siis 421,42 kg P / a ja 9936,64 kg N / a.

VEPS-kuormitusarvojen kohdalla tilanne on pitkälti samanlainen, sillä myöskään VEPS – tietoja ei ole suhteutettu todelliseen valumaan. VEPS-järjestelmän tietojen alkuperää ja laskentatapoja on käyty läpi luvussa 3.3.2 ja 4.3.2. Koska kuormitusarvoja ei ole verrattu kyseisellä valuma-alueella mitattuun todelliseen kuormitustietoon, järjestelmän laskemat kuormitusarvot edustavat pinta-alojen ja mallinnuksen perusteella aiempien vuosien hydrologisten olojen keskiarvojen pohjalta laskettua suuntaa-antavaa kuormitusta.

VEPS-järjestelmän avulla saatuja tuloksia voidaan pitää käyttökelpoisina ihmistoiminnan aiheuttaman kuormituksen kokonaistarkasteluun, mutta absoluuttisina kuormitusarvoina ne ovat epäluotettavia. (Tattari & Linjama 2004, 29.) VEPS-järjestelmän Nerosjärven valuma-alue tietojen pohjalta Suomenjoen valuma-alueen osuudelle sovitettujen kuormitustiedot on esitelty taulukossa 12.

Taulukko 12 Suomenjoen valuma-alueelle sovelletut VEPS - tiedot lähteittäin.

Lähde	kg fosforia/a	kg typpeä/a
Haja-asutus	17	73
Laskeuma	14	783
Luonnonhuuhtouma	276	8 053
Maatalous	128	2 824
Metsätalous	41	629
Yhteensä	476	12 362

Matemaattisen mallinnuksen ja mitattujen pitoisuuksien avulla saadut tulokset ja niiden keskiarvo on esitelty taulukossa 13. Mitattujen pitoisuuksien perusteella saadut kuormitusluvut ovat kaikilta osin mallinnettuja suurempia. Valkaman, Lahden ja Särkelän (2007a) mukaan ylivirtaama-aikoihin painotettuun näytteenottoon perustuva ravinnekuormituksen määrittäminen saattaa yliarvioida kuormitusta moninkertaisesti pienissä virtavesissä.

Yksittäisiin näytteenottoihin pohjautuva kuormituslaskelma antaa siis parhaimmillaan oikeansuuntaista tietoa kuormituksesta, mutta sen antamia aine-määriä ei voida pitää tarkkoina. Eri menetelmillä saatuihin kuormitusarvoihin liittyvien epävarmuustekijöiden vuoksi on saatujen arvojen pohjalta laskettu keskiarvo, jonka ajatellaan ilmentävän kuormituksen määrää tarkimmin.

Taulukko 13 Kuormitusmallein ja mittauksin saadut vuotuiset fosfori- ja typpikuormitukset, sekä niiden keskiarvo.

	kg P	kg N	kg P/km ²	kg N/km ²
Bilaletdin	421	9937	7,6	179,2
VEPS	476	12 362	8,6	222,9
Mitattu	523	19976	9,4	360,3
Keskiarvo	473	14092	8,5	254,1

Suomenjoen valuma-alueen kuormitusluvut ovat siis 8,5 kg P/km²/a ja 254,1 kg N/km²/a. Kuormituslukujen suuruutta voidaan tulkita Vuoren ym. (2009, 87) viitteellisen viisiportaisen luokituksen mukaan. Fosforin kuormituksessa luonnehditaan tällöin olevan vähäistä ihmistoiminnan vaikutusta. Typen kuormitusarvoissa on luokituksen mukaan havaittavissa suurehkoa ihmistoiminnan vaikutusta.

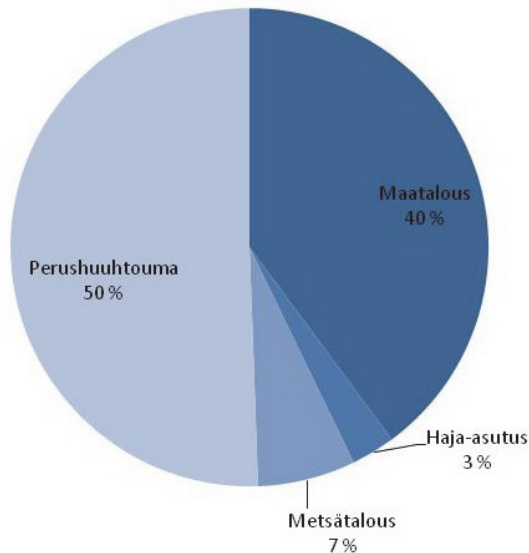
Tulokset ovat, typen suurta havaittua määrää lukuun ottamatta, linjassa Suomenjoen valtakunnallisen pintavesien luokituksen kanssa, jonka mukaan Suomenjoen nyky- ja tavoitetila luokassa hyvä, on nykykäytännön mukaisilla toimenpiteillä turvattu. Typen korkeiden kuormitusarvojen todennäköinen syy on yhtäläinen osiossa 5.2.1 osavaluma-alue tarkastelun yhteydessä havaittujen korkeiden typpikuormitusarvojen kanssa. Typpi-kuormituksen lähteen todentaminen vaatii ajallisesti kattavampia lisätutkimuksia typen eri esiintymismuotojen suhteen.

5.4.1 Kuormituksen jakautuminen lähteittäin

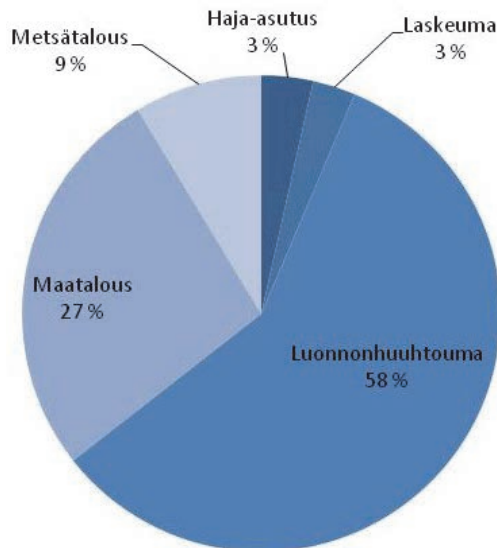
Vertailtaessa kuormituksen jakautumista lähteisiin eri kuormitusmallien pohjalta (Taulukko 14) on huomioitava kuormitusmalleihin sisältyvä erilainen kuormitusjaottelu. VEPS -mallissa on eritelty luonnonhuuhtouma ja laskeuma erillisiksi tekijöiksi, kun taas Bilaletdinin -mallissa ne on huomioitu yhdistettynä perushuuhtouman käsitteenä. Tarkemmin kuormitusmallien eroavaisuuksia on tarkasteltu osiossa 3.3. Kuormitusmallien antamassa kuormitusjakaumassa on fosforikuormituksessa eroja (Kuvio 6 & Kuvio 7), mutta typen osalta se on pitkälti samanlainen (Kuvio 8 & Kuvio 9).

