

Kuusamon Elijärven kuormitus ja sen hallintakeinoja

Veli Väisänen

Opinnäytetyö
Marraskuu 2009

Luonnonvara-ala
Jyväskylän Ammattikorkeakoulu





Tekijä(t) VÄISÄNEN, Veli	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 24.11.2009
	Sivumäärä 81	Julkaisun kieli Suomi
	Luottamuksellisuus () saakka	Verkojulkaisulupa myönnetty (X)
Työn nimi KUUSAMON ELIJÄRVEN KUORMITUS JA SEN HALLINTAKEINOJA		
Koulutusohjelma Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) ANTTONEN, Erkki JUNTTILA, Teemu		
Toimeksiantaja(t) Kuusamon kaupunki		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Kuusamossa sijaitsevan Elijärven ongelmana ovat jatkuvat leväkukinnot kesäisin sekä alusveden hapettomuus jääpeitteen aikana. Järveä on kunnostettu vuosina 1995 ja 1999 rautasulfidi- ja vuosina 2005–2007 alumiinikloridikäsittelyllä sekä vuonna 2000 järven syvänteeseen on asennettu hape- tin ja ilmastin talvisen happikadon ehkäisemiseksi, mutta leväkukintaa havaitaan edelleen vuosit- tain. Elijärven itäpäähän laskeva Elipuro saa alkunsa Elilammesta, ja veden ravinnepitoisuus, varsin- kin fosforin osalta, kasvaa veden virratessa 70-luvulta viljelykäytöstä poistetun peltoalueen läpi. Opinnäytetyössä tarkasteltiin käytöstä poissaolleen peltoalueen, Elisuon, aiheuttamaa fosforikuor- mitusta ja se tulee olemaan yksi osaa laajempaa tutkimusta viljelykäytöstä poistettujen peltojen vesistöille aiheuttamasta fosforikuormituksesta, kuormitusten suuruudesta ja mahdollisista kuormi- tusten vähentämiskeinoista Kuusamon kaupungin alueella.</p> <p>Elipuroa ympäröivältä valuma-alueelta, Elisuolta, kerättiin vesi-, maaperä- ja sedimenttinäytteitä. Vesinäytteistä analysoitiin kokonaisfosfori, fosfaattifosfori, pH, lämpötila, sähkönjohtavuus, Redox- potentiaali, happipitoisuus ja hapen kyllästysaste- %. Maaperä- ja sedimenttinäytteistä analysoitiin reservifosfori ja pH. Tulosten tulokinnassa otettiin huomioon sääolosuhteet ja valuma-alueen veden virtauksia suhteutettiin Vääräjoen valuma-alueen virtaustietoihin kokonaiskuormituksen määrittä- miseksi. Mittaustuloksia on esitetty kuvioin ja taulukoin ja eri muuttujien välisiä yhteyksiä on pyritty pohtimaan tuloksien selventämiseksi. Saatuja tuloksia on myös verrattu Etelä-Pirkanmaan alueella suoritettuun vesistökuormituskartoitukseen.</p> <p>Elisuolta tuleva fosforikuormitus on huomattava. Hieman yllättäen fosforikuormitus tulee Elipurosta ja siihen virtaavien ojien pohjasedimentistä. Sedimentissä on varastoitunutta fosforia, joka pääsee liukenemaan veteen. Huomattava osa fosforista on liukoisessa eli suoraan kasveille käyttökelpoisessa muodossa. Elisuon aiheuttaman kuormituksen vähentämiskeinoiksi on mietitty laskeutusallasta, monivaikutteista kosteikkoa ja ojien kunnostusta</p>		
Avainsanat (asiasanat) Elijärvi, valuma-alue, vesistökuormitus, vedenlaatu, rehevöityminen, fosfori, maaperänäyte, sedimenttinäyte, laskeutusallas, kosteikko.		
Muut tiedot		



Author(s) VÄISÄNEN, Veli	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 24.11.2009
	Pages 81	Language Finnish
	Confidential () Until	Permission for web publication (X)
Title THE EMISSION LOADS OF THE LAKE ELIJÄRVI IN KUUSAMO AND MEANS OF CONTROLLING IT		
Degree Programme Degree Programme in Agriculture and Rural Industries		
Tutor(s) ANTTONEN, Erkki JUNTTILA, Teemu		
Assigned by The Kuusamo city		
<p>Abstract</p> <p>The lake Elijärvi located in Kuusamo has the problem with persistent blue-green algal deposits in summertime and the lack of oxygen in the hypolimnion during the ice cover. The lake was restored in 1995 and 1999 with ferrous sulphide and between 2005 and 2007 with an aluminium chloride treatment and in 2000 an oxidizer and an aerater had been put in the basin of the lake to prevent in the wintertime oxygen depletion but still blue-green algal was being detected every year. There is a pond called Elilampi, which is emptying through a brook called Elipuro into the eastern part of the lake Elijärvi and the nutrient content in the brook water especially that of phosphorus is increasing when passing through a field area, which has not been cultivated since the seventies. The presently uncultivated field area, Elisuo, that has been cast-off and its phosphorus load have been studied. The study will be a part of a broader research of the presently uncultivated areas causing phosphorus load for the water system of the load and the potential means of cutting down the load in the region of Kuusamo.</p> <p>Water, soil and sediment samples were collected from the study area. Total phosphorus, phosphate phosphorus, pH, temperature, conductivity, oxidation reduction potential, oxygen content and the degree of the saturation of the oxygen were analyzed from the samples. Reserve of the phosphorus and pH were analyzed in soil and sediment samples. The weather conditions were taken into account in the interpretation of the results. In order to determine the total load, the flow of the catchment area was being proportioned to the information available on that of the river Vääräjoki. The measuring results are presented in figures and tables. Correlations between the different variables were compared with the load in the water system survey in the region of Pirkanmaa.</p> <p>The load of phosphorus is significant in the field area of Elisuo. Surprisingly the phosphorus load originates from the bottom sediment of the brook Elipuro and from its ditches. The possible means of diminishing the load from Elisuo could be using a sedimentation basin multi-functional wetlands and restoring the ditches.</p>		
Keywords Lake Elijärvi, basin, emissions into waterways, water quality, eutrophication, phosphorus, soil samples, sediment samples, wetlands		
Miscellaneous		

SISÄLTÖ

1	ELIJÄRVEN TILAN LÄHTÖKOHDAT.....	6
2	ELIJÄRVEN YLEISPIIRTEET	7
2.1	Järven sijainti ja ympäristö	7
2.2	Järven yleispiirteet	7
2.3	Vesi ja valuma-alueen omistus.....	8
2.4	Ravinnekuormitus	9
2.4.1	Järven sisäinen kuormitus	9
2.4.2	Kuormitus Elilammesta	11
2.4.3	Kuormitus Elipurosta	12
2.4.4	Kuormitus muualta valuma-alueelta.....	15
2.4.5	Mahdollinen muu ulkoinen kuormitus.....	16
2.4.6	Vesikasvillisuus	19
2.4.7	Metsien kehitysluokat ja viimeaikaiset toimenpiteet.....	20
3	ELIPUROA YMPÄRÖIVÄT PELLOT.....	21
3.1	Yleistietoa pelloista	21
3.2	Peltojen nykyhetken tilanne	23
3.3	Viljavuusnäytteiden toteutus.....	24
4	AINEISTO JA MENETELMÄT	24
4.1	Vesinäytteet.....	25
4.1.1	Vesinäytteet Elijärvestä.....	26
4.1.2	Vesinäytteet Elipurosta	27
4.2	Viljavuusnäytteet	28
4.3	Sedimenttinäytteet	30
4.4	Ilmastolliset muuttujat	32

4.4.1	Lumen syvyys.....	32
4.4.2	Roudan syvyys ja häviäminen	33
5	VEDENLAATU.....	34
5.1	Vesianalyysitulokset ja niiden tarkastelu	36
5.1.1	Kokonaisfosfori.....	38
5.1.2	Fosfaattifosfori	40
5.1.3	Happi	41
5.1.4	Sähkönjohtavuus SPC	44
5.1.5	Redox-potentiaali (ORP).....	45
5.1.6	Veden pH.....	47
5.1.7	Klorofylli-a	48
5.1.8	Sademäärä, ilman- ja vedenlämpötila.....	50
5.1.9	Elijärven vesinäytteet	51
5.2	Johtopäätökset vesianalyyseistä.....	52
5.2.1	Vääräjoen valuma-alue	53
5.2.2	Elipuron virtaama	54
5.2.3	Elipuron aiheuttama kuormitus	55
5.2.4	Kuormituksen vertailu Etelä-Pirkanmaan alueeseen.....	56
6	ELISUON FOSFORIKUORMITUKSEN VÄHENTÄMISVAIHTOEHTOJA	57
6.1	Laskeutusallas	57
6.2	Monivaikutteinen kosteikko	59
6.3	Ojien kunnostus	60
6.4	Elijärven kunnostus	61
7	YHTEENVETO	61
	LÄHTEET	65
	LIITTEET	68

Liite 1 Elijärvi ja lähivaluma-alueen maastokartta	68
Liite 2 Elisuon peltoalueet ja näytteenottopaikat	69
Liite 3. Vesinäytteiden ottopaikat	70
Liite 4. Tarkkailun kohteena oleva valuma – alue	71
Liite 5. Maaperä- ja sedimenttinäytteiden tulokset	72
Liite 6. Automaattisella vesinäytteenottimella kerätyt tiedot.....	74
Liite 7. Vesinäytteet Elipurosta	75
Liite 8. Käsillä mitatut tiedot Elipurosta	76
Liite 9. Vääräjoen valuma-alueen vuorokausikeskiarvot.....	77
Liite 10. Virtausmittaukset Elilammen luusuasta	78
Liite 11. Elipuron virtausmittaukset Elijärven päästä	79
Liite 11. Elipuron virtausmittaukset Elijärven päästä	79
Liite 12. Suhteutettu kuormituksen määrä Elipurosta.....	80
Liite 12. Suhteutettu kuormituksen määrä Elipurosta.....	80

KUVIOLUETTELO

KUVIO 1. Elijärven hydrologiset tiedot.....	8
KUVIO 2. Elijärvi, Elilampi, Elipuro ja Elisuon peltoalue	11
KUVIO 3. Elilampi.....	12
KUVIO 4. Kok. P-pitoisuudet Elilampi ja Elipuro kesällä 2008.....	13
KUVIO 5. Fosfaattifosforin määrät molemmilla näytteenottopaikoilla	14
KUVIO 6. Kokonaistypen tulokset näytteenottopaikoilla	15
KUVIO 7. Kiintoaineen määrät	15
KUVIO 8. Sisävesiin kohdistuvan fosforikuormituksen ja fosforin luonnonhuuhtouman jakauma	18

KUVIO 9. Sisävesiin kohdistuvan typpikuormituksen ja typen luonnonhuuhtouman jakautuma.....	18
KUVIO 10. Elisuon itäreuna toukokuussa.....	22
KUVIO 11. Elisuon länsireuna toukokuussa.....	22
KUVIO 12. Elisuo heinäkuussa	23
KUVIO 13. Automaattinen vesinäytteenotin	25
KUVIO 14. Elipuron tuloksia	37
KUVIO 15. Fosfaattifosforin % -osuus kokonaisfosforista.....	38
KUVIO 16. Elipuron näytteiden tulokset liukoisen fosforin osalta.....	41
KUVIO 17. Mitatut happipitoisuudet Elipurossa	43
KUVIO 18. Mitatut hapen kyllästysasteet Elipurossa	43
KUVIO 19. Sähkönjohto arvot Elipurossa	45
KUVIO 20. Elipurosta mitatut ORP- arvot.....	47
KUVIO 21. Elipurosta mitatut pH-arvot.....	48
KUVIO 22. Mitatut Klorofylli-a -pitoisuudet.....	49
KUVIO 23. Ilmanlämpötilat Kuusamossa.....	50
KUVIO 24. Sademäärät Kuusamossa	51
KUVIO 25. Mitatut lämpötilat vedestä näytteidenoton yhteydessä.....	51

TAULUKKOLUETTELO

TAULUKKO 1. Ravinnekuormituksen jakautuminen eri osa-alueille fosforin ja typen osalta	17
TAULUKKO 2. Elijärven valuma-alueelle luonnonhuuhtouman määrä.....	19
TAULUKKO 3. Elisuon näytteenottopisteet	28
TAULUKKO 4. Maaperänäytteiden tulokset.....	29
TAULUKKO 5. Sedimenttinäytteiden tulokset.....	31
TAULUKKO 6. Varastofosforin viljavuusluokkien tulkinta	31
TAULUKKO 7. Lumen syvyys Kuusamon Oulangan tutkimusasemalla.....	33
TAULUKKO 8. Roudan syvyys Oulangan tutkimusasemalla	34
TAULUKKO 9. Leväseurannan tulokset 1998 - 2009	36
TAULUKKO 10. Vesinäytetulosten keskiarvoja ojista Etelä-Pirkanmaalla.....	39

TAULUKKO 11. Elipuron näytteenottopisteiden Kok-P pitoisuuksien keskiarvot.....	39
TAULUKKO 12. Elipuron näytteenottopisteiden fosfaattifosforin pitoisuuksien keskiarvot sekä osuudet kokonaisfosforimäärästä.....	41
TAULUKKO 13. Elijärven vesinäytteiden tulokset kesä 2009	52
TAULUKKO 14. 13.8. otettujen näytteiden tulokset	53
TAULUKKO 15. Kuormitusmäärät Pirkanmaalla ja Elisuolla.....	56

1 ELIJÄRVEN TILAN LÄHTÖKOHDAT

Kuusamon kirkonkylässä sijaitsevassa Elijärvessä ongelmana ovat jatkuvat leväkukinnot kesäisin sekä alusveden hapettomuus jääpeitteen aikana. Järven rannalla sijaitsee kaupungin aktiivinen Oivangin nuorisokeskus, loma-asuntoja sekä metsätalouskiinteistöjä. Järveä on kunnostettu vuosina 1995 ja 1999 rautasulfidi- ja vuosina 2005–2007 alumiinikloridikäsittelyillä. Ne auttoivat vähentäen leväkukintoja vain hetkellisesti. Vuonna 2000 talvisen happikadon ehkäisemiseksi on asennettu järven syvänteeseen hapetin sekä ilmastin, mutta leväkukintaa havaitaan edelleen vuosittain. Järven sisäinen kuormitus on merkittävä ja tästä syystä johtuen järven virkistysellinen ja kalataloudellinen hyötykäyttö on vähäistä. Ulkoista kuormitusta valuma-alueella on pidetty pienenä. (Kauppinen & Saarijärvi 2004.)

Elijärven itäpäähän laskee puro Elilammesta. Elijärveen saapuva vesi on huomattavasti ravinnepitoisempaa kuin Elilammesta lähtevä vesi ja on syytä olettaa, että puroa ympäröiviltä, jo 70-luvulla viljelyksestä poistetuilta pelloilta, pääsee yhä edelleen ravinteita vesistöön. Tarkoituksena on seurata eripituisen ajan käytöstä pois olleiden peltoalueiden fosforikuormitusta. Seurantatapana on vesi-, maaperä- ja sedimenttinäytteenotto ja niistä tehtävät fosforipitoisuuksien analysointi laboratoriossa. (Junttila 2009.)

Tutkimus tulee olemaan yksi osaa laajempaa tutkimusta, jossa selvitetään viljelykäytöstä poistetuilta pelloilta vesistöön päätyvän fosforikuormituksen suuruutta ja sen vähentämismahdollisuuksia Kuusamon kaupungin alueella. Lisäksi tarkoitus on miettiä ravinnekuormituksen vähentämismahdollisuuksia tulevaisuutta ajatellen, jotka tulevat tarkentumaan tutkimuksen aikana. (Junttila 2009.)

2 ELIJÄRVEN YLEISPIIRTEET

2.1 Järven sijainti ja ympäristö

Kuusamossa sijaitseva Elijärvi kuuluu Naatikkajoen valuma-alueeseen, joka puolestaan sisältyy Kitkajärven valuma-alueeseen. Se sijaitsee vesistöalueen 73.054 latvalla ja muita latvavesiä ovat mm. Elijärveen laskevat Elilampi sekä Pekanlammit. Naatikkajoen kokonaisvaluma-alue on 23 866 ha josta vesipinta-alaa on 2 127 ha. Valuma-alueen järviprosentti on 8,9. (Ympäristökeskus 1993.)

Valuma-alueen kallioperä kuuluu karjalaiseen liuskemuodostumaan ja Elijärven kallioperä muodostuu pääasiassa kvartsiiteista. Elijärven sijainti on Kuusamon suurimman harjujakson pohjoisreunalla ja pääasiassa maaperä muodostuu lajittuneista aineksista. Soiden osuus valuma-alueesta on noin 16 %. Elijärveen saapuu vettä Elipurosta järven itäpäästä sekä Pekanlammista järven lounaiskulmasta. Lisäksi järveen laskee kaksi karttaan nimeämätöntä ojaa Elivaaran puolelta. Järven itäpäästä lähtee puolestaan puro, Elikanava, josta vedet laskevat Iso-Hyypiöjärven kautta Naatikkajokea pitkin Yli-Kitkaan. (Ympäristökeskus 1993.)

Elijärven valuma-alueen kasvillisuus on mäntyvaltaista kuivahkoa ja karua kangas metsää. Länsi- ja lounaispuolella valuma-aluetta on myös suoalueita. Elijärven valuma-alueella tai sen välittömässä läheisyydessä ei ole suojelualueita tai Natura-kohteita. (Hepola, Kantola & Myllymaa 2005, 7.)

2.2 Järven yleispiirteet

Elijärven pinta-ala on 27,8 ha ja siihen kohdistuvan valuma-alueen pinta-ala on noin 3,3 km². Järven tilavuus on 500 000m³ ja sen keskivirtaamaksi on laskettu 0,04 m³/s, josta saadaan keskiviipymäksi 140 päivää. Järven alueella sijaitsee Oivangin nuorisokeskus, asuintalo sekä kesämökkejä. (Lappalainen & Saarijärvi 1999.) Peltoja Elijärven läheisyydessä on 10 ha ja ne ovat olleet poissa viljelyksestä vuodesta 1973 saakka.

Elijärven kerrostumisolosuhteet kuuluvat tyyppilliseen suomalaiseen dimiktiseen tyyppiin eli täyskierto tapahtuu kaksi kertaa vuodessa keväällä ja syksyllä. Kerrostu-
neisuusjaksoja on kaksi, kesäinen ja talvinen. Järviallas on matala ja muodoltaan pit-
kulainen. Keskisyvyys on noin 2 metriä ja järvessä on yksi syvänekohta, jonka syvyys
on 6 metriä. (Kaski 2005, 12–13.) Kuviossa 1 on esitetty Elijärven hydrologiset tiedot.

Pinta-ala	27,8 ha
Tilavuus	500 000 m ³
Keskisyvyys	2 m
Max.syvyys	6 m
Valuma-alueen pinta-ala	3,3 km ²
Järvien osuus	8,90 %
Soiden osuus	16 %
Keskivirtaama	0,04 m ² /s
Keskiviipymä	140 d

KUVIO 1. Elijärven hydrologiset tiedot

2.3 Vesi ja valuma-alueen omistus

Kuusamon kirkonkylän osakaskunta omistaa Elijärven vesialueen. Osakaskunnan pu-
heenjohtaja on Viljo Haataja. Kuusamon kaupunki omistaa Oivangin nuorisokeskuk-
sen ja lisäksi Elijärven rannalla sijaitsee viisi vapaa-ajan asunto ja yksi vakituinen
asuintalo. Rantaviivaan liittyy myös kolme metsätalouskiinteistöä. Kaikilla ranta-
asukkailla on oikeus veden virkistys- ja kalastuskäyttöön. Lisäksi rannan läheisyydessä
sijaitsee yksi kiinteistö, jolla ei ole rantaviivaa. (Kuusamon kaupunki 2004.)

Valuma-alueella on puolestaan viisi vapaa-ajan asuntoa sekä yksi vakituinen asuinta-
lo, jossa toimii ratsastustalli Ku-Ru. Metsätalouskiinteistöjä on viisi kappaletta. Valu-
ma-alueella olevien peltojen omistukset jakautuvat Kuusamon kaupungin lisäksi nel-
jälle omistajalle. Valuma-alueen läpi kulkevan tien omistaa Oivanki-Mustosenvaaran
paikallistiekunta.

2.4 Ravinnekuormitus

Vesihallinto on tutkinut Elijärven tilaa 1970-luvulta saakka. Esimerkkinä 31.7.1978 otettu a-klorofylli näyte 38 µg/l, ilmentää jo leväesiintymää. Vuodesta 1986 Elijärven uimarantaa alettiin seurata ja jo silloin mitatut pH-arvot olivat korkeat viitaten leväongelmaan. Vuodesta 1952 toiminut koulu muuttui nuorisokeskukseksi 1970-luvulla ja laitoksen suoria jätevesipäästöjä laskettiin järveen vuoteen 1987 saakka. (Junttila 2002.)

1982 Oivangin nuorisokeskus rakennutti biologis-kemiallisen pienpuhdistamon. Puhdistamon toiminnassa ilmeni kuitenkin ongelmia, eivätkä puhdistustulokset vastanneet suosituksia. 4.8.1993 suoritetussa tarkastuksessa todettiin, ettei puhdistamo toiminut, vaan jätevedet johdettiin saostuskaivojen läpi imeytyskenttään. Nuorisokeskus liitettiin yleiseen viemärointiin 1995. (Junttila 2002.)

Elijärven tilaa on seurattu laboratorioanalyysien avulla sekä aistinvaraisesti. Vuosina 1998–2004 leväkukintaa seurattiin Suomen ympäristökeskuksen ohjeistaman leväseurannan avulla. Vuoden 1999 jälkeisinä vuosina runsaita leväesiintymiä on ollut heinä-elokuun aikana ja useimmiten Elijärvessä on jouduttu antamaan uimakielto pahimpien leväesiintymien aikana. (Saarijärvi 2004.)

Saarijärven suunnitellessa kemikaalihoitoa Elijärvelle aineistona käytettiin ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmää sekä Kuusamon kaupungin ottamien näytteiden tuloksia. Näiden analyysien perusteella Elijärvi voidaan luokitella reheväksi, johtuen järven päällysveden keskimääräisestä kokonaisfosforipitoisuudesta, joka on noin 30 µg/l. (Saarijärvi 2004.)

2.4.1 Järven sisäinen kuormitus

Kesäisin järven kokonaisfosforipitoisuus on noussut loppupalven tasolta. Esimerkiksi vuonna 1998 70 % (15 µg/l - 25 µg/l) ja vuonna 2003 85 % (21 µg/l - 39 µg/l). Tästä syystä sisäistä kuormitusta on pidetty suurimpana tekijänä, sillä ulkoisen kuormi-

tuksen ollessa ratkaiseva kuormittaja, olisi pitoisuuksien tullut olla suurimmillaan keväällä sulamisvesien vaikutuksesta ja puolestaan pitoisuuksien tulisi olla laskenut kesän myötä, kun virtaamat valuma-alueelta ovat pienimmillään. (Saarijärvi 2004.)

Alusveden laatu on Elijärvessä poikennut päällysvedestä, varsinkin talviaikaan veden kerrostuneisuuden aikana. Suuresta hapenkulutuspotentialista on ollut seurauksena veden happipitoisuuden laskeminen. Vuosina 1995 ja 1999 suoritettujen rautasulfidikäsitteilyjen aikana Elijärveen käytettiin yhteensä 43 000 kg Ferrix-3-rautasulfidia, josta johtuen järven pohjasedimentissä on huomattavan paljon rautaa, jonka pitäisi pystyä sitomaan vedessä olevaa fosforia. Toimenpiteet eivät kuitenkaan tuoneet toivottuja tuloksia, sillä fosfori pääsi liukenemaan takaisin veteen talviaikaisen happikadon aikana. (Hepola ym. 2005, 4–5.)

Vuoden 2000 maaliskuussa aloitettiin Elijärven hapetus ja ilmastus. Hapekasta pintavettä pumpataan alusveteen ympärivuotisesti ja lisäksi talviaikaan järveä ilmastetaan. Nämä toiminnot ovat parantaneet happitilannetta järvestä ja samalla heikentäneet syvänteessä talviaikaista kerrostuneisuutta. Näillä ei kuitenkaan ole ollut järven yleistilaa parantavaa vaikutusta. (Hepola ym. 2005, 4–5.)

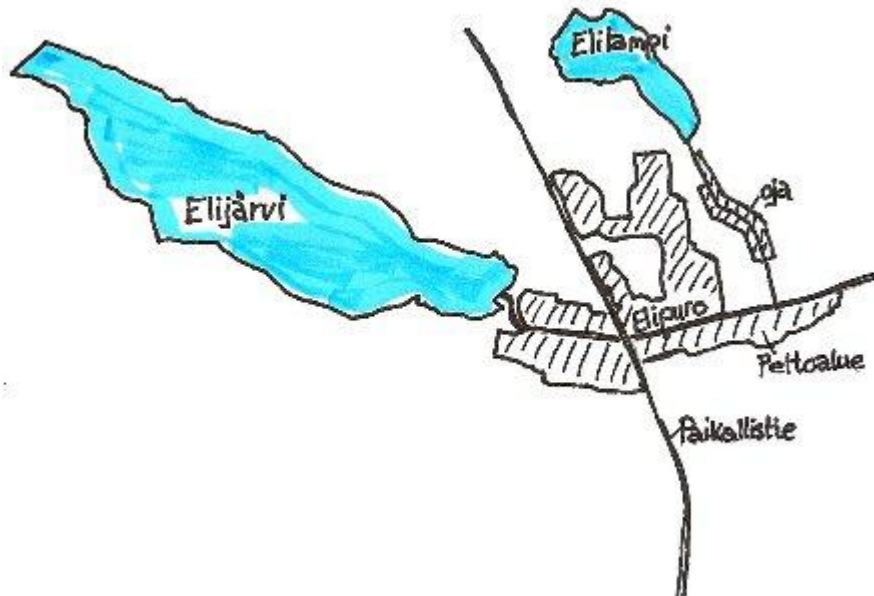
Alumiinipohjaiseen kemikaaliin perustuvaan saostuskäsittelyyn päädyttiin sen takia, että alumiinin suurin hyöty on riippumattomuus veden happitilanteesta verrattuna rautapohjaisiin kemikaaleihin. Ulkoisen kuormituksen uskottiin olevan pientä, joten valuma-alueella ei ryhdytty toimenpiteisiin. (Saarijärvi 2004.) Kesällä 2005 suoritettu kemikalointi kirkasti veden, mutta vesi sameni jo heinäkuulla ja sinilevää ilmeni loppukesästä. Kalakuolemia ei ilmentynyt. Kesällä 2006 kemikalointi kirkasti veden, mutta näkösyvyys heikkeni kesän aikana. Vedessä ei havaittu sinilevää. Kemikalointi aiheutti runsaasti kalakuolemia. Kesällä 2007 kemikalointi kirkasti veden, mutta näkösyvyys heikkeni kesän aikana. Sinilevää ei ilmentynyt ja kalakuolemilta vältyttiin. (Kilpivaara 2009.)

