



# **Maankäytön vaikutus Pyhäjärven lahtialueilla**

**Anneli Haapala**

**Opinnäytetyö  
Lokakuu 2009**

*Luonnonvarainstituutti*



**JYVÄSKYLÄN  
AMMATTIKORKEAKOULU**

Tekijä HAAPALA, Anneli	Julkaisun laji Opinnäytetyö	
	Sivumäärä 83	Julkaisun kieli Suomi
	Luottamuksellisuus <input type="checkbox"/> Salainen _____ saakka	
Työn nimi MAANKÄYTÖN VAIKUTUS PYHÄJÄRVEN LAHTIALUEILLA		
Koulutusohjelma Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma		
Työn ohjaaja RIIHINEN, Arto		
Toimeksiantaja LAITINEN, Kalle, Saarijärven kaupunki		
Tiivistelmä <p>Saarijärven kaupungin ympäristötoimelle tehdyssä opinnäytetyössä tarkasteltiin maankäytön vaikutusta lahtien tilaan Pyhäjärvellä, joka sijaitsee Saarijärvellä ja Äänekoskella. Tavoitteena oli selvittää, tulee peltoviljelystä eniten ravinteita lahdille ja mitä runsaan kasvillisuuden peittämille lahdille kannattaa tehdä. Opinnäytetyössä tarkasteltiin valuma-alueilta tulevien purojen kuormitusta ja verrattiin sitä alueen maankäytönmuotoihin sekä lahtien tilaan.</p> <p>Tutkimuksessa selvitettiin Pyhäjärven valuma-alueiden maankäytönmuodot sekä valuma-alueilta tulevat purot ja niiden tuomat kuormitukset. Osavaluma-aluekohtaisesti laskettiin pelloilta sekä metsistä tuleva kokonaisfosfori- ja typpikuormitus, jota verrattiin puroista tulevaan kokonaiskuormitukseen. Opinnäytetyössä perehdyttiin Pyhäjärven Saarijärven puoleisten lahtien tilaan ja verrattiin sitä lahdille tulevaan kuormitukseen, minkä jälkeen pohdittiin, mitä voitaisiin tehdä lahtien tilan parantamiseksi.</p> <p>Opinnäytetyössä tavoitteeksi asetettua peltoviljelyn vaikutuksen osuutta lahtialueiden kuormitukseen ei voitu selvittää laskukaavan lähtötietojen puutteiden sekä kaavan soveltumattomuuden takia. Peltopinta-alat eivät kuitenkaan havaittavasti vaikuttaneet lahtialueiden ravinnepitoisuuksiin, sillä lahdet luokiteltiin luonnontilaisiksi. Kasvillisuuden määrä kuitenkin vaihteli huomattavasti eri lahdilla.</p> <p>Puroista kaikille lahdille tuli yleensä eutrofisia valumia, joten voitiin olettaa, että kasvillisuus ja pohjasedimentti sitovat suurimman osan ravinteista itseensä. Koska kasvillisuus toimii ravinteiden suodattimena, ei purojen suualueilta kasvillisuutta kannata kokonaan poistaa, jotta lahtien veden ravinnepitoisuudet eivät nouse. Tulosten perusteella kannataisi jatkossa selvittää ravinteiden leviämisen mallintamista järvioltaassa. Myös ravinnekuormituksen selvittäminen lahtikohtaisesti olisi tärkeä jatkotutkimusaihe ja sen tuloksia voisi hyödyntää muuallakin kuin Pyhäjärvellä.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Pyhäjärvi, maankäyttö, valuma-alue, ravinnekuormitus, kokonaisfosfori, kokonaistyyppi, rehevöityminen, umpeenkasvu		
Muut tiedot		

Author HAAPALA, Anneli	Type of Publication Bachelor's Thesis	
	Pages 83	Language Finnish
	Confidential Until _____ <input type="checkbox"/>	
Title THE EFFECT OF LAND USE ON THE BAYS OF PYHÄJÄRVI		
Degree Programme Degree Programme of Agriculture and Rural Industries		
Tutor(s) RIIHINEN, Arto		
Assigned by LAITINEN, Kalle, the town of Saarijärvi		
<p>Abstract</p> <p>The objective of this Bachelor's Thesis is to study what kind of effects the land use has on the bays of Pyhäjärvi. Pyhäjärvi is located in Saarijärvi and Äänekoski and the town of Saarijärvi also proposed the subject for this Bachelor's Thesis. The thesis focuses firstly on finding out if the agriculture is the cause for the major part of the nutrient loading in the bays of Pyhäjärvi and secondly on answering the question what can be done to the bays that are full of vegetation.</p> <p>The Bachelor's Thesis was carried out in the following way; First, the extent of land use as well as the different forms of land use on excessive penetration areas in Pyhäjärvi was mapped out. The next step was to gather the information about the streams flowing down from each of the excessive penetration areas. After having gathered the information, the phosphorus and nitrogen loads from those areas were measured. The nutrient load from the areas was compared with the loading situation in the bays of Pyhäjärvi. Finally, it was reflected upon what is there to be done to make the situation in the bays better.</p> <p>However, in this Bachelor's Theses it was not possible to reach a satisfactory conclusion to the aim because the initial facts used for the formula contained faults and the formula did not work in this situation. Instead, it was found out that the bays were barren of the nutrient concentration but streams brought a lot of nutrient from the excessive penetration areas even if there was no agricultural area. Only in the quantity of vegetation the effect of the nutrient can be noticed in the bays. It can be said that the vegetation and the sediment in the bays can work as a filter. The vegetation takes nutrient out of the water and because of that the nutrient concentration does not grow very high in the bays. When considering removing some of the vegetation out from the bay it is important to make sure that the "filter effect" stays in the bays. A further theme of study could be finding out how nutrients spread in the water.</p>		
Keywords Pyhäjärvi, land use, excessive penetration area, nutrient load, phosphorus, nitrogen, entrophication, overgrown		
Miscellaneous		

## SISÄLTÖ

1	SUKELLUS AIHEESEEN.....	5
2	VESIENSUOJELU .....	7
2.1	Vesiensuojelun käsitteitä.....	7
2.2	Lait ohjaavat .....	9
2.3	Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015 .....	10
3	PYHÄJÄRVI JA SEN VALUMA-ALUEEN MAANKÄYTTÖ.....	11
3.1	Pyhäjärvi pähkinänkuoressa .....	11
3.2	Pyhäjärven asutuksen ja maankäytön historiaa .....	14
3.2.1	Erätalouden ja kaskeamisen aika .....	14
3.2.2	Ensimmäiset talot.....	14
3.2.3	1800-luku ja 1900-luvun alku.....	15
3.2.4	1960-luvulta 1990-luvun alkuun.....	16
3.2.5	Vuosi 1993.....	17
3.3	Pyhäjärven valuma-alueiden maankäyttö nykyisin.....	19
3.3.1	Yleistä.....	19
3.3.2	Pyhäjärven lähivaluma-alue.....	20
3.3.3	Harinkaanpuron valuma-alue.....	21
3.3.4	Iso-Suojärven valuma-alue .....	22
3.3.5	Haukiojan ja Pöykynjoen valuma-alueet.....	23
3.3.6	Pohjanpuron ja Harjupuron valuma-alueet .....	24
3.3.7	Vuosjoen valuma-alue .....	25
3.4	Pyhäjärven maatalouden maankäyttö.....	26
4	RAVINNEKUORMITUS .....	30
4.1	Yleistä.....	30
4.2	Maatalouden valumat ennen ja nyt .....	31
4.2.1	Laskutavasta.....	31
4.2.2	Vuosjoen ja Harjupuron valuma-alueet.....	32
4.2.3	Pohjanpuron ja Pöykynjoen valuma-alueet .....	34
4.2.4	Haukiojan valuma-alue.....	36
4.2.5	Iso-Suojärven valuma-alue .....	37
4.2.6	Harinkaanpuron valuma-alue.....	38
4.2.7	Pyhäjärven lähialue .....	39
4.3	Muut valumat ja yhteenveto .....	43
5	LAHTIEN TILA .....	48

	2
5.1 Lahtien rehevöityminen ja umpeenkasvu .....	48
5.1.1 Vaikutukset ja mittarit .....	48
5.1.2 Rehevöitymisen syitä.....	50
5.2 Pyhäjärven lahtien tilan selvittäminen .....	52
5.3 Pyhäjärven lahtien erityispiirteet .....	52
5.3.1 Karut lahdet.....	52
5.3.2 Vähäpeitteiset lahdet .....	53
5.3.3 Peitteiset lahdet .....	55
5.3.4 Runsaspeitteiset lahdet .....	56
5.4 Indikaattorilajit.....	57
5.4.1 Yleistä.....	57
5.4.2 Kasvilajit.....	57
5.4.3 Vesilinnut.....	61
5.5 Maankäytön vaikutus lahtien tilaan .....	62
5.5.1 Valuma-alueiden vaikutus .....	62
5.5.2 Pyhäjärven lähialueen vaikutus.....	68
5.6 Rehevöitymisen ehkäisy Pyhäjärven lahdilla .....	72
6 POHDINTA.....	75
LÄHTEET .....	81

## TAULUKOT

TAULUKKO 1. Pyhäjärven osavaluma-alueet .....	13
TAULUKKO 2. Pyhäjärven lähivaluma-alueen maankäyttötavat .....	20
TAULUKKO 3. Harinkaanpuron valuma-alueen maankäyttötavat .....	22
TAULUKKO 4. Iso-Suojärven valuma-alueen maankäyttötavat.....	23
TAULUKKO 5. Haukiojan valuma-alueen maankäyttötavat .....	23
TAULUKKO 6. Pöykynjoen valuma-alueen maankäyttötavat.....	24
TAULUKKO 7. Pohjanpuron valuma-alueen maankäyttötavat.....	25
TAULUKKO 8. Harjupuron valuma-alueen maankäyttötavat.....	25
TAULUKKO 9. Vuosjoen valuma-alueen maankäyttötavat.....	26
TAULUKKO 10. Pyhäjärven osavaluma-alueitten peltoprosentit ja peltohehtaarit ...	28
TAULUKKO 11. Tilojen peltomäärät Pyhäjärven valuma-alueilla .....	29

TAULUKKO 12. Pyhjärven pelloilta tulevat ravinnehuuhtoumat vuodessa sekä kokonaistypen ja -fosforin pitoisuudet vuonna 2008.....	31
TAULUKKO 13. Rehevyyden luokittelu kokonaistypen avulla.....	32
TAULUKKO 14. Kokonaisfosfori rehevyytason mittarina.....	32
TAULUKKO 15. Harjupurosta ja Vuosjoesta otettujen vesinäytteiden tulokset.....	33
TAULUKKO 16. Koskenlahdesta otetun vesinäytteen tulokset .....	34
TAULUKKO 17. Pohjanpuron ja Pöykynjoen vesinäytteiden mittaustulokset .....	35
TAULUKKO 18. Kekkilän- ja Pöykynlahden vesinäytteiden tulokset .....	35
TAULUKKO 19. Kolunpuron vesinäytteen tulokset vuodelta 2001.....	37
TAULUKKO 20. Peltojoesta mitattujen vesinäytteiden tulokset.....	38
TAULUKKO 21. Vesinäytteiden tulokset Harinkaanpurosta vuosilta 1994 ja 2001..	38
TAULUKKO 22. Pyhjärven lähivaluma-alueelta laskevat purot ja vesinäytteiden tulokset .....	40
TAULUKKO 23. Pyhjärven lahtien vesinäytteiden tulokset, joille laskee puro lähialueelta .....	42
TAULUKKO 24. Kokonaisfosforin ja -typen valumat (kg) pelloilta ja metsistä vuosittain .....	44
TAULUKKO 25. Puroista tai joista tuleva suuri kokonaisfosforin kuormitus (kg/a) vuosina 1994 ja 2001 .....	46
TAULUKKO 26. Pyhjärven vesikasvilajit vedenlaadun indikaattoreina .....	59
TAULUKKO 27. Järvityypin arviointi esiintyvien lintulajien mukaan.....	61

## KUVIOT

KUVIO 1. Pyhjärven sijainti.....	11
KUVIO 2. Pyhjärven valuma-alueet (I – VIII).....	14
KUVIO 3. Pyhjärven osavaluma-alueiden maankäyttö prosentteina vuonna 2008...	19
KUVIO 4. Pyhjärven osavaluma-alueiden viljellyt ja viljelemättömät pellot.....	27
KUVIO 5. Mattilansalmi .....	53
KUVIO 6. Kekkilänlahti .....	54
KUVIO 7. Siltasalmen länsipuoli .....	55
KUVIO 8. Siltasalmen itäpuoli.....	57
KUVIO 9. Koskenlahti.....	63
KUVIO 10. Puterinlahti .....	64
KUVIO 11. Kekkilänlahti .....	65

KUVIO 12. Pöykynlahti.....	66
KUVIO 13. Kanervistonlahti ja Peltojoen sualue.....	67
KUVIO 14. Siltasalmen itäpuoli.....	68
KUVIO 15. Kurjenlahti.....	69
KUVIO 16. Kuorelahti.....	69
KUVIO 17. Linnanlahti.....	70
KUVIO 18. Kuhnnonlahti .....	70
KUVIO 19. Soukanlahti .....	71
KUVIO 20. Vahvanlahti.....	72

# 1 SUKELLUS AIHEESEEN

Suoritin erikoistumisharjoitteluni Saarijärven kaupungin ympäristötoimessa kesällä 2008. Kesän kuluessa tein luonto- ja kasvillisuusselvityksen Pyhäjärven lahdilla ja perehdyin niiden kuntoon kasvillisuuden ja linnuston avulla. Tutkimusraporttia kirjoittaessani mietin, mistä ravinteet mahtoivat lahdille tulla, sillä osalla lahdista oli runsasta kasvillisuutta. Syksyn aikana Saarijärven kaupungin ympäristösuojelusihteeri tarjosi minulle tilaisuutta jatkaa lahtien tilaan perehtymistä opinnäytetyössäni ja otin aiheen kiinnostuneena vastaan.

Tavoitteena opinnäytetyössä oli selvittää aiheuttaako maanviljelys ja nimenomaan peltoviljely suurimman kuormituksen Pyhäjärven lahdille. Toisena tavoitteena oli selvittää pitääkö lahtialueilla siirtyä vesiensuojelusta vesien kunnostukseen eli mitä runsastuneelle kasvillisuudelle voidaan lahdilla tehdä. Opinnäytetyössä pyrittiin tarkastelemaan Pyhäjärven osavaluma-alueitten maankäytön vaikutusta lahtien tilaan. Näin ollen työssä perehdyttiin siihen, miten paljon valuma-alueilla on erilaisia maankäyttö-alueita. Tarkemmin selvitettiin se, miten paljon valuma-alueilla on peltoa. Pelloilta tulevien valumien määrä laskettiin ja niitä verrattiin metsän aiheuttamaan kuormitukseen sekä valuma-alueitten aiheuttamaan kokonaiskuormitukseen. Työssä tutustuttiin myös puroista otettujen vesinäytteiden avulla siihen, kuinka paljon kuormitusta kultaakin valuma-alueelta tulee sekä siihen, millaisia ovat lahdet, joille kuormitus viimein saapuu. Lahtien tilaa tarkasteltaessa käytettiin hyödyksi ympäristötoimen luonto- ja kasvillisuuskartoitusta Pyhäjärven lahdilta sekä aiemmin otettujen vesinäytteiden tietoja. Tällä tavalla saatiin kokonaiskäsitys maankäytön vaikutuksista lahdilla. Työ rajattiin kuitenkin tarkastelemaan vain Pyhäjärven Saarijärven puoleisia lahtia, sillä Äänekosken puolella olevista lahdista ei ole koottua tietoa kuten lahdista Saarijärven puolella.

Eräs huomioitava seikka opinnäytetyön loppupuolella on se, ovatko lahtien virkistyskäyttömahdollisuudet heikentyneet tulevan kuormituksen takia. Tämä näkökulma oli hyvä ottaa mukaan siksi, että osa Pyhäjärven lahtien asukkaista on esittänyt Saarijärven kaupungin ympäristötoimelle toiveen siitä, että Pyhäjärven lahdilla voitaisiin tehdä selvitys lahtien virkistyskäyttöarvon parantamisesta. Näin ollen aihetta pohdittiin hiukan myös tältä kannalta työn loppupuolella.



Opinnäytetyötä vastaavasta aiheesta tutkimuksen on tehnyt Leena Lahdenvesi-Korhonen. Hän käsitteli Pro Gradussaan vuonna 1996 maankäytön vaikutusta Pyhäjärven vesialueisiin maataloille tehtyjen kyselyiden ja Pyhäjärvestä otettujen sedimenttinäytteiden valossa. Teosta on käytetty yhtenä lähteenä opinnäytetyössä, sillä uudempiä samankaltaisia tutkimuksia aiheesta ei ole. Tässä työssä perehdytään aiheeseen kuitenkin hiukan eri näkökulmasta kuin Lahdenvesi-Korhonen. (Lahdenvesi-Korhonen 1996.)

Ajankohtaisen ja tärkeän opinnäytetyöstä tekee se, että aiheesta on tehty kovin vähän tutkimusta ja se on suurimmaksi osaksi 1900-luvun loppupuolelta tai 2000-luvun alusta. Ympäristösuojelutoimi tarvitsee tietoja siitä, mistä rehevöityneille lahdille tulee ravinteita, jotta Pyhäjärven suojele- ja kunnostustoimenpiteistä voidaan tehdä päätöksiä. Pyhäjärvi kuuluu Saarijärven vesistöreittiin, jonka huonosta kunnosta on viime aikoina ollut paljon keskustelua. Tosin Pyhäjärvi on Saarijärven reitin puhtaimpia järviä, mutta sen tutkiminen voi auttaa löytämään oikeat keinot rehevöitymisen estämiseksi.

## 2 VESIENSUOJELU

### 2.1 Vesiensuojelun käsitteitä

Vesiensuojelu on yksi ympäristönsuojelun osa-alueista. Vesiensuojelussa pyritään huolehtimaan kaikista asioista, jotka kuuluvat vedenkäyttöön. Vesiensuojelulla koetaan estää luonnonvesien saastuminen ja rehevöityminen, jotta puhdasta vettä olisi asutuksen, maatalouden ja teollisuuden käyttöön. Vesiensuojelu on hallinnollisesti ympäristöministeriön toimialaa. (Tietojätti 2003, 941.) Suomessa vesien suojelu on aloitettu aikaisin, jo 1960-luvulla, ja sitä on jatkettu tehokkaasti tähän päivään asti. Kansalliset tavoitteet vesien suojelemiseksi on määritelty kolmella tavoiteohjelmalla, joista kaksi viimeistä on hyväksytty valtioneuvoston periaatepäätöksinä. (Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015 2007, 7.)

Viime aikoina aiemmin laajasti likaantuneiden vesien tilassa on useissa paikoissa tapahtunut selvästi havaittavaa paranemista (Tietojätti 2003, 941). Vesiensuojelulla on saatu aikaan hyviä tuloksia erityisesti pistemäisten päästöjen vähentämisessä, mutta kuitenkin rehevöitymisen etenemistä ei ole saatu pysäytettyä, koska hajakuormitus on pienentynyt pistemäistä kuormitusta hitaammin (Selänne 2006, 2). Näin ollen kaikkia tavoitteita ei ole saavutettu ja esimerkiksi pintavesiä rehevöittävää ravinnekuormitusta ei ole saatu riittävästi vähennettyä. Pintavesien tilaa on ravinnekuormituksen lisäksi heikentänyt vesistöjen säännöstely sekä vesistöjen ja rantojen rakentaminen. (Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015 2007, 25 – 26.)

Vesiensuojeluun liittyy lain lisäksi useita käsitteitä, joiden merkitys on syytä tietää, jos haluaa ymmärtää vesiensuojelua. Tällaisia käsitteitä ovat esimerkiksi rehevöityminen, umpeenkasvu, järvien kunnostus ja -hoito sekä valuma-alue ja virkistyskäyttö. Rehevöitymisellä tarkoitetaan lisääntyntä kasvien perustuotannon kasvua, joka aiheutuu lisääntyneestä ravinnekuormituksesta. Vesistöissä rehevöityminen ilmenee veden samenessena, joka johtuu planktonlevien kiihtyneestä kasvusta. Rehevöityminen ilmenee myös rantojen rihmalevien runsaana kasvuna ja rantakasvillisuuden lisääntymisenä. (Rehevöityminen 2008.)

Umpenkasvu voi olla joko vedensisäistä tai pinnan- tai pohjanmyötäistä ja useat tekijät kiihdyttävät sitä. Näitä tekijöitä ovat järven mataluus, ulkoinen kuormitus ja vedenpinnan lasku, kuten myös säännösteltyjen järvien kesäaikainen mataluus. Um-

peenkasvu ei ole vain pienten järvien ongelma, vaan myös isojen järvien matalat lahdet voivat kärsiä siitä. Kasvillisuuden määrän lisääntymisestä on erityisesti haittaa virkistyskäytölle: Esimerkiksi kalastus vaikeutuu ja haukien kutupaikkojen määrä voi vähentyä. Sen sijaan vesilintujen määrä kasvaa, vaikka toisaalta joillekin arvokkaille lintuvesille umpeenkasvu voi tuoda myös vaikeuksia. (Umpeenkasvu 2008).

Virkistyskäyttöarvo voidaan määritellä eri tekijöiden perusteella, joita ovat muiden muassa veden ja rantojen laatu, vesistön sijainti sekä ranta-alueiden rakentaminen. Käytössä on kuuden luokan järjestelmä ja luokat ovat erinomainen, hyvä, tyydyttävä, välttävä, huono ja sopimaton. Pyhäjärvien on todettu olevan virkistysarvoltaan erinomainen (Laitinen 1994). Virkistyskäytöllä tarkoitetaan tässä työssä kuitenkin lähinnä uimista, mökkeilyä, veneilyä, kalastusta, linnustusta ja niin edelleen: se on toimintaa, jota järvellä ja järvessä voidaan tehdä. Umpeenkasvu ja rehevöityminen haittaavat usein virkistyskäyttöä tai jotain sen osa-aluetta.

Järvien kunnostuksen syynä on usein umpeenkasvu, heikentynyt veden laatu tai liian vähäinen vedenkorkeus tai jopa kaikki nämä syyt. Kunnostuksella pyritään muuttamaan järven tilaa ja sitä varten tehdään suunnitelma, josta selviää, mitä töitä tullaan tekemään ja mikä on niiden toteuttamisjärjestys. Kunnostukseen saattaa osallistua yksi tai useampia tahoja. Arkisessa puheessa järven kunnostus ja järven hoito saatetaan sekoittaa toisiinsa, vaikka ne tarkoittavat eri asiaa. Järven hoito määritellään järven hyvää tilaa ylläpitäväksi toiminnaksi ja hoitotoimenpiteillä yritetään pitää yllä kunnostuksessa saavutettuja hyviä tuloksia ja estää järven tilan huononeminen kunnostusta edeltävään tilaan. (Järvien kunnostus ja hoito 2008.)

Valuma-alue on vedenjakajan rajaama alue eli vesistöalue. Valuma-alueen kartoittaminen on tärkeä osa vesistön tilan tutkimista, koska valuma-alueen maankäytöllä ja ominaisuuksilla on paljon vaikutusta veden laatuun. Valuma-alueen rajaa on joskus vaikea yksiselitteisesti selvittää, koska korkeuskäyrät eivät aina ole kovin tarkkoja ja myös ojitukset ja viemärointi asutuilla alueilla saattavat muuttaa valuma-alueita. Valuma-alueen kallio- ja maaperällä on oma vaikutuksensa alueen vesistöön. Esimerkiksi kalkkikallio aiheuttaa pH:n nousua. Maaperällä on myös oma merkityksensä vesistön humuspitoisuuteen, väriin ja ravinteisuuteen. Maankäyttö on erittäin merkittävä asia kun tutkitaan valuma-aluetta ja sen voi hyvin karkeasti jakaa metsään, asutukseen ja peltoon. Kultakin maankäytön tyypiltä tulee valumia, joskin hiukan erityyppisiä. Pelloilta tulee rehevöittäviä ravinteita, metsistä hakkuiden jälkeen ravinteita ja humusta.

Sen sijaan teiltä ja parkkipaikoilta voi huuhtoutua vesistöihin hiukan öljyä ja haja-asutusalueelta tulee vielä puhdistamattomia jätevesiä. Myös puhdistetuista jätevesistä tulee vesiin jonkin verran ravinteita ja eloperäisiä aineita. (Valuma-alue 2005.) Ei voi mitenkään väittää, että toimenpiteet vesistön valuma-alueella olisivat merkityksettömiä tai niihin ei pitäisi puuttua jos haluaa suojella vesiä.

## 2.2 Lait ohjaavat

Vesilaki ja ympäristönsuojelulaki ovat kaksi tärkeintä lakikokoelmaa, jotka ohjaavat vesiensuojelua. Vesilaki on laaja kokoelma, jossa määritellään useita asioita vesistöihin liittyen. Ensimmäiseksi kerrotaan mitä vesialueet ja vedet ovat. Laissa on määräykset myös vesien käyttöoikeuksista ja käytön rajoituksista. Myös uitosta on oma kohtansa laissa samoin kuin vesistörakentamisesta sekä vesivoiman hyväksikäytöstä, kulkuväylistä ja muista vesiliikennealueista. Ojituksesta, vesistön järjestelystä sitä perkaamalla ja vesistön säännöstelystä on omat kohtansa laissa kuten myös juomaveden ja pohjaveden otosta sekä jäteveden johtamisesta. Lain loppupuolella on omat määräyksensä myös korvauksista, rangaistuksista ja viranomaisten toiminnasta. Nämä asiat ohjaavat suurelta osin sitä, miten vesistöjä käytetään ja miten niitä ei käytetä. (L 19.5.1961/264.)

Vesilaki määrittelee yleiset rajoitukset vesistöjen käytölle, joka on osa vesiensuojelua. Laissa on muun muassa sanottu, että vesistössä tai maalla ei saa tehdä muutoksia, josta aiheutuisi vesiluonnon tai sen toiminnan haitallista muuttumista tai tulvavaaraa. Vesistöille ei myöskään saa aiheuttaa vahinkoa eikä haittaa toisen vesialueelle. Myöskään maalle, mökeille, kalastukselle tai millekään muulle omaisuudelle ei saa aiheutua vahinkoa vesistön syvyyden, vedenkorkeuden, vedenjuoksun, vesistön aseman tai muun vesiympäristön muutoksen myötä. Vesilaissa määrätään myös monista muista vesistöjä koskevista asioista, kuten veden vapaan juoksun muuttamisesta. (L 19.5.1961/264.)

Vesiensuojeluun liittyviä lakeja on myös muita vesilain lisäksi. Eräs niistä on laki aluksista aiheutuvan ympäristön pilaantumisen ehkäisemisestä. Tällä lailla pyritään estämään ympäristön pilaantuminen kieltämällä kaikenlaisten jätteiden ja jätevesien päästäminen vesistöihin, öljyn ja öljynsekaisten nesteiden sekä vaarallisten nesteiden laskeminen vesistöihin. (L 16.3.1979/300.) Samalla tavalla ympäristönsuojelulaissa on joitain määräyksiä koskien vesiensuojelua. Tällaisia ovat esimerkiksi pohjaveden pilaamiskielto sekä jätevesien käsittelyvaatimukset ja myös määräys vesistön

merkittävän pilaantumisen ja luontovahingon korvaamiseksi (L 4.2.2000/86). Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä vesihuoltolaitosten viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla eli tuttavallisemmin jätevesiasetus sisältää myös määräyksiä, jotka suojelevat vesistöjä. Asetuksen tarkoituksena on vähentää jätevesienpäästöjä samoin kuin ympäristön pilaantumista. Näihin päämääriin pyritään ottamalla huomioon erityisen tarkasti valtakunnalliset vesiensuojelun tavoitteet. (A 542/2003.)

### **2.3 Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015**

Vesiensuojelun kansalliset tavoitteet vuoteen 2015 asti määritellään järjestyksessään neljännessä valtakunnallisessa vesiensuojeluohjelmassa, joka on nimeltään Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015. Vesiensuojelun suuntaviivat on tarkoitettu ohjaamaan vesiensuojelua, jotta aiemmin asetetut tavoitteet voitaisiin saavuttaa. Ohjelman avulla pyritään myös vastaamaan uusiin haasteisiin, joita on noussut edellisten ohjelmien jälkeen. Vesiensuojelun suuntaviivoilla pyritään myös tukemaan vesiensuojelussa toteutettavaa kansainvälistä yhteistyötä sekä vesienhoidon suunnittelua. (Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015 2007, 25.)

EU:n vesipolitiikan puitedirektiiviin ja sen mukaisesti annettuun lakiin (1299/ 2004) pohjautuvaan vesienhoidon suunnitteluun sovitettu Vesiensuojelun suuntaviivat määrittelee, että vuoden 2009 loppuun mennessä on viidelle kansalliselle vesienhoitoalueelle tehtävä oma vesienhoitosuunnitelma. Suunnitelma on uusittava kuuden vuoden välein. Ahvenenmaa hoitaa itsenäisesti oman lainsäädäntönsä kautta direktiivin toteuttamisen. Sen sijaan Norjan ja Ruotsin kanssa tehdään yhteistyötä sovitettaessa vesienhoitosuunnitelmat yhteisille vesistöalueille. (Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015 2007, 25 – 26.)

