
**TAMMELAN OKSJÄRVEN KUNNOSTUS- JA
HOITOSUUNNITELMA**



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö
Ympäristötekniikan koulutusohjelma
Visamäki, kevät 2016

Tuomo Mäkelä



VISAMÄKI

Ympäristötekniikan koulutusohjelma
Ympäristötekniikka

Tekijä	Tuomo Mäkelä	Vuosi 2016
Työn nimi	Tammelan Oksjärven kunnostus- ja hoitosuunnitelma	

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyössä perehdyttiin Tammelan kunnassa sijaitsevaan Oksjärveen ja sen kunnostustarpeisiin. Toimeksiantajan, Tammelan Oksjärven Suojeluyhdistys ry:n mukaan järvi on ruohottunut ja sen vesi on muuttunut ruskeaksi ja limaiseksi viimeisen vuosikymmenen aikana.

Tehtävään syvennyttiin kohteen historiatietojen, kirjallisuuden, näytteenottojen, tutkimustulosten ja kunnostustoimenpidekokeiden avulla. Tavoitteena oli laatia niiden perusteella suunnitelma, jota toteuttamalla järven tila saadaan paranemaan, tai vähintään säilymään ennallaan.

Vesistöistä ja valuma-alueista on olemassa runsaasti teoreettista tietoa ja käytännön kokemuksia. Tietotaitoa pyrittiin käyttämään suunnitelman laatimiseen huomioiden kaikki Oksjärveen vaikuttavat tekijät ja järven ominaispiirteet. Teoriaosuus upotettiin osa-alueiden sisään asioiden selkeyttämiseksi. Haastatteluja sekä yhteistyötä sidosryhmien kanssa hyödynnettiin. Tulo-ojien virtauksista tehtiin kiinnostavia kokeita ja mittauksia.

Valuma-alueen vedenlaatua koskevat tutkimukset tuottivat merkittäviä havaintoja. Tärkeimmät löydökset olivat järven tulo-ojien humus-, kiintoaine-, ja happamuuskuormitukset. Niiden vähentämiseen löydettiin uusia menetelmiä aiemmin käytettyjen lisäksi.

Ulkoisen kuormituksen minimointi ja valuma-alueella tapahtuvien muutosten seuranta pitää saada jatkuvaksi toiminnaksi. Uusia keinoja sekä valuma-alueen, että järven kunnostamiseksi on hyvä kartoittaa. Yhteistyöstä sidosryhmien kanssa ja avoimesta tiedottamisesta pitää tulla jatkuvia käytänteitä.

Avainsanat Happamuus, humus, kiintoaine, valuma-alue, vesistöjen kunnostus

Sivut 75 s. + liitteet 4 s.

VISAMÄKI

Degree Programme in Environmental Technology
Environmental Technology

Author	Tuomo Mäkelä	Year 2016
Subject of Bachelor's thesis	Restoration and management plan of Lake Oksjärvi in Tammela.	

ABSTRACT

The purpose of this Bachelor's thesis was to study the condition of Lake Oksjärvi in Tammela and to propose a feasible restoration plan. According to the commissioner of the thesis, Tammelan Oksjärven Suojeluyhdistys (environmental protection society) the lake has started to become colonized by aquatic vegetation and the water has become brownish and slimy in the past ten years.

The theme was explored from the points of view of history, literature, research results and experiments. The main objective was to use these findings to draw up an implementation plan, which would improve the condition of the lake or, at minimum, maintain the existing state.

There is plenty of theoretical and practical knowledge available on water systems and catchment areas. This knowledge was used to draw up the implementation plan while considering all factors affecting Lake Oksjärvi and the special characteristics of the lake. The theoretical background was discussed in several chapters of the thesis. In addition, members of interest groups were interviewed. Tests and experiments were conducted on incoming drift water flows.

As a result of the thesis, important findings were discovered especially from the water quality analyses of water catchment area. The water of incoming drifts contained high loads of humus, solid matter and acidity. New methods to decrease the load were discovered in addition to the methods used earlier.

The minimization of the external load, and follow-up of changes in the water catchment area has to be launched as a continuous procedure. It is recommended to find out new tools to improve the condition of the water catchment area and the lake. Cooperation with interest groups and open information sharing should be continuous practices.

Keywords Acidity, humus, solid matter, catchment area, restoration of water system

Pages 75 p. + appendices 4 p.

TERMEJÄ JA LYHENTEITÄ

Absorbanssi	Imeytyminen. Tässä valon vaimeneminen vedessä
Adenosiinitrifosfaatti	ATP, solujen energiatalouden käyttämä yhdiste
A-klorofylli	Fotosynteesin tärkein yhteyttämisspigmentti
Alkaliniteetti	Veden happamuuden muutoksia vastustavan puskurikyvyn mittayksikkö
Ammonium (typpi)	Typen yksi olomuoto, positiivisesti varautunut ioni NH_4^+
BOD7	Biologinen hapenkulutus, Biological Oxygen Demand
COD, COD_{Mn}	Kemiallinen hapenkulutus, Chemical Oxygen Demand
DOC	Liuennut orgaaninen hiili, Dissolved Organic Carbon
Enterokokki	Ihmis- tai eläinlähäinen suolistoperäinen bakteeri
Eufoottinen	Veden valoisa pintakerros jossa tapahtuu perustuotantoa
Fosfaatti	PO_4^{3-} -ioni, tai sen sisältävä fosforihapon suola
FTU (FNU)	Veden sameusarvoa kuvaavia mittayksiköitä, Formazine Turbidity Units. FNU = Formazine Nephelometric Units.
Happikyllästysaste	Veteen liuenneen hapen suhteellinen osuus prosentteina verrattuna maksimiliukoisuusmäärään
Humus	Ravinteita ja hiiltä sisältävä orgaaninen yhdiste
Hydrologia	Veden esiintymistä ja ominaisuuksia tutkiva tiede
Ilmaversoinen	Kasvi jonka varsi ja lehdet ovat pääosin veden pinnan yläpuolella
Indikaattori	Ilmaisoin
Karbonaatit	Hiilen ja vedyn yhdisteitä
Kelluslehtinen	Kasvi jonka lehdistä ainakin osa kelluu veden pinnalla
Kerrostuneisuus (talvi-; kesä-)	Järven syvyyden ja muiden olosuhteiden, sekä ilman lämpötilan ja sääolosuhteiden vaikutuksesta veteen mahdollisesti syntyvät kerrostumat. Vesimassa jakautuu lämpötilan ja tiheyden mukaan pinta-, eli päällysveteen, harppauskerrokseen ja pohja-, eli alusveteen.

Kiintoaine	Orgaaninen ja epäorgaaninen hiukkasmainen maa-aines
Kloridi	Klooriatomin ja siihen liittyneen elektronin yhdiste
KMnO ₄	Kaliumpermanganaatti, kaliumin, mangaanin ja hapen kemiallinen yhdiste
Kok-N	Kokonaistyyppi, sis. ammonium-, nitraatti- ja nitriittitypen
Kok-P	Kokonaisfosfori, sisältäen fosfaattifosforin
Kolloidi	Hyytelömäinen, liimamainen aine, esim. maali. Tässä: Veteen liuenneiden (humus)yhdisteiden seos
Kosteikko	Tässä: Puolikostea, kasvillisuutta sisältävä alue jonka tarkoituksena on pidättää kiintoainesta ja ravinteita.
Käyttökelpoisuusluokitus	Veden laatua ja soveltuvuutta vedenhankintaan, virkistyskäyttöön ja kalavedeksi kuvaava luokittelu
Laskeutusallas	Uoman syvempi ja leveämpi kohta jonka tarkoitus on hidastaa veden virtausta, jolloin kiintoaine ehtii laskeutua pohjalle
Lietekuoppa	Uomassa oleva syvempi kohta jonne kiintoaine laskeutuu
mg Pt/l	Väriarvon mittasuure, milligrammaa platinaa litraa kohden
mS/m	Sähkönjohtavuuden yksikkö, millisiemenssiä metriä kohden
Nab Labs Ambiotica	Jyväskylän Yliopiston Ympäristölaboratorio (Omistajuus muuttunut yrityskauppojen myötä)
N 60	Suomalainen korkeusjärjestelmä (datumi) jonka nollassa on Helsingin sataman keskivedenkorkeus vuonna 1960
NO ²⁻ tai NO ³⁻ ioni	negatiivisesti varautunut typhen molekyyli, anioni
Nordic-verkko	Standardin SFS-EN 14757 mukainen koekalastusverkko
Nitraatti	NO ³⁻ ioni, tai sen sisältävä typpihapon suola
Nitriitti	NO ²⁻ ioni tai sen sisältävä typpihapon suola
NTU	Veden sameusarvoa kuvaava mittayksikkö, Nephleometric Turbidity Units. Sama kuin FTU; FNU
Ojituskatko	Ojalinjan kaivamatta jätetty osa, tarkoitus pidättää virtaamia ja kiintoaineita
Peledsiika	Siperiasta kotoisin oleva siikalajike

Pidätyspato	Veden virtaaman säätöön tarkoitettu padotus
PM _{2,5} , PM ₁₀	Pienhiukkasten kokomerkintä, Particulate Matter, aerodynaaminen halkaisija 2,5 tai 10 µm.
pmy	Pesäkkeen muodostava yksikkö. Bakteerien ja mikrobien viljelyssä käytetty mittasuure
Pintakuorma	Pinta-alayksikköön, tai pinta-alaan kohdistuva kuormitus aikayksikköä kohden. Käytettävä mittayksikkö määräytyy käyttötarpeen mukaan.
Pintavalutuskenttä	Luonnontilaista vastaava kasvien peittämä alue, jonka yli vesi valutetaan kiintoaineen ja ravinteiden vähentämiseksi.
PO ₄ -P	Fosfaattifosforin tunnusmerkintä
Pohjaversoinen	Vesikasvi jonka lehdet sijaitsevat lähellä pohjaa
Saschen	Vanha venäläinen pituusmitta, yksi saschen = 2,1336m
Secchi- menetelmä	Näkösyvyyden mittaamiseen käytetty valkoinen levy
Settipato	Padotus jossa veden korkeutta voidaan säätää
Siivikko	Potkurimainen virtausnopeuden mittalaite
Siltti	Saven ja hiekan seos, raekoosta 80 % = 0,002–0,06 mm
Sulfaatti	Sulfaatti-ioni SO ₄ ²⁻ , myös rikkihapon suola
Suojakaista	Vesiuoman vierellä oleva kasvillisuuden peittämä alue joka pidättää ravinteita ja kiintoainesta
Syanobakteeri	Sinibakteeri. ”Sinilevä”-nimityksen käyttö on virheellinen
Säätösalaajitus	Salaojitus, jossa on veden korkeuden säätömahdollisuus noin 40-60 metrin välein
Termiikki	Ympäröivää ilmassaa lämpimämpi ja kevyempi nouseva ilmavirtaus, ”ilmakupla”
Tumma vesi	Humus-, rauta- tai mangaanipitoisuuden värjäämä ruskean keltainen vesi
Uposlehtinen	Upoksissa oleva vesikasvi joka kasvaa pohjasta pintaa kohti
Vaaitus	Pisteiden välisen korkeuseron määrittäminen
Value	Tässä Sykkeen tekemä valuma-alueen rajaustyökalu

Valuma-alue	Pinta-ala jolta esimerkiksi oja, puro tai järvi saa vetensä
VAPO	Valtion Polttoainetoimisto, nykyisin Vapo
Vemala	Vesistön hydrologian, ravinnekuormituksen ja huuhtouman mallinnustyökalu
Virtaama	Tilavuusvirta aikayksikössä, litraa sekunnissa tai kuutiometriä sekunnissa
Virtaamahuippu	Maksimi virtaama esimerkiksi keväällä tai rankkasateella

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
1.1	Työn tavoite.....	1
1.2	Työn painopiste ja raja.....	1
2	ALUEEN YLEISKUVAUS JA TAUSTATIETOA.....	2
2.1	Historiaa	2
2.2	Alueen kuvaus	3
2.2.1	Maastotiedot, maaperä ja pohjavesialueet	3
2.2.2	Maankäytön ja soiden vaikutus valuntaan.....	3
2.3	Valuma-alue ja hydrologiset tiedot 2015	6
3	TUTKIMUSTIETOA VALUMA-ALUEEN JA JÄRVEN TILASTA.....	8
3.1	Virtaamatietoa järveen laskevista ojista.....	8
3.1.1	Tilavuusvirtaamien mittausmenetelmistä.....	9
3.1.2	Oksjärven ojien virtaamatietoja.....	10
3.1.3	Yhteenvedo virtausmittauksista	12
3.2	Vedenlaatu järveen laskevissa ojissa.....	13
3.2.1	Kiintoaine ojavesissä	13
3.2.2	Sähkönjohtavuus ojavesissä	15
3.2.3	Happamuus eli pH-arvo ojavesissä	15
3.2.4	Alkaliniteetti-arvo ojavesissä	16
3.2.5	Väriarvo ojavesissä.....	16
3.2.6	Typpi ojavesissä	18
3.2.7	Fosfori ojavesissä	19
3.2.8	Orgaaninen hiili ojavesissä.....	20
3.2.9	Suolistoperäiset bakteerit ojavesissä	21
3.2.10	Yhteenvedo ojavesien laadusta	21
3.3	Vedenlaatu järvessä.....	22
3.3.1	Kiintoaine järvivedessä	22
3.3.2	Sähkönjohtavuus järvivedessä.....	23
3.3.3	Happamuus eli pH-arvo järvivedessä.....	23
3.3.4	Alkaliniteetti-arvo järvivedessä.....	23
3.3.5	Väriarvo järvivedessä	23
3.3.6	Sameus järvivedessä	24
3.3.7	Näkösyvyys järvivedessä.....	24
3.3.8	Typpi järvivedessä.....	25
3.3.9	Fosfori järvivedessä.....	27
3.3.10	Orgaaninen hiili järvivedessä	29
3.3.11	Happipitoisuus ja happikyllästysaste.....	29
3.3.12	Kemiallinen hapenkulutus COD _{Mn}	31
3.3.13	Rautapitoisuus järvivedessä.....	32
3.3.14	Klorofylli-a	32
3.3.15	Sinileväesiintymä kesällä 2013	33
3.3.16	Yhteenvedo järviveden laadusta.....	34
3.4	Vedenkorkeus järvessä.....	35
3.5	Kalakanta ja koekalastus	36

3.5.1	Koekalastuksen tulokset	36
3.5.2	Kalojen istutukset	37
3.5.3	Yhteenvedo kalakannasta ja koekalastuksesta	38
3.6	Järven ja sen ympäristön eliöyhteisö.....	38
3.7	Turvesuon pöly.....	39
3.8	Yhteenvedo valuma-alueen ja järven tutkimuksista	40
4	OKSJÄRVEÄ KUORMITTAVAT TEKIJÄT.....	40
4.1	Ojien kautta tuleva kuormitus	40
4.1.1	Saarisuon- ja Huhtaladonojat	41
4.1.2	Ruostekuokkamaan-, Loimistonmäen- ja Sammalleenlahdenojat.....	41
4.1.3	Kylmälahden- ja Nikuniemenojat.....	41
4.2	Haja-asutuksen ja virkistyskäytön kuormitus, leirialue	42
4.3	Järven sisäinen kuormitus	42
4.4	Laskeuma ja luonnonhuuhtouma	42
4.5	Yhteenvedo järven kuormitustekijöistä.....	42
5	JÄRVEN TILA 1970–2015.....	43
6	VALUMA-ALUEIDEN KUNNOSTUSMAHDOLLISUUDET.....	43
6.1	Maatalousvaikutteiset valuma-alueet	44
6.2	Metsätalousvaltaiset valuma-alueet.....	44
6.3	Laskeutusaltaat ja kosteikot	45
6.4	Virtaamansäätöpadot, lietekuopat, kaivukatkot ja tulva-alueet	47
6.5	Kalkkikivirouheella tapahtuva humuksen ja happamuuden vähentäminen	48
6.6	Muita menetelmiä.....	49
6.7	Maanomistajien toiveiden ja vaatimusten huomioiminen.....	50
7	JÄRVEN KUNNOSTUSMAHDOLLISUUDET	50
7.1	Järven kunnostuksen motiivit.....	50
7.2	Vesikasvillisuuden poisto.....	50
7.2.1	Niitto.....	51
7.2.2	Haraus tai jyrshintä.....	52
7.2.3	Muita vesikasvien poistomenetelmiä	53
7.3	Pohjasedimentin käsittelyt.....	53
7.3.1	Ruoppaus	54
7.3.2	Pohjasedimentin pöyhintä	55
7.3.3	Fosforin kemiallinen saostus	55
7.4	Hapetus ja ilmastus.....	56
7.5	Alusveden poistaminen	57
7.6	Happamoitumisen torjunta, kalkitus	57
7.7	Hoitokalastus.....	58
7.8	Vedenpinnan nostaminen tai vedenkorkeuden ylläpitäminen.....	58
7.9	Järven tilapäinen kuivattaminen.....	59
8	VESISTÖKUNNOSTUKSEEN LIITTYVÄ LAINSÄÄDÄNTÖ.....	60
9	TUKIRAOITUSMAHDOLLISUUDET	61
10	EHDOTUS TOIMENPITEISTÄ.....	62
10.1	Yhteistyö, tiedonkulku, tiedotus ja opastus.....	62

10.2 Saarisuon- ja Huhtaladonojat	63
10.3 Ruostekuokkamaan-, Loimistonmäen- ja Sammalleenlahdenojat	64
10.4 Pohjapadon rakentaminen Oksjokeen	64
10.5 Tulevaisuudessa mahdollisesti toteutettavia toimenpiteitä	65
10.6 Toimenpiteet joita ei tällä hetkellä katsota tarpeelliseksi toteuttaa.....	65
11 YHTEENVETO	66
LÄHTEET	67

Liite 1	KUNNOSTUSSUUNNITELMAN TOIMENPITEET
Liite 2	HUOLTOSUUNNITELMAN TOIMENPITEET
Liite 3	OKSJÄRVEN LASKEUTUSALTAIDEN SUUNNITELMA

1 JOHDANTO

Suomen vesistöjen tila alkoi heikentyä kaupungistumisen, teollistumisen, maa- ja metsätalouden tuottovaatimusten sekä liikenteen kuormitusten vuoksi varsinkin 1900-luvun loppupuoliskolla. Yleisen valveutuneisuuden ja vesistöjen virkistyskäytön myötä tilanne on onneksi muuttumassa, vesistöjemme hyvinvointia tarkastellaan nykyisin uudesta näkökulmasta.

Tässä opinnäytetyössä on tutkimusten avulla tarkoitus selvittää Tammelan Oksjärven ja sen valuma-alueen nykytilaa. Sen perusteella vedettyjen johtopäätösten tuloksena pohditaan, mitkä ovat järkevimmit mahdollisuudet parantaa järven tilaa.

Opinnäytetyön lopussa esitellään erilaisia järven ja valuma-alueen kunnostusmenetelmiä. Niistä parhaiten soveltuvat suositellaan otettavaksi käyttöön ottaen huomioon järven olosuhteet.