Vuosina 2008 ja 2009 Elijärveen ei suoritettu kemikalointia. Kesällä 2008 järvi oli uimakiellossa heinä-elokuun runsaiden sinileväesiintymien takia. Kemikalointi on nos-

tanut järven virkistysarvoa joka vuosi kun kemikalointi on suoritettu. Kahden meisen kesän aikana Elijärven kunto on heikentynyt. Järven tila on silti parempi verrattuna aikaan ennen kuin kemikalointia suoritettiin. (Kilpivaara 2009.)

2.4.2 Kuormitus Elilammesta

Elilampi sijaitsee Elijärvestä koilliseen noin 500 metriä. Alueen havainnollistamiseksi kuviossa 2 on pelkistetty kartta. Vesireitti Elilammesta Elijärveen on ojan ja puron kautta noin 1170 metriä (ks. tarkempi kartta liitteestä 1). Kesällä 2008 on kerätty vesinäytteitä Elilammen luusuasta eli lammesta pois lähtevästä vedestä. Elilammesta lähtevä vesi kulkee ojaa pitkin Elipuroon ja sitä kautta Elijärveen. Elilammesta ei löydy tietoja ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmän tietokannasta. Vesinäytteitä kerättiin kesällä 2008 7 kappaletta ja näiden näytteiden keskimääräinen kokonaisfosforipitoisuus oli 24 µg/l, pienimmillään arvo oli 21 µg/l ja suurimmillaan 31 µg/l.



KUVIO 2. Elijärvi, Elilampi, Elipuro ja Elisuon peltoalue

Kesän 2008 näytteiden mukaan Elilampi kuuluisi kokonaisfosforipitoisuuden mukaan luokitukselta (Henriksen ym. 1997) luokkaan lievästi rehevä (Lakso & Ulvi 2005, 16). Elilampea on kuitenkin mahdoton luokitella yhden kesän näytteiden perusteella, var-

sinkin kun vesinäytteet on kerätty pelkästään Elilammen luusuasta, eikä itse mesta ja sen eri kerrostumista. Elilampi on pieni, osittain suolampi. Pinta-ala on vajaa viisi hehtaaria. Kuviossa 3 on maisemakuva Elilammen eteläpäästä.



KUVIO 3. Elilampi

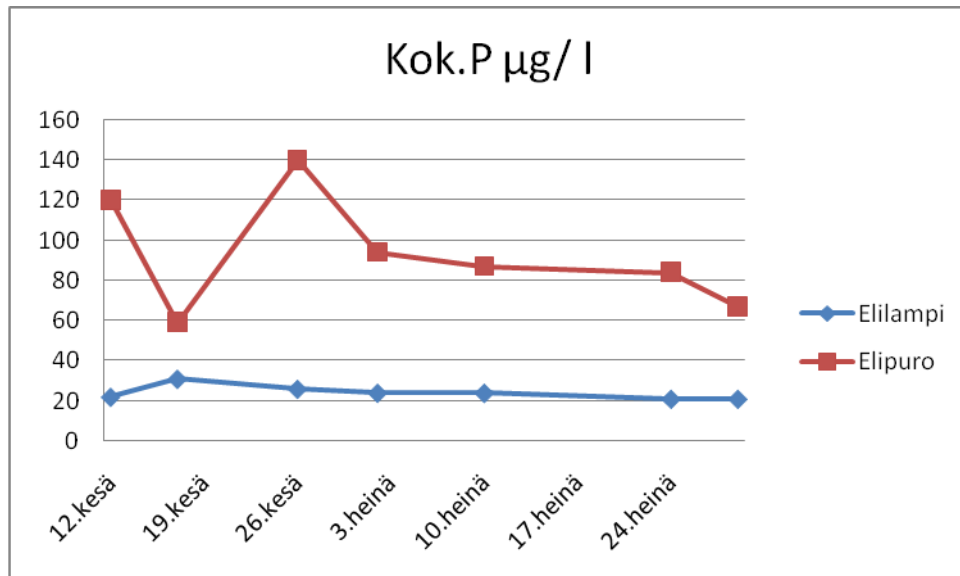
Kokonaisfosforin lisäksi näytteestä on analysoitu myös fosfaattifosfori, joka on kokonaisfosforin liuennut epäorgaaninen osa ja suoraan leville käyttökelpoisessa muodossa. Fosfaattifosforin osuus kokonaisfosforista vaihteli 8–21 %. Kokonaistyyppipitoisuudet olivat suhteellisen alhaiset, sillä keskimääräinen kokonaistyyppipitoisuus oli 420 µg/l. Lisäksi näytteistä mitattiin kiintoaines, joka oli keskimääräisesti 3 mg/l.

2.4.3 Kuormitus Elipurosta

Elipuro saa alkunsa Elipuroa ympäröivien peltojen itäreunasta. Pituutta purolla on noin 870 metriä. Elipuroa on kunnostettu vuosikymmeniä sitten peltoalueen kohdalta, mutta heti peltoalueen päätyttyä se on kasvanut umpeen noin 20 metrin päässä pellon reunasta. Elipuron alkupäästä noin 170 metrin etäisyydeltä puroon liittyy oja

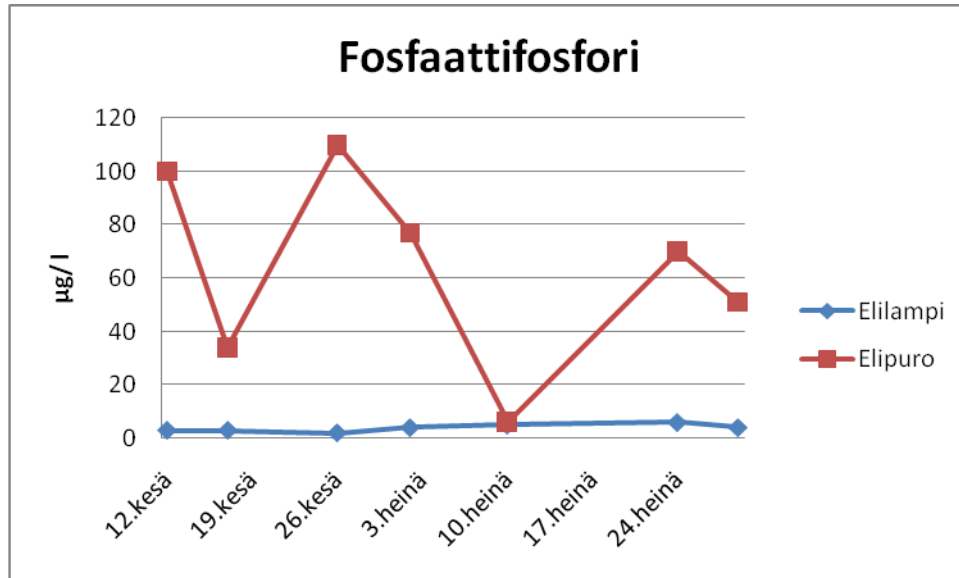
Elilammesta. Ennen Elilammesta saapuvaa vettä virtaus purossa on pientä. Elilammesta tulevalta ojalla on pituutta 470 metriä. Elipuro laskee Elijärveen.

Kesällä 2008 on otettu vesinäytteet Elipurosta Elijärveen saapuvasta vedestä samaan aikaan kuin Elilammesta lähtevästä vedestä. Seitsemän näytteen kokonaisfosforipitoisuus on kasvanut huomattavasti verrattuna Elilammen luusuasta otettuihin vesinäytteisiin. Kokonaisfosforipitoisuuden keskiarvo seitsemälle näytteelle oli 93 µg/l, pienin pitoisuus oli 59 µg/l ja suurin 140 µg/l. Kokonaisfosforipitoisuus kasvoi Elilammen mittauksista lähes nelinkertaiseksi ennen Elijärveen saapumista. Kuviossa 4 on esitetty kokonaisfosforipitoisuuden muutokset veden virratessa Elilammesta Elijärveen.



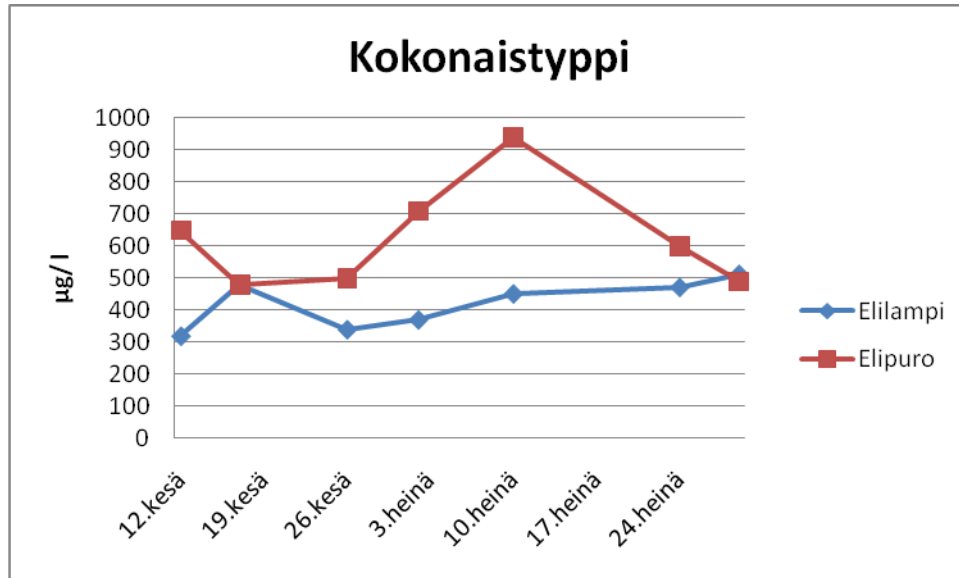
KUVIO 4. Kok. P-pitoisuudet Elilampi ja Elipuro kesällä 2008.

Fosfaattifosforin osuus kasvoi huomattavasti Elipuron näytteenottoaikailla. 10. heinäkuuta kerätyssä näytteessä fosfaattifosforin osuus kokonaisfosforista oli 7 %, mutta muilla kerroilla osuus vaihteli 58–83 % välillä. Se on huomattavasti suurempi kuin Elilammen näytteistä. Kuviossa 5 on esitetty fosfaattifosforin määrän vaihtelu molemmilla näytteenottoaikailla.

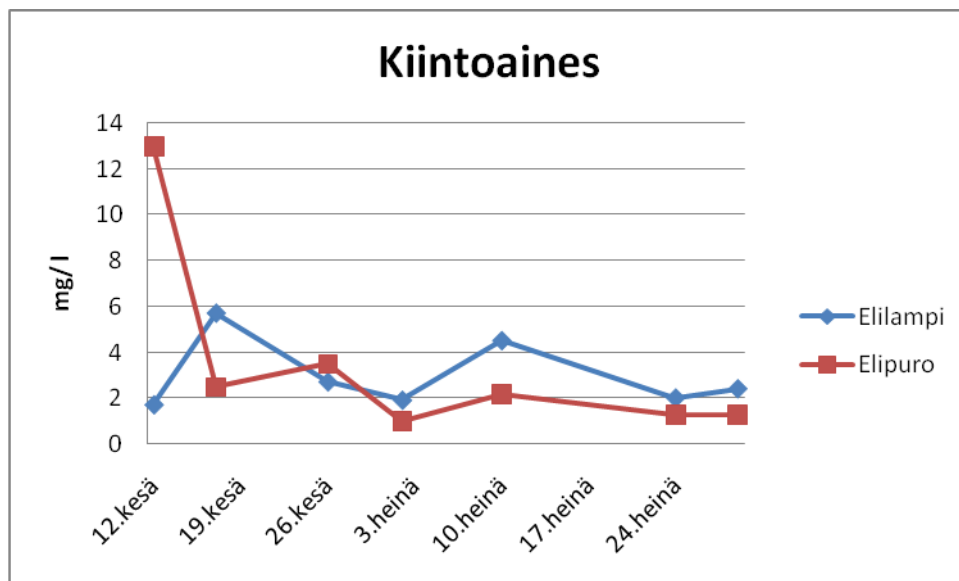


KUVIO 5. Fosfaattifosforin määrät molemmilla näytteenottoaikoilla

Kokonaistypen osalta tulokset eivät kasvaneet samalla tavalla fosforin kanssa. Kokonaistypen osuus oli kahta kertaa lukuun ottamatta hieman korkeampi Elipurosta kerätyssä näytteessä verrattuna Elilammen näytteeseen. Kuviossa 6 on esitetty kokonaistypen vaihtelut molemmilla näytteenotopisteillä. Kiintoaineen erot olivat pieniä kerätyissä näytteissä ja yleensä kiintoaineen määrä pieneä saavuttaessa Elipuron näytteenottoaikalta. Kuviossa 7 on esitetty kiintoaineen määrät molemmilla näytteenottoaikoilla.



KUVIO 6. Kokonaistypen tulokset näytteenottoaikoilla



KUVIO 7. Kiintoaineen määrät

2.4.4 Kuormitus muualta valuma-alueelta

Suoraan maataloudesta aiheutuva kuormitusta Elijärveen päättyi vuonna 1973, jolloin peltoviljely on päättynyt. Poro- ja karjatalous ovat olleet yleisiä elinkeinoja Kitkajärvien valuma-alueella, mutta niiden aiheuttamia vesistövaikutuksia kyseisellä alueella ei ole tarkemmin tutkittu. Metsänhoito, kuten ojitukset ja hakkuut, on haja-

kuormittajana ollut pieni. Viimeiset metsäojitukset on tehty Naatikajoen valuma-alueella vuonna 1990. Ojitusalue ei ole Elijärven läheisyydessä. Elijärven ja Elilammen rannalla sijaitsevien lomakiinteistöjen kuormituksia ei pidetä valuma-alueen vesien kannalta ratkaisevana. (Kaski 2005, 14.) Alueen metsiä ei ole lannoitettu (Nivala 2009).

Opinnäytetyön tarkoituksena on kohdentaa juuri Elisuon alueelta tulevia kuormituksia. Elijärven valuma-alue on 3,3 km², mutta järven itäpäässä olevan Elisuon ja Elilammen valuma-alueeksi muodostuu noin 1,3 km². Valuma-alueesta on kartta liitteessä 4. Valuma-alue on rajattu mustasinisellä viivalla ja sen rajauksen määrittelyyn apuna on käytetty kartaston korkeusmallia sekä maastokäyntejä.

Pistekuormitusta Elijärveen on aiheuttanut, kouluna 1952 aloittanut, ja nykyisin nuorisokeskuksena toimiva laitos jätevesillään. Vuonna 1982 nuorisokeskukseen rakennettiin oma biologis-kemiallinen pienpuhdistamo, josta vesi johdettiin imeytyskenttään. Puhdistamo oli sijoitettu rannan tuntumaan, nuorisokeskuksen pihapiiriin. Maa-alueella on hiekkaista kangasta ja se viettää alas järvelle. Pienpuhdistamon toiminta ja kapasiteetti oli heikko ja siinä havaittiin suuria puutteita. Vuonna 1995 nuorisokeskus liitettiin kunnan viemäriverkkoon. Nuorisokeskus on toiminnassa aktiivisesti ympäri vuoden. (Kaski 2005, 14.)

2.4.5 Mahdollinen muu ulkoinen kuormitus

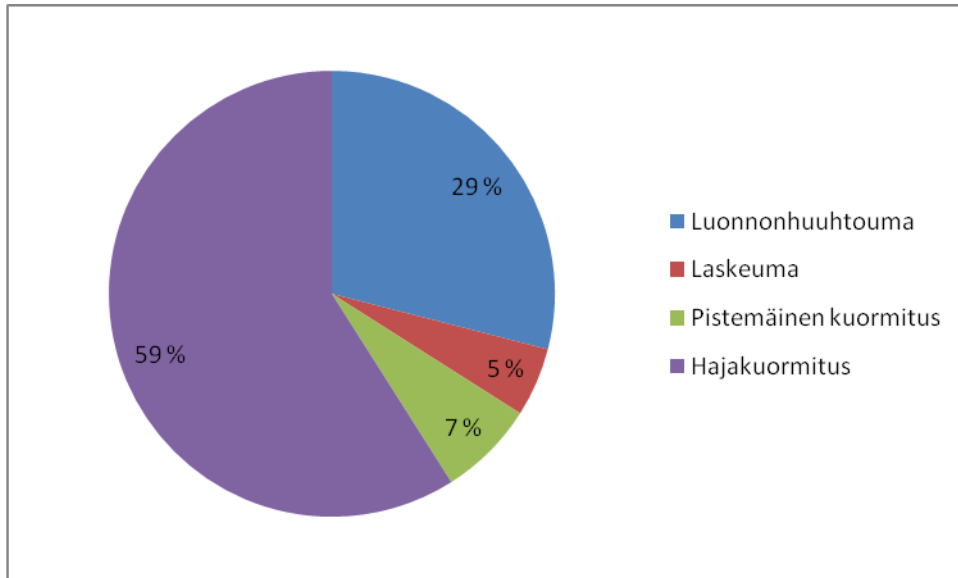
Ehdotuksessa Oulujoen-lijoen vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelmaksi vuoteen 2015 on tarkasteltu mahdollisen ravinnekuormituksen kokonaisuutta. Tarkkoja laskelmia kuormituksesta ei kuitenkaan ole, sillä käytettävissä ei ole ollut riittävästi tietoa, mutta luvut ovat kuitenkin suuntaa-antavia. Tiedot on kerätty ajanjaksolta 2001–2006. Kuusamon vesistöt kuuluvat vesienhoitoalueen pohjoisiin vesistöihin. (Oulujoen-lijoen vesienhoitoalue 2009, 70.)

Taulukossa 1 on esitetty ravinnekuormituksen jakautumista eri osa-alueille fosforin ja typen osalta. Lisäksi alimmaisella sarakkeella on arvioidun luonnonhuuhtouman mää-

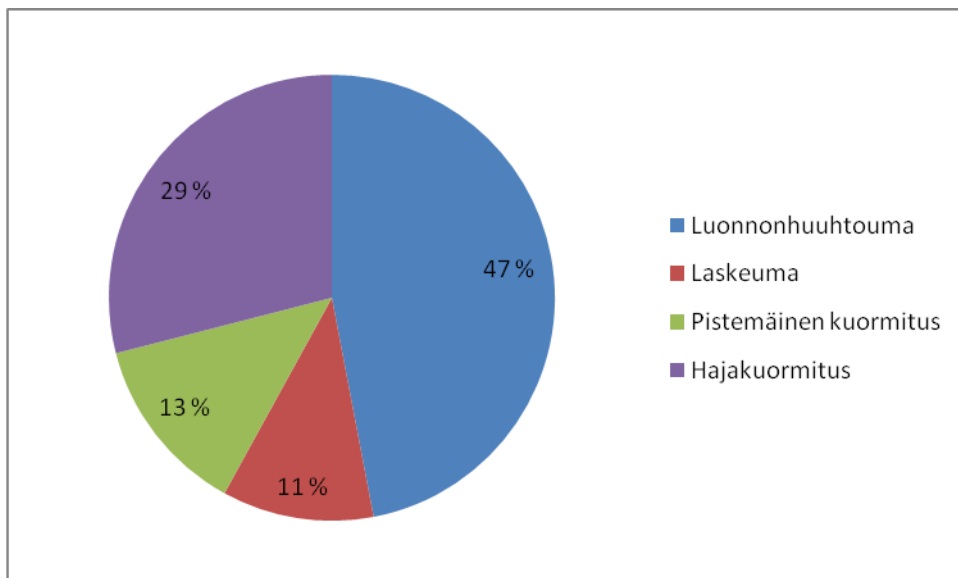
rä. Määrät ovat tonnia vuodelle ja lisäksi osa-alueiden määrät on myös listettu prosenttiluvuin kokonaiskuormitusmäärästä. Fosforikuormituksesta on huomioitava maa- ja metsätalouden suuri osuus, yli 2/3. Typpikuormituksesta maa- ja metsätalous aiheuttaa yli puolet kaikesta kuormituksesta. Koko alueen pinta-ala on 68 084 km², josta pohjoisia vesistöjä on yli kolmannes eli kuormitukset leviävät suu- ralle pinta-alalle. Luonnonhuuhtoumat jaetaan puolestaan fosforin osalta kuvion 8 mukaisesti ja typen osalta kuvion 9 mukaisesti. (Oulujoen-lijoen vesienhoitoalue 2009, 20, 71–72.)

TAULUKKO 1. Ravinnekuormituksen jakautuminen eri osa-alueille fosforin ja typen osalta

Kuormituksen aiheuttaja	Pintavesien fosforikuormitus ja fosforin luonnonhuuhtouma tn/vuosi	Osuus yhteiskuormituksesta (%)	Pintavesien typpikuormitus ja typen luonnonhuuhtouma tn/ vuosi	Osuus yhteiskuormituksesta (%)
Yhdyskunnat	0,5	0 %	53	4 %
Haja-asutus	22,3	16 %	58	4 %
Teollisuus ja kaivostoiminta	0	0 %	0	0 %
Turvetuotanto	3,2	2 %	74	6 %
Kalankasvatus	3,7	3 %	30	2 %
Maatalous	57,3	42 %	491	37 %
Metsätalous	38,4	28 %	213	16 %
Hulevedet	0,3	0 %	4	0 %
Laskeumat vesiin	10,4	8 %	414	31 %
Kuormitus yhteensä	136,1	100 %	1337	100 %
Luonnonhuuhtouma	84,3		2510	



KUVIO 8. Sisävesiin kohdistuvan fosforikuormituksen ja fosforin luonnonhuuhtouman jakauma (Ks. alkuperäinen kuvio: Oulujoen ja lijoen vesienhoitoalue 2009, 72)



KUVIO 9. Sisävesiin kohdistuvan typpikuormituksen ja typen luonnonhuuhtouman jakautuma (Ks. alkuperäinen kuvio: Oulujoen ja lijoen vesienhoitoalue 2009, 72)

Taulukossa 2 on suhteutettu Oulujoen ja lijoen vesienhoitoalueen ravinnekuormituksen mukaisen luonnonhuuhtouman määrä Elijärven 3,3 km² kokoiselle valuma-alueelle. Ilman mukana laskeutuvat ravinnekuormitukset ovat sekä fosforille että

tyypelle pienimmät, mutta fosforin suurin kuormitus luonnonhuuhtoumien osalta on hajakuormitus, kun taas tyypellä se on luonnonhuuhtouma.

TAULUKKO 2. Elijärven valuma-alueelle luonnonhuuhtouman määrä

Elijärven valuma-alueelle suhteutettuna (3,3,km ²)	P %	Fosforin määrä kg/vuosi	N %	Typen määrä kg/vuosi
Luonnonhuuhtouma	29 %	1,18	47 %	57,18
Laskeuma	5 %	0,20	11 %	13,38
Pistemäinen kuormitus	7 %	0,29	13 %	15,82
Hajakuormitus	59 %	2,41	29 %	35,28
Yhteensä		4,09		121,66

On kuitenkin muistettava, että ravinteiden ja kiintoaineen huuhtoutuminen vesistöihin vaihtelee voimakkaasti vuosittain, johtuen muuttuvista hydrologisista olosuhteista. Vuosittainen vaihtelu on merkittävää myös hajakuormituksissa. Lisäksi on syytä tiedostaa, että eri tavalla tuotettujen kuormitusarvioiden välillä on olemassa suuria eroja, sillä lähtötietoihin liittyy erilaisia oletuksia tutkimusten mukaan. (Oulujoen-lijoen vesienhoitoalue 2009, 70–72.)

2.4.6 Vesikasvillisuus

Elijärven vesikasvillisuus on lähellä tyypillistä rehevää koillismaalaista järveä. Kesän aikana vesikasvillisuus runsastuu ja järvi alkaa tuoksua epämiellyttävälle. Rannat ovat metsäisiä ja osin soistuneita. Metsäisillä rantakaistoilla on havaittavissa hiekkapohja. Järven molemmissa päissä kasvaa ulpukkaa runsaasti ja kaisloja rantaviivassa muutamissa kohdissa järveä. (Kaski 2005, 15). Eulitoraalissa, eli vesirajan yläpuolella olevalla vyöhykkeellä, johon vesiraja ylettyy veden ollessa korkeimmillaan, kasvaa runsaasti ahvenvitaa ja heinäkuussa sitä kasvaa monin paikoin myös järven selällä (Särkkä 1996, 79; Kaski 2005, 14).

Syksyllä 2008 havaittiin vesiruttoa Kuusamon Ala-Kitkalla ja kesällä 2009 sitä havaittiin jo Elijärvessä. Kuusamossa vesiruttoa on havaittu ensimmäisen kerran viime vuosikymmenen loppupuolella ja yleensä vesirutto indikoi rehevää vettä. Suomeen vesi-

rutto on levinnyt Kanadasta ja sitä havaittiin Etelä-Suomessa ensimmäisen kerran 1880-luvulla. Se on alkanut leviämään pikku hiljaa kohti Pohjois-Suomea. (Häme 2009.)

2.4.7 Metsien kehitysluokat ja viimeaikaiset toimenpiteet

Elijärven valuma-alueen metsäalueet kuuluvat pääasiassa kuivaan kankaaseen mutta osa metsistä on myös soistuneilla alueilla. Alueen metsät ovat kehitysluokaltaan pääasiassa varttunutta kasvatusmetsikköä eli 03-luokkaa. Sitä on pinta-alaltaan 61,3 ha. Nuorta kasvatusmetsikköä (02-lk) on 16,86 ha ja uudistuskypsää metsikköä (04-lk) 4,7 ha. Vajaatuottoista metsikköä (06-lk) on 7 ha. Kaikkiaan metsää on 89,86 ha. (Nivala 2009.)

Alueen metsissä suoritettavia toimenpiteitä tulevat olemaan lähinnä ensiharvennukset ja harvennushakkuut. Ainoastaan Elisuon koillispuolella sijaitsevan Kaivoslammen (ks. sijainti liite 1) pohjoispuolella on kolme kuviota, joille lähivuosina tulee suorittaa avohakkuut. Näiden kuvioden pinta-ala on yhteensä 4,1 hehtaaria (Nivala 2009). Metsät ovat nuoria ja jo tästä voidaan päätellä, ettei alueella ole suoritettu metsänuudistukseen liittyviä toimenpiteitä, kuten maanmuokkausta tai ojituksia, viimeisen kolmen vuosikymmenen aikana.

Kunnostusojitukset suometsissä voivat vaikuttaa ensimmäisen kolmen vuoden aikana ravinteiden kulkeutumiseen vesistöihin. Tutkimuksissa on saatu viitteitä, että runsaan kymmenen vuoden aikana valumavesien laatu näyttää palautuvan samalle tasolle kuin se oli ennen kaivuuta. Kiintoaines, pH, orgaaninen hiili, alumiini ja rauta palautuvat tasolle, jossa ne olivat ennen ojitusta, mutta ammoniumtyppipitoisuus voi olla vielä hieman koholla kymmenen vuoden kuluttua. Kokonaisfosforin osalta puolestaan kunnostusojitus voi vähentää kuormitusta pitkällä aikavälillä. (Kenttämies & Mattsson 2006, 154.)