Suunnitelmien lisäksi laaditaan yksityiskohtaisempia toimenpideohjelmiä, joissa on kuvaukset siitä, miten ympäristötavoitteet saavutetaan. Tietoja vesienhoitosuunnitelmia ja toimenpideohjelmiä varten saadaan Suomen ympäristökeskuksen tekemistä Vesiensuojelun suuntaviivoja koskevista taustaraporteista. Suunnitteluprosessin aikana kansalaisia kuullaan useasti ja vesienhoitosuunnitelmat laaditaan kaiken kaikkiaan useiden eri vesienhoitoalueiden toimijoiden kanssa. Vaikka Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015 määrittelevät vesiensuojelun tavoitteet ja tarpeet kansallisella tasolla, on tarkoitus, että ne tarkentuvat myös alueellisella tasolla nimenomaan toimenpideohjelmien avulla. (Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015 2007, 25 – 26.) Ve-

siensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015 on siis tärkeä ohjelma vesiensuojelua ja sen toteuttamista silmällä pitäen.

### 3 PYHÄJÄRVI JA SEN VALUMA-ALUEEN MAANKÄYTTÖ

#### 3.1 Pyhäjärvi pähkinänkuoressa

Saarijärven reitin Pyhäjärvi sijaitsee Saarijärven ja Äänekosken kaupunkien alueilla (ks. kuvio 1). Se kuuluu Kymijoen vesistöön, joka puolestaan on keskimmäinen Suomen järvisuudun päävesistöistä. Rautalammin, Viitasaaren ja Saarijärven reitit yhdistyvät saapuessaan Päijänteeseen ja laskevat edelleen Kymijoen kautta Suomenlahteen. (Honkanen, Laitinen & Meriläinen 2004, 9.)



KUVIO 1. Pyhäjärven sijainti

Pyhäjärveen laskee kaksi isompaa vesistöhaaraa. Toinen lähtee liikkeelle Kuivuulammesta kaksikymmentä metriä Pyhäjärven yläpuolelta ja toinen Kohmunjärvestä, joka on neljäkymmentä metriä ylempänä. Kuivuulammesta lähdettyään vesi virtaa Valkoisenlammen, Lehtolammen ja Saarilammen kautta, jotka lopulta laskevat Suolikkoon. Sieltä vesi kulkee Pirttilammen ja Pienen Saarijärven kautta Vuosjokeen, joka laskee Pyhäjärven länsipuolelle Koskenlahteen. Toinen haara lähtee lähdejärvenä tiedetystä Kohmunjärvestä ja vesi virtaa suoalueiden läpi tulevaa Kohmunjokea pitkin Iso- ja Pienisuojärveen, josta matka jatkuu Peltojokeen ja sitä pitkin Myllylänkosken kautta Pyhäjärveen lähelle Rantalanlahtea. Muut purot ja joet, jotka laskevat Pyhäjärveen saavat alkunsa usein soilta ja ovat vesimäärältään sangen pieniä. (Honkanen ym. 2004, 9.)

Honkanen ja muut (2004) kertovat, että Pyhäjärvi on pinta-alaltaan 60,1 km<sup>2</sup> ja sen pituus on noin 18 ja leveys kuusi km:ä. Pyhäjärven keskisyvyys on noin yhdeksän ja syvin kohta reilut 43 metriä. Järvessä on monia 30 metrin syvyisiä kohtia, mutta lahdet ovat muuhun järveen verrattuna melko matalia. Pyhäjärvi on näin ollen melko syvä. Pyhäjärvessä veden viipymä on pitkä. Kestää keskimäärin yli kuusi vuotta, ennen kuin vesipisara kulkeutuu luusuan kautta Päijänteelle päin. Tulovirtaamaan verrattuna järven tilavuus, 552 miljoonaa kuutiometriä, on muutenkin suuri. (Honkanen ym. 2004, 9.)

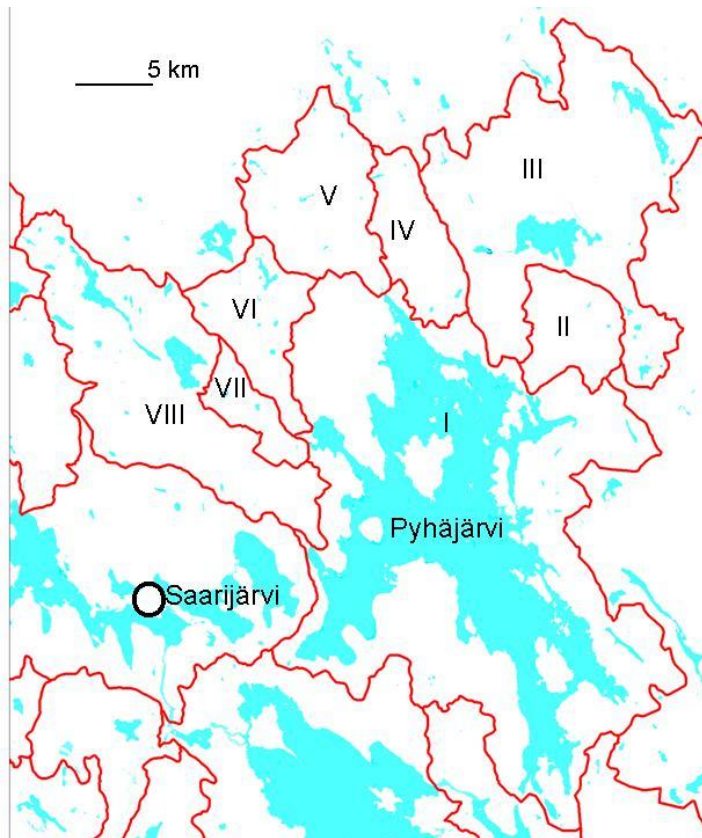
Valuma-alueen koko Pyhäjärvellä on kaikkiaan noin 318 km<sup>2</sup>. Valuma-alueet ovat järven kannalta tärkeitä, koska ihmistoiminnasta aiheutuvat vaikutukset saavat enimmäkseen alkunsa niiltä. Pyhäjärven valuma-alueesta yli puolet on metsää (58 prosenttia), 22 prosenttia on vettä, 14 prosenttia ojitettua suota, peltoa on neljä prosenttia ja ojittamatonta suota vain kaksi prosenttia. (Honkanen ym. 2004, 9.) Pyhäjärvellä on yhteensä kahdeksan osavaluma-aluetta (ks. taulukko 1 ja kuvio 2), joiden koko vaihtelee hiukan lähteestä riippuen. Lahdenvesi-Korhosen (1996) mukaan valuma-alueet ovat Pyhäjärven lähivaluma-alue (14 510 ha), Harinkaanpuron valuma-alue (1 094 ha), Iso-Suojärven (6 207 ha), Haukiojan (1 195 ha), Pöykynjoen (2 259 ha), Pohjanpuron (1 357 ha), Harjupuron (643 ha) ja Vuosjoen (4 521 ha) valuma-alue (Lahdenvesi-Korhonen 1996, 18 – 19).

**TAULUKKO 1. Pyhäjärven osavaluma-alueet**

<b>ALUE</b>	<b>NIMI</b>	<b>KOKO</b>
		ha
<b>I</b>	Pyhäjärven lähialue	14510
<b>VIII</b>	VIII Vuosjoen va	4521
<b>VII</b>	VII Harjupuron va	643
<b>VI</b>	VI Pohjanpuron va	1357
<b>V</b>	V Pöykynjoen va	2259
<b>IV</b>	IV Haukiojan va	1195
<b>III</b>	III Iso-Suojärven va	6207
<b>II</b>	II Harinkaanpuron va	1094
	<b>YHTEENSÄ</b>	<b>31786</b>

Pyhäjärven lahdille laskee ja niiltä lähtee 16 puroa ja jokea. Muutamalle lahdille laskee useampia puroja. Kekkilänlahteen laskevat Lehinpuro ja Pohjanpuro, Pöykynlahteen Pöykynjoki ja Kolunpuro, Kuorelahteen Kuorepuro, Vahvanlahteen Uusipuro sekä Kurjenlahteen Hirvaspuro ja Harakkapuro. Koskenlahteen laskee Vuosjoki ja pois sieltä laskee Pyhäkoski, Linnanlahteen laskee Myllypuro ja Västringinoja sekä Kuhnnonlahteen Kuhnnonpuro. Siltasalmen itäpuolelle laskee Harinkaanpuro, Puterinlahteen Harjupuro ja Soukanlahteen laskee Vetkänen.





KUVIO 2. Pyhäjärven valuma-alueet (I – VIII)

## 3.2 Pyhäjärven asutuksen ja maankäytön historiaa

### 3.2.1 Erätalouden ja kaskeamisen aika

Lahdenvesi-Korhonen (1996) toteaa tutkimuksessaan, että luonnonolot kuten metsät ja vesireitit ovat olleet tärkeitä tekijöitä asutuksen sijoittumisen kannalta menneinä vuosina Saarijärvellä. Asutus on ollut tarpeellista saada lähelle polttoainevaroja, viljelys- ja laidunmaita sekä kulkuväyliä eli lähinnä vesireittejä. Nämä elämän edellytykset ovat tuoneet ensimmäiset asukkaat aikanaan Saarijärvelle, jossa Pyhäjärvi osittain sijaitsee. Alussa talonpaikan ovat määränneet lähinnä hyvät kalapaikat, mutta laajat metsät mahdollistivat myös metsästyksen. Pysyvää asutusta ei kuitenkaan syntynyt erätalouden aikana ja vasta kaskeamisen myötä syntyi pysyvämpää asutusta.

(Lahdenvesi-Korhonen 1996, 37 – 38.)

### 3.2.2 Ensimmäiset talot

1200-luvulla asutusta oli vain pienessä osassa Suomea, mutta keskiajalla maatalouteen perustuva asutus lisääntyi voimakkaasti väkiluvun kasvaessa. 1500-luvulla asutus oli keskittynyt Etelä- ja Lounais-Suomen rannikoille, Ahvenanmaalle, Keski-Suomen

järvialueelle sekä Pohjanmaan jokivarsille. Näillä alueilla oli pieniä kyliä, jotka usein olivat kuitenkin alle kymmenen talon ryppäitä. Sodat ja nälänhädät ovat vaikeuttaneet Suomen erämaiden asuttamista, mutta myös asutuslait ja maanjakojärjestelmät, kuten sarkajako ja isojako, ovat vaikuttaneet merkittävästi Suomen asutukseen aina 1700-luvulta lähtien. (Mts. 35 – 36.)

Saarijärven Lanneveden ja Kalmarin suunnalle syntyivät ensimmäiset useampien lähekkäin sijaitsevien talojen ryhmät. Pyhäjärven valuma-alueen ensimmäinen talo oli Häkkilän eli Pollarin talo, joka rakennettiin jo vuonna 1554. Häkkilän taloon yhdistettiin myöhemmin toinen samana vuonna rakennettu talo. Pyhäjärvellä otettiin ensimmäisenä käyttöön hedelmällisin ja edullisimmalla paikalla sijaitseva maa, kuten tapahtui muuallakin Suomessa. Asutus sijaitsi aivan järven tuntumassa, koska Pyhäjärven vesireitti oli lähes ainut yhteys muihin paikkoihin. Häkkilän talo sijaitsi pohjoisrannalla ja Parantalan talo (rakennettu vuonna 1564) oli kaakkoisrannalla. Myöhemmin talojen määrä alkoi kasvaa ja noin vuonna 1775 alkoi talojen lisäksi myös torppia tulla enemmän, kunnes vuonna 1865 taloja oli noin 53 ja torppia suurin piirtein saman verran. Tosin alueella on saattanut olla enemmänkin asuntoja, esimerkiksi autiotaloja tai tilattomien mökkiläisten tupia. 1700-luvulla elinkeinoista maatalous nousi tärkeimmäksi, jopa ohi kalastuksen, jonka merkitys näin ollen väheni. (Mts. 38 – 39.)

### **3.2.3 1800-luku ja 1900-luvun alku**

Lahdenvesi-Korhosen (1996) mukaan hiukan ennen 1800-luvun puoliväliä voimakas uudisrakentaminen vaikutti Pyhäjärven ympäristön asutukseen. Autonomian ja itsenäisyyden aikana maatalousasutus levittäytyi ja asutus lisääntyi sen myötä. Pyhäjärven ympäristössä vaikutti merkittävästi vuonna 1918 annettu laki torppien ja mäkitupien lunastamisesta. Tällöin Pyhäjärven valuma-alueelle syntyi uusia tiloja noin 83. Toisaalta siirtolaisuus vähensi 1900-luvun alkuvuosikymmeninä Saarijärven väestöä reippaasti, vaikka rakentaminen olikin vilkasta aiempaan vuosisataan nähden. Vuonna 1922 perustettiin Pyhäjärven valuma-alueelle jälleen 20 uutta tilaa niin sanotun Lex Kallion nojalla. 1900-luvun alussa piirrettyjen karttojen mukaan Pyhäjärven valuma-alueella oli noin 80 asumusta, joiden sijainti oli edelleen Pyhäjärven alavat rantamaat kuten aiemminkin historiassa, joskin se oli jonkin verran enemmän keskittynyttä kuin esimerkiksi 1800-luvun loppupuolella. Rantojen lisäksi myös teiden vierille rakentaminen oli suosittua 1930-luvulla, mutta Pyhäjärven itäpuoli pysyi lähes asumattomana, kuten ympäröivät korvetkin. (Mts. 40 – 45.)

1900-luvun alkupuoliskolla maaseudun asutukseen Saarijärvellä vaikuttivat myös Suomen sodat, alueluovutukset ja siirtoväen tulo. Erityisesti sotien jälkeinen maanhankintalaki vaikutti maan omistajuuteen kun lähes 10000 hehtaaria maata vaihtoi omistajaa. 50-luvulla rakentaminen jatkui vilkkaana. Erityisen paljon asumuksia rakennettiin juuri Pyhäjärven lähialueella. Myös hallintasopimuksia vuoteen 1961 mennessä tehtiin tonteille, varsinaisille tiloille ja muille lisäalueille paljon: Pyhäjärven valuma-alueelle sopimuksia tehtiin noin 50. Pyhäjärven lähelle perustettiin myös 42 uutta tilaa. (Mts. 45 – 46.)

### **3.2.4 1960-luvulta 1990-luvun alkuun**

Lahdenvesi-Korhosen (1996) mukaan Pyhäjärven rantojen asuttaminen oli voimakasta myös 1960-luvulla, mutta koska rannat alkoivat olla täyteen rakennettuja, piti löytää uusia rakennusten sijoituspaikkoja. Näin ollen alkoi valuma-alueen muiden vesistöjen varteen muodostua asutusta. 60-luvulla aiemmin asutut kylät, kuten Häkkilä, Kekkilä ja Linnankylä saivat uusia asukkaita ja samalla vahvistui voimakas tienvarsi-asutus. Myös vesistöjen ääreen rakentaminen oli vuonna 1962 erittäin kuvaavaa. Samaan aikaan haja-asutuksen merkitys vesistöjen kuormittajana kasvoi, kun muun muassa vesikäymälät alkoivat lisääntyä haja-asutusalueella. (Mts. 47 – 48.)

1980-luvulle tultaessa Pyhäjärven valuma-alueen asutus ei juuri muuttunut verrattuna 1960-luvun asutukseen. Häkkilän, Kekkilän ja Linnankylän keskittymät jatkoivat kasvua, mutta edelleenkin Pyhäjärven itäpuolella, Äänekosken puolella, asutus ei ollut kovin paljon lisääntynyt. Pyhäjärven itäpuoli oli länteen verrattuna melko asumaton aluetta. Tienvarsi-asutus oli 1980-luvulla kasvattanut suosiotaan ranta-asutukseen verrattuna, mikä kertonee siitä, että alueella asuvat ja sinne muuttavat eivät enää harjoittaneet maataloutta, vaan saivat toimeentulonsa jostain muualta. Vaikka vuoteen 1995 tultaessa asumismuodot eivät ole juuri muuttuneet 1980-lukuun verrattuna, on vuodesta 1984 asti ollut havaittavissa talojen autioitumista Pyhäjärven valuma-alueella. Osittain tätä muutosta selittää niin sanottu maaltapako, jolloin ihmiset muuttavat kaupunkiin, naapurikuntiin tai kunnan muihin osiin. Toisaalta osa asunnoista on jäänyt tyhjilleen luonnollisen poistuman kautta ja osa on vapaa-ajan asuntoina. (Lahdenvesi-Korhonen 1996, 49 – 51.)

Lahdenvesi-Korhonen (1996) toteaa, että Pyhäjärven osavaluma-alueista Pyhäjärven lähivaluma-alue (ks. kuvio 2) on aina ollut kaikkein tiheimmin asuttu, vaikka asutus sielläkin on ollut 1960-luvulle asti melko harvaa. Täysin asumattomia ovat olleet vain

Haukiojan ja Pöykynjoen valuma-alueet 1930- ja 1940-luvuille asti. Sotien jälkeen kaikkien osavaluma-alueitten talotiheys on kasvanut 1930-luvulta aina 1960-luvulle asti. Pöykynjoen valuma-alue oli vuonna 1994 harvimpaan asuttu valuma-alue: siellä ei ollut yhtä neliökilometriä kohti edes puolta taloa. Sen sijaan Pyhäjärven lähivaluma-alueella oli noin kolme ja puoli taloa neliökilometriä kohti. (Mts. 52 – 53.)

### 3.2.5 Vuosi 1993

Vuosina 1990 – 1992 tehtiin ympäristönhoitosuunnitelma lähes kaikille Saarijärven maataloille. Myös epäkohdille yritettiin etsiä mahdollista korjauskeinoa Maatilojen ympäristönhoitoselvityksessä, koska huoli ympäristön ja vesistöjen pilaantumisesta on yhteinen asia. Kartoitettuja tiloja oli 417 eli vajaa puolet Saarijärven aktiivituloista. Yhteensä kaikkia tiloja oli 873 kpl. (Maatilojen ympäristönhoitoselvitys 1993, 1 – 7.) Tässä opinnäytetyössä perehdytään tarkemmin vain Pyhäjärven valuma-alueella tehtyihin selvityksiin eikä suinkaan kaikkiin Saarijärven tiloihin. Pyhäjärven valuma-alueilla selvitettyjä tiloja oli selvityksen tekoaikana yhteensä 74 ja viljelyksessä olevaa peltoa valuma-alueella oli yhteensä 812,8 ha (Maatilojen ympäristönhoitoselvitys 1993, 85 – 102).

Saarijärvellä vuonna 1993 valmistuneen selvityksen mukaan maatalous Saarijärvellä aiheutti fosforin kokonaiskuormituksesta noin 40 % ja typen kokonaiskuormituksesta noin 25 %. Sen sijaan jos tarkasteltiin pelkkää ihmistoiminnan aiheuttamaa kuormitusta, niin silloin maatalouden aiheuttama fosforikuorma oli vajaat 60 % ja typpikuorma noin 42 %. Saarijärven reitillä oli selvityksen mukaan fosforin luonnonhuuhtouman määrä 29,2 % ja typen vastaava määrä 40,7 %. (Maatilojen ympäristönhoitoselvitys 1993, 2 – 4.)

Pyhäjärven aluetta tarkasteltiin vuoden 1993 selvityksessä valuma-alueittain: lähinnä miten paljon tiloja alueella oli ja miten paljon peltoa oli viljelyksessä ja niin edelleen. Aika tarkasti selvitettiin myös karjanlannan ja torjunta-aineiden käyttö, säilörehun teko sekä jätteiden käsittely – toisin sanoen kaikki, mikä voi vaikuttaa vesistöjen tilaan. Pyhäjärven lähialueen koko on 14 510 ha ja peltoa viljelyksessä oli yhteensä 458,2 ha. Tällöin peltoprosentti valuma-alueella oli 3 %. Viljelemättä ja kesannolla peltoa oli yhteensä 116 ha. Selvitys tehtiin yhteensä 38 tilalle, joista suurin osa oli karjatiloja (21 kpl). Selvityksessä todettiin, että yhdeksästä alueella sijaitsevasta lantalasta pääsi suoraa valumia, mikä oli vesistön kannalta paha asia. Yhteensä 17 tilalla oli korjaamistarvetta lantalassa. Useat tilat myös levittivät lantaa pelloilleen. Suurin osa

tiloista johti jätevedet sakokaivoon, mutta osa tyhjensi ne peltoon tai metsään (22 tilaa). (Maatilojen ympäristönhoitoselvitys 1993, 85 – 88.)

Vuosjoen vesistöalue on pinta-alaltaan 4 521 ha (Lahdenvesi-Korhonen 1996, 19). Viidelle tilalle laadittiin ympäristönhoitosuunnitelma ja niistä kolme oli karjatilaja. Peltoja tiloilla oli viljelyksessä kaiken kaikkiaan 48,8 ha, jolloin peltoprosentti valuma-alueesta oli noin 1 %. Viherkesantona oli pelloista vain 1,5 ha. Tiloilla jätevedet johdettiin sakokaivoon. Pohjanpuron valuma-alueelle tehtiin ympäristöselvitys kahdelle tilalle, joista toinen oli maitotila ja toinen peltoviljelytila. Jätevedet johdettiin toiselta tilalta sakokaivosta ojaan, toiselta tilalta sakokaivosta maahan. Kaivot tyhjenettiin molemmilla tiloilla kahdesti vuodessa pelloille. Tiloilla peltohehtaareita viljelyksessä oli 31 ha ja 2 ha pellosta oli kesannolla. (Maatilojen ympäristönhoitoselvitys 1993, 90 – 94.) Pohjanpuron valuma-alue on 1 357 ha suuri (Lahdenvesi-Korhonen 1996, 18).

Haukiojan valuma-alue on vain 1 195 ha kooltaan (Lahdenvesi-Korhonen 1996, 18). Vuonna 1993 ympäristönhoitoselvitys laadittiin kolmelle tilalle. Näistä mikään ei ollut enää aktiivitila ja peltoa oli viljelemättä 17 ha. Näin ollen valumat olivat vähäisiä tai olemattomia ja jätevedetkin vietiin kerran vuodessa jätevedenpuhdistamolle. Iso-Suojärven valuma-alueella oli sen sijaan enemmän tiloja, joille selvitys tehtiin, yhteensä 24 tilaa. 13 oli karjatilaja, kahdeksan lopettaneita tiloja ja yksi kesantotila. Viljelyksessä olevaa peltoa valuma-alueella oli paljon, yhteensä 270,8 ha. Kesannolla pellosta oli 34,6 ha ja viljelemättä 48 ha. Kahdesta lantalasta pääsi suoraa valumia maaperään ja 11 tilalla lantaloissa oli parantamista. (Maatilojen ympäristönhoitoselvitys 1993, 96 – 100.) Iso-Suojärven valuma-alueen pinta-ala on 6207 ha (Lahdenvesi-Korhonen 1996, 18). Peltoala suhteessa koko valuma-alueeseen oli noin 4 %.

Harinkaanpuron valuma-alueella viljelyksessä oli vain neljä hehtaaria peltoa ja viljelemättä seitsemän hehtaaria. Tosin alueella oli vain kaksi tilaa, joille ympäristönhoitosuunnitelma laadittiin. Toinen tila oli lopettanut viljelemisen ja toinen oli karjatilaja. Jätevedet tiloilla johdettiin muitten tilojen tavoin sakokaivoihin ja sieltä ne imeytettiin maahan. (Maatilojen ympäristönhoitoselvitys 1993, 102.) Harinkaanpuron valuma-alue on kooltaan 1094 ha (Lahdenvesi-Korhonen 1996, 18). Peltoprosentti alueesta oli 0,4 %.

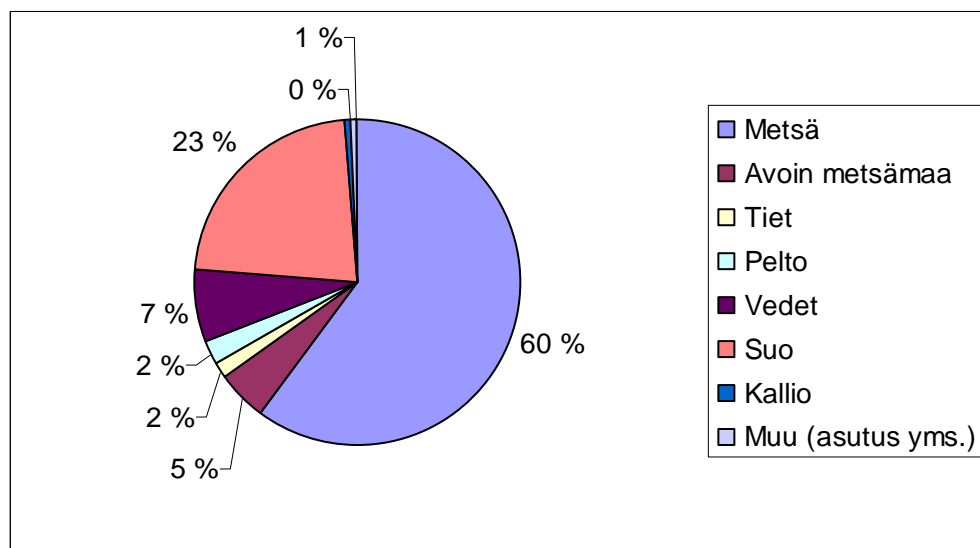
Yhteenvetona voidaan todeta, että vuoden 1993 ympäristölainsäädännön näkökulmasta Pyhäjärven valuma-alueen maatiloilla oli joitain selviä puutteita esimerkiksi riittä-

vien suojakaistojen ja -vyöhykkeiden jättämisestä vesistöjen varsiin. Vain puolella tiloista oli riittävä viljelemätön kaista vesistön vieressä. Myös lantaloissa oli puutteita mitoituksen ollessa usein liian pieni ja rakenteiden ollessa puutteellisia. Lantalan pienuudesta johtuen osa tiloista joutui turvautumaan lannan levittämiseen talvella pelloille, mistä seuraa ravinteiden valumia. Valuma-alueella oli myös maatiloja, joilla ei ollut lantalaakaan ollenkaan ja selvityksessä ne olikin nimetty kiireellisimpien uudistuskohteiden joukkoon. (Maatilojen ympäristöhoitoselvitys 1993, 106 – 110.) Vuoden 1993 tilaan verrattuna nykyisin maataloilla huomioidaan paljon paremmin ympäristö ja sille aiheutuvat haitat.

### 3.3 Pyhäjärven valuma-alueiden maankäyttö nykyisin

#### 3.3.1 Yleistä

Uusin tieto Pyhäjärven valuma-alueitten koosta on vuodelta 2008 ja se on koottu Saarijärven kaupungin karttaohjelmasta. Pinta-aloissa on jonkun verran eroavaisuuksia vuoden 1996 tietoihin verrattuna ja ne eivät välttämättä ole yhtä tarkkoja erilaisen mittaustavan vuoksi. Työssä on kuitenkin käytetty vuoden 2008 lukuja laskettaessa prosentteina eri maankäytön muotoja valuma-alueilla (ks. kuvio 3). Niitä käytettiin, koska käyttömuodot oli tarkasti eritelty näiden pinta-alojen mukaan ja niiden suhteuttaminen vuoden 1996 pinta-aloihin olisi vääristänyt tulosta. Peltojen prosenttiosuus kuviossa 2 on kuitenkin todellisuudessa hiukan suurempi eli noin 3 %, mikä johtuu juuri mittaustavan epätarkkuudesta vuoden 2008 tiedoissa. Muuten luvut pitävät kohdalaisen hyvin paikkansa.



KUVIO 3. Pyhäjärven osavaluma-alueiden maankäyttö prosentteina vuonna 2008

Vuoden 2008 tiedoissa Pyhäjärven lähivaluma-alueen koko on 14 853 ha ja Harin-  
kaanpuron valuma-alueen koko 1 121 ha. Iso-Suojärven valuma-alue on 6 129 ha,  
Haukiojan 1 238 ha ja Pöykynjoen valuma-alue on 2 163 ha. Pohjanpuron valuma-  
alue on sen sijaan 1 389 ha, Harjupuron 612 ha ja Vuosjoen valuma-alue 4 397 ha  
kooltaan. (Pyhäjärven osavaluma-alueet 2008.)

Pyhäjärven valuma-alueilla maankäyttö on jakautunut eri tavoin. Esimerkiksi yhdellä  
alueella viljelyksessä olevaa peltoa on jopa noin 447 ha, muutamalla sitä ei ole laisin-  
kaan (Peltopinta-alat valuma-alueittain 2008). Seuraavassa alaluvussa kuvaillaan  
kaikki muut maankäyttötavat Pyhäjärven valuma-alueilla peltoja lukuun ottamatta,  
joka esitellään erikseen. Valuma-alueiden pinta-alasta on yleisesti ottaen kuitenkin  
suurin osa metsää: yhteensä sitä on noin 60 % Pyhäjärven osavaluma-alueiden pinta-  
alasta.

### 3.3.2 Pyhäjärven lähivaluma-alue

Kaikkein eniten metsää on Pyhäjärven lähivaluma-alueella, missä noin 73 % pinta-  
alasta on metsän peitossa (ks. taulukko 2). Myös hehtaareina lähivaluma-alueella on  
enemmän metsää kuin muilla osavaluma-alueilla (Pyhäjärven osavaluma-alueet 2008).  
Lähialue on kuitenkin pinta-alaltaan muita alueita suurempi, joten prosenttiluku suh-  
teuttaa suuren metsäalan koko pinta-alaan ja tekee luvusta vertailukelpoisen muihin  
osavaluma-alueisiin nähden. Suota lähivaluma-alueella on poikkeuksellisen vähän  
verrattuna muihin osavaluma-alueisiin, vain noin 7,4 %. Itse asiassa suota on hehtaa-  
reina kuitenkin kolmanneksi eniten vertailtaessa valuma-alueita keskenään (Pyhäjär-  
ven osavaluma-alueet 2008).