1.1 Työn tavoite

Tavoitteena on laatia suunnitelma, jota toteuttamalla Oksjärven tila paranee tai säilyy vähintään ennallaan. Siihen pyritään itse järven, mutta myös valuma-alueen kunnostuksella ja huoltamisella. Suunnitelman laadinnassa ja toteutuksessa hyödynnetään valuma-alueesta ja järvestä tehtyjä tutkimustuloksia.

Tavoitteena on myös kannustaa eri sidosryhmiä pitkäaikaiseen yhteistyöhön järven ja sen valuma-alueen kokonaisvaltaisen tilanteen kehittämiseksi. Toimeksiantajan, Tammelan Oksjärven Suojeluyhdistys ry:n, toiveena on saada selkeä toimenpidelista suoritettavista parannusehdotuksista.

1.2 Työn painopiste ja rajaus

Työ painottuu käytännössä toteutettaviin menetelmiin tutkimustulosten analysoinnin ja niistä tehtyjen johtopäätösten perusteella. Toimenpiteiden valinnassa huomioidaan myös taloudelliset seikat ja henkilöresurssit ja keskitytään siitä syystä kustannustehokkaisiin menetelmiin.

Raportissa ei esitellä laajoja teoreettisia pohdintoja eri menetelmien soveltuvuudesta kyseiselle järvelle. Teoreettinen viitekehys on upotettu menetelmää käsittelevään osioon, jotta tekstin ymmärrettävyys helpottuisi.

2 ALUEEN YLEISKUVAUS JA TAUSTATIETOA

Tässä osiossa käsitellään Lounais-Hämeessä sijaitsevan Tammelan Oksjärven historiaa, valuma-aluetta ja nykytilaa.

2.1 Historiaa

Oksjärvi valuma-alueineen oli 1900-luvun alkuun asti lähes luonnonvarainen, katso kuvat 1, 2 ja 3. Asutusta ei juuri ollut, pellot olivat lähinnä luonnonniittyjä. Järven pinnankorkeus oli 1700–1800-luvuilla 52,4 saschenia, noin 111,8 metriä. Maaston mukaan mutkittavia luonnonpuroja oli muutamissa kohdin syvennetty, mutta varsinaista ojitusta oli hyvin vähän. (Aaltonen 1924, 126; Harju 2012, 205; Kansallisarkisto. Venäläinen topografikartasto 1860–1914; Senaatin kartasto 1884.)

Järvi oli kirkasvetinen ja kalaisa, myös jokirapukanta oli runsas. Muutos huonompaan alkoi 1920–1930-luvuilla, kun soita otettiin viljelyskäyttöön ja metsiäkin ojitettiin käsivoimin. Myös järvestä laskevaa Oksjokea perattiin tukinuittoarkeoituksiin, mutta uitosta luovuttiin pian. Viljelysmaat ja järveen laskevien, käsin kaivettujen ojien määrä lisääntyi pikkuhiljaa. Asutuksen määrä lisääntyi järven valuma-alueella. Ensimmäiset kesäasunnot tulivat 1950-luvulla. Järven sietokyky riitti kuitenkin tasapainottamaan olosuhteet. (Haastattelut Kujala S. & Mäkelä E., 1998; Mäkelä E. 1990; Rauhala 2012.)



Kuva 1. Oksjärvi Kuninkaan kartaston mukaan 1776–1805 (Harju 2012, 205).

Merkittävä muutos tapahtui 1960-luvulla, kun järveä ympäröiviä soita ojitettiin erittäin paljon. Järven vesi happamoitui ja sen väri muuttui rusehtavaksi. Syksyisin vesi oli erittäin kirkasta. Myös kalakannassa tapahtui muutoksia. Kujala S. & Mäkelä E. (1998) haastatteluiden mukaan joskus

näkyi ahvenia, joiden silmät olivat ”samalla puolella päätä”. Todennäköisesti tämä johtui veden happamoitumisesta, tai lannoituksista, joita 1970–1980-luvuilla suoritettiin. Lannoituksista on hyvin kahtiajakoista ja epämääräistä tietoa. Haastateltavasta riippuen asiaa väheksytään, puolustetaan, ei haluta kertoa tai sitä ylikorostetaan. Lannoitusten toimeenpanijoita oli useita – valtio, metsänhoitoyhdistykset, yksityiset jne. Arkistodokumentit ovat hävinneet. (Haastattelut Hirn 2013; Sampakoski & Tuunanen 2015; Siikonen 2015.)

2.2 Alueen kuvaus

Oksjärvi on tyypitykseltään matala humusjärvi. Tyypitys pohjautuu EU:n Vesipolitiikan puitedirektiivistä 23.10.2000/60 johdettuun Suomen pintavesien tyypittelyaineistoon ja ohjeistuksiin. (Ala-Opas & Ruuhijärvi 2014, 11; Niinimäki & Penttinen 2014, 63–66; Palomäki 2015a, 8; Pilke 2012, 16–18; Ympäristö.fi, 2015. Pintavesien tyypittely.)

Muutama suo, kapeahkot kangasharjut ja metsämaisema ympäröivät järveä. Järven pohjoispuolella, noin 500 metrin etäisyydellä sijaitsee Oksuon turvetuotantoalue. Sen kuivatusvesiä ei kuitenkaan johdeta Oksjärveen, vaan luoteiskulmasta lähtevään Oksjokeen joka laskee Pehkijärveen. Peltoviljelyn pinta-ala on noin 5 % valuma-alueesta. Metsätaloutta valuma-alueella on paljon, puhtaaksihakkuita on varsinkin 2000-luvun jälkeen suoritettu runsaasti.

2.2.1 Maastotiedot, maaperä ja pohjavesialueet

Karttatietojen mukaan Oksjärvi sijaitsee 110,10 metrin korkeudessa merenpinnasta (Kansalaisen Karttapaikka, 2015). Käytännössä pinnankorkeus on keskimäärin tasolla 110,35 metriä, vaihdellen välillä 110,25–110,60 metriä. Valuma-alue asettuu korkeustasolle N60 110,40–N60 140,00. Alueen maaperä on pääosin loivapiirteistä moreenimaastoa, vaihtuen alavammilla alueilla siltiksi ja saveksi (Sten 1998, 32–34). Suoperäisen maaston osuus valuma-alueesta on kohtalainen. Soiden reuna-alueita on aikoinaan kuivatettu viljelyskäyttöön, mutta osa niistä on metsitetty 1970–1990-luvuilla. Valuma-alueella sijaitsee kaksi II-luokan pohjavesialuetta: Järven länsipuolella Hosioisnummen alue (ID 0483412) noin 500 metrin etäisyydellä, ja eteläpuolella Laihanlammin alue (ID 0483413) rajoittuen järveen. (Laki 1299/2004 Vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä, ja sen muutos 1.2.2015. 10b §.) Laihanlammin pohjavesialueella, 100metrin etäisyydellä järvestä on noin 3 hehtaarin soranottoalue jonka lupa umpeutui 30.6.2006. (Syke raportti 292007, 129–130; Suomalainen 2014, 20.) Alueella on valtion omistuksen aikaan ollut soranottoa jo 1950-luvulta asti, mutta sen laajuudesta ei ole selvitystä (Kujala E., haastattelu 2015).

2.2.2 Maankäytön ja soiden vaikutus valuntaan

Ensimmäisten asutusten, Leivomäen torpan ja Eskmanin suvun myötä alkoi järven rannoilla näkyä ihmiskäden tekemiä muutoksia 1700–1800-

lukujen vaihteessa. Kuvien 2 ja 3 mukaan koillisrannalla on talo, lounaassa toinen. Järven pohjoispuolella oleva niitty- ja peltoalue oli kunnioitettavan suuri, 18 hehtaaria. (Aaltonen 1924, 123–136; Kalmbergin kartasto 1855–1856; Kansallisarkisto, Senaatin kartasto 1884; Viher-Vehmas, haastattelu 2015.)



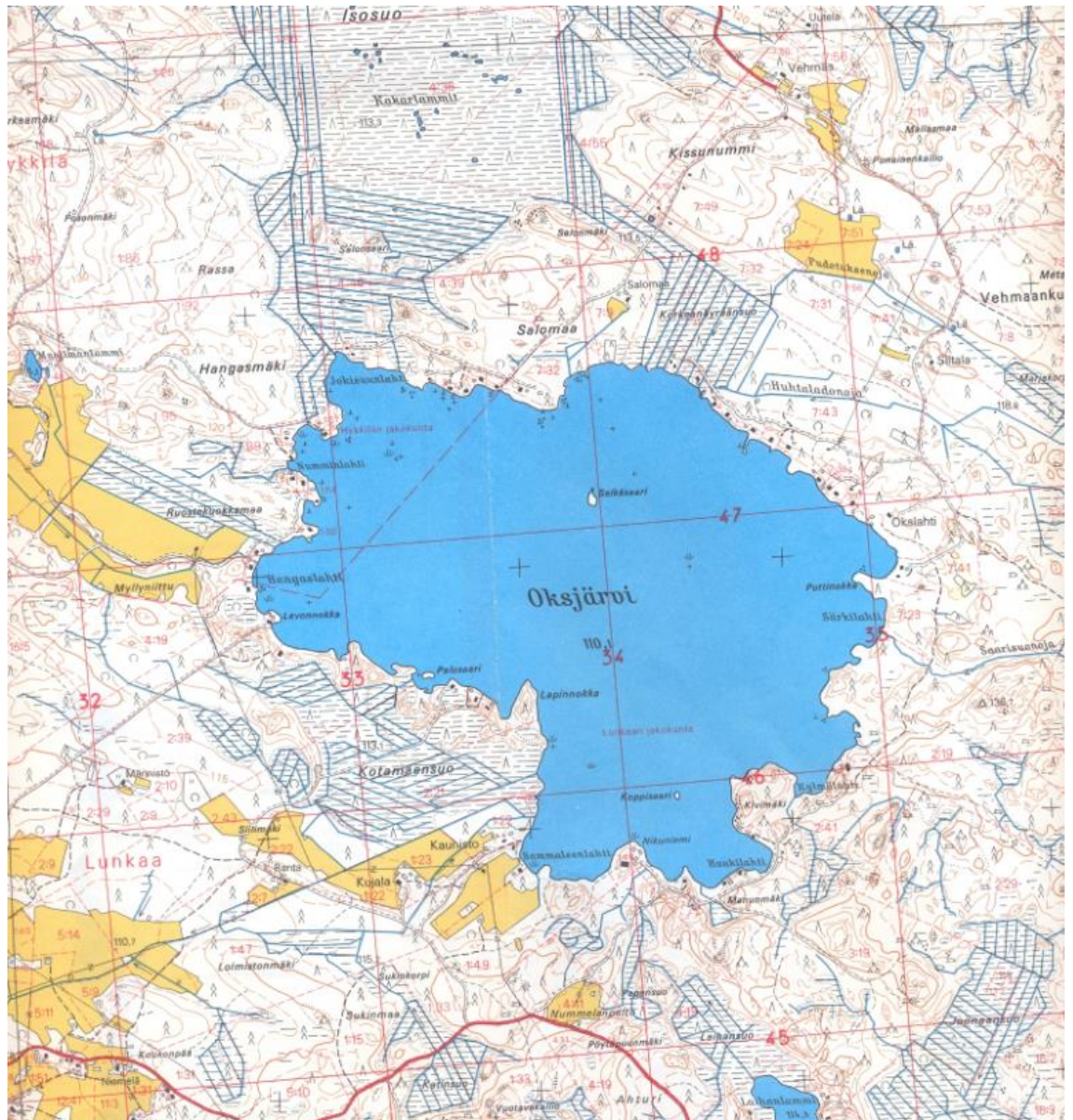
Kuva 2. Oksjärven pohjoisosa 1884 (Maanmittauslaitos, Senaatin kartasto 2015).



Kuva 3. Oksjärven eteläosa 1884 (Maanmittauslaitos, Senaatin kartasto 2015).

Ojituksen lisääntyminen peltoviljelyn ja metsätalouden vuoksi oli 1900-luvun alussa maltillista, käsivoimin tapahtunutta. Koneellistumisen myötä ojitus helpottui, ja valtiovallan tuella tehty ojittaminen lisääntyi 1950-luvun jälkeen.

Kuvasta 4 näkyy, että järveä ympäröivät suot on ojitettu lähes kokonaan (Peruskartta 2113 10 Pehkijärvi, 1990). Kuvia 2, 3 ja 4 vertaamalla näkyy, että osa 1800-luvulla raivatuista niityistä ja pelloista on metsittynyt uudestaan esim. järven koillispuolella. Soiden ojitus tapahtui pääasiassa 1960-luvulla ja peltojen metsitys 1970–1980-luvuilla (Mäkelä E., haastattelu 1990).



Kuva 4. Oksjärven alue peruskartan mukaan vuonna 1990 (Maanmittauslaitos).

Kartan yläaidassa näkyvän Isosuon valmistelu turvetuotantoalueeksi alkoi 1999, myös sen keskustaa ojitettiin. Tuotanto Okssuo-nimisellä alueella alkoi 2001. Vuonna 2013 tuotannossa oli 115 hehtaaria, levossa 5 ha ja valmistelussa 4 ha. Okssuon tuotantoalueen kuivatusvesiä ei johdeta Oks-

järveen, vaan ne virtaavat pintavalutus kentän ja vasta valmistuneen kos-teikon läpi Oksjoen kautta Pehkijärveen. (LSY. Lupapäätös nro 33/2007/4, 2 ja nro 37/2009/4; Keränen, Jaakola & Vesisenaho 2014, 31–32.)

Turvetuotantoalueen kuivatuksella voi olla merkitystä järven vedenpinnan korkeuteen pitkällä aikavälillä, koska Isosuon itäosan valumavedet saattavat suuntautua turvetuotantoalueen reunaosiin, eli kaakkoon. Virtaamaa saattaa tapahtua myös järven pohjois-luoteiskolkasta tuotantoalueen suuntaan, sillä etäisyys on alle 500 metriä, osittain suota, osin hiekkaharjannetta. (Mäkelä, Hiitiö, Horppila, Hulkko, Leino, Siiro & Tasanko 2015, 33.)

Turpeennostosta saattaa aiheutua myös pölyhaittaa tuotantokautena. Turvepöly voi kulkeutua järven päälle ja nostaa järven orgaanista kiintoainekuormitusta. Kohdassa 3.7 esitellään tutkimustuloksia vuodelta 2015.

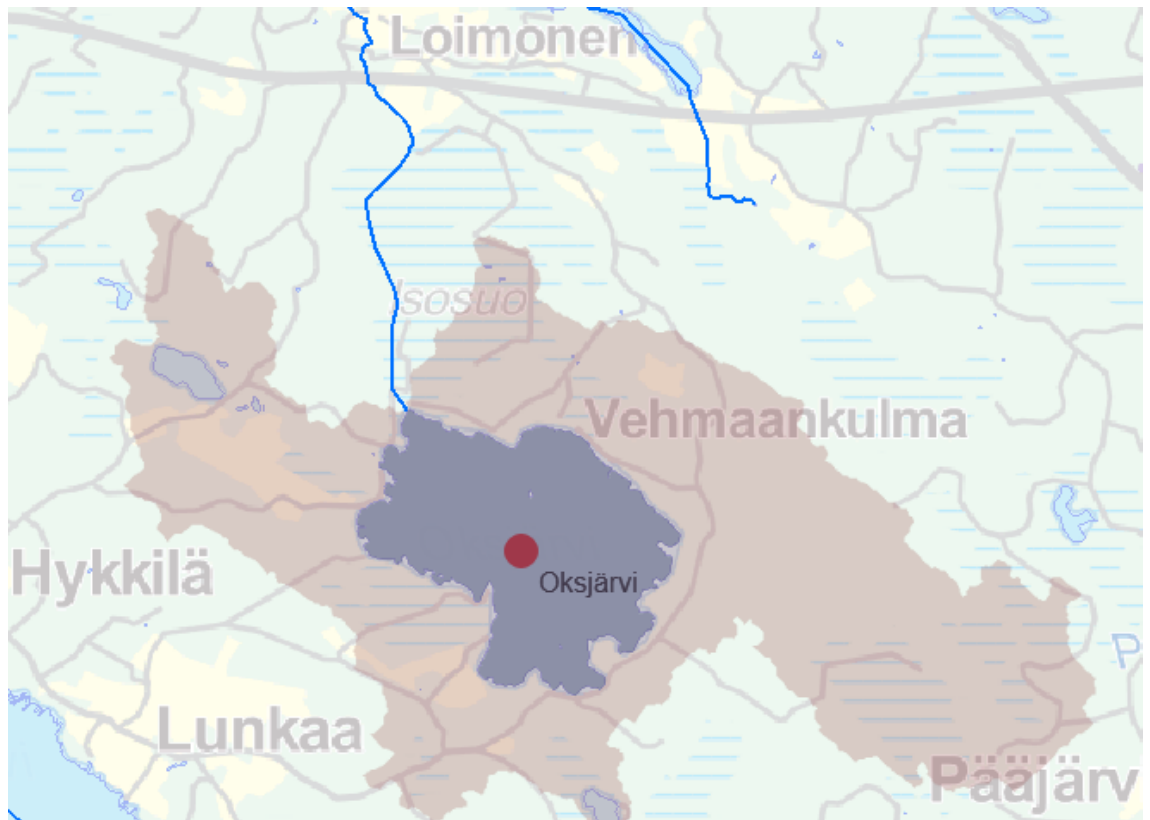
Järven kiusana on edelleen 1930–1960-luvuilla luotu ongelma – järven vedenpinta nousee keväällä nopeasti sulamisvesien vuoksi, mutta laskee kesän mittaan, koska vesi metsistä ja soilta on virrannut ojien kautta pääosin jo keväällä. Osittain jopa suunnittelematon ojittaminen 1950-luvun jälkeen on aiheuttanut sen, että valuma-alueen vedet hulahtavat keväisin nopeasti järveen. Se aiheutti ketjureaktion, järven laskujokea piti perata koska sulamisvedet vaivasivat viljelysmaita. Eino Kujalan (2015) kertoman mukaan tästä aiheutui myös konflikteja kylien välille: Järven alapuolisen vesistön varrella olevat isännät patosivat Oksjokea, ettei vesi tulvisi heidän maille. Oksjärven ympäristön viljelijät taas kävivät purkamassa patoja, koska vesi vaivasi heidän maitaan. Kujala oli pikkupoikana isänsä kanssa purkamassa näitä patoja. Tämä tapahtui 1960-luvun alkupuolella.

Soiden ojituksen vaikutusta ei ennalta osattu tai haluttu arvioida järven hyvinvoinnin kannalta, sillä muutokset ovat hitaita. Ojituksen lisäksi Oksjoen vaaitus ja perkaus 1930-luvulla maanviljelyn, metsätalouden ja tukinuiton vuoksi on merkittävästi vaikuttanut järven tilaan. Kalastus ja järven muu hyötykäyttö, mm. jäiden otto jäähdystarkoituksiin tai käyttö kulkureitteinä sekä kesäisin että talvisin olivat pitkään jatkuneita käytäntöjä, joita ei edes ajateltu. Virkistyskäyttö oli vasta alkamassa sanan nykymerkityksessä.

2.3 Valuma-alue ja hydrologiset tiedot 2015

Oksjärven ID numero järvirekisterissä on 35.937.1.001. Valuma-alueen koko on 14,5km². Kuva 5 esittää järven sijoittumisen valuma-alueella (Valuma-alueen rajaustyökalu Value, Syke 2015).