Kivennäismailla tapahtuvasta kuormituksen muutoksesta avohakkuiden ja muokkauksen vaikutuksesta on myös samansuuntaisia tuloksia. Hakkuun ja maanmuokkauk-

sen vaikutuksesta fosforikuormituksen on todettu lisääntyvän noin 10 vuoden ajan, mutta typpikuormituksen kohdalla kuormitus voi olla suurempaa jopa kaksinkertaisen ajan. Maaperän laatu ja kaltevuus ovat kuitenkin ratkaisevia tekijöitä kuormituksen määrässä sekä laadussa. Kuormitusriskiä lisää myös hakkuualueen sijainti valuma-alueella. Valuma-alueen alaosassa sijaitsevassa hakkuualueessa on huuhtoutuminen myös runsaampaa ja sinne tulee mahdollisesti myös ulkopuolisia vesiä. (Kenttämies & Mattsson 2006, 155.)

3 ELIPUROA YMPÄRÖIVÄT PELLOT

3.1 Yleistietoa pelloista

Peltojen pinta-alat on laskettu Kuusamon kaupungin ArcWiew factaGis-karttaohjelmalla jonka mukaan Elisuolla olevia pelloja on noin 10 hehtaaria. Pellot ovat viiden eri omistajan omistuksessa ja viimeiset pellot ovat olleet viljelykäytössä vuonna 1973. Pellot ovat suopelloja ja tällä hetkellä niissä kasvaa luonnonheinää ja sammalta. Peltojen itäreunassa kasvaa osaksi männyn taimia ja osa pelloista on myös pusikoitunut, lähinnä pajupensaista. Peltojen karttakuva on liitteessä 2, jossa pellot näkyvät keltaisella pohjalla.

Kuviossa 10 on Elisuon itäreunaa toukokuun 26. päivä kuvattuna. Kuvasta voi nähdä taimikkoa, pusikoitumista sekä maassa kasvavaa sammalta. Samaan aikaan otettu kuva (kuvio 11) on puolestaan tien läntiseltä pellonpuoliskolta. Siellä on myös havaittavissa pusikoitumista ja suuria mäntäitä, joista voi jo päätellä, ettei pelloille ole tehty muokkauksia vuosikymmeniin. Kuviossa 12 on peltomaisemaa Elisuolta heinäkuun 7. päivä kuvattuna. Pellot ovat sarkaojitetut, mutta ojien kunnostusta ei ole tehty suurimmalle osalle pelloista viljelyksen loputtua. Muutama oja on eteläreunassa kunnostettu, sillä pellon ja metsän väliin on tehty latu-ura, jonka takia oja on aukaistu.



KUVIO 10.Elisuon itäreuna toukokuussa



KUVIO 11. Elisuon länsireuna toukokuussa



KUVIO 12. Elisuo heinäkuussa

3.2 Peltojen nykyhetken tilanne

Pellot ovat olleet täysin luonnontilassa jo 36 vuotta. Alueen läheisyydessä on toiminut sikala sekä turkistarha ja pelloille on sijoitettu tietävästi molempien tuotantolaitosten tuottamaa lantaa. Vuosikymmeniä aiemmin lannankäytöstä ei ole ollut säännöksiä ja sen arvo lannoitteena ei ollut niin merkittävä kuin tänä päivänä, joten tarkkaa tietoa peltoihin sijoitetun lannan määrästä ei ole. Sikala on lopettanut toimintansa jo yli 30 vuotta sitten ja turkistarha 15 vuotta sitten.

Sian ja turkiseläinten lanta on erittäin ravinteikasta. Esim. fosforipitoisuudet edellä mainituissa lannoissa ovat seuraavat: Ketun kuivikelanta $11,5 \text{ kg P/m}^3$, Minkin kuivikelanta $9,5 \text{ kg P/m}^3$ ja sian kuivikelanta $2,5 \text{ kg P/m}^3$. (Opas ympäristötuen ehtojen mukaiseen lannoitukseen 2007–2013 n.d., 21). Edellä mainituista syistä on syytä olettaa, että peltoihin on varastoitunut ravinteita ja näiden ajatusten myötä asiaa haluttiin myös tutkia. Pelloilta ei ole otettu maaperänäytteitä ennen kesää 2009.

3.3 Viljavuusnäytteiden toteutus

Peltojen ravinnereservien tarkastelun takia kerättiin heinäkuussa 2009 maaperänäytteitä, sillä ravinnereservit kuvaavat maan ravinnemääriä, jotka ovat kasvustolle käytössä pitkällä aikavälillä. Pellot jaettiin kahdeksaan lähes yhtä suureen osaan eli reilun hehtaarin kokoisiin alueisiin ja jokaiselta alueelta kerättiin kymmenen osanäytettä hajapistemenetelmällä, joista sekoitettiin yksi lähetettävä näyte osa-alueelta kohden. Samana päivänä alueella kerättiin myös sedimenttinäytteet.

Näytteenotto tapahtui lapiolla ja kaivetusta maasta poistettiin pintakerros sekä roskat ja kivet. Kahdeksan pellolta kerätyn näytteen lisäksi kerättiin myös kaksi näytettä metsämaalta, peltoalueen reunasta, tulosten vertailun vuoksi. Maaperänäytteiden paikat on kuvattu liitteessä 2 numeroilla 1–10 ja sedimenttinäytteiden paikat on merkitty numeroilla 11–15.

4 AINEISTO JA MENETELMÄT

Elijärven ja Elilammen välisen valuma-alueen kartoitus ja näytteenoton suunnittelu tapahtui maastokäynneillä, joissa kartoitettiin maastonmuodot ja kaikki alueelle saapuvat valumavedet ja niiden lähtöpisteet. Vesinäytteiden keräämispisteet suunniteltiin vuoden 2008 aikana otettujen näytteiden avulla, sillä niistä saatiin hyvää alustavaa tietoa, missä kohdissa ravinnepitoisuuksissa tapahtui muutoksia. Aiempaa tietoa kyseiseltä alueelta ei ollut saatavilla. Opinnäytetyössä esitettyjen karttojen käyttö tässä julkaisussa ovat seuraavan sopimuksen mukaan: Peruskartat Maanmittauslaitos / Kainuun-koillismaan maanmittaustoimiston ja Kuusamon kaupungin välinen ”Aineistojen hankintaa ja käyttö-oikeutta koskeva yhteistoimintasopimus”.

Vesinäytteistä analysoitiin lähinnä kokonaisfosfori, fosfaattifosfori ja muutaman kerran myös kokonaistyyppi. Elijärven saapuvasta vedestä analysoitiin myös klorofylli-a. Lisäksi näytteitä kerätessä vedestä otettiin myös käsimitarilla (YSI Professional plus) pH, lämpötila, sähkönjohtavuus (SPC), Redox- potentiaali (ORP), happipitoisuus ja

hapen kyllästysaste. Elijärveen saapuvaa vettä kerättiin myös automaattisella vesinäytteenottomella, joka oli lainassa Oulun ammattikorkeakoulusta. Vesinäytteenotin on esitetty kuviossa 13. Vesinäytteet analysoitiin Lapin Vesitutkimus Oy:n laboratoriossa Rovaniemellä.

Automaattisella vesinäytteenottomella on mahdollista kerätä kaksikymmentäneljä näytettä ajastimen avulla. Näytteenottoajanjakson näytteistä, valittiin tietty määrä näytteitä yksittäisiin vesianalyysiin. Lisäksi lopuista näytteistä koottiin kokoomänäyte, joka tarkoittaa, että jäljelle jääneistä näyteastioista koottiin yksi näyte kattamaan koko näytteenottoajanjaksoa. Veden virtausmittausta varten oli käytössä Oulangan tutkimusasemalta siipipyöranemometri Miniair 20. Lisäksi Oulangan tutkimusasemalta saatiin tietoa kesän 2008 ja 2009 sademääristä, lämpötiloista ja roudan paksuudesta.



KUVIO 13. Automaattinen vesinäytteenotin

4.1 Vesinäytteet

Vesinäytteitä kerättiin kesällä 2009 ajanjaksolla 8.5–13.8. Näytteistä analysoitiin kokonaisfosfori (Kok. P) sekä fosfaattifosfori ($\text{PO}_4\text{-P}$). Analysoitavat arvot valittiin kesän

2008 näytteiden perusteella, joissa juuri fosforipitoisuudet olivat tavanomaista korkeammat. Typen muutokset Elilammesta virtaavan veden osalta Elijärveen eivät olleet huomattavia.

Järvien rehevyys- eli trofia-aste määritetään biomassan tai klorofyllipitoisuuden toisin sanoen planktonin perustuottajien määrällä tai niiden tuotantoaktiivisuudella sekä veden fosforipitoisuuden perusteella. Käytännössä kuitenkin vesistöjen rehevyysaste määritetään fosforipitoisuuden perusteella. Vesinäytteestä kokonaisfosforia analysoidessa mukana ovat liukoisten yhdisteiden lisäksi myös kaikki partikkeleihin (bakteeri-, kasvi- ja eläinplankton) sitoutunut fosfori. Tämä ilmaisee hyvin järven tuotantopotentiaalin. Puolestaan typen pitoisuuden perusteella järven rehevyysastetta ei voida määrittää, mutta on kuitenkin muistettava, että typen ja sen eri muotojen tuntemuksella on merkitystä typpi/fosforisuhteessa sekä tuotantoa rajoittavien tekijöiden tarkastelussa. (Lakso & Ulvi 2005, 15.)

Fosfori esiintyy vedessä liuenneena, epäorgaanisina liukoisina fosfaatteina (PO_4^{3-}) tai kiintoaineeseen sitoutuneena yhdisteenä. Näistä liukoinen fosfaatti on juuri tuotannon kannalta tärkein muoto, sillä se on nopeasti tuottajien hyödynnettävissä. Fosfori on sisävesien tärkein ravinne ja se säätelee minimiravinteena järvessä tapahtuvan tuotannon suuruutta. (Kaski 2005, 26.)

4.1.1 Vesinäytteet Elijärvestä

Kuusamon kaupungin toimesta Elijärvestä noudettiin kaksi kertaa vesinäytteitä kesän 2009 aikana. Ajankohdat olivat 4.6. ja 27.8. Elijärven tilaa on seurattu jo vuosien ajan ja tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kohdentaa juuri Elipurosta saapuvan kuormituksen määrää sekä paikallistaa kuormituspisteitä, jolloin useampien näytteiden ottamista Elijärvestä ei nähty aiheelliseksi.

Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus on ottanut vesinäytteet 3.8. Elijärvestä. Ympäristöluvan ”Elijärven kunnostaminen kemikaalikäsittelyllä” yhteydessä ehdotetaan seurantaohjelmaa, jossa järven yleistilaa seurataan kerran vuodessa tehtävän näyt-

teenoton avulla elokuussa syvännepisteestä (Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto 2004). Lisäksi Elijärvi on kuulunut vuosina 1998–2004 Suomen ympäristökeskuksen leväkukintaseurantaan ja viime vuosina levähavaintojen tarkkailu on kuulunut Kuusamon kaupungin ympäristötoimelle.

4.1.2 Vesinäytteet Elipurosta

Automaattisella vesinäytteenottimella kerättiin vesinäytteitä ajanjaksolla 8.5. – 23.7.2009. Sen sijoituspaikka on havainnollistettu liitteen 3 kartassa: Näytteenotto- paikka Elipuro 7 on Elipuron alaosa juuri ennen Elijärveä. Näytteitä kerättiin kahdella ensimmäisellä ajanjaksolla kaksi kertaa vuorokaudessa ja seuraavilla kahdella kerralla kerran vuorokaudessa. Ensimmäisellä ajanjaksolla 8.5 – 19.5 näytteenotin keräsi näytteitä klo. 15.30 ja 03.30 ja toisella ajanjaksolla 19.5 – 31.5 klo.15.00 ja 03.00. Kolmannella ja neljännellä ajanjaksolla näytteitä kerättiin klo. 15.00 eli ajanjakso oli kahta ensimmäistä näytteenottojaksoa pidempi. Kahdesta ensimmäisestä näytteenottoajanjaksosta analysoitiin kokonaisfosfori ja kahdesta myöhemmästä lisäksi liukoinen fosfori.

Elipurosta kerättiin käsin vesinäytteitä kaikkiaan viisi kertaa seitsemältä pisteeltä viikon välein. Ensimmäinen näytteenotto tapahtui viikolla 24 ja viimeinen viikolla 29. Lisäksi viikolla 23 kerättiin näyte kahdelta pisteestä ja viikolla 33 neljältä pisteeltä. Pisteet on numeroitu ja esitetty liitteessä 3. Näytteenottopaikat valittiin kesän 2008 näytteiden tulosten avulla. Taulukossa 3 on esitetty näytteenottopisteet, niiden koordinaatit sekä sijainti.

TAULUKKO 3. Elisuon näytteenottopisteet

Näytteenotto paikat	Pituuskoordinaatti KJ30	Leveyskoordinaatti KJ30	Sijainti
Elipuro1	044-56-374	073-32-192	Elilammesta lähtevä oja
Elipuro2	044-56-588	073-31-826	Elilammesta tuleva oja 5m ennen Elipuroa
Elipuro3	044-56-586	073-31-825	Elipuro, Elilammesta tulevan ojan yläpuolelta 5m
Elipuro4	044-56-346	073-31-900	Pelto-oja Elipuroon
Elipuro5	044-56-341	073-31-791	Elipuro pelto-ojien alapuolelta
Elipuro6	044-56-381	073-31-732	Pelto-tien silta, oja metsästä
Elipuro7	044-55-945	073-31-806	Elipuro ennen Elijärveä
Elipuro8	044-56-549	073-31-775	Metsästä saapuva pelto-oja (kunnostettu)
Elipuro9	044-56-752	073-31-660	Metsän reunasta lähtevä pelto-oja (kunnostettu)

Viikolla 23 kerättiin näytteet pisteiltä 1 ja 7. Viikolla 33 otettiin mukaan myös kaksi uutta näytteenottopistettä ojasta, joka on kunnostettu vuosina 2006–2007 (Elipuro 8 ja 9). Näiltä pisteiltä saatuja tuloksia haluttiin verrata kunnostamattomien ja kunnostettujen ojien fosforipitoisuuksien välillä. Vesinäytteiden lisäksi Elipurossa suoritettiin virtausmittaukset pisteillä Elipuro 1 ja Elipuro 7. Tällä mittauksella haluttiin määrittää kuinka paljon vesimäärä kasvaa veden virratessa Elisuon läpi sekä määrittää suuntaantava kuormituksen määrä Elipurosta suhteutettuna Vääräjoen valuma-arvoihin.

4.2 Viljavuusnäytteet

Maaperänäytteistä haluttiin tutkia varastofosfori sekä pH. Vuoden 2008 vesinäytteistä huomattiin, että ojissa ja puroissa virtaavassa vedessä fosforin määrä kasvaa, joka oli myös syynä fosforin lisätutkimiseen. pH-arvo määritettiin maaperästä, sillä pH-arvon ollessa neutraali, ei fosforin liukenemistä tapahdu niin helposti kuin emäksisessä tai happamassa maassa (Välimäki 2009). Maaperänäytteet analysoitiin Oulussa Suomen ympäristöpalvelun laboratoriossa. Maaperänäytteiden tulokset ovat liitteessä 5.

Viljavuusnäytteille ei löydy vertailutuloksia pelloilta joita ei ole viljelty enää vuosikymmeniin. Yleensä viljavuusnäytteitä suoritetaan pelloille jotka ovat viljelykäytössä

tai olleet mahdollisesti vain muutaman vuoden pois viljelykäytöstä. Viljavuusnäytteissä otettiin myös kaksi vertailunäytettä valuma-alueen metsämaalta. Kyseisillä näytteillä haluttiin verrata tuloksia peltojen varastofosforin pitoisuuksissa, sillä metsiä ei ole lannoitettu edes silloin kun pellot ovat vielä olleet viljelyksessä.

Taulukossa 4 on esitetty maaperänäytteiden tulokset. Varastofosforin osalta vain yhdessä näytteessä on luokka tyydyttävä ja muut ovat luokkaa välttävä tai sitä huonompi. pH:n osalta tulos on lähes samankaltainen, vain yhdessä näytteessä tulos oli välttävän ja tyydyttävän rajalla.

TAULUKKO 4. Maaperänäytteiden tulokset

Näyte	pH	Luokitus	Ravinnereservi fosfori (mg/l)	Luokitus
1	4,5	Huononlainen	330	Välttävä
2	4,8	Välttävä	200	Välttävä
3	4,6	Huononlainen	450	Tyydyttävä
4	4,7	Huononlainen	99	Huononlainen
5	4,7	Huononlainen	230	Välttävä
6	4,8	Välttävä	130	Huononlainen
7	4,7	Huononlainen	120	Huononlainen
8	4,2	Huono	69	Huono
9	5,2	Välttävä/Tyydyttävä	77	Huono
10	4,6	Huono	87	Huono

Varastofosforin määrä maanäytteistä vaihtelee yleensä 200–1200 eli huonon luokan ylärajasta hyvän luokan alarajaan. Fosforin liikkuvuus maassa on heikkoa, mutta jos kasvit onnistuvat fosforia juurillaan maasta keräämään, alenee samalla liukoisen fosforin osuus, josta seuraa se, että uuden fosforin vapautuminen maaperän reserveistä nopeutuu ja varastofosforin hyväksikäyttö lisääntyy. Fosforin ollessa sitoutunut rautaan tai alumiinioksideihin, lisääntyy sen liukoisuus, mikäli maan pH nousee. Kalkkipitoisilla ja runsaasti kalkituilla mailla fosforin liukeneminen puolestaan kasvaa maan pH:n laskiessa. (Rajala 2006, 140–141.)

Kolmen ensimmäisen näytteen varastofosforipitoisuudet ovat korkeimmat kerätyistä näytteistä. Näillä arvoilla ei kuitenkaan näytä olevan vaikutusta Elipurosta kerättyihin

vesi- ja sedimenttinäytteisiin. Näytteet 8 ja 10 on kerätty metsämailta, joissa rastrofosforin määrä on todella pieni ja maa hapanta. Varsinkin näytteen 8 alhainen tulos antaa ymmärtää, ettei metsällä ole mitään vaikutusta Elipuron tuloksiin, sillä sen läheisyydessä Elipuron vedestä ja sedimentistä mitattiin korkeita fosforipitoisuuksia.

4.3 Sedimenttinäytteet

Sedimenttinäytteet kerättiin samalla tavalla viljavuusnäytteiden kanssa. Alueen puorosta sekä sarkaojista valittiin viisi kohtaa, joista jokaisesta kerättiin sedimenttiä useammasta eri pisteestä ja niistä muodostettiin yksi näyte näytteenottoaikkaa kohden. Näytteenottoaikojen valinnassa käytettiin ensimmäisten vesinäytteiden tuloksia. Sedimenttinäytteistä tutkittiin varastofosfori sekä pH samoista syistä kuin viljavuusnäytteiden kohdalla.

Sedimenttinäytteet kerätään yleensä järvien pohjasta ja siinä tarkastellaan pohjasedimenttiä eri kerroksista jopa usean kymmenen sentin syvyydeltä. Tässä tapauksessa pohjasedimenttiä kaivettiin lapiolla noin 10–15 cm syvyydeltä ja tarkoituksena oli määrittää kuinka paljon fosforia on varastoitunut sedimenttiin. Hapellisessa ympäristössä ja rautapitoisessa vedessä fosfaattimuotoinen fosfori (PO_4) sedimentoituu pohjalle ferrifosfaattina. Olosuhteiden muuttuessa hapettomiksi, O_2 -pitoisuuden laskiessa alle 0,5 mg/l ja lisäksi redox-potentiaalın laskiessa tarpeeksi, fosforia vapautuu vesiliukoisessa muodossa. Näin perustuotanto alkaa kasvaa, jolloin happitilanne huononee edelleen ja perustuotannon palaaminen entiselleen on vaikeaa. (Särkkä 1996, 65.)








Taulukossa 5 on esitetty sedimenttinäytteiden tulokset. pH ja varastofosforin pitoisuudet ovat huomattavasti korkeammat kuin pelloilta ja metsämaalta otetuissa näytteissä. Varastofosforin viljavuusluokituksen osalta on syytä huomata, että sen luokitus loppuu 600 mg/l eli luokkaan hyvä. ”Korkea”- ja ”arveluttavan korkea” -luokkia ei ole määritetty. Viljavuusluokituksen tulkinta on esitetty taulukossa 6 (Viljavuuspalve-

lu Oy. n.d.). Tässä on kuitenkin ero kappaleen 4.2. Rajalan esittämään luokitukseen, jossa luokan hyvä alaraja oli 1200 mg/l. Tulokset ovat myös liitteessä 5.

TAULUKKO 5. Sedimentinäytteiden tulokset

Näyte	pH	Luokitus	Ravinnereservi fosfori (mg/l)	Luokitus
11	5,9	Hyvä	1380	
12	5,6	Tyydyttävä	1560	
13	6,2	Korkea	2990	
14	6,0	Hyvä	740	
15	6,1	Tyydyttävä	230	Välttävä

TAULUKKO 6. Varastofosforin viljavuusluokkien tulkinta

Maan ominaisuus	VILJAVUUSLUOKKA						
	Huono 	Huonon- lainen 	Välttävä 	Tyydyttävä 	Hyvä 	Korkea 	Arvel. korkea 
KALIUM, K mg/l - kaikki maalajit	- 250	- 500	- 1000	- 2000	-		
FOSFORI, P mg/l - kaikki maalajit	- 100	- 200	- 400	- 600	-		
MAGNESIUM, Mg mg/l - kaikki maalajit	- 250	- 500	- 1000	- 2000	-		

Näistä arvoista on mahdollista huomata, että näytteet 11, 12 ja 13 ovat varastofosforin pitoisuuksiltaan tavallista korkeammat. Näyte 14, joka on Elilammesta laskevasta ojasta, on huomattavasti alhaisempi. Näyte 15, joka on metsämaalta saapuvasta ojasta, on alhaisin. Myös pH-arvot ovat pelloilta kerättyjä näytteitä korkeampia. Myöhemmin tullaan huomaamaan, että näytteenottopaikat, joissa on sedimentteihin varastoitunutta fosforia, ovat myös vesinäytteiden perusteella eniten fosforikuormitusta aiheuttavia.

Fosforin ollessa hapettomissa oloissa ja redox-potentiaalin laskiessa, sitä alkaa vapautua vesiliukoisessa muodossa. Varsinkin näytteen numero 13 ojassa virtaus oli vähäistä ja on syytä uskoa, että siellä oli myös hapettomia olosuhteita. Kappaleessa

5.1.5 on esitetty Elipuron näytteenottopisteiden tulokset redox-potentiaalin osalta. Tästä nähdään, että vain näytteenottoaikan 11 läheisyydestä otettujen vesinäytteiden redox-potentiaaliarvo on erittäin alhainen. Kaikilla pisteillä se on kuitenkin alle arvon joka mahdollistaa fosforin liukenemisen veteen.

4.4 Ilmastolliset muuttujat

Ilmastollisista muuttujista tarkkailun kohteena ovat ilmanlämpötila sekä sademäärät. Nämä tiedot on saatu Oulangan tutkimusasemalta sekä Ilmatieteenlaitokselta. Ilmanlämpötilat on ilmoitettu päivittäisenä keskilämpötilana ja sademäärät päivittäisen sademäärän mukaan. Ilmatieteen laitoksen mittausasema, Oulangan tutkimusasema, sijaitsee Eljärveltä noin 35 km koilliseen.

Ilmanlämpötila vaikuttaa veden haihtuvuuteen sekä veden lämpötilaan. Veden lämpötilalla on vaikutus hapen ja hiilidioksidin esiintymiseen vedessä. Sademäärä puolestaan vaikuttaa suoraan valuma-alueen valuntaan. Veden virtauksen ollessa runsasta, se myös samalla laimentaa vedessä olevien ravinteiden pitoisuuksia. Sään ollessa pitkään sateeton puron ja ojien ravinteiden pitoisuudet puolestaan kasvavat valunnan ollessa pienempää. Valuma-alueen vesimääriä on lisäksi suhteutettu ympäristökeskukselta saatuihin Vääräjoen valuma-arvoihin, jonka avulla voidaan suhteuttaa mitattujen virtaamien määriä Elisuon virtaamiin valuma-alueen koon perusteella.

4.4.1 Lumen syvyys

Lumen syvyyden mittaukset suoritettiin myös Oulangan tutkimusasemalla. Heillä oli käytössä kaikkiaan kuusi mittauspaikkaa, joista tarkasteluun valittiin kolme kohdetta, sillä yhdessä mittauspaikassa lumi oli tallattu tarkoituksella putkien ympäriltä, joten lumen syvyyttä ei voitu mitata (roudanmittausputkia) ja toisessa tapauksessa kyseessä oli aidattu alue (poroaita), jossa toinen putki oli aidan sisä- ja toinen ulkopuolella. Kolmas kohde oli Ampumavaara, joka ei vastaa Elisuon tilannetta. Tarkasteluun valitut kohteet ovat: Puukkosuo (7 routaputkea), Rytiojansuo (5 routaputkea) ja Alim-

mainen Hiidenlampi (8 routaputkea). Routaputkissa on mitta-asteikko lumensyvyyden mittausta varten.

Taulukossa 7 on esitetty kolmen mittauspisteen tulokset. Jokaisen sarakkeen arvot ovat keskiarvoja kohteen omilta routaputkilta ja lisäksi oikeinpuoleisessa sarakkeessa on keskiarvo kaikista 20 routaputkesta yhteensä. Tästä voimme päätellä, että Elisuola oli vielä hieman lunta, kun automaattinen vesinäytteenotin keräsi ensimmäiset näytteet. Kun vesinäytteiden kerääminen käsin aloitettiin Elipuron varrelta, lumet olivat sulaneet pois jo muutamaa viikkoa aiemmin.

TAULUKKO 7. Lumen syvyys Kuusamon Oulangan tutkimusasemalla

Lumen syvyys	Puukkosuo	Rytiojansuo	Alimmainen Hiidenlampi	
Koordinaatit	3603382, 7366994	3604163, 7367867	3604895, 7364865	
Routaputkien määrä	7 kpl	5 kpl	8 kpl	20 kpl
Päivämäärä	Keskiarvo (cm)	Keskiarvo (cm)	Keskiarvo (cm)	Keskiarvo kaikki kohteet (cm)
05.03.	65	66	64	65
12.03.	63	65	63	63
19.03.	63	65	63	63
27.03.	68	68	67	68
02.04.	72	72	71	72
09.04.	69	69	68	68
16.04.	49	51	53	51
23.04.	52	54	53	53
30.04.	41	43	41	41
07.05.	0	3	2	2
14.05.	0	0	0	0

4.4.2 Roudan syvyys ja häviäminen

Roudan syvyydestä ja sen häviämisestä saatiin tulokset myös Oulangan tutkimusasemalta. Paikat ovat samat kuin lumen syvyyttä mitatessa ja mitattu samoilla routaputkilla. Roudasta oli mitattu myös arvot, joissa routa oli sulanut maan pinnasta. Kaikkiaan 20 eri routaputkesta kuitenkin vain neljällä mittausputkella routa oli sulanut maanpinnasta joitakin senttejä, ennen kuin se oli sulanut syvemmältä. Ajankohdana oli ennen 7.5. mitatut tulokset. Lähinnä roudan häviäminen maanpinnasta näytti toteutuvan kohteissa, joissa lunta oli tallattu talven aikana. Tästä syystä kyseisiä mittauksia ei ole huomioitu tämän työn tarkastelussa.