Taulukko 14 Kuormitusmalleihin pohjautuvat ominaiskuormitusluvut lähteittäin.

Lähde	Bilaletdinin -malli		VEPS -malli	
	kg P/km ² /a	kg N/km ² /a	kg P/km ² /a	kg N/km ² /a
Haja-asutus	0,23	1,15	0,30	1,32
Perushuuhtouma	3,85	126,27		
Laskeuma			0,25	14,11
Luonnonhuuhtouma			4,98	145,22
Maatalous	3,03	42,96	2,31	50,93
Metsätalous	0,50	8,85	0,74	11,35
Yhteensä	7,61	179,24	8,58	222,93



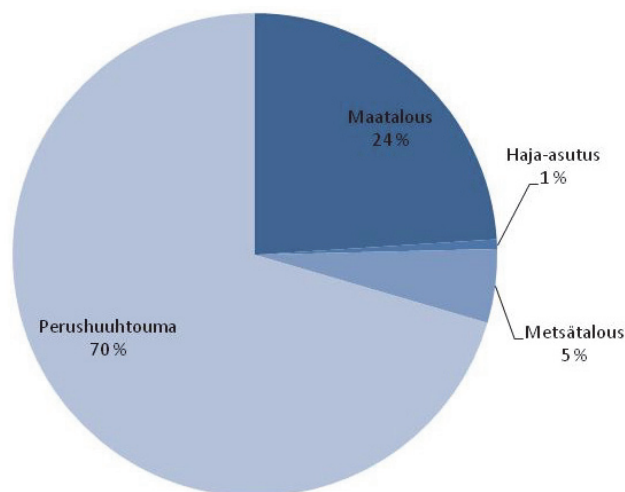
Kuvio 6 Fosforikuormituksen jakautuminen Bilaletdin-mallin mukaan.



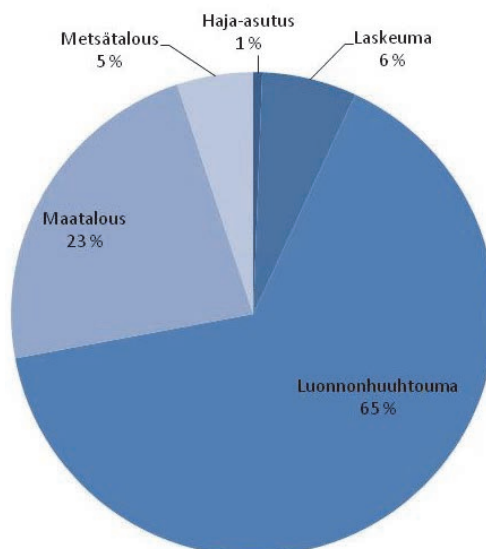
Kuvio 7 Fosforikuormituksen jakautuminen VEPS-mallin mukaan.

Bilaledtin-mallissa perushuuhtouman osuus (50 %) on huomattavasti pienempi kuin VEPS-mallista laskettu perushuuhtouman osuus (61 %). Luonnonhuuhtouman ja laskeuman konkreettisissa fosforimäärissä on kaavojen välillä huomattava ero, joka aiheuttaa myös Bilaledtin-mallissa maatalouden osuuden paisumisen 40 % fosforin kokonaiskuormituksesta huomattavasti VEPS-mallin 27 % suuremmaksi.

Syy Bilaledtin-mallin alhaiseen perushuuhtouman määrään on mallissa esiintyvä pinta-alatekijä A, joka alentaa kuormituslukua noin neljänneksen. Ilman pinta-alatekijää tarkasteltuna perushuuhtouman arvoksi mallin pohjalta saataisiin 5,3 kg P/km², mikä vastaa varsin hyvin VEPS-mallin arvoa. Bilaledtin mallin voidaan siis sanoa tässä tapauksessa aliarvioivan fosforikuormituksen suuruutta.



Kuvio 8 Typpikuormituksen jakautuminen Bilaledtin-mallin mukaan.



Kuvio 9 Typpikuormituksen jakautuminen VEPS-mallin mukaan.

6 TOIMENPIDESUOSITUKSET

Suomenjokea on tärkeää tarkastella osana Suomenjoki-Porraskoski - jokiosuutta. Porraskosken pato asettaa jokiosuudelle eliöstölle nousu-esteen, joka estää niin kalaston, kuin pieneliöstönkin vaelluksen. Valtakunnallisen pintavesien jaottelun mukaan jokiosuus on luokiteltu, fysikaalis-kemiallisten muuttujien pohjalta, tilaltaan hyväksi. Jokiosuuden tavoitetilaksi on asetettu niin ikään hyvä ekologinen tila.

Suomenjoen ravinnekuormituksen todetaan luvussa 5.4 olevan ihmistoiminnan vaikutuksesta fosforin osalta lievästi koholla ja typen osalta merkittävästi koholla. Suomenjoki todettiin kuitenkin typpi-fosforisuhteen tarkastelussa selkeästi fosforirajoitteiseksi, jolloin joen tuotannon ja rehevöitymisen kannalta veden korkea typpipitoisuus ei aiheuta välitöntä haittavaikutusta.

Toimenpiteet typpikuormituksen alentamiseksi ovat kuitenkin perusteltuja, sillä nykyisellään äkillinen suuri fosforikuormitus vesistöön johtaisi suoraan vesistön merkittävään laadulliseen heikkenemiseen. Suomenjoen tilaluokitteluun pohjautuen on myös johdonmukaista, että tilaltaan hyvän joen typpikuormitus tulisi myös olla tasolla hyvä, kun se nyt on tyydyttävän rajoilla.