Value, valuma-alueen rajaustyökalu on osa Sykkeen kehittämää vesistöjen mallinnustyökalua, Vemalaa. Sillä voidaan simuloida mm. vesistön ja valuma-alueen hydrologiaa, vedenlaatua, ravinnekuormituksia ja huuhtoutumia.



Kuva 5. Oksjärven valuma-alue Value-työkalun laskemana (Syke 2015).

Järven hydrologiset tiedot selviävät taulukosta 1. Siinä Oksjärven pinta-ala on 301 hehtaaria, suurin syvyys 7 metriä ja tilavuus 7,94 miljoonaa kuutiometriä (Palomäki 2015a, 5). Toisen lähteen mukaan pinta-ala on 303 ha, suurin syvyys 7,41 m ja tilavuus 8,02 Mm³ (Mäkelä, ym. 2015, 71). Ero vesitilavuudessa on prosentin luokkaa. Tässä työssä on käytetty taulukon 1 tietoja, koska muut tutkimukset on laskettu sen arvoilla.

Taulukko 1. Oksjärven hydrologiset tiedot (Palomäki 2015a, 2).

Keski-syvyys	Maksimi-syvyys	Pinta-ala	Tilavuus	Viipymä	Lähtövirtaama	Valuma-alueen koko	Valuma-alueen peltoala	Valuma-alueen vesiala
m	m	km ²	milj. m ³	vrk	m ³ /s	km ²	%	%
2,6	7	3,01	7,94	675	0,14	14,5	5,16	24,57

Taulukko 2 esittää järvestä laskevan Oksjoen alajuoksun virtaamatiedot Okssuon turvetuotantoalueen luvasta poimittujen tietojen mukaan (LSY Lupapäätös nro 133/2007/4, 3).

Taulukko 2. Oksjoen alajuoksun virtaamatiedot (LSY lupapäätös nro 133/2007/4).

Valuma-alue	Pinta-ala km ²	Järvisyys %	Keskiylivirtaama m ³ /s	Keskivirtaama m ³ /s	Keskialivirtaama m ³ /s
Oksjoen suu	28,08	11,2	1,3	0,2	0,04

Taulukossa 3 on esitetty Oksjoen virtaamat sen ylä- ja alajuoksulla. On huomioitava, että nämä ovat keskimääräisiä arvoja pitkältä aikaväliltä. Sateisuuden määrä saattaa vuositasolla aiheuttaa huomattavasti enemmän vaihtelua kuin laskelmien virhemarginaali.

Taulukko 3. Oksjärven ja Oksjoen virtaamatiedot taulukoiden 1 ja 2 perusteella laskettuina.

OKSJÄRVEN ja OKSJOEN VIRTAAMAT			Keskiyli-	Keski-	Keskiali-	
			virtaama	virtaama	virtaama	
			m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	
Virtaama Oksjoen yläjuoksulla				0,14		
Virtaama Oksjoen alajuoksulla			1,3	0,2	0,04	*Vapon Ymp. lupa
Okssuon turvetuotantoalueen vaikutus			+5%	+5%	+5%	*Vapon Ymp. lupa
Virtaama ilman turvesuon vaikutusta			1,24	0,19	0,04	
Oksjoen valuma-alueelta tuleva vesimäärän lisäys				36 %		
Oksjärven teoreettiset lähtövirtaama			0,91	0,14	0,03	

3 TUTKIMUSTIETOA VALUMA-ALUEEN JA JÄRVEN TILASTA

Tutkimusten tavoitteena oli selvittää järven ja sen valuma-alueen nykytila, mahdolliset muutokset ja muutoksiin vaikuttavat tekijät.

Kohdissa 3.1–3.8 esitellään merkittävimmät järven valuma-alueella, ojia ja puroja sekä itse järveä koskevat tutkimustulokset. Vesien laatua kuvaavat indikaattorit ja niiden merkitys järven hyvinvoinnille avataan lyhyesti. Myös muita seurannassa olleita tekijöitä ja järven ekologiaa käsitellään.

Oksjärvestä on saatavissa vedentutkimusaineistoa vuodesta 1970 lähtien. Nab Labs Oy:n ympäristötutkimuskeskus Ambiotica suoritti 2013–2014 mittavan tutkimustyön Oksjärven ja siihen laskevien ojien vesistä. Evon Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos suoritti samaan aikaan, vuoden 2013 kesällä koekalastuksen järvellä. Tutkimukset olivat osa Tammelan järvien ja kalaston tutkimus ja kunnostus-hanketta 2012–2015.

Loppuraportissa näkyy myös aikaisempien tutkimusten tuloksia vertailumateriaalina. Pitkältä aikajänteeltä kerätty tieto lisää tulosten luotettavuutta merkittävästi (Palomäki 2015a, 5, 11, 14).

Tämän lisäksi on opinnäytetyöhön liittyen suoritettu virtaamamittauksia järveen laskevista ojista. Poikkeuksellisen kylmän ja sateisen kesän sekä sateisen syksyn 2015 vuoksi mittaukset eivät anna yleispätevää tietoa virtaamista.

3.1 Virtaamatietoa järveen laskevista ojista

Virtaamatietojen mittaamisen tarkoitus on valaista valuma-alueilta ojien kautta tulevien vesien määriä ja ojien suhteellisia kokoluokkia. Vuodenajoista, sateista ja muista olosuhteista johtuvat virtaamien vaihtelut yhdistettyinä ojien vedenlaatutietoihin antavat arvokasta tietoa muun muassa

valuma-alueen kuormitusvaikutuksista. Virtaamatietojen mittaamiseen on useampia mahdollisuuksia. Mittayksikkö Q = litraa sekunnissa tai kuutiometriä sekunnissa.

3.1.1 Tilavuusvirtaamien mittausmenetelmistä

On olemassa automaattisia mittausasemia, jotka valmistajasta riippuen analysoivat virtaamatietojen lisäksi myös muita suureita. Tällaisia ovat esimerkiksi sameus, typen ja a-klorofyllin pitoisuudet. Humuksen indikaattorit orgaaninen hiili (DOC) ja kemiallinen hapenkulutus (COD) voidaan myös analysoida, niitä esitellään kohdissa 3.2 ja 3.3. Teknisestä monimutkaisuudesta johtuen mittausasemat ovat kuitenkin arvokkaita. Ne vaativat myös säännöllistä kalibrointia, huoltoa ja ylläpitoa. Suurin etu on se, että ne eivät vaadi jatkuvaa läsnäoloa. (Tattari, Koskiahho & Tarvainen 2015; Ympäristö.fi, Taso-hanke, 2016.)

Yksinkertaisempia, etenkin pieniin puroihin ja ojiin soveltuvia ovat uoman poikkipinta-alaan ja virtausnopeuteen perustuvat mittausmenetelmät. Niiden virhemarginaalit saattavat olla suuria johtuen mahdollisista mittausvirheistä.

Virtausnopeus voidaan mitata esimerkiksi virtauksen mukana liikkuvalla esineellä. Todellista virtausnopeutta on kuitenkin vaikea mitata luotettavasti, koska virtaus on seinämien lähellä lähes nolla ja keskellä kanavaa suurin. Kehittyneempi tapa on virtausmittari, niin sanottu siivikko. Se on turbiinin näköinen, sormenpään kokoinen anturi joka on yhdistetty mittariin. Mittari voi laskea myös nopeuden keskiarvon.

Uoman poikkipinta- alan laskeminen on melko helppoa, mutta poikkipinta-alaan vaihtelut, uomasta johtuva vastuserroin, roskat, epäpuhtaudet ja pyörteet aiheuttavat virhepotentiaalia. Uomien ominaisuudet myös muuttuvat esimerkiksi eroosion, kasvillisuuden, vuodenaikojen ja ihmistoiminnan vaikutuksesta. Manningin tasaisen virtauksen kaavaan perustuvat laskelmat ovat yleisesti käytettyjä, esimerkkinä kaava 1 putkelle. (Liikennevirasto 2013, 37–39; Järvenpää & Savolainen 2015, 72–77.)

$$Q = \frac{AR^{2/3} I^{1/2}}{n} \quad (1)$$

Q = virtaama m^3/s
 A = vesipoikkipinta-ala m^2
 R = hydraulinen säde
 I = pituuskaltevuus
 n = vastuserroin

Uomaan rakennettu mittapato parantaa mittausten luotettavuutta huomattavasti sekä virtausnopeuden, että tilavuusvirran suhteen, koska purkausaukko on vakiohuotoinen. Oksjärvellä hyödynnettiin teiden ali meneviä ojarumpuja. Vakiokokoinen ojarummun käyttö tilavuusvirran mittaamiseen osoittautui toimivaksi ja helpoksi ratkaisuksi. Se oli lähes mittapadon veroinen.

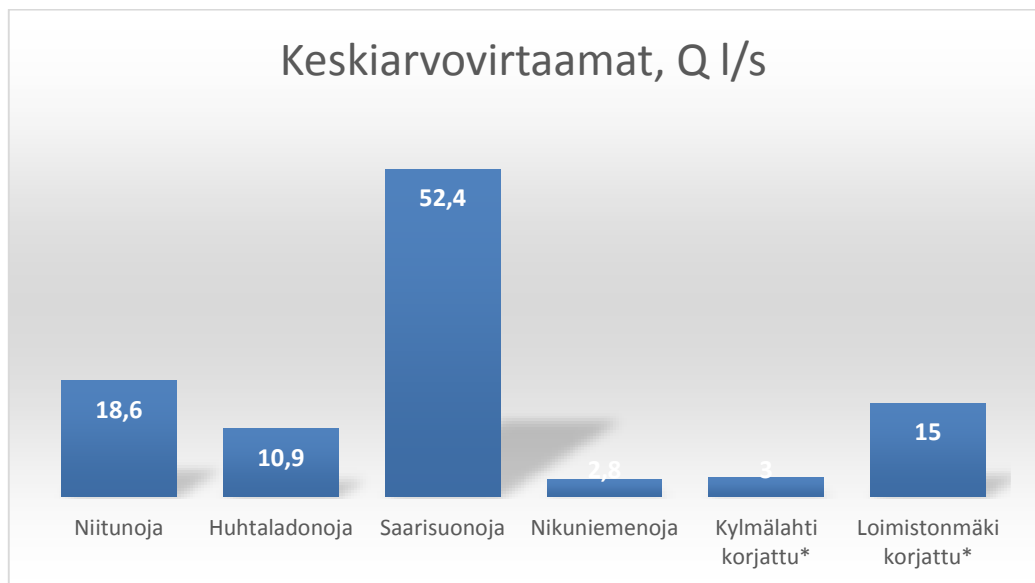
Jos mahdollista, niin luotettavin tapa on mitata todellinen tilavuusvirta tietyssä ajassa. Teiden ali meneviä ojarumpuja hyödynnettiin myös tässä.

Mittaamalla kauanko tietyn kokoisen astian täyttyminen kestää, saatiin hyvin luotettava kuva virtaamasta. Eri menetelmillä tehtyjä mittauksia pystyttiin myös vertaamaan keskenään. Erot mittaustapojen välillä olivat +/- 20 prosentin luokkaa, tosin suurempiakin poikkeamia esiintyi.

Oksjärven ojissa mittausasemat eivät tulleet kysymykseen niiden kalleuden, ojien koon, pienten virtaamien ja hetkellisen mittaustarpeen vuoksi. Muita menetelmiä käytettiin ojasta ja virtausmäärästä riippuen. Pienillä virtaamilla luotettavin oli astiamittaus, mutta suurilla tilavuusvirroilla mittaustavan kapasiteetti ylittyi. Vastaava ongelma tuli eteen myös muilla mittaustavoilla, koska tilavuusvirtojen minimi- ja maksimiarvojen erot olivat jopa satakertaisia.

3.1.2 Oksjärven ojien virtaamatietoja

Oksjärveen laskevista suurimmista ojista tehtiin kaikkiaan 110 virtausmittausta vuonna 2015. Tilavuusvirroiltaan tai ravinnepitoisuuksiltaan kiinnostavimmista ojista tehtiin enemmän mittauksia, muun muassa Saarisuon-, Huhtaladon- ja Ruostekuokkamaan- eli Niitunojista, katso kartta liitteessä 3. Alla esitellään koosteet tuloksista ja huomioista.



Kuvio 1. Oksjärven suurimpien tulo-ojien keskiarvovirtaamat avovesikautena 2015.

Ojien kokoluokissa on huomattavia eroja, kuten kuvio 1 osoittaa. Kylmälahden- ja Loimistonmäenojien lukemat on korjattu, koska mittausten kattavuus oli huonompi. Ojien yhteenlaskettu tilavuusvirta oli 103 litraa sekunnissa, josta Saarisuonojan virtaama edusti noin 50 prosenttia. Kaikki ojat ovat kuitenkin suhteellisen pieniä.

Kuvio 2 esittää lähinnä Huhtaladonojan ja Saarisuonojan virtaamien vuodenaikavaihtelua. Tuloksissa on huomioitava se, että keväinen virtaamahuippu oli jo ohi ennen mittausten alkamista. Muista ojista vain keskiarvot tai kevävirtaamat ovat relevantteja, koska mittauksia oli liian vähän.

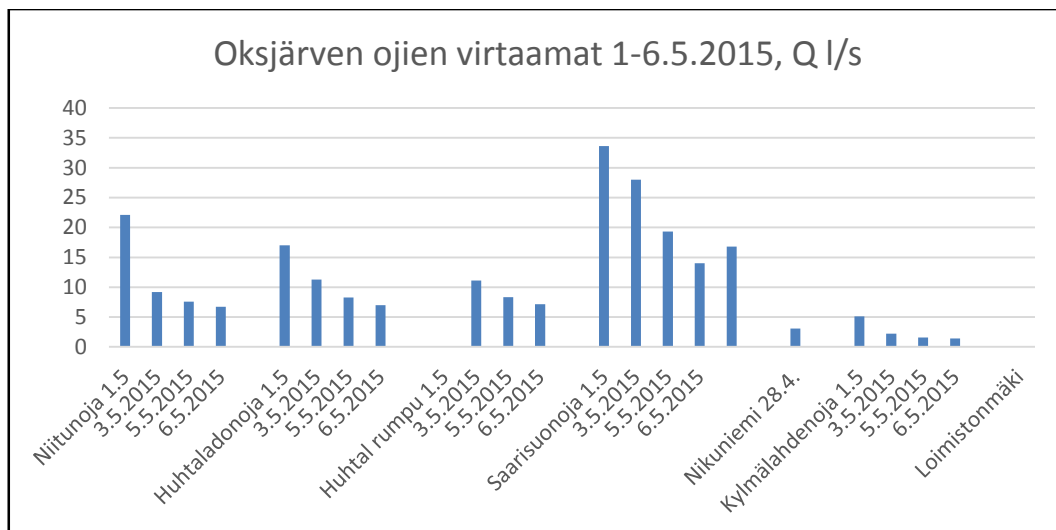


Kuvio 2. Oksjärven ojien virtaamien keskiarvoja vuodenaikoittain. K-a = keskiarvo.

Ojista mitattujen tilavuusvirtauksien minimi- ja maksimiarvojen välillä oli yli satakertaisia eroja, mikä on havaittavissa kuviosta 3. Muutamissa ojissa virtaamia ei ollut lainkaan kuivina kausina. Valitettavasti virtaamia ei mitattu vuoden huippuvirtaamien aikaan 6-7.12.2015.



Kuvio 3. Oksjärven ojista mitattuja minimi- ja maksimivirtaamia.



Kuvio 4. Ojien virtaamien tyypillinen muutos keväisen huippuvirtaaman jälkeen.

Keväiset sulamisvedet kulkeutuvat ojia pitkin järveen melko nopeasti, mikä on nähtävissä kuvioista 4. Tilavuusvirrat laskivat kuuden päivän aikana vain noin 30–40: een prosenttiin ensimmäisestä mittauksesta. Mittausjakso 1–6.5.2015 osui keväisen virtaamahuipun loppupuolelle, koko kevään virtaamia ei mitattu.

3.1.3 Yhteenveto virtausmittauksista

Lähdeaineistojen mukaan uomien virtaamahuiput ovat ongelmallisimpia vesistöjen kannalta. Tällaisia huippuja ovat keväiset sulamisvedet, rankkasateet ja syksyllä tyypillinen sadeaika. Ongelmana on se, että virtaamahuiput kuljettavat runsaan vesimäärän lisäksi mukanaan huomattavan määrän ravinteita ja kiintoainesta. (Marttila 2010, 6, 10; Mattila 2013; Palviainen & Finer 2013, 24–26.)

Oksjärven ojista tehdyt virtausmittaukset tehtiin vain yhden avovesikauden aikana, eikä silloinkaan ollut mahdollista täysin systemaattiseen mittaamiseen. Lyhyen aikajänteen vuoksi vuosittaisia, tai vuodenaikoihin liittyviä tyypillisiä trendejä ei voitu todentaa. Kaiken lisäksi kesä ja syksy 2015 olivat poikkeuksellisen kylmiä ja sateisia.

Mittaukset osoittavat, että erot tilavuusvirtauksissa ovat erittäin suuria. Mittauksista saatiin myös selkeä kuva eri ojien kokoluokista. Ojien virtausmittaustietojen ja kohdassa 3.2 esitettyjen ojien vedenlaatutietojen yhdistäminen tuo tietoa ojien kautta järveen tulevasta kuormitusmäärästä.

Työ opetti myös, että tulosten kannalta systemaattinen, esimerkiksi viikkoittainen mittaaminen olisi oleellista, jos vain mahdollista. Mittausvälin tihentäminen vaikkapa päivittäiseksi keväällä ja syksyllä on järkevää huippuvirtaamien taltioimiseksi. Myös äkillisten rankkasateiden tai muuten poikkeuksellisten olosuhteiden mittaaminen on hyödyllistä, mikäli se pystytään järjestämään.

3.2 Vedenlaatu järveen laskevissa ojissa

Järveen laskevien ojien ja purojen vedenlaadun seurannalla kartoitetaan valuma-alueelta järveen tulevaa kuormitusta, sen alkuperää ja mahdollisia vaikutuksia järven hyvinvoinnille.

Nab Labs Oy Ambiotican analyysien mukaan järveen tulevien ojavesien ravinne- ja kiintoainepitoisuudet sekä happamuus vaihtelevat melkoisesti (Palomäki, sähköpostiviesti 9.5.2014). Taulukossa 4 keltaruskealla värityt arvot ovat huomattavan suuria, sinisellä värityt keskimääräistä suurempia. Ojien ja purojen veden laatua kuvaavat indikaattorit ja niiden merkitys järven hyvinvoinnille avataan alla lyhyesti.

Taulukko 4. Oksjärveen laskevien suurimpien ojien vedenlaatu 28.4.2014 (Palomäki 2014).