**TAULUKKO 2. Pyhäjärven lähivaluma-alueen maankäyttötavat**

<b>I Pyhäjärven lähialue</b>		
<b>Maankäyttötapa</b>	<b>ha</b>	<b>%</b>
Metsä	6516	73,4
Avoim metsämaa	525	5,9
Tiet	226	2,5
Vedet	5978	40,2
Suo	660	7,4
Kallio	123	1,4
Muu (asutus yms.)	250	2,8

Vettä on Pyhäjärven lähivaluma-alueella lähes yhtä paljon kuin metsää eli 5978 ha  
(Pyhäjärven osavaluma-alueet 2008). Tämä johtuu kuitenkin siitä, että koko Pyhäjärvi

on vesiprosentissa mukana. Muut pinta-alaprosentit on laskettu ilman vesimäärää, sillä Pyhäjärvi ei kuulu omaan valuma-alueeseensa. Prosentteina Pyhäjärvi on lähes puolet pinta-alasta. Asutusta, hiekkakuoppia ynnä muuta sellaista lähivaluma-alueella on enemmän kuin muualla, 2,8 % pinta-alasta. Myös hehtaareina asutusta ja muuta sellaista on jälleen runsaasti enemmän kuin muualla: 250 ha kun muilla alueilla sitä on tyypillisesti 3 – 8 ha (Pyhäjärven osavaluma-alueet 2008). Lähivaluma-alueella taloja on 220 ja mökkejä 361 eli huomattavasti enemmän kuin muilla valuma-alueilla (Maanmittaus- ja karttapalvelun tietoja 2008).

Poikkeukselliset luvut kertovat siitä, että Pyhäjärven lähivaluma-alue on osavaluma-alueista suurin ja se kiertää pyhäjärven ympäri rantoja myötäillen. Tällöin voidaan todeta historian vaikutus esimerkiksi siinä, että rakennuksia on tehty eniten hyvien kulkuyhteyksien lähelle, toisin sanoen järvien rannalle. Myös peltopinta-alaa on raivattu enemmän kuin muualla. Avointa metsämaata, tietä ja kalliota on myös hehtaareina mitattuna yleensä paljon enemmän kuin muilla valuma-alueilla, mikä johtuu tietenkin alueen suuresta koosta.

### **3.3.3 Harinkaanpuron valuma-alue**

Harinkaanpuron valuma-alueen pinta-alasta metsää on melko paljon: noin 60 %. Teitä, vettä ja avointa metsämaata on sen sijaan todella vähän (ks. taulukko 3). Vesistöjen määrä hehtaareinakin on hyvin pieni, vain kolme hehtaaria vettä. (Pyhäjärven osavaluma-alueet 2008.) Suota alueella on jopa noin 31 % eli toiseksi eniten verrattuna muihin osavaluma-alueisiin. Tosin suon määrä näyttää prosenttilukuna suuremmalta kuin hehtaarit antaisivat ymmärtää, sillä Harinkaanpuron valuma-alueella on vain 351 ha suota, mikä on kolmanneksi pienin määrä valuma-alueilla (Pyhäjärven osavaluma-alueet 2008). Tämä ero selittyy sillä, että Harinkaanpuron valuma-alue on kooltaan pienehkö ja iso osa alueesta on suota, jolloin suon määrä pinta-alaan suhteutettuna onkin suuri osa. Kalliota ja muuta maankäyttöä kuten asutusta, hiekkakuoppia yms. ei ole mitenkään huomattavan paljon valuma-alueen pinta-alasta. Harinkaanpuron valuma-alueella on sen lisäksi vain viisi taloa eikä yhtään mökkiä (Maanmittaus- ja karttapalvelun tietoja 2008). Nämä luvut kertovat siitä, että asutusta valuma-alueella on todella vähän.



**TAULUKKO 3. Harinkaanpuron valuma-alueen maankäyttötavat**

Maankäyttötapa	ha	%
Metsä	675	60,2
Avoin metsämaa	40	3,6
Tiet	24	2,1
Vedet	3	0,3
Suo	351	31,3
Kallio	6	0,5
Muu (asutus yms.)	3	0,3

### 3.3.4 Iso-Suojärven valuma-alue

Iso-Suojärven valuma-alue on mielenkiintoinen osa Pyhäjärven valuma-alueita. Peltoa alueella on melko paljon, mutta muista maankäytön tavoista metsää on kuitenkin tyypillisesti huomattavasti enemmän eli 52 %. Teitä Iso-Suojärven valuma-alueella on keskiverto määrä ja avointa metsämaata on vähän verrattuna alueitten keskiarvoon (ks. taulukko 4). Alueella on 50 taloa ja 30 mökkiä (Maanmittaus- ja karttapalvelun tietoja 2008). Näin ollen voi arvatakin, että muuta maankäyttöä on vain 0,7 % pinta-alasta. Toisaalta taloja ja mökkejä on toiseksi eniten, jos verrataan osavaluma-alueita toisiinsa (Maanmittaus- ja karttapalvelun tietoja 2008). Näin voitaisiin päätellä, että asutusta on alueella melko paljon, vaikka prosentteina pinta-alasta määrä ei olekaan suuri. Iso-Suojärven valuma-alue on melko laaja, jolloin suurempikin asutusmäärä suhteutuu sen pinta-alaan. Todellisuudessa valuma-alueen pinta-alasta 40 ha on asutuksen tai hiekkakuoppien ynnä muiden sellaisten käytössä ja luku on toiseksi suurin Pyhäjärven lähivaluma-alueen jälkeen (Pyhäjärven osavaluma-alueet 2008).

Vesistöjä on kolmanneksi eniten Iso-Suojärven alueella ja suota noin 34 %, mikä on suurin suomäärä Pyhäjärven osavaluma-alueista. Suota on yhteensä 2070 ha eli yli 1000 ha enemmän kuin Vuosjoen valuma-alueella, jolla on seuraavaksi eniten suota (Pyhäjärven osavaluma-alueet 2008). Kalliota Iso-Suojärvellä on hehtaareina mitattuna toiseksi eniten ja luku poikkeaa melko paljon muiden osavaluma-alueiden määristä. Vettä on myös kohtalaisen paljon, koska alueella on kaksi isohkoa järveä (Honkanen ym. 2004, 8). Hehtaareina vesistöjä on 252, vain kahdella valuma-alueella vesistöt vievät enemmän pinta-alaa: Pyhäjärven lähialueella ja Vuosjoen valuma-alueella (Pyhäjärven osavaluma-alueet 2008).

**TAULUKKO 4. Iso-Suojärven valuma-alueen maankäyttötavat**

<b>Maankäyttötapa</b>	<b>ha</b>	<b>%</b>
Metsä	3189	52,0
Avoim metsämaa	170	2,8
Tiet	100	1,6
Vedet	252	4,1
Suo	2070	33,8
Kallio	31	0,5
Muu (asutus yms.)	40	0,7

### 3.3.5 Haukiojan ja Pöykynjoen valuma-alueet

Maankäyttö jakautuu Haukiojan valuma-alueella seuraavasti: Vettä on vähän ja suota on keskimääräisesti. Hehtaareina suota on kuitenkin toiseksi vähiten eli 251 ha eikä suinkaan keskimääräisesti (Pyhäjärven osavaluma-alueet 2008). Kalliota ja tietä on molempia melko vähän (ks. taulukko 5). Muuta maankäyttöäkään ei ole kovin runsaasti Haukiojan alueen pinta-alasta. Mökkejä on vain kolme, mutta taloja on jopa 13 (Maanmittaus- ja karttapalvelun tietoja 2008). Tämä johtunee siitä, että vain kapea kaista valuma-alueesta on rannan tuntumassa ja suurin osa on kauempana rannasta. Tämän takia mökkejä on vähän ja taloja enemmän. Avointa metsämaata Haukiojalla on vähän pinta-alasta, mutta metsää sen sijaan on toiseksi eniten valuma-alueista eli noin 69 %. Metsän määrä hehtaareina on kuitenkin keskiuerto määrä valuma-alueilla (Pyhäjärven osavaluma-alueet 2008).

**TAULUKKO 5. Haukiojan valuma-alueen maankäyttötavat**

<b>Maankäyttötapa</b>	<b>ha</b>	<b>%</b>
Metsä	850	68,7
Avoim metsämaa	43	3,5
Tiet	20	1,6
Vedet	4	0,3
Suo	251	20,3
Kallio	4	0,3
Muu (asutus yms.)	8	0,6

Pöykynjoen valuma-alueella mökkejä ei ole yhtään ja talojakin vain viisi (Maanmittaus- ja karttapalvelun tietoja 2008). Muuta maankäyttöä, johon asutuskin kuuluu, on tällä alueella kaikkein vähiten eli vain 0,1 %, yhteensä kolme hehtaaria (Pyhäjärven osavaluma-alueet 2008). Pöykynjoen valuma-alueella ei ole myöskään mitään viljelystä, joten se voi osittain selittää vähäisen asutuksen.

**TAULUKKO 6. Pöykynjoen valuma-alueen maankäyttötavat**

<b>Maankäyttötapa</b>	<b>ha</b>	<b>%</b>
Metsä	1412	65,3
Avoim metsämaa	195	9,0
Tiet	27	1,2
Vedet	16	0,7
Suo	505	23,3
Kallio	5	0,2
Muu (asutus yms.)	3	0,1

Metsää alueella on kolmanneksi eniten ja avointa metsämaata on jopa 9 %, mikä on suurin määrä millään Pyhäjärven osavaluma-alueilla. Molemmat luvut näyttävät kuitenkin hehtaareina vähäisemmiltä kuin prosentteina, sillä metsää alueella on 1412 ha, mikä on lähes 5000 ha vähemmän kuin Pyhäjärven lähivaluma-alueella ja avointa metsämaatakin on vain 195 ha (Pyhäjärven osavaluma-alueet 2008). Luvut on kuitenkin suhteutettu valuma-alueen pinta-alaan, jolloin hehtaarimääriä tarkastellaan osana valuma-alueen pinta-alan peittävyyttä. Prosentteina Pöykynjoen valuma-alueesta tietä, vettä, kalliota ja suota on suhteellisen vähän. Kaikki luvut ovat pienehköjä tai lähellä valuma-alueitten yhteistä keskiarvoa.

### **3.3.6 Pohjanpuron ja Harjupuron valuma-alueet**

Metsää Pohjanpuron valuma-alueella on toiseksi vähiten suhteessa pinta-alaan eikä vettäkään alueella ei ole kovin runsaasti (ks. taulukko 7). Prosentuaalisesti suota puolestaan on aika runsaasti, vaikka hehtaareina suoala on kuitenkin neljänneksi pienin (Pyhäjärven osavaluma-alueet 2008). Kalliota ja teitä on melko vähän, mutta avointa metsämaata on 6,8 % Pohjanpuron valuma-alueella eli sitä on toiseksi eniten verrattuna kaikkiin Pyhäjärven osavaluma-alueisiin. Avointa metsämaata on hehtaareina kuitenkin neljänneksi vähiten (Pyhäjärven osavaluma-alueet 2008). Taloja ja mökkejä alueella on yhtä paljon kuin Pöykynjoen valuma-alueella eli viisi taloa eikä yhtään mökkiä (Maanmittaus- ja karttapalvelun tietoja 2008). Muuta maankäyttöä, asutusta, hiekkakuoppia tai muuta sellaista, alueella on siis todella vähän.

**TAULUKKO 7. Pohjanpuron valuma-alueen maankäyttötavat**

Maankäyttötapa	ha	%
Metsä	790	56,9
Avoim metsämaa	95	6,8
Tiet	20	1,4
Vedet	34	2,4
Suo	430	31,0
Kallio	5	0,4
Muu (asutus yms.)	3	0,2

Taloja Harjupuron valuma-alueella on 13 mutta mökkejä ei ole ainuttakaan (Maanmittaus- ja karttapalvelun tietoja 2008). Asutusta ynnä muuta sellaista alueella on vain vähän, kuten talomäärästäkin voi päätellä. Vesistöjen ja suon määrät ovat pinta-alaltaan vähäisiä mutta kalliota on 0,8 %, mikä on melko paljon verrattuna muihin osavaluma-alueisiin (ks. taulukko 8). Vaikka toisaalta voidaan todeta, että kalliota pinta-alasta on vain viisi hehtaaria, kuten useimmilla muillakin valuma-alueilla (Pyhäjärven osavaluma-alueet 2008).

**TAULUKKO 8. Harjupuron valuma-alueen maankäyttötavat**

Maankäyttötapa	ha	%
Metsä	449	73,4
Avoim metsämaa	22	3,6
Tiet	14	2,3
Vedet	7	1,1
Suo	105	17,2
Kallio	5	0,8
Muu (asutus yms.)	3	0,5

Harjupuron alue on osavaluma-alueista pienin ja se selittää osittain esimerkiksi sen, että kallion määrä nousee niin suureksi. Avoimen metsämaan osuus on melko lähellä osavaluma-alueitten keskiarvoa, mutta metsää on kaikkein eniten muihin valuma-alueisiin verrattuna eli noin 73 %. Hehtaareina metsää on Harjupuron valuma-alueella kuitenkin vain 449 ha eli todella vähän (Pyhäjärven osavaluma-alueet 2008). Tätä eroa prosenttiluvun ja hehtaarimäärän välillä selittää valuma-alueen pieni koko, jolloin pieni metsän määrä peittää kuitenkin suuren osan valuma-alueen pinta-alasta, jolloin metsää on prosentuaalisesti valuma-alueella paljon.

### 3.3.7 Vuosjoen valuma-alue

Vuosjoen valuma-alueella on toiseksi eniten vettä pinta-alaan nähden (ks. taulukko 9). Vesistöä on 288 ha eli paljon vähemmän kuin Pyhäjärven lähivaluma-alueella, jolla on

eniten vesipinta-alaa (Pyhäjärven osavaluma-alueet 2008). Vesistön suuren määrän Vuosjoen valuma-alueella selittää se, että alueella on ainakin kaksi isohkoa järveä purojen ynnä muiden sellaisten lisäksi (Honkanen ym. 2004, 8). Suota alueella on noin 22 %. Prosenttilukuna suon pinta-ala ei ole kovinkaan suuri, mutta hehtaareina se on toiseksi suurin ala verrattuna muihin Pyhäjärven osavaluma-alueisiin (Pyhäjärven osavaluma-alueet 2008).

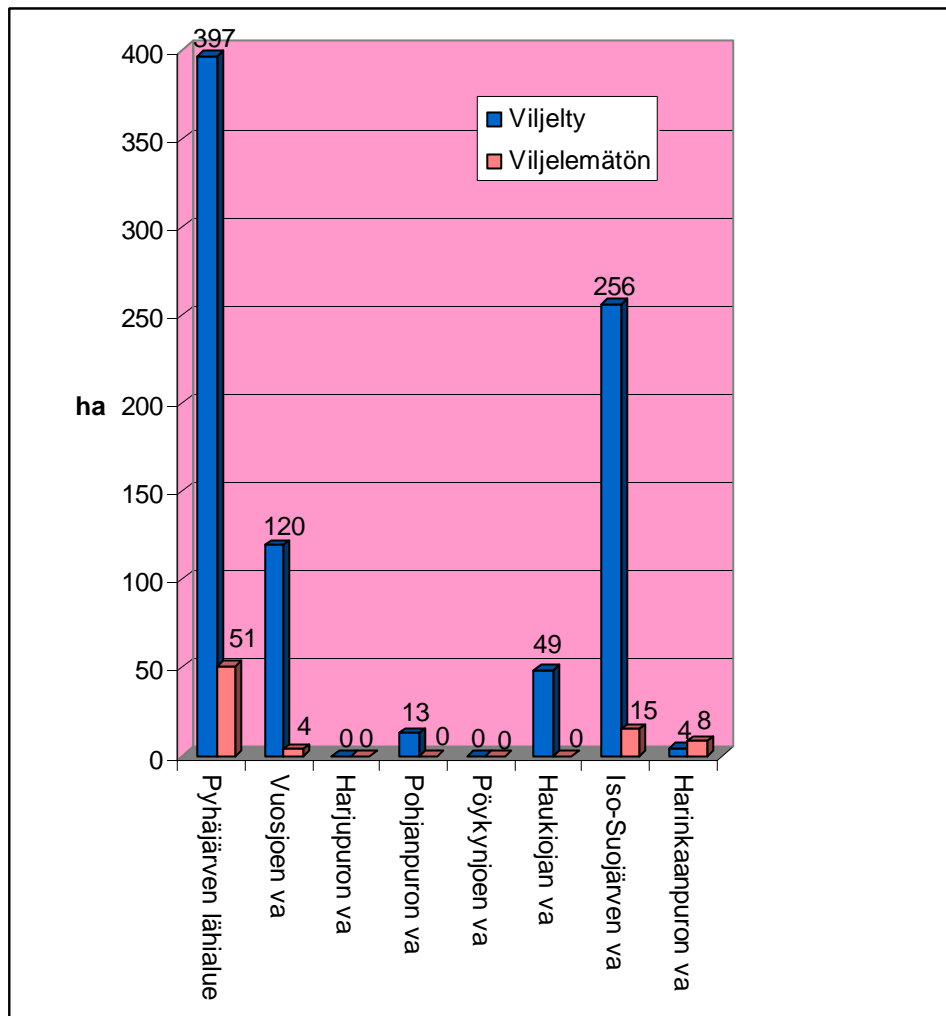
**TAULUKKO 9. Vuosjoen valuma-alueen maankäyttötavat**

Maankäyttötapa	ha	%
Metsä	2651	60,3
Avoin metsämaa	245	5,6
Tiet	68	1,5
Vedet	288	6,5
Suo	974	22,2
Kallio	8	0,2
Muu (asutus yms.)	30	0,7

Metsää Vuosjoen valuma-alueella on keskimääräisesti. Avointa metsämaata on metsän lisäksi 5,6 %. Prosentuaalisesti avoimen metsämaan määrä ei ole suurin, mutta hehtaareina alue on toiseksi suurin eli 245 ha. Muuta maankäyttöä alueella on 30 ha (Pyhäjärven osavaluma-alueet 2008.) Prosentteina pinta-alasta se on vain 0,7 %, vaikka hehtaariluku on kolmanneksi suurin. Taloja valuma-alueella on 28 ja mökkejä 30 (Maanmittaus- ja karttapalvelun tietoja 2008). Näiden lukujen perusteella voidaan todeta, että Vuosjoen valuma-alueella on melko paljon asutusta, vaikka prosentuaalisesti luku on pieni.

### 3.4 Pyhäjärven maatalouden maankäyttö

Maatalouden pellonkäyttöä kuvatessani käytän maaseutupalvelujen tiedoista kokoniamiani peltojen pinta-aloja (ks. taulukko 10). Olen tietojen pohjalta laskenut peltoprosentit sekä viljellylle että viljelemättömälle pellolle sekä myös valuma-aluekohtaiset peltomäärät ja -prosentit. Viljelty pelto tässä yhteydessä tarkoittaa jollain viljakasvilla tai nurmella olevaa peltoa, eli aluetta, jolle levitetään säännöllisesti lannoitteita. Viljelemätön pelto tarkoittaa kesannolla olevaa tai kirjaimellisesti viljelemätöntä peltoa – aluetta jota ei lannoiteta ja josta ei siis tule kovin paljon ihmisen aiheuttamia valumia. Maatalouden pellonkäyttötiedot olen laskenut myös maaseutupalvelun tietojen pohjalta. Olen laskenut erikseen tilojen määrät ja niiden peltoalat. Myös muut tiedot tilojen kotieläintuotannosta ynnä muusta sellaisesta, ole saanut Saarijärven kaupungin maaseutupalveluista.



**KUVIO 4. Pyhäjärven osavaluma-alueiden viljellyt ja viljelemättömät pellot**

Kaikki Pyhäjärven valuma-alueet ovat yhteensä 25 924 ha jos Pyhäjärvi otetaan pois Valuma-alueen pinta-alasta (Peltopinta-alat valuma-alueittain 2008). Kaiken kaikkiaan viljeltyä peltoa on 3,2 % kokonaispinta-alasta ja viljelemättömää puolestaan 0,3 %. Tällöin peltoprosentti on yhteensä 3,5 % koko Pyhäjärven valuma-alueesta. Pellon prosenttiosuus kuitenkin vaihtelee hiukan siirryttäessä valuma-alueelta toiselle ja tämä vaihtelu selittyy alueitten koon vaihtelun mukaan; sama hehtaarinäärä isommalla ja pienemmällä valuma-alueella tarkoittaa sitä, että isommalla alueella prosenttiosuus on pienempi kuin pienemmällä alueella.

Pyhäjärven kaikkein suurimmalla alueella eli Pyhäjärven lähivaluma-alueella peltoa on yhteensä 447,53 ha. Viljeltyä peltoa on huomattavasti enemmän kuin viljelemättömää peltoa (ks. kuvio 4). (Peltopinta-alat valuma-alueittain 2008.) Peltoprosentti lähialueella on 5,0 %. Iso-Suojärven valuma-alueella, joka on seuraavaksi suurin alue, peltoprosentti on 4,4 %. Peltoa on yhteensä toiseksi eniten valuma-alueiden välisessä ver-

tailussa, viljeltyä peltoa on jälleen enemmän kuin viljelemätöntä peltoa (Peltopinta-  
alat valuma-alueittain 2008). Vuosjoen valuma-alueella peltoa prosentteina on 2,8.  
Peltoa yhteensä on kolmanneksi eniten, kuten taulukosta 10 voidaan nähdä. Vain pieni  
osa on viljelemättä kun taas viljelyksessä on yli 100 ha (Peltopinta-alat valuma-  
alueittain 2008). Muilla valuma-alueilla on näihin kolmeen suurimpaan valuma-  
alueeseen verrattuna vain vähän peltohehtaareita (ks. taulukko 10).

**TAULUKKO 10. Pyhäjärven osavaluma-alueitten peltoprosentit ja peltohehtaarit**

<b>Pellot ja pelto-% osavaluma-alueittain</b>		
<b>Valuma-alue</b>	<b>ha</b>	<b>%</b>
Pyhäjärven lähialue	447,53	5,0
Vuosjoen va	123,66	2,8
Harjupuron va	0,00	0,0
Pohjanpuron va	13,09	0,9
Pöykynjoen va	0,00	0,0
Haukiojan va	48,83	3,9
Iso-Suojärven va	271,56	4,4
Harinkaanpuron va	12,56	1,1
<b>Yhteensä</b>	<b>917,23</b>	<b>3,5</b>

Pyhäjärven valuma-alueilla on yhteensä 73 tilaa, joista osa ei enää viljele peltojaan ja  
muutamilla ei edes ole peltoa tai sitä ei ole ainakaan Pyhäjärven valuma-alueella.  
Noin 51 tilalla on kuitenkin edelleen viljelyksessä olevia peltoja. Muutamat tilat, joi-  
den peltoa on Pyhäjärven valuma-alueella, eivät kuitenkaan itse sijaitse siellä. Tämä  
vaikuttaa tietenkin siihen, että joillain tiloilla saattaa olla enemmän peltoa, mutta kos-  
ka sitä ei ole Pyhäjärven alueella, se ei näy luvuissa.

Viljellyn ja viljelemättömän pellon määrä vaihtelee tiloittain. Suurimmalla osalla tilo-  
ja on viljeltyä peltoa alle 20 ha ja itse asiassa 22 tilalla ei ole peltoa viljelyksessä tällä  
hetkellä lainkaan (ks. taulukko 11). Sen sijaan vain 12 tilalla on enemmän kuin 20 ha  
viljeltyä peltoa. Viljelemättömien peltojen jakautuminen tilojen suhteen on toinen,  
sillä suurimmalla osalla tiloista on viljelemätöntä peltoa alle 10 ha. Vain yhdellä tilalla  
on viljelemätöntä peltoa enemmän kuin 10 ha, mutta sen sijaan 26 tilalla ei ole lain-  
kaan viljelemätöntä peltoa. (Maaseutupalvelujen tietoja 2008.)

**TAULUKKO 11. Tilojen peltomäärät Pyhäjärven valuma-alueilla**

Peltö (ha)	Tilojen määrä (kpl)		
	Viljelty pelto	Viljelemättömän pelto	Pellot yhteensä
0 ha	22	26	1
0,01-10 ha	19	46	37
10-20 ha	20	1	23
20-30 ha	3		3
30-40 ha	5		4
40-50 ha	2		3
>50 ha	2		2

Jos tiloilla huomioidaan kaikki pellot, muuttuvat luvut jonkin verran. Ensimmäiseksi tiloja, joilla ei ole peltoja lainkaan on vain yksi. Sen sijaan suurimmalla osalla eli 60 tilalla on yhteensä alle 20 ha peltoa. Peltomäärältään suuria tiloja on Pyhäjärven valuma-alueella harvassa. Tiloja, joilla on 20 – 50 ha peltoa, on vain 10 ja yli viidenkymmenen hehtaarin tiloja on vain kaksi, kuten taulukosta 11 voidaan todeta. (Maaseutupalvelujen tietoja 2008.)

Tiloja voidaan tarkastella myös sen suhteen, ovatko ne peltoviljely- vai karjatiloja. Peltoalaltaan pienistä tiloista suurin osa on pelkästään peltoviljelytiloja. Vain kaksi alle 10 ha tiloista on kotieläintiloja ja loput 35 ovat peltoviljelytiloja ainakin näiden tietojen pohjalta. Tosin ainut tila, jolla ei ole peltoja – ainakaan Pyhäjärven valuma-alueella – on kotieläintila. Seuraavaksi suurempien tilojen, alle 20 ha, kohdalla karjatiloja on jo yhdeksän: vain vajaat kaksi kolmasosaa tiloista on siis viljelytiloja. Yli 20 ha tiloista, joita on yhteensä 12, karjatiloja on seitsemän eli yli puolet. (Maaseutupalvelujen tietoja 2008.) On siis todettava, että peltoalan kasvaessa on myös todennäköisempää, että tilalla on kotieläintuotantoa. Tämä saattaa johtua siitä, että useat karjatilalan omistajat tuottavat eläimilleen esimerkiksi nurmirehua tai viljaa omilla pelloillaan, jolloin aivan pienet peltoalat eivät riitä ruokkimaan kaikkia eläimiä. Tämän takia myös peltoalaa tarvitaan enemmän kotieläintiloilla.



## 4 RAVINNEKUORMITUS

### 4.1 Yleistä

Vesistöt ovat ihmisille tärkeä voimavara usealla tavalla. Niihin vaikuttavat kuitenkin monet tekijät, jotka muuttavat vähitellen veden laatua ja biologista rakennetta. Muutoksia aiheuttavat erilaiset luontaiset tekijät ja ilmaston vaihtelut sekä myös ihmisen toiminta. (Laihonen, Holopainen, Hellsten, Vuorinen, Jormola, J., Marttunen, Harjula, Rönkä & Walls 2004, 98 – 99.) Luonnontilaistenkin järvien vedenlaatuun vaikuttavat esimerkiksi valuma-alueen maaperän ja kallioperän laatu. Ne puolestaan vaikuttavat alueen kasvillisuuteen ja kasvillisuus heijastuu edelleen maaperän pintakerrosten laatuun. Tämän lisäksi maastonmuodot ja alueen hydrologiset tekijät, kuten pohjaveden pinnankorkeus, määrittävät valuma-alueen soisuuden sekä vaikuttavat soiden syntyyn. Valuma-alueen pintakerroksen laatu, maastonmuodot ja hydrologiset tekijät vaikuttavat alueelta tulevien valumien laatuun ja samalla ne vaikuttavat järven ominaisuuksiin. (Järvien kunnostus 2005.) Veden laatuun vaikuttaa myös valuma-alueen maaperän laatu: kallio, hiekka, turvemaa ja niin edelleen. Samoin myös järven koko ja muoto vaikuttavat vedenlaatuun kuten myös biologiset toiminnot, koska ne vaikuttavat useisiin fysikaalis-kemiallisiin toimintoihin itse valuma-alueella sekä järvessä (Salo 2009b.)

Vesistöjen, kuten järvien, muutokset ovat ihmismäärän kasvaessa ja taloudellisen toiminnan vilkastuessa nopeutuneet ja moninkertaistuneet. Vesirakentaminen, ravinteiden ja ympäristömyrkköjen kertyminen sekä vedenpinnan korkeuden säätely aiheuttavat eniten ongelmia vesistöille. Erityisesti vesistöihin päässeet ravinteet muuttavat vesieliöiden elinympäristöä aiheuttamalla kemiallisia muutoksia. Ravinteiden lisääntymisestä aiheutuvaa rehevöitymistä pidetäänkin nykyisin huolestuttavimpana vesistöihin kohdistuvana uhkana. (Laihonen ym. 2004, 98 – 99.) Maatalous on yleisesti ottaen suurin vesistöjen kuormittaja kun tarkastellaan nimenomaan fosfori- ja typpipäästöjä. Maatalouden osuus typpikuormituksesta on noin 51 % ja fosforikuormasta osuus on jopa 62 %. (Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015 2007, 42.) Tästä syystä tässä työssä tarkastellaan Pyhäjärven lahdille tulevaa ravinteiden määrää ja pohditaan, onko maatalous suurin kuormittaja tällä järvellä. Peltojen osuus Pyhäjärven valuma-alueitten pinta-alasta ei ole kovin suuri, joten kysymykseen on syytä perehtyä huolellisesti.