Typpikuormituksen alentamiseen tähtäävät toimenpiteet tulisi kohdistaa kuormituslähdejaottelussa havaittuihin toimijoihin, joista maa- ja metsätalous ovat merkittävimmät. Fosforikuormitukseen tulee tulevaisuudessakin kiinnittää huomiota ja sen määrää alentaa maa- ja metsätalouden vesien-suojelullisilla toimenpiteillä.

Toimenpiteiden kohdentamisessa voidaan hyödyntää myös osavaluma-alue tarkastelussa havaittuja korkean kuormituksen oja. Lisäksi tulisi huomioida myös Suomenjokeen rajautuvien peltojen ja ojitettujen metsäalueiden merkitys, joka jäi tässä työssä vähäiselle huomiolle. Maatalouden

toimijoiden kanssa yhteistyössä tulisi selvittää mahdollisuuksia toteuttaa maatalouden vesiensuojelutoimenpiteitä valuma-alueen tiloilla.

Mahdollisia toimenpiteitä ovat suojakaistat, kosteikot, pintavalutus kentät, lannoituksen säätäminen ja säätösalaajitus, jotka kaikki tähtäävät pintavalutusta tulevan ravinnekuormituksen ehkäisyyn. Metsätalouden puolella mahdollisia toimenpiteitä ovat kunnostusojitukseen liittyvät kaivutekniset vesiensuojelutoimenpiteet, kuten ojien kaivukatkot ja laajemmat pintavalutus kentät sekä luonnontilaiset suopuskurit, joiden avulla ojituksen ja hakkuista aiheutuvaa kiintoaine- ja ravinnekuormitusta voidaan tehokkaasti vähentää.

Suomenjoki-Porraskoski -jokiosuudesta on tehty vuonna 1997 Hämeen ympäristökeskuksen toimesta kalataloudellisten kunnostusmahdollisuuksien arviointi. (Räsänen, haastattelu 25.2.11.) Arvioinnissa todetaan jokiosuuden kunnostusmahdollisuudet virtakatuisten kalojen lisääntymis- ja elinolosuhteiden parantamiseksi erittäin hyväksi. Suomenjoen kehittämisen tulisi olla tavoitekuvalähtöistä ja tähdätä Suomenjoen palauttamiseen alkuperäiseksi oletettuun luonnontilaan.

Uittoa varten perattujen koskien kunnostaminen kalataloudellisen kunnostuksen kehityksessä on askel kohti tätä tavoitekuva ja sen toteuttaminen tulisi nostaa uudelleen esille. Kalataloudellisen kunnostuksen toteuttaminen Suomenjoella on myös tämän työn tulosten perusteella suositeltava toimenpide. Kalataloudellisen kunnostuksen yhteydessä huomiota tulisi kiinnittää erityisesti alueen virtaamaolojen kunnostamiseen lähemmäs luonnollista tilaa. Virtaamaolojen kunnostuksen kautta vesimassojen pidättäytymisen ja hitaamman purkautumisen myötä, saataisiin tehokkaasti hillittyä kiintoainehuuhtoumaan ja ravinnekuormitusta.

Virtaamaolojen ennallistamisen ja ravinteiden pidättymisen tehostamisen toimenpidekohteiksi voidaan suositella luvussa 5.2.1 esille tulleiden osavaluma-alueiden purkuja. Toimenpiteitä varten tulee nämä osavaluma-alueet kuitenkin kartoittaa maastokäynnein, ja valumavesien laatua ja määrää tulee tarkkailla tiheimmällä aikavälillä luotettavamman kuvan saamiseksi. Lisätarkkailuun ja toimenpiteisiin on tarvetta erityisesti pisteissä 9 (Tervaoja 2), 11 (Isoniitunoja) ja 16 (Letonkorvenoja).

Yläpuolisen vesistön erinomainen tila ja tieto Suomenjoen historiasta virtakatuisten kalojen lisääntymispaikkana herättävät kysymyksen: miksi Suomenjoki on pintavesien luokittelun mukaan tavoiteluokituksestaan vain tasoa hyvä, kun sen potentiaali riittäisi helposti luokkaan erinomainen?

Suomenjoen tilan parantamiseen tähtäävän toiminnan lähtökohdaksi tulisikin ottaa Suomenjoen kunnostaminen lähes luonnontilaisen kaltaiseksi. Uoman hydrologis-morfologisesta muuttuneisuudesta ja ravinnekuormituksesta huolimatta, joen lähes luonnollisena säilynyt koski-suvantovuurottelu tarjoaa tähän hienot mahdollisuudet.

Tähän päämäärään tähtäävä toiminta tulisi pyrkiä muotoilemaan projektimuotoiseksi yhteistyöhankkeeksi. Ensimmäinen askel tämänkaltaiselle hankkeelle olisi alueellisten ympäristöviranomaisten ja muiden alueellis-

ten toimijoiden kiinnostuksen, ja mahdollisten rahoituslähteiden selvittäminen.

Virtaamamittausten ja -tarkastelun perusteella, Suomenjoen virtaamasta on vuotuisella tasolla lähtöisin Vesijaosta karkeasti kaksi kolmasosaa. Palsanojan ja Suomenojan vedenlaadun tarkastelu osoittaa vedenlaadun selkeän heikkenemisen jokiosuudella. Osa vedenlaadun muutoksesta on epäilemättä luonteeltaan luonnollista ja jokijaksolle tyypillistä muutosta.

Suuri osa tästä vedenlaadun muutoksesta on kuitenkin seurausta valuma-alueella tapahtuvasta, ihmistoiminnasta aiheutuvasta kuormituksesta. Tämän kuormituksen leikkaaminen hyödyttää paitsi Suomenjokea myös vesistöaluetta kokonaisuutena, sillä alentunut kiintoaine- ja ravinnevirtaama tarkoittaa välillisesti alentunutta kuormitusta Nerosjärveen ja ennaltaehkäisee sen tilan heikkenemistä.