Tammelan vesistötutkimukset 2014														
Ojien analyysitulokset 28.4.2014														
	Näyte- nro	Virt. m ³ /s	Syv. m	Lämp. °C	K.aine mg/l	Sähk. mS/m	Alkal. mmol/l	pH	Väri mg Pt/l	Kok.N µg/l	Kok.P µg/l	PO4-P µg/l	Org.hiili mg/l	Suolistop. enterok. pmy/100 ml
Ruostekuokkamaanoja altaan yp.														
28.04.2014	1492-1		0,1	11,2	4,6	9,5	0,40	6,8	80	1400	24	13	15,7	3
Ruostekuokkamaanoja altaan ap.														
28.04.2014	1493-1		0,1	11,2	3,6	9,6	0,41	6,7	80	1400	24	11	17,0	6
Huhtaladonoja altaan yp														
28.04.2014	1494-1		0,1	3,8	10	6,3	0,16	6,4	160	1000	23	8	25,3	2
Huhtaladonoja altaan ap.														
28.04.2014	1495-1		0,1	3,8	9,3	6,2	0,15	6,3	160	1100	20	6	26,4	2
Saarisuonoja ylempi allas yp.														
28.04.2014	1496-1		0,1	7,0	1,1	4,3	0,12	5,8	240	930	13	2	36,2	0
Saarisuonoja alempi allas yp.														
28.04.2014	1497-1		0,1	3,8	0,8	4,2	0,093	5,9	240	860	13	4	33,3	0
Kylmälahti altaan yp.														
28.04.2014	1498-1		0,1	3,2	< 0,5	4,4	< 0,01	4,8	200	620	12	< 2	33,1	7
Kylmälahti altaan ap.														
28.04.2014	1499-1		0,1	2,9	< 0,5	4,4	0,013	4,8	160	620	12	< 2	32,8	2
Nikuniemi altaan yp.														
28.04.2014	1500-1		0,1	6,5	1,9	5,2	< 0,01	5,0	160	820	21	< 2	29,4	1
Nikuniemi altaan ap.														
28.04.2014	1501-1		0,1	6,9	2,0	5,2	< 0,01	5,0	200	960	22	7	37,9	0
Sammaleenlahti altaan yp.														
28.04.2014	1502-1		0,1	7,8	4,2	10,2	0,44	6,5	35	2000	21	11	4,9	4
Loimistonmäestä tul. oja ylempi allas yp														
28.04.2014	1503-1		0,1	6,8	0,8	5,0	0,029	5,2	280	820	23	9	42,2	0
Loimistonmäestä tul. oja alempi allas ap														
28.04.2014	1504-1		0,1	9,5	3,3	6,2	0,12	5,7	280	1100	39	16	41,5	2

3.2.1 Kiintoaine ojavesissä

Kiintoaine on vedessä olevaa orgaanista ja epäorgaanista hiukkasta. Orgaaninen aines on esim. hajoavaa kasvillisuusainesta tai levää. Epäorgaanista ainesta ovat mm. savi, hiekka ja sora.

On huomattava, että humus ei ole hiukkasmaista, eikä sitä lasketa kiintoaineeksi. Se on pääasiassa liuenneessa muodossa olevaa eläin- tai kasvipäistä orgaanista ainetta.

Virtaamahuippujen aikaan keväällä, syksyllä ja rankkasateilla eroosio, uomiin varastoituneen aineksen liikkeellelähtö ja uomien muuttuminen ovat suurimmat kiintoaineen määrää lisäävät tekijät virtavesissä. Peltojen ja metsien muokkaus, avohakkuut ja rakentaminen edistävät myös kiinto-

aineen liikkeellelähtöä. Järvissä kiintoaineen sedimentoituminen, eli laskeutuminen järven pohjalle aiheuttaa mataloitumista, virtauksia muuttavien harjanteiden muodostumista ja happiköyhien olosuhteiden syntymistä. Kiintoaine, varsinkin saviaines, aiheuttaa myös näkösvyyden vähenemistä ja sameutta, jolloin yhteyttämiseen eli perustuotantoon tarvittavaa valoa riittää vain pintaveteen. Orgaaninen aines aiheuttaa järvessä hajotessaan hapenpuutetta. (Keränen ym. 2014, 4; Marttila 2010, 7–12; Mattila 2013; Oravainen 1999, 9; Penttinen & Niinimäki 2010, 172, 176.)

Kiintoaineen mittasuurena käytetään milligrammaa litraa kohden, mg/l. Sen määrä ja etenkin vaihtelut virtavesissä indikoivat muutoksia valuma-alueen olosuhteissa (erosio, ojitukset, avohakkuut, maanviljely, pohjasedimentin liikkeellelähtö). Jokivesissä kiintoainepitoisuus voi olla yli 10 mg/l, vaihdellen voimakkaasti muun muassa vuodenajasta, sateista ja virtauksista riippuen. Hyväkuntoisissa järvissä pitoisuudet ovat tyypillisesti alle 5mg/l. Kesäkaudella perustuotannon ja levien voimakas kasvu lisää kiintoainepitoisuuden orgaanista osuutta. Puhtaan kirkkaan veden kiintoainepitoisuus on alle 1,0 mg/l. (Keränen ym. 2014, 4; Oravainen 1999, 9.)

Oksjärveen on näytteiden oton aikaan 28.4.2014 tullut kiintoainetta eniten Huhtaladonojasta, sekä Ruostekuokkamaanojasta, kuten taulukko 4 osoittaa (Palomäki 2014). Tämä johtuu keväisistä sulamisvesistä ja siitä, että Huhtaladonojan yläjuoksulla oli hakkuita 4–10 kuukautta ennen näytteenottoa. Ojia oli myös kunnostettu avohakkuiden jälkeen. Ruostekuokkamaanojassa oleva laskeutusallas oli tyhjennetty tammikuussa ennen näytteenottoa, ja virtaus kyseisessä ojassa on melko voimakas.

Kiinnostava tapaus on järven itäpuolella sijaitseva Saarisuonoja, järven merkittävimpiä tulo-ojia. Sen valuma-alueella on suoritettu mittavia avohakkuita vuosien 2013–2015 aikana. Taulukon 5 mukaan kiintoaine-, humus- (väri) ja ravinnepitoisuudet ovat nousseet huomattavasti, samoin orgaanisen hiilen pitoisuus. Happamuus on lisääntynyt, eli pH-lukema on pienentynyt. (Palomäki 2014, 2015b, 2015c.)

Taulukko 5. Avohakkuiden mahdollinen vaikutus Saarisuonojan kiintoaine- ja ravinnepitoisuuksiin.

	Lämpöt.	K.aine	Sähk.	Alkal.	pH	Väri	Kok.N	Kok.P	PO4-P	Org.hiili
	°C	mg/l	mS/m	mmol/l		mg Pt/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l
Saarisuonoja 28.4.2014										
Ylempi allas yläpuoli	7,0	1,1	4,3	0,12	5,8	240	930	13	2	36,2
Alempi allas yläpuoli	3,8	0,8	4,2	0,093	5,9	240	860	13	4	33,3
Saarisuonoja avohakkuiden jälkeen 11.11.2015										
Hakkuualueen yläp	4	6,1	3,6	0,056	5,4	400	1200	26	7	46
Hakkuualueen alap	4	12	3,4	0,093	5,8	400	1500	33	8	39
Saarisuonoja avohakkuiden jälkeen 1.12.2015										
Hakkuualueen yläp	3	4,4	5,5	<0,01	4,4	450	1900	27	3	63
Hakkuualueen alap	3	6,3	5,8	<0,01	4,4	450	1800	30	3	62

3.2.2 Sähkönjohtavuus ojavesissä

Sähkönjohtavuus indikoi veteen liuenneiden suolayhdisteiden määrää. Suomen tyypillisesti vähäsuolaisten sisävesien suolayhdisteisiin ja sen seurauksena sähkönjohtavuuteen vaikuttavat lähinnä natrium, kalium, kalsium ja magnesium, jotka muodostavat kationeja, positiivisia ioneja. Kloridit ja sulfaatit muodostavat vastaavasti anioneja, negatiivisia ioneja. (Oravainen 1999, 10–11.)

Eliöiden sopeutuneisuus erilaisten suolojen pitoisuuksiin ja kyky mukautua muutoksiin vaikuttaa biodiversiteettiin. Sisävesien vähäsuolaisuudesta johtuu järvien huono kyky sietää happamoitumista, koska puskurointikyky on vähäinen. Toisaalta liika suolapitoisuus ja sen muutokset vaikuttavat eliöihin. Sähkönjohtavuus on sen vuoksi merkittävä vesistön hyvinvointia kuvaava indikaattori, katso myös kohdat 3.2.3 Happamuus sekä 3.2.4 Alkaliniteetti ja puskurointikyky.

Sähkönjohtavuuden mittayksikkö on millisiemensia metriä kohden, mS/m. Suomen vähäsuolaisissa sisävesissä sähkönjohtavuus on tasoa 5–10 mS/m, referenssinä merivesi 800–1200mS/m. Jätevedet ja peltolannoitus lisäävät usein sähkönjohtavuutta. Voimakkaasti viljellyillä alueilla veden sähkönjohtavuus saattaa olla 15–20 mS/m, ja jätevesissä 40–100 mS/m. Sähkönjohtavuutta mittaamalla on mahdollista tutkia jätevesien ja peltojen valumavesien kulkeutumisreittejä. (Oravainen 1999, 10–11.)

Peltoalueiden kautta Oksjärveen laskevissa Sammaleenlahden- ja Ruoste-kuokkamaanojissa sähkönjohtavuus on kaksinkertainen muihin ojiin verrattuna, katso taulukko 4. Arvot eivät sinänsä ole hälyttävän suuria, mutta indikoivat lannoituksen vaikutusta, koska jätevesiä kyseisiin ojiin ei tule. (Palomäki 2014.)

3.2.3 Happamuus eli pH-arvo ojavesissä

Aineen happamuutta tai emäksisyyttä, eli vapaiden vetyionien määrää kuvaa pH-luku. Veden normaali pH on lähellä neutraalia, 7,0. Luonnontilaisten pintavesien pH-arvo on Suomessa yleensä hieman happaman puolella eli pH on 6–7.

Luonnonvesien happamoitumiseen vaikuttavat muun muassa valuma-alueen hydrologinen kierto, maaperän luonne, vuodenaikojen vaikutus, biologinen aktiivisuus, laskeuma. Happamuus lisääntyy usein pulsseina johtuen esimerkiksi sulamisvesistä, rankkasateista, maankäytöstä tai muokkauksesta. Varsinkin 1960–1980-lukujen rikin kaukolaskeumat olivat merkittäviä happamoitumisen alkuunpanijoita. (OAMK, HAMK & Novia 2015; Mattila 2013; Penttinen & Niinimäki 2010, 101–103.)

Soiden luontaisesta humustuotannosta johtuen suoperäisten valuma-alueiden pH-arvot ovat usein alle kuuden, eli happamia. Talven aikana pH on yleensä alhaisempi johtuen hajoitustoiminnassa syntyvästä hiilihaposta. Kesäisin järvien levätuontanto nostaa pintavesien pH-lukemia emäksisyyden puolelle, joskus jopa tasolle 8–10. Vesien eliöstöt ovat tyypillisesti

sopeutuneet elämään pH-alueella 6,0–8,0. Kalojen ja muiden vesieliöiden nuoruusvaiheet ja lisääntyminen häiriintyvät, kun pH-arvo laskee alle kuuden. Kun pH laskee alle arvon neljän, niin lähes kaikki kehittyneempi elämä kuolee. (Keränen ym. 2014, 5; OAMK ym. 2015; Oravainen 1999, 12–13; Penttinen & Niinimäki 2010, 101–103.)

Oksjärveen laskevissa ojissa vesi on yllättävän hapanta Kylmälahdenojassa, pH 4,8 ja Nikuniemen ojassa pH 5,0, katso taulukko 4. Myös Loimistonmäen vedet ovat happamia, pH 5,2–5,7. Vuoden 2015 syksyllä otetut näytteet indikoivat taulukon 5 mukaan, että Saarisuonojan pH-arvot ovat laskeneet huomattavasti kevästä 2014, jolloin pH oli 5,9. Syksyllä 2015 pH laski huomattavan alas, joulukuun alussa pH-lukema oli vain 4,4. (Palomäki 2014, 2015b, 2015c.)

3.2.4 Alkaliniteetti-arvo ojavesissä

Luonnonvesissä on ominaisuuksia, joilla ne pyrkivät vastustamaan pH:n eli happamuuden muutoksia. Tämän puskurisysteemin tärkeimpiä vaikuttajia ovat niin sanottu karbonaattisysteemi, hiilihapon olomuodot sekä kalsium- ja magnesiumpohjaiset suolat. Valuma-alueen laadulla ja maaperällä on merkittävä vaikutus puskurikykyyn. Puskurikyvyn mittarina alkaliniteetti-arvo kuvaa vesistön kykyä neutraloida happamuutta. Alkaliniteetin muutos on ensimmäinen indikaattori vesistön happamoitumisesta, vasta myöhemmin se näkyy pH-arvoissa. (Ympäristö.fi. Liite 3 vedenlaatu raja-arvot; OAMK ym. 2015; Oravainen 1999, 13–14; Rantala 2007, 23–25.)

Alkaliniteetin mittayksikkö on millimoolia litraa kohden, mmol/l. Hyvän puskurikyvyn omaavan veden alkaliniteetti on yli 0,20 mmol/l, tyydyttävä 0,1–0,2. Välttävän raja-arvot ovat 0,05–0,1 ja huonon 0,01–0,05 mmol/l. Puskurointikyky on loppunut kokonaan, jos lukema on alle 0,01 mmol/l. Luotettavan arvon saamiseksi näytteenotto on hyvä ajoittaa järvien syyskierron aikaan, kun vesi on tasalaatuista. (Oravainen 1999, 13–14.)

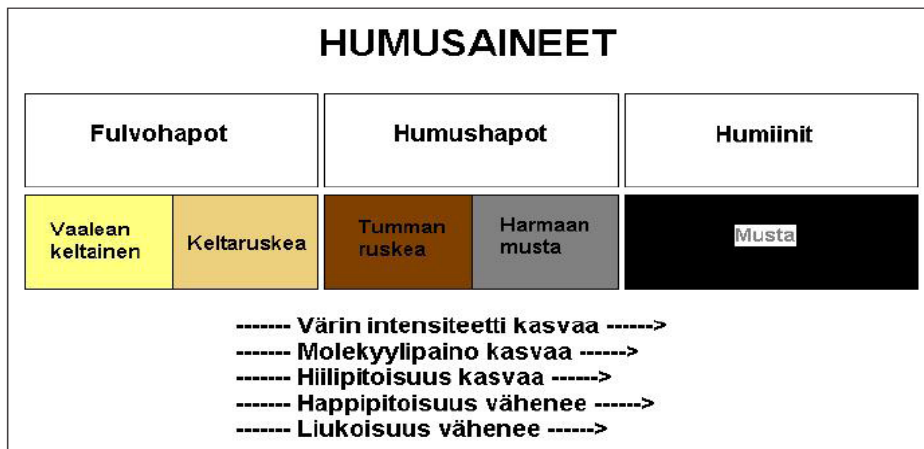
Taulukkoa 4 tarkastelemalla havaitaan, että puskurikyvyn loppuminen ja pH-arvojen alhaisuus korreloivat erittäin hyvin Oksjärven Kylmälahdenojassa (pH 4,8, alkaliniteetti 0,01 mmol/l) ja Nikuniemenojassa (pH 5,0, alkaliniteetti <0,01 mmol/l). Loimistonmäen ojan näytteissä näkyy peltoalueen vaikutus: Karun metsäisen alueen jälkeen pH on 5,2, puskurikyky tasoa huono, 0,029 mmol/l. Peltoalueen jälkeen pH on 5,7 ja alkaliniteetti on noussut yli nelinkertaiseksi, tasolle tyydyttävä: 0,12 mmol/l.

Syksyn 2015 näytteet Saarisuonojasta osoittavat, että pH-arvot ovat laskeneet puskurikyvyn loppuessa, alkaliniteetti laskenut lukemaan alle 0,01 mmol/l. Kevään 2014 näytteissä alkaliniteetti oli välttävä, tasoa 0,05–0,1 mmol/l, katso taulukko 5. (Palomäki 2014, 2015b, 2015c.)

3.2.5 Väriarvo ojavesissä

Luonnonvesien tunnusomainen kellanruskea väri johtuu useimmiten veden liuenneista humusaineista, katso kuva 6. Väri voi johtua myös kiinto-

aineista, levistä, rauta- tai mangaanipitoisuudesta. Kiintoaineista johtuva ”sameus” saattaa olla esimerkiksi savisesta maaperästä johtuvaa harmautta. Veden sameus on kuitenkin eri asia kuin väriarvo.



Kuva 6. Humuksen värien tyypillisiä ominaisuuksia (Palviainen 2013, 9).

Veden väriarvoa ei mitata itse värin määrittämiseksi, vaikka visuaalinen häiriö saattaa joskus olla huomattava. Väriarvo indikoi veteen liuenneiden humusten ja kolloidien pitoisuutta. Tarkastelen aihetta laajemmin, sillä humuksella ja sen sisältämällä hiilellä on erittäin tärkeä rooli vesistöjen hyvinvoinnin kannalta.

Erityistä humuspitoisuuden mittaria ei ole, tyypillisesti pitää tulkita useampien menetelmien yhdistelmiä. Monet niistä ovat työläitä, kalliita ja vaativat erikoisosaamista laboratorio-olosuhteissa. Taulukkoon 6 on listattu esimerkkejä eri mittausmenetelmistä. Väriarvon määrittäminen on yleensä riittävän tarkka, helppo ja edullinen menetelmä indikoimaan humuspitoisuutta. Väriarvon mittasuurena on keinotekoinen platina-asteikko, yksikkönä milligrammaa platinaa litraa kohden, mgPt/l. (Arvola 2012, 6; Kurri 2011, 21; Mitikka 2013, 1; Oravainen 1999, 14–15.)

Taulukko 6. Esimerkkejä veden humuspitoisuuden mittausmenetelmistä.

TOC	mg C/l	Orgaaninen kokonaishiili
DOC	mg C/l	Liennut orgaaninen hiili <0.45 µm
BOD7	mg O2/l	Biologinen hapenkulutus
CODMn	mg O2/l	Kemiallinen hapenkulutus
KMnO4	mg/l	Permanganaattiluku
Veden absorbanssi		Esim. aallonpituuksilla 254, 400, 420, 436nm
Veden väri	mg Pt/l	Väriarvoa verrataan Pt liuoksen (PtCl ₆ ⁻²) väriin tai kiekon väriin

Humuksella on suoria ja epäsuoria vaikutuksia vesien hyvinvoinnille ja käyttöarvolle. Humus sisältää runsaasti ravinteita ja hiiltä, ja vaikuttaa siten veden ravinnepitoisuuksiin ja -ketjuihin, ravinteiden kulkeutumiseen ja käyttökelpoisuuteen perustuotannossa, happamuuteen ja haitallisten aineiden pitoisuuksiin. Humusta sisältävä niin sanottu tumma vesi absorboi tehokkaasti auringonvaloa, ja järven pintavesi lämpenee nopeasti vaikuttaen jyrkästi lämpötilakerrostuneisuuteen. Kerrostuneisuus vaikuttaa voimak-

kaasti järven happi- ja ravinnepitoisuuksiin edistäen fosforin vapautumista ja järven rehevöitymistä. (Arvola 2012, 14; Keränen ym. 2014, 5; Kurri 2011, 13–14; Mitikka 2013, 1–2; Mitikka 2015, 4; Oravainen 1999, 14–15.)