Taulukossa 8 on puolestaan esitetty roudan syvyys samalla tavoin kuin lumen vyyttä tarkasteltiin. Lumen syvyyden mukaisesti, myös routa oli hävinnyt lähes kokonaan 7.5. tarkastetuissa mittauksissa. Tästä voidaan päätellä myös se, ettei roudalla ole vaikutusta Elipurosta kerättyihin näytteisiin.

TAULUKKO 8. Roudan syvyys Oulangan tutkimusasemalla

Roudan syvyys	Puukkosuo	Rytiojansuo	Alimmainen Hiidenlampi	
Koordinaatit	3603382, 7366994	3604163, 7367867	3604895, 7364865	
Routaputkien määrä	7 kpl	5 kpl	8 kpl	20 kpl
Päivämäärä	Keskiarvo (cm)	Keskiarvo (cm)	Keskiarvo (cm)	Keskiarvo kaikki kohteet (cm)
05.03.	-8	-4	-9	-7
12.03.	-8	-4	-9	-7
19.03.	-8	-5	-9	-7
27.03.	-7	-5	-9	-7
02.04.	-8	-5	-10	-8
09.04.	-8	-5	-10	-8
16.04.	-12	-6	-10	-9
23.04.	-7	-5	-10	-7
30.04.	-6	-5	-10	-7
07.05.	-2	-5	-7	-5
14.05.	0	0	0	0

5 VEDENLAATU

Veden laatu määrää yleensä veden soveltuvuuden vedenhankintaan, kalavedeksi sekä virkistyskäyttöön. Laatuun voivat vaikuttaa vesistöjen luontaiset ominaisuudet ja ihmisen toiminnan vaikutukset. Veden laatua kuvataan yleensä muuttujilla, joita ovat mm. ravinteiden ja levien määrästä johtuva rehevyys, humuksen ja hapen pitoisuudet, sameus sekä näkösyvyys, hygieeninen laatu, levähaitat ja mahdollisten myrkyllisten aineiden esiintymät. Koillismaata voidaan kutsua Pohjois-Pohjanmaan järvivaitaksi järvien lukumäärän ja pinta-alan perusteella ja niin Kuusamossa kuin Taivalkoskella vesistöt ovatkin yleensä selvästi kirkasvetisempiä ja vähäravinteisempiä kuin Perämeren rannikkoalueilla. (Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus 2008.)

Oivangin nuorisokeskuksen takia Eljärvellä on keskeinen virkistysellinen arvo. Nuorisokeskuksessa on kansainvälistä ja aktiivista toimintaa varsinkin kesäaikaan. Vuon-

na 1986 aloitettiin vedenlaatutarkkailu uimarannalla, jolloin löydettiin sinilevää (*Anabaena flos-aquaceae f. lemmermannii*). Sinileväkukinnot ovat olleet toistuvia ja tästä syystä useina kesinä Elijärvessä on astunut voimaan uimakielto. Uintikielto ei tee hyvää nuorisokeskuksen eikä kaupungin imagolle pohjoisen Suomen matkailupitäjänä. (Kaski 2005, 17.)

Taulukossa 6 on tuloksia vuosilta 1998–2004, kun Elijärvi kuului valtakunnalliseen leväseurantaan. Luokka 1 tarkoittaa lieviä levähavaintoja havaittavissa, ja luokka 3 tarkoittaa massaesiintymiä. Veden hygieeninen laatu näinä vuosina on säilynyt hyvänä. (Kaski 2005, 18.) Vuoden 2004 jälkeen Elijärvi ei ole kuulunut valtakunnallisen leväseurannan piiriin, mutta sitä on seurattu Kuusamon ympäristötoimen toimesta. Kesällä 2008 Elijärvessä ei suoritettu kemikalointia ja järvi oli uimakiellossa sinilevän takia heinä-elokuussa (Kilpivaara 2009). Ympäristöhallinnan Hertta-tietokantaan kirjattujen näytteiden perusteella vuonna 2008 näytteenoton yhteydessä on havainnoksi kirjattu vedessä levämäistä vihertymää sekä vuonna 2009 veden vihertävän.

Taulukkoon 9 on lisätty Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskukselta saatuja tietoja vuosilta 2005–2009. Levien esiintymisen runsautta tarkasteltaessa on hyvä muistaa, että yleensä havainnot tehdään silmämääräisillä havainnoilla ja mikäli näyte kerätään järvestä pulloon, se kerätään yleensä järven pahimmasta kohdasta. Levää ei välttämättä ole koko järvessä niin runsaasti kuin pienen näytteen perusteella voi arvioida. Levän määrä vaihtelee järven eri osissa myös tuulen vaikutuksesta. (Näpänkangas 2009.)

TAULUKKO 9. Leväseurannan tulokset 1998 - 2009

Viikko/ vuosi	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
1998	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0			
1999	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	2	2	1	1		
2000	1	0	0	0	0	1	2	2	1	1	1	1	0	1	1	
2001	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1			
2002	1	2	2	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2			
2003	1	1	1	1	2	2	2	2	2		2	2	2			1
2004	0	0	1	1	2	1	1	1	2	2	3	3	1	1		
2005								1	1							
2006													1			
2007																
2008						1			2							
2009		0	1	1	1	1	1	2	2	1	1	0	0	0	0	0

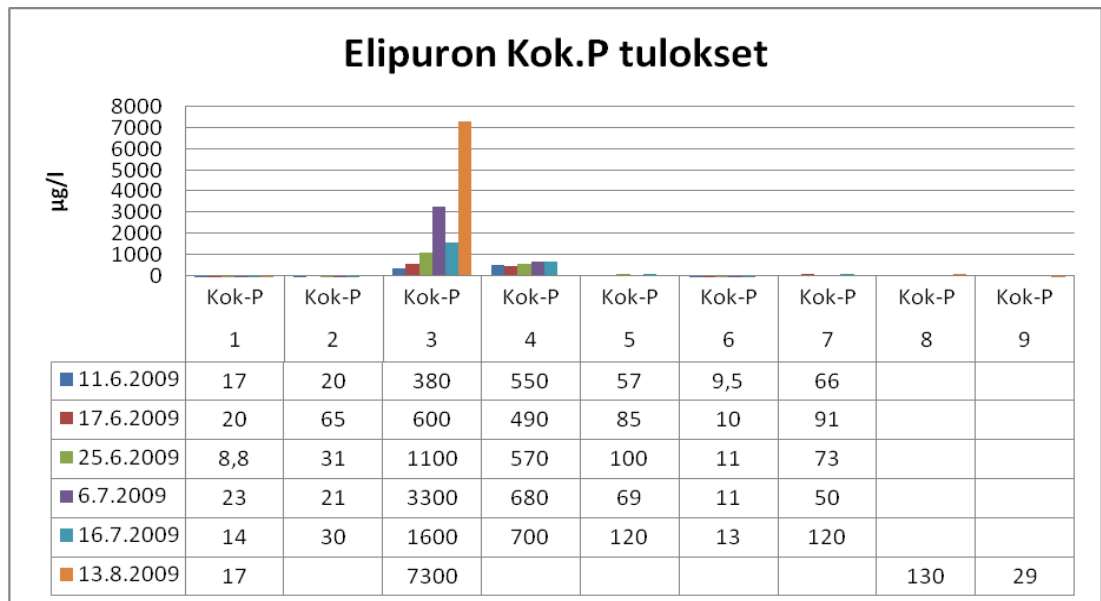
Elipuron ja Elilammen vedenlaadusta ei ole kesää 2008 aiempia kattavia tuloksia.

Kesän 2008 tuloksia on käyty läpi aiemmin kappaleessa 2.4.3. ja niiden perusteella alettiin tutkia lisää Elipuron ja Elilammen ja niiden lähiympäristön vaikutusta Elijärven tilaan. Seuraavissa kappaleissa käsitellään tarkasteltuja muuttujia erikseen ja tuloksia vertaillaan myös muihin julkaisuihin.

5.1 Vesianalyysitulokset ja niiden tarkastelu

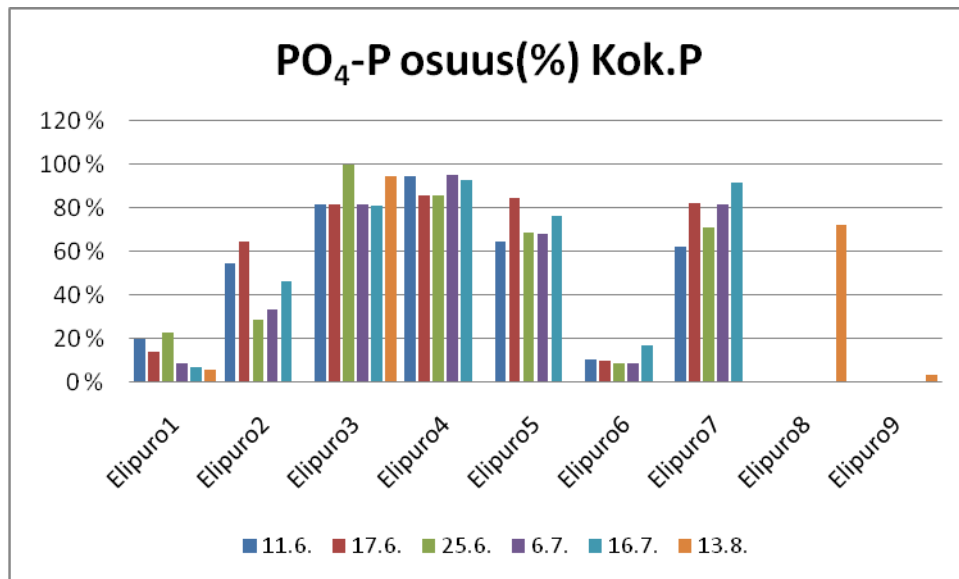
Vesinäytteet on analysoitu Rovaniemellä Lapin Vesitutkimus Oy:n laboratoriossa.

Tulokset ovat kokonaisuudessaan liitteissä 6 ja 7. Vesinäytteiden yhteydessä näytteenottopaikoilta on mitattu käsimittarein arvoja, joita myös käsitellään tuloksien yhteydessä. Käsini mitatut tulokset ovat kokonaisuudessaan liitteessä 8. Elipurosta mitattujen näytteiden arvot vaihtelevat erittäin paljon. Suurimmat kokonaisfosforipitoisuudet mitattiin pisteellä Elipuro 3, jossa pitoisuus oli korkeimmillaan 7300 µg/l. Pienimmät kokonaisfosforipitoisuudet puolestaan olivat pisteellä Elipuro 6, jossa pitoisuus oli korkeimmillaan 13 µg/l. Näytteenottopisteiden ja näytekertojen erot ovat niin suuret, ettei niitä voi järkevästi kuvata kaaviolla. Kuitenkin kuviosta 14 voi nähdä, näytteenottopisteet 3 ja 4 ovat muita pisteitä huomattavasti kuormittavampia.



KUVIO 14. Elipuron tuloksia

Myös liukoisen fosforin osuus kokonaisfosforipitoisuuksista on huomattavan korkea. Tarkat tulokset fosfaattifosforin määrästä löytyy liitteistä 6 ja 7, jossa on myös laskettu fosfaattifosforin prosentuaalinen osuus kokonaisfosforista. Kuviossa 15 on esitetty kuinka fosfaattifosforin osuus lisääntyy Elipurossa mitatuista näytteistä. Pienimmillään sen osuus on juuri Elilammesta lähtevästä vedestä sekä metsämaalta tulevasta ojasta. Elipuro 8 ja 9 näytteet on otettu vain kerran, joten niitä ei voida täysin verrata muihin näytteenottopisteisiin.



KUVIO 15. Fosfaattifosforin %-osuus kokonaisfosforista

5.1.1 Kokonaisfosfori

Levien kasvua rajoittava ravinne on yleensä fosfori, sillä tietyt sinilevät pystyvät ottamaan typpeä suoraan ilmasta. Vesistökuormituskartoituksessa Etelä-Pirkanmaan alueella tutkittiin ojien fosforipitoisuuksia (Jansson, Närvänen & Puronummi 2003, 19). Näitä tuloksia on vertailtu Elisuolta otettuihin näytteisiin. Keskiarvo Etelä-Pirkanmaan ojista mitatuille kokonaisfosforipitoisuuksille on 131 µg/l (ks. taulukko 10), kun taas Elipurosta mitattujen pitoisuuksien kaikkien vesinäytteiden keskiarvo on 458 µg/l (ks. taulukko 11). Elipuron näytteenottopisteiden 1, 2, 5, 6 ja 7 keskiarvot ovat alhaisemmat kuin Etelä-Pirkanmaalla suoritetuissa kokeissa, mutta puolestaan pisteillä 3 ja 4 pitoisuudet ovat huomattavasti korkeammat. Samojen pisteiden läheisyydestä kerättyjen sedimenttien varastofosforipitoisuudet todettiin tavallista korkeammiksi. Lisäksi on huomioitava, että Etelä-Pirkanmaalla kerätyt ojien vesinäytteet sijaitsivat viljelykäytössä olevien peltojen läheisyydessä.

TAULUKKO 10. Vesinäytetulojen keskiarvoja ojista Etelä-Pirkanmaalla

Vesinäytetulojen keskiarvoja Etelä-Pirkanmaalla				
	Kok.P (µg/l)	PO ₄ -P (µg/l)	%	Näytteiden määrä (kpl)
Nuutajärven alue kaikki ojat	147	35	24 %	18
Jallannin alue ojat	255	79	31 %	5
Lontilanjokialueen ojat	75	8	11 %	4
Vallonoja	155	24	15 %	5
Iso-Viranoja	102	28	27 %	4
Korentioja	50	13	26 %	4
Keskiarvo	131	31	24 %	

TAULUKKO 11. Elipuron näytteenottopisteiden Kok-P pitoisuuksien keskiarvot

Näytteenottopiste	Keskiarvo µg/l
Elipuro1	17
Elipuro2	33
Elipuro3	2380
Elipuro4	598
Elipuro5	86
Elipuro6	11
Elipuro7	80
Kaikkien näytteiden keskiarvo	458

Elipuro 3 näytteenottopisteessä veden virtaama oli huomattavasti pienempää kuin muilla mitatuilla pisteillä ja tästä syystä on syytä olettaa, että virtaava vesi ei myöskään päässyt laimentamaan fosforipitoisuutta samalla tavalla kuin muissa näytteenottopisteissä. Veden korkeus ojassa oli 5–10 cm. Elipuro 4 näytteenottopisteessä vettä oli enemmän näytteitä kerätessä, noin 30–40 cm, mutta siinäkin ei virtaus ollut niin tehokasta kuin pisteillä 1, 2, 5, 6 ja 7. Veden virtauksen vähyydestä johtuva alhainen happipitoisuus aiheuttaa mahdollisesti fosforin liukenemisen veteen ja samalla kiihdyttää fosforin omaa tuotantoa. Elipuron vedestä pystyi havaitsemaan kesän aikana pölymäisen kiintoaineen, jonka määrä lisääntyi kesän edetessä. Elipuron 3 ja 4 näytteenottopisteillä veden pinnalta oli vihreää kasvustoa, jonka määrä lisääntyi kesän edetessä.

5.1.2 Fosfaattifosfori

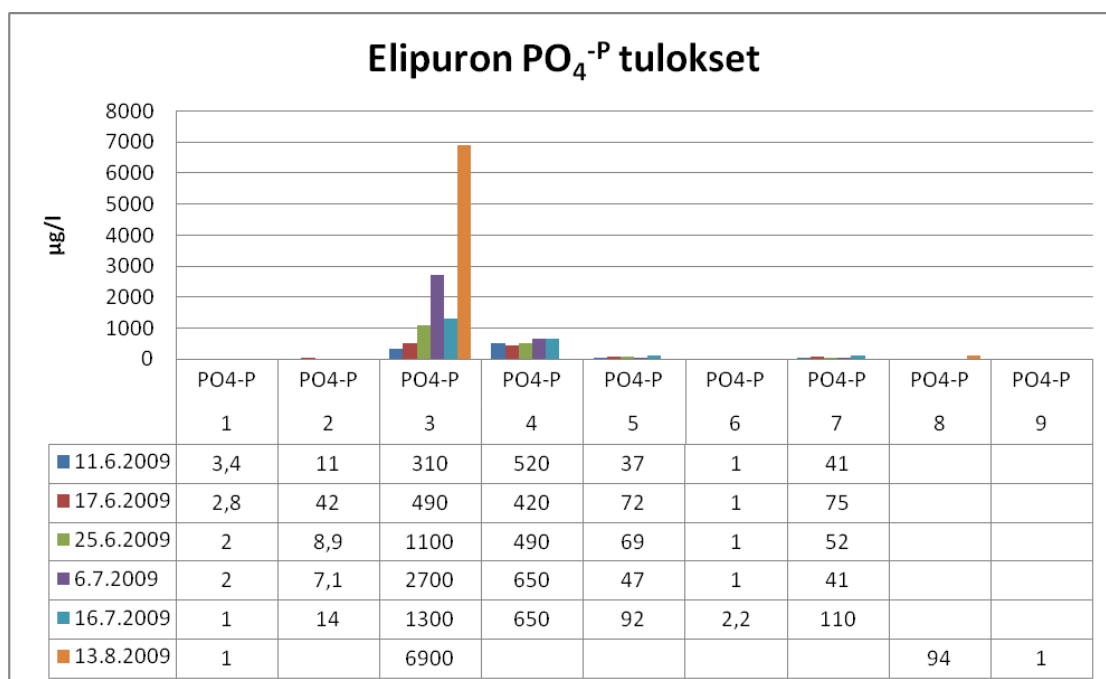
Fosfaattifosfori on kokonaisfosforista liuennut epäorgaaninen osa, jonka pitoisuus luonnonvesissä ovat yleensä hyvin alhaiset. Kasvukaudella levät käyttävät liukoisen fosforin hyväkseen ja jokivesissä fosfaattia esiintyy yleensä enemmän kuin järvissä. Tämä johtuu veden virtauksen haitallisesta vaikutuksesta levästön muodostumiseen. Talvella tuotannon ollessa vähäistä fosfaattifosforia voi esiintyä 5–10 µg/l ja rehevisissä vesissä jopa 20–25 µg/l. Korkeat fosfaattipitoisuudet vesistöissä voivat viitata suoriin jätevesipäästöihin. (Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus 2006.)

Fosfori, joka on sitoutunut eloperäiseen ainekseen, mineralisoituu lähinnä fosfaattifosforiksi. Liukoinen fosfaattifosfori sitoutuu tehokkaasti hiukkasmaisiin epäorgaanisiin yhdisteisiin tai se voi sitoutua myös biologisesti. Sedimentoitunut aines, johon fosfaattifosfori on sitoutunut, hautautuu uuden hiukkasmaisen aineksen laskeutessa aiempien kerrosten päälle ja alemmat kerrokset ovat hapettomassa tilassa. Hapettomassa tilassa rautaoksidit pelkistyvät, jolloin niihin sitoutunut fosfori vapautuu hiukkasten lomassa olevaan huokosveteen, josta se voi liikkua ylöspäin ja vapautua sedimentistä veteen. Hapettomissa oloissa fosforin vapautuminen pohjasta veteen lisääntyy yleensä runsaasti. (Suomen ympäristökeskus 2009.)

Verratessa fosfaattifosforin pitoisuuksia vesistökuormituskartoitukseen Etelä-Pirkanmaan alueella (ks. taulukko 10) huomataan, että Elipurosta kerätyt näytteet (ks. taulukko 12) sisältävät huomattavan paljon enemmän liukoista fosforia neljällä näytteenottopisteellä ja liukoisen fosforin osuus kokonaisfosforipitoisuudesta on korkea. Kuviossa 16 on esitetty kaikkien näytteenottopisteiden tulokset fosfaattifosforin osalta. Pisteet Elipuro 3, 4, 5 ja 7 sisältävät huomattavan paljon liukoista fosforia. Pisteet Elipuro 1, 2 ja 6 puolestaan sisältävät vähän liukoista fosforia. Elipuro 1 tulee suoraan Elilammesta ja Elipuro 6 metsämaalta. Elipuro 2:ssa on jo huomattavissa hieman liukoisen fosforin kohoamista, mutta ero on valtava verrattuna pisteeseen 3, sillä näillä näytteenottopisteillä ei ole välimatkaa kuin 10 metriä.

TAULUKKO 12. Elipuron näytteenottopisteiden fosfaattifosforin pitoisuuksien keskiarvot sekä osuudet kokonaisfosforimäärästä

Näytteenottopiste	Keskiarvo $\mu\text{g/l}$	%-määrä kokonaisfosforista
Elipuro1	2	12 %
Elipuro2	17	51 %
Elipuro3	2133	90 %
Elipuro4	546	91 %
Elipuro5	63	73 %
Elipuro6	1	9 %
Elipuro7	64	80 %
Kaikkien näytteiden keskiarvo	404	88 %



KUVIO 16. Elipuron näytteiden tulokset liukoisen fosforin osalta

5.1.3 Happi

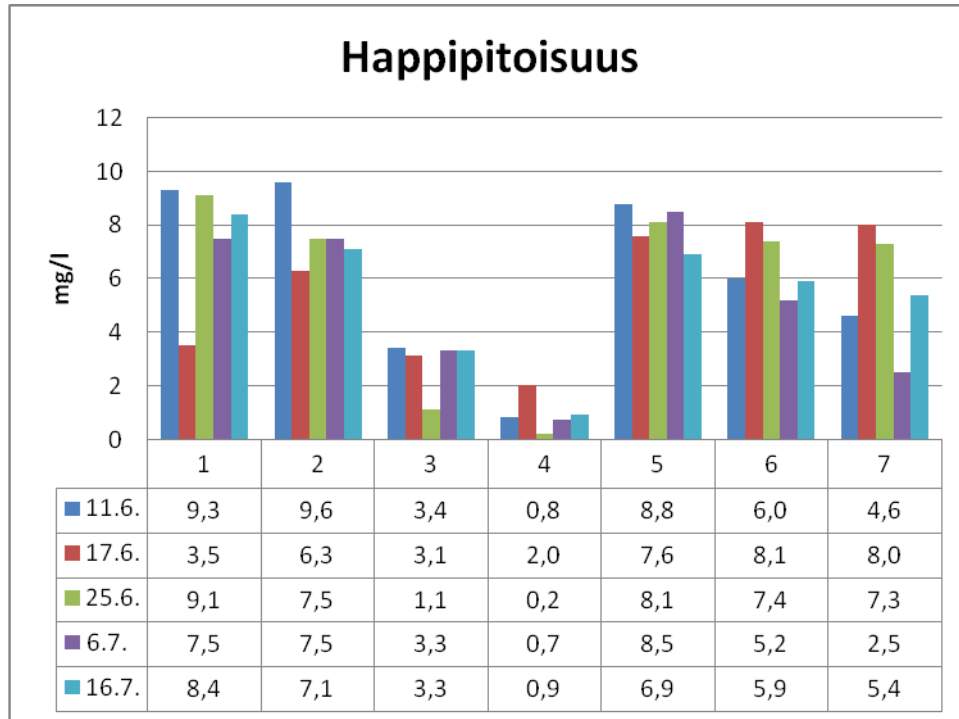
Vesistöntutkimuksessa seurataan happipitoisuuksia ja siitä voi saada hyvän yleiskuvan vesistön tilasta. Puhtaiden vesien happipitoisuuksissa on huomattavia ajallisia ja paikallisia vaihteluita, mutta myös rehevöityminen vaikuttaa merkittävästi happipitoisuuteen. Rehevöitymisestä seuraava kasvillisuuden perustuotannon lisääntyminen aiheuttaa hapen puutetta tai mahdollisesti happikadon. Tällöin pohjasedimentistä

vapautuu ravinteita, erityisesti fosforia, ja seurauksena on itseään ylläpitävä ilmiö.
(Oulun yliopisto n.d.)

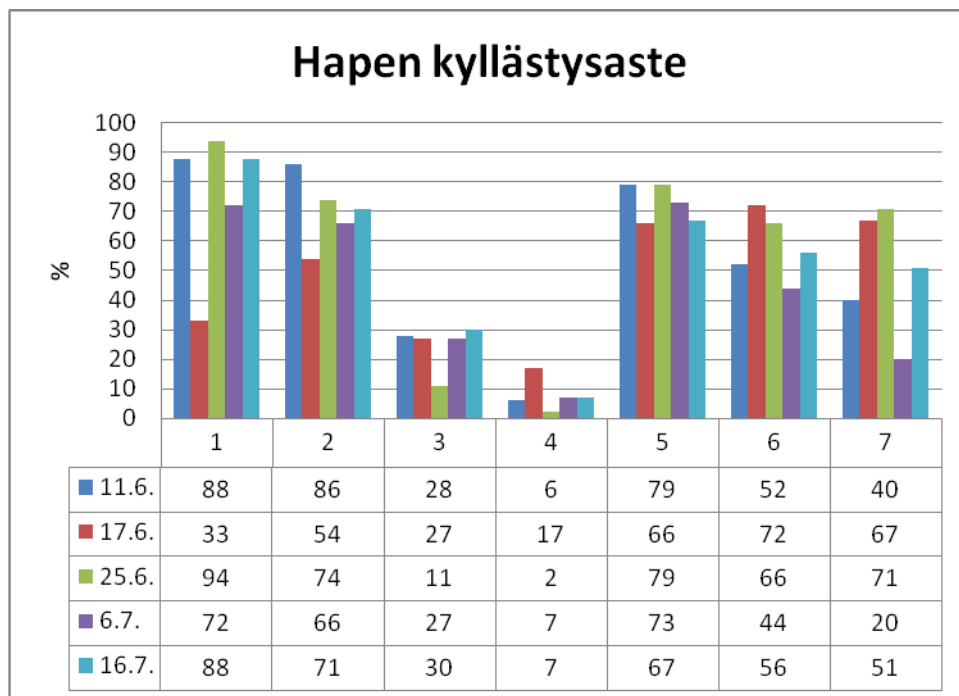
Happi on osallisena monessa tärkeässä kemiallisessa ja biologisessa reaktiossa. Hapteen kuluu kasvien ja eläinten hengitykseen ja sitä tulee lisää veteen ilmakehästä sekä vedessä tapahtuvassa fotosynteesissä. Hapen esiintymiseen vedessä vaikuttaa myös veden lämpötila ja vedessä tapahtuva kemiallinen hapettuminen. (Särkkä 1996, 50–51.)