## 4.2 Maatalouden valumat ennen ja nyt

### 4.2.1 Laskutavasta

Tässä alaluvussa mainitut vesinäytteiden analyysitulokset ovat peräisin vuosilta 1994 ja 2001. Ne ovat Saarijärven kaupungin ympäristönsuojelutoimen ottamia näytteitä Pyhäjärven laskevista puroista ja Pyhäjärven lahdista. Näytteet on otettu pääsääntöisesti lokakuun loppupuolella tai marraskuun alussa. Työssä käytetään pellon typpi- ja fosforikuormituslaskuissa Rekolaisen vuonna 1989 julkaistuja laskukaavoja, joissa FP on peltoprosentti. Fosforin valunta =  $1,4 * FP + 9,5$  ja typen valunta =  $11,4 * FP + 240$  (Rekolainen 1989, 103 – 104). Valuntaa laskettaessa käytetään teoreettisesti vuoden 2008 peltoprosentteja, joten taulukossa 12 olevat luvut ovat vuoden 2008 laskennallisia kuormituksia. Valunnan laskukaavan lisäksi käytetään eri kaavaa typen ja fosforin pitoisuuksien laskemiseen valunnan pohjalta (Salo 2009). Fosforin pitoisuus =  $P\text{-valunta} * 10^9 / (9,5 * 86400 * 365)$ . Typen pitoisuus =  $N\text{-valunta} * 10^9 / (9,5 * 86400 * 365)$ . Nämä lasketut kokonaisfosfori ja -typpipitoisuudet samoin kuin peltoprosentitkin ovat taulukossa 12, jossa niitä voidaan tarkastella kokonaisuutena. Tässä työssä keskitytään enimmäkseen vain niihin lahtiin, joiden kunto tiedetään sekä niihin puroihin, jotka laskevat näihin lahtiin. Tällöin tarkastellaan Saarijärven puoleista rantaan ja Äänekosken puoli jää käsittelyn ulkopuolelle.

**TAULUKKO 12. Pyhäjärven pelloilta tulevat ravinnehuuhtoumat vuodessa sekä kokonaistypen ja -fosforin pitoisuudet vuonna 2008**

Valuma-alue	Pelto-%	Ravinne	Huuhtoumat kg/a	Pitoisuus ug/l
I Pyhäjärven lähialue	5,04	Kok. P	16,6	55
		Kok. N	297	993
VIII Vuosjoen va	2,81	Kok. P	13,4	45
		Kok. N	272	908
VII Harjupuron va	0	Kok. P	0	0
		Kok. N	0	0
VI Pohjanpuron va	0,94	Kok. P	10,8	36
		Kok. N	251	837
V Pöykynjoen va	0	Kok. P	0	0
		Kok. N	0	0
IV Haukiojan va	3,94	Kok. P	15	50
		Kok. N	285	951
III Iso-Suojärven va	4,43	Kok. P	15,7	52
		Kok. N	291	970
II Harinkaanpuron va	1,12	Kok. P	11,1	37
		Kok. N	253	844

Purojen ravinteiden määrät ilmoitetaan kokonaistyyppinä ja -fosforina. Typpi ja fosfori ovat keskeisimpiä vesiekosysteemin ravinteita ja siksi niiden määriä tarkkaillaan. Kokonaistyyppi on hankalampi laskea kuin esimerkiksi kokonaisfosfori, koska typpi esiintyy useissa eri muodoissa, esimerkiksi orgaanisena typpinä, ammoniumtyppinä ja nitraattityppinä. Luonnonvesissä kokonaistypen pitoisuudet ilmoitetaan  $\mu\text{g/l}$ . Kokonaisfosforin määrän perusteella vesistö voidaan jakaa kolmeen luokkaan eli luonnontilaiseen, humusveteen ja hyvin ruskeisiin vesiin (ks. taulukko 14). Kun kokonaistypen määrä ylittää  $1000 \mu\text{g/l}$ , on se jo hyvin ruskeavetinen. (Salo 2009a.) Taulukossa 13 on määrät, joiden avulla voidaan päätellä, minkä tyyppisestä vesistöstä on kyse.

**TAULUKKO 13. Rehevyyden luokittelu kokonaistypen avulla**

Vesistötyppi	Typpi ( $\mu\text{g/l}$ )
Luonnontilainen kirkasvetinen	200 - 500
Humusvesi	400 - 800
Hyvin ruskea vesi	>1000

Fosfori puolestaan on vesistöissä lähes aina epäorgaanisessa muodossa ortofosfaattina eli fosfaatti-fosforina. Fosforipitoisuus mitataan kesäkuukausina pintavedestä, koska alusvedessä fosforipitoisuus saattaa olla huonon happitilanteen takia koholla. Mittayksikkö on samoin kuin kokonaistypessäkin  $\mu\text{g/l}$ . Kokonaisfosfori on yksi rehevyydystason mittari ja sen mukaan vesistö voidaan jakaa viiteen luokkaan: ultra-oligotrofisiin, oligotrofisiin, mesotrofisiin, eutrofisiin ja hypereutrofisiin vesiin. (Salo 2009a.)

**TAULUKKO 14. Kokonaisfosfori rehevyydystason mittarina**

Rehevyydystaso	Fosforia ( $\mu\text{g/l}$ )
Ultra-oligotrofinen	< 5
Oligotrofinen	5 - 10
Mesotrofinen	10 - 30
Eutrofinen	30 - 100
Hypereutrofinen	> 100

#### 4.2.2 Vuosjoen ja Harjupuron valuma-alueet

Jokaiselta valuma-alueelta tulee yksi tai useampi puro, joka tuo järveen ravinteita valuma-alueelta. Näiden purojen ja jokien vedestä on otettu näytteitä, jotka on puolestaan analysoitu. Vuosjoen valuma-alueelta laskee Vuosjoki Pyhäjärven Koskenlahteen. Peltoprosentin mukaan laskettuna valuma-alueelta fosforin huuhtouma pelloilta

on noin 13 kg/km<sup>2</sup> vuodessa. Fosforin pitoisuus on silloin 45 µg/l. Tyypeä pelloilta huuhtoutuu 272 kg/km<sup>2</sup> vuodessa ja tällöin pitoisuus on 908 µg/l.

Vuonna 1994 kokonaistypen määrien mukaan voitaisiin todeta, että pelkästään pelloilta näyttäisi valuvan enemmän tyypeä vuodessa kuin aiemmin mitattujen näytteiden pitoisuudet ovat olleet (ks. taulukko 15). Jos peltojen mukaan laskettua N-pitoisuutta verrataan vuoden 2001 pitoisuuteen, on se noin 26 % suurempi. Kokonaistypen pitoisuus on yllättävän korkea, koska mitatut määrät menevät humusvesien luokkaan (Salo 2009a). Fosforipitoisuuksien puolesta voidaan myös todeta, että vuotuinen P-valunta ainoastaan pelloilta näyttää ylittävän Vuosjoesta mitatut tulokset, sillä laskettu P-pitoisuus on puolet aiempia mittauksia suurempi. Fosforin pitoisuus vesissä menee mesotrofiseen luokkaan, joka on siis rehevyystasoltaan keskivertotasoa, mutta ei kuitenkaan karuimpia vesiä (Salo 2009a). Kiintoainesta Vuosjoesta vuonna 2001 mitattiin vähän, mutta vuonna 1994 luku oli suurehko vaikkakaan ei hälyttävän korkea, sillä yleensä avoveden aikaan normaalin kiintoainemäärä on 1 – 3 mg/l (Tikka 2008). Vuoden -94 väriluku oli humuspitoisella tasolla, joka on jo suhteellisen korkea, mutta vuonna -01 luku oli jo erittäin humuspitoisen veden tasolla, mikä on aika paljon.

**TAULUKKO 15. Harjupurosta ja Vuosjoesta otettujen vesinäytteiden tulokset**

Puro tai joki	Vuosi	Kiintoaine (mg/l)	pH	Väri	Kok. N (ug/l)	Kok. P (ug/l)
Harjupuro	2001	1,8	5,7	350	750	34
Harjupuro	1994	6,3	6,2	130	590	35
Vuosjoki	2001	1,1	5,7	200	720	22
Vuosjoki	1994	4,6	6,0	130	650	28

Koskenlahti on paikka, johon Vuosjoki laskee (ks. taulukko 16). Koskenlahdelta on vuonna 2001 mitattu samat luvut kuin Pyhäjärven valuma-alueilta valuvista puroista ja joista kiintoainetta lukuun ottamatta. Mitattujen lukujen pohjalta voidaan todeta, että kokonaistypen määrä Koskenlahdessa oli sama kuin kirkaissa vesissä. Myös kokonaisfosforin määrä on lahdessa vähemmän kuin Vuosjoessa ja lahdessa mitatun luvun perusteella voidaan vesistö luokitella oligotrofiseen tai mesotrofiseen rehevyysluokkaan (Salo 2009a). Vaikka lahteen laskee ravinnepitoisuudeltaan rehevempää vettä, ei ravinteiden määrä vielä näkyneet veden kemiallisessa koostumuksessa. Lahden rannoilla ja pohjukassa sen sijaan tulevat ravinteet näkyvät kasvillisuuden lisääntymisenä (Haapala & Piesanen 2008, 17 -18).

**TAULUKKO 16. Koskenlahdesta otetun vesinäytteen tulokset**

Lahti	Vuosi	pH	Väri	Kok. N ( $\mu\text{g/l}$ )	Kok. P ( $\mu\text{g/l}$ )
Koskenlahti	2001	6,8	35	340	10

Harjupuron valuma-alueella ei ole peltoa, joten valumat tulevat muista maankäyttöta-voista. Harjupuron alueelta laskee kuitenkin Harjupuro Puterinlahteen ja mitatut luvut kertovat, että fosforia vesinäytteessä oli mittausvuosina lähes saman verran. Kokonaisfosforin määrä kertoo, että vesistö on eutrofinen eli rehevä ja kokonaistypen määrästä voidaan päätellä, että vesistö kuuluu humusvesiin (Salo 2009a). Harjupurossa vuonna 1994 kiintoaineen määrä oli korkea, mutta vuonna 2001 määrä oli huomattavasti alhaisempi eli lähempänä karuhkojen alueiden vesiä. Puterinlahdesta ei ole erikseen otettu vesinäytteitä, joihin ravinteita tuovan puron arvoja voitaisiin verrata. Voidaan kuitenkin todeta, että Puterinlahti kuuluu kasvistoltaan runsaspeitteisiin lahtiin ja on selvästi alkanut rehevöityä (Haapala & Piesanen 2008, 47 – 48).

#### 4.2.3 Pohjanpuron ja Pöykynjoen valuma-alueet

Pohjanpuron valuma-alueelta laskee Pohjanpuro Kekkilänlahteen, Pyhäjärven länsipuolelle. Pohjanpuron valuma-alueella peltoa on vain alle prosentin verran. Tällöin fosforia huuhtoutuu laskennallisesti noin  $11 \text{ kg/km}^2$  vuodessa ja P-pitoisuus on  $36 \mu\text{g/l}$ . Typeä puolestaan huuhtoutuu vuodessa  $251 \text{ kg/km}^2$ , jolloin pitoisuus vedessä on  $837 \mu\text{g/l}$ . Kokonaisfosforin määrä vuosina 1994 ja 2001 mitattuna oli melkein sama (ks. taulukko 17). Fosforin määrä voidaan tulkita siten, että Pohjanpuro on rehevyystasoltaan mesotrofinen (Salo 2009a). Pohjanpurosta mitatun fosforin määrä on vähäisempi kuin alueen pelloilta laskennallisesti valuvan fosforin määrä ja kuitenkin mitatuissa luvuissa pitäisi huomioida myös muiden maankäytönmuotojen aiheuttamat valumat.

Typeä tarkasteltaessa voidaan todeta, että vuonna 1994 näyte on luonnontilaisen vesistön tasoa, mutta vuonna 2001 tulos ei ole yhtä hyvä, sillä sen voisi tulkita siten, että näyte on otettu humuspitoisesta vesistöstä (Salo 2009a). Myös typen laskennallinen määrä pelloilta on huomattavasti suurempi kuin mitatut luvut purosta, mutta varmuus tuloksista saadaan vasta kun verrataan kiloina valuvia ravinnemääriä. Kiintoainetta oli Pohjanpurossa melko paljon: molempina vuosina mitatut luvut ovat tavanomaista tasoa korkeammalla, sillä avovesikaudella luku on yleensä  $1 - 3 \text{ mg/l}$  (Tikka 2008).

Näytteiden värin puolesta Pohjanpuro on kuitenkin molempina tarkasteluvuosina erittäin humuspitoisessa ryhmässä (Salo 2009a).

**TAULUKKO 17. Pohjanpuron ja Pöykynjoen vesinäytteiden mittaustulokset**

Puro tai joki	Vuosi	Kiintoaine (mg/l)	pH	Väri	Kok. N (ug/l)	Kok. P (ug/l)
Pohjapuro	2001	5,6	6,1	250	650	26
Pohjapuro	1994	8,8	6,2	130	450	24
Pöykynjoki	2001	1,8	6,0	250	630	29
Pöykynjoki	1994	3,5	6,1	130	470	26

Kekkilänlahdesta, jonne Pohjanpuro laskee, on otettu vesinäytteet samoina vuosina kuin puroista ja joistakin. Lahteen tosin laskee Pohjanpuron lisäksi Lehinpuro, joten ravinteita tulee useampaakin kautta kuin vain yhdestä purosta. Kekkilänlahden kokonaistypen määrän perusteella lahti voidaan luokitella laadultaan luonnontilaiseen vesistöön (Salo 2009a). Kokonaisfosforin pitoisuus molempina mittausvuosina oli 7 µg/l ja sen perusteella lahti voidaan luokitella rehevyystasoltaan oligotrofiseen ryhmään (ks. taulukko 18). Voidaan todeta, että vaikka Pohjanpurosta tuleva vesi on hiukan rehevämpää kuin lahdessa oleva, ei se ole muuttanut lahden kemiallista tilaa juurikaan rehevämmäksi. Luokaltaan Kekkilänlahti on vähäpeitteinen (Haapala & Piesanen 2008, 15 – 16).

**TAULUKKO 18. Kekkilän- ja Pöykynlahden vesinäytteiden tulokset**

Lahti	Vuosi	pH	Väri	Kok. N (ug/l)	Kok. P (ug/l)
Kekkilänlahti	2001	6,9	35	310	7
Kekkilänlahti	1994	6,4	35	340	7
Pöykynlahti	2001	7,0	30	330	7
Pöykynlahti	1994	6,2	70	400	11

Pöykynlahteen laskee Pöykynjoen valuma-alueelta Pöykynjoki, mutta valuma-alueella peltoa ei ole lainkaan. Näin ollen kaikki valumat alueelta tulevat jostain muualta kuin pellolta. Pöykynjoesta mitatun kokonaisfosforin perusteella joki olisi rehevyysluokaltaan mesotrofinen ja kokonaistypen määrä puolestaan vie joen molempina vuosina humusvesien tasolle. Väriluku sekä vuoden 1994 että vuoden 2001 näytteissä antaa sen sijaan ymmärtää, että Pöykynjoki on erittäin humusvetinen, mutta kiintoainesta vesinäytteissä ei kuitenkaan ole kovin paljon. (Salo 2009a.)

Pöykynlahdessa pH oli vuonna 1994 normaali, mutta 2001 se oli neutraali eli hiukan poikkeava tavanomaisen happamasta vedestä (ks. taulukko 18). Kokonaistypen pitoisuudet ovat sen sijaan kirkkaiden vesien luokkaa (Salo 2009a). Kokonaisfosforin pitoisuuden perusteella ensimmäisenä mittausvuonna lahden voisi luokitella mesotrofiin rehevyyden luokkaan ja toisena se taas menisi oligotrofiin luokkaan. Pöykynlahteen laskee rehevämpää vettä kuin lahden vesi itse on. Kuitenkin ero vesinäytteiden välillä ei ole niin suuri kuin joidenkin aiempien purojen ja lahtien välillä. Kasvillisuusluokaltaan Pöykynlahti on vähäpeitteinen, vaikka lahdenpohjukka on selkeästi alkanut rehevöityä (Haapala & Piesanen 2008, 21 – 22).

#### 4.2.4 Haukiojan valuma-alue

Haukiojan valuma-alueen peltoprosentti on muihin Pyhäjärven valuma-alueisiin verrattuna melko suuri, jopa noin 3,9 %. Alueelta ravinteet valuvat Pöykynlahteen eli samaan lahteen kuin Pöykynjoen valuma-alueen ravinteet. Haukiojan valuma-alueelta ravinteita tuo kuitenkin Kolunpuro. Kolunpuron valumia voi verrata Pöykynlahden vesinäytteiden tuloksiin, jotka on esitetty aiemmassa alaluvussa. Kolunpurosta vesinäytteitä on vain yhdeltä vuodelta ja tämä tietenkin vähentää jonkin verran lukujen luotettavaa vertailtavuutta, koska todellisia mitattuja tuloksia on vain yksi.

Fosforia Haukiojan valuma-alueelta valuu vuodessa 15 kg/km<sup>2</sup> ja pitoisuus on 50 µg/l laskelmien mukaan. Vuodelta 1994 Kolunpurosta ei ole otettu vesinäytettä, mutta vuonna 2001 kokonaisfosforin määrä oli jälleen pienempi kuin valuma-alueen pelloilta laskennallisesti tuleva valuma. Sekä laskennallinen että mitattu fosforiarvo viittaa siihen, että vesi on laadultaan jopa eutrofista eli rehevää (Salo 2009a).

Kokonaistyyppi on toinen ravinne, jonka määrää kannattaa seurata. Kolunpuroa pitkin tyyppiä tulee pelloilta laskennallisesti 285 kg/km<sup>2</sup> vuodessa. Tällöin N-pitoisuus on 951 µg/l. Vuoden 1994 tulosta ei ole tästäkään ravinteesta, mutta vuonna 2001 kokonaistyyppiä mitattiin lähes yhtä paljon kuin mitä pelloilta laskettu arvo on (ks. taulukko 19). Tosin voidaan miettiä, missä näkyvät muiden maankäyttötapojen valumat jos kaikki valumat laskelmien mukaan tulevat pelloilta. Typen määrä luokittelee Kolunpuron hyvin runsashumuksisiin vesistöihin (Salo 2009a). Kiintoaineen määrä Kolunpuron vesinäytteessä oli suurehko, mutta ei kuitenkaan huolestuttavan suuri (Tikka 2008). Näytetulosten perusteella voidaan yleisesti ottaen todeta, että Pöykynlahteen laskee Haukiojasta runsasravinteisempaa vettä kuin mitä lahdesta on mitattu.

TAULUKKO 19. Kolunpuron vesinäytteen tulokset vuodelta 2001

Puro tai joki	Vuosi	Kiintoaine (mg/l)	pH	Väri	Kok. N (ug/l)	Kok. P (ug/l)
Kolunpuro	2001	4,7	6,1	240	950	33

#### 4.2.5 Iso-Suojärven valuma-alue

Iso-Suojärven valuma-alueelta laskee Peltojoki lähelle Kanerviston lahtea, ei suoraan lahteen vaan sen lähelle. Peltojoki sijaitsee Pyhäjärven pohjoisosassa. Kanervistonlahdesta ei kuitenkaan ole vesinäytteitä, johon Peltojoesta mitattuja lukuja voitaisiin verrata. Voidaan vain todeta, että Kanervistonlahti on runsaspeitteinen lahti ja peltojen suualue on runsaan kasvillisuuden peitossa niiltä osin, joilta kasvillisuutta ei ole poistettu (Haapala & Piesanen 2008, 49). Peltojoesta on otettu vesinäytteet vuonna 1994 vain alaosasta mutta vuonna 2001 näytteet on otettu sekä joen ylä- että alaosasta (ks. taulukko 20). Iso-Suojärven valuma-alueella on peltoa suurin määrä pinta-alasta eli 4,4 %. Pelloilta valuva kokonaistyyppi on laskennallisesti 291 kg/km<sup>2</sup> vuodessa eli tyyppipitoisuudeltaan vesi on 970 µg/l. Fosforivaluma pelloilta vuodessa on puolestaan noin 16 kg/km<sup>2</sup> ja tällöin P-pitoisuus on 52 µg/l.

Vuoden 1994 vesinäytteiden tulokset ovat Peltojoen alaosasta eli läheltä paikkaa, jossa vesi purkautuu Pyhäjärveen. Jälleen kerran mitatut luvut ovat pienempiä kuin laskennalliset arvot peltojen valumista. Tyyppilaskettu luku on jo hyvin humuspitoisen vesistön tunnus. Myös kokonaistyyppien mitatut arvot menevät humusvesien tasolle, joka on 400 – 800 µg/l. Kokonaisfosforin määrä laskennallisesti menee eutrofisen rehevyysluokkaan samoin kuin vuonna 1994 mitattu luku. Sen sijaan vuonna 2001 mitatut fosforin määrät menevät mesotrofiseen rehevyysluokkaan. (Salo 2009a.) Kiintoainesta Peltojoen alaosasta mitattiin vuonna 1994 huomattavan paljon. Sen sijaan vuonna 2001 kiintoaineksen määrä sekä Peltojoen ylä- että alaosassa oli paljon vähemmän kuin vuonna 1994, tällöin luvut olivat jo tavanomaisella tasolla. Väriarvo peltojoessa kertoo kuitenkin siitä, että vesinäytteet olivat erittäin humuspitoisia (Salo 2009a).



TAULUKKO 20. Peltojoesta mitattujen vesinäytteiden tulokset

Puro tai joki	Vuosi	Kiinto- aine (mg/l)	pH	Väri	Kok. N (ug/l)	Kok. P (ug/l)
Peltojoki (alaosa)	2001	2,8	6,5	160	690	27
Peltojoki (alaosa)	1994	9,2	6,4	140	730	37
Peltojoki (yläosa)	2001	2,3	6,1	160	570	26

#### 4.2.6 Harinkaanpuron valuma-alue

Harinkaanpuron valuma-alueella peltoprosentti on pieni. Valuma-alueelta ravinteita tuo Harinkaanpuro Siltasalmen itäpuolelle. Itäpuolesta ei ole otettu vesinäytteitä, mutta alue on luokiteltu runsaspeitteisiin lahtiin ja kasvillisuus on hyvin peittävää (Haapala & Piesanen 2008, 49). Valuma-alueelta puroa pitkin tulee typen ja fosforin lisäksi myös kiintoainesta ja nämä luvut antavat viitteitä vesistön kunnosta. Kiintoainetta purosta mitattiin suuria lukuja, sillä vuonna 1994 kiintoainesta oli 9,2 mg/l ja vuonna 2001 tulos oli vielä suurempi eli 15,0 mg/l (ks. taulukko 21). Molemmat luvut ylittävät tavanomaiset kiintoainesmäärät. Veden väri viittaa myös erittäin humuspitoisiin vesiin (Salo 2009a).

TAULUKKO 21. Vesinäytteiden tulokset Harinkaanpurosta vuosilta 1994 ja 2001

Puro tai joki	Vuosi	Kiintoaine (mg/l)	pH	Väri	Kok. N (ug/l)	Kok. P (ug/l)
Harinkaanpuro	2001	15,0	6,1	400	2500	200
Harinkaanpuro	1994	9,2	5,7	180	780	41

Pelloilta Rekolaisen laskelmien mukaan valuu lahteen 11,1 kg/km<sup>2</sup> fosforia vuodessa. Kokonaisfosforin pitoisuus on tällöin 37 µg/l. Kokonaistyypeä alueelle valuu vuodessa 253 kg/km<sup>2</sup>, jolloin pitoisuus on 844 µg/l. Fosforin vuonna -94 mitattu arvo on melkein yhtä suuri kuin peltojen laskennallinen arvo, vaikka tässä tapauksessa laskennallinen arvo jää jonkin verran pienemmäksi kuin todellinen arvo, mikä on harvinaista. Sen sijaan vuoden 2001 kokonaisfosforimäärä ylittää huomasti sekä aiemmin mitatut että laskennalliset tulokset. Jos kokonaisfosforin pitoisuus on yli 100 µg/l, luokitel-

laan vesi rehevyytasoltaan hypereutrofiseen luokkaan eli kaikkein rehevimpään luokkaan. Typen laskennallinen arvo on jonkin verran suurempi kuin vuonna 1994 mitattu pitoisuus, mutta vuonna 2001 tulos on suurempi kuin missään purossa tai joessa mitattu pitoisuus aiemmin selostetuissa tuloksissa. Typen laskennallisen pitoisuuden ja 1994 mitatun pitoisuuden perusteella puro luokitellaan humusvedeksi, mutta vuoden 2001 tuloksen mukaan se menee luonnostaan hyvin ruskeisiin vesiin (Salo 2009a). Näiden tietojen perusteella Harinkaanpurosta tulee hyvin runsasravinteista vettä, joka saattaa selittää sen, että lahtialue on kasvanut osittain lähes umpeen.

#### 4.2.7 Pyhäjärven lähialue

Pyhäjärven lähialueella ei ole enää kovin yksiselitteistä, mikä puro tuo ravinteet nimenomaan lähialueelta, sillä puroja, jotka laskevat eri lahtiin, on useita. Pyhäjärven lähialuealueen kohdalla on syytä tarkastella useampia puroja, jotka laskevat valuma-alueelta eri puolille Pyhäjärveä. Tällaisia lähialueelta laskevia puroja ovat esimerkiksi Harakka-, Kuore- ja Myllypuro. Puroja on myös muita ja niiden vesinäytteiden tuloksia voi tarkastella taulukossa 22. Pyhäjärven lähialueella peltoa on 5,0 % pinta-alasta, jonka mukaan laskettuna fosforihuuhtouma pelloilta on vuodessa noin 17 kg/km<sup>2</sup>. Fosforipitoisuus vedessä on siis 55 µg/l. Kokonaistypen valunta pelloilta on 297 kg/km<sup>2</sup> vuodessa, jolloin N-pitoisuus on 993 µg/l. Kokonaisfosforin määrän perusteella voidaan vesi luokitella eutrofiseen eli toiseksi rehevimpään luokkaan ja typen määrä kertoo siitä, että vesistö on humusvesien tasolla, jollei jo lähes hyvin ruskeita vesiä (Salo 2009a).

Harakkapuro laskee Kurjenlahteen Pyhäjärven itäpuolelle ja kokonaistypen määrät luokittavat puron luonnontilaiseen, kirkkaaseen ryhmään. Harakkapuro vuonna 1994 menee kokonaisfosforin puolesta rehevyytasoltaan oligotrofiseen eli karuun luokkaan. Vuonna 2001 puro sen sijaan luokitellaan mesotrofiseksi eli hiukan rehevämmäksi kuin edellisellä mittauskerralla. (Salo 2009a.) Hirvaspuro laskee samaan Kurjenlahteen kuin Harakkapurokin. Vesinäytteen kokonaisfosforin perusteella puro on mesotrofinen kun taas kokonaistypen määrä antaa syyn luokitella puron humusvesien tasolle (Salo 2009a).

Kurjenlahdella, johon Harakka- ja Hirvaspurot laskevat, mitattu kokonaistypen määrä on tavallinen kirkkaille vesille ja myös fosforin pitoisuuden perusteella lahti luokitellaan oligotrofiseksi (ks. taulukko 23). Näiden lukujen valossa Kurjenlahti näyttäisi hyvin karulta lahdelta, ellei kasvillisuus puhuisi omasta puolestaan. Kurjenlahti on

hyvin suuri ja vaikka se on vähäpeitteinen kasvillisuutensa puolesta, on pohjukka melko rehevän kasvillisuuden peitossa (Haapala & Piesanen 2008, 19 – 20).

**TAULUKKO 22. Pyhäjärven lähivaluma-alueelta laskevat purot ja vesinäytteiden tulokset**

Puro tai joki	Vuosi	Kiintoaine (mg/l)	pH	Väri	Kok. N (ug/l)	Kok. P (ug/l)
Harakkapuro	2001	0,9	6,2	140	470	16
Harakkapuro	1994	0,9	5,9	70	300	7
Hirvaspuro	2001	1,3	6,5	120	520	26
Hirvaspuro	1994	24,0	6,2	100	490	20
Kuorepuro	2001	2,3	6,6	140	1900	59
Kuorepuro	1994	6,5	6,4	140	4000	88
Västringinoja	2001	0,7	6,4	160	2400	52
Västringinoja	1994	28,0	6,1	100	420	36
Myllypuro	2001	2,1	6,3	140	1900	41
Myllypuro	1994	5,6	6,3	140	1800	77
Vetkänen	2001	5,0	6,4	240	1200	78
Vetkänen	1994	4,4	6,1	100	1600	44
Uusipuro	2001	15,0	6,2	200	1000	69
Uusipuro	1994	7,4	5,9	120	680	36
Lehinpuro	2001	6,9	6,0	240	1200	39
Lehinpuro	1994	9,1	5,9	120	1000	33
Kuhnnonpuro	2001	2,1	6,5	160	1300	60
Kuhnnonpuro	1994	26,0	6,7	130	860	70

Kuorepuro laskee aivan Pyhäjärven lounaispuolelle Kuorelahteen. Kokonaistypen pitoisuuden valossa Kuorepuro luokitellaan hyvin ruskeisiin vesiin, sillä tyypeä on vuodesta riippumatta yli 1000 µg/l. Fosforimäärä puolestaan antaa ymmärtää, että rehevyysluokaltaan puro on rehevä. Sähkönjohtavuus on tavallisesti ollut Pyhäjärveen laskevissa puroissa tavanomaisella suomalaisella tasolla, mutta Kuorepurossa luvut ylittivät tavallisen tason molempina mittausvuosina: vuonna 1994 sähkönjohtavuus oli 18,2 mS/m ja vuonna 2001 16,8 mS/m. Voidaan vain todeta, että purossa on poikkeuksellisen paljon suoloja verrattuna muihin Pyhäjärveen laskeviin puroihin, tosin jätevesien pääsy vesistöihin voi myös nostaa sähkönjohtavuutta (Salo 2009a). Tosin tässä tapauksessa ei tiedetä, mikä on aiheuttanut korkean sähkönjohtopitoisuuden. Itse Kuorelahdesta ei ole mittaustuloksia, mutta sen sijaan voidaan todeta, että se on suuri, karu lahti, jossa on vain pienehköjä kasvillisuuskeskittymiä (Haapala & Piesanen 2008, 9 – 10). Näin ollen voidaan todeta, että Kuorelahteen tuleva vesi on melko rehevää, mutta suuressa lahdessa se ei ole aiheuttanut suurempia muutoksia kasvillisuudessa. Olisi

tietenkin arvokasta saada vesinäyte myös lahdesta vertailun vuoksi, mutta toisaalta lahden kasvillisuuden tunteminenkin antaa jo viitteitä alueen kunnosta.