Lähes kaikissa Oksjärven tulo-ojissa ruskea väri on silmin havaittavissa. Mitatut väriarvot 160–280 mgPt/l ylittävät selvästi runsaan humuspitoisuuden raja-arvot (100–200 mgPt/l) viidessä ojassa seitsemästä. Vain yhdessä ojassa humusleima on lievä, 35 mgPt/l. Selkeän humusleiman raja (50–100 mgPt/l) ylittyy yhdessä ojassa, ollen 80 mgPt/l, katso taulukko 4. Myös tämä näkyy erityisen selvästi Saarisuonojan tutkimustuloksista, kuten taulukosta 5 on nähtävissä. Keväällä 2014 väriarvot olivat 240 mgPt/l. Syksyn 2015 kuivan kauden jälkeen väriarvot olivat 400 mgPt/l. Runsaiden sateiden alettua väriarvot olivat nousseet 450 mgPt/l. (Palomäki 2014, 2015b, 2015c.)

3.2.6 Typpi ojavesissä

Typpi (N) on vesistöjen rehevöitymisen kannalta tärkeä ravinne. Kasvit ja eläimet tarvitsevat typpeä joko suoraan tai epäsuorasti proteiinien ja nukleiinihappojen rakennusaineiksi. Typpeä on luonnostaan ilmassa, maaperässä ja luonnonvesissä. Typpi esiintyy sekä molekyyleinä että yhdisteinä, joista nitraatit, nitriitit ja ammonium ovat tärkeimmät ravinnetalouden kannalta. Jätevedet, viljelysten lannoitus ja soiden valumavedet ovat tyyppillisiä typen lähteitä. Typen pitoisuus ilmoitetaan yleensä kokonaistyppenä (kok-N), sisältäen molekyylimuotoista N₂ typpeä lukuun ottamatta typen kaikki muut olomuodot, nitraatti-, nitriitti- ja ammoniumtypen. Kok-N antaa riittävän tarkan kuvan vesistön rehevyydestä. Yksikkö on mikrogrammaa litraa kohden, µg/l. Tarvittaessa ammoniumtypen ja typen suolojen, nitraatin, nitriitin pitoisuudet mitataan erikseen. (Keränen ym. 2014, 4; Niinimäki & Penttinen 2014, 17; Oravainen 1999, 19–21.)

Luonnonvesissä kok-N pitoisuus alle 400 µg/l tarkoittaa karua vesistöä. Lievä rehevöityminen merkitsee pitoisuutta 400–600 µg/l, rehevöitynyt 600–1500 µg/l ja ylirehevöitynyt lukemia yli 1500 µg/l. Voimakkaasti lannoitetuilla alueilla ojien kokonaistypen pitoisuudet saattavat nousta arvoihin 2000–4000 µg/l, jopa ylikin. Soiden humuspitoisten, tummien vesien typpipitoisuudet saattavat luonnostaan olla yli 1000 µg/l. Eri lähteet antavat raja-arvoiksi hieman erilaisia lukuja. (Keränen ym. 2014, 4; Oravainen 1999, 19–21; Vanajavesikeskus 2013, 3.)

Oksjärveen laskevien ojien vesien kokonaistypipitoisuus oli keväällä 2014 luokassa rehevä, vaihteluväli 600–1400 µg/l. Syksyn 2015 aikana Saarisuonojan valuma-alueelta tulevan veden kokonaistypipitoisuus nousi kaksinkertaiseksi arvoon 1800–1900 µg/l, katso taulukot 4 ja 5. (Palomäki 2014, 2015b, 2015c.)

Ammoniumin NH₄-N, nitriitin NO₂-N ja nitraattitypen NO₃-N pitoisuuksia ei valitettavasti analysoitu ojavesistä. Tämä olisi ollut erittäin hyödyllinen tieto varsinkin suo-ojien kohdalla ravinnepitoisuuksien kartoittamiseksi.

3.2.7 Fosfori ojavesissä

Fosfori (P) on luonnossa usein minimiravinne vesien perustuotannon, eli planktonlevien kasvun ja rehevöitymisen kannalta. Sillä on erittäin tärkeä rooli adensiinitrifosfaatissa, ATP:ssä eli solujen energialähteenä. Fosfori esiintyy luonnossa epäorgaanisena, liukoisena fosfaattifosforina tai hiukkasmuodossa, kiintoaineeseen sitoutuneena. Levät pystyvät käyttämään liukoista fosfaattifosforia suoraan. (Keränen ym. 2014, 4; Niinimäki & Penttinen 2014, 13–17, 48–49; Oravainen 1999, 17–19.)

Fosfori voi muodostaa yhdisteitä esimerkiksi raudan, alumiinin tai kalsiumin kanssa. Alusveden keväinen happivaje saattaa vapauttaa sedimenttiin sitoutunutta fosforia. Vielä kriittisempi fosforin vapauttaja saattaa olla kesän voimakas levätuotanto. Sen seurauksena pH voi nousta emäksiseksi tasolle 9–10, jolloin fosforia saattaa vapautua myös ylemmistä kerroksista ja järven vapaan fosforin määrä voi nousta 2–3-kertaiseksi. (Oravainen 1999, 17–19.)

Ihmistoiminnan tuloksena kohonnut fosforipitoisuus saattaa nostaa vesistöjen rehevöitymisriskin kriittiselle tasolle. Luonnon ja vesistöjen fosforikuormituksen lähteisiin, eli alkuperään on useita jaotteluja riippuen siitä, onko tarkasteltava alue maatalous-, teollisuus- vai yhdyskuntavaltainen. Jaottelun tavoitteena on saada merkittävimmät kuormituslähteet esille. Jako pistemäisiin ja hajakuormituslähteisiin on myös tyypillinen. Typen kohdalla käytetään vastaavaa jakoa.

Fosforin pitoisuuksista ilmoitetaan usein kaksi lukua. Kokonaisfosfori kok-P ilmaisee veden sisältämän fosforin eri olomuotojen summan. Siitä pystytään arvioimaan vesistön yleinen rehevyystaso. Ravinnesuhteiden ja minimiravinteiden arvioinnissa on syytä mitata myös eliöiden helposti käytettävissä oleva fosfaattifosfori PO₄-P josta enemmän kohdassa 3.3.9 Fosfori järvisedessä. Fosforipitoisuuksien mittayksikkö on sama kuin tyypellä, mikrogrammaa litraa kohden, µg/l.

Oksjärven tapauksessa on taulukon 4 ja kartan (liite 3) perusteella havaittavissa, että peltoalueiden läheltä tulevien ojien fosforiarvot ovat 20–40 µg/l. Tällaisia ojia ovat Ruostekuokkamaan-, Huhtaladon-, Sammalleenlahden- ja Loimistonmäen ojat. Fosfaattifosfori PO₄-P osuudet ovat peltoalueilta tulevissa ojissa 30–50%, 8–16 µg/l, muissa 10–20% luokkaa, eli 2–7 µg/l. (Palomäki 2014.)

Kokonaisfosforipitoisuuden rehevyysluokituksen raja-arvot vaihtelevat hieman lähteestä riippuen. Taulukkoon 7 on yhdistetty myös fosfaattifosforin arvoja informaatiomielessä, vaikka ne eivät olekaan vertailukelpoisia keskenään, koska sisältyvät kokonaisfosforin arvoihin.

Taulukko 7. Fosforipitoisuuksien rehevyys- ja käyttökelpoisuusluokitusrajoja. Fosfaattifosforin pitoisuudet mukana informaationa (Keränen 2014, 4; Mitikka 2015, 4; Oravainen 1999 17–19).

Luokka	Rehevyysluokitus		Käyttökelpoisuus	Fosfaatti-
	Oravainen ¹	Keränen ²	Mitikka ³	fosfori ¹
	kok-P µg/l	kok-P µg/l	kok- P µg/l	PO4-P µg/l
Karu	< 10	<15	<12	
Liev. rehevä	10–20	15–25	12–30	5...10
Rehevä	20–50	25–100	30–50	>20
Eritt. rehevä	50–100	(25–100)	50–100	... 50
Ylirehevä	>100	>100	>100	

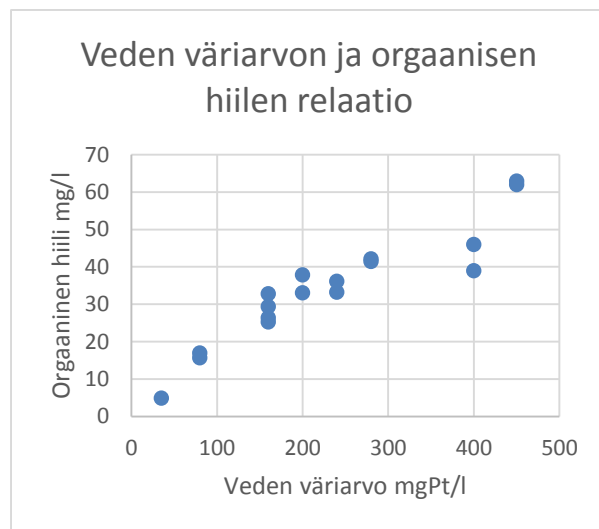
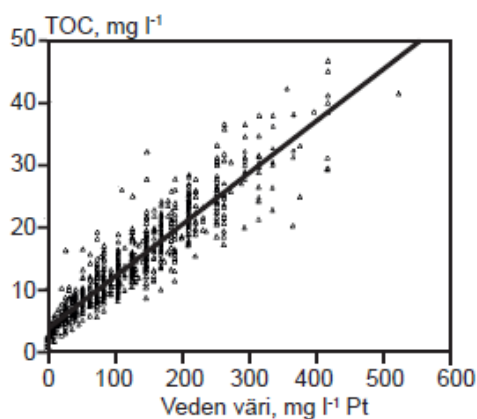
¹ Oravainen 1999, 17–19. Vedenlaatuopas

² Keränen 2014, 4. Vapon vesistötarkkailuraportti jossa viitattu Forsberg & Rydingin 1980 tekemään luokitukseen

³ Mitikka 2015, 5. Vesi- ja ympäristöhallinnon ohjeistus nro 20/1988

3.2.8 Orgaaninen hiili ojavesissä

Hiili (C) on alkuaine, jonka kiertokulku on kaiken elämän ja orgaanisten yhdisteiden perusta. Hiiltä on sekä elollisessa että elottomassa luonnossa. Orgaaninen hiili on vesistöjen ekosysteemin kannalta tärkein hiilen olemuodoista. Pintavesien hiilen suurimpia lähteitä ovat suot, metsät ja ajan myötä järven pohjasedimenttiin kertynyt aines. Kasviperäinen aines, plankton, bakteerit, erilaiset orgaaniset yhdisteet ja hajoava aines ovat myös merkittäviä lähteitä. (Niinimäki & Penttinen 2014, 9–11, 56–57.)



Kuvio 5. Vasemmalla väriarvon ja kokonaishiilipitoisuuden suhde lähdeaineiston mukaan (Palviainen 2013, 11 / Kortelainen 1993). Oikealla Oksjärven ojista mitatut arvot (Palomäki 2014, 2015 a, b).

Kohdassa 3.2.5 käsiteltiin väriarvon ja muiden menetelmien roolia humuspitoisuuden mittaamisessa. Osa taulukossa 6 esitellyistä mittaustelmistä liittyi hiilen määrien mittauksiin. Humuksessa on hiiltä noin 50 %, ja humuksen sisältämästä orgaanisesta kokonaishiilestä n. 90–94% on liuenneessa muodossa. Kuviossa 5 vasemmalla on esitetty riippuvuussuh-

de väriarvon ja orgaanisen hiilen välillä Taso-hankkeen mukaan (Kurri 2011, 6; Palviainen & Finer 2013, 11). Oikealla näkyy Oksjärven ojista mitattuja arvoja (Palomäki 2014, 2015b, 2015c).

Orgaanisen hiilen kiertokulku on erittäin merkittävä tekijä vesistöjen ravinne- ja happitasapainon sekä eliöstön ravintoverkkojen kannalta. Hiilen kyky muodostaa erilaisia yhdisteitä ja eliöiden kyky käyttää näitä orgaanisia yhdisteitä hyväkseen vaikuttaa veden ravinnepitoisuuksiin ja ravintoketjuihin, ravinteiden kulkeutumiseen ja käyttökelpoisuuteen perustuotannossa, happamuuteen ja haitallisten aineiden pitoisuuksiin. (Niinimäki & Penttinen 2014, 9–11, 56–57.)

Orgaanisen hiilen mittayksikkö on milligrammaa litraa kohti, mg/l. Pitoisuudet riippuvat huomattavasti valuma-alueen maaperästä, tärkein vaikuttava tekijä on soiden osuus ja sieltä tuleva humus. Puroissa ja ojissa tyypillisiä pitoisuuksia ovat 5–30 mg/l, joskus jopa 90 mg/l. Järvivesissä arvot 5–15 mg/l ovat yleisiä. Hiilen pitoisuuksille ei ole varsinaisia vaatimusrajoja, mutta orgaaninen hiili ovat tärkeä analyytti, määritettävä suure etenkin muutoksien vuoksi ja pitkäaikaisessa seurannassa, koska hiilen hajoaminen järvessä kuluttaa happea ja kiihdyttää rehevöitymisprosessia. Hiili on siis toisaalta elollisen luonnon elinehto, mutta liiallinen hiilipitoisuus vinouttaa ja muuttaa ekosysteemiä. (Niinimäki & Penttinen 2014, 9–11; Palviainen & Finer 2013, 12–13.)

Lähes kaikissa Oksjärveen laskevissa ojissa orgaanisen hiilen pitoisuudet ovat huomattavia, minkä taulukot 4 ja 5 osoittavat. Saarisuonojan orgaanisen hiilen pitoisuus oli vuoden 2014 keväällä 33,3 mg/l. Vuoden 2015 syksyllä pitoisuudet olivat nousseet jopa arvoihin 39–63 mg/l.

3.2.9 Suolistoperäiset bakteerit ojavesissä

Suolistoperäiset bakteerit saattavat indikoida ihmis- tai eläinperäisten jätevesien pääsyä vesistöön. Mittayksikkö on pmy/100 ml, pesäkkeen muodostava yksikkö 100 millilitraa kohden. Oksjärven tulo-jojissa määrät 0–7 pmy/100 ml ovat kaikissa näytteissä erittäin pienet. Uimavesien sallittu enterokokkipitoisuus on 200 pmy/100ml. (Oravainen 1999, 24.)

Myös järivedessä on hyvin vähän suolistoperäisiä bakteereita Tammelan kunnan suorittaman leirialueen uimaveden tarkkailun mukaan.

3.2.10 Yhteenveto ojavesien laadusta

Suoperäisten valuma-alueiden, eli Ruostekuokkamaan-, Saarisuon- ja Huhtaladonojat ovat kriittisimpiä Oksjärven kannalta. Niissä kiintoaine-, pH-, väriarvo eli humus- ja ravinnepitoisuudet ovat merkittävimpiä kuormittajia sekä mitattujen pitoisuuksien että tilavuusvirtojen suhteen.

3.3 Vedenlaatu järvessä

Järven vedenlaadusta analysoidaan samoja tekijöitä kuin virtaavistakin vesistä. Sen lisäksi mitataan järvivesien olosuhteita kuvaavia tai niihin vaikuttavia suureita, esim. sameus, näkösyvyys, happipitoisuus ja hapenkulutus. Myös levien kasvua indikoiva a-klorofylli on mielenkiintoinen rehevöitymistä kuvaava analyysi. Uudet mitattavat suureet selostetaan tapauskohtaisesti, aiemmin osioissa 3.2.1–3.2.9 kuvattuihin analyysiteihin viitataan. Mahdolliset uudet lähteet mainitaan.

Järvivesissä näytteet otetaan tyypillisesti yhden metrin syvyydestä ja toinen näyte maksimisyvyydestä miinus yksi metri. Näin saadaan analysoitua koko vesimassan, sekä pintaveden että syvänteiden veden laatua, varsinkin happiolosuhteita ja siitä johtuvia seurannaisvaikutuksia. Järven morfologiasta riippuen saattaa olla tarpeen ottaa useampia näytteitä eri alueilta ja useammasta syvyydestä.

Oksjärven vedenlaadun tutkimustulokset on poimittu pääosin Nab Labs Oy:n raporteista (Palomäki 2015). Loppuraportti on julkaistu huhtikuussa 2015 ja sen korjattu versio 14.10.2015. Siinä fosforin kuormitussietotiedot on oikaistu. Historiatietoa ei valitettavasti ole saatavilla kaikista mitatuista suureista.

3.3.1 Kiintoaine järvivedessä

Oksjärven veden kiintoainepitoisuudet ovat vuosien 2013–2014 mittauksissa olleet keväisin 0,5–1,4 mg/l ja kesällä 1,1–3,6 mg/l (Palomäki 2015a, liite 2). Pitoisuuksien kasvaminen kesällä on levien kasvun ja muun perustuotannon vuoksi luonnollista, katso taulukko 8 ja Kiintoaine-analyysin kuvaus kohta 3.2.1. Hyväkuntoisissa järvissä kiintoainepitoisuus on alle 5 mg/l. (Keränen ym. 2014, 4; Marttila 2010, 7–12; Mattila 2013; Oravainen 1999, 9; Penttinen & Niinimäki 2010, 172, 177.)

Taulukko 8. Oksjärven järviveden analyytteja vuosilta 2013–2014, ote (Palomäki 2015, liite 2).

	Nab Labs Oy / Ympäristötutkimuskeskus Ambiotica									
	Näyte- nro	Syv. m	Lämp. °C	K.aine mg/l	Sähk. mS/m	pH	Alkal. mmol/l	Väri mg Pt/l	Sameus FNU	Näkö- syv. m
Oksjärvi										
	21.3.2013 1040-1	1	1,2	0,7	5,7	6,6	0,19	80	0,29	0,9
	21.3.2013 1040-2	6	4,6	1,4	6,9	6,2	0,27	240	1,7	0,9
	26.8.2013 4469-1	1	18,8	2,2	5,5	6,9	0,22	60	1,9	2,2
	26.8.2013 4469-2	6	17,5	1,7	5,5	6,8	0,23	70	2,1	2,2
	12.3.2014 800-1	1	2,9	< 0,5	5,7	6,6	0,2	60	0,46	2,9
	12.3.2014 800-2	6	3,9	0,8	6,5	6,3	0,25	70	1,4	2,9
	19.8.2014 3770-1	1	19,6	1,9	5,6	6,9	0,23	50	1,4	1,8
	19.8.2014 3770-2	6	17,7	3,6	6,1	6,8	0,29	120	2,4	1,8

3.3.2 Sähkönjohtavuus järvivedessä

Osiassa 3.2.2 on esitelty sähkönjohtavuutta. Taulukon 8 mukaan Oksjärven järviveden sähkönjohtavuus 5,5–6,9 mS/m asettuu sisäjärvien normaaliarvoihin 5–10 mS/m. Vuosien 1970–2014 arvoja on esitetty kuviossa 10 (s. 35). (Oravainen 1999, 10–11; Palomäki 2015a, liitteet 1 ja 2.)

Suolojen määrä järvivedessä on yhtä tärkeä kuin ruoassakin – sopivasti maustettu on hyvä, liika on liikaa. Vähäinen suolapitoisuus eli sähkönjohtavuus indikoi mahdollista puskurikyvyn puutetta happamuuden vaihteluja vastaan. Suuri sähkönjohtavuus voi olla seurausta voimaperäisestä lannoituksesta tai jätevesien pääsystä vesistöön (Oravainen 1999, 10–11).