LÄHTEET

- Bilaledin, Ä., Frisk, T., Koskinen, K. & Wirola, H. 1992. Längelmäveden reitin vesiensuojelututkimus. Helsinki: Vesi- ja ympäristöhallitus.
- Eerola, R. 2004. Porraskoski-Järventausta -menneisyyttä sanoin ja kuvin. Padasjoki: Kyläseuran perinnetoimikunta.
- Ekholm, M. 1993. Suomen vesistöalueet. Helsinki: Painatuskeskus Oy.
- Finér, L., Mattson, T., Joensuu, S., Koivusalo, H., Laurén, A., Makkonen, T., Nieminen, M., Tattari, S., Ahti, E., Kortelainen, P., Koskiahho, J., Leinonen, A., Nevalainen, R., Piirainen, S., Saarelainen, J., Sarkkola, S. & Vuollekoski, M. 2010. Metsäisten valuma-alueiden vesistökuormituksen laskenta. Helsinki: Suomen ympäristökeskus.
- Franti, T. 2009. Eroosio ja kiinto-aineen kulkeutuminen. Teoksessa Paasonen-Kivekäs, M., Peltomaa, R., Vakkilainen, P. & Äijö, H. (toim.) Maan vesi- ja ravinnetalous. Helsinki: Salaojayhdistys ry, 153 – 166.
- Horppila, P. 5.10.2011. VS: Nerosjärven VEPS-tiedot. Vastaanottaja Ville Tanskanen. [Sähköpostiviesti]. Viitattu 6.10.2011.
- Hartikainen, H. 2009. Fosfori. Teoksessa Paasonen-Kivekäs, M., Peltomaa, R., Vakkilainen, P. & Äijö, H. (toim.) Maan vesi- ja ravinnetalous. Helsinki: Salaojayhdistys ry, 166 – 174.
- Hämeen läänin maaherra. Päätös n:o 4650, Suomenjoen perkaus. 1931. Hämeenlinna: Hämeenlinnan lääninkanslia.
- Iloa, R. 9.11.2011. Re: Suomenjoen näyteanalyseistä. Vastaanottaja Ville Tanskanen. [Sähköpostiviesti]. Viitattu 23.11.2011.
- Jätevesikuormituksen vähentäminen. 2011. Suomen ympäristökeskus. Viitattu 27.10.2011. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=18746&lan=fi>
- Kaipainen, H., Bilaledin, Ä., Perttula, H., Heino, H., Mäkelä, H. & Viitanieniemi, S. 2002. Hauhon reitin kuormitus selvitys. Tampere: Pirkanmaan ympäristökeskus.
- Kenttämies, K. 2006. Metsätalouden fosfori- ja typpikuormituksen määrittäminen. Teoksessa Kenttämies, K. & Mattsson, T. (toim.) Metsätalouden vesistökuormitus, MESUVE- projektin loppuraportti. Helsinki: Suomen ympäristökeskus, 9 – 28.
- Korhonen, J. 2007. Suomen vesistöjen virtaaman ja vedenkorkeuden vaihtelut. Helsinki: Suomen ympäristökeskus.

Arvola, L., Huitu, H., Arola, H., Thessler, S. & Huttula, T. 2011. Ympäristön reaaliaikaisten mittausten menetelmien haasteet ja mahdollisuudet. Teoksessa Kostia, S. (toim.) Uudet ympäristömittausmenetelmät. Tampere: Lahden ammattikorkeakoulu. 17 – 31.

Kujala-Räty, K. & Santala, E. 2001 Haja-asutuksen jätevesien käsittelyn tehostaminen. Helsinki: Suomen ympäristökeskus.
Lintuvedet. 2011. Pirkanmaan ELY-keskus. Viitattu 3.11.2011.
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=168415&lan=fi>

Malm, V. 2005. Ravinnepitoisuuksien vaihtelu ja puhdistetun jäteveden leviäminen kesälahdessa. Oulun yliopisto. Prosessi- ja ympäristötekniikan osasto. Diplomityö.

OIVA - ympäristö- ja paikkatietopalvelu. Valtion ympäristöhallinnon vi-
rastot. Viitattu 8.9.2011, 21.10.2011 & 31.10.2011. www.ymparisto.fi

Oravainen, R. 1999. Opasvihkonen vesistötulosten tulkitsemiseksi ha-
vaintoesimerkein varustettuna. Viitattu 3.11.2011.
<http://www.kvvy.fi/opasvihkonen.pdf>

Paasonen-Kivekäs, M. 2009. Typpi. Teoksessa Paasonen-Kivekäs, M.,
Peltomaa, R., Vakkilainen, P. & Äijö, H. (toim.) Maan vesi- ja ravinneta-
lous. Helsinki: Salaojayhdistys ry, 175 – 188.

Pietiläinen, O. & Räike, A. 1999. Typpi ja fosfori Suomen sisävesien mi-
nimiravinteina. Helsinki: Suomen ympäristökeskus.

Pintavesien ekologinen ja kemiallinen tila. 2010. Suomen ympäristökes-
kus. Viitattu 1.11.2011.
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=318165&lan=fi&clan=fi>

Penttinen, K. & Niinimäki, J. 2010. Vesiensuojelun perusteet ja vesistöjen
kunnostus. Helsinki: Opetushallitus.

Salonen, S., Frisk, T., Kärmeniemi, T., Niemi, J., Pitkänen, H., Silvo, K.
& Vuoristo, H. 1992. Fosfori ja typpi vesien rehevöittäjinä – vaikutusten
arviointi. Helsinki: Vesi- ja ympäristöhallitus.

Spectro::lyser. 2011. Tuote-esite. Viitattu 6.10.11.
http://www.s-can.at/medialibrary/datasheets/spectrolyser_dw_eng.pdf

Tattari, S. & Linjama, J. 2004. Vesistöalueen kuormituksen arviointi. Ve-
sitalous 45, 3, 26 – 30.

Valkama, P., Lahti, K. & Särkelä, A. 2007a. Fosforikuormituksen arviointi
pelto-ojan valuma-alueelta ylivirtaama-aikoina. Vesitalous 48, 5, 30 – 34.

Valkama, P., Lahti, K. & Särkelä, A. 2007b. Automaattinen veden laadun
seuranta Lepsämänjoella. Terra 119, 3 – 4, 195 – 206.

Valkama, P., Lahti, K. & Särkelä, A. 2008. Fosfori- ja typpikuormituksen muodostuminen Lepsämänjoessa kevät- ja syystulvatilanteessa. *Vesitalous* 49, 5, 26 – 30.