Pyhäjärven eteläpuolelle Linnanlahteen laskevat Myllypuro ja Västringinoja. Molempina mittausvuosina Myllypuro oli kokonaistypen perusteella hyvin ruskea vesistö ja fosforin puolesta puro oli kumpanakin vuonna rehevässä luokassa. Västringinoja sen sijaan oli vuonna -94 humusvesien tasolla, mutta seitsemää vuotta myöhemmin ruskean veden pitoisuuksissa. Kokonaisfosforin pohjalta puro kuitenkin menee eutrofiseen rehevyysluokkaan molempina näytteenottovuosina, kuten Myllypurokin. (Salo 2009a.) Linnanlahdesta on otettu vesinäytteet vuosina 1994 ja 2001 (ks. taulukko 23). Kokonaisfosforin perusteella lahti sijoitetaan karuun rehevyysluokkaan ja kokonaistypen mukaan vesi on luonnontilaista, kirkasta vettä (Salo 2009a). Kaiken kaikkiaan Linnanlahti näyttäisi olevan sangen hyväkuntoinen lahti veden kemiallisen laadun puolesta. Itse asiassa se on kuitenkin peitteinen lahti ja lahden pohjukka on runsaan kasvillisuuden peitossa (Haapala & Piesanen 2008, 35 – 36). Voidaan siis todeta, että purot ovat tuoneet lahteen ravinteita, jotka ovat todennäköisesti lisänneet kasvillisuutta lahtialueella.

Kuhnonpuro tulee Pyhäjärven lähivaluma-alueelta Kuhnonlahteen. Kuhnonlahti on karu lahti kokonaisfosforista päätellen ja typen määrän perusteella se on myös luonnontilainen, kirkas lahti. Kuhnonpuro sen sijaan on eutrofinen kokonaisfosforin perusteella. Myös kokonaistyyppi luokittaa puron vuonna 1994 humusvesiin ja vuonna 2001 puolestaan erittäin ruskeisiin vesiin. Väriluku antaa myös ymmärtää, että puro on erittäin humuspitoinen ja myös kiintoaineen poikkeuksellisen suuri määrä vuonna -94 antavat viitteitä runsasravinteisesta vedestä (Salo 2009a). Kuhnonlahteen laskee siis huomattavasti runsasravinteisempaa vettä kuin mitä lahdessa kemiallisesti mitattuna on. Kuhnonlahti on kuitenkin peitteinen lahti, jonka rantoja kiertää runsas tiheän kasvuston kerros ja sen edessä harvemman kasvuston vyöhyke (Haapala & Piesanen 2008, 34 – 35). Epäilemättä lahti on rehevöitynyt jonkin verran ravinnekuormituksen seurauksena, jolloin kasvillisuus on lisääntynyt alueella.

**TAULUKKO 23. Pyhäjärven lahtien vesinäytteiden tulokset, joille laskee puro lähialueelta**

Lahti	Vuosi	pH	Väri	Kok. N (ug/l)	Kok. P (ug/l)
Linnanlahti	2001	6,9	25	330	6
Linnanlahti	1994	6,5	30	300	5
Kurjenlahti	2001	6,9	25	310	8
Kurjenlahti	1994	6,6	30	290	5
Kuhnonlahti	2001	6,9	25	300	5
Kuhnonlahti	1994	6,6	25	270	5
Vahvalahti	2001	7,0	25	290	5
Vahvalahti	1994	6,6	25	300	6
Kekkilänlahti	2001	6,9	35	310	7
Kekkilänlahti	1994	6,4	35	340	7

Vetkänen, Uusipuro ja Lehinpuro tulevat Pyhäjärveen lähivaluma-alueen läpi sen luoteispuolelta, mutta niiden lähtökohta saattaa olla muiden valuma-alueitten puolella. Mainitsen ne kuitenkin tässä kohdassa, sillä ne tulevat pitkän matkaa lähialueen läpi ja vaikka ne eivät kertoisikaan ainoastaan lähialueen kuormitusmäärästä, antavat ne kuitenkin yleisiä viitteitä kaikkien Pyhäjärven valuma-alueitten tuottamasta ravinnekuormituksesta. Vetkänen laskee Soukanlahteen, joka on runsaspeitteinen lahti (Haapala & Piesanen 2008, 53). Soukanlahdesta ei ole otettu näytteitä, joten muuta tietoa siitä ei olekaan saatavissa. Vetkänen sen sijaan rehevä eli eutrofinen puro rehevyysluokaltaan, joka määritellään kokonaisfosforin perusteella ja kokonaistyyppi puolestaan antaa kuvan, että puro on erittäin ruskeavetinen (Salo 2009a). Vetkäsien runsasravinteisuus näyttää antavan viitteitä siitä, miksi Soukanlahti on niin runsaspeitteinen kuin se on.

Uusipuro laskee Vahvanlahteen, josta on otettu samat vesinäytteet kuin puroistakin. Uusipuro luokitellaan fosforipitoisuuden takia eutrofiseen rehevyysluokkaan ja typen puolesta humusvesien ja hyvin ruskeavetisten vesien välille. Vahvanlahti on sekä kokonaistypen että -fosforin puolesta luonnontilainen ja karu lahti (Salo 2009a). Tällöin puron mukana lahteen tulee jälleen rehevämpää vettä kuin lahdessa on mitattavissa. Vahvanlahti on kuitenkin vähäpeitteinen, kookas lahti, jonka pohjukassa on paljon tiheää kasvillisuutta (Haapala & Piesanen 2008, 29 – 30). Näistä tiedoista voidaan päätellä, että Vahvanlahden pohjukka on alkanut rehevöityä jonkin verran ravinteita tuovan Uusipuron takia, mutta itse lahtialueen ravinteisuus ei ole vielä kohonnut.

Kekkilänlahteen laskee tässä luvussa viimeisenä käsiteltävä Lehinpuro. Tämä puro on rehevä ja hyvin ruskeavetinen kokonaisfosforin ja -typen osalta. Myös väriluku kertoo siitä, että vesi on runsashumuksista. Kekkilänlahti puolestaan on oligotrofinen ja kirkasvetinen typpi- ja fosforipitoisuuksien perusteella. (Salo 2009a.) Kekkilänlahti on laaja vähäpeitteinen lahti, jonka rantoja kiertää suurimmaksi osaksi kapea kasvillisuusreunus (Haapala & Piesanen 2008, 15 – 17). Näin ollen jälleen kerran Pyhäjärven lahdelle laskee runsasravinteista vettä, joka kuitenkin sekoittuu lahden suureen vesimassaan eikä nosta pitoisuuksia juurikaan. Lahden rannoilla kasvillisuus on kuitenkin lisääntynyt jonkin verran, joten ravinteet sitoutuvat mahdollisesti kasvillisuuteen.

Pyhäjärven lähivaluma-alueelta valuvat vedet ovat yleisesti ottaen paljon runsasravinteisempia kuin lahtien vesinäytteistä voi huomata. Lahtien vesinäytteet antavat kuvan karuista lahdista jos tarkastellaan pelkkiä vesinäytteiden tuloksia. Ilman kasvillisuuden huomiointia voisi lahtikuvaus jäädä melko yksipuoliseksi ja jopa harhaanjohtavaksi. Tämän vuoksi tarkastelen luvussa kuusi hiukan lahtien tilaa luonto- ja kasvillisuusselvityksen pohjalta. Ravinnevalumat ovat kuitenkin mukana myös tarkasteltaessa kasvillisuuden levittäytymistä ja runsautta. Etenkin purojen ja jokien tuomat ravinne-määrät ovat tärkeitä ja auttavat tulkitsemaan lahtien tilan syntyä.

### **4.3 Muut valumat ja yhteenveto**

Pyhäjärven valuma-alueilla maankäyttö jakautuu epätasaisesti: parilla osavaluma-alueilla peltoa ei ole lainkaan ja metsäisimmillä on reippaasti yli puolet pinta-alasta metsää. Myös soiden määrä vaihtelee valuma-alueittain, muutamilla alueella saattaa olla yli kolmasosa suota, vähäsoisimmilla sitä on tuskin nimeksikään. Tämän takia myöskään valumat eivät ole osavaluma-alueilla yhtä suuria, vaan ne vaihtelevat riippuen maankäytöstä. Pyhäjärven valuma-alueilla ei kuitenkaan ole lainkaan turvetuotantoalueita, joten valumia siitä maankäyttömuodosta ei Pyhäjärveen tule lainkaan (Laitinen 2009). Tosin Vapolla on hakenut ympäristölupaa turvetuotantoon vuonna 2009 Suljetunnevalle (62 ha), joka sijaitsee Iso-Suojärven valuma-alueella (Vapo turvetuottajana Saarijärven reitillä 2009). Työssä ei ole selvitetty, miten paljon haja-asutus tai asutus yleensä aiheuttaa kuormitusta lahdille, mutta soiden fosforikuormituksen laskin alueittain. Rekolaisen (1989) mukaan metsistä ja suoalueilta tulee 11 – 16 kg fosforia per km<sup>2</sup> vuodessa (Granberg & Granberg 2006, 89). Näiden lukujen pohjalta tulleet kuormitukset olivat todella hyvin suuria verrattuna siihen, mitä Keski-Suomen ympäristökeskuksen luvuilla metsän kuormitukseksi arvioitiin. Rekolaisen arvioimat kuormitukset on todennäköisesti arvioitu vanhojen metsän- ja suonhoito-

toimenpiteiden perusteella. Nykyisin toimenpiteissä pitää huomioida enemmän ympäristöä ja vesistöjä, kuin esimerkiksi 1980-luvulla. Tämän takia on luultavaa, että kuormitukset eivät vastaa nykypäivän arvoja vaan ovat liian suuria jo sen takia, että kuormitukseen on laskettu mukaan myös metsän lannoitus, jota nykyään ei juuri milloinkaan tehdä. Näin ollen jätän soiden kuormitusluvut omaan arvoonsa, enkä käsittele niitä kovin paljon, koska lukujen luotettavuutta nykypäivän kuormituksena ei voida todeta.

Pyhäjärven koko valuma-alueella maatalouden lisäksi toinen tärkeä ravinnevalumien aiheuttaja on metsätalous, sillä metsiä on osavaluma-alueilla paljon, jopa 33,1 % kaikkien valuma-alueitten koosta. Peltoa koko valuma-alueella on metsään verrattuna todella vähän eli vain 3,5 %, mutta pelloilta tulevat valumat ovat siitä huolimatta suuremmat kuin metsästä tulevat. Typen ja fosforin valumat metsäalueilta on laskettu Keski-Suomen ympäristökeskuksen tietojen pohjalta (ks. taulukko 24). Niiden tietojen mukaan fosforia valuu vuodessa 50 g ja typpeä puolestaan 1,3 kg hehtaarilta vuodessa (Anttonen 2009). Taulukossa luvut on muutettu kiloiksi per vuosi, jotta lukuja voitaisiin vertailla pelloilta tulevien valumien kanssa. Purojen aiheuttamat kokonaiskuormitukset on puolestaan laskettu Friskin (1979) kaavan mukaan, jotta saataisiin kuormitustuloksia kaikesta valuma-alueilta tulevasta ravinnehuuhtoumasta.

**TAULUKKO 24. Kokonaisfosforin ja -typen valumat (kg) pelloilta ja metsistä vuosittain**

Valuma-alue	Ravinne	Metsä	Pelto
I Pyhäjärven lähialue	P	3,26	74,29
	N	84,71	1329,16
VIII Vuosjoen va	P	1,33	16,58
	N	34,46	336,46
VII Harjupuron va	P	0,22	0,00
	N	5,84	0,00
VI Pohjanpuron va	P	0,40	1,41
	N	10,27	32,86
V Pöykynjoen va	P	0,71	0,00
	N	18,36	0,00
IV Haukiojan va	P	0,43	7,32
	N	11,05	139,17
III Iso-Suojärven va	P	1,59	42,63
	N	41,46	790,24
II Harinkaanpuron va	P	0,34	1,39
	N	8,78	31,78
<b>Yhteensä</b>	<b>P yht.</b>	<b>8,27</b>	<b>143,63</b>
	<b>N yht.</b>	<b>214,92</b>	<b>2659,67</b>

Pyhäjärven osavaluma-alueitten metsistä valuu kaiken kaikkiaan vuosittain fosforia vain noin 8 kg, pelloilta noin 144 kg ja soilta näyttäisi tulevan 588 – 855 kg eli huomattavasti enemmän kuin pelloilta ja metsistä yhteensä. Tyypeä puolestaan metsistä tulee vuodessa noin 215 kg ja pelloilta noin 2 660 kg, soilta typpikuormaa ei ole laskettu lähtötietojen puutteen takia. Jos vertaillaan pelloilta, metsistä ja soilta tulevien valumien eroja on todettava, että valuma-alueiden pelloilta valuu enemmän tyypeä ja fosforia kuin metsistä ja kaikkein eniten fosforia tulisi soilta. Ainoastaan Pyhäjärven lähialueella fosforikuormitukset pelloilta ja soilta olisivat edes jonkin verran samalla tasolla, muilla osavaluma-alueilla soilta tuleva kuormitus näyttäisi olevan kovin paljon suurempi, mutta juuri soilta tulevan todennäköisesti epäluotettavan kuormitustiedon takia taulukkoon ei ole niitä lukuja laitettu. Pelloilta ja metsistä näyttäisi tulevan eniten ravinnekuormitusta Pyhäjärven lähialueella. Seuraavaksi eniten ravinteita tulee Iso-Suojärven valuma-alueelta ja kolmanneksi eniten Vuosjoen valuma-alueelta.



**TAULUKKO 25. Puroista tai joista tuleva suuri kokonaisfosforin kuormitus (kg/a) vuosina 1994 ja 2001**

<b>Puro tai joki</b>	<b>Valuma-alue</b>	<b>Vuosi</b>	<b>Kok P (kg/a)</b>
Harjupuro		2001	1496
Harjupuro	Harjupuron va	1994	1545
Vuosjoki		2001	12031
Vuosjoki	Vuosjoen va	1994	15906
Pohjapuro		2001	3586
Pohjapuro	Pohjanpuron va	1994	3269
Pöykynjoki		2001	5983
Pöykynjoki	Pöykynjoen va	1994	5282
Haukioja/ Kolunpuro	Haukiojan va	2001	2455
Peltopuro/ Peltojoen alaosa	Iso-Suojärven va	2001	13399
Peltopuro/ Peltojoen alaosa		1994	19078
Peltopuro/ peltojoen yläosa	Iso-Suojärven va	2001	12832
Harinkaanpuro		2001	9625
Harinkaanpuro	Harinkaanpuron va	1994	1839
Harakkapuro		2001	195
Harakkapuro	Pyhäjärven lähialue	1994	59
Hirvaspuro		2001	513
Hirvaspuro	Pyhäjärven lähialue	1994	377
Kuorepuro		2001	175
Kuorepuro	Pyhäjärven lähialue	1994	267
Myllypuro		2001	949
Myllypuro	Pyhäjärven lähialue	1994	1859
Vetkänen		2001	400
Vetkänen	Pyhäjärven lähialue*	1994	218
Uusipuro		2001	352
Uusipuro	Pyhäjärven lähialue*	1994	175
Lehinpuro		2001	943
Lehinpuro	Pyhäjärven lähialue*	1994	784
Kuhnonpuro		2001	54
Kuhnonpuro	Pyhäjärven lähialue	1994	63
<b>YHTEENSÄ</b>		1994	50721
		2001	52157

\*Puron lähtökohta saattaa olla jollain muulla valuma-alueella kuin lähialueella.

Pyhäjärven osavaluma-alueilta puroja ja jokia pitkin tuleva kokonaiskuormitus on laskettu taulukossa 25. Kuormitus on laskettu kokonaisfosforin osalta virtaamien tuloksia hyväksi käyttäen Friskin (1979) kaavalla:

$$I = 0,158 * Q/T * (C*T - 280 + \sqrt{78400 - 448*CT + C_2 T_2})$$

*missä: I = järveen tuleva fosforikuorma (tonnia fosforia vuodessa), C = järven keskimääräinen kokonaisfosforipitoisuus mg/m<sup>3</sup>, Q = luusuan keskivirtaama (m<sup>3</sup>/s) sekä T = teoreettinen viipymä (kk).*

Fosforinkuormituskaavalla voi laskea myös karkeasti typen kokonaiskuormituksen, kunhan selvitetään myös lähtevä typpikuorma ja lasketaan tulos sen avulla. Kokonaistypen arvoja ei kuitenkaan pitäisi sijoittaa suoraan kaavaan, koska tuloksesta tulee aivan liian iso. Lähtötietojen puutteen takia kokonaistypen määriä ei kuitenkaan ole laskettu. Friskin kaavan käyttö sopii parhaiten pienten järvien ravinnekuormituksen selvittämiseen, joten käyttöä Pyhäjärven kokoiseen suureen järveen on arvioitava kriittisesti. Arvio sisäisestä kuormituksesta tulee kaavaan mukaan ja sen takia rehevän järven fosforikuormasta tulee hyvin helposti liian iso. (Granberg & Granberg 2006, 25.)

Verratessani fosforin kokonaiskuormitusta metsistä, pelloilta ja soilta tulevaan ravinnekuormaan, huomasin, että kokonaisfosforikuormitus on moninkertainen verrattuna pelloilta, metsistä ja jopa soilta yhteensä tulevaan kuormitukseen. Esimerkiksi Harinkaapurin valuma-alueen metsistä, pelloilta ja soilta tulee laskelmien mukaan yhteensä noin 40 – 58 kg fosforia vuodessa, mutta kokonaiskuormitus koko valuma-alueelta olisi vuonna 1994 1839 kg ja 2001 9625 kg typpeä. Tällaiset fosforin kokonaiskuormitusluvut ovat muihin laskettuihin kuormituksiin nähden aivan liian suuria. Havaittuani tämän ristiriidan tuloksissa, aloin etsiä syytä ja huomasin, että Friskin kaavassa käyttämäni lähtöarvot – fosforikuormitus, virtaama ja viipymä – olivat epätarkkoja. Esimerkiksi fosforikuormituksessa tulee se ongelma vastaan, että mittaustuloksia on vain kahdelta vuodelta, mikä ei anna riittävän kattavaa vertailuaineistoa laskua varten. Myös laskelmissa virtaamalukuina ei ole käytetty keskivirtaamaan vaan keväällä mitattua yhden pisteen tulosta. Tällöin virtaama on todennäköisesti liian suuri keskivirtaamaan nähden ja se aiheuttaa virheen tuloksiin. Keskivirtaamatietoja ei puroista ollut suoraan käytettävissä, joten laskuissa käytetty virtaamaluku on todennäköisesti liian iso ja aiheuttaa virheen tulokseen. Kaavassa käytetyssä viipymässäkin on ongelmakohta. Laskelmissani käytin viipymänä koko Pyhäjärven viipymää, mutta todennäköisesti lahtikohtaisissa laskelmissa olisi pitänyt käyttää lahden viipymää koko järven

viipymän sijasta. Lahtikohtaisia viipymätietoja ei kuitenkaan ole saatavilla ja niiden laskeminen olisi ollut todella iso työ, jolloin koko järven viipymän käyttö aiheutti liian suuren tuloksen kokonaiskuormituslukuihin. Näin ollen on todettava, että lähtötiedot eivät olleet riittävän tarkkoja, jotta tällä kaavalla olisi voitu laskea todelliset kokonaiskuormitusluvut Pyhäjärven lahdille ja tämä selittää myös liian isot kuormitusluvut taulukossa 25. Tämän takia on todettava, että Friskin kaavaa ei voida suoraan soveltaa lahtialueille laskettaviin kokonaiskuormituslaskuihin, sillä se soveltuu parhaiten pienille järville. Näin ollen kokonaiskuormitusta ei voida verrata pelloilta ja metsistä tulevaan kuormitukseen eli tällä menetelmällä ei päästä selvittämään sitä, onko maatalous todella suurin kuormittaja Pyhäjärven lahdilla.

## **5 LAHTIEN TILA**

### **5.1 Lahtien rehevöityminen ja umpeenkasvu**

#### **5.1.1 Vaikutukset ja mittarit**

Rehevöityminen koskettaa hyvin suurta osaa Suomen järvistä ja sitä on erittäin vaikea estää. Tämän takia voidaan ajatella, että rehevöityminen on meidän vesistöjemme pahin ongelma. Viidennes pintavesistämme on rehevöitynyt. Rehevöityminen on suurimmaksi osaksi ihmisen aiheuttama tila vesistöissä, jolloin vesistöihin kertyy paljon ravinteita. Ravinteiden runsastuttua vesieliöt, kuten kasviplankton, alkavat lisääntyä, niiden kasvu kiihtyy ja eliötoiminta vedessä voimistuu. (Laihonen ym. 2004, 99.)

Myös vesistöjen perustuotanto kasvaa (Villa 2006, 1). Muutoksia ei tapahdu kuitenkaan vain eliöstössä vaan myös veden kemiallisissa ja fysikaalisissa ominaisuuksissa. Esimerkiksi veden kirkkauudessa voi tapahtua muutoksia. (Laihonen ym. 2004, 99.)

Rehevöityminen samentaa veden jatkuessaan pitkään. Verkkojen ja rantakivien limoittuminen on eräs rehevöitymisen seurauksista, samoin kuin sinileväkukintojen voimistuminen. (Villa 2006, 1.) Myös Pyhäjärvellä on todettu sinileväkukintoja (Laitinen 2009).

Rantakasvillisuus ja kasvimassa lisääntyvät ja hajotessaan kasvimassa kuluttaa aikaisempaa enemmän happea. Tällöin järviin voi etenkin talvisin tulla happikato. (Villa 2006, 1.) Happikatoja esiintyy talven lisäksi myös kesäisin (Happikato 2008.) Ranta-

kasvillisuuden lisääntyessä myös kalojen elinolot heikkenevät ja happikadon aikana voi esiintyä kalakuolemia. Rehevöitymisen myötä yleensä kalasto muuttuu särkivaltaisemmaksi. Pitkään jatkuessaan rehevöityminen ylläpitää itse itseään. (Villa 2006, 1.) Tätä itseään ylläpitävää rehevöitymistä kutsutaan sisäiseksi kuormitukseksi, mikä tarkoittaa sitä, että hapettomuuden takia järven pohjasedimentistä vapautuu varastoituneita ravinteita takaisin järven ravinnekiertoon (Sisäinen kuormitus säätelee voimakkaasti Suomenlahden sinileväkukintoja 2003).

Villan (2006) mukaan ensimmäiset konkreettiset havainnot rehevöitymisestä ovat yleensä silmämääräiset havainnot leväkukinnoista ja kalakuolemista, jolloin rehevöityminen on edennyt jo pitkälle. Tavallisesti rehevöitymistä edeltävä ravinteiden haitallinen lisääntyminen ei näy kovin helposti. Tutkimustuloksissa hidasta rehevöitymistä onkin vaikea edes huomata, koska vuosien välinen vaihtelu on suurta jolloin todellista muutosta on vaikea havaita. Käytössä pitäisi tällaisissa tapauksissa olla tuloksia pitkältä ajalta, koska rehevöitymisen arviointi on varmempaa mitä enemmän ja pidemmältä ajalta tuloksia on käytettävissä. (Villa 2006, 1 – 2.)

Tärkeimmät mittarit, joilla rehevöitymistä voidaan arvioida, ovat veden fosfori- ja typpipitoisuus. Myös pH, happipitoisuus, näkösyvyys sekä levän määrä eli klorofylli ovat mittareita. Lisäksi voidaan mitata myös veden väri ja sähkönjohtavuus, joiden perusteella voidaan arvioida vesistön luonnetta yleisesti. (Villa 2006, 1 – 2.) Käytännössä järven rehevyystaso määritetään kuitenkin kokonaisfosforin perusteella. Kokonaisfosfori ilmaisee hyvin järven tuotantomahdollisuudet. Järven typen määrä on kuitenkin se tekijä, josta myös fosforimäärä riippuu, joten vaikka typen määrä perusteella rehevyystasoa ei voidakaan määrittää, on se kuitenkin hyvä tietää kun tarkastellaan tuotantoa rajoittavia tekijöitä. (Järvien kunnostus 2005, 15.)

Villan mukaan (2006) näytteet, joilla veden laatua seurataan, otetaan tavallisimmin järven syvänteistä. Näytteet otetaan syvänteestä, koska sinne kertyy happea kuluttavaa kuollutta ainesta, jolloin myös happi loppuu syvänteistä ensimmäisenä. Syvänteiden lisäksi rantojen seuranta on tärkeää, koska muun muassa rantakivien limoittuminen, rantojen umpeenkasvu ja ruovikoituminen ovat yleensä merkkejä ulkoisen ravinnekuormituksen lisääntymisestä ja järven rehevöitymisasteesta. (Villa 2006, 2)

Järven vedestä pitäisi olla vähintään talvi- ja kesänäytteet, jotta asiantuntijat voisivat arvioida rehevyystason edes suuntaa-antavasti. Optimaalista tietenkin olisi, jos käytettävissä olisi useiden vuosien tuloksia ja myös klorofyllin määrän vaihtelusta kesän

mittaaan, koska kasviplanktonin määrä vaihtelee paljon kesän kuluessa. Tosin yhden talven ja kesän tuloksista järven tila pystytään päättelemään jossain määrin jos samalla hyödynnetään muiden järvien tuloksia. Kuitenkin jos järven kasvillisuus on lisääntynyt, pitäisi tuloksia olla myös kasvillisuuden muutoksista. Tulosten tulkinnassa on hyötyä järven syvyystiedoista ja valuma-alueen maankäyttötiedoista. Myös tutkimusvuosien hydrologisten tietojen tunteminen on tärkeää. (Villa 2006, 2.)

### **5.1.2 Rehevöitymisen syitä**

Rehevöitymisen yleisin syy on ravinnekuormituksen lisääntyminen. Erityisesti fosforin ja typen kasvanut kuormitus lisää rehevöitymistä. Ravinnekuormitus ei välttämättä näy heti rehevöitymisinä, sillä levien määrän lisääntyessä myös niitä syövät eläinplanktonit lisääntyvät ja sen jälkeen myös kalojen määrä kasvaa, jolloin ravinteiden kierto tehostuu ja lajeja tulee lisää. Tilanne tällaisissa järvissä on tasapainossa, sillä ravinteet tulevat käytetyiksi tai poistuvat ulosvirtaaman kautta tai sitoutuvat pohjasedimenttiin. (Villa 2006, 1.) Järven kyky sietää ravinnekuormitusta riippuu sen koosta, viipymästä ja keskisyvyydestä. Voidaan kuitenkin pitää oletuksena, että kaikki kuormitus, joka tulee luonnollisen kuormituksen lisäksi järveen, aiheuttaa muutoksia ainakin jossain vaiheessa. Jos muutokset eivät näy järvessä välittömästi, puhutaan hyväksyttävästä kuormituksesta. (Järvien kunnostus 2005, 24.)

Järven koolla on todellakin väliä kun puhutaan ravinnekuormituksen kestämisestä. Tilavuudeltaan hyvin suuri järvi saattaa kestää pitkäänkin lisääntyvää ravinnekuormitusta osoittamatta mitään oireita muutoksista. Eritoten latvajärvissä, joissa vesi vaihtuu hitaasti, voi rehevöityminen edetä hitaasti ja yhtäkkiä tulla rajusti esiin. Tämän jälkeen tilanteelle voi olla vaikeaa enää tehdä mitään. Sen sijaan pienissä järvissä muutokset sekä hyvään että huonoon suuntaan näkyvät nopeasti, varsinkin jos veden vaihtuma-aika on lyhyt. (Villa 2006, 1.) Koska Pyhäjärvi on suuri ja vesi viipyy siellä pitkään, ravinnekuormituksen aiheuttamat muutokset näkyvät siinä hitaasti. Nyt lahdissa on kuitenkin havaittu umpeen kasvamista, joka kertoo jotain järven tilasta, todennäköisesti ainakin sen, että lahdille tulee runsasravinteisia vesiä valuma-alueilta ja lahtien kasvillisuus alkaa lisääntyä kasvavan ravinnekuormituksen myötä.

Järven ravinnekuormitus muodostuu ulkoisesta ja sisäisestä kuormituksesta. Ulkoinen kuormitus koostuu ilmalaskeumasta, järveen kohdistuvasta jätevesikuormituksesta sekä valuma-alueelta tulevan veden mukanaan kulkeutuvista ravinteista ja orgaanisesta aineksesta. Järveen tulevan luonnonhuuhtouman ravinnemäärä riippuu paljolti siitä,

millainen on valuma-alueen maa- ja kallioperä sekä hydrologia. Kun halutaan arvioida ulkoista kuormitusta, täytyykin selvittää valuma-alueen maaperän, kallioperän ja muiden maankäyttömuotojen osuudet. Jätevesien koostumus ja laskupaikat tiedetään sen sijaan hyvin tarkkailuvelvoitteen takia. Ravinnetaselaskelmissa täytyy jätevesien, luonnonhuuhtouman ja ilmalaskeuman lisäksi tietää maa- ja metsätalouden sekä haja- ja loma-asutuksen aiheuttama kuormitus. Näiden maankäyttötapojen aiheuttama kuormitus taas riippuu valuma-alueen olosuhteista ja maa- ja metsätaloustoimien luonteesta. (Järvien kunnostus 2005, 23 – 24.)