Talvella normaalin päällysveden ollessa 0,5–1 °C happipitoisuus on noin 12–13 mg/l. Kesällä 18–20 °C asteisen veden happipitoisuus on noin 8–9 mg/l eli veden lämpötilan kasvaessa hapen liukoisuus veteen pienenee. Happipitoisuuden laskiessa alle 0,5 mg/l, on kyseessä happivajaus. Happipitoisuutta tarkkailtaessa on syytä kiinnittää huomiota myös hapenkyllästysasteeseen. Hapettomassa vedessä rauta- ja mangaanipitoisuudet lisääntyvät. Hyvässä talousvedessä happipitoisuus on yli 8 mg/l ja hapenkyllästysaste on 70–80 %. (Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus 2006.)

Elipurosta mitatuista happipitoisuuksista voidaan todeta, että Elipuro 3 ja 4 -pisteiden vedessä on huomattavasti tavallista alhaisemmat happipitoisuudet (ks. kuvio 17) sekä hapen kyllästysasteet (ks. kuvio 18). Kun verrataan Elipuro 5 ja Elipuro 7 pisteiden tuloksia, on näiden pisteiden välillä tapahtunut arvojen laskemista, vaikka niiden välillä ei ollut suurta eroa kokonaisfosforin ja fosfaattifosforin välillä. Syyksi tähän vaihteluun voisi ajatella, että pisteellä 7 virtaavan veden määrä on runsaampaa ja virtaus on hidastunut, jolloin happi ei sekoitu veteen niin hyvin kuin pisteellä 5.



KUVIO 17. Mitatut happipitoisuudet Elipurossa



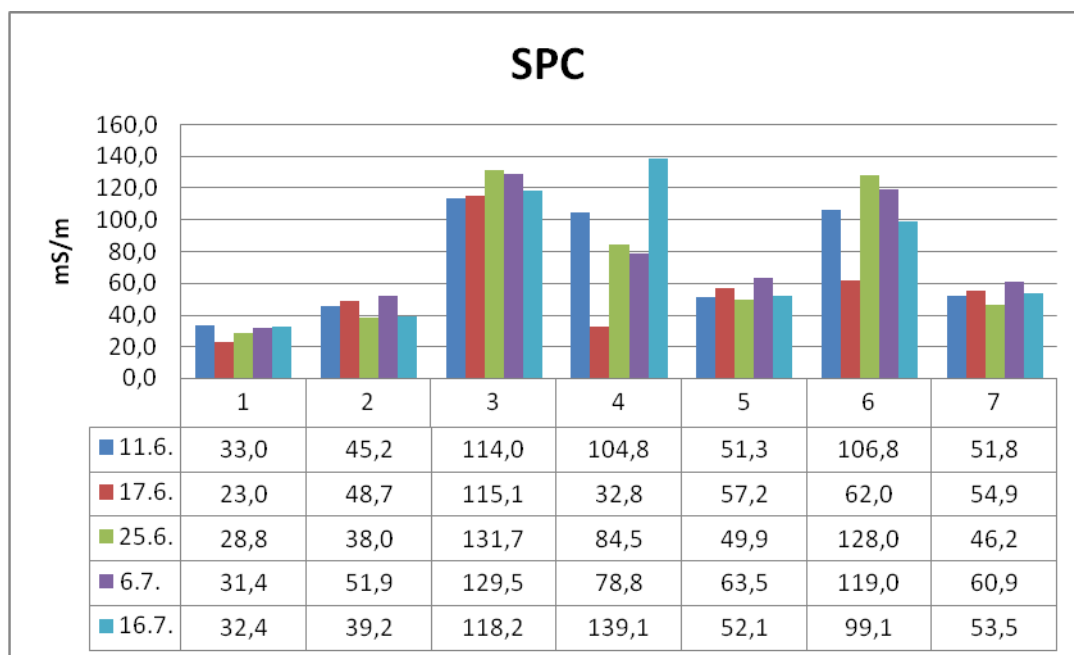
KUVIO 18. Mitatut hapen kyllästysasteet Elipurossa

5.1.4 Sähkönjohtavuus SPC

Sähkönjohtokyky SPC (Streaming potential coefficient) eli veden elektrolyyttien johtokyky, on miedoissa liuksissa suoraan verrannollinen liuenneiden elektrolyyttien määrään. Sähkönjohtavuus ilmaisee siis veteen liuenneiden suolojen määrää jonka seurauksena voidaan päätellä, että mitä suurempi arvo, sitä suurempi pitoisuus. Suomen sisävesissä sähkönjohtokyky on tyypillisesti 5–13 mS/m (millisiemenssiä metriä kohti). (Särkkä 1996, 50.)

Sisävesialueilla sähkönjohtavuutta lisäävät orgaaniset ainekset, jotka hajotessaan vapauttavat ioneja. Elektrolyyteiksi kutsutaan aineita, jotka hajoavat vesiliuoksessa muodostaen sähköisesti varautuneita hiukkasia eli ioneja ja tekevät veden sähköä johtavaksi. Orgaaniset aineet lisäävät sähkönjohtavuutta, sillä ne vapauttavat hajotessa ioneja. Arvot jätevesissä ovat 50–100 mS/m ja Itämeressä 1000–1200 mS/m. (Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus 2004.)

Kuviossa 19 on esitetty Elipurossa suoritettujen sähkönjohtavuusmittausten tulokset. Suurimmat arvot ovat näytteenottopisteellä 3, mutta myös pisteet 4 ja 6 ovat muita korkeampia. Pisteiden 6 vedet tulevat metsämaalta jossa maaperä on kivennäismaata, joten voisi päätellä, että sieltä tulee enemmän elektrolyyttejä. Tämä poikkeaa muista tuloksista siinä, että muissa mitatuissa määreissä pisteellä 6 on ollut alhaisimpia arvoja. Pisteiden 5 ja 7 välillä ei ole juuri eroja, kuten ei ollut aiemmin happipitoisuudessa ja hapenkyllästysasteessa.



KUVIO 19. Sähkönjohtoarvot Elipurossa

5.1.5 Redox-potentiaali (ORP)

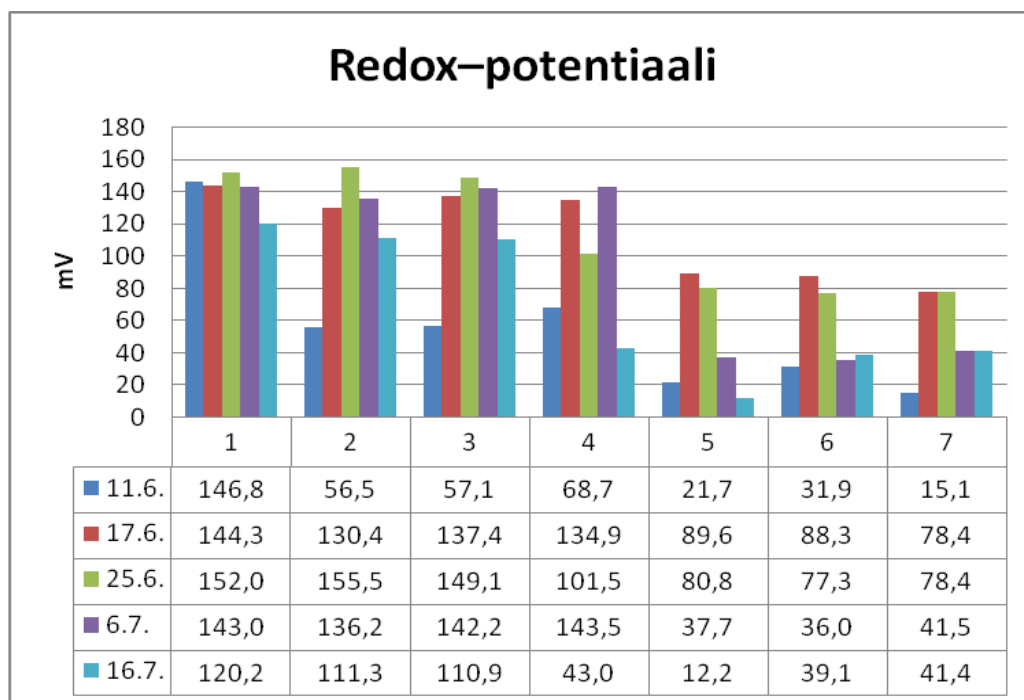
ORP (Oxidation reduction potential) tarkoittaa Redox-potentiaalia eli hapetus-pelkistysastetta. Se kuvaa sitä sähköistä jännitettä joka syntyy kun liuoksessa olevat yhdisteet pyrkivät hapettumaan tai pelkistymään, toisin sanoen vastaanottamaan tai luovuttamaan elektroneja. Luonnonvesissä Redox-potentiaalin arvoon vaikuttavat pH:n lisäksi hiili, happi, typpi, rikki, rauta ja magnaani. Luonnonvesissä Redox-potentiaaliarvot vaihtelevat 380–500 mV (millivoltti) sisällä ja vasta lähes hapettomissa vesissä ne alkavat pienentyä rajusti. (Salo 2009.)

Happipitoisuuden laskiessa myös Redox-potentiaali laskee, mutta niiden välinen riippuvuussuhde ei ole selvä, sillä Redox-potentiaaliarvoon vaikuttaa myös pelkistyneiden aineiden määrä. Redox-potentiaaliarvo voi laskea negatiiviselle puolelle, aina -250 mV:iin saakka. Vedessä liuenneena olevan hapen määrä vaikuttaa arvoihin vasta pitoisuuden ollessa erittäin alhainen. Veden ja pohjasedimentin kosketuspinnassa tapahtuville reaktioille on tärkeää raudan hapettumista ja pelkistymistä ohjaava noin 200 mV:n Redox-potentiaali. Redox-potentiaalin ollessa yli 200 mV, liukenemattomat

ferryhdisteet (Fe^{+++}) pysyvät sedimentin pinnalla, mutta sen laskiessa alle 200 mV:n, ferryhdisteet muuttuvat ferroyhdisteiksi (Fe^{++}) ja alkavat liukenemaan veteen. (Särkkä 1996, 60–62.)

Vesistön kannalta tällä raudan pelkistymisellä on suuri merkitys, sillä liukenevan ferroraudan mukana pääsevät pohjasedimentistä veteen liukenemaan monet muutkin aineet, kuten tärkein kasvisravinne fosfori. Tästä seurauksena voi olla äkillinen rehevöitymisen kiihtyminen. Tästä syystä ferroraudalla on tärkeä rooli tutkittaessa likaantuneita pohjasedimenttejä. Redox-potentiaali ei sellaisenaan ole minimitekijä pohjaeläimistöille, happipitoisuuden ollessa alhainen, vaan se kuvastaa tiettyjen avainyhdisteiden runsautta. Hapen loppuessa vedestä, veteen liennut ferrorauta loppuu arvon alittaessa 120 mV:ssa, tosin tilanteeseen vaikuttaa myös muu ympäristö. (Särkkä 1996, 61–62.)

Elipurosta mitatut Redox-potentiaaliarvot on esitetty kuviossa 20. Kaikilla näytteenottopisteillä ORP- arvo on alle 200 mV. Tämä mahdollistaa fosforin liukenemisen veteen sedimentistä, mutta kun katsotaan happipitoisuutta kuviosta 17, nähdään, että juuri pisteillä 3 ja 4 hapen vähyys mahdollistaa fosforin liukenemisen veteen. Arvojen ollessa useamman kerran yli 120 mV, ferrorauta ei ole kuitenkaan päässyt täysin loppumaan kyseisiltä pisteiltä. Muilla pisteillä happipitoisuus on lähes normaalia luokkaa.



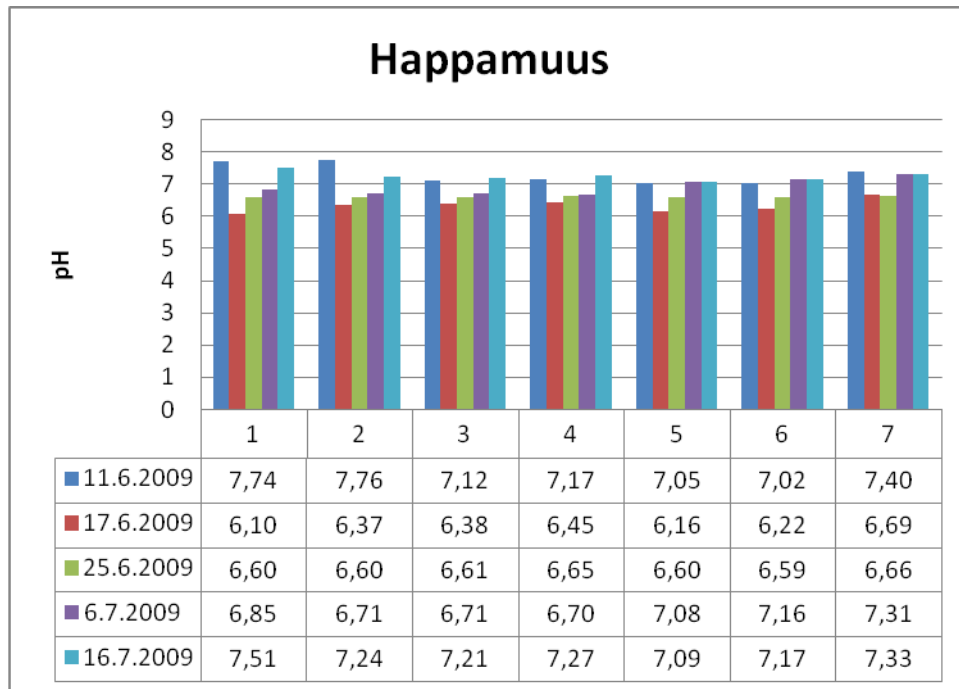
KUVIO 20. Elipurosta mitatut ORP- arvot

5.1.6 Veden pH

Veden happamuus eli pH perustuu vesistöissä hiilihappotasapainoon. Happamoitumista aiheuttaa hiilidioksidi (CO_2), kasvien erittämät orgaaniset aineet sekä niiden suorittamat ioneiden vaihdot ja ihmisten toiminnasta aiheutuvat rikin ja typen oksidien päästöt. Yleensä Suomen sisävesissä pH on 6–7. (Salo 2009.) Suomessa myös humusaineet vaikuttavat veden ionitasapainoon. Päälysveden happamuudessa esiintyy vuorokautista vaihtelua, johon on syynä fotosynteesissä kuluvan hiilidioksidin voimakas vaihtelu. (Särkkä 1996, 59.)

Kesäisin biologinen toiminta ja yhteyttäminen ovat aktiivisia, jolloin myös pH-arvot nousevat. Yleensä keväällä lumien sulamisen ja syksyllä sateiden mukana valuma-alueelta tulee runsaasti vettä, jolloin sadevesi ei ehdi neutraloitua maaperän vaikutuksesta ja vesistöihin valuu hapanta vettä. Yhteyttämisreaktiossa kulunut hiilidioksidi pyrkii korvautumaan ilmakehän hiilidioksidilla ja mikäli hiilidioksiditasapainoa ei saavuteta, pH nousee. (Lindholm 2005, 18–19.)

Elipurosta mitatut pH-arvot on esitetty kuviossa 21, jonka mukaan pH-arvot ovat normaaleja, sijoittuen 6–7 välille. Varsinkin näytteenottopisteille 3 ja 4 olisi voinut odottaa korkeampia pH-arvoja. Korkeiden fosforipitoisuuksien perusteella niissä pitäisi olla vapaa hiilidioksidi kulutettu loppuun kasvien yhteyttämisen vuoksi. Tämä puolestaan nostaisi pH-arvoa suuremmaksi, jonka perusteella voi päätellä, ettei Elipurossa esiinny sinileväkasvillisuutta ainakaan heinäkuun puoleen väliin mennessä.



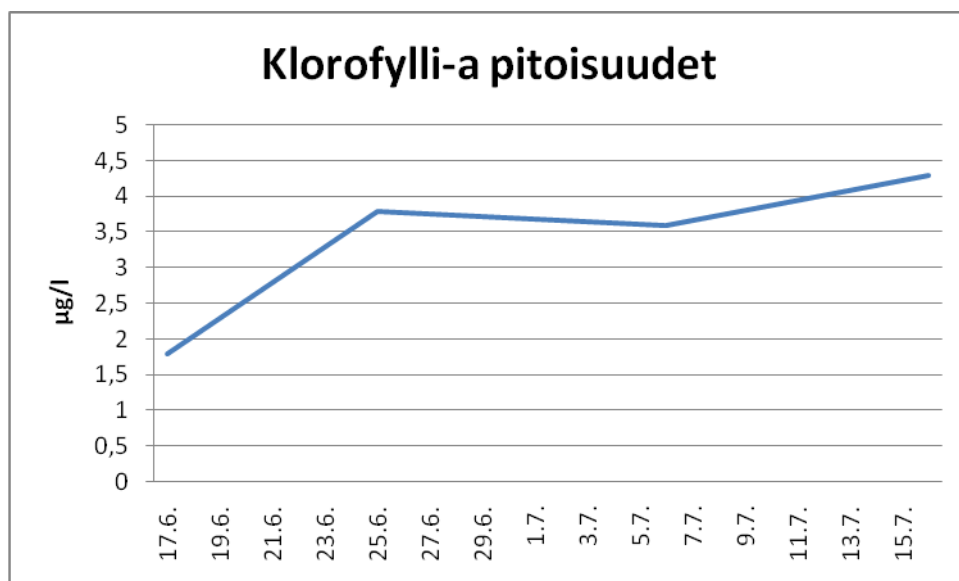
KUVIO 21. Elipurosta mitatut pH-arvot

5.1.7 Klorofylli-a

Lehtivihreällisten planktonlevien määrää vedessä kuvastaa klorofylli-a pitoisuus. Vessissä se on verrannollinen järven rehevyystasoon. Klorofyllimäärityksiä tehdään vain avovesikaudella ja niitä tulisi tehdä useita kesän aikana, sillä sääolosuhteilla näytteenotonaikana on vaikutusta levien runsauteen. Järviä on mahdollista luokitella klorofylli-a -pitoisuuksien mukaan ja pitoisuuden ollessa alle 4 µg/l järvi on karu ja sen ollessa yli 10 µg/l viittaa pitoisuus jo järven rehevyyteen. (Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus 2006.)

Elipurosta klorofylli-a mitattiin vain havaintopisteeltä Elipuro 7 neljä kertaa jaksolla 17.6–16.7 (ks. kuvio 22). Vain viimeisessä mittauksessa pitoisuus ylitti luokan ”karu”. Viimeisellä mittauskerralla ilma oli lämmin ja ajanjakso heinäkuun puoliväli, joten se on myös planktonleville otollisinta kasvuaikaa. Kuitenkin Klorofylli-a pitoisuudet olivat pienemmät mitä olisi voinut ajatella, sillä ojissa oli havaittavissa vihreitä kasvimassoja.

Elipuro ja sarkaojat ovat suurelta osalta pajupensaiden ympäröimä, jotka puolestaan estävät valon pääsyä puron ja ojien pohjalle. Valo vaikuttaa vesissä olevien perustuottajien tuotantomäärään, joka voi olla osasy, etteivät levät kasva niin runsaasti kuin ravinnepitoisuuksien perusteella voisi päätellä. Klorofylli-a -pitoisuudet tukevat pH-arvojen tuloksia, ettei sinilevä kasva vielä Elisuon alueella heinäkuun puoleen väliin mennessä.

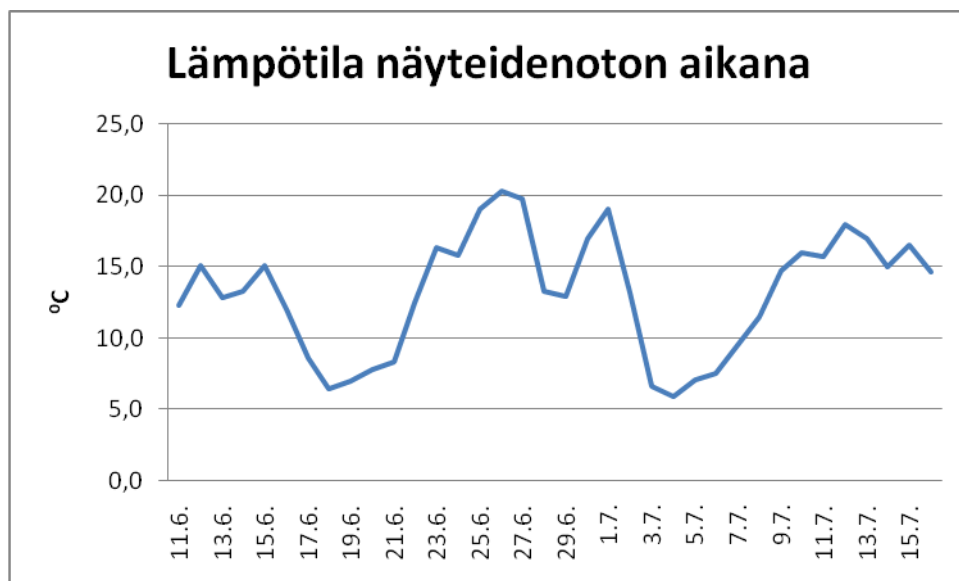


KUVIO 22. Mitatut Klorofylli-a -pitoisuudet

5.1.8 Sademäärä, ilman- ja vedenlämpötila

Kuusamon alue on ilmastoltaan eri tekijöiden kohtauspaikka. Mantereisen osan ilmastollista ankaruutta lauhduttaa Golf-virran tuomat piirteet. Näiden yhteisvaikutuksesta syntyy alueellisia eroja. Vuodenaikojen rytmi on erilainen verrattuna maamme eteläosiin. Lyhyt ja toiminnoltaan nopea kesä sekä pimeä, runsasluminen talvi antavat luonnolle omaleimaisuuden. Terminen talvi on vuodenajoista pisin kestäten lokakuun puolivälistä huhtikuun loppuun. Talvi kestää vuodesta riippuen 6–7 kuukautta ja vuosittain vaihtelee myös muut tekijät: sademäärä, lämpötila, lumentulo ja lähtö sekä vesistöjen jäätyminen ja sulaminen. (Metsähallitus 2009.)

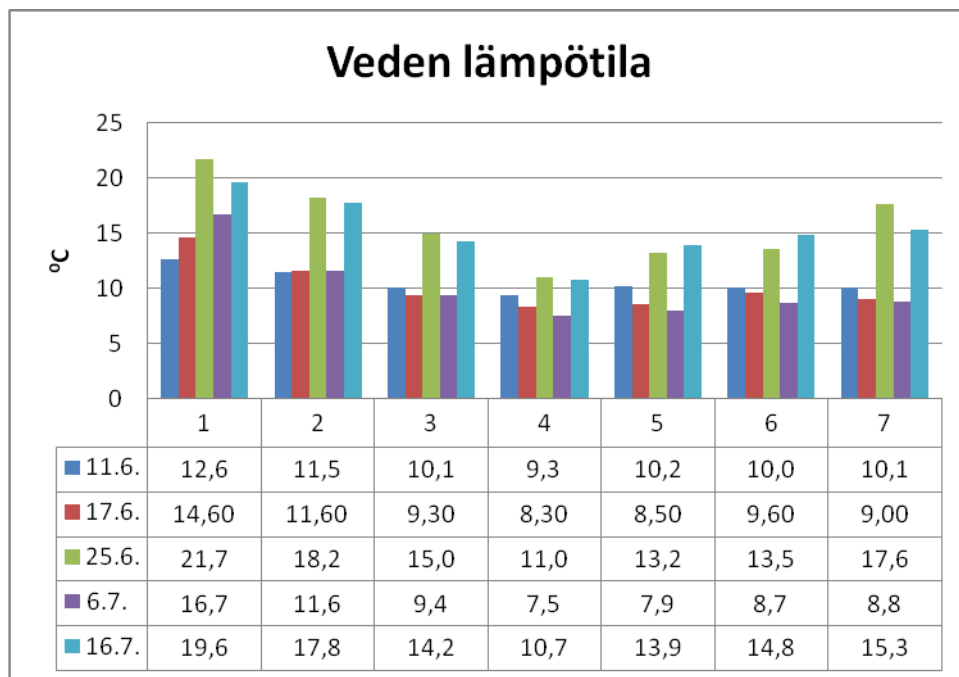
Ilmatieteenlaitoksen (2009) mukaan Suomen kesä 2009 oli hieman keskimääräistä lämpimämpi ja sademäärät olivat keskiarvojen mukaisia. Seuraavissa kuvioissa esitellään Oulangalla mitattujen säähavaintojen muutoksia kesän 2009 aikana Kuusamossa. Kuvioita 23 ja 24 vertailemalla voidaan nähdä kuinka ilmanlämpötilan laskiessa on seurauksena ollut yleensä myös sadetta. Lämpimin ajanjakso kesäkuun lopussa ja heti heinäkuun alussa sekä heinäkuun puolessa välissä ovat olleet sademäärältä vähäisimpiä. Ilmanlämpötila on vaikuttanut myös Elipurosta mitattuihin vedenlämpötiloihin, jotka on esitetty kuviossa 25.



KUVIO 23. Ilmanlämpötilat Kuusamossa



KUVIO 24. Sademäärät Kuusamossa



KUVIO 25. Mitatut lämpötilat vedestä näytteidenoton yhteydessä

5.1.9 Elijärven vesinäytteet

Elijärvestä otettujen kolmen vesinäytteen perusteella (ks. taulukko 13) voi sanoa, että klorofylli-a -pitoisuudet ovat kaikilla kolmella kerralla luokituksessa ”rehevä”, joista

3.8. otettu näyte on jo ympäristökeskuksen luokituksen mukaan ylirehevä. naisfosforipitoisuudet ovat kaikilla kerroilla luokassa rehevä, mutta liukoisen fosforin osuus on normaalia luokkaa. Kokonaistyyppi on luokaltaan normaalia ja alkaliniteetin perusteella voi sanoa, että järvi ei ole happamoitumassa.

Alkaliniteettiarvolla on mahdollista kuvata veden puskurikykyä. Tämä nähdään veden pH-arvon muutoksista. Alkaliniteetin arvo voidaan laskea veden magnesiumin ja kalsiumin pitoisuuksien perusteella. Puskurikyvyn yksikkönä käytetään mmol (millimoolia)/l ja happamoituneissa järvissä arvo voi olla 0. Puskurikyvyn ollessa yli 0,20 mmol/l, järvi ei ole happamoitumassa. (Salo 2009.)