Vesistökuormituksen arviointi- ja hallintajärjestelmä VEPS. 2006. Suomen ympäristökeskus. Viitattu 7.10.2011.
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=185329&lan=FI>

Vesistöjen ravinnekuormitus ja luonnon huuhtouma. 2010. Suomen ympäristökeskus. Viitattu 11.10.2011.
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=29826&lan=fi>

Vesitutkimusmenetelmät. Jyväskylän yliopisto. Viitattu 30.11.2011.
<http://www.jyu.fi/bio/hyb/menetelm.html>

Vilpas, R., Kujala-Räty, K., Laaksonen, T. & Santala, E. 2005. Haja-asutuksen ravinnekuormituksen vähentäminen – Ravinnesampo, Osa 1: Asumisjätevesien käsittely. Vammala: Suomen ympäristökeskus.

VNa, Valtioneuvoston asetus jätevesien käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla nro 209/2011. 10.3.2011.

Vuori, K., Mitikka, S. & Vuoristo (toim.), H. 2009. Pintavesien ekologisen tilan luokittelu. Helsinki: Suomen ympäristökeskus.

Väisänen, V., Lakso, E., Visuri, M., Hellsten, S. & Väisänen, T. 2001. Metsätalous ja vesistöjen kunnostaminen. Oulu: Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus.

Yli-Halla, M. 2009. Kasviravinteet. Teoksessa Peltonen, J. & Harmoinen, T. (toim.) Ravinteet kasvintuotannossa. Keuruu: ProAgria Keskusten Liitto, 6 – 22.

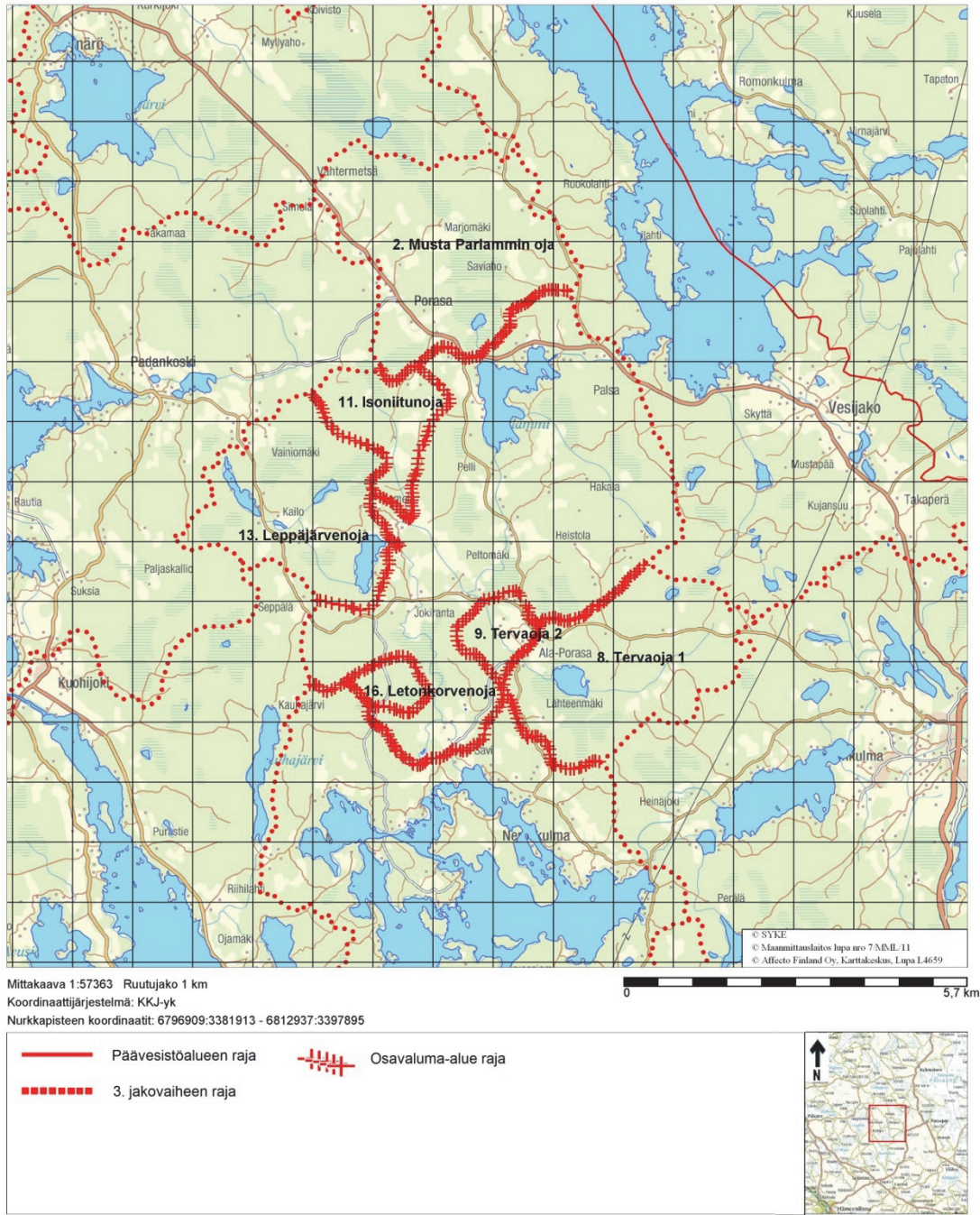
Yleinen käyttökelpoisuusluokitus. 2009. Suomen ympäristökeskus. Viitattu 2.11.2011. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=7603&lan=fi>

Haastattelut

Järvinen, M. 2011. Maaseutusihteerin haastattelu. Padasjoen kunta. Haastattelu 24.10.2011.

Räsänen, V. 2011. Puheenjohtajan haastattelu. Kuohi-Nerosjärven suojeluyhdistys. Haastattelu 25.2.2011.

Virtanen, M. 2011. Ympäristösihteerin haastattelu. Padasjoen kunta. Haastattelu 31.5.2011.