Tarkasteltaessa ainoastaan ulkoista kuormitusta rehevöitymisen syynä, voidaan saada tulos, joka ei vastaa lainkaan todellisuutta. Tällöin on huomioitava myös sisäinen kuormitus ja otettava se mukaan tarkasteluun. Sisäisen kuormituksen tarkasteleminen on kuitenkin paljon vaikeampaa kuin ulkoisen, sillä veden ja sedimentin välillä on kaksisuuntainen ainevirta. Ravinnepitoisuus pysyy tasapainoisessa järvessä kohtalaisen vakaana, vaikka sinne tulisi enemmän ravinteita kuin poistuu. Sedimentistä vapautuu ravinteita useiden eri prosessien kautta, joita ovat esimerkiksi diffuusio, sekoitusvirtaus ja kalojen aiheuttama pohjasedimentin pöyhintä, jota kutsutaan myös bioturbaatioksi. (Järvien kunnostus 2005, 24 – 25.)

Hyväkuntoisessa järvessä sedimenttiin sitoutuu enemmän ravinteita kun siitä vapautuu. Sedimenttiin kertyneiden ravinteiden vapautuminen voi aiheuttaa järvessä nopean rehevöitymisen. Kun sedimentin purkautuminen ylittää vuositasolla ravinteiden varastoitumisen sedimenttiin, alkaa veden fosforitaso kasvaa. Sisäisen kuormituksen lisääntyminen kasvattaa tuotantoa järvessä. Tämän takia myös orgaanisen aineen hajotusvaiheessa hapenkulutus lisääntyy pohjanläheisissä vesissä. Happikadot voimistuvat sisäisen kuormituksen prosessien myötä ja näin on järven rehevöitymiskierre valmis. Sisäistä kuormitusta säätelevät kuitenkin osittain myös vuodenajat, sillä veden kerrostuneisuus ja sekoittuminen vaihtelevat huomattavasti vuodenajan mukaan. Lisäksi sisäisen kuormituksen merkittävyys vaihtelee sen mukaan, kuinka suuri ala järvestä on hapetonta. Jos happikato iskee pelkästään pinta-alaltaan vähäiseen syvänteeseen, jää sisäisen kuormituksen merkitys vähäisemmäksi kuin jos pienen järven koko pohja menee hapettomaksi vaikkapa jään alla. Tällöin sisäinen kuormitus saattaa olla erittäin suuri rehevöittävä tekijä. (Järvien kunnostus 2005, 24 – 25.)

## 5.2 Pyhäjärven lahtien tilan selvittäminen

Saarijärven Pyhäjärven lahtien tila on alkanut huolestuttaa rantojen asukkaita viime aikoina. Erityisesti Pöykynlahden asukkaat ovat seuranneet huolissaan lahden vedenlaadun muutoksia ja umpeenkasvua. Vaikka vedenlaatu Pyhäjärvässä on yleisesti ottaen erinomainen, ovat lahtialueet alkaneet osoittaa rehevöitymisen ja jopa umpeenkasvun oireita, mikä saattaa olla huolestuttava merkki järven kunnan heikkenemisestä.

Pyhäjärven Saarijärven puoleisilla lahdilla tehtiin kesällä 2008 luonto- ja kasvillisuus selvitys. Selvityksessä arvioitiin kasvillisuuden peittävyys lahden tai salmen koko pinta-alasta sekä tunnistettiin kasvi- ja lintulajit, jotka kertovat lahtien rehevöitymistä tai karuudesta. Alueet luokiteltiin kasvillisuuspeitteisyyden mukaan neljään ryhmään: karuihin, vähäpeitteisiin, peitteisiin ja runsaspeitteisiin lahtiin. (Haapala & Piesanen 2008, 3.)

## 5.3 Pyhäjärven lahtien erityispiirteet

### 5.3.1 Karut lahdet

Pyhäjärvellä karuja lahtia on vähän, ainoastaan neljä lahtea luetelluista 30:sta on karuja. Karun lahden kasvillisuuspeitteisyys on 0 – 9 % ja kasvilajeja suhteellisen vähän verrattuna muihin lahtiin: 5 – 6 lajia per lahti. Kasvilajit ovat kuitenkin tavanomaisia ja niitä esiintyy muillakin lahdilla, esimerkiksi järvikorte ja -ruoko, uistinvita, ulpukka, ahvenvita ja järvisätkin. Pullosarasta, vehkasta ja osmankäämestä tehtiin vain yhdet havainnot. Karuja alueita ovat Kuore- ja Otralahti, Kylmälahti sekä Mattilansalmi. Alueista Kylmälahti on kooltaan pienin. Se on kuitenkin syvä ja suultaan loivapiirteinen aivan kuten Kuore- ja Otralahtikin: vain rannat ovat matalia. Mattilansalmi on puolestaan pitkä ja kasvillisuus on keskittynyt salmea ylittävän sillan kohdalle (ks. kuvio 5). Myös muilla karuilla lahdilla on yleensä yksi hiukan isompi kasvillisuuden peittämä alue, mutta muuten rannat ovat karuja ja useimmiten lähes kasvittomia. Kuorelahti on karuista alueista ainut, jolle laskee puro lukuun ottamatta Otralahtea, jolle laskee oja. Lahtien avoimuus ja suuruus sekä purojen ja ojien vähäisyys ovat varmasti osaltaan syitä lahtien karuuteen. (Haapala & Piesanen 2008, 7.) Vaikka toisaalta Kuorelahteen laskeva Kuorepuro tuo lahteen ainakin kokonaistypen ja -fosforin osalta ravinteikasta vettä (Ympäristönsuojelutoimen materiaali 2001).



**KUVIO 5. Mattilansalmi**

### **5.3.2 Vähäpeitteiset lahdet**

Haapalan ja Piesasen (2008) mukaan vähäpeitteisiä lahtia on yhteensä kymmenen: Kekkilänlahti, Koskenlahti, Kotalahti, Kurjenlahti, Laajanlahti, Saarilahti, Saunalahti (Rahkolassa), Saunalahti (Häkkilässä), Itälahti (Soukanniemen itäpuolinen lahti) ja Vahvanlahti. Vähäpeitteisten lahtien pinta-alasta 10 – 29 prosenttia on kasvillisuuden peitossa. Lahtien koossa on suuria eroja ja myös tunnistettujen kasvilajien määrässä on eroavaisuuksia. Eniten kasvilajeja on Pöykynlahdella (20) ja vähiten Laajanlahdella (2), ja ne ovat myös eniten ja vähiten kasvilajeja mitä millään Pyhäjärven lahdella on havaittu. Esimerkkinä tunnistetuista kasvilajeista ovat Pöykynlahdella tunnistetut kasvit: järviruoko ja -korte, pullosara, ulpukka, uistinviita, lumme, keltakurjenmiekka, ahvenviita, järvisätkin, ruskoärviä, viiltosara, kurjenjalka, ratamosarpio, palpakko, terttualpi, osmankäämi, vesirutto, myrkkyykeiso, vesitatar ja rantaluikka. (Haapala & Piesanen 2008, 13 – 15.)





**KUVIO 6. Kekkilänlahti**

Vähäpeitteisillä lahdilla kasvillisuus ei keskity lahdilla mihinkään erityiseen paikkaan vaan kiertää rantoja suhteellisen tasaisena vyöhykkeenä. Lähinnä rantaa on tiheä kasvillisuusvyöhyke ja sen edessä on harvan kasvillisuuden vyöhyke. Kaikilla lahdilla kasvilajeista tunnistettiin järviruoko ja järvikorte, mutta muita lajeja esiintyi vaihdellen. Yhteensä kasvilajeja tunnistettiin 26 kaikilla vähäpeitteisillä lahdilla. (Haapala & Piesanen 2008, 14 – 15.)

Useille vähäpeitteisille lahdille laskee puro joltain osavaluma-alueelta. Esimerkiksi Pöykynlahdelle laskee puro kahdelta valuma-alueelta. Haukiojan valuma-alueelta tulee Kolunpuro ja Pöykynjoen valuma-alueelta puolestaan Pöykynjoki. Kurjenlahdelle laskee kaksi puroa, joista toinen ainakin Pyhäjärven lähivaluma-alueelta. Harakkapuro tulee valuma-alueelta ja Hirvaspuro laskee muuten vain Kurjenlahteen tai oikeastaan sen pohjukkaan, kuten Harakkapurokin. Kekkilänlahteen laskee Pohjanpuro Pohjanpuron valuma-alueelta (ks. kuvio 6). Sen lisäksi Kekkilänlahteen laskee myös Lehinpuro ja Vahvanlahteen Uusipuro. Pöykynlahdelle laskevien jokien vesinäytteistä päätellen vesi oli melko ravinteikasta samoin kuin Kurjenlahdelle laskevien purojen vesikin. (Ympäristönsuojelutoimen materiaali 2001.) Näin isoille lahdille laskevien purojen ravinteet sekoittuvat isoon vesimassaan, mutta pohjukat ja rannat rehevöityvät jonkin verran.

### 5.3.3 Peitteiset lahdet

Haapala ja Piesanen (2008) toteavat, että peitteisille lahdille on tyypillistä, että niillä kasvaa runsaasti kelluslehtisiä kasveja ja muukin lajikirjo on runsasta. Tosin kasvilajeja peitteisillä lahdilla havaittiin vähemmän kuin vähäpeitteisillä eli yhteensä 23 lajia. Lahtikohtaisesti löytyi 8 – 14 lajia kultakin lahdelta, esimerkiksi Linnanlahdelta löytyi 13 lajia: järvikorte ja -ruoko, pullosara, ulpukka, uistinviita, järvikaisla, lumme, keltakurjenmieikka, ratamosarpio, pikkulimaska, vahka, osmankäämi sekä luhtavilla. Peitteisiä lahtia ovat Linnanlahden lisäksi Kalliolahti, Kuhnonlahti, Pienilahti, Rantalahti, Siltasalmen länsipuoli, Vähä-Vahva ja Väätäenlahti. Nämä kahdeksan lahtea ovat kooltaan joko pienehköjä tai keskisuuria ja kasvillisuus peittää niistä 30 – 49 prosenttia. Lahtien rantoja kierteää tyypillisesti paksu tiheän kasvillisuuden reunus lähinnä rantaa ja sen edessä kasvaa runsaasti harvaa kasvillisuutta ja kelluslehtisiä kasveja (ks. kuvio 7). Kaikilta lahdilta löydettiin järviruokoa ja pullosaraa. Järviruoko on myös valtalajina kuudella lahdella kahdeksasta. (Haapala & Piesanen 2008, 31 – 32.)



**KUVIO 7. Siltasalmen länsipuoli**

Kahdelle peitteiselle lahdelle laskee puro tai oja. Ensinnä Kuhnonlahdelle laskee Kuhnonpuro. Se on vesianalyysin perusteella poikkeuksellisen ravinteikas puro. (Ympäristönsuojelutoimen materiaali 2001.) Puro lahdelle tulee suon kautta ja lahtien rantoja kierteävät pellot. Nämä seikat voivat ehkä osittain selittää puron ravinteikkouden ja

sen, että myös lahti on runsaan kasvuston peitossa. Kuhnnonlahdelta tavattiin myös pikkulimaskaa, joka on rehevyyden suosija. (Haapala & Piesanen 2008, 35.) Linnanlahdelle puolestaan laskee Myllypuro Pyhjärven lähivaluma-alueelta sekä Västinginoja myös samalta alueelta. Myös nämä purot ovat melko reheviä (Ympäristönsuojelutoimen materiaali 2001.)

#### **5.3.4 Runsaspeitteiset lahdet**

Runsaspeitteisiä lahtia ovat Kanilahti, Luntinlahti, Puterinlahti, Soukanlahti, Sammiolahti, Siltasalmen itäpuoli sekä Kanervistonlahti (Rantalanlahden itäpuolinen lahde) eli yhteensä seitsemän lahtea. Runsaspeitteisille lahdille on yhteistä niiden mataluus sekä kasvillisuuden kasvutapa: rantaa kiertää leveä tiheän kasvillisuuden vyöhyke ja keskellä lahtea kasvaa harvaa kasvillisuutta (ks. kuvio 8). Myös kelluslehtisiä kasveja esiintyy erityisen runsaasti lukuun ottamatta umpeenkasvaneita Sammio- ja Kanervistonlahtea. Kasvillisuuspeitteisyys lahdilla on 50 – 100 % ja Sammiolahdella harva kasvillisuus on levittäytynyt jopa lahden suuta pidemmälle. Kanervistonlahdella tehtiin havainto järviruo'osta, järvikortteesta, pullosarasta, ulpukasta, järvikaislasta, lumpeesta, ahvenvidasta, kurjenjalasta, terttualpista, vehkasta sekä tunnistamattomasta pulloharjan muotoisesta uposkasvista. Kanervistonlahdella oli siis 11 kasvilajia, mutta Kani- ja Sammiolahdella havaittiin ainoastaan kuusi lajia. (Haapala & Piesanen 2008, 43 – 44.)

Runsaspeitteisistä lahdista neljälle laskee puro. Puterinlahteen laskee Harjupuron valuma-alueelta Harjupuro. Harinkaanpuron valuma-alueelta laskee Siltasalmen itäpuolelle Harinkaanpuro ja lähelle Kanervistonlahtea laskee Peltojoki. Soukanlahden puolestaan laskee Vetkänen. (Ympäristönsuojelutoimen materiaali 2001.) Kaikissa puroissa vesi on vähintään humuspitoista vettä ja osa menee myös hyvin ruskeisiin vesiin. Kaikki purot ovat vähintään mesotrofisia, mutta osa kuuluu eutrofiseen luokkaan. Harinkaanpuro kuitenkin on poikkeuksellisen rehevä ja se luokitellaan toisena vuonna hypereutrofiseen rehevyysluokkaan. (Salo 2009a.)



**KUVIO 8. Siltasalmen itäpuoli**

## **5.4 Indikaattorilajit**

### **5.4.1 Yleistä**

Pyhäjärven lahdilla tehtiin havaintoja erilaisista lintu- ja kasvilajeista ja niiden perusteella voidaan tehdä joitakin päätelmiä siitä, ovatko Pyhäjärven lahdet kasvamassa umpeen. Toisaalta taas tulokset ovat enemmän suuntaa-antavia, sillä käytetyt indikaattorilajit kertovat, millainen veden puhtausluokka on Lounais- ja Etelä-Suomessa. Tulokset ovat siis Keski-Suomen osalta vain suuntaa-antavia, mutta antavat kuitenkin viitteitä siitä, millainen on lahtien tila Pyhäjärvellä. (Haapala & Piesanen 2008, 60.)

### **5.4.2 Kasvilajit**

Haapalan ja Piesasen (2008) luonto- ja kasvillisuus selvityksessä todettiin, että jokaisella lahdella havaittiin järviruoko (Haapala & Piesanen 2008, 61). Se kasvaa ravinteisuudesta riippumatta mutta häiriintyneissä tai lievästi likaantuneissa vesissä. (Eliöiden määrittäminen 2004, 4). Tämä ei yksin kerro juuri mitään lahtien tilasta, mutta lahdilla havaittiin myös useita muita yleisiä kasvilajeja, joskaan yksikään näistä neljästä muusta lajista ei enää kasvanut kaikilla lahdilla. Ne kertovat kuitenkin myös lahtien tilasta.

Järvikorte havaittiin kaikilla lahdilla Vääntäänlahtea lukuun ottamatta. Korte on ravinteisuudesta riippumaton ja esiintyy yleisesti puhtausluokaltaan luonnontilaisissa tai

lievästi häiriintyneissä vesissä (ks. taulukko 26). Pullosara esiintyy lahdilla myös yleisesti. Vain neljällä lahdella sitä ei esiinny. Se viihtyy häiriintyneissä tai lievästi likaisissa vesissä ja järviruo' on tavoin se on ravinteisuudesta riippumaton. Ulpukka esiintyy myös lähes kaikilla lahdilla, viittä lukuun ottamatta, ja se on myös ravinteista riippumaton, mutta viihtyy puhtausluokaltaan häiriintyneissä tai lievästi likaantuneissa vesissä, kuten pullosarakin. Eräs yleinen laji Pyhäjärvellä aiemmin mainittujen lisäksi on ravinteisuudesta riippumaton uistinvita. Aiemmin mainituista kasveista poiketen se kasvaa vedessä, joka on likaantunut tai voimakkaasti likaantunut. (Eliöiden määrittäminen 2004, 7 – 8.) Uistinvita kasvaa 23 lahdella, eli vain seitsemällä sitä ei havaittu (Haapala & Piesanen 2008, 70).

Nämä Pyhäjärven lahtien yleisimmät indikaattorilajit eivät kerro siitä, että lahdilla olisi kuormitusta ravinteiden suhteen. Sen sijaan niistä voidaan päätellä, että lahdet voivat olla veden puhtaudelta ainakin lievästi häiriintyneitä, jos ei jopa lievästi likaantuneita. Esimerkiksi uistinvidan yleisyys antaa viitteitä likaantumisen lahtialueilla.

TAULUKKO 26. Pyhäjärven vesikasvilajit vedenlaadun indikaattoreina

Kasvilaji	Levinneisyysalue	Vaateliaisuustaso	Veden puhtausluokka					
			1	2	3	4	5	6
<i>A. Veden luonnontilaisuuden/ vain häiriintyneisyyden osoittajat</i>								
Järvikorte	I - V	i	y	y				
Järvisätkin	I - V	?	y	y				
Ruskoärviä	I - V	o - m	y	y				
Rantaluikka	I - IV	o - m	y	y				
<i>B. Veden häiriintymisen tai lievän likaisuuden osoittajia</i>								
Ulpukka	I - V	i			y	y		
Terttualpi	I - V	i			y	y		
Pullosara	I - V	i			y	y		
Viiltosara	I - IV	e - m			y	y		
Vesitatar	I - IV	e - m			y	y		
Ratamosarpio	I - III	e - m			y	y		
Järviruoko	I - IV	i				y		
Kurjenmiekkä	I - III	e				p		
<i>C. Veden likaisuuden osoittajia</i>								
Uistinviita	I - IV	i					y	y
Karvalehti	I - IV	e					h	h
Pikkulimaska	I - III	e - m					p	p
<b>Lyhenteiden selitykset</b>								
<b>Levinneisyysalue</b>								
I	Lounais- ja Etelä-Suomi							
II	Järvi- ja Koillis-Suomi sekä Pohjanmaan rannikkoalueet							
III	Maanselkä ja Pohjois-Suomi noin Kemijärven tienoille asti							
IV	Ylä-Lappi							
V	Käsivarren Lappi ja Utsjoki							
<b>Lajien vaateliaisuustaso</b>								
e	Runsaravinteisuuden eli eutrofian suosija							
m	Suosii melko runsaravinteisiä vesiä (mesotrofia)							
o	Niukkaravinteisuuden (oligotrofian) suosija							
i	Ravinteisuudesta riippumaton (indifferentti)							
<b>Lajin yleisyys levinneisyysalueella</b>								
y	Yleinen							
p	Paikoitellen esiintyvä							
h	Harvinainen							
<b>Veden puhtausluokka, jota laji osoittaa Lounais- ja Etelä-Suomessa</b>								
1	luonnontilainen							
2	lievästi häiriintynyt							
3	häiriintynyt							
4	lievästi likaantunut							
5	likaantunut							
6	voimakkaasti likaantunut							

Lopuista 21 kasvilajista tehtiin vähemmän havaintoja kuin näistä viidestä yleisimmistä lajista, eivätkä ne kaikki ole indikaattorilajeja. Jotkut havaitut kasvit kuitenkin viih-

tyvät aiemmin mainittuja lajeja huomattavasti ravinteikkaammassa ja likaantuneimmissa vesissä. Tällaisia indikaattorilajeja ovat muun muassa pikkulimaska, karvalehti, kurjenmiekka, ratamosarpio, vesitatar, viiltosara ja ruskoärviä. (Haapala & Piesanen 2008, 70).

Ruskoärviä suosii niukkaravinteisia ja melko runsasravinteisia vesiä ja kasvaa luonnontilaisissa tai lievästi häiriintyneissä vesissä. Pikkulimaska puolestaan suosii runsasravinteisia ja melko runsasravinteisia vesiä, joiden puhtausluokka on likaantunut tai voimakkaasti likaantunut. Runsasravinteisuuden suosija on puolestaan karvalehti, puhtausluokaltaan myös likaisuuden ja voimakkaan likaisuuden suosija (ks. taulukko 26). Kurjenmiekka kasvaa puhtausluokaltaan lievästi likaantuneissa vesissä ja suosii runsasravinteisia vesiä. Puhtausluokaltaan ratamosarpio, viiltosara ja vesitatar viihtyvät samankaltaisissa vesissä: ne suosivat runsasravinteisuutta ja melko runsasravinteisuutta, mutta puhtausluokka on häiriintynyt tai lievästi likaantunut. (Eliöiden määrittäminen 2004, 7 – 8.)

Edellä mainittujen indikaattorilajien esiintymismäärät kuitenkin vaihtelevat melko paljon: ruskoärviä havaittiin 11 lahdella, pikkulimaskaa kahdeksalla lahdella ja karvalehteä kuudella lahdella. Kurjenmiekkaa huomattiin kuudella lahdella, ratamosarpiota 13:lla, viiltoraraa kuudella ja vesitataria vain yhdellä lahdella. (Haapala & Piesanen 2008, 70.) Näiden harvemmin esiintyvien kasvien perusteella voidaan todeta, että ainakin joillain Pyhäjärven lahtialueilla on viitteitä veden laadun heikkenemisestä ja ravinnemäärien noususta.

Keltakurjenmiekkaa eli lyhyemmin kurjenmiekkaa havaittiin kolmella peitteisellä lahdella, Kekkilän- ja Pöykynlahdella sekä Häkkilän Saunalahdella. Sen lisäksi kurjenmiekkaa tavattiin kahdella peitteisellä lahdella, Linnanlahdessa ja Vähä-Vahvassa sekä vielä yhdellä runsaspeitteisellä lahdella eli Kanilahdessa. Ainakin kolmelle lahdelle laskee runsaasti ravinteita tuova puro ja Vähä-Vahva ja Kanilahti ovat muuten kasvillisuudeltaan aika runsaita lahtia. Ainoastaan Saunalahdessa ei ollut runsaasti kasvillisuutta, mutta sen molemmin puolen on peltoja ja pohjukassa on runsaasti suoalueita. (Haapala & Piesanen 2008, 27 – 45.)

Karvalehteä esiintyi yhteensä kuudella lahdella: Kosken- ja Vahvanlahdella, Kuhnnon- ja Rantalanlahdella sekä Puterin- ja Soukanlahdella. Kaikille muille lahdille laskee puro tai joki lukuun ottamatta Rantalanlahtea, jolle laskee oja. Karvalehti on runsasravinteisuuden suosija ja puroista varmasti riittää ravinteita niin paljon, että Karvalehti

suosii näitä lahtia. Pikkulimaskaa puolestaan havaittiin lahdista kahdeksalla. Nämä ovat Kosken-, Kota- ja Vahvanlahti sekä Rahkolan Saunalahti. Myös Kuhnon-, Linnan ja Väättäänlahdessa oli karvalehteä samoin kuin Soukanlahdessaakin. Neljälle lahdelle laskee jokin puro tai joki ja lopuille laskee oja tai ojia. Pikkulimaska on rehevyyden suosija niin ikään, joten lahdilla ravinteita varmasti riittää, vaikka neljä lahdista olikin vähäpeitteisiä lahtia. (Haapala & Piesanen 2008, 18 – 70.) Yhtään näistä rehevyyden suosijoista ei ollut karuilla lahdilla, mutta ennen kaikkea nämä tiedot osoittivat sen, että purojen ja ojien tuomat ravinteet vaikuttavat lahdilla jos eivät muuhun, niin ainakin kasvillisuuteen ja sen rehevöitymiseen.

### 5.4.3 Vesilinnut

Linnut eivät ole varsinaisia indikaattorilajeja, mutta niiden tyypilliset elinympäristöt tunnetaan kohtalaisen hyvin. Lintujen elintapojen ja yleisimpien elinpaikkojen perusteella voidaan arvioida myös järven tyyppiä ja sen rehevyystasoa. Haapalan ja Piesanen (2008) mukaan lahdilla havaittiin karuille järville tyypillisiä lintuja, kuten kuikka, isokoskelo ja tukkakoskelo (ks. taulukko 27). Kuikkia havaittiin Kekkilän- Vahvan ja Kuhnonlahdilla, isokoskelo Pienilahdella ja tukkakoskelo Rahkolan Saunalahdella. Nämä linnut viihtyvät niukkaravinteisissa ja kirkasvetisissä järvissä, joiden näkösyvyys on 2,5 – 13 metriä. Yhteensä karujen alueiden lintulajeista tehtiin siis vain viisi havaintoa. (Haapala & Piesanen 2008, 63, 69.)

**TAULUKKO 27. Järvityypin arviointi esiintyvien lintulajien mukaan**

Järvityyppi	Näkösyvyys (m)	Tavanomaiset linnut
Niukkaravinteinen, kirkasvetinen	2,5 - 13	kuikka, isokoskelo, tukkakoskelo
Niukkaravinteinen, ruskeaveteinen	0,5 - 5	-
Runsasravinteinen	0,1 - 4	sinisorsa, silkkiuikku, nokikana, lokit

Haapala ja Piesanen (2008) toteavat, että runsasravinteisilla järvillä viihtyvistä lintulajeista havaittiin Pyhäjärvellä sinisorsa ja eri lokkilajeja. Sinisorsia havaittiin yhteensä kahdeksalla lahdella, mutta yleisesti ottaen ne puuttuvat vain erittäin karuilta Suomen järviltä. Lokeista tunnistettiin kolme lajia: kalalokki, pikkulokki sekä naurulokki. Kalalokki havaittiin jopa 21 lahdella 30:stä, pikkulokki neljällä ja naurulokki kuudella lahdella. Nämä lajit viihtyvät järvissä, joiden näkösyvyys on 0,1 – 4 metriä. Pyhäjärvellä havaittiin myös joitain lintulajeja, jotka viihtyvät ravinteikkaissa vesissä, kuten



härkälintu ja tukkasotka. Härkälintuhavaintoja tehtiin yhteensä 13 lahdella. Se ei viihdy ihan umpeenkasvaneissa järvissä, vaikkakin yleensä se tavataan melko rehevissä vesissä. Tukkasotka puolestaan viihtyy ruovikkoisilla ja matalilla rannoilla parhaiten ja se havaittiinkin Pöykynlahdella, joka on melko rehevä lahti. (Haapala & Piesanen 2008, 62 – 63, 69.)

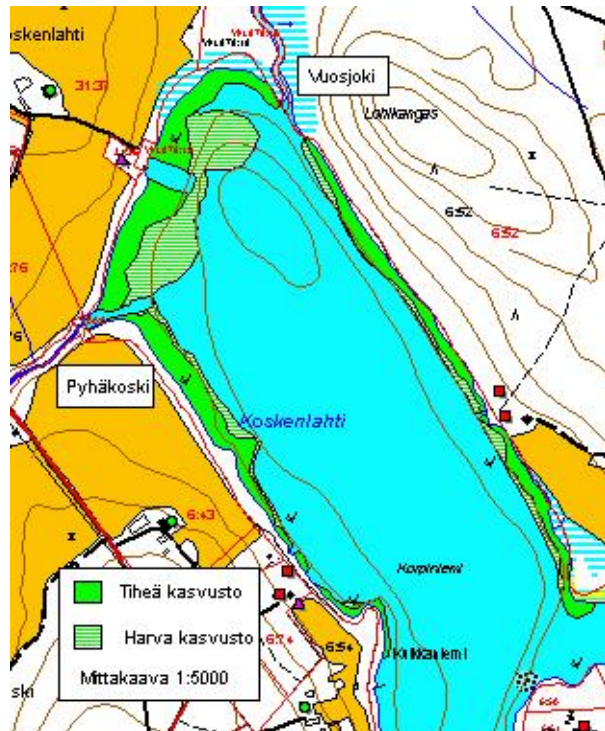
## **5.5 Maankäytön vaikutus lahtien tilaan**

### **5.5.1 Valuma-alueiden vaikutus**

Pyhäjärven lahdilla ravinnepitoisuudet eivät olleet vuosina 1994 ja 2001 kovinkaan suuria vaan lahti toisensa perään voitiin luokitella kirkasvetiseksi, luonnontilaiseksi ja karuksi. Kemialliselta kannalta tarkasteltuna valuma-alueitten maankäyttö ei ole juurikaan vaikuttanut järven lahtien tilaan eivätkä ne ole rehevöityneet. Tätä erikoista havaintoa voidaan osittain selittää sillä, että ulapalta tuleva vähäravinteinen vesi laimentaa puroista tulevaa runsasravinteista vettä, jolloin lahdilla ravinnepitoisuudet eivät kasva kovin suureksi. Kun kasvillisuutta kuitenkin tarkasteltiin vuonna 2008, voitiin todeta, että osalla lahdista oli hyvin runsasta kasvillisuutta ja jotkin matalimmista alueista olivat lähestulkoon kasvaneet umpeen. Umpeen kasvaminen haittasi selvästi joidenkin lahtien virkistyskäyttöä. Myös rehevyyttä ilmentäviä kasveja tavattiin useilla lahdilla ja tällaisille lahdille laski usein puro tai joki, joka toi humuspitoista ja ravinteikasta vettä. Kaikki lahdet, jolla tavattiin rehevissä vesissä viihtyviä kasveja, eivät kuitenkaan olleet runsaspeitteisiä, vaan saattoivat olla myös vähäpeitteisiä tai peitteisiä lahtia.