TAULUKKO 13. Elijärven vesinäytteiden tulokset kesä 2009

Elijärvi	Klorofylli-a	Kokonaisfosfori	Fosfaattifosfori	Kokonaistyyppi	Alkaliniteetti
Päivämäärä	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mmol/l
4.6.2009	15	31	3,4	480	0,38
3.8.2009	75	32	<2	1000	0,41
27.8.2009	38	35		680	0,42

5.2 Johtopäätökset vesianalyyseistä

Elipurosta kerättyjen vesinäytteiden tulosten mukaan veden ravinnepitoisuudet fosforin ja varsinkin liukoisen fosforin osalta kohoavat reilusti veden virratessa Elilammesta Elijärveen. Paikoitellen veden fosforipitoisuudet lähentelevät jätevesien fosforimäärää. Näytteenottopisteillä 3 ja 4 fosforipitoisuudet ovat korkeimmat, mutta niillä pisteillä veden virtaus on myös pienintä. On kuitenkin syytä olettaa, että fosforia on kertynyt runsaasti ojien pohjasedimenttiin ja fosforin varastoituminen sekä liukeneminen ovat alkaneet tapahtumaan itseään ruokkien.

13.8 kerättiin vesinäytteet myös kahdelta muulta pisteeltä ojasta (Elipuro 8 ja 9), joka oli kunnostettu vuosina 2006–2007. Lisäksi samana päivänä otettiin vesinäytteet pisteiltä Elipuro 1 ja 3. Tulokset on esitetty taulukossa 14. Kaksi viikkoa ennen näytteenottoa oli ilmastollisesti lämmin ja vähäsateinen ajanjakso. Ojissa virtasi vähän

vettä ja näytteenottopisteellä 3 kokonaisfosforipitoisuus oli korkeimmillaan kaikista otetuista näytteistä, 7300 µg/l, josta liukoista fosforia 95 %. Muutamaa vuotta aiemmin kunnostettujen ojien pisteistä (ks. liite 3) Elipuro 8 sijaitsee paikassa, joka on noin 10 metriä ennen Elipuroon laskemista. Elipuro 9 puolestaan sijaitsee aivan alueen reunalla metsämaan välittömässä läheisyydessä. Pisteessä Elipuro 9 fosforipitoisuus on alueelle alhainen 29 µg/l ja liukoisen fosforin osuus noin 6 %. Pisteelle Elipuro 8 siirryttäessä kokonaisfosforipitoisuus on noussut 130:een µg/l ja liukoisen fosforin osuus on kasvanut 72 %:iin.

Elipuro 3:n erittäin korkea fosforipitoisuus johtuu mahdollisesti ilman lämpötilan aiheuttamasta haihdunnasta ja sateiden vähäisyydestä, jolloin pitoisuudet kasvavat. Sama päätelmä koskee myös muita näytteitä. Elipuro 4 on kunnostamaton sarkaoja, josta näytteitä kerättiin aiemmillä näytteenottokerroilla. Sieltä saadut tulokset ovat huomattavasti korkeampia, verrattuna pisteisiin 8 ja 9.

TAULUKKO 14. 13.8. otettujen näytteiden tulokset

	Kokonaisfosfori	Fosfaattifosfori
Näytteenottopaikka	µg/l	µg/l
Elipuro 1	17	<2
Elipuro 3	7300	6900
Elipuro 8	130	94
Elipuro 9	29	<2

5.2.1 Vääräjoen valuma-alue

Suomen ympäristökeskukselta saatiin käyttöön Vääräjoen valuma-alueen virtaamatietoja, jotka on esitetty liitteessä 9 (Linjama 2009). Niskajoen-Vääräjoen valuma-alue (74.032) sijaitsee Kuusamossa ja on osa Vienan Kemin latvavesistöaluetta. Valuma-alueen pinta-ala on 19 km² ja siitä on 34 % turvemaata. Alueena se kuuluu pienten valuma-alueiden hydrologiseen havaintoverkkoon. Alue on normaalissa metsätalousohjelmissa. (Rintala 2001, 43.)

Vääräjoen valuma-alueen tietoja mallinnettiin Elipurossa virtaavan veden määrän laskemiseksi. Elisuon valuma-alue on huomattavasti pienempi (1,3km²) ja siellä on

arviolta hieman enemmän turvemaata kuin Vääräjoen valuma-alueessa. Muutenkin laskennassa käytetyt luvut ovat lähinnä suuntaa antavia. Elipurolla suoritettiin myös virtausmittaus 3.8.2009, mutta on huomioitava, että virtauksessa tapahtuu muutoksia vuorokauden eri aikoina ja virtaamat vaihtelevat alueellisesti. Tarkemmin Elipuron virtauksen laskusta seuraavassa luvussa.

5.2.2 Elipuron virtaama

Elipurolla suoritettiin virtausmittaus käsimitarilla (siipipyöräänemometri Miniair 20). Mittauspisteinä olivat Elipuro 1 ja 7. Mittauksella haluttiin saada selville veden määrän kasvu veden virratessa Elilammesta Elijärveen. Elilammesta lähtevän virtauksen määrä on esitetty liitteessä 10 ja Elijärveen saapuvan virtauksen määrä puolestaan liitteessä 11. Virtaustietoa mallinnettiin Vääräjoen valuma-alueen virtaustietoon, jonka perusteella laskettiin Elipuron aiheuttaman kokonaisfosforin määrä Elijärveen.

Virtauksen mittaus tapahtui seuraavasti: Puron leveys jaettiin 5 cm osiin, joten Elipuro 1 leveyden ollessa 80 cm eli siitä muodostui 16 kaistaa ja Elipuro 7 leveyden ollessa 90 cm eli 18 kaistaa. Jokaisen 5 cm kohdalta mitattiin kaistan syvyys. Mittarilla virtaamaa mitattiin 5 cm välein ja mittaussyvyytenä käytettiin jokaisen kohdan kokonaissyvyydestä 1/3 pohjasta ylöspäin, jossa virtaaman pitäisi olla kaikista tasaisinta eli laminaarisinta. Molemmilla pisteillä mittaukset suoritettiin kolmeen kertaan.

Virtaaman suuruus laskettiin kaistan leveys * kaistan syvyys * virtaaman määrä, jonka mittari ilmoitti määrällä m^3/s . Koko leveydeltä saadut arvot laskettiin yhteen, josta saatiin koko uoman virtaus. Lopullisissa laskuissa on käytetty kaikkien kolmen mittauksen keskiarvoja. Viimeisenä mittaustulos on muutettu $m^3/päivä$. Virtauksen määrä pisteellä Elipuro 1: $306 m^3/päivä$ ja Elipuro 7: $603m^3/päivä$. Veden määrä pisteeltä Elipuro 1 kasvoi siis kaksinkertaiseksi pisteelle Elipuro 7 saavuttaessa.

5.2.3 Elipuron aiheuttama kuormitus

Vääräjoen valuma-arvot suhteutettiin Elisuon valuma-arvoihin kyseisen virtausmittauksen perusteella. Vääräjoen valuma-arvo kyseiselle päivälle oli 890 m^3 , joten Elisuon valuma-arvo oli 67 % Vääräjoen valunnasta. Kertoimen 0,67 mukaan suhteutettiin valunnan määrä koko näytteidenoton ajanjaksolle joka on esitetty liitteessä 12.

Elipuron aiheuttama kuormitus laskettiin mallinnetun virtauksen ja kerättyjen vesinäytteiden pitoisuuksien mukaan (mallilaskelma 1). Vesinäytteitä ei kuitenkaan kerätty päivittäin, joten apuna kokonaisfosforin määrän arvioimiseksi, päiville joilta näytettä ei ollut, käytettiin lineaarista interpolointia. Siinä fosforipitoisuus lasketaan keskiarvoja käyttäen. Tämä suhteutetaan välipäivien lukumäärään. Laskutoimitus on esitetty liitteessä 12 ja sarakkeessa "P-pitoisuus" tummennetulla merkityt arvot ovat vesianalyyseistä saatua tietoa.

Näytteenoton ajalta (8.5–23.7.2009) kerätyn tiedon ja virtausmallinnusten avulla laskettu kuormitus Elipurosta Elijärveen on kokonaisfosforin osalta yhteensä 8,95 kg. On kuitenkin syytä muistaa, että tämä on suuntaa-antava mallinnettu laskelma. Esimerkiksi kokonaisfosforipitoisuudet voivat vaihdella päivän aikana runsaasti, se on nähtävissä myös automaattisen näytteenottimen ensimmäiseltä ajanjaksolta keräämien näytteiden tuloksissa, jolloin se oli ohjelmoitu keräämään näytteitä kaksi kertaa päivässä. Lisäksi virtauksien muutokset ovat mahdollisia.

Elipuron kuormitusta voidaan laskea myös toisella tavalla (mallilaskelma 2), joka perustuu näytteenoton aikana kerättyjen kokonaisfosforipitoisuuksien keskiarvoon ja mallinnettuun valuma-alueen virtaukseen. Kaikkien Elipuro 7 -pisteiden kokonaisfosforipitoisuuksien keskiarvo on $106 \mu\text{g/l}$. Virtaaman kokonaisvaluntamäärä ajanjaksolla 1.5–15.8 on yhteensä $181\,133 \text{ m}^3$. Vesimäärä kerrottuna kokonaisfosforin keskimääräisellä pitoisuudella tekee kyseiselle ajanjaksolle 19,3 kg fosforikuormituksen.

5.2.4 Kuormituksen vertailu Etelä-Pirkanmaan alueeseen

Elisuolle on mahdoton laskea tarkkoja vuosittaisia fosforikuormituksia, mutta kuormituksia on mahdollista verrata aiemmin mainittuun Etelä-Pirkanmaan alueella saattuihin tuloksiin. Etelä-Pirkanmaalla on tuloksia laskettu liukoisen fosforin osalta, joten taulukossa 9 on myös Elisuolta tuleva kuormitus suhteutettu liukoisen fosforin muotoon. Kaikista näytteistä liukoisen fosforin keskimääräinen osuus kokonaisfosforista oli 77 %, joten arvot on Elisuolle laskettu kertoimella 0,77. Lisäksi Elisuon kuormitus on muutettu koskemaan yhtä neliökilometriä.

Taulukossa 15 on vertailtu Etelä-Pirkanmaalta saatuja vuosittaisia pelloilta tulevia liukoisen fosforin kuormituksia Elisuolta laskettuihin 2,5 sekä 3,5 kuukauden aikaisia kuormituksia. Kun otetaan huomioon, että Etelä-Pirkanmaalta viljelyksessä olevilta pelloilta tuleva vuosittainen kuormitus on sama tai vähemmän kuin Elisuolla mallilaskelman 2 mukaan 3,5 kuukaudessa, on Elisuolta tuleva kuormitus tavallista kuormitusta suurempi. Ajanjaksolle 2,5 kuukautta mallilaskelmalla 1 saatu tulos on 72 % Etelä-Pirkanmaan kaikkien alueiden vuoden fosforikuormituksen keskiarvosta.

TAULUKKO 15. Kuormitusmäärät Pirkanmaalla ja Elisuolla

Paikka	Valuma-alueen koko (km ²)	PO ₄ -P/a	PO ₄ -P/km ² /a
Nuutajärvi	95	575	6,05
Rutajärvi	109	748	6,86
Jalantijärvi	46	299	6,50
Lontilanjoki	118	864	7,32
Vallonjärvi	36	360	10,00
Iso-Viranoja	7	51	7,29
Elisuo (2,5 kk)	mallilasku 1 (77 % Kok.P- määrästä)	6,89	5,31
Elisuo (3,5 kk)	mallilasku 2 (77 % Kok.P- määrästä)	14,86	11,44

6 ELISUON FOSFORIKUORMITUKSEN VÄHENTÄMISVAIHTOEHTOJA

Kuormituksen vähentämiseksi Elisuolla on käsitelty kolmea mahdollista keinoa. Koko valuma-alueen omistajuus on pirstoutunut viidelle eri omistajalle, joista ainakin kaksi on perikuntia. Eri vaihtoehtoja on pohdittu seuraavissa luvuissa ilman maanomistajien omistussuhteita. Seuraavat keinot voivat olla mahdollisia käyttää ainoana vaihtoehtona, mutta parhaassa tapauksessa, Elijärven tilan parantamiseksi, on mahdollista käyttää useampaa vaihtoehtoa samanaikaisesti.

Eri vaihtoehtoina ovat laskeutusallas, monivaikutteinen kosteikko ja ojien kunnostus. Alun perin yhtenä vaihtoehtona oli myös Elilammesta lähtevän ojan siirtäminen kiivenäismaalle alueen pohjoisreunaa pitkin, mutta siitä luovuttiin, sillä Elijärven pohjoispuolella kulkee harju, jonka takia kaivutyö olisi ollut kohtuuttoman suuri. Muita vaihtoehtoja olivat ravinteiden sitominen kemikaalien avulla, kalkitus, kipsaus ja savipeitto. Nämä toimenpiteet ovat yleisiä järvien kunnostustoimenpiteitä.

Fosforin sitominen kemikaalien avulla ei onnistu purossa jatkuvasti virtaavan veden takia. Järveä kemikaalilla kunnostettaessa veden viipymän tulisi olla suhteellisen pitkä, jopa 1–2 vuotta (Lakso & Ulvi 2005, 193). Kalkitus ei sovi Elipurtoon sillä sen pH on normaaliluokkaa. Savipeittomenetelmä tulisi kustannuksiltaan huomattavan kalliiksi, sillä sopivaa savimaa-ainesta ei Kuusamossa ole saatavilla ja sen kuljetus kauempaa ei ole järkevää. Huomattavasti edullisempi keino on ojien kunnostus, joka on esitelty luvussa 6.3.

6.1 Laskeutusallas

Fosforilla on ominaisuus sitoutua kiintoainekseen, joten sen sedimentoituminen kiintoaineksen mukana laskeutusaltaaseen olisi täysin mahdollista. Veden viipymällä laskeutusaltaassa on tärkeä merkitys sedimentaation kannalta. Mitä pidempi viipymä on, sitä hienompijakeista kiintoainesta laskeutuu laskeutusaltaan pohjalle. Valuma-

alueen maalajin on oltava riittävän karkea, yleensä savihiukkaset ovat hitaita keutumaan. (Jormola, Järvenpää, Karhunen, Koskiahho, Mikkola-Roos, Pitkänen, Puustinen, Riihimäki, Svensberg & Vikberg 2007, 12–13.)

Vääräjoen valuma-alueen keskiylivirtaama on $61,37 \text{ l/s/km}^2$, ja kun se muutetaan kertoimella 0,67 Elipuron keskiylivirtaamaksi, saadaan $41,12 \text{ l/s/km}^2$, josta virtausta tunnille tulee 148 m^3 . Laskeutusaltaan tarkoituksena on saada vesi seisomaan altaassa noin 4 tuntia, jotta siinä oleva kiintoaines laskeutuu pohjalle, ennen veden poistumista altaasta. Neljän tunnin viipymän takia laskeutusaltaan tulisi olla vähintään 592 m^3 .

Vääräjoelta saatujen tietojen mukaan siellä tapahtuva maksimiylivirtaus on 195 l/s/km^2 , josta Elipuron maksimiylivirtaukseksi saadaan 131 l/s/km^2 , josta tulee virtausta tunnille 471 m^3 . Jopa tämän ylivirtauksen aikana veden viipymäajaksi laskeutusaltaassa tulisi yli tunti. Yleensä maksimiylivirtauksille lasketaan kerran 20 vuodessa tapahtuva ylivirtaus, joka on 1,9 kertaa keskimääräinen kevätylivirtaama. Tämä tarkoittaisi 896 m^3 tunnissa, jolloin veden viipymäksi laskeutusaltaassa jäisi 45 minuuttia.

Laskeutusaltaan sijainti tulisi olla paikassa, josta sinne kertynyttä lietettä olisi myös mahdollista tyhjentää tarvittaessa. Elisuolla hyvä mahdollinen paikka olisi Oivanki-Mustosenvaaran paikallistien vasemmalla puolella, sillä näytteenottopiste Elisuo 5 jää tien oikealle puolella ja Elisuo 5:n ja 7:n välillä ei näytä tapahtuvan enää muutoksia ravinnepitoisuuksissa. Tieltä olisi mahdollista rakentaa huoltotie laskeutusaltaan viereen, josta sen tyhjentäminen ja muut huoltotoimet olisi vaivatonta hoitaa.

Jormola ja muut toteavat, että laskeutusaltaan tulisi olla muodoltaan kaarevanmuotoinen ja lampimainen. Suositeltava suhde laskeutusaltaan pituudelle ja leveydelle tulisi olla 3:1–5:1. Laskeutusaltaan luiskien tulisi olla loivia, jotta ne eivät murene veteen eroosioon vaikutuksesta. (Jormola ym. 2007, 53–54.) Mahdollisten ylivirtauksien varalta altaan reunoille tulisi sijoittaa puunrunkoja poikittain laskeutusaltaaseen katsottuna, jotka ohjaavat veden tarvittaessa levittäytymään altaan ulkopuolelle ja

lisäävät näin ollen veden viipymää altaassa myös mahdollisen kerran kymmenessä vuodessa tapahtuvan maksimiylivirtaaman aikana. Tämä ratkaisu on halpa ja myös helppo toteuttaa.

6.2 Monivaikutteinen kosteikko

Kosteikon suunnittelussa alkuehdot asettuvat paikallisiin ympäristötavoitteisiin sekä olosuhteisiin. Yleiset tavoitteet ovat kuitenkin vesiensuojelu, linnustollinen, maisemallinen ja kalataloudellinen. Kosteikon puhdistusprosessi tapahtuu virtaavassa vedessä aikana, jonka vesi viipyy kosteikossa. Aineiden pidättymistä parantaa mahdollisimman pitkä viipymäaika. Kosteikon suunnittelussa tulisi huomioida monimuotoinen ja erityyppisiä kosteikkoelementtejä sisältävä lopputulos. Vaihtelevuutta saadaan aikaan syvyysuhteiden, kasvillisuuden ja rantaviivan erilaisilla toteuttamisratkaisuilta. (Jormola ym. 2007, 13–14.)

Kosteikko voi vähentää siihen tulevaa kuormitusta jopa 40–60 % (Jormola ym. 2007, 17). Suomen kylmissä olosuhteissa kosteikon biologinen toiminta on suuren osan vuodesta hidasta ja tästä syystä veden viipymän kosteikossa tulisi olla mahdollisimman pitkä. Kiintoaine ja fosfori pidättyvät pienemmissäkin kosteikoissa, valuma-alueen maalajin ollessa karkeaa. Hyvä kosteikko rakennetaan niin, että vesi virtaa sen läpi tasaisesti, eikä jää seisomaan kosteikon laidoilta, tällöin kosteikon toiminta on mahdollisimman tehokasta. (Koskiaho 2006.)

Ympäristötuen suositusten mukaan kosteikon pinta-ala tulisi olla 1–2 % valuma-alueen pinta-alasta, mutta kun kysymyksessä on kosteikko, jolle ei haeta ei-tuotannollisten investointien tukea, ei kosteikon kokoa ole määritelty. Mitä suurempi kosteikon pinta-ala on valuma-alueeseen verrattuna, sitä parempi puhdistusvaikutus sillä myös on. Elisuon valuma-alueelle 2 %:n mukainen kosteikko olisi kooltaan 2,6 ha.

Kosteikon rakenteeseen kuuluvat yleensä tulouoma, syvän ja matalan veden alueet, patorakennelma, niemekkeet ja saaret, vedenalaiset harjanteet, tulva-alueet sekä poistouoma. Padolla on tarkoitus nostaa veden pintaa, joten on tärkeää määrittää

veden pinnan ja maaston korkeus kosteikon alku- ja loppupäässä. Myös vedenvirtaaman määrä on oleellinen tieto kosteikon suunnittelussa. Kosteikossa viihtyvä kasvillisuus tehostaa kokonaistehokkuutta, sillä se hidastaa veden virtausta, kuluttaa ravinteita ja varastoivat ravinteita juuristoon, jonka takia ravinteiden poistoa on mahdollista tehostaa niittämällä ja poistamalla kasvimassa kosteikosta säännöllisesti. (Hagelberg, Larsson, Karhunen & Kulmala 2009.)

Oivangin nuorisokeskuksessa on usein leirikoulutoimintaa, joten kosteikko voisi toimia hyvin myös opetuksellisessa tarkoituksessa. Vesilintukosteikko toisi vielä enemmän mielenkiintoa ja oppimismahdollisuuksia nuorille ja vesiensuojelutavoitteet olisivat näin yhdistettävissä myös riistanhoidollisiin tavoitteisiin. Vesilintujen lisäksi kosteikot houkuttelevat alueelle myös kahlaajia. Elijärvellä on jo nyt varsin runsaasti linnustoa, kuten telkkiä, joutsenia, kuoveja ja sorsia. Kosteikon reuna-alueet sopivat asuinympäristöksi myös kanalinnuille.

Vesilintulajeilla on erilaisia elinympäristövaatimuksia, mutta hyvä nyrkkisääntö on 50 % pinta-alasta avovettä ja 50 % mosaiikkimaista kasvillisuutta ja mahdollisimman suuri alue alle 50 cm:n syvyyistä vesialuetta. Vesilintujen viihtyvyyden kannalta kosteikossa tulisi olla myös pieni avovesialue, jossa vesisyvyys olisi noin 1,5 metriä. Vesilinnut välttävät umpeenkasvaneita, korkeiden puiden, pensaiden ja maavallien ympäröimiä alueita. (Harjula & Mahosenaho 2009, 25.)

6.3 Ojien kunnostus

Elisuolta kerättyjen sedimenttinäytteiden mukaan ojien pohjasedimentit ovat varastoineet suuria määriä fosforia. Valtaosaa ojista ei ole kunnostettu vuosikymmeniin. Alueen pohjoisreunaan rakennetun latu-uran yhteydessä sen viereiset ojat on kunnostettu vuosina 2006–2007. Yhdestä kunnostetusta ojasta kerättiin vain yhdet vesinäytteet, mutta niiden perusteella fosforipitoisuudet olivat huomattavasti alhaisemmat kuin toisella alueen sarkaojista. Kunnostus tarkoittaa käytännössä ojien uudelleen auki kaivamista ja pilaantuneen pohjasedimentin poistamista.

Elisuon kaakkoisreunaa sivuavalla pellolla on jo olemassa oleva riistan tarkkailutorni. Kyseiselle pellolle olisi mahdollista perustaa riistapelto, johon ojista tu sedimentti olisi mahdollista käyttää lannoitteena, jolloin välttyttäisiin kalliilta maansiirroilta pitkän välimatkan päähän. Myös riistapellostakin olisi myös hyötyä Oivangin nuorisokeskuksen opetustoiminnalle.

6.4 Elijärven kunnostus

Aiemmin suoritettujen kemikaalisaostusten aikana uskottiin, ettei Elijärveen kohdistu ulkoista kuormitusta. Kemikaalisaostukset eivät tuottaneet toivottua lopputulosta ja syynä tähän voisi ajatella näiden tulosten perusteella Elisuolta Elipuron kuljettamaa ulkoista kuormitusta. Olisi syytä harkita, kannattaako Elijärvelle suorittaa tulevaisuudessa uusia kemikaalikäsittelyjä, mikäli Elipuron mukana tuoma kuormitus saadaan hallittua edellä mainituilla keinoilla.

Edellytyksenä fosforin kemialliselle saostamiselle on järvessä esiintyvä rehevöitymishaitta. Ulkoisen kuormituksen on oltava alhaisella tasolla ennen saostusta, sillä jos kuormitusta tulee runsaasti valumavesien mukana ja veden viipymä on järvessä lyhyt, saostus ei kannata. Veden viipymä järvessä vaikuttaa saostuksen vaikutusaikaan ja sen ollessa alle 1–2 vuotta, korvautuu järvessä oleva vesi uudella valumavedellä nopeasti. Saostuskemikaali sitoo fosforia pohjasedimenttiin, joka puolestaan estää sisäistä kuormitusta, joten kemikaalin vaikutusaika voi olla pidempi kuin veden viipymä järvessä. (Lakso & Ulvi 2005, 193.) Saostuksia tulisi tehdä Elijärvestä vuosittain tai aina tarpeen vaatiessa, jotta järvi tervehtyy noidankehästä ja pääsee eroon omasta sisäisestä kuormituksesta. Tämä edellyttää ulkoisen kuormituksen hyvää hallintaa.

7 YHTEENVETO

Elijärven sisäinen kuormitus on merkittävä ja sen todentamiseksi on olemassa paljon aineistoa. Näiden tulosten perusteella voidaan kuitenkin kumota aiempi ajatus siitä, ettei Elijärveen kohdistu juurikaan ulkoista kuormitusta. Järvien kunnostamiset ovat

yleensä aikaa vaativia ja uusia tutkimuksia sekä kunnostuskeinoja kehitetään koko ajan. Elijärven kunnostamisella on merkittävä tarve Kuusamossa paikallisella tasolla, johtuen Oivangin nuorisokeskuksesta ja Kuusamon maineesta matkailupitäjänä. Asiaan voidaan kuitenkin pohtia myös koko Suomen kannalta ja jokainen onnistunut järven kunnostus on hieno askel kohti puhtaita suomalaisia vesistöjä.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selventää Elijärveen saapuvan ulkoisen kuormituksen määrää ja ulkoisen kuormituksen aiheuttajaa. Ulkoinen kuormitus onnistuttiin löytämään, mutta sen aiheuttaja on kuitenkin vielä hieman epäselvä, joten se vaatisi lisätutkimusta. Lähtökohtana työn aloittamiselle ja näytteiden keräämiselle oli vuosia aiemmin vaikuttaneiden sikalan ja turkistarhan mahdollisesti aiheuttama varastoitunut reservifosfori ja sen pitkäaikainen vaikutus vesistön rehevöittäjänä.

Maaperänäytteiden perusteella Elisuon pelto- ja metsämaat ovat kuitenkin vähäisiä reservifosforin osalta, mutta puolestaan sedimenttinäytteet ilmentävät runsaita reservifosforivarastoja. Näytteistä ei käy ilmi, onko nämä reservifosforivarastot peräisin pelloille ajetusta lannasta vai onko ojien pohjasedimentti alkanut tuottamaan itse fosforia, kuten pahasti rehevöityneillä järvillä on tapana. Yleensä virtaavassa vedessä on happea, joten happikadon aiheuttamasta fosforinkierrosta ei pitäisi olla kyse. Kuitenkin näytteenottopisteet, joilla havaittiin korkeita fosforipitoisuuksia, virtaus oli myös vähäistä.

Yhtenä kuormituksen vähentämiskeinona, peltojen osalta, oli alun perin peltojen uudelleen viljely, esimerkiksi ruokohelvellä. Maaperänäytteet osoittivat kuitenkin maaperän olevan köyhää ravinteiden suhteen, joten en näe syytä aloittaa viljelyä alueella uudestaan, sillä silloin tarvittaisiin myös lannoitusta.

Aiempiä tutkimuksia viljelyskäytöstä poistetuista pelloista ja niiden aiheuttamasta kuormituksesta ei ole. Tässä työssä tuloksia on verrattu Etelä-Pirkanmaalla kerättyihin ojien pohjasedimenttinäytteisiin, mutta siellä pellot olivat viljelyksessä. Yleensä pohjasedimenttinäytteitä kerätään järvistä, mutta niitä on vaikea verrata ojista kerättyihin näytteisiin. Näytteiden kerääminen tapahtuu eri tavalla ja tarkasteltavat muut-

tujat ovat toiset kuin tässä työssä tutkitut muuttujat. Itse olin odottanut korkeampia reservifosforipitoisuuksia maaperänäytteistä kuin sedimentistä.