LÄHDE: OIVA ympäristö- ja paikkatietopalvelu, 21.10.11



2.8.2011

Tiedotekirje

Hyvä Suomenjoen valuma-alueen kiinteistönomistaja

Suomenjoen valuma-alue muodostaa pääosan sen eteläpuolella sijaitsevan Nerosjärven valuma-alueesta. Suomenjoen tilasta on kerätty havaintotietoa useiden vuosien ajan sekä vapaa-ehtoisten, että ympäristökeskuksen toimesta. Nyt on käynnissä laajempi selvitys Suomenjoen ravinnekuormituksesta ja sen lähteistä. Työ toteutetaan Hämeen ammattikorkeakoulun opinnäytetyönä ja työn toimeksiantaja on Kuohi-Nerosjärven suojeluyhdistys.

Työn tarkoituksena on antaa tietoa Suomenjoen tilasta, sekä mahdollisia toimenpide-ehdotuksia valuma-alueen ravinnekuormituksen pienentämiseen ja joen tilan parantamiseen. Osana tätä selvitystä kartoitetaan valuma-alueelta tulevaa, asumisesta peräisin olevaa hajakuormitusta käsissänne olevalla kyselyllä. Kysely toteutetaan yhteistyössä Padasjoen kunnan ympäristöviranomaisen kanssa. Kysely on lähetetty Suomenjoen lähivaluma-alueen kiinteistönomistajille kiinteistöjen rekisteritietojen perusteella.

Lisätietoja kyselystä ja selvityksestä antaa mielellään opinnäytetyön tekijä Ville Tanskanen. Pyydämme teitä täydentämään oheisen kyselyn ja palauttamaan sen 2.9.2011 mennessä palautuskuoressa tai vaihtoehtoisesti täydentämään kyselyn sähköisessä muodossa kunnan verkkosivuilla www.padasjoki.fi ajankohtaista osion alla 2.9.2011 mennessä.

Kiitos vaivanäöstänne ja arvokkaasta osallistumisestanne Suomenjoen ja Nerosjärven suojeluun!

Ville Tanskanen
HAMK, ympäristöteknologia
p. 0400 411 018
ville.j.tanskanen@student.hamk.fi

Liitteet: Suomenjoen valuma-alueen asukaskysely

1. YLEISTÄ

Kiinteistön tiedot:

Omistaja: _____

Osoite: _____

Puhelinnumero: _____

Kiinteistön nimi: _____

Kiinteistö- ja määräalatunnus: _____

Onko kiinteistösi käyttötarkoituksessa tai vesihuoltoratkaisuissa tehty muutoksia viimeisen viiden vuoden aikana? ei kyllä jos kyllä, niin minkälaisia? _____

Tilan/tontin käyttötarkoitus: vakituinen asunto, asukkaiden määrä: _____ loma-asunto, käyttäjien määrä: _____

käyttökuukausia vuodessa: _____

 muussa käytössä, käyttäjien määrä: _____

käyttökuukausia vuodessa: _____

missä? _____

Vesihuolto: kunnan vesijohto oma kaivo

veden laatu, jos tutkittu: _____

tutkittu vuonna: _____

 vesi joesta/järvestä pumpulla kantaen muu

mikä? _____

Rakennukset ja niiden etäisyys lähimmästä vesistöstä:Lähin vesistö: Suomenjoki Parlammi Palsanoja muu: _____

asuinrakennus _____ metriä
 yhteydessä sauna
 yhteydessä käymälä

erillinen sauna _____ metriä
 yhteydessä käymälä

erillinen käymälä _____ metriä

2. KIINTEISTÖN JÄTEVEDENKÄSITTELY (valitse tarvittaessa useampi vaihtoehto)**Kiinteistöllä on käytössä seuraavanlainen järjestelmä:**

1. tiivis tyhjennettävä umpisäiliö
 2. sakokaivot
 3. maasuodattamo
 4. maameyttämö
 5. pienpuhdistamo
 6. muunlainen käsittely: _____

- kiinteistöllä ei ole jätevedenkäsittelyä

Järjestelmä on rakennettu vuonna _____

Järjestelmän tarkempi kuvaus:

- 1. tiivis tyhjennettävä umpisäiliö**
säiliöiden lukumäärä: _____ kpl
säiliöiden materiaalit: _____
säiliöiden tilavuudet: _____
etäisyys vesistöstä: _____ metriä
tyhjennuskerrat/vuosi _____
pidetäänkö tyhjennyskerroista kirjaa? kyllä ei
onko säiliön vesitiiviyttä ja käyttökelpoisuutta tarkistettu?
 kyllä ei, milloin? _____

2. sakokaivot

sakokaivojen lukumäärä: _____ kpl

sakokaivojen tilavuudet: _____

etäisyys vesistöstä: _____ metriä

tyhjennyskerrat/vuosi _____

mihin jätevedet purkautuvat sakokaivoista?

pidetäänkö tyhjennyskerroista kirjaa? kyllä ei

onko sakokaivojen rakennetta ja kuntoa tarkistettu?

 kyllä ei, milloin _____**3. maasuodattamo**

etäisyys vesistöstä _____ m

mihin jätevedet purkautuvat maasuodattamosta?

onko imeytysputkistoa puhdistettu? jos niin milloin? _____

käytetäänkö suodattamon yhteydessä fosforia sitovaa kemikaalia?

 kyllä ei jos kyllä, niin kuinka paljon _____**4. maaimeyttämö**

etäisyys vesistöstä _____ m

imeytyspaikan luonnollinen maaperä: savi, hiekka, moreeni

imeyttämön rakennetut maa-aineskerrokset ja niiden paksuus:

5. pienpuhdistamo

asennettu vuonna _____

etäisyys rannasta _____

valmistaja ja malli: _____

onko puhdistamon todettu toimivan valmistajan ilmoittamalla tavalla?

 kyllä ei**6. muunlainen käsittely / mietteitä järjestelmästä:**

3. KIINTEISTÖLLÄ SYNTYVÄT JÄTEVEDET**Asuinrakennuksen jätevedet (valitse paikkansa pitävät vaihtoehdot):**Asuinrakennuksen *WC-vedet*:

- käsitellään edellä mainitussa järjestelmässä numero 1□, 2□, 3□, 4□, 5□, 6□
 käsitellään pesuvesistä erillään
 imeytetään suoraan maahan
 johdetaan suoraan vesistöön

Asuinrakennuksen *pesuvedet*:

- käsitellään edellä mainitussa järjestelmässä numero 1□, 2□, 3□, 4□, 5□, 6□
 käsitellään WC-vesistä erillään
 imeytetään suoraan maahan
 johdetaan suoraan vesistöön

- Asuinrakennuksessa ei synny jätevesiä

Erillisen saunan jätevedet:Erillisen saunan *WC-vedet*:

- käsitellään edellä mainitussa järjestelmässä numero 1□, 2□, 3□, 4□, 5□, 6□
 käsitellään pesuvesistä erillään
 imeytetään suoraan maahan
 johdetaan suoraan vesistöön

Erillisen saunan *pesuvedet*:

- käsitellään edellä mainitussa järjestelmässä numero 1□, 2□, 3□, 4□, 5□, 6□
 käsitellään WC-vesistä erillään
 imeytetään suoraan maahan
 johdetaan suoraan vesistöön

Onko teillä ongelmia jätevesienne suhteen?

- ei kyllä, minkälaisia? _____

Aiheuttavatko muiden jätevedet teille ongelmia?

- ei kyllä, minkälaisia? _____

Oletteko aikoneet muuttaa jätevesienne käsittelyä lähitulevaisuudessa?

SUOMENJOEN VALUMA-ALUEEN ASUKASKYSELY

Sivu 5 / 6

ei kyllä jos kyllä, niin millä lailla? _____

4. KIINTEISTÖN KÄYMÄLÄT

Käymälätyyppi:

Käymälän etäisyys vesistöä:

- | | |
|--|--------|
| <input type="checkbox"/> vesikäymälä | _____m |
| <input type="checkbox"/> tiivisaltainen kuivakäymälä | _____m |
| <input type="checkbox"/> erotteleva kuivakäymälä | _____m |
| <input type="checkbox"/> tehdasvalmisteinen kuivakäymälä | _____m |
| <input type="checkbox"/> kemiallinen käymälä | _____m |
| <input type="checkbox"/> muu käymäläratkaisu | _____m |
| minkälainen? _____ | |

Käymälän huolto:

Käymälä tyhjenetään _____ kertaa vuodessa.

Käymäläjäte sijoitetaan:

- | | |
|---|--------|
| <input type="checkbox"/> kompostiin, etäisyys vesistöä: | _____m |
| <input type="checkbox"/> omalle pellolle, etäisyys vesistöä: | _____m |
| <input type="checkbox"/> haudataan maahan, etäisyys vesistöä: | _____m |
| <input type="checkbox"/> jätevedenpuhdistamolle | |
| <input type="checkbox"/> muualle, mihin? _____ | |

SUOMENJOEN VALUMA-ALUEEN ASUKASKYSELY

Sivu 6 / 6

Piirtäkää alle tonttianne kuvaava piirustus, josta selviää:

1. asuinrakennuksen
2. saunan
3. käymälän
4. kaivojen
5. jätevedenkäsittelyjärjestelmän

etäisyys lähimmästä vesistöstä, sekä niiden etäisyys toisistaan.

_____ ,
paikka

_____ .2011
aika

_____ ja

_____ nimenselvitys

Kiitos yhteistyöstä!



Mittakaava 1:30000 Ruutujako 1 km
 Koordinaattijärjestelmä: KKJ-yk
 Nurkkapisteiden koordinaatit: 6799543:3386123 - 6807925:3394481



- 3. jakovaiheen raja
- + Näytteentottopiste

LÄHDE: OIVA - ympäristö- ja paikkatietopalvelu, 20.10.2011

NÄYTTEET 26.4.11				
	tot N µg/l	tot P µg/l	TOC mgC/l	
1	Palsanoja	310	7	6,5
2	Musta Parlamminoja	1128	29	23,4
3	Suomenjoki 1	792	15	14,3
4	Korvenniittynoja 1	1326	43	17,0
5	Korvenniittynoja 2	1851	48	25,3
6	Peltomäenoja	859	22	24,8
7	Suomenjoki 2	821	18	14,5
8	Tervaaja 1	1037	22	30,0
9	Tervaaja 2	1207	28	30,7
10	Suomenjoki 3	1002	23	21,9
11	Isonitunoja	1076	58	20,4
12	Suomenjoki 4	912	21	17,5
13	Leppäjärvenoja	989	18	22,6
14	Suomenjoki 5	951	22	18,4
15	Lehtimäenoja	2613	55	27,0
16	Letonkorvenoja	1206	112	35,0
17	Suomenjoki 6	966	29	19,9
18	Ruuttanajärvenoja	1010	35	23,9
19	Suomenjoki 7	939	23	18,5
20	Töllisen oja	871	24	18,9

NÄYTTEET 16.5.11												
Näyte	Turb. * (FTU eq)	NO ₃ * (mg/l)	TOC * (mg/l)	DOC * (mg/l)	pH	alkaliniteetti mmol/l	sähkönjohtokyky µS/cm/25°C	värituku (420nm, vrt. platinaliuokseen)				
1	0,08	0,30	9,72	8,30	6,79	0,113	42,0	43				
2	20,48	1,40	43,82	32,02	5,92	0,080	55,2	239				
3	2,30	0,60	17,68	14,46	6,55	0,091	42,6	89				
4												
5A	14,78	1,76	47,10	34,94	6,11	0,120	48,9	311				
5B	1,66	0,60	18,06	14,86	6,54	0,094	43,0	91				
6	2,54	1,60	43,34	35,80	5,83	0,072	45,7	256				
7	2,30	0,60	18,22	14,88	6,54	0,093	43,6	95				
8	4,88	2,24	54,18	44,10	5,73	0,092	45,2	352				
9	6,08	2,20	53,92	43,58	5,85	0,102	46,7	356				
10	3,80	0,98	26,26	21,32	6,41	0,098	44,4	157				
11	26,90	1,18	45,96	31,08	6,4	0,116	46,0	242				
12	3,52	0,78	22,16	17,86	6,4	0,100	44,6	128				
13	2,98	1,70	39,22	32,32	6,29	0,169	62,0	244				
14	3,83	0,80	23,48	18,82	6,42	0,106	46,6	136				
15	3,78	2,40	58,68	48,50								
16	5,30	3,56	76,98	63,16	5,25	0,050	41,8	493				
17	5,23	0,90	25,68	20,46	6,36	0,105	46,4	150				
18	8,22	4,30	96,84	78,94	5,99	0,278	62,8	593				
19	5,70	0,90	26,34	20,82	6,37	0,109	42,8	149				
20	4,18	1,28	34,64	28,20	5,99	0,097	53,3	212				