Vuosjoen valuma-alueelta vedet tulevat Koskenlahteen, joka on vähäpeitteinen lahti (ks. kuvio 9). Koskenlahden pohjukka on rehevöitynyt ja kasvillisuus haittaa virkistyskäyttöä myös muissa osissa lahtea ainakin jonkin verran. Koska lahti on kuitenkin suuri, se luokiteltiin vähäpeitteiseksi, vaikka kasvillisuutta alueella on selvästi paljon. Lahdessa havaittiin sekä pikkulimaska että karvalehti, jotka molemmat viihtyvät runsasravinteisessa vedessä. (Haapala & Piesanen 2008, 17 – 18.) Metsää valuma-alueella on yli puolet pinta-alasta ja noin yksi neljäsosa on suota. Muita alueita on niihin verrattuna vähän ja peltoakin vain hiukan yli 100 ha koko alueen reilusta 4000 hehtaarista. (Pyhäjärven osavaluma-alueet 2008.) Vuosjoesta lahdelle tulee humuspitoista ja mesotrofista eli melko rehevää vettä (Ympäristönsuojelutoimen materiaali 2001). Vuosjoen valuma-alueen pelloilta tulee enemmän niin tyyppä (336 kg/a) kuin fosforiakin (noin 17 kg/a) verrattuna metsien aiheuttamaan kuormitukseen: fosforia 1

kg ja typpeä 34 kg vuodessa. On siis todettava, että vaikka Koskenlahti ei olisi vielä rehevöitynyt fosforin ja typen osalta, viittaa kasvillisuus ja tuleva ravinnemäärä kuitenkin siihen, että ravinteita tulee runsaasti. Vuosjoen valuma-alueelta tulee myös kolmanneksi eniten ravinteita verrattuna muihin valuma-alueisiin. Luultavasti ravinteet vielä toistaiseksi kuitenkin sitoutuvatkin kasvustoon ja pohjasedimenttiin. Koskenlahdelta lähtee myös Pyhäkoski, joka vie vettä pois Pyhäjärveltä ja voi osaltaan vaikuttaa lahden tilanteeseen.



**KUVIO 9. Koskenlahti**

Harjupuron valuma-alueelta vedet laskevat Puterinlahteen, joka on itse asiassa pieni lahti osana Kekkilänlahtea. Puterinlahti on runsaspeitteinen lahti, jolla esiintyy ravinteikkaissa vesissä viihtyvä karvalehti hyvin runsaana (ks. kuvio 10). Puterinlahden pohjukka on erityisen umpeenkasvanut ja virkistyskäyttömahdollisuudet ovat huomattavasti heikentyneet. (Haapala & Piesanen 2008, 47 – 48.) Harjupuron valuma-alue on kooltaan vain noin 600 ha ja siitä runsaat 400 ha on metsää ja suota noin 100 ha. Harjupuron valuma-alueella ei ole lainkaan peltoa. (Pyhäjärven osavaluma-alueet 2008.) Harjupuron vesi on eutrofista eli ravinteista humusvettä (Ympäristönsuojelutoimen materiaali 2001). Metsistä fosforia tulee vain 0,22 kg vuodessa ja typpeäkin vain noin 6 kg. Alueen ravinnevalumat tulevat siis väistämättä jostain muualta kuin pelloilta, mutta silti matala lahti on selkeästi rehevöitynyt ja kasvanut umpeen ainakin osittain.



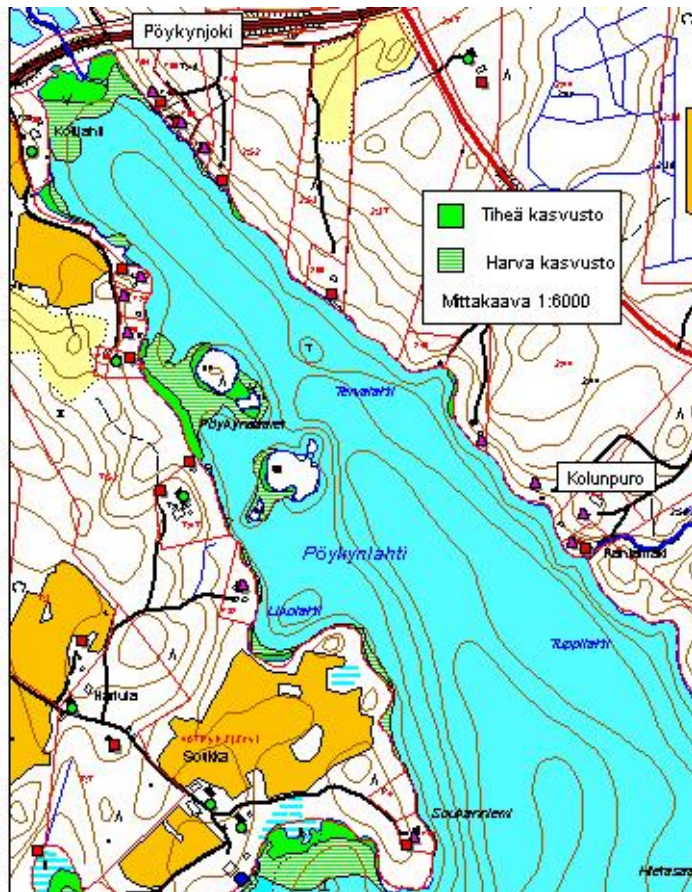
**KUVIO 10. Puterinlahti**

Pohjanpuron valuma-alueelta valumat tulevat Kekkilänlahteen Pohjanpurosta (ks. kuvio 11). Kekkilänlahti on vähäpeitteinen, suuri lahti, jonka kokonaisuuteen osittain kuuluvat pienet lahdet: Puterin-, Kallio- ja Pienilahti. Kasvillisuutta ei Kekkilänlahdella ole kovin paljon sen laajuuden ja syvyyden takia, vaikka kasvillisuus reunustaa rantoja katkonaisesti ja paikoitellen jopa runsaana. Kekkilänlahteen laskee myös Lehinpuro. Lahdella tavattiin keltakurjenmiekkää, joka suosii rehevyyttä. (Haapala & Piesanen 2008, 15 – 17.) Pohjanpuron vesi on mesotrofista, luonnontilaisen ja humusvesien välillä (Ympäristönsuojelutoimen materiaali 2001). Pelloilta ja metsästä fosforia tulee yhteensä noin 2 kg vuodessa ja typpeä tulee noin 43 kg. Maankäyttö jakautuu valuma-alueella tavanomaiseen tapaan: metsää yli puolet, suota yksi kolmasosa mutta peltoa noin prosentti verran pinta-alasta muiden maankäyttötapojen ollessa vähäisiä (Pyhäjärven osavaluma-alueet 2008). Valuma-alueelta ei siis tule kaikkein ravinteikkaimpia vesiä eikä lahti ole muutamaa paikkaa lukuun ottamatta kovin rehevä. Näin ollen voidaan todeta, että rehevöitymistä ei ole vielä havaittavissa tällä lahdella eli se kestää valuma-alueelta tulevan kuormituksen kohtalaisen hyvin. Todennäköisesti lahdin suuri koko laimentaa myös ravinteet lahdella, vaikka pienemmät ja matalammat lahdet Kekkilänlahden yhteydessä ovatkin melko umpeenkasvaneita.



**KUVIO 11. Kekkilänlahti**

Pöykynjoen valuma-alue on kooltaan noin 2000 ha ja metsää on reippaasti yli puolet alasta. Suota on noin 20 % mutta peltoa alueella ei sen sijaan ole lainkaan. (Pyhäjärven osavaluma-alueet 2008.) Pöykynjoen valuma-alueelta vedet tulevat Pöykynlahteen, joka on vähäpeitteinen, suuri lahti (ks. kuvio 12). Kasvillisuus lahdessa on keskittynyt kahteen kohtaan, pohjukkaan ja kahden saaren tuntumaan ja ainakin pohjukassa kasvillisuus haittaa virkistyskäyttöä. Lahdella havaittiin myös vesitatar, joka suosii runsasravinteisia tai melko runsasravinteisia vesiä. (Haapala & Piesanen 2008, 21 – 23.) Pöykynlahden laskevasta Pöykynjoesta tulee humuspitoista ja mesotrofista vettä. Pöykynlahdesta mitatut tulokset kertovat, että lahti on karu ja luonnontilainen, vaikkakin yhtenä vuonna se luokiteltiin mesotrofiseksi. (Ympäristönsuojelutoimen materiaali 2001.) Metsistä Pöykynjoen valuma-alueella tulee 0,71 kg kokonaisfosforia vuodessa ja kokonaistyppeä tulee noin 18 kg. Pöykynlahden matala pohjukka on alkanut kärsiä valuma-alueelta tulevasta kuormituksesta, mikä näkyy kasvillisuuden runsastumisena ja siinä, että muista lahdista poiketen lahti on luokiteltu joskus mesotrofiseksi. Jos vedenlaatutuloksia olisi useammalta vuodelta, voitaisiin kuitenkin tarkemmin pohtia, miten paljon lahti on alkanut rehevöityä. On kuitenkin selvää, että ravinnekuormitus tulee jostain muusta kuin peltomaan käytöstä.



**KUVIO 12. Pöykynlahti**

Hakiojan valuma-alueella metsää on noin 70 %, suota noin 20 % ja peltoa noin 4 %. Muita maankäytön tapoja on vähäisiä määriä. (Pyhäjärven osavaluma-alueet 2008.) Haukiojan valuma-alueelta tulee ravinteita Pöykynlahteen Kolunpuroa pitkin (ks. kuvio 12). Pöykynlahti kuvailtiin edellisessä kappaleessa ja pääosin se oli hyväkuntoinen lahti vesinäytteiden valossa. Kolunpuro tuo tähän lahteen kuitenkin vettä, joka on runsasravinteista ja hyvin runsashumuksista. (Ympäristönsuojelutoimen materiaali 2001.) Pelloilta ja metsistä fosforivalumat vuodessa yhteensä ovat noin 8 kg, typpivalumat noin 150 kg. Haukiojan valuma-alueelta tulee ravinteikasta vettä lahteen, jonka pohjukka on rehevöitynyt jonkin verran. Oletettavasti suuren koon sekä syvyyden takia Pöykynlahdelle ei ole kasvanut runsasta kasvustoa muualle kuin matalaan pohjukkaan, mutta siellä ja kahden lahdella sijaitsevan saaren tuntumassa kasvusto onkin runsasta. Kolunpuro laskee lähelle Pöykynjoen suualuetta, joten ravinteet eivät välttämättä pääse vaikuttamaan kovin paljon lahden kasvustoon, sillä ulapan laimentava vaikutus näkyy lähes heti. Lahden ranta, jolle Kolunpuro laskee, on myös avoimempi tuulen vaikutukselle kuin lahden toinen ranta, joten silläkin voi olla vaikutusta kasvilisäyksen esiintymiseen.

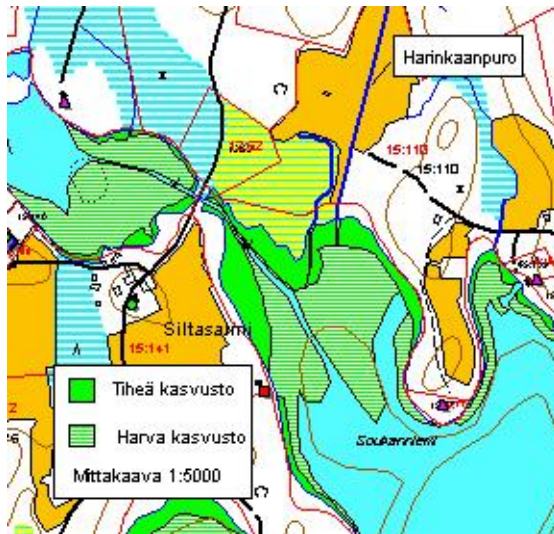
Iso-Suojärven valuma-alue on noin 6000 ha suuri – toiseksi suurin osavaluma-alue. Metsää alasta on noin puolet ja suota kolmasosa pinta-alasta. Peltoa on hiukan vajaat kolmesataa hehtaaria. (Pyhäjärven osavaluma-alueet 2008.) Iso-Suojärven valuma-alueelta vedet tulevat Peltojokea pitkin lähelle Kanervistonlahtea (ks. kuvio 13). Kanervistonlahdesta kuten ei sen lähistöltäkään ole otettu vesinäytteitä, mutta alueen kasvillisuus kyllä tunnetaan. Kanervistonlahti on runsaspeitteinen lahti ja Peltojoen suualuetta reunustaa tiheä kasvillisuus paitsi kohdissa, joissa se on poistettu. Peltojoensuulla on yksi talo, jonka kohdalla virkistyskäyttömahdollisuudet ovat heikentyneet huomattavasti kasvillisuuden takia. (Haapala & Piesanen 2008, 49.) Peltojoesta eli Peltopurosta metsistä ja pelloilta kokonaisfosforia tulee reilu 40 kg ja typpeä noin 832 kg vuodessa. Kuormitusta tulee toiseksi eniten verrattuna muiden valuma-alueiden kuormituslukuihin.



**KUVIO 13. Kanervistonlahti ja Peltojoen sualue**

Harinkaanpuron valuma-alueen valumavedet tulevat Siltasalmen itäpuolelle, joka on runsaspeitteinen lahti (ks. kuvio 14). Siltasalmen rantoja reunustavat kasvillisuusvyöhykkeet ja keskiosassa kasvaa runsaasti harvaa kasvillisuutta. Siltasalmi on matala, laajahko alue, johon laskee Harinkaanpuro. Kasvillisuuden runsaus haittaa pahasti alueen virkistyskäyttöä. (Haapala & Piesanen 2008, 51 – 52.) Siltasalmen itäpuolesta ei ole otettu vesinäytteitä, mutta kasvillisuus kertoo jotain lahden kunnosta. Valuma-alueella on eniten metsää ja seuraavaksi eniten suota. Peltoa on vasta viidenneksi eniten – noin 12 ha koko valuma-alueen noin 1000 hehtaarista. Muita maankäytönmuotoja on vain vähän. (Pyhäjärven osavaluma-alueet 2008.) Harinkaanpuro tuo valuma-alueelta eutrofisen ja hypereutrofisen välillä olevaa vettä, joka on hyvin ruskeaa. Met-

sistä ja pelloilta tulee yhteensä vain noin 2 kg fosforia ja noin 41 kg typpeä vuodessa. Siltasalmen itäpuolen rehevyys näyttäisi selittyvän tällä hyvin runsasravinteisella vedellä, jota alueelle tulee.

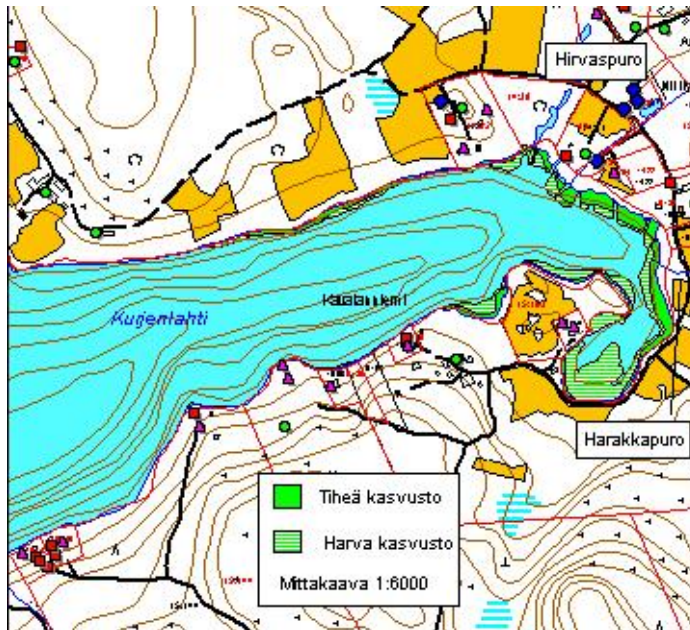


KUVIO 14. Siltasalmen itäpuoli

### 5.5.2 Pyhäjärven lähialueen vaikutus

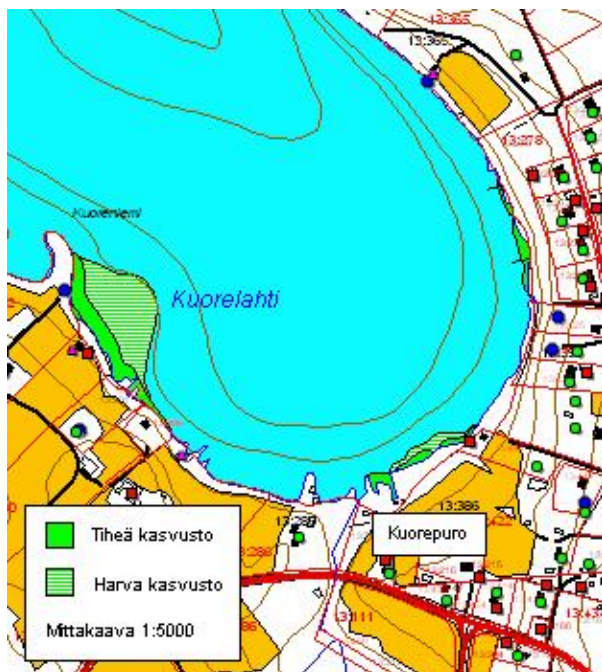
Pyhäjärven lähivaluma-alueelle tulee puroja useilta puolilta Pyhäjärveä eri lahtiin. Ne kaikki vaikuttavat yhdessä Pyhäjärven kuntoon ja kertovat siitä, millaisia vesiä lähivaluma-alueelta tulee. Purojen vaikutus näkyy kuitenkin eniten lahdissa, joihin ne laskevat. Pyhäjärven lähialue on lähes 15 000 ha suuri jos Pyhäjärvi lasketaan mukaan, mutta ilman järveä pinta-ala on noin 8875 ha ja tästä alasta noin 6500 ha on metsää. Muita aloja on aina alle 1000 ha, kuten peltoa, jota on hiukan alle 450 ha. (Pyhäjärven osavaluma-alueet 2008.) Pyhäjärven lähialueen pelloilta ja metsistä tulee hiukan yli 60 kg fosforia vuodessa ja typpeä tulee noin 1311 kg eli kaikkein eniten ravinteita verrattuna muihin osavaluma-alueisiin.

Kurjenlahteen laskee Pyhäjärven lähivaluma-alueelta kaksi puroa, Harakka- ja Hirvaspuro. Kurjenlahti on suuri lahti, jonka pohjukka on runsasta kasvillisuutta (ks. kuvio 15). Ainakin pohjukassa virkistyskäyttö on hankaloitunut. (Haapala & Piesanen 2008, 19 – 20.) Kurjenlahti on oligotrofinen lahti, jolle laskee rehevämpää vettä: lahten suuruuden takia se kestää hyvin siihen tulevan kuormituksen, vaikka pohjukassa onkin rehevää kasvillisuutta.



**KUVIO 15. Kurjenlahti**

Kuorepuro laskee Kuorelahteen, joka on karu lahti (ks. kuvio 16). Kuorelahdesta ei ole vesinäytteiden tuloksia, mutta alueella ei ole kuin yksi suurempi kasvillisuuskeskittymä mahdollisesti suuren koon takia. (Haapala & Piesanen 2008, 9 – 10.) Kuorepuro tuo kuitenkin alueelle rehevää ja hyvin ruskeaa vettä, joten lahden on pakko kestää hyvin kuormitusta, sillä se ei ole rehevöitynyt tai kasvanut umpeen.

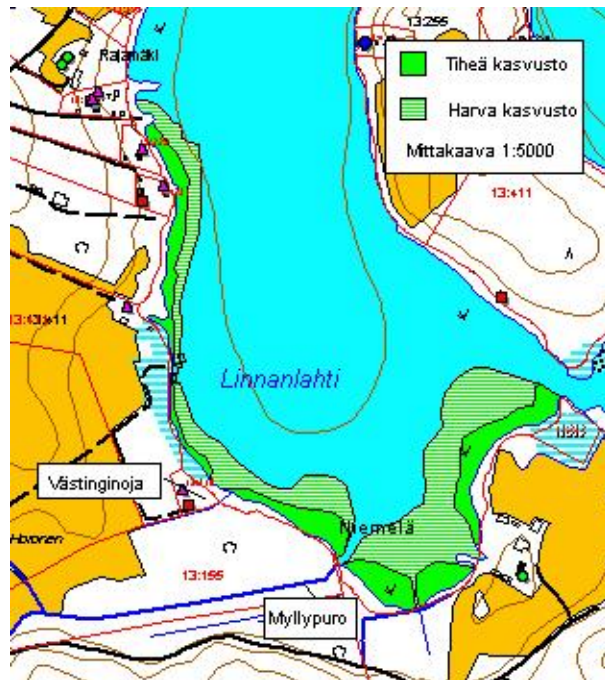


**KUVIO 16. Kuorelahti**

Myllypuro ja Västringinoja laskevat Linnanlahteen (ks. kuvio 17), joka on peitteinen lahti, mutta mittaustulosten perusteella kuitenkin luonnontilainen. Purot tuovat lahteen

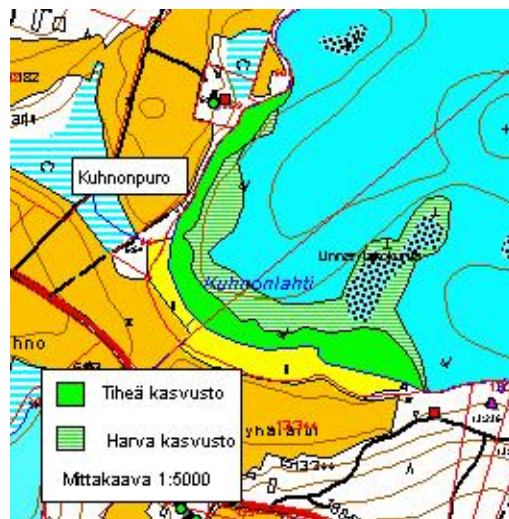


rehevää vettä ja ravinnekuormitus näkyy lahden runsaassa kasvustossa, vaikka muuten lahti on kemiallisesti hyväkuntoinen.



**KUVIO 17. Linnanlahti**

Kuhnonlahteen laskee Kuhnonpuro, joka tuo luonnontilaiselle alueelle rehevää eutrofista vettä. Kuhnonlahti on kuitenkin kasvillisuuden puolesta peitteinen lahti ja sitä reunustaa runsas kasvusto (Haapala & Piesanen 2008, 34 – 35). Lahdella rehevöityminen näkyy ainakin kasvillisuuden osalta, kuten kuviosta 18 voidaan todeta.



**KUVIO 18. Kuhnonlahti**

Vetkänen, Lehinpuro ja Uusipuro kulkevat Pyhäjärven valuma-alueen kautta, mutta alku saattaa olla jollain muulla osa valuma-alueella. Niiden vaikutusta lahtiin kuva-

taan kuitenkin, koska ne antavat viitteitä valuma-alueilta tulevien ravinteiden vaikutuksesta lahdilla. Vetkänen laskee Soukanlahteen, joka on runsaspeitteinen lahti (ks. kuvio 19): melkein umpeenkasvanut suualuetta lukuun ottamatta (Haapala & Piesanen 2008, 53 – 54). Vetkäsen vesi on rehevää ja erittäin ruskeaa. Voidaan olettaa, että rehevä vesi on vaikuttanut matalan lahtialueen umpeenkasvuun nopeammin kuin jos se olisi suuri ja syvä lahti kuten useimmat muut Pyhäjärven lahdet. Syvillä ja suurilla lahdilla runsas ravinnekuormitus ei näy nopeasti, mutta matalilla ja pienillä lahdilla kasvillisuus runsastuu huomattavasti nopeammin.



**KUVIO 19. Soukanlahti**

Uusipuro laskee Vahvanlahteen (ks. kuvio 20). Uusipuron suualueella kasvillisuus on rehevää, mutta kaikkialla sitä ei ole. Paikoitellen kasvillisuus kuitenkin haittaa virkistyskäyttöä ja sitä on poistettu useimpien asuinrakennusten edustalta. Vahvanlahti on vähäpeitteinen lahti, jolla kuitenkin havaittiin rehevyyden suosijakasveja kuten pikku-limaska ja kurjenmieikka. (Haapala & Piesanen 2008, 29 – 30.) Uusipuro tuo lahteen rehevää ja vähintään humuspitoista vettä. Kasvillisuus on lisääntynyt Vahvanlahden matalassa pohjukassa, joten voidaan olettaa, että puron tuomat ravinteet ovat lisänneet lahden kasvillisuutta.



**KUVIO 20. Vahvanlahti**

Lehinpuro puolestaan laskee Kekkilänlahteen, jota on jo aiemmin kuvailtu ja joka todettiin karuksi, suureksi lahdeksi (ks. kuvio 11). Lehinpuro tuo lahdelta myös rehevää ja runsashumuksista, ruskeaa vettä. Suuri ja syvä lahti on kuitenkin pystynyt pitämään pintansa ravinnepitoista vettä vastaan, eikä lahdella tämän takia näy pahemmin rehevöitymisen merkkejä.

## **5.6 Rehevöitymisen ehkäisy Pyhäjärven lahdilla**

Jotta voidaan vaikuttaa järven kuntoon, on ensin selvitettävä järven kuormitus. Kuormituksen selvittäminen on ensisijaisen tärkeää ennen kuin ryhdytään mihinkään kunnostustoimenpiteisiin, sillä saattaa olla mahdollista, että ulkopuolisen ravinnekuormituksen takia kunnostustoimenpiteet eivät vaikuttaisi toivotulla tavalla. Tämän takia järven kuormitus on selvitettävä ja sen merkitys arvioitava. Jos kuormitusta ei saada vähennettyä, täytyy pohtia, kannattaako muihin toimiin ryhtyä ennen kuin ravinnekuormitusta pystytään vähentämään. (Villa 2006, 2.) Alueella kannattaa tehdä esiselvitys ennen kuin ryhdytään kunnostushankkeeseen. Esiselvityksessä kannattaa ottaa selvää seuraavista asioista soveltuvien osin: mahdolliset suojelualueet ja kaavamääräykset sekä alueen vesistö-, valuma-alue- ja vedenlaatutiedot. Myös kohteen vesistön ja valuma-alueen maankäyttötiedot ja merkittävät rakenteet, kuten padot, on hyvä ottaa selville kuten myös kohteen historia, aiemmin toteutetut hankkeet, toimenpiteet ja niihin liittyvät luvat on myös tarpeen selvittää. Kuormitushistorian tiedot, kuormittajista ja tehdyistä vesiensuojelutoimenpiteistä on syytä päästä perille samoin kuin ai-

emmin tehdyistä tutkimuksista, seurannasta ja järven tilan kehityksestäkin. (Järvien kunnostus 2005, 35.)

Tavallisesti kunnostustarpeen järvissä aiheuttaa rehevöityminen, umpeenkasvu ja mataluus. Kun järven tilaa halutaan parantaa tai ylläpitää, on usein edellytettävä useampaa kuin yhtä kunnostus- tai hoitotoimenpidettä, koska toimenpidetarve on järvenosasta riippuen erilainen. Esimerkiksi jos mataluus ja umpeenkasvu heikentävät rantojen käyttömahdollisuuksia, tarvitaan usein kasvillisuuden poistoa ja vesisyvyyden lisäämistä. Sen sijaan jos järvi alkaa rehevöityä ja siellä havaitaan leväkukintoja, on syytä pyrkiä vähentämään ravinnekuormitusta. Aina se ei kuitenkaan onnistu tai riitä kohentamaan järven tilaa, minkä takia sen jälkeen on syytä puuttua sisäiseen kuormitukseen. Tämä voi olla vaikea tehtävä, koska se edellyttää tietoja sedimentistä, ravintoketjusta, valuma-alueen vesiensuojelusta ja maankäytöstä sekä järven ja siihen tulevien vesien laadusta. Huolimatta oikeista toimenpiteistä saattaa vierähtää pitkään aika ennen kuin järvessä todetaan näkyviä tuloksia. (Järvien kunnostus 2005, 61.)

Pyhäjärven lahtien kohdalla on usein kyseessä mataluuden aiheuttama kasvillisuuden lisääntyminen jopa umpeenkasvuun asti jos lahti on hyvin matala. Kuitenkaan rehevöitymistä ei voida kaikkien lahtien kohdalla sulkea pois, sillä siitä on viitteitä useilla lahdilla. Näin ollen keinoja virkistyskäyttämättömyyden parantamiseksi on syytä miettiä huolella ja pohtia niiden seurauksia mahdollisimman laajasti koko järven kunnan kannalta.

Ensimmäinen vaikutuskeino kaikilla valuma-alueilla olisi ravinnekuormituksen vähentäminen, jotta umpeenkasvu ja rehevöityminen lahdilla saataisiin hidastettua ennen kuin ongelmat pahenevat. Kasvillisuus luultavasti pysäyttää ravinteet nykyisin Pyhäjärven lahdilla tehokkaasti, jolloin ravinteet eivät pääse rehevöittämään avovesialueita, vaan jäävät kasvuston ja niiden pinnalla olevien levien käyttöön suurimmaksi osaksi. Myös pohjasedimenttiin sitoutuu lahtialueilla todennäköisesti ravinteita, koska lahdilla eivät ravinnepitoisuudet ole kohonneet. Tämä on tietenkin erinomainen asia, sillä sen seurauksena järvi ei ole ruvennut rehevöitymään vaan ilmiö on pysynyt joidenkin lahtialueiden tuntumassa havaittavana merkkeinä. Tällaisen kehityksen seurauksena kasvillisuus lahdilla kuitenkin lisääntyy. Hidas kasvillisuuden lisääntyminen ja umpeenkasvu ovat osa luontaista kehitystä järvissä, mutta ihmistoiminta on nopeuttanut sitä huomattavasti (Järvien kunnostus 2005, 249). Kasvillisuuden liiallinen lisääntyminen

ei ole toivottava kehitys virkistyskäytön kannalta ja sitä pyritään ehkäisemään niillä keinoilla, joita on käytettävissä.