Korkeat liukoisen fosforin pitoisuudet olivat myös hieman yllätys, sillä näytteitä kerätessä tulokset pH-arvoista sain suoraan käsimitarista ja niiden perusteella fosforin liukenemisen olisin kuvitellut olevan vähäistä. Redox-potentiaalin perusteella fosforin liukeneminen osaltaan kuitenkin selviää, sillä kaikilla näytteenottopisteillä se on alle 200 mV, joka mahdollistaa fosforin liukenemisen sedimentistä. Yllätyksenä redox-potentiaalin osalta olivat kuitenkin näytteenottopisteiden 5, 6 ja 7 muita alhaisemmat arvot. Yhtenä johtopäätöksenä ajattelin, että näiltä pisteiltä on ferrorauta kulunut loppuun, mutta happitilanteen kyseisillä pisteillä ollessa hyvä, asia jää hieman epäselväksi.

Näytteenottopisteet 3 ja 4 ovat valituista pisteistä fosforipitoisuuksiltaan korkeimmat ja niillä myös happipitoisuudet ovat heikoimmat, joka puolestaan ruokkii fosforin liukenemistä. Esittämässäni kuormituksen vähentämiskeinossa ojien kunnostus, on itselleni epäselvää kuinka syvältä ojia täytyy kaivaa auki. Riittääkö pohjasedimentin kaivaminen syvyydeltä, jossa lietemäistä ainesta esiintyy? Vesinäytteenottopisteitä valitessa pisteet 8 ja 9 olisi kannattanut ottaa mukaan jo heti alussa. Ajatus maaperän korkeista ravinnepitoisuuksista ja siitä aiheutuva vesistökuormitus johti tässä mielessä hieman harhaan. Johtuen veden virtauksesta, en olisi uskonut, että juuri pohjasedimenttiin on varastoitunut niin paljon fosforia.

Opinnäytetyön aiheena ”Kuusamon Elijärven kuormitus ja sen hallintakeinoja” on ollut mielenkiintoinen ja haastava. Mielenkiintoisin osuus oli maastokäynnit ja maastoon tutustuminen. Työnsuunnittelu näytteiden ottoa varten oli haastava ja koulussa aiemman opitun lisäksi vaati myös asiaan laajemman paneutumisen kirjallisuutta tutkimalla sekä haastatteleamalla alan asiantuntijoilta. Haastavuutta lisäsi myös se, ettei aiempaa samankaltaista tutkimusta löytynyt, joten jo vertailu ja arviointi kokeiden tuloksista olivat vaativampaa.

Aikataulu työn tekemiseen on mennyt tutkimussuunnitelman mukaisesti ja itse koen oppineeni paljon uusia asioita työn edetessä. Ilokseni olen saanut huomata kuinka auttavaisia alan työntekijät ovat olleet ja haluan kiittää Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuksen, Oulangan tutkimusaseman sekä Kuusamon kaupungin ympäristötoimen asiantuntijoita.

LÄHTEET

- Hagelberg, E., Larsson, R., Karhunen, A. & Kulmala, A. 2009. Käytännön kosteikko suunnittelu. Viitattu 30.10.2009. [Http://www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi), Lounais-Suomi, julkaisut, erillisjulkaisut, TEHO- hanke 1/2009.
- Harjula, H. & Mahosenaho, T. 2009. Limingan maatalousalueiden monivaikutteisten kosteikkojen yleissuunnitelma. Liminganjoen ja -järven kunnostushanke, Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus. Viitattu 30.10.2009. [Http://www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi), Pohjois-Pohjanmaa, palvelut ja tuotteet, julkaisut, esitteet ja erillisjulkaisut.
- Hepola, M., Kantola, E., Myllymaa, U. 2005. Lupapäätös. Dnro Psy- 2004- y- 132. Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto.
- Häme, M. 2009. Vesirutto levinnyt myös Kitkaan ja Elijärveen. Koillissanomat 29.9.2009. Viitattu 5.10.2009. [Http://www.koillissanomat.fi/?f=4121944](http://www.koillissanomat.fi/?f=4121944).
- Ilmatieteenlaitos. 2009. Ilmatieteenlaitos seuraa kesän 2009 pitkän ajan ennustetta ja sen toteutumista. Viitattu 28.10.2009. [Http://www.fmi.fi/saa/tilastot_187.html](http://www.fmi.fi/saa/tilastot_187.html).
- Jansson, J., Närvänen, A. & Puronummi, N. 2003. Vesistökuormituskarttoitus Etelä-Pirkanmaan alueella. Viitattu 15.10.2009. [Http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts41.pdf](http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts41.pdf), MTT:n selvityksiä 41.
- Jormola, J., Järvenpää, L., Karhunen, A., Koskiahho, J., Mikkola-Roos, M., Pitkänen, J., Puustinen, M., Riihimäki, J., Svensberg, M. & Vikberg, P. 2007. Maatalouden monivaikutteisten kosteikkojen suunnittelu ja mitoitus. Vammala: Vammalan kirjapaino Oy.
- Junttila, T. 2002. Elijärvi ennen ja nyt. Muistiinpanot Elijärven tilasta ennen kemikaalikäsitteilyä. Kuusamon kaupunki.
- Kaski, O. 2005. Elijärven vedenlaadun kehitys vuosina 1978–2005 sekä koekalastukset 2003 ja kemikaalikäsitteily 2005. Opinnäytetyö. Turun ammattikorkeakoulu. Kalatalous ja ympäristö.
- Kauppinen, E. & Saarijärvi, E. 2004. Elijärven virkistyskäyttöarvon parantaminen kemikaalihoidon avulla. Vesi-Eko Oy. Tilaustyö Kuusamon ympäristötoimelle.
- Kenttämies, K. & Mattsson, T. 2006. Metsätalouden vesistökuormitus. Suomen ympäristökeskus. MESUVE- projektin loppuraportti. Vantaa: Dark Oy.
- Kilpivaara, V. 2009. Elijärven tilanne. Sähköpostiviesti 10.11.2009. Vastaanottaja V. Väisänen.

- Koskiahho, J. 2006. Maatalouden vesiensuojelukosteikkojen oltava tarpeeksi suuria. Viitattu 30.10.2009.
[Http://www.mmm.fi/fi/index/luonnonvarayhteisty/ uutiset/060916_kosteikko.html](http://www.mmm.fi/fi/index/luonnonvarayhteisty/ uutiset/060916_kosteikko.html).
- Kuusamon kaupunki. 2005. Pohjakartta ja kiinteistörajat. Maanmittauslaitos
- Lakso, E. & Ulvi, T. 2005. Järvien kunnostus. Helsinki: Edita Prima Oy.
- Lappalainen, K. & Saarijärvi, E. 1999. Elijärven happitilanteen parantamismahdollisuuksia. Tilaustyö Kuusamon ympäristötoimelle.
- Lindholm, M. 2005. Veden ja järvisedimentin laatu Vihtamojoen valuma-alueella Sotkamossa. Viitattu 21.10.2009. [Http://www.jamk.fi/kirjasto](http://www.jamk.fi/kirjasto), Nelli-portaali, Helsingin yliopiston opinnäytteitä ja sarjajulkaisuja - e-thesis.
- Linjama, J. 2009. Vääräjoen valuma-alue. Sähköpostiviesti 30.7.2009. Vastaanottaja V. Väisänen.
- Metsähallitus 2009. Oulangan ja Paanajärven ilmasto. Viitattu 28.10.2009.
[Http://www.metsa.fi/sivustot/metsa/fi/Hankeet/Rakennerahastohankkeet/Kansallispuistoyhtei/Ilmasto/Sivut/OulanganjaPaanajarvenilmasto.aspx](http://www.metsa.fi/sivustot/metsa/fi/Hankeet/Rakennerahastohankkeet/Kansallispuistoyhtei/Ilmasto/Sivut/OulanganjaPaanajarvenilmasto.aspx).
- Nivala, V. 2009. Metsäsuunnittelija, Metsäkeskus. Haastattelu 24.8.2009.
- Näpänkangas, J. 2009. Elijärven leväseuranta. Sähköpostiviesti. 16.10.2009. Vastaanottaja V. Väisänen.
- Opas ympäristötuen ehtojen mukaiseen lannoitukseen 2007–2013. n.d. Maaseutuviraston julkaisusarja. Viitattu 6.10.2009. [Http://www.mavi.fi](http://www.mavi.fi), Hakuoppaita ja ohjeita.
- Oulujoen-lijoen vesienhoitoalue. 2009. Ehdotus Oulujoen-lijoen vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelmaksi vuoteen 2015. Viitattu 5.10.2009.
[Http://www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi), Ympäristönsuojelu. Vesiensuojelu. Vesienhoitoalueet. Oulujoen – lijoen vesienhoitoalueet. Vesienhoitosuunnitelma.
- Oulun yliopisto. n.d. Happi vedessä. Viitattu:16.10.2009.
[Http://www oulu.fi/biologia/koululaisvierailut/opetusmateriaali/happi_vedessa.pdf](http://www oulu.fi/biologia/koululaisvierailut/opetusmateriaali/happi_vedessa.pdf), Biologian laitos.
- Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus. 2006. Fosfaattifosfori. Viitattu 16.9.2009.
[Http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=193429&lan=FI](http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=193429&lan=FI).
- Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus. 2006. Happi, liuennut. Viitattu 16.10.2009.
[Http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=193216&lan=FI](http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=193216&lan=FI).
- Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus. 2006. Klorofylli-a. Viitattu 28.10.2009.
[Http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=193289&lan=FI](http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=193289&lan=FI).

Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus. 2004. Sähköjohtokyky. Viitattu 16.10.2009. [Http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=12883&lan=fi](http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=12883&lan=fi).

Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus. 2008. Vesistöjen käyttökelpoisuusluokitus. Viitattu 14.10.2009. [Http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=41966&lan=fi](http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=41966&lan=fi).

Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto. 2004. Hakemuksen tiedoksiantokuulutus. Dnro PSY-2004-Y-132.

Rajala, J. 2006. Luonnonmukainen maatalous. 2.p. Mikkeli: Helsingin yliopisto.

Rintala, J. 2001. Huuhtoumamalli maankäytön muutosten vaikutusten arviointiin borealisilla jokivaluma-alueilla. Pro Gradu – tutkielma. Oulun yliopisto, Fysikaalisten tieteiden laitos, biofysiikka.

Salo, H. 2009. Johdatus limnologiaan. Asiantuntijaluento 22.9.2009. Jyväskylän ammattikorkeakoulussa Saarijärvellä.

Salo, H. 2009. Johdatus sisävesien veden laatuun ja vesianalyysien tulkintaan. Asiantuntijaluento 7.4.2009. Jyväskylän ammattikorkeakoulussa Saarijärvellä.

Suomen ympäristökeskus. 2009. Ravinteiden kierto. Viitattu 16.10.2009. [Http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=1821&lan=fi](http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=1821&lan=fi).

Särkkä, J. 1996. Järvet ja ympäristö. Limnologian perusteet. Tampere: Tammer-paino Oy.

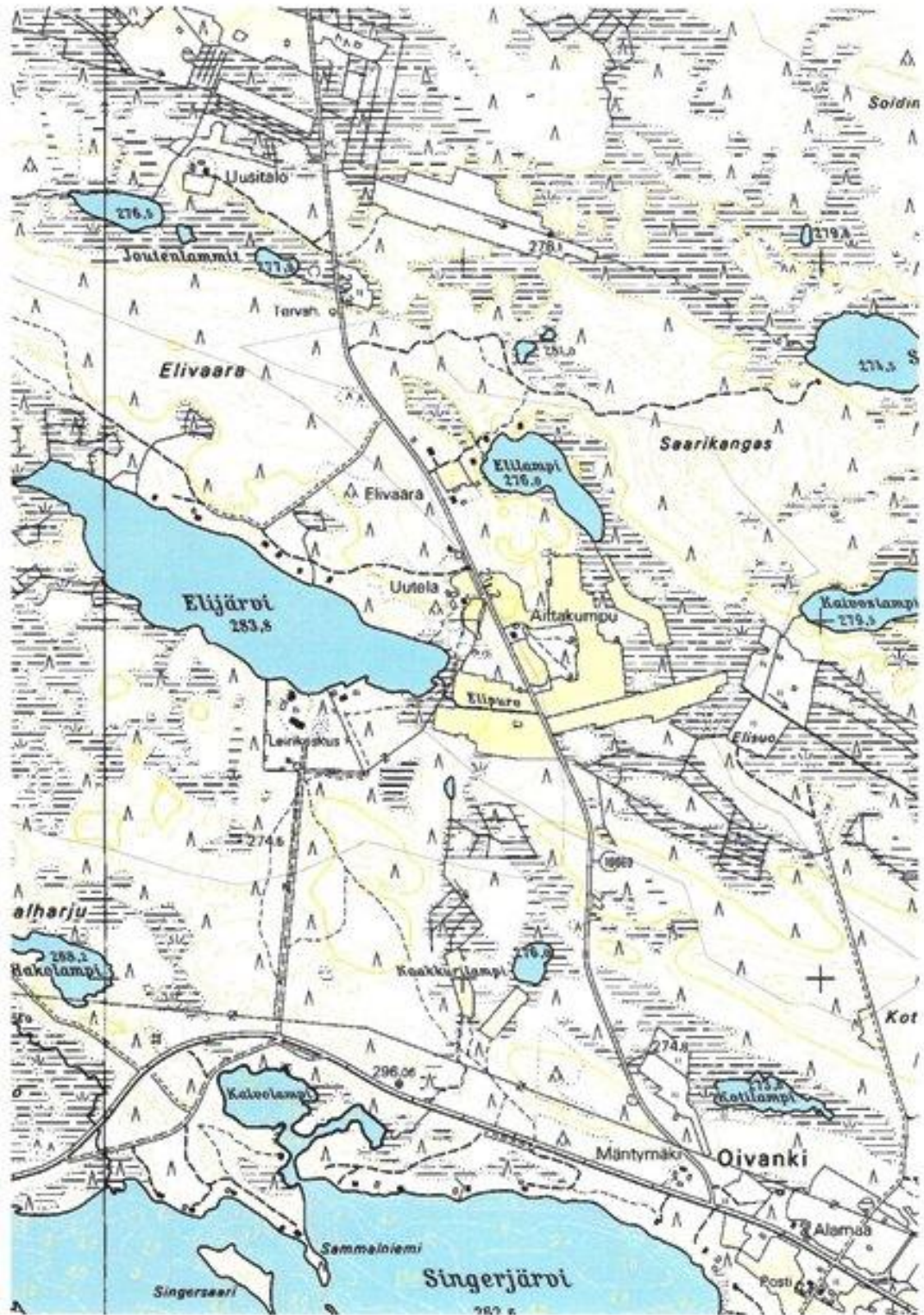
Viljavuuspalvelu Oy. n.d. Analyysitulosten tulkinta. Viitattu 15.10.2009. [Http://www.viljavuuspalvelu.fi/user_files/files/viljavuustutkimukset/vihannes_hedelma_marja/analyysitulostentulkinta.pdf](http://www.viljavuuspalvelu.fi/user_files/files/viljavuustutkimukset/vihannes_hedelma_marja/analyysitulostentulkinta.pdf).

Välimäki, I. 2009. Laboratoriopäällikkö, Suomen Ympäristöpalvelu Oy. Haastattelu 31.7.2009.

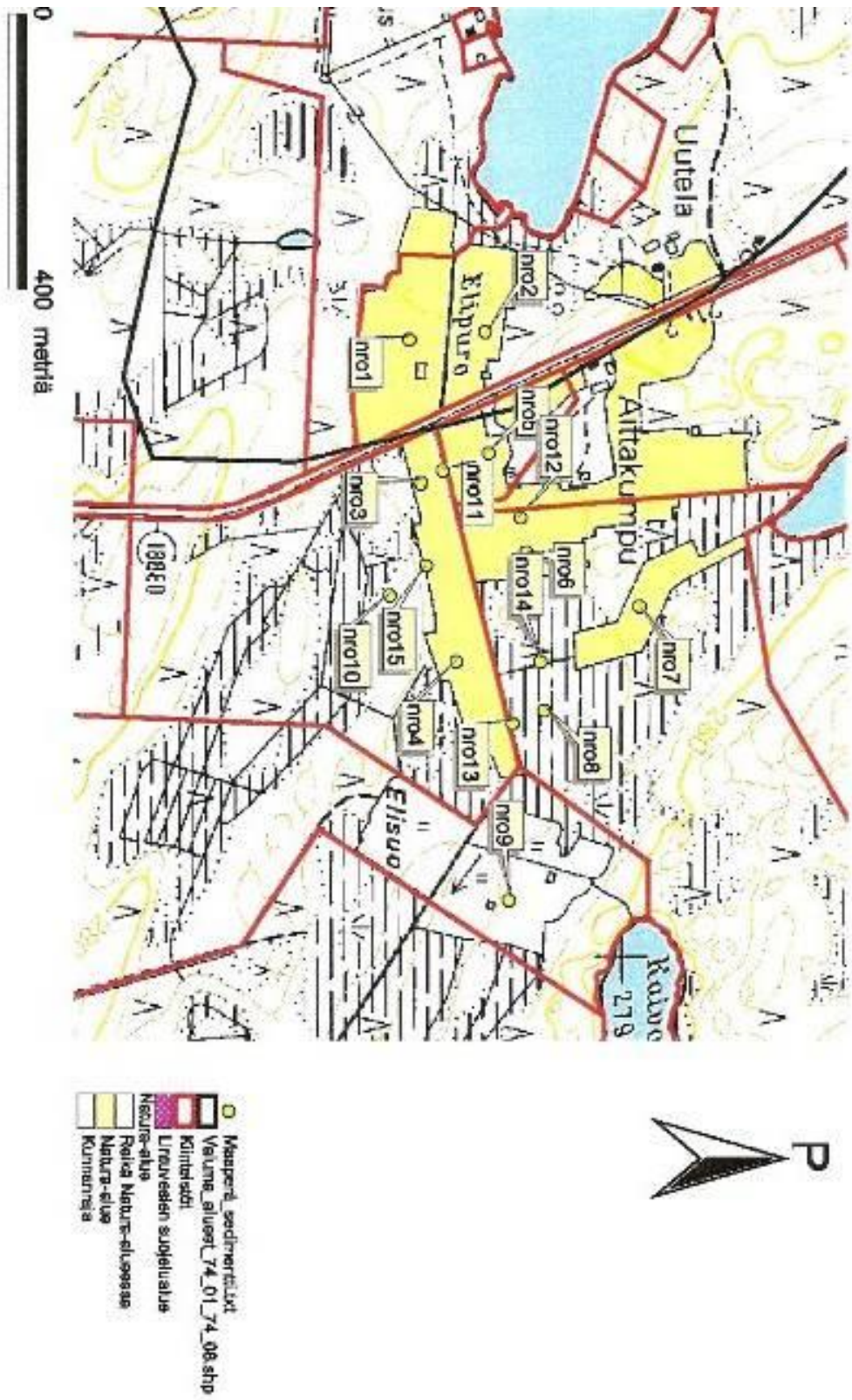
Ympäristökeskus. 1993. Elijärven ja sen vesistöalueen yleiskuvaus. §160.

LIITTEET

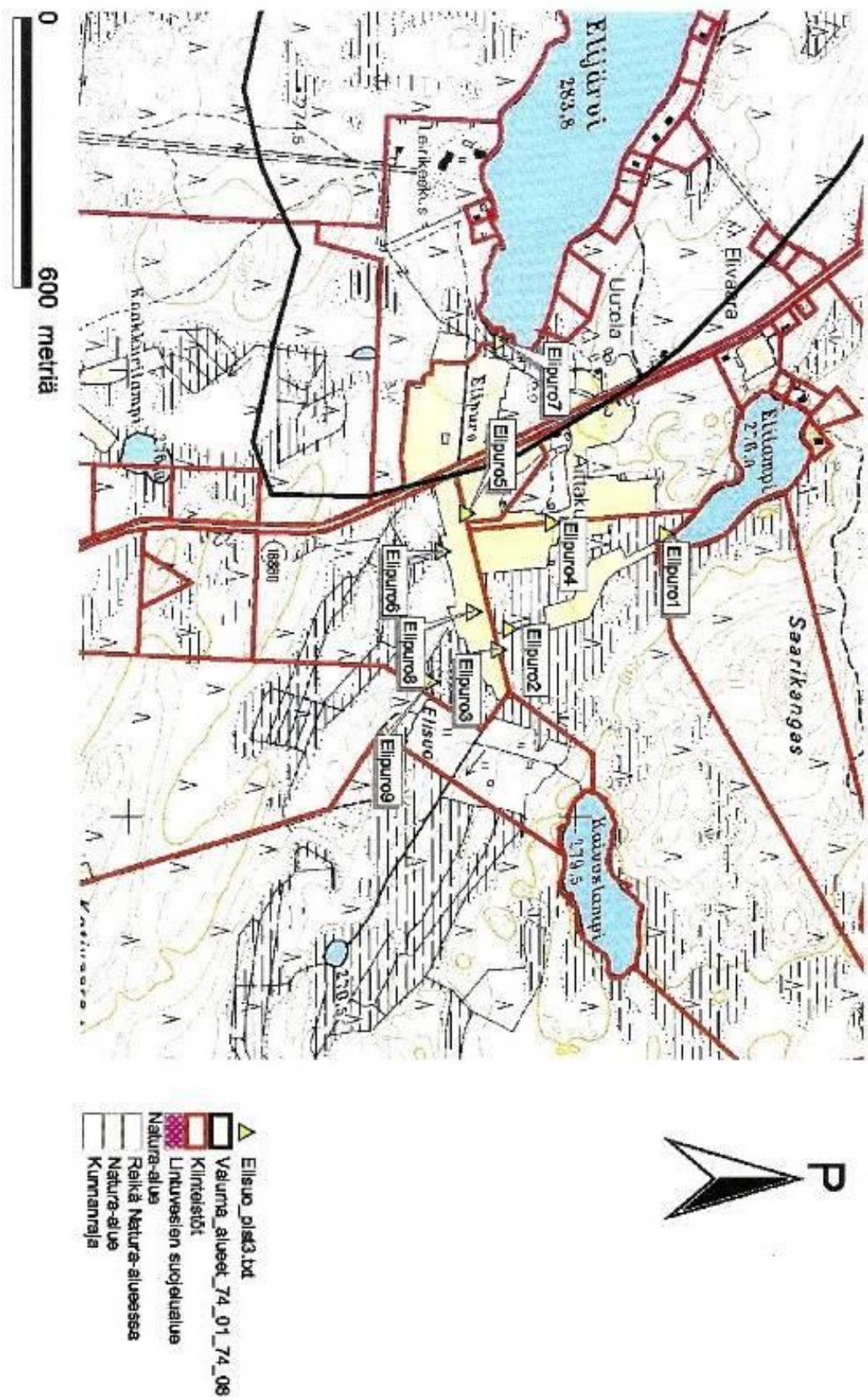
Liite 1 Elijärvi ja lähivaluma-alueen maastokartta



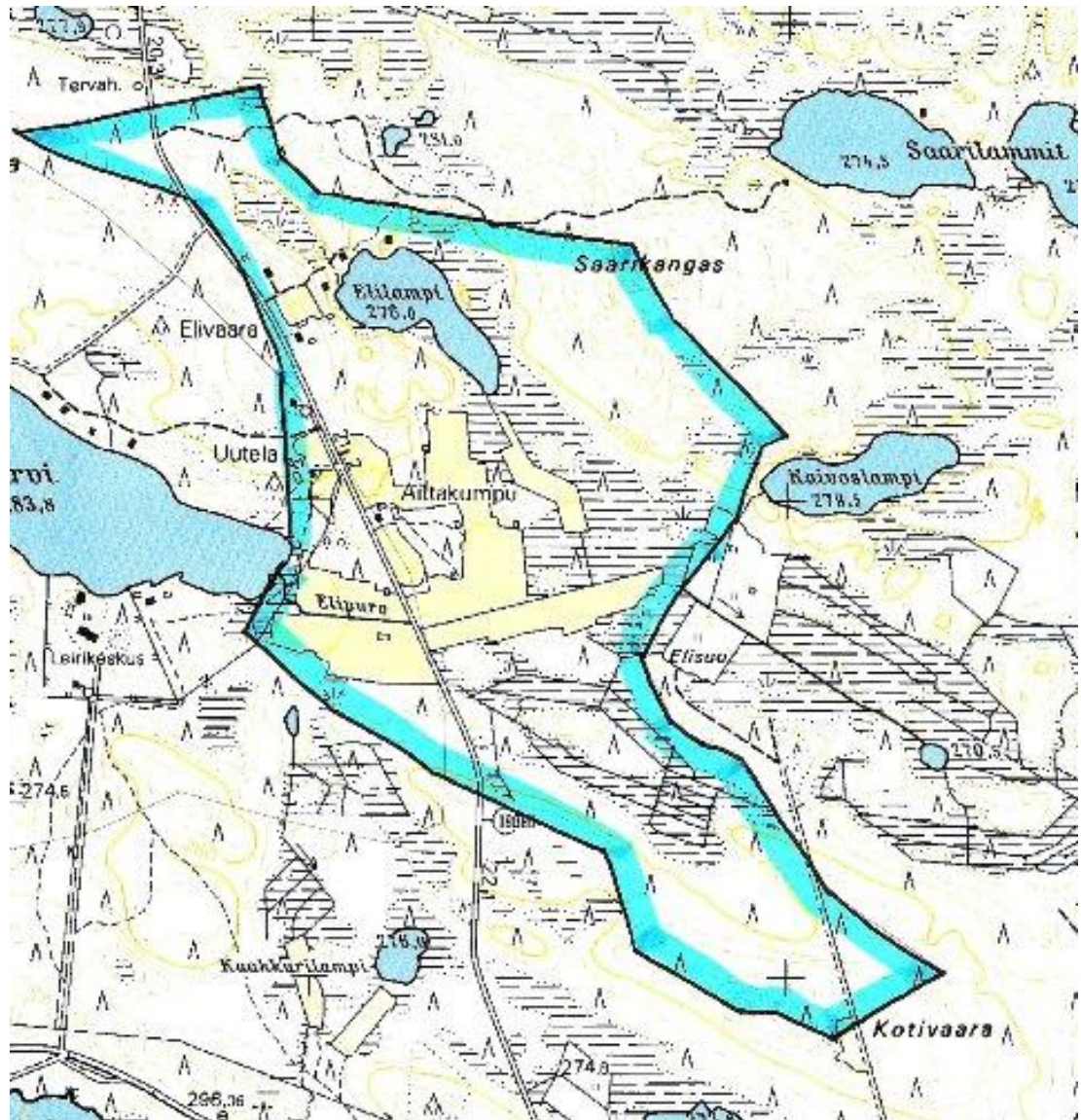
Liite 2 Elisuo on peltoalueet ja näytteenottoapaikat