3.3.3 Happamuus eli pH-arvo järvivedessä

Oksjärvessä veden pH-luku vaihtelee talvisen 6,2 ja kesäisen 6,9 välillä taulukon 8 mukaan (Palomäki 2015a, liite 2). Se on normaali arvo sisävesissä, katso kohta 3.2.3. Vuosina 1970–2009 vastaavat arvot ovat olleet talvella 6,2–6,7 ja kesäisin 7,0–7,3. Kesäisin pH-arvot tyypillisesti kohoavat yhteyttämisen hajottaessa hiilidioksidia, jolloin myös hiilihapon määrä vähenee. (Keränen ym. 2014, 5; OAMK ym. 2015; Oravainen 199, 12–13; Mattila 2013; Penttinen & Niinimäki 2010, 101–103.)

3.3.4 Alkaliniteetti-arvo järvivedessä

Järven puskurikyky on hyvä, mikäli alkaliniteetin arvo on yli 0,20 mmol/l. Palomäen (2015a, liite 2) raportin mukaan Oksjärven alkaliniteetti vaihtelee rajoissa 0,2–0,3 mmol/l ollen hyvää tasoa, katso taulukko 8 ja selostus 3.2.4. (Ympäristö.fi. 2015, Liite 3 vedenlaatu raja-arvot; Oravainen 1999, 13–14; OAMK ym. 2015; Rantala 2007, 23–25.) Puskurikyky on ollut hyvä myös vuosina 2001–2009. Siitä on mainintoja Oravaisen (2009, 2) raportissa, mutta lukuarvoja alkaliniteetille ei löydy.

3.3.5 Väriarvo järvivedessä

Humuspitoisuutta indikoiva Oksjärven veden väriarvo on noussut vuoden 1970 tasosta 30 mgPt/l ja vuoden 2001 arvosta 50–60 mgPt/l vuoden 2013–2014 tasolle 50–120 mgPt/l, kuten taulukko 8 ja kuvio 10 osoittavat. Viimeisimmät mittaustulokset asettuvat humuspitoisten, eli 50–100 mgPt/l ja hyvin humuspitoisten vesien, eli lukemien 100–200 mgPt/l rajalle. (Arvola 2012, 6; Kurri 2011, 21; Mitikka 2013, 1; Oravainen 1999, 14–15; Palomäki 2015a, liitteet 1 ja 2.)

Katso myös väriarvon esittely kohdasta 3.2.5. Käyttökelpoisuusluokituksessa Oksjärvi menee väriarvon perusteella tyydyttävän ja hyvän välille (Mitikka 2015, 4).

3.3.6 Sameus järvisedessä

Kiintoainepartikkelit, esim. savihiukkaset ja leväkasvusto sekä kemialliset yhdisteet kuten rauta- ja kolloidiset yhdisteet aiheuttavat veden läpinäkyvyyden heikkenemistä, sameutta. Sekä järvisedessä, että varsinkin virtavesissä kiintoaineen määrä ja sameus saattavat vaihdella huomattavasti vuodenaikojen, sulamisvesien, rankkasateiden, eroosion, virtauksien voimakkuuden ja kiintoaineen uomavarastojen vuoksi. Myös kesäinen perustuotanto näkyy mittaustuloksissa, varsinkin voimakas leväkasvusto lisää sameutta. Näytteet on hyvä ottaa suunnilleen samoina vuodenaikoina ja samoissa olosuhteissa, mikäli halutaan seurata analyytin pitkäaikaisempaa trendiä. (Mitikka 2013, 2; Mitikka 2015, 4; Oravainen 1999, 8.)

Sameus analysoidaan joko gravimetrisesti tai yleisimmin valosironnan, nefelometrian avulla siihen tarkoitettulla mittalaitteella. Mittasuure on FTU, Formazine Turbidity Units. Nimitys tulee referenssiluoksena käytettävää kemiallisesta yhdisteestä, formasiinista. Yksiköstä käytetään myös nimitystä NTU, Nephelometric Turbidity Units. Mittausmenetelmä on sama, vain nimitys eroaa.

Myös FNU-termi, Formazine Nephelometric Unit on käytössä. Menetelmien erot Ympäristö.fi ja Virtasen (2013, 2, 5–6) mukaan:

- FTU ja NTU: Mittaaminen tapahtuu ”valkoisella luonnonvalolla”
 - ”Valkoisen” valon spektri on tasainen, intensiteetti taajuudesta riippumaton näkyvän valon alueella.
- FNU: Mittaaminen tapahtuu infrapunavalolla, aallonpituus näkyvää valoa suurempi.

Kirkkaiden vesien sameus on alle 1 FTU ja lievästi samea vesi 1–5 FTU (Oravainen 1999, 8; Vanajavesikeskus 2013). Toisten lähteiden mukaan FTU-arvo 1,5 on pintavesien käyttökelpoisuusluokituksessa erinomaisen ja hyvän raja. Puro- ja jokivesissä arvot voivat olla jopa 100 FTU:n luokkaa. (Jokiniemi 2013, 14; Mitikka 2013, 2; Mitikka 2015, 4.)

Oksjärven analyysit vuonna 2013–2014 ovat antaneet järvisedelle arvoiksi 0,3–2,4 FTU. Suuremmat arvot ovat pintavesien levätuotannosta johtuvia, mutta laskevat talviaikaan. Oksjärven syvänteiden korkeammat sameusarvot pintavesiin verrattuna noudattavat normaalia trendiä. Kaikki tulokset ovat kuitenkin taulukon 8 mukaan reilusti kirkkaan veden luokassa. Korkein mitattu arvo on 3,8 FTU elokuussa 2001. (Oravainen 2009 3; Palomäki 2015a, liite 2.)

3.3.7 Näkösyvyys järvisedessä

Auringonvalo on tärkeä elementti vesistön perustuotannolle. Fotosynteesiä tapahtuu niin syvälle kuin valoa, yhteyttäviä bakteereja, leviä ja kasveja riittää. Ravinteiden, hiilen ja hapen läsnäolon lisäksi veden valon läpäisevyys, sameus ja väri ovat avainasemassa.

Veden valon läpäisevyyttä voidaan havainnollistaa Secchi-menetelmän, eli näkösyvyyden mittaamisen avulla. Siinä valkoinen levy, jonka halkaisija on 30 cm, upotetaan veteen ja tarkkaillaan, missä syvyydessä se häipy näkyvistä tai tulee näkyviin. Eufootinen eli valoisa, fotosynteesille mahdollinen maksimisyvyys on noin 1,5–2 kertaa näkösyvyys johtuen siitä, että näkösyvyyden mittauksessa valo kulkee veden pinnalta valkolevyille ja takaisin, eli kaksinkertaisen matkan. Aivan tarkkaa korrelaatiota näkösyvyyden ja eufootisen kerroksen paksuuden välillä ei ole, koska valo vaimenee eksponentiaalisesti riippuen myös veden sameudesta ja väristä. (Eloranta 1978; Jokiniemi 2013, 7–8, Niinimäki & Penttinen 2014, 8–9.)

Näkösyvyyden mittaus ei ole kovin objektiivinen analyysi yhteyttämiseen kykenevän vesimassan paksuuden tutkimisessa, vaan mittauksen pääasiallinen tarkoitus on arvioida vesistön rehevyystasoa, sen muutoksia ja muutoksenopeutta, esimerkiksi syanobakteerien, ”sinilevien” esiintymiskautena.

Näkösyvyyden mittaaminen on yksinkertainen, edullinen ja kohtuullisen hyvin toistettavissa oleva visuaalinen havainnointitapa. Mittayksikkönä käytetään pituusmittaa, tyypillisesti metriä ja sen osia. Olosuhteet, valon intensiteetti ja mittaajan silmien herkkyys voi aiheuttaa tuloksiin subjektiivista virhemarginaalia. Näkösyvyys on hyvä indikaattori vesien rehevöitymisen, likaisuuden ja muutosten seurannassa sekä yleisesti että paikallisesti. Esimerkiksi matalissa lahdissa, ravinnepitoisten päästöjen ja vaikkapa sinileväesiintymien kartoituksessa se on helppo ja nopea menetelmä. Pienten purojen tai vuolaasti virtaavien jokien näkösyvyydustulosten hajonta saattaa olla suuri, silloin mittauksen tarkoituksenmukaisuutta ja luotettavuutta on syytä harkita.

Näkösyvyyden luokka on erinomainen, mikäli arvo on yli 2,5 m, ja hyvä jos lukema on 1–2,5 m (Jokiniemi 2013, 7; Mitikka 2013, 2; Mitikka 2015, 4). Järvien rehevyystasoa indikoivat tarkemmat näkösyvyydslukemat ovat Vääräsen (2004) mukaan:

- rehevät järvet, voimakas planktonsamennus 0,2–0,3 m
- humusjärvet 0,8–1,5 m
- suuret reittijärvet 3–7 m
- kirkaat vähähumuksiset järvet 10–15 m

Ennen vuotta 2012 Oksjärven näkösyvyys on ollut 1,8–2,4 m välillä, heinäkuussa 1974 jopa 4,9 m (Oravainen 2009, 2). Taulukon 8 mukaan vuosina 2013–2014 näkösyvyydet ovat olleet 1,8–2,2 m (Palomäki 2015a, liite 2). Maaliskuussa 2013 mitatut arvot 0,9 m poikkeavat huomattavasti keskiarvosta. Keväällä 2015 arvot olivat Oksjärven suojeluyhdistyksen mitausten mukaan 2,5–2,6 m ja elokuussa 2,5–2,9 m.

3.3.8 Typpi järvisedessä

Kokonaistypen merkitys vesistöille avataan kohdassa 3.2.6. Vesien ravinnetalouden kannalta kiinnostavia typen olomuotoja ovat myös ammoniumtyppi $\text{NH}_4\text{-N}$, nitriittityppi $\text{NO}_2\text{-N}$ ja nitraattityppi $\text{NO}_3\text{-N}$. Niiden merkitys selostetaan taulukon 9 alapuolella. Analyyteista käsitellään lähinnä vuosien 2013–2014 tuloksia, muut mainitaan erikseen.

Oksjärven kokonaistyyppipitoisuudet, kok-N 460–1000 µg/l asettuvat taulukon 9 tulosten perusteella lievästi rehevöityneen ja rehevöityneen järven rajalle vuosina 2013–2014. Lievästi rehevän järven pitoisuudet ovat 400–600 µg/l, ja rehevän järven 600–1500 µg/l. Vuoden 2009 elokuussa pää-lysveden tyyppipitoisuus oli 560 µg/l. Varhaisempia kok-N pitoisuuksia on esitetty kuviossa 10. (Oravainen 2009, 2; Palomäki 2015a, liitteet 1 ja 2.)

Huomioitavaa on, että veden sisältämä passiivinen molekyylytppi N₂ ei sisälly ravinneanalyysien kokonaistypen määrään. Vain muutamat bakteerit, muun muassa syanobakteerit eli sinilevät ja kasveista herne ja leppä pystyvät hyödyntämään molekyylytppiä. Kuvion 8 (s. 31) mukaan normaalipaineiseen veteen N₂-tyyppiä voi liueta järveden lämpötilasta riippuen noin 15000–24000 µg/l, eli 20–50ertainen määrä rehevöitymisen kannalta tärkeään kokonaistyyppien verrattuna. (Jantunen 2011, 18; Jokiniemi 2013, 10–12; Niinimäki & Penttinen 2014, 17.)

Taulukko 9. Oksjärven järveden ravinneanalyysija vuosilta 2013–2014, ote (Palomäki 2015, liite 2).

Nab Labs Oy / Ympäristöntutkimuskeskus Ambiotica													
	Näyte-	Syv.	Lämp.	Kok.N	NH ₄ -N	NO ₂ +3-N	Kok.P	PO ₄ -P	O ₂	O ₂	CODMn	Rauta	a-klorofylli
	nro	m	°C	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	Kyll %	mg/l	µg/l	µg/l
Oksjärvi													
21.3.2013	1040-1	1	1,2	640	7	170	11	4	12,4	88	16	240	
21.3.2013	1040-2	6	4,6	1 000	25	370	27	12	1,1	8	26	970	
26.8.2013	4469-1	1	18,8	530	12	2	15	< 2	8,6	93	13	280	
26.8.2013	4469-2	6	17,5	480	17	6	14	< 2	6,7	70	12	490	
26.8.2013	4469-3	0-2											9,9
12.3.2014	800-1	1	2,9	600	4	170	9	< 2	10,8	80	13	260	
12.3.2014	800-2	6	3,9	680	15	200	15	5	2	15	13	410	
19.8.2014	3770-1	1	19,6	460	3	3	14	< 2	7,5	82	10	290	
19.8.2014	3770-2	6	17,7	480	< 2	< 2	18	< 2	2,2	23	12	5100	
19.8.2014	3770-3	0,2											20

Ammoniumtyypen NH₄-N analysointi on tärkeä useastakin syystä:

1. Ammonium on typen olomuodoista eliöille käyttökelpoisin.
2. Mikäli NH₄-N osuus kasvaa pohjan vähähappisissa olosuhteissa, niin vesistön sisäinen kuormitus saattaa nousta.
3. Turvesoiden valumavesien NH₄-N pitoisuudet saattavat olla korkeita.
4. Puhdistamattomat jätevedet ja lanta sisältävät paljon ammoniumia.

Kaikissa tapauksissa ravinnelähde on hyvä tunnistaa ja eliminoida jos mahdollista. Ammoniumtyypen NH₄-N osuus kokonaistypestä on yleensä suhteellisen pieni, alle 10–30 µg/l eli 1–5 prosentin luokkaa. Turvesoiden valumavesissä pitoisuudet saattavat kuitenkin olla jopa 100–300 µg/l, eli 10–20 %. (Jokiniemi 2013, 10–12; Niinimäki & Penttinen 2014, 17; Oravainen 1999, 21.)

Oksjärven tapauksessa ammoniumtyypen pitoisuudet vaihtelivat pintavesissä välillä 3–12 µg/l ja syvänteissä 15–25 µg/l, katso taulukko 9. Poikkeuksena elokuu 2014, jolloin NH₄-N pitoisuus syvänteessä on ollut alle 2 µg/l. Ammoniumin osuus kokonaistypestä oli kaikissa mittauksissa alle 3,5 prosenttiyksikköä. (Palomäki 2015a, liite 2.)

Nitriittityppi NO₂-N on typen kiertokulussa nitrifikaatioprosessin ensimmäisen vaiheen nitritaation väliaine. Nitriittien runsaus indikoi vedessä olevasta bakteeritoiminnasta aiheuttaen myös alkaliniteetin laskua. NO₂-N ei ole pysyvä yhdiste, pitoisuudet ovat yleensä pieniä, 1-10 µg/l. Nitriittityppeä ei yleensä mitata, tai pitoisuus ilmoitetaan yhdessä nitraattitypen kanssa. (Hienonen 2009, 22–24; Jokiniemi 2013, 9–12; Niinimäki & Penttinen 2014, 17–19; Oravainen 1999, 21; Vääränen 2004.)

Nitraattityppi NO₃-N on nitrifikaatioprosessin toisen vaiheen, nitraation tuote. NO₃-N on eliöiden käyttämistä typen olomuodoista yleisin ja toiseksi käyttökelpoisin ammoniumin jälkeen. Järven nitraattitypen pitoisuudet vaihtelevat huomattavasti eliöiden ravinnetarpeen, eli yhteyttämisen aktiivisuuden mukaan. Valoisina kesinä NO₃-N-pitoisuudet voivat laskea perustuotannon kulutuksen vuoksi alle arvon 5 µg/l, indikoiden myös levätuotannon aktiivisuutta. Talviaikaan valon puute, jääkansi, lumi ja lämpötila hillitsevät fotosynteesiä ja NO₃-N-pitoisuudet saattavat nousta samoissa vesistöissä tasolle 500–1000 µg/l. (Hienonen 2009, 24–26; Jokiniemi 2013, 9–12; Niinimäki & Penttinen 2014, 17–19; Oravainen 1999, 20.)

Taulukon 9 mukaan Oksjärven nitriitti- ja nitraattitypen NO₂-N ja NO₃-N yhteenlasketut pitoisuudet ovat olleet talviaikaan metrin syvyydessä 170 µg/l ja syvänteessä, kuuden metrin syvyydessä lukemissa 200–370 µg/l. Pitoisuudet edustavat noin 25–37 prosentin osuutta kokonaistypestä. Elokuussa koko vesimassan vastaavat pitoisuudet ovat olleet 2–6 µg/l, mikä merkitsee voimakasta levätuotantoa. Osuudet kokonaistypestä ovat olleet alle prosentin luokkaa. (Palomäki 2015a, liite 2.)

3.3.9 Fosfori järivedessä

Pintavesien fosforipitoisuuden merkitystä vesistöjen kannalta on valaistu kohdassa 3.2.7. (Keränen ym. 2014, 4; Niinimäki & Penttinen 2014, 13–17, 48–49; Oravainen 1999, 17–19.)

Oksjärven kokonaisfosforipitoisuus vuosina 2013–2014 on ollut taulukon 9 mukaan välillä 9–27 µg/l tarkoittaen luokkaa lievästi rehevä. Kok-P pitoisuus on vaihdellut 1970–2000-luvuilla lukemissa 2–16 µg/l, katso kuvio 10. (Palomäki 2015a, liitteet 1 ja 2.)

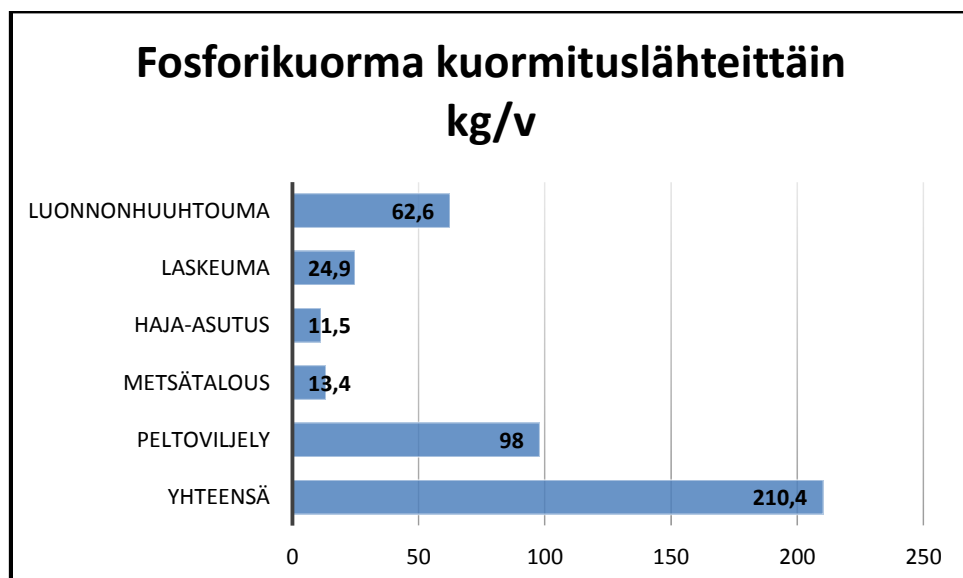
Veteen liuennut epäorgaaninen fosfaattifosfori PO₄ on eliöille käyttökelpoisin fosforin olomuoto, jota muun muassa levät ja kasvit pääasiassa hyödyntävät. Tuotantokaudella veden PO₄-P pitoisuudet ovat hyvin pieniä suuresta kulutuksesta johtuen, koska suuri osa fosfaatista on sitoutuneena eliöihin. Talvella PO₄-P pitoisuudet saattavat nousta lukemiin 5–10 µg/l, rehevissä vesistöissä arvot 20–50 µg/l ovat yleisiä minimaalisen yhteyttämisen ja ravinteiden vähäisen kulutuksen vuoksi. (Jokiniemi 2013, 12–13; Niinimäki & Penttinen 2014, 13–17; Oravainen 1999, 19.)