Eräs keinoista on kasvien poisto lahdilta, joilla on paljon epätoivottua kasvustoa. On kuitenkin syytä miettiä tarkasti ennen kuin ryhdytään esimerkiksi laajamittaiseen kasvuston niittoon jos ravinnekuormitus pysyy samana kuin aiemminkin. Jos ravinteita kiinnittävä massa poistuu ja ravinteet pääsevät rehevöittämään lahtialueita, kiihtyy kasvien kasvu mahdollisesti entisestään ja umpeenkasvu nopeutuu. Myös ravinnepiitoisuudet saattavat vähitellen nousta myös lahtien vedessä jos ravinteet eivät enää sitoudu kasveihin tai sedimenttiin. Siksi olisi tärkeää, että ennen kuin kasvillisuutta ryhdytään laajoilta alueilta poistamaan, voitaisiin valuma-alueilta tulevaa ravinnekuormitusta vähentää, jotta vesienkunnostustoimenpiteet olisivat tehokkaita eikä tila palaisi nopeasti ennalleen.

Jos Pyhäjärven kohdalla tullaan kuitenkin siihen tulokseen, että lahtien runsaalle kasvillisuudelle on tehtävä jotain, on kasvillisuuden poisto suositeltavin tapa reagoida lahtien umpeenkasvuun. Kasvien poisto sopii silloin, kun tavoitteena on virkistyskäyttömahdollisuuksien parantaminen ja mökkirantojen käyttökelpoisuuden parantaminen kuten Pyhäjärvellä. Niittoon on kuitenkin sitouduttava ja sitä on tehtävä useita vuosia peräkkäin, että kasvit saadaan poistettua ei-toivotuista paikoista. (Järvien kunnostus 2005, 262.) Kasvillisuutta ei kuitenkaan kannata poistaa kokonaan eikä välttämättä purojen ja jokien suualueilta, jotta edes osa ravinteista saataisiin suodatettua pois lahdille tulevasta vedestä.

Toinen mahdollinen keino kasvuston poistamiseksi ja lahtien tilan kohentamiseksi Pyhäjärvellä on ruoppaus. Tätä keinoa ei kuitenkaan kannata käyttää kesällä tai keväällä sen aiheuttamien haittojen takia. Ruoppauksen käyttöä lahtialueilla on muutenkin harkittava tarkasti, sillä se on melko kallis menetelmä ja aiheuttaa aina veden samentumista ja muita haittoja. Kuitenkin ruoppaus on melko tehokas menetelmä, sillä se poistaa kasvit juurineen ja tuo lahteen syvyyttä, jota kaivataan kun alue rehevöityy mataluuden takia. Pyhäjärven lahdilla on kuitenkin tarkasti mietittävä, kannattaako ruoppaaminen, sillä kovin suojaisilla lahdilla sitä ei suositella järvenkunnostusmenetelmäksi. (Järvien kunnostus 2005, 213 – 224.) Ruoppaus ei ehkä Pyhäjärvellä ole paras vaihtoehto ainakaan laajoilla alueilla, mutta pienessä mittakaavassa sitä voisi ehkäpä toteuttaa. Tosin silloinkin on asiaa harkittava tarkasti, sillä jos ravinteet lahdil-

la ovat sitoutuneet pohjasedimentteihin tällä hetkellä, vapautuu runsaasti ravinteita veteen ruoppauksen myötä, jolloin toimenpide ei välttämättä ole paras mahdollinen.

Pyhäjärven kaikilla Saarijärven puoleisilla lahdilla ei ole syytä ryhtyä järvenkunnostustoimenpiteisiin, sillä kaikki lahdet eivät ole kasvamassa umpeen. Muutamille lahdille toimenpiteitä sen sijaan kaivattaisiin pikaisesti. Näitä ovat esimerkiksi Siltasalmen molemmat puolet, Soukanlahti sekä Peltojoen suualue. Muillakin alueilla toimenpiteitä tarvitaan, mutta ravinnekuormituksen ollessa suurta, on mietittävä myös keinoja sen vähentämiseksi. Ensisijaisesti kannattaisi siis kuitenkin miettiä, miten ravinnekuormitusta valuma-alueilta saisi vähennettyä ja vasta sen jälkeen ryhtyä lahtien kunnostustoimenpiteisiin. Toisaalta Pyhäjärvellä saatetaan joutua tilanteeseen, että järven kunnostukseen on paikoitellen ryhdyttävä, vaikka kuormitusta valuma-alueilta ei olisi saatukaan vähennettyä.

## 6 POHDINTA

Opinnäytetyötä tehdessäni huomasin, että Vesiensuojelusta puhutaan useissa laeissa, mutta yhteenkään lakiin ei ole koottu kaikkia vesiensuojeluun liittyviä tietoja yhteen vaan ne olivat hajallaan eri lakien seassa. Luultavasti tällainen järjestelmä kuitenkin palvelee hyvin suurempaa kokonaisuutta, kuten kuntia, ympäristökeskuksia ja työelämää. Vesiensuojelun koko kirjon kattava teos oli kuitenkin valtioneuvoston periaatepäätös ”Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015”, missä aiheeseen olikin pureuduttu seikkaperäisesti. Tosin itse perehdyin lähinnä siihen, mitkä asiat ohjaavat pintavesien suojelua. En katsonut tarpeelliseksi tutustua tässä yhteydessä tarkemmin esimerkiksi pohjaveden suojeluun.

Kerron opinnäytetyössäni Pyhäjärven maankäytön historiasta, sillä se selittää esimerkiksi peltojen nykyisen sijoittumisen. Aiemmin pellot raivattiin lähelle kulkuväyliä eli vesistöjä, joten nykyisin Pyhäjärven lähialueella, joka kiertää koko Pyhäjärven sen rantoja myötäillen, on enemmän peltoa verrattuna kauempana rannasta oleviin osavalmu-alueisiin. Lähialueella on historian takia siis paljon peltoja, joiden käyttö on todennäköisesti jatkunut pitkään. Pyhäjärvelle tuli asutusta melko aikaisin ja sen takia myös järven kuormitus on alkanut suhteellisesti aikaisemmin kuin muissa osissa Saarijärveä. Ensimmäiset talot sijaitsivat Häkkilässä Pyhäjärven pohjoispuolella ja nykyi-

sin juuri pohjoispuolelta tulee kaikkein ravinteikkaimpia valumia Pyhäjärveen. Kuormituksen suuruuteen vaikuttaa ensisijaisesti tietenkin nykyinen maankäyttö ja sen jakautuminen, mutta myös aiemmin valuma-alueella tehdyt toimenpiteet voivat vaikuttaa järviin pitkäaikaisesti. Välttämättä peltoviljelyn aloittamispaikalla ei ole mitään merkitystä lahtien tilaan nykyisin, mutta toisaalta kaikki kuormitus, joka tulee luontaisen kuormituksen lisäksi järveen, vaikuttaa jossain määrin järven kuntoon. On mahdollista, että 1500-luvulla alkanut kuormitus on kerryttänyt ravinteita ja kiintoainetta Pyhäjärven pohjasedimenttiin ja jossain vaiheessa tämä kuormitus alkaa vaikuttaa järven kuntoon jos se huononee.

Asutuksen levittäytymisen historia näkyy edelleen joillakin valuma-alueilla siten, että esimerkiksi Haukiojan valuma-alue on ollut asuttamaton 30- ja 40-luvuille asti ja nykyisinkään alueella ei asutusta ole paljon. Haukiojan valuma-alue oli asumaton niin pitkään luultavasti sen takia, että vain pieni osa alueesta on rannan välittömässä tuntumassa ja suurin osa siitä on kaukana Pyhäjärvestä. Mahdollisesti kukaan ei halunnut aiemmin asettua asumaan liian kauas kulkuväylistä ja vasta myöhäisessä vaiheessa, jolloin tiet olivat tärkeimpiä kulkuväyliä, asutus levittäytyi myös Haukiojan alueelle. Tietenkin myös asukkaiden lisääntyminen ja esimerkiksi evakoiden sijoittaminen sotien jälkeen ovat varmasti osittain vaikuttaneet asutuksen leviämiseen myös Pyhäjärven valuma-alueille. Asutuksen leviäminen vaikuttaa tietenkin kuormitukseen, jota kultaakin valuma-alueelta tulee lahdille.

Nykyinen maankäyttö valuma-alueilla on mitattu Saarijärven kaupungin karttaohjelmasta. Pinta-alat eivät mittaustavasta johtuen ole täysin tarkkoja, mutta luultavasti luvut eivät kuitenkaan poikkea oleellisesti todellisista määristä. Peltojen määrät kävin itse kirjaamassa ylös Maaseutupalvelujen karttaohjelmasta lohko lohkolta, joten peltoalojen pitäisi vastata tarkasti todellisuutta joulukuussa 2008. Tilojen peltomäärä ei sen sijaan välttämättä vastaa todellisuutta aivan tarkasti, koska muutamilla tiloilla saattaa olla vain pari peltolohkoa Pyhäjärven valuma-alueilla ja loput muualla, joten kaikkia peltoja ei ole mainittu tilojen kohdalla. Muutamit tilat saattavat myös sijaita Pyhäjärven valuma-alueitten ulkopuolella, mutta peltojen sijainnin takia tilat on kuitenkin laskettu kuuluvan Pyhäjärven valuma-alueelle. Oikea tapa ilmoittaa asia on siis puhua tiloista, joilla on peltoa Pyhäjärven valuma-alueella. Tällöin ilmaisu kuvaa tarkasti tiloja ja niiden peltoja suhteessa Pyhäjärven valuma-alueisiin. Tilojen määrä ei kuitenkaan tässä tarkastelukulmassa ole niin tärkeä seikka, että tilojen määrä olisi pitänyt selvittää nykyistä tarkemmin.

Opinnäytetyön kannalta maankäytön jakautumisen jälkeen oli oleellista selvittää, miten paljon valumia eri maankäyttömuodot aiheuttavat lahdille, jotta voitaisiin verrata niiden kuormituksia lahtien tilaan. Näin ollen ryhdyin selvittämään, millä kaavoilla ennen kaikkea peltojen mutta myös metsien valumat voidaan laskea. Löysin Rekolaisen (1989) julkaisemat kaavat peltojen aiheuttamaa fosfori- ja typpikuormitusta varten. Lähde on vanha, mutta uusia luotettavia kuormituskaavoja ei juuri ole, joten käytän Rekolaisen kaavoja. Metsien kuormituslaskuissa käytän Keski-Suomen ympäristökeskuksen tietoja typpi- ja fosforikuormituksesta. Luvut ovat peräisin luotettavasta lähteestä, mutta ne ovat keskiarvokuormituksia eivätkä kerro mitenkään erityisen tarkasti juuri Pyhäjärven valuma-alueitten kuormitustilanteesta. Tarkemmat arvot olisivat vaatineet perehtymistä valuma-alueilla tehtyihin metsänhoitotöihin ja niiden aiheuttamaan kuormitukseen tarkasti. Tässä opinnäytetyössä tarkka perehtyminen metsän kuormitukseen ei kuitenkaan ollut tarkoituksen mukaista, sillä tarkoitus oli perehtyä enemmän peltoviljelyn aiheuttamaan kuormitukseen.

Laskin myös soiden kuormituksen Rekolaisen (1989) antamilla lukuarvoilla, mutta luvut, joita sain tulokseksi, olivat todella isoja verrattuna pelloilta ja metsistä tulevaan kuormitukseen. Käyttämilläni luvuilla voitiin Rekolaisen mukaan laskea myös metsien aiheuttama kuormitus, mutta virhe lasketussa kuormituksessa saattoi johtua siitä, että kuormituksessa oletettiin, että metsiä myös lannoitettaisiin, jota nykyisin ei juurikaan tehdä, ei ainakaan yhtä paljon kuin aiemmin. Nykyisin käytetyt suojelutoimet metsissä ja soilla ovat myös tiukemmat kuin 1980-luvun lopussa, joten ehkä luvut ovat jonkin verran vanhentuneet nykypäivän kuormitukseen verrattuna. Tämän takia en pidä soiden kuormituslukuja kovin luotettavina enkä käsittele niitä juurikaan opinnäytetyössäni.

Tarkoituksenani alun perin oli laskea opinnäytetyössäni jokaiselta valuma-alueelta tuleva kokonaiskuormitus valuma-alueen puron tai joen tuoman kuormituksen perusteella ja verrata sitä valuma-alueen pelloilta ja metsistä tulevaan ravinnekuormitukseen, jotta olisi saatu selville, onko maatalous todellakin suurin kuormittaja Pyhäjärven lahdilla. Laskiessani fosforin kokonaiskuormituksia Friskin (1979) kaavalla, törmäsin ongelmaan, että kokonaiskuormitusluvut olivat kymmenkertaisia verrattuna pelloilta ja metsistä ja jopa soilta laskettuihin kuormituslukuihin. Tosin jo alun perin huomasin, että kaava toimii parhaiten pienten järvien kohdalla, joten mietin, miten mahtaisi käydä suuren Pyhäjärven kohdalla.



Todettuani lukujen ristiriitaisuuden, ryhdyin selvittämään kaavaan syöttämiäni lähtöarvoja ja totesin, että suurin virhe tuli niistä, vaikka kaavan laskentaesimerkkien mukaan saamani tulokset olivat ihan oikeansuuntaisia eivätkä esimerkkeihin verrattuna mitenkään liian isoja. Virhe syntyi siitä, että fosforikuormitusta ei ollut mitattu kuin kahdelta vuodelta ja ne saattoivat poiketa toisistaan hyvinkin paljon. Tällöin ei ollut mahdollisuutta verrata useampien vuosien tuloksia keskenään ja arvioida kuormituksen todellista suuruutta. Kokonaiskuormituksen virheellistä suuruutta kasvatti myös virtaama, jonka olisi pitänyt olla keskivirtaama. Keskivirtaamaa ei kuitenkaan ollut käytettävissä opinnäytetyön teon hetkellä, joten virtaamana käytettiin toukokuussa puroista mitattua yksittäistä arvoa, joka todennäköisesti oli paljon suurempi kuin purojen keskivirtaamat olisivat olleet. Näin ollen tästäkin syntyi virhe kaavaan. Suurin ongelma kaavan lähtötiedoissa oli kuitenkin järven viipymä. Arvona käytettiin Pyhäjärven viipymää, joka on kuusi vuotta, mutta lukua lähemmin arvioitaessa olisi ollut todennäköisempää, että laskukaavassa olisi pitänyt käyttää lahden viipymää kun kyseessä oli näin suuri järvi. Lahtien viipymätietoja ei kuitenkaan ole laskettu ja olisi ollut hyvin suuri työ ryhtyä selvittämään lahden tilavuutta syvyyskäyrien ynnä muiden sellaisten seikkojen pohjalta. Näin ollen fosforin kokonaiskuormitusta ei pystytty selvittämään puutteellisten lähtötietojen takia Friskin laskukaavan avulla. Tällöin myös pelloilta ja metsistä tulevaa kuormitusta ei voida verrata luotettavaan kokonaiskuormitukseen, joten työssä ei pystytä toteamaan onko peltoviljely suurin kuormittaja Pyhäjärven lahdilla.

Tämä tuloksen valossa huomattiin kuitenkin useita jatkotutkimus ja -kehittämisaiheita liittyen juuri ravinnekuormituksen arviointiin. Ensiksi olisi tarpeellista selvittää miten ravinteet leviävät järvioltaassa ja kuinka sitä voitaisiin mallintaa. Tämä olisi tarpeellinen jatkotutkimus sen takia, että saataisiin tietää, sitoutuvatko ravinteet lahtialueiden sedimenttiin vai kulkeutuvatko ne kauemmas lahdilta – miten ne ylipäättään käyttäytyvät järviin tultuaan. Kunnostuksen vaikutusten arvioinnissa tämä tutkimustieto olisi ensiarvoisen tärkeä lähtökohta. Esimerkiksi Pyhäjärven lahtien ja myös Saarijärven vesistöreitin kunnostusta mietittäessä tieto ravinteiden kulkeutumisesta olisi hyvin tärkeä. Toiseksi olisi tärkeä miettiä miten ravinnekuormitukset voitaisiin selvittää lahtikohtaisesti. Opinnäytetyössä nimittäin todettiin, että Friskin kaavaa voidaan soveltaa ainoastaan järvikohtaisesti, mutta esimerkiksi Pyhäjärvellä lahtikohtaisten ravinnekuormitusten laskeminen olisi tärkeää ja auttaisi esimerkiksi suuntaamaan vesiensuo-

jelutoimenpiteet oikeisiin kohteisiin kun saataisiin ensin selville mistä maankäytön muodosta ravinteet todella tulevat.

Purojen ja jokien kuormituksen laatua arvioitiin kahtena vuonna mitattujen vesinäytteiden tulosten pohjalta. Vedenlaatutieto olisi luotettavampaa jos näytteitä olisi käytettävissä useammilta vuosilta, sillä vuosien väliset vaihtelut saattavat olla todella suuria eikä kahdesta näytteestä vielä välttämättä voida saada tarkkaa käsitystä purojen vedenlaadusta. Näin ollen maankäytön vaikutusta lahtialueisiin on arvioitava melko varovasti. Kuitenkin näytteet antavat suuntaa siitä, millaista vettä valuma-alueilta lahdille tulee. Kun verrataan puroista ja joista tulevaa vedenlaatua lahtien kuntoon, voidaan joskus todeta yhteneväisyyksiä esimerkiksi puron tuoman ravinteikkaan veden ja lahdien runsaan kasvillisuuden välillä. Erikoista oli kuitenkin se, että ravinnepitoisuuksien puolesta kaikki lahdet, joilta vesinäytteet oli otettu, todettiin yleensä luonnontilaisiksi, kirkkaiksi vesiksi. Tähän tulokseen ei ollut vaikuttanut valuma-alueen peltojen määrä tai niiden puuttuminen. Kuitenkin valuma-alueilta lahtialueille laskevien purojen ja jokien vedenlaatu meni melkein aina rehevään luokkaan mutta lahtien ravinnepitoisuudet eivät olleet nousseet. Toisaalta purojen ja jokien ravinnepitoisuudet näyttävät vaikuttavan lahtien kasvillisuuteen, sillä kasvillisuus oli usein runsasta tai lahdilla havaittiin rehevyyttä ilmaisevia kasvilajeja. Lahdilta tehdyt kasvillisuushavainnot ovat silmämääräisiä, ilmakuviavien avulla tehtyjä luokituksia, mutta kuitenkin kasvillisuus kertoo aina jotain järvelle tulevasta ravinnekuormasta.

Näitä tuloksia arvioidessani olen tullut tulokseen, että todennäköisesti kasvillisuus ja pohjasedimentti sitovat vielä tällä hetkellä suurimman osan Pyhäjärven lahdille tulevasta ravinteesta, jotka tulevat rehevistä puroista ja joista. Tätä seikkaa tukee se, että lahtien veden ravinnepitoisuudet eivät olleet nousseet millään lahdilla. Kuitenkin kasvillisuuden määrä ja laatu vaihtelevat huomattavasti lahtialueittain, joten luultavasti ravinteiden määrän lisääntyminen näkyy lahtien kasvillisuudessa mutta ei vielä ravinnepitoisuudessa. On myös huomattava, että ainoastaan yksi lahti, jolle laskee puro, on karu. Sekin seikka voidaan osittain selittää sillä, että karu Kuorelahti on hyvin suuri ja syvä ja sen suu on avoin, jolloin lahdin vesi sekoittuu todennäköisesti nopeasti ulapan veteen, joka laimentaa ravinnepitoisuudet. Muut lahdet, joille purot ja joet laskevat, ovat vähintään vähäpeitteisiä tai vielä runsaampi peitteisiä. Purot myös tuovat valuma-alueilta lähestulkoon poikkeuksetta lahdille eutrofista vettä, joten on todettava, että pellon puuttumisella valuma-alueelta ei juuri ole vaikutusta puron tai joen tuomaan ravinnevalumaan.

Opinnäytetyötä tehdessäni totesin, että kokonaiskuormituksen virheellisyyden takia en voi arvioida vedenpitävästi peltoviljelyn suuruutta lahtialueiden kuormittajana. Peltokuormituksen laskemisessa jouduin käyttämään myös yleistäviä kaavoja sen sijaan, että olisin käyttänyt peltolohkokohtaisia laskumenetelmiä, mikä heikentää jonkin verran tulosten luotettavuutta. Peltokuormitusluvut antavat kuitenkin suuntaa siihen, miten suuri kuormitus todellisuudessa on, koska se on laskettu tarkasti todellisten peltohehtaareiden mukaan. Koska en saanut selville, onko peltoviljely pahin kuormittaja Pyhäjärven lahtialueilla, en voi myöskään arvioida täysin luotettavasti, pitäisikö Pyhäjärvellä siirtyä vesiensuojelusta vesien kunnostukseen eli maalla tehtävistä toimenpiteistä vesillä tehtäviin toimenpiteisiin. Lahtien kuormituksen ja kasvillisuuden perusteella uskallan kuitenkin todeta, että jos purojen tai jokien suistot ovat kasvaneet umpeen Pyhäjärvellä, ei uomaa kannataisi välttämättä täysin ruopata auki. Tämä sen takia, että todennäköisesti kasvillisuus tällä hetkellä toimii ravinteiden suodattajana ja jos ravinteet pääsisivät nostamaan lahtialueiden ravinnetasoa, voisi lahtien rehevöityminen kiihtyä. Näin ollen voitaisiin Pyhäjärven lahdilla tehdä pienimuotoista kasvillisuuden poistoa mökkirannoilta kuten tähänkin asti, mutta kasvillisuuden suodattava vaikutus pitäisi säilyttää erityisesti rehevää vettä tuovien purojen ja jokien suualueilla.

Aiheen opinnäytetyöhöni sain ollessani harjoittelemassa Saarijärven kaupungin ympäristötoimessa kesällä 2008. Tehdessäni selvitystä Pyhäjärven lahtien kasvillisuudesta ja linnustosta aihe tuntui jäävän puolitiehen koska emme tienneet, mikä aiheutti runsaan kasvillisuuden toisille lahdille ja karuuden toisille. Opinnäytetyöni täydentää Pyhäjärven luonto- ja kasvillisuusselvitystä, koska siinä syvennyttään valuma-alueiden maankäyttöön sekä lahdille tulevaan ravinnekuormitukseen. Oma ammatillinen kiinnostukseni suuntautuu vesistöihin, joten oli oikea onnenpotku saada tutkia aihetta opinnäytetyönäni. Tietoni vesistöistä ovat opinnäytetyön tekoaikana jäsenyneet ja lisääntyneet huomattavasti.

Saatuani aiheen opinnäytetyöhöni, pidin ensimmäisen seminaarin jo syksyllä 2008. Tietojen saanti opinnäytetyötäni varten kuitenkin viivästyi ja tärkeimmät tiedot sain vasta joulukuussa 2008. Olin alkusyksystä arvellut, että jos pääsisin hyvin alkuun opinnäytetyönteossa jo syksyllä, olisin saanut työn valmiiksi viimeistään keväällä 2009. Tietojen saannin viivästyminen kuitenkin viivytti myös työnteon aloittamista, joten kun tietojen puolesta olisin päässyt kunnolla opinnäytetyöhön käsiksi keväällä 2009, totesin, että muiden opintojen ohella en pystynyt kunnolla keskittymään opinnäytetyön tekemiseen. Näin ollen tein syksyllä 2008 ja keväällä 2009 vain pieniä osia

opinnäytetyöstä ja jouduin jättämään varsinaisen työnteon kesälle 2009, kuten olin jo syksyllä arvellut kun en saanut tietoja aiheesta pikaisesti käyttööni.

## LÄHTEET

- Anttonen, E. 2009. Kuormituksista. Sähköpostiviesti 11.1.2009. Vastaanottaja A. Haapala. Kasvituotannon lehtorin vastaus kysymykseen, mistä voisi saada tietoja metsän kuormituksen laskutavasta. Tiedot Keski-Suomen ympäristökeskukselta.
- Eliöiden määrittäminen. 2004. Bioindikaation edellytys – lajien tuntemus. Viitattu 22.10.2008. <http://www.helsinki.fi/project/biologian-oppimateriaalit/pdf/2-bioindikaatio.pdf>
- Granberg, K. & Granberg, J. 2006. Yksinkertaiset vedenlaatumallit. Keski-Suomen ympäristökeskus. Jyväskylä. Kopijyvä. <http://www.ymparisto.fi/>
- Haapala, A. & Piesanen, A. 2008. Pyhäjärven lahtialueiden luonto- ja kasvillisuuskarttoitus. Saarijärven kaupunki, ympäristönsuojelutoimi.
- Happikato. 2008. Viitattu 6.3.2009. <http://www.ymparisto.fi/>
- Honkanen, V., Laitinen, K. & Meriläinen, J.J. 2004. Saarijärven mahtava Pyhäjärvi. Saarijärven kaupunki, ympäristönsuojelutoimi. Saarijärvi. Saarijärven Offiset Oy.
- Järvien kunnostus. 2005. Toim. T. Ulvi & E. Lakso. Suomen ympäristökeskus. Ympäristönsuojelu. Ympäristöopas 114. Helsinki. Edita.
- Järvien kunnostus ja hoito. 2008. Viitattu 21.10.2008. <http://www.ymparisto.fi/>
- Lahdenvesi-Korhonen, L. 1996. Hajakuormituksen ja maankäytön vaikutus vesiympäristön tilaan Saarijärven Pyhäjärven valuma-alueella. Pro gradu. Oulun yliopisto, maantieteenlaitos.
- Laihonen, P., Holopainen, I., Hellsten, S., Vuorinen, I., Jormola, J., Marttunen, M., Harjula, H., Rönkä, M. & Walls, M. 2004. Veden varassa. Edita.
- Laitinen, K. 1994. Saarijärven reitin vesistöselvitys. Saarijärven kaupunki, ympäristönsuojelutoimi.
- Laitinen, K. Ympäristösuojelusihteeri, Saarijärven kaupunki. Haastattelu 3.9.2009.
- Laki aluksista aiheutuvan ympäristön pilaantumisen ehkäisemisestä. 16.3.1979/300. Viitattu 16.5.2009. <http://www.finlex.fi/>
- Maanmittaus- ja karttapalvelun tietoja. 2008. Saarijärven kaupunki. Excel-taulukko.
- Maaseutupalvelujen tietoja. 2008. Saarijärven kaupunki.
- Maatilojen ympäristöselvitys. 1993. Ympäristönsuojelutoimi. Saarijärven kaupunki.

- Peltopinta-alat valuma-alueittain. 2008. Maaseutupalvelujen lähdemateriaali. Saarijärven kaupunki. Excel-taulukko.
- Pyhäjärven osavaluma-alueet. 2008. Ympäristönsuojelutoimen lähdemateriaali. Saarijärven kaupunki. Excel-taulukko.
- Rehevöityminen. 2008. Viitattu 21.10.2008. <http://www.ymparisto.fi/>
- Rekolainen, S. 1989. Phosphorus and nitrogen load from forest and agricultural areas in Finland. Water and Environment Research Institute. P.O. Box 250. Helsinki.
- Salo, H. 2009. Kysymys typen valunnan laskemisesta. Sähköpostiviesti 15.6.2009. Vastaanottaja A. Haapala. Jyväskylän yliopiston ympäristöntutkimuskeskuksen tutkijan ohjeistus typen ja fosforin valumien laskemiseen.
- Salo, H. 2009a. Johdatus sisävesien veden laatuun ja vesianalyysien tulkintaan. Perusteita ja peruskäsitteitä. PowerPoint-tuloste.
- Salo, H. 2009b. Valuma-alue ja vesistöjen kunnostus. PowerPoint-tuloste.
- Selänne, A. 2006. Vesienhoitolainsäädännön toimeenpano Keski-Suomessa. Keski-Suomen ympäristökeskus. PowerPoint-tuloste.
- Sisäinen kuormitus säätelee voimakkaasti Suomenlahden sinileväkukintoja. 2003. Viitattu 6.3.2009. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=40880&lan=FI>
- Tietojätti. 2003. Tietosanakirja a – ö. Toim. V. Ahola, I. Kuhlman, & J. Luoto, 9. p. Jyväskylä. Gummerus Kirjapaino Oy.
- Tikka, J. 2008. Vesianalyysitulosten tulkinta. Viitattu 24.8.2009. [http://www.viljavuuspalvelu.fi/savolab/user\\_files/files/VEDENLAADUN%20TULKINTA.doc](http://www.viljavuuspalvelu.fi/savolab/user_files/files/VEDENLAADUN%20TULKINTA.doc)
- Umpeenkasvu. 2008. Viitattu 21.10.2008. <http://www.ymparisto.fi>.
- Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä vesihuoltolaitosten viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla. 11.6.2003 542/2003. Viitattu 20.5.2009. <http://www.finlex.fi/>
- Valuma-alue. 2005. Viitattu 6.3.2009. <http://www.ymparisto.fi/>
- Vapo turvetuottajana Saarijärven reitillä. 2009. Paikalliset polttoaineet. Vapo. Viitattu 1.10.2009. [http://www.vapo.fi/filebank/4550-vapo\\_turvetuottajana\\_saarijarven\\_reitilla.pdf](http://www.vapo.fi/filebank/4550-vapo_turvetuottajana_saarijarven_reitilla.pdf)
- Vesienhuollon suuntaviivat vuoteen 2015. 2007. Valtioneuvoston periaatepäätös. Suomen ympäristö 10/2007. Ympäristöministeriö. Ympäristönsuojeluosasto. Helsinki. Vammalan Kirjapaino Oy. Edita.
- Vesilaki. 19.5.1961/264. Viitattu 10.5.2009. <http://www.finlex.fi/>
- Villa, L., 2006. Uudenmaan ympäristökeskus. Viitattu 8.9.2009. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=51072&lan=FI>
- Ympäristönsuojelulaki. 4.2.2000/86. Viitattu 15.5.2009. <http://www.finlex.fi/>

Ympäristönsuojelutoimen materiaali. 2001. Pyhäjärven valuma-alueelta syksyllä 1994 ja 2001 otettujen vesinäytteiden analyysitulokset kohteittain. Saarijärven kaupunki, ympäristönsuojelutoimi. Excel-tuloste.