* tutkittu s:can spektrometrillä

NÄYTTEET 7.6.11	Turb. *	NO ₃ *	TOC *	DOC *	pH	alkaliniteetti	sähkönjohtokyky	Väriuku (420nm, vrt. platinalluokseen)
Näyte	(FTU eq)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)		mmol/l	µS/cm/25°C	
1	0,98	0,24	9,70	8,18	6,93	0,114	43,82	40
2	6,26	1,18	34,54	27,00	6,19	0,107	56,75	228
3	2,48	0,38	14,10	11,46	6,66	0,099	43,48	67
4								
5A								
5B								
6A	17,13	0,40	20,52	13,53	6,44	0,108	45,22	93
6B	4,12	1,30	36,78	29,78	6,29	0,219	52,10	210
7	2,97	0,40	14,38	11,50	6,61	0,104	43,76	71
8								
9								
10	3,53	0,40	14,50	11,58	6,62	0,101	44,03	72
11	13,23	0,90	35,00	25,36	6,91	0,334	60,34	206
12	4,54	0,36	14,54	11,24	6,61	0,110	44,38	81
13	9,37	2,20	56,64	43,64	6,37	0,345	73,66	378
14	4,82	0,40	15,42	11,96	6,55	0,110	44,96	75
15								
16	7,14	2,78	66,50	53,12	5,56	0,068	37,08	455
17	6,36	0,40	16,52	12,52	6,53	0,115	45,65	81
18								
19	5,48	0,32	14,94	11,22	6,58	0,116	45,82	82
20								

* tutkittu s:can spektrometrillä

NÄYTTEET 28.9.11													
	Sameus	NO ₂ +NO ₃	TOC	pH	alkaliniteetti	sähkönjohtokyky	väriluku (420nm,	NH ₄	tot N	tot P			
	FNU/NTU	Hg/l	mgC/l		mmol/l	µS/cm/25°C	virt. platinaluokse	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
1	0,8	14	6,6	6,73	0,114	43,5	32	5	280	9			
2	7,7	437	38,7	5,50	0,079	77,6	442	ei	147,6	41			
3	2,0	23	10,2	6,62	0,118	45,6	81	8	438	14			
4													
5A													
5B	8,2	1137	35,8	5,65	0,179	158,6	329	ei	2510	54			
6A													
6B													
7	4,1	43	10,8	6,50	0,115	48,8	85	9	456	16			
8	1,4	30	30,4	5,78	0,129	46,3	360	ei	978	25			
9	2,4	318	31,3	5,93	0,143	62,5	367	ei	1344	29			
10	4,0	40	11,0	6,53	0,121	49,3	88	10	456	16			
11	28,8	135	33,2	6,21	0,171	80,5	352	ei	1215	64			
12	3,4	82	13,9	6,35	0,123	54,4	121	11	566	18			
13	1,6	26	27,3	6,26	0,208	74,2	319	ei	899	23			
14	2,8	66	15,0	6,33	0,132	55,7	142	10	581	19			
15													
16	2,3	79	76,6	4,87	0,036	61,3	879	ei	1738	126			
17	3,2	66	17,9	6,19	0,130	56,6	177	11	662	23			
18	2,1	44	46,4	5,77	0,198	63,6	540	ei	1624	110			
19	2,6	64	16,9	6,25	0,133	57,3	163	9	613	21			
20	8,5	412	29,5	5,85	0,164	88,9	321	ei	1316	41			

VIRTAAVAT m ³ /s	26.huhti	16.touko	7.kesä	28.syys	Ka
1	1,903 m ³ /s	1,563 m ³ /s	1,160 m ³ /s	0,889 m ³ /s	1,379 m ³ /s
2	0,238 m ³ /s	0,078 m ³ /s	0,000 m ³ /s	0,045 m ³ /s	0,090 m ³ /s
3	2,337 m ³ /s	1,490 m ³ /s	0,950 m ³ /s	0,545 m ³ /s	1,331 m ³ /s
4	0,020 m ³ /s	0,000 m ³ /s	0,000 m ³ /s	0,000 m ³ /s	0,005 m ³ /s
5	0,026 m ³ /s				
5A		0,001 m ³ /s	0,000 m ³ /s	0,000 m ³ /s	0,000 m ³ /s
5B		0,000 m ³ /s	0,000 m ³ /s	0,002 m ³ /s	0,007 m ³ /s
6A	0,102 m ³ /s	0,020 m ³ /s	0,010 m ³ /s	0,000 m ³ /s	0,033 m ³ /s
6B			0,010 m ³ /s	0,000 m ³ /s	0,005 m ³ /s
7					
8	0,271 m ³ /s	0,091 m ³ /s	0,000 m ³ /s	0,053 m ³ /s	0,104 m ³ /s
9	0,474 m ³ /s	0,255 m ³ /s	0,000 m ³ /s	0,067 m ³ /s	0,199 m ³ /s
10					
11	0,103 m ³ /s	0,027 m ³ /s	0,007 m ³ /s	0,032 m ³ /s	0,042 m ³ /s
12					
13	0,371 m ³ /s	0,113 m ³ /s	0,000 m ³ /s	0,106 m ³ /s	0,148 m ³ /s
14	4,060 m ³ /s	1,900 m ³ /s	0,858 m ³ /s	1,069 m ³ /s	1,972 m ³ /s
15	0,000 m ³ /s				
16	0,035 m ³ /s	0,032 m ³ /s	0,013 m ³ /s	0,011 m ³ /s	0,023 m ³ /s
17					
18	0,000 m ³ /s	0,029 m ³ /s	0,000 m ³ /s	0,007 m ³ /s	0,009 m ³ /s
19	4,140 m ³ /s	2,208 m ³ /s	0,910 m ³ /s	1,151 m ³ /s	2,102 m ³ /s
20	0,000 m ³ /s	0,006 m ³ /s	0,000 m ³ /s	0,000 m ³ /s	0,002 m ³ /s