Oksjärvässä fosfaattifosforin pitoisuudet ovat olleet kesällä alle 2 µg/l ja talvella lukemissa 4–12 µg/l. Osuus kokonaisfosforista on vaihdellut 10–45 prosentin välillä. (Palomäki 2015a, liite 2.)

Kokonaisfosforin ja fosfaattifosforin pitoisuuksia ja todennäköisiä lähteitä on syytä tarkkailla mahdollisen rehevöitymisuhan vuoksi. Kuormituslähteiden simuloimiseksi on olemassa erilaisia mallinnusohjelmia, koska etenkin hajakuormituksen lähteitä, määriä ja vaikutusta on vaikea paikallistaa (Niinimäki & Penttinen 2014, 87–90). Vuosien 2013–2014 tutkimuksessa Nab Labs Ambiotica laboratorio on käyttänyt fosforikuormituksen osalta Suomen Ympäristökeskuksen Vemala-järjestelmän kuormitusmallia (Palomäki 2015a, 11).

Vemala-työkalu sisältää vesistön ja valuma-alueen hydrologiamallinnuksen lisäksi vedenlaatua, ravinnekuormituksia ja huuhtoutumia sisältävät osiot. Mallinnus perustuu maankäytön ominaiskuormituslukuihin, Hertta-järjestelmästä saataviin vesistöjä koskeviin tietoihin, kuten pitoisuuksiin ja muihin mittaustuloksiin, sekä Vahti-järjestelmän pistekuormituslukuihin. Mallinnuksen tulos kertoo valuma-alueelta järveen kohdistuvan fosforikuorman, mittayksikkö on kilogrammaa vuodessa koko järveä koskien. (Mäkelä ym. 2015, 83–85.)

Kuvio 6 esittää Oksjärven fosforikuorman simulaation tuloksen (Palomäki 2015a, 11–13). Kuviosta havaitaan, että peltoviljelyn osuus kuormituksesta on merkittävä, noin 47 %. Luonnonhuuhtouman osuus 30 % on myös suuri, kun taas metsätalouden osuus on vain 6,5 %. Metsätalouden suhteen Vemala-malli laskee kuormituslähteeksi hakkuu- ja metsänuudistusalueilla tehdyt toimenpiteet ja niiden vaikutukset tekohetkestä 2–10 vuoden ajanteella kertoimista riippuen. Uuden, niin sanotun Kustaan mallin mukaiset simulaatiot eivät ota huomioon 10 vuotta vanhempia toimenpiteitä. Siten esimerkiksi soiden ja metsien ojitukset vuosina 1950–2005 sisältyvät luonnonhuuhtoumaan, eivät metsätalouteen. (Mäkelä, Huttunen & Tattari, sähköpostiviesti 10.2.2016; Mäkelä ym. 2015, 83–85, 88.)

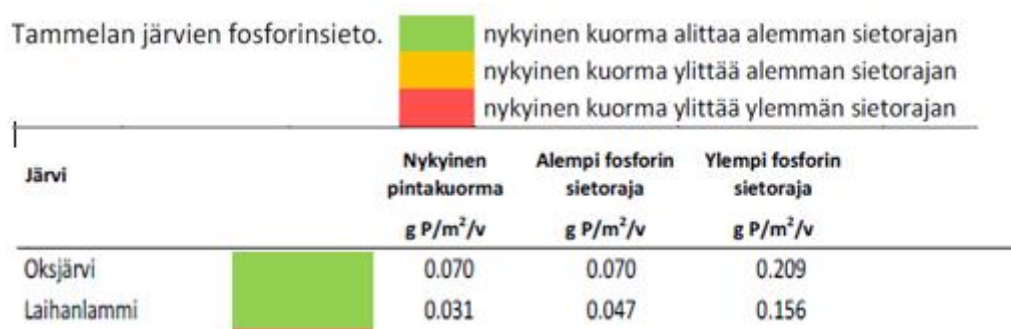


Kuvio 6. Oksjärven fosforikuormitus kuormituslähteittäin 2014 (Palomäki 2015a, 14).

Nab Labs Ambiotica on tarkastellut fosforikuormituksen sietokykyä Vol-lenweiderin & Dillonin kaavojen (1974) ja Granberg & Granbergin (2006) mallien mukaan. Kuviossa 7 on esitetty Oksjärven ja siihen laskevan Lai-

hanlammin fosforin sietorajat sekä vuoden 2014 pintakuorma (Palomäki 2015a, 14–15). Mittayksikkönä on grammaa fosforia neliömetrille vuodessa, g P/m²/v. Alempi sietoraja indikoi järven lievää rehevöitymisuhkaa ja ylempi sietoraja todennäköistä rehevöitymistä. Palomäen (2015, 14) korjatussa raportissa oleva Oksjärven pintakuorma 0,070 g P/m²/v on lievän rehevöitymisen rajalla. Alkuperäinen, Tammelan kunnan sivuilla oleva ”virallinen” raportti on virheellinen nykyisen pintakuorman suhteen kaikkien järvien kohdalla. Siinä pintakuorman todellinen yksikkö on kg/järvi päivää kohden, raportissa virheellinen yksikkö. Esim. Oksjärven pintakuorma on 0,578 kg fosforia päivää kohden järven **koko pinta-alalle** (ei g P/m²/v).

Oksjärveen laskeva Laihanlammi on mielenkiintoinen vertailukohde, sillä se on erittäin niukkaravinteinen, ja sijaitsee järveen yhteydessä olevalla Laihanlammin II-luokan pohjavesialueella.



Kuvio 7. Oksjärven ja siihen laskevan Laihanlammin fosforin sietorajat ja korjattu pintakuorma (Palomäki 2015a, 14).

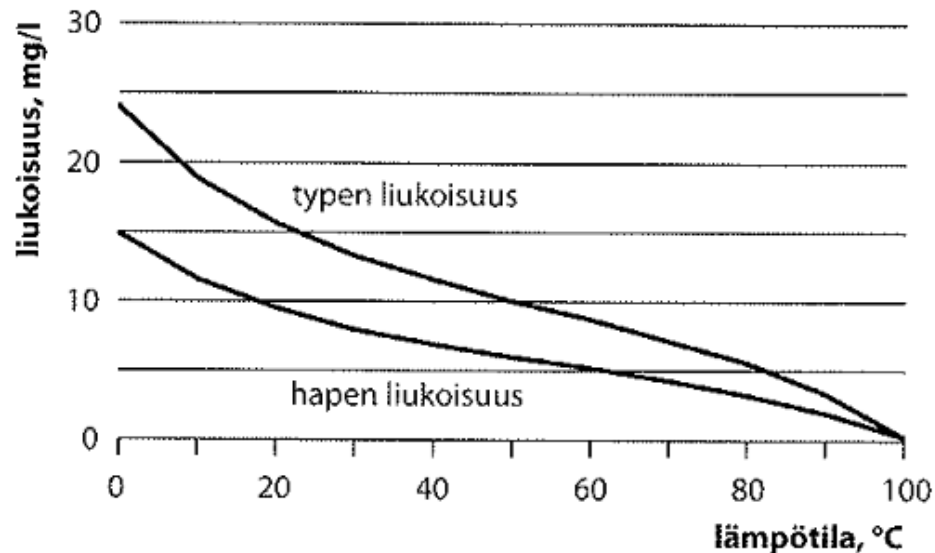
3.3.10 Orgaaninen hiili järvivedessä

Orgaanisen hiilen merkitys on esitelty ojavesien kohdalla osiossa 3.2.8. Hiilen pitoisuutta analysoidaan ojavesistä, jotta saadaan selville hiilen lähteet, tyypillisesti humus ja suot. Itse järviveden hiilipitoisuutta ei aina mitata, mutta tarkemmissa järven tilaa koskevissa tutkimuksissa se analysoidaan. Etelä-Suomen järvissä orgaanisen hiilen pitoisuus on tyypillisesti alle 5 mg/l, humusjärvissä 10–12 mg/l. Hiiltä varastoituu järvisedimenttiin noin 2 grammaa neliometriä kohden vuodessa, sedimenttiin kertynyt kokonaishiilivarasto on noin 20 kg/m². (Niinimäki & Penttinen 2014, 10.) Oksjärven järvivedestä orgaanisen hiilen pitoisuutta ei ole analysoitu.

3.3.11 Happipitoisuus ja happikyllästysaste

Veden happipitoisuudella tarkoitetaan veteen liunneen kaasumaisen hapen määrää. Se on hyvä vesistön kunnon indikaattori ja useimmille eliöille välttämätön. Happea liukenee veteen suoraan ilmasta sekä yhteyttämisen seurauksena. Sitä kuluttaa orgaanisen aineen hajoaminen ja eliöiden soluhengitys. Mittayksikkö on milligrammaa litraa kohden, mg O₂/l. Veteen liukenevan hapen maksimimäärä riippuu kuvio 4 mukaisesti veden lämpötilasta. Nolla-asteisen veden hapen maksimiliukoisuus on lähteestä riippuen noin 14,2–14,6 mg/l, ja +100 °C:ssa kaikki liuennut happi O₂ on poistunut. Muun muassa kulutuksesta, lämpötilan muutoksista, lämpötila-

kerrostuneisuudesta ja talven jääkannesta johtuen happea ei kuitenkaan aina liukene maksimimäärää. Kyllästysaste, eli hapen suhteellinen osuus kertoo, miten monta prosenttia mitattu happimäärä on maksimimäärästä. Kyllästysasteen yksikkö on prosenttiluku. (Jantunen 2011,18; Kettunen, Mäkelä & Heinonen 2008, 20–23); Niinimäki & Penttinen 2014, 11–13; Oravainen 1999, 4.)



Kuvio 8. Hapen ja typen liukoisuus veteen lämpötilan funktiona (Jantunen 2011, 18).

Happipitoisuuden vuodenaikais- ja vuorokausivaihtelut ovat suuria, joten mittausajankohdalla on tärkeä merkitys tulosten luotettavuuden ja pitkäaikaisseurannan kannalta. Talvikerrostuneisuuden loppupuoli maaliskuussa on hyvä ajankohta, koska happivarannot ovat tyypillisesti pienimmillään orgaanisen aineen hajoamisprosessin ja eliöiden, esimerkiksi kalojen talvisen hapenkulutuksen vuoksi. Samaan aikaan lumi- ja jääpeite ovat estäneet hapen liukenemisen ilmasta ja yhteytystoimintakaan ei vapauta happea veteen. Tämä on kriittistä aikaa kaloille. Myös kesäkerrostuneisuuden loppupuoli elokuussa on vähähappista etenkin syvänteissä runsaan hajoitustoiminnan vuoksi. Toisaalta voimakas yhteyttäminen päiväaikaan saattaa nostaa päällysveden kyllästysasteen jopa 150 prosenttiin. Ylikyllästyneisyys voi viitata rehevöitymiseen, eli voimakkaaseen levätuotantoon ja runsaisiin ravinnepitoisuuksiin. (Kettunen ym. 2008, 20–23; Mitikka 2015, 4; Niinimäki & Penttinen 2014, 11; Oravainen 1999, 4; Penttinen & Niinimäki 2010, 22–31.)

Talvella lämpötilassa +0,5...+1 °C päällysveden hyvä O₂-pitoisuus on noin 12–13 mg/l ja kyllästysaste 80–90 %. Lämpötilassa +18...+20 °C vastaava kyllästysaste merkitsee pitoisuutta 8–9 mg/l. Päällysveden kyllästysasteen vakaus välillä 80–110 % merkitsee hyväkuntoista järveä, vaihtelut välillä 40–70 % tai 120–150 % merkitsevät happiongelmia tai rehevöitymiseen viittaavaa leväkasvua. Alusveden happipitoisuus pysyy hyväkuntoisissa järvissä tasolla 4–8 mg/l kerrostuneisuusaikojen lopullakin. (Kettunen ym. 2008, 20–23; Mitikka 2015, 4; Niinimäki & Penttinen 2014, 11; Oravainen 1999, 4; Vesi- ja ympäristöhallinto liite 3.)

Oksjärven happipitoisuus on ollut taulukon 9 mukaan päällysvedessä kohtuullisen hyvä, maaliskuussa 10,8–12,4 mg/l ja elokuussa 7,5–8,6 mg/l, kyllästysaste 80–93 %. Sen sijaan alusveden näytteiden O₂-pitoisuudet osoittavat ajoittaista happivajetta, maaliskuussa 1,1–2 mg/l ja elokuussa 2,2–6,7 mg/l. Myös kyllästysaste on ollut alhainen, keväällä vain 8–15 % ja kesällä 23–70 %. Aikaisempien mittaustulosten mukaan happipitoisuus ja kyllästysprosentti ovat olleet hyvällä tasolla ennen vuotta 2002. Kuvion 10 mukaan vuosien 2002, 2009 ja 2010 mittauksissa O₂-pitoisuudet ovat olleet vain 0,5–2 mg/l jopa kesällä. (Oravainen 2009, 2; Palomäki 2015a, liite 1 ja 2.)

3.3.12 Kemiallinen hapenkulutus COD_{Mn}

Veden sisältämien orgaanisten, eli eloperäisten aineiden määrää indikoi kemiallinen hapenkulutus, Chemical Oxygen Demand, COD_{Mn}. Vesistöissä orgaanisten aineiden luonnollinen hajoaminen voi johtaa happivajeeseen. Laboratorioanalyysissä pintavesien hapettimena käytetään kaliumpermanganaattia KMnO₄. Tulos ilmoitetaan hapen kulutuksena milligramma litraa kohden, mg/l O₂. Aiemmin käytössä ollut kaliumpermanganaattiluku mittaa samaa asiaa, mutta tulos ilmoitetaan hapetuskemikaalin kulutuksena milligrammaa litraa kohden, mg/l KMnO₄. COD_{Mn}-luku saadaan kertomalla KMnO₄-luku kertoimella 0,253 tai KMnO₄-luku saadaan kertomalla COD_{Mn}-luku kertoimella 3,95. (Opetushallitus. Laboratorioanalyysit; Oravainen 1999, 15–16; Palviainen & Finer 2013, 10.)

Kemiallinen hapenkulutus indikoi veden eloperäisten aineiden määrän kautta myös veden humuspitoisuutta ja orgaanisen kokonaishiilen määrää. Niiden välillä on selkeä korrelaatio. Korkeat COD_{Mn}-arvot kertovat usein alueen suoperäisyydestä, mutta jätevedet ja karjanlanta saattavat myös kohottaa arvoja. (Keränen ym. 2014, 5; Oravainen 1999, 15–16; Palviainen & Finer 2013, 10.)

Suomen järvien COD_{Mn}-arvot ovat yleisesti välillä 10–20 mg/l O₂. Kirkkaissa, vähän eloperäistä ainesta tai humusta sisältävissä vesissä arvot ovat alle 4 mg/l O₂. Värittömissä vesissä arvot ovat 4–10 mg/l O₂. Raja-arvot vaihtelevat hieman lähteestä riippuen. Vertailutietona hyvän talousveden COD_{Mn}-raja-arvo on 3 mg/l O₂ vastaten 12 mg/l KMnO₄-arvoa. Raja-arvo yksityistalouksille on 5,1 mg/l O₂ eli noin 20 mg/l KMnO₄. (Oravainen 1999, 15–16; Palviainen & Finer 2013, 10.)

Oksjärven kohdalla COD_{Mn}-arvot ovat olleet yleensä tasoa 10–13 mg/l O₂ vuodenaikasta ja syvyydestä riippumatta, kuten taulukko 9 ja kuvio 10 osoittavat. Poikkeuksellisen korkea arvo 26 mg/l O₂ on mitattu alusvedestä keväällä 2013. Samaan aikaan hapen kyllästysaste on ollut vain 8 % ja veden humuspitoisuutta kuvaava väriluku korkea, 240 mgPt/l. Vuosien 1970–2012 päällysveden COD_{Mn}-arvot ovat olleet tasolla 7,5–15 mg/l O₂. (Palomäki 2015a, liite 1 ja 2.)

3.3.13 Rautapitoisuus järvivedessä

Veden rautapitoisuus riippuu pitkälti valuma-alueen ominaisuuksista. Suovaltaisten alueiden vesissä rautapitoisuus on yleensä korkea. Vedessä rauta on joko liuenneena, partikkelimaisena tai sitoutuneena humukseen, olomuoto riippuu veden happamuudesta ja happipitoisuudesta. Liukoinen orgaaninen rauta sitoutuu humukseen happirikkaissa olosuhteissa, samoin fosfori rautaan. Hapettomissa oloissa rauta ja fosfori vapautuvat. (Oravainen 1999, 21–22; Ympäristö.fi. Liite 3.)

Raudan sitoutuminen humukseen merkitsee myös vesieliöille ja kaloille suojaa muuten vapaana esiintyvän ferroraudan ja rautahydroksidin (ferrihydroksidin) myrkyllisiä vaikutuksia vastaan (Heikkinen 2012, 2, 13).

Veden rautapitoisuus määritellään yksikkönä mikrogramma litraa kohden $\mu\text{g/l}$. Taulukossa 10 on Oravaisen (1999, 21–22) ja Ympäristö.fi (liite 3) antamia, hieman eri tavoin määriteltyjä raja-arvoja:

Taulukko 10. Vesien rautapitoisuuden raja arvoja Oravaisen ja Ympäristö.fi mukaan.

	Oravainen	Ympäristö.fi
Kirkkaat vedet ¹	50–200 $\mu\text{g/l}$,	–
Talousvedet	–	< 200 $\mu\text{g/l}$
Humusvedet	400–600 $\mu\text{g/l}$	–
Sisävedet	–	500–1000 $\mu\text{g/l}$
Erittäin ruskeat vedet jopa 1000 $\mu\text{g/l}$	–	–
Suovaltaiset valuma-alueet –	–	1000–2000 $\mu\text{g/l}$
Hapeton alusvesi	1000–10 000 $\mu\text{g/l}$	–

Pitoisuudet eivät varsinaisesti luokittele vesiä humusvesiksi, vaan indikoivat raudan tyypillistä esiintymistä tietyn tyypisissä vesissä.

Oksjärven veden rautapitoisuudet asettuvat taulukon 9 mukaan päällysvessessä 240–290 $\mu\text{g/l}$ alueelle. Alusvedestä mitatut lukemat vaihtelevat välillä 410–970 $\mu\text{g/l}$. Poikkeuksena on elokuussa 2014 mitattu erittäin korkea arvo 5100 $\mu\text{g/l}$. Palomäki 2015a, liite 2.)