Liite 3. Vesinäytteiden ottopaikat



Liite 4. Tarkkailun kohteena oleva valuma – alue



Liite 5. Maaperä- ja sedimenttinäytteiden tulokset

Näyte	001	Näyte otettu	7.07.2009	Lohko	Maaperänäyte
Maalaji	Ct	Multavuus		Johtoluku (10 ⁶ mS/cm)	0,0
Happamuus (pH)		4,5			
Rav.res. Fosfori mg/l		330			
Näyte	002	Näyte otettu	7.07.2009	Lohko	Maaperänäyte
Maalaji	Ct	Multavuus		Johtoluku (10 ⁶ mS/cm)	0,0
Happamuus (pH)		4,8			
Rav.res. Fosfori mg/l		200			
Näyte	003	Näyte otettu	7.07.2009	Lohko	Maaperänäyte
Maalaji	Ct	Multavuus		Johtoluku (10 ⁶ mS/cm)	0,0
Happamuus (pH)		4,6			
Rav.res. Fosfori mg/l		450			
Näyte	004	Näyte otettu	7.07.2009	Lohko	Maaperänäyte
Maalaji	Ct	Multavuus		Johtoluku (10 ⁶ mS/cm)	0,0
Happamuus (pH)		4,7			
Rav.res. Fosfori mg/l		99			
Näyte	005	Näyte otettu	7.07.2009	Lohko	Maaperänäyte
Maalaji	Ct	Multavuus		Johtoluku (10 ⁶ mS/cm)	0,0
Happamuus (pH)		4,7			
Rav.res. Fosfori mg/l		230			
Näyte	006	Näyte otettu	7.07.2009	Lohko	Maaperänäyte
Maalaji	Ct	Multavuus		Johtoluku (10 ⁶ mS/cm)	0,0
Happamuus (pH)		4,8			
Rav.res. Fosfori mg/l		130			
Näyte	007	Näyte otettu	7.07.2009	Lohko	Maaperänäyte
Maalaji	Ct	Multavuus		Johtoluku (10 ⁶ mS/cm)	0,0
Happamuus (pH)		4,7			
Rav.res. Fosfori mg/l		120			
Näyte	008	Näyte otettu	7.07.2009	Lohko	Maaperänäyte
Maalaji	Ct	Multavuus		Johtoluku (10 ⁶ mS/cm)	0,0
Happamuus (pH)		4,2			
Rav.res. Fosfori mg/l		69			
Näyte	009	Näyte otettu	7.07.2009	Lohko	Maaperänäyte
Maalaji	Ct	Multavuus		Johtoluku (10 ⁶ mS/cm)	0,0
Happamuus (pH)		5,2			
Rav.res. Fosfori mg/l		77			
Näyte	010	Näyte otettu	7.07.2009	Lohko	Maaperänäyte
Maalaji	HIMr	Multavuus m		Johtoluku (10 ⁶ mS/cm)	0,0
Happamuus (pH)		4,6			
Rav.res. Fosfori mg/l		87			

Näyte 011	Näyte otettu	7.07.2009	Lohko	Sedimenttinäyte 1					
Maalaji	Mt	Multavuus	Johtoluku (10 ⁶ mS/cm)	0,0					
Happamuus (pH)	5,9								
Rav.res. Fosfori mg/l	1380								
Näyte 012	Näyte otettu	7.07.2009	Lohko	Sedimenttinäyte 2					
Maalaji	Mt	Multavuus	Johtoluku (10 ⁶ mS/cm)	0,0					
Happamuus (pH)	5,6								
Rav.res. Fosfori mg/l	1560								
Näyte 013	Näyte otettu	7.07.2009	Lohko	Sedimenttinäyte 3					
Maalaji	Mt	Multavuus	Johtoluku (10 ⁶ mS/cm)	0,0					
Happamuus (pH)	6,2								
Rav.res. Fosfori mg/l	2990								
Näyte 014	Näyte otettu	7.07.2009	Lohko	Sedimenttinäyte 4					
Maalaji	Mt	Multavuus	Johtoluku (10 ⁶ mS/cm)	0,0					
Happamuus (pH)	6,0								
Rav.res. Fosfori mg/l	740								
Näyte 015	Näyte otettu	7.07.2009	Lohko	Sedimenttinäyte 5					
Maalaji	KHt	Multavuus m	Johtoluku (10 ⁶ mS/cm)	0,0					
Happamuus (pH)	6,1								
Rav.res. Fosfori mg/l	230								

Merkkien selitys

Huono
 Huononlainen
 Välttävä
 Tyydyttävä
 Hyvä
 Korkea
 Arveluttavan korkea

Tulokset on kopioitu Suomen Ympäristöpalvelu Oy:n testauslosteelta 26428/65475

Liite 6. Automaattisella vesinäytteenottimella kerätyt tiedot

Elipuro 7			
	Kok-P	PO₄-P	PO₄-P:n osuus Kok-P määrästä
8.5.2009	55		
9.5.2009	49		
12.5.2009	65		
12.5.2009	54		
18.5.2009	61		
18.5.2009	58		
19.5.2009	47		
8.-19.5.2009	80		
22.5.2009	51		
22.5.2009	53		
24.5.2009	110		
25.5.2009	140		
26.5.2009	35		
27.5.2009	110		
29.5.2009	71		
30.5.2009	73		
22.-31.5.2009	100		
6.6.2009	33	24	73 %
9.6.2009	52	40	77 %
12.6.2009	56	43	77 %
15.6.2009	60	51	85 %
18.6.2009	68	55	81 %
21.6.2009	43	40	93 %
24.6.2009	45	32	71 %
27.6.2009	49	32	65 %
4-28.6.2009	110	86	78 %
1.7.2009	120	94	78 %
4.7.2009	130	110	85 %
7.7.2009	280	220	79 %
10.7.2009	320	220	69 %
13.7.2009	180	130	72 %
17.7.2009	440	310	70 %
20.7.2009	350	260	74 %
23.7.2009	240	180	75 %
29.6-23.7.2009	280	220	79 %

Liite 7. Vesinäytteet Elipurosta

	Kok-N	Kok-P	PO ₄ -P	%	Klorofylli-a
4.6.2009					
Elilampi luusua	280	12	<2		
Elipuro(rummulta)	370	48	32		
Elipuro 7	340	42	29		
11.6.2009					
Elipuro1		17	3,4	20 %	
Elipuro2		20	11	55 %	
Elipuro3		380	310	82 %	
Elipuro4		550	520	95 %	
Elipuro5		57	37	65 %	
Elipuro6		9,5	<2		
Elipuro7		66	41	62 %	
17.6.2009					
Elipuro1		20	2,8	14 %	
Elipuro2		65	42	65 %	
Elipuro3		600	490	82 %	
Elipuro4		490	420	86 %	
Elipuro5		85	72	85 %	
Elipuro6		10	<2		
Elipuro7		91	75	82 %	1,8
25.6.2009					
Elipuro1		8,8	2	23 %	
Elipuro2		31	8,9	29 %	
Elipuro3		1100	1100	100 %	
Elipuro4		570	490	86 %	
Elipuro5		100	69	69 %	
Elipuro6		11	<2,0		
Elipuro7		73	52	71 %	3,8
6.7.2009					
Elipuro1		23	2	9 %	
Elipuro2		21	7,1	34 %	
Elipuro3		3300	2700	82 %	
Elipuro4		680	650	96 %	
Elipuro5		69	47	68 %	
Elipuro6		11	<2		
Elipuro7		50	41	82 %	3,6
16.7.2009					
Elipuro1		14	<2		
Elipuro2		30	14	47 %	
Elipuro3		1600	1300	81 %	
Elipuro4		700	650	93 %	
Elipuro5		120	92	77 %	
Elipuro6		13	2,2	17 %	
Elipuro7		120	110	92 %	4,3
13.8.2009					
Elipuro1		17	<2		
Elipuro3		7300	6900		
Elipuro8		130	94		
Elipuro9		29	<2		

Liite 8. Käsin mitatut tiedot Elipurosta

	Syvyys	Näytteen- ottosyvyys	pH	ORP	SPC	Lämpötila	O2ppm	O2%
11.6.2009								
Elipuro1	0,2m	0,1m	7,74	146,8	33,0	12,6	9,3	88
Elipuro2	0,2m	0,1m	7,76	56,5	45,2	11,5	9,6	86
Elipuro3	0,1m	0,05m	7,12	57,1	114,0	10,1	3,4	28
Elipuro4	0,3m	0,1m	7,17	68,7	104,8	9,3	0,8	6
Elipuro5	0,2m	0,1m	7,05	21,7	51,3	10,2	8,8	79
Elipuro6	0,3m	0,1m	7,02	31,9	106,8	10,0	6,0	52
Elipuro7	0,3m	0,1m	7,40	15,1	51,8	10,1	4,6	40
17.6.2009								
Elipuro1	0,4m	0,1m	6,10	144,3	23,0	14,60	3,5	33
Elipuro2	0,2m	0,1m	6,37	130,4	48,7	11,60	6,3	54
Elipuro3	0,1m	0,05m	6,38	137,4	115,1	9,30	3,1	27
Elipuro4	0,3m	0,1m	6,45	134,9	32,8	8,30	2,0	17
Elipuro5	0,2m	0,1m	6,16	89,6	57,2	8,50	7,6	66
Elipuro6	0,3m	0,1m	6,22	88,3	62,0	9,60	8,1	72
Elipuro7	0,3m	0,1m	6,69	78,4	54,9	9,00	8,0	67
25.6.2009								
Elipuro1	0,4m	0,1m	6,60	152,0	28,8	21,7	9,1	94
Elipuro2	0,2m	0,1m	6,60	155,5	38,0	18,2	7,5	74
Elipuro3	0,1m	0,05m	6,61	149,1	131,7	15,0	1,1	11
Elipuro4	0,3m	0,1m	6,65	101,5	84,5	11,0	0,2	2
Elipuro5	0,2m	0,1m	6,60	80,8	49,9	13,2	8,1	79
Elipuro6	0,3m	0,1m	6,59	77,3	128,0	13,5	7,4	66
Elipuro7	0,3m	0,1m	6,66	78,4	46,2	17,6	7,3	71
6.7.2009								
Elipuro1	0,4m	0,1m	6,85	143,0	31,4	16,7	7,5	72
Elipuro2	0,2m	0,1m	6,71	136,2	51,9	11,6	7,5	66
Elipuro3	0,1m	0,05m	6,71	142,2	129,5	9,4	3,3	27
Elipuro4	0,3m	0,1m	6,70	143,5	78,8	7,5	0,7	7
Elipuro5	0,2m	0,1m	7,08	37,7	63,5	7,9	8,5	73
Elipuro6	0,3m	0,1m	7,16	36,0	119,0	8,7	5,2	44
Elipuro7	0,3m	0,1m	7,31	41,5	60,9	8,8	2,5	20
16.7.2009								
Elipuro1	0,4m	0,1m	7,51	120,2	32,4	19,6	8,4	88
Elipuro2	0,2m	0,1m	7,24	111,3	39,2	17,8	7,1	71
Elipuro3	0,1m	0,05m	7,21	110,9	118,2	14,2	3,3	30
Elipuro4	0,3m	0,1m	7,27	43,0	139,1	10,7	0,9	7
Elipuro5	0,2m	0,1m	7,09	12,2	52,1	13,9	6,9	67
Elipuro6	0,3m	0,1m	7,17	39,1	99,1	14,8	5,9	56
Elipuro7	0,3m	0,1m	7,33	41,4	53,5	15,3	5,4	51

Liite 9. Vääräjoen valuma-alueen vuorokausikeskiarvot

Suomen ympäristökeskus / pienet valuma-alueet								
Vääräjoki vuoden 2009 valumien vuorokausikeskiarvot l/s/km2								
pvä/ kk	1	2	3	4	5	6	7	8
1		5,88	5,88	5,88	54,36	9,25	4,35	11,66
2		5,88	5,88	5,88	89,72	7,51	4,75	9,00
3		5,88	5,88	5,88	127,87	6,50	4,94	7,93
4		5,88	5,88	5,88	172,84	5,84	6,14	7,21
5		5,88	5,88	5,88	164,23	5,54	5,82	6,50
6	7,72	5,88	5,88	5,88	112,12	5,40	4,69	5,95
7	7,72	5,88	5,88	5,88	90,91	5,93	4,38	7,27
8	7,72	5,88	5,88	5,88	108,21	6,23	4,75	6,16
9	7,72	5,88	5,74	5,88	116,50	5,73	5,43	5,55
10	7,72	5,88	5,30	5,88	104,13	5,55	6,45	5,94
11	7,72	5,88	5,30	5,88	67,96	5,80	7,53	8,40
12	7,55	5,88	5,30	5,88	51,37	11,01	7,00	10,63
13	7,09	5,88	5,30	5,88	39,37	11,33	5,77	12,89
14	7,09	5,88	5,30	6,17	30,99	10,84	6,40	11,11
15	7,09	5,88	5,30	6,47	25,67	14,63	6,91	9,43
16	7,09	5,88	5,30	6,47	21,85	13,45	5,71	
17	7,09	5,88	4,97	6,47	18,60	15,49	9,13	
18	7,09	5,88	4,74	6,47	14,94	15,49	15,50	
19	6,93	5,88	4,74	6,47	13,16	17,60	14,52	
20	6,47	5,88	4,74	6,58	11,92	17,30	11,05	
21	6,47	5,88	4,74	6,81	11,26	14,67	10,17	
22	6,47	5,88	4,74	7,23	10,55	11,85	28,79	
23	6,47	5,88	4,84	7,87	9,69	8,85	45,97	
24	6,47	5,88	5,30	8,56	8,61	7,70	29,49	
25	6,47	5,88	5,30	9,49	7,93	7,39	16,60	
26	6,33	5,88	5,30	11,32	7,64	6,30	10,42	
27	5,88	5,88	5,30	12,15	15,14	5,16	11,21	
28	5,88	5,88	5,30	16,96	19,90	4,33	42,46	
29	5,88		5,30	28,81	16,96	4,33	56,95	
30	5,88		5,39	40,17	13,13	4,03	32,77	
31	5,88		5,88		9,03		17,68	
Om	6,841923	5,88	5,37	9,03	50,53	9,03	14,31	8,38
Om= Kuukauden keskiarvovalunta								

Liite 10. Virtausmittaukset Elilammen luusuasta

Elilampi luusua					
1 kerta	Kaistan nopeus (m3/s)	Kaistan leveys (m)	Kaistan syvyys (m)	Kaistan virtaama (m3/s)	
	0,05	0,03	0,05	0,000750	
	0,05	0,05	0,05	0,0001250	
	0,07	0,06	0,05	0,0002100	
	0,07	0,07	0,05	0,0002450	
	0,08	0,12	0,05	0,0004800	
	0,08	0,19	0,05	0,0007600	
	0,05	0,21	0,05	0,0005250	
	0,03	0,23	0,05	0,0003450	
	0,01	0,19	0,05	0,0000950	
	0,03	0,2	0,05	0,0003000	
	0,04	0,18	0,05	0,0003600	
	0,01	0,19	0,05	0,0000950	
	0	0,15	0,05	0,0000000	
	0	0,14	0,05	0,0000000	
	0	0,11	0,05	0,0000000	
	0	0,09	0,05	0,0000000	
				0,003615 m3/s	
				3,615 l/s	
2 kerta	Kaistan nopeus (m3/s)	Kaistan leveys (m)	Kaistan syvyys (m)	Kaistan virtaama (m3/s)	
	0,05	0,03	0,05	0,000750	
	0,06	0,05	0,05	0,0001500	
	0,07	0,06	0,05	0,0002100	
	0,07	0,07	0,05	0,0002450	
	0,08	0,12	0,05	0,0004800	
	0,08	0,19	0,05	0,0007600	
	0,05	0,21	0,05	0,0005250	
	0,03	0,23	0,05	0,0003450	
	0,01	0,19	0,05	0,0000950	
	0,03	0,2	0,05	0,0003000	
	0,01	0,18	0,05	0,0000900	
	0,01	0,19	0,05	0,0000950	
	0,01	0,15	0,05	0,0000750	
	0	0,14	0,05	0,0000000	
	0	0,11	0,05	0,0000000	
	0	0,09	0,05	0,0000000	
				0,003445 m3/s	
				3,445 l/s	
3 kerta	Kaistan nopeus (m3/s)	Kaistan leveys (m)	Kaistan syvyys (m)	Kaistan virtaama (m3/s)	
	0,04	0,03	0,05	0,000060	
	0,06	0,05	0,05	0,000150	
	0,06	0,06	0,05	0,000180	
	0,06	0,07	0,05	0,000210	
	0,08	0,12	0,05	0,000480	
	0,08	0,19	0,05	0,000760	
	0,04	0,21	0,05	0,000420	
	0,04	0,23	0,05	0,000460	
	0,01	0,19	0,05	0,000095	
	0,03	0,2	0,05	0,000300	
	0,04	0,18	0,05	0,000360	
	0,01	0,19	0,05	0,000095	
	0	0,15	0,05	0,000000	
	0	0,14	0,05	0,000000	
	0	0,11	0,05	0,000000	
	0	0,09	0,05	0,000000	
				0,00357 m3/s	
				3,57 l/s	
Keskiarvot	Kaistan nopeus (m3/s)	Kaistan leveys (m)	Kaistan syvyys (m)	Kaistan virtaama (m3/s)	
	0,05	0,03	0,05	0,000070	
	0,06	0,05	0,05	0,000142	
	0,07	0,06	0,05	0,000200	
	0,07	0,07	0,05	0,000233	
	0,08	0,12	0,05	0,000480	
	0,08	0,19	0,05	0,000760	
	0,05	0,21	0,05	0,000490	
	0,03	0,23	0,05	0,000383	
	0,01	0,19	0,05	0,000095	
	0,03	0,2	0,05	0,000300	
	0,03	0,18	0,05	0,000270	
	0,01	0,19	0,05	0,000095	
	0,00	0,15	0,05	0,000025	
	0,00	0,14	0,05	0,000000	
	0,00	0,11	0,05	0,000000	
	0,00	0,09	0,05	0,000000	
				0,003543333 m3/s	
				3,543 l/s	
				306115,20 l/ d	
				306,12 m3/ d	

Liite 11. Elipuron virtausmittaukset Elijärven päästä

Elipuro Elijärven päästä				
1 kerta	Kaistan nopeus (m3/s)	Kaistan leveys (m)	Kaistan syvyys (m)	Kaistan virtaama (m3/s)
	0,01	0,05	0,1	0,000050
	0,01	0,05	0,12	0,000060
	0	0,05	0,14	0,000000
	0,01	0,05	0,16	0,000080
	0	0,05	0,16	0,000000
	0,01	0,05	0,18	0,000090
	0,02	0,05	0,18	0,000180
	0,04	0,05	0,2	0,000400
	0,02	0,05	0,2	0,000200
	0,04	0,05	0,22	0,000440
	0,03	0,05	0,24	0,000360
	0,04	0,05	0,26	0,000520
	0,05	0,05	0,3	0,000750
	0,03	0,05	0,31	0,000465
	0,04	0,05	0,32	0,000640
	0,06	0,05	0,36	0,001080
	0,05	0,05	0,36	0,000900
	0,04	0,05	0,38	0,000760
				0,006975 m3/s
				6,975 l/s
2 kerta	Kaistan nopeus (m3/s)	Kaistan leveys (m)	Kaistan syvyys(m)	Kaistan virtaama (m3/s)
	0	0,05	0,1	0,000000
	0,01	0,05	0,12	0,000060
	0	0,05	0,14	0,000000
	0,01	0,05	0,16	0,000080
	0	0,05	0,16	0,000000
	0,02	0,05	0,18	0,000180
	0,02	0,05	0,18	0,000180
	0,04	0,05	0,2	0,000400
	0,02	0,05	0,2	0,000200
	0,04	0,05	0,22	0,000440
	0,04	0,05	0,24	0,000480
	0,04	0,05	0,26	0,000520
	0,05	0,05	0,3	0,000750
	0,03	0,05	0,31	0,000465
	0,04	0,05	0,32	0,000640
	0,05	0,05	0,36	0,000900
	0,06	0,05	0,36	0,001080
	0,05	0,05	0,38	0,000950
				0,007325 m3/s
				7,325 l/s
3 kerta	Kaistan nopeus (m3/s)	Kaistan leveys (m)	Kaistan syvyys (m)	Kaistan virtaama (m3/s)
	0	0,05	0,1	0,000000
	0	0,05	0,12	0,000000
	0	0,05	0,14	0,000000
	0	0,05	0,16	0,000000
	0,01	0,05	0,16	0,000080
	0,01	0,05	0,18	0,000090
	0,03	0,05	0,18	0,000270
	0,05	0,05	0,2	0,000500
	0,02	0,05	0,2	0,000200
	0,03	0,05	0,22	0,000330
	0,03	0,05	0,24	0,000360
	0,03	0,05	0,26	0,000390
	0,05	0,05	0,3	0,000750
	0,02	0,05	0,31	0,000310
	0,05	0,05	0,32	0,000800
	0,05	0,05	0,36	0,000900
	0,05	0,05	0,36	0,000900
	0,04	0,05	0,38	0,000760
				0,00664 m3/s
				6,64 l/s
Keskiaivo	Kaistan nopeus (m3/s)	Kaistan leveys (m)	Kaistan syvyys (m)	Kaistan virtaama (m3/s)
	0,00	0,05	0,1	0,0000167
	0,01	0,05	0,12	0,0000400
	0,00	0,05	0,14	0,0000000
	0,01	0,05	0,16	0,0000533
	0,00	0,05	0,16	0,0000267
	0,01	0,05	0,18	0,0001200
	0,02	0,05	0,18	0,0002100
	0,04	0,05	0,2	0,0004333
	0,02	0,05	0,2	0,0002000
	0,04	0,05	0,22	0,0004033
	0,03	0,05	0,24	0,0004000
	0,04	0,05	0,26	0,0004767
	0,05	0,05	0,3	0,0007500
	0,03	0,05	0,31	0,0004133
	0,04	0,05	0,32	0,0006933
	0,05	0,05	0,36	0,0009600
	0,05	0,05	0,36	0,0009600
	0,04	0,05	0,38	0,0008233
				0,00698 m3/s
				6,98 l/s
				603072,00 l/ d
				603,07 m3/ d

Liite 12. Suhteutettu kuormituksen määrä Elipurosta

Päivämäärä	l/d	P-pitoisuus	Kuormitus/d µg
8.5.2009	8 143 279	55,0	447 880 324,32
9.5.2009	8 767 138	49,0	429 589 742,40
10.5.2009	7 836 241	52,5	411 402 635,28
11.5.2009	5 114 289	53,5	273 614 462,78
12.5.2009	3 865 819	59,5	230 016 202,42
13.5.2009	2 962 766	59,3	175 543 869,38
14.5.2009	2 332 134	59,0	137 595 897,50
15.5.2009	1 931 780	58,8	113 492 101,32
16.5.2009	1 644 309	58,5	96 192 055,44
17.5.2009	1 399 732	58,3	81 534 379,68
18.5.2009	1 124 301	58,0	65 209 442,69
19.5.2009	990 348	47,0	46 546 351,49
20.5.2009	897 032	49,0	43 954 589,95
21.5.2009	847 365	51,0	43 215 591,74
22.5.2009	793 934	53,0	42 078 497,76
23.5.2009	729 215	81,5	59 431 033,58
24.5.2009	647 940	110,0	71 273 442,24
25.5.2009	596 767	140,0	83 547 434,88
26.5.2009	574 944	35,0	20 123 026,56
27.5.2009	1 139 352	110,0	125 328 677,76
28.5.2009	1 497 563	90,5	135 529 411,68
29.5.2009	1 276 315	71,0	90 618 338,30
30.5.2009	988 090	73,0	72 130 589,86
31.5.2009	679 547	66,8	45 393 755,10
1.6.2009	696 103	60,6	42 183 853,92
2.6.2009	565 161	54,4	30 744 733,59
3.6.2009	489 154	48,2	23 577 203,52
4.6.2009	439 486	42,0	18 458 399,23
5.6.2009	416 909	37,5	15 634 101,60
6.6.2009	406 374	33,0	13 410 334,08
7.6.2009	446 259	39,3	17 552 837,95
8.6.2009	468 835	45,7	21 410 127,65
9.6.2009	431 208	52,0	22 422 801,02
10.6.2009	417 662	59,0	24 642 053,28
11.6.2009	436 476	66,0	28 807 384,32
12.6.2009	828 551	56,0	46 398 852,86
13.6.2009	852 632	57,3	48 884 254,85
14.6.2009	815 758	58,7	47 857 784,83
15.6.2009	1 100 972	60,0	66 058 312,32
16.6.2009	1 012 172	75,5	76 418 961,84
17.6.2009	1 165 691	91,0	106 077 849,70
18.6.2009	1 165 691	68,0	79 266 964,61

19.6.2009	1 324 477	59,7	79 027 153,92
20.6.2009	1 301 901	51,3	66 830 924,16
21.6.2009	1 103 982	43,0	47 471 228,06
22.6.2009	891 765	43,7	38 940 389,28
23.6.2009	666 001	44,1	29 378 063,52
24.6.2009	579 459	45,0	26 075 649,60
25.6.2009	556 130	73,0	40 597 491,17
26.6.2009	474 103	61,0	17 541 800,64
27.6.2009	388 313	49,0	19 027 322,50
28.6.2009	325 852	66,8	21 750 591,10
29.6.2009	325 852	84,5	27 534 456,14
30.6.2009	303 275	102,3	31 009 892,47
1.7.2009	327 357	120,0	39 282 796,80
2.7.2009	357 458	123,3	44 086 536,00
3.7.2009	371 757	126,7	47 089 186,56
4.7.2009	462 062	130,0	60 068 062,08
5.7.2009	437 981	90,0	39 418 254,72
6.7.2009	352 943	50,0	17 647 156,80
7.7.2009	329 614	280,0	92 291 996,16
8.7.2009	357 458	293,3	104 854 464,00
9.7.2009	408 631	306,7	125 313 626,88
10.7.2009	485 391	320,0	155 325 081,60
11.7.2009	566 666	273,3	154 888 606,08
12.7.2009	526 781	226,7	119 403 648,00
13.7.2009	434 218	180,0	78 159 219,84
14.7.2009	481 628	160,0	77 060 505,60
15.7.2009	520 008	140,0	72 801 106,56
16.7.2009	429 703	120,0	51 564 314,88
17.7.2009	687 073	440,0	302 311 975,68
18.7.2009	1 166 443	410,0	478 241 712,00
19.7.2009	1 092 694	380,0	415 223 677,44
20.7.2009	831 561	350,0	291 046 392,00
21.7.2009	765 337	313,3	239 805 671,04
22.7.2009	2 166 574	276,7	599 418 855,36
23.7.2009	3 459 445	240	830 266 744,32
Yhteensä koeaikana			8 951 803 218,26 µg
			8,95 kg
Keskimääräinen kuormitus päivässä			0,12 kg