3.3.14 Klorofylli-a

Klorofylli-a indikoi lehtivihreää sisältävien planktonlevien määrää vedessä, ja on suoraan verrannollinen järven rehevyystasoon. Leväkasvua on ja pitääkin olla vesistöissä, koska levät muodostavat järven ravintoverkon ensimmäisen portaan. Ellei näin olisi, ei järvessä olisi muutakaan elämää. Levät ovat perustuottajia ja toimivat seuraavan tason eli eläinplanktonin ravintona. Klorofyllipitoisuuden mittaukset tehdään avovesikautena, näyte otetaan vesipatsaasta pinnalta 2 metrin syvyyteen. Valoisuus, sää- ja ravinneolosuhteet vaikuttavat levien määrään hyvin voimakkaasti, joten mittauksia on suositusten mukaan hyvä tehdä kolmesta kuuteen. Mikäli mittauksia tehdään vain yksi, se on hyvä ajoittaa loppukesään. (Jokiniemi 2013, 15; Keränen ym. 2014, 5; Niinimäki & Penttinen 2014, 21–22; Oravainen 1999, 23; Vanajavesikeskus 2013.)

Klorofylli-a pitoisuus ilmoitetaan yksikkönä mikrogrammaa litraa kohden, µg/l. Taulukossa 11 on eri lähteistä kerättyjä klorofyllipitoisuuksien raja-arvoja suhteutettuna vesistön rehevyysluokitukseen.

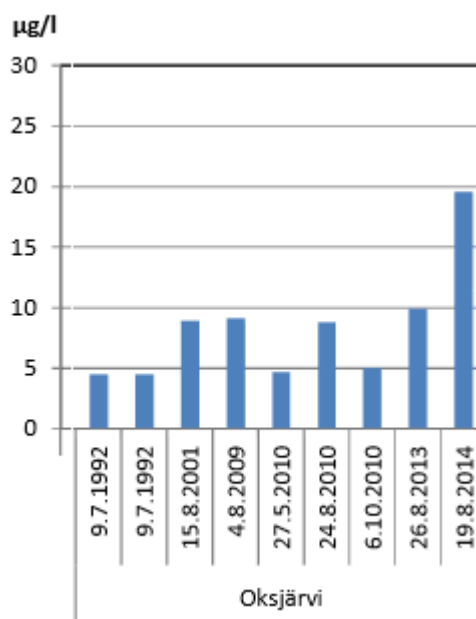
Taulukko 11. Klorofylli-a pitoisuudet ja vesistöjen rehevyysluokitus eri lähteiden mukaan (µg/l)

	Jokiniemi	Keränen ¹	Oravainen	Mitikka ²	Vanajavesikeskus
Karut vedet	< 3	< 3	< 4	< 4	< 4
Lievästi rehevät	3–10	3–7	4–10	<10	–
Rehevät	10–20	7–40	10–20	< 20	> 10
Erittäin rehevät	20–50	–	20–50	20–50	–
Ylirehevät	> 50	> 40	> 50	> 50	–

¹ Forsberg & Rydingin mukainen luokittelu 1980

² Syke: Pintavesien yleinen käyttökelpoisuusluokitus

Oksjärven klorofyllipitoisuuksista on tietoa 1990-luvulta lähtien, ne esitetään kuviossa 9. Näytteet on otettu vuosittain eri aikaan, joten ne eivät ole täysin vertailukelpoisia keskenään, koska levien määrä yleensä lisääntyy kesän kuluessa. Vuosina 1992–2010 arvot ovat olleet välillä 4,5–9,1 µg/l luokassa lievästi rehevä. Taulukon 9 mukaan a-klorofylliarvot ovat olleet vuosina 2013–14 luokassa rehevä, 9,9 ja 20 µg/l.



Kuvio 9. Oksjärven klorofyllianalyysien tuloksia vuosilta 1992–2014 (Palomäki 2014, liite 1).

3.3.15 Sinileväesiintymä kesällä 2013

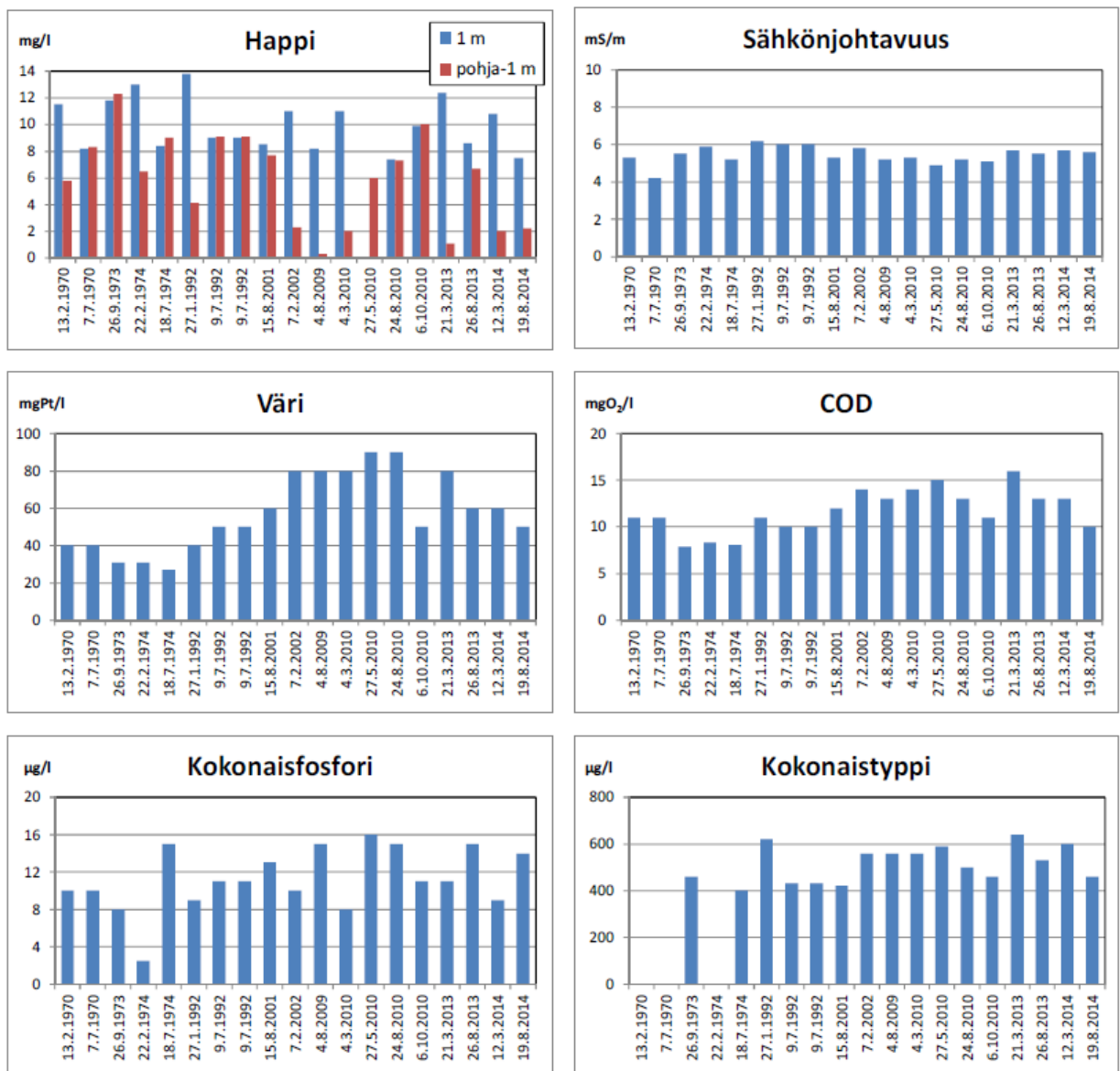
Heinäkuun loppupuolella 2013 havaittiin epäily sinileväesiintymästä. Hämeen ELY-keskus ja Metropolilab tekivät näytteistä analyysin. Näytteissä oli sinilevää, mutta myrkyllisyyttä ei analyysien mukaan havaittu. (Piironen, sähköpostiviesti 1.8.2013; Thure sähköpostiviesti 29.8.2013.)

3.3.16 Yhteenveto järiveden laadusta

Oksjärven veden muutos happitilanteen, sähkönjohtavuuden, humuspitoisuuden ja ravinteiden suhteen vuosina 1970–2015 näkyy koostettuna kuviossa 10 (Palomäki 2015a, liite 1).

Edellä käsiteltyjen osioiden 3.3.1–3.3.14 mukaan järven happitilanne on ajoittain hieman heikko viitaten rehevöitymisuhkaan. Väriarvo ja kemiallinen hapenkulutus viittaavat humuspitoisuuteen ja orgaanisten aineiden kuormitukseen. Kokonaistypen pitoisuudet ovat rehevöitymiseen viittavia, samoin fosfori ja sen kuormitus. Klorofylli-a pitoisuudet indikoivat myös rehevöitymistrendiä.

Tammelan kunnan omistamalla Oksjärven leirialueella tarkkailussa olevat suolistoperäisten bakteerien määrät ovat pysyneet reilusti alle uimavesille sallittujen rajojen.

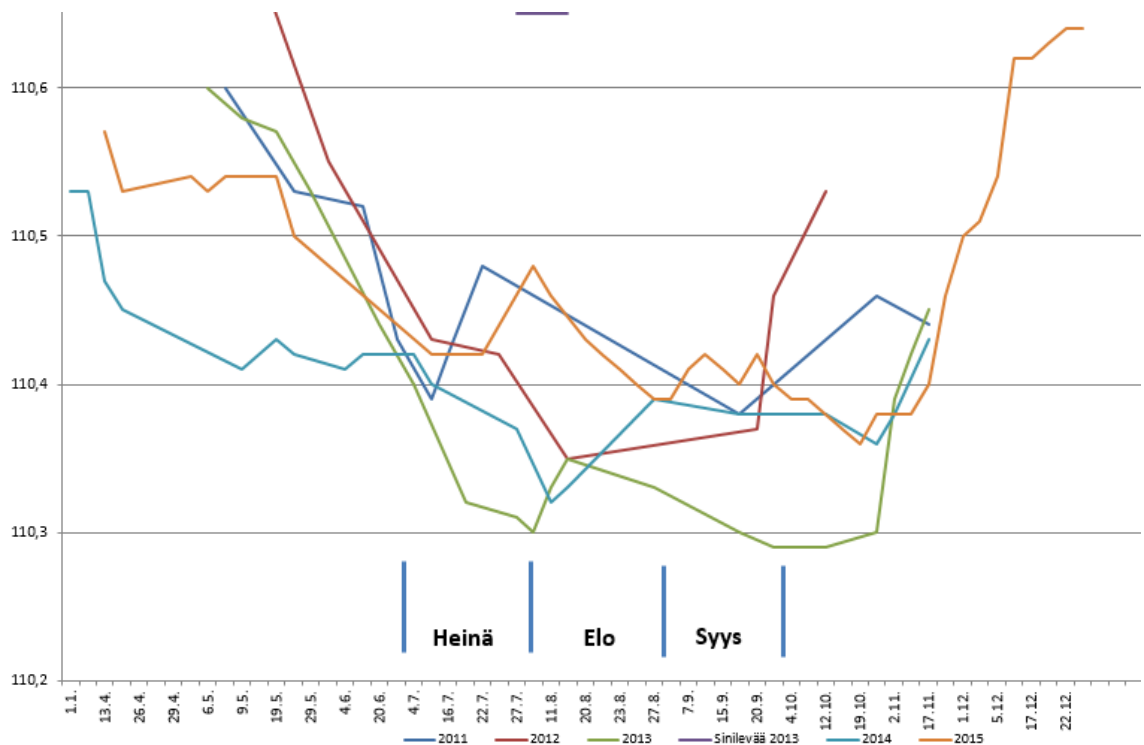


Kuvio 10. Yhteenveto Oksjärven veden laadusta happitilanteen ja ravinteiden suhteen (Palomäki 2015a, liite 1).

3.4 Vedenkorkeus järvässä

Kansalaisen Karttapaikan (2015) mukaan Oksjärven virallinen vedenkorkeus on N 60 korkeusjärjestelmän mukaan 110,10 m. Käytännössä pinnankorkeus vaihtelee tyypillisesti välillä 110,25–110,60 m, keskimäärin 110,30–110,35 m kesäkuukausina.

Kuviossa 11 on Oksjärven suojeluyhdistyksen mittaamia vedenkorkeuksia vuosilta 2011–2015. Kuvioista havaitaan, että tyypillisesti vedenpinta laskee kesäkuun aikana ja on alimmillaan heinä-, elo- ja syyskuussa. Vuoden 2015 heinäkuun puolivälistä elokuun alkuun järvestä lähtevässä Oksjoessa oli pieni kokeilupato, minkä vaikutus näkyy vaaleanruskeassa käyrässä heinä-elokuun vaihteessa. Korkein vedenkorkeuslukema oli 110,48 m. Vuoden 2015 pinnankorkeuteen vaikutti myös se, että kesä oli kokonaisuudessaan kylmä ja sateinen, samoin syksy lokakuusta eteenpäin oli erittäin sateinen.



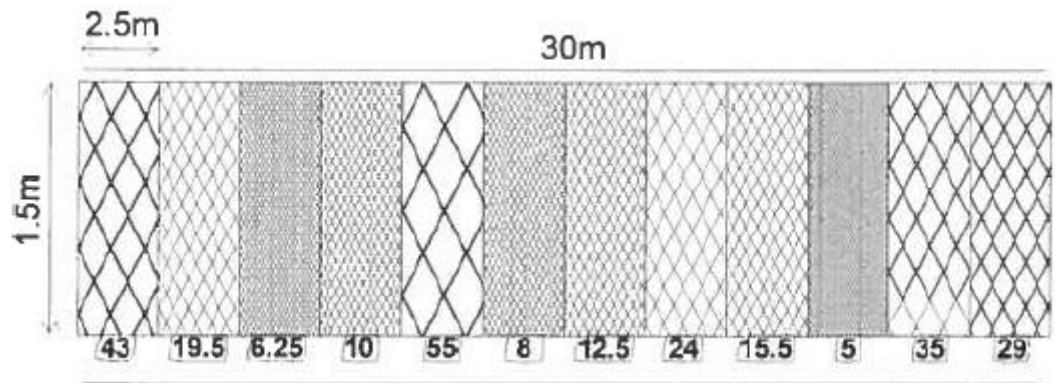
Kuvio 11. Oksjärven vedenkorkeus vuosina 2011–2015 (Oksjärven suojeluyhdistys ry).

Veden korkeuden pysyminen vakaana olisi järven kannalta hyödyllistä monestakin syystä: Järven vesitilavuus olisi suurempi kesällä jolloin järven lämpiäminen ja ruohottuminen vähenisi. Sillä olisi vaikutusta myös veden happipitoisuuteen ja -kyllästysasteeseen, eli kalojen ja muiden eliöiden hyvinvointiin. Myös virkistyskäytön kannalta vakaa vedenkorkeus on toivottavaa.

3.5 Kalakanta ja koekalastus

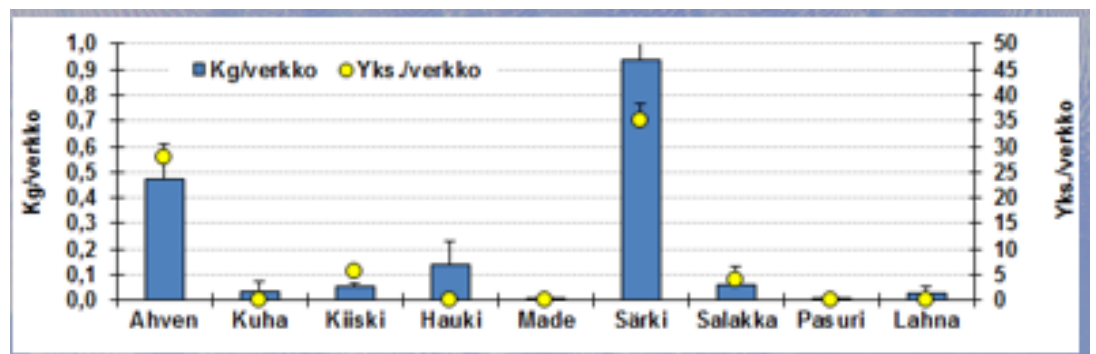
Vesistön kalakannan tutkiminen antaa tietoa vesistön tilasta ja varsinkin sen ravintoverkoista. Petokalojen, saaliskalojen ja eläin- tai kasvisplanktonin syöjien saalisosuudet antavat indikaatiota vesistön rehevyydestä ja sisäisestä kuormituksesta. Asian perusteellinen esittäminen olisi jo itsessään opinnäytetyön laajuinen, joten en kuvaa aihetta tai sen teorioita tässä laajemmin, vaan esitän pelkästään lopputulokset.

Evon Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos suoritti vuoden 2013 kesällä koekalastuksen Oksjärvellä. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää kalaston nykytilaa – lajistoa, runsaussuhteita ja kokoa, ja tarvittaessa antaa suosituksia ja ohjeita jatkotoimista. Tutkimus suoritettiin standardin mukaisesti Nordic-koekalastusverkoilla arpomalla satunnaisotanta syvyysvyöhykkeittäin. (Ala-Opas & Ruuhijärvi 2014 1–2.) Kuvassa 7 on esitetty Nordic-verkon periaate (Ala-Opas 2014).



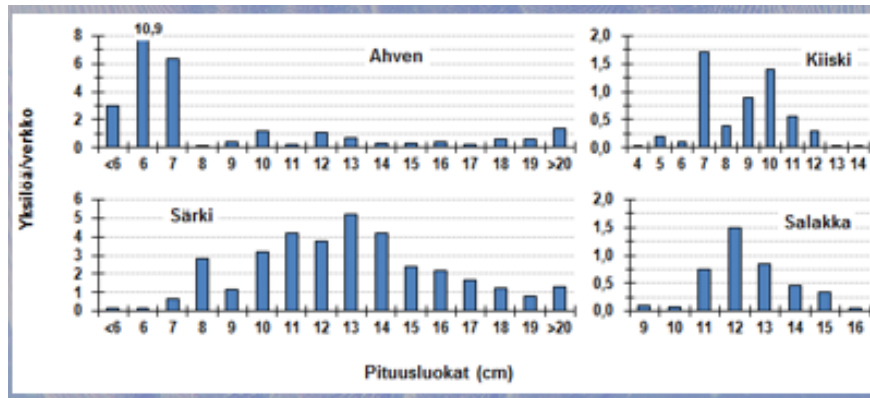
Kuva 7. Nordic-koekalastusverkon periaate ja silmäjako (Ala-Opas 2014).

3.5.1 Koekalastuksen tulokset



Kuvio 12. Oksjärven koekalastuksen saaliit lajeittain painoina ja yksikkömäärinä 2013 (Ala-Opas 2014).

Tulosten mukaan särjet ja ahvenet olivat hallitsevia sekä painon että lukumäärän suhteen, mikä voidaan todeta kuvioista 12. Särkikalojen, eli särjen, salakan, pasurin ja lahnan osuus oli suurin, noin 55 prosenttia. Petokalojen, eli pituudeltaan yli 15cm ahventen, kuhien, haukien ja mateiden osuus oli noin 5 prosenttia. Ahventen osuus painottuu pieniin yksilöihin, katso kuvio 13. (Ala-Opas 2014; Ala-Opas & Ruuhijärvi 2014 11–13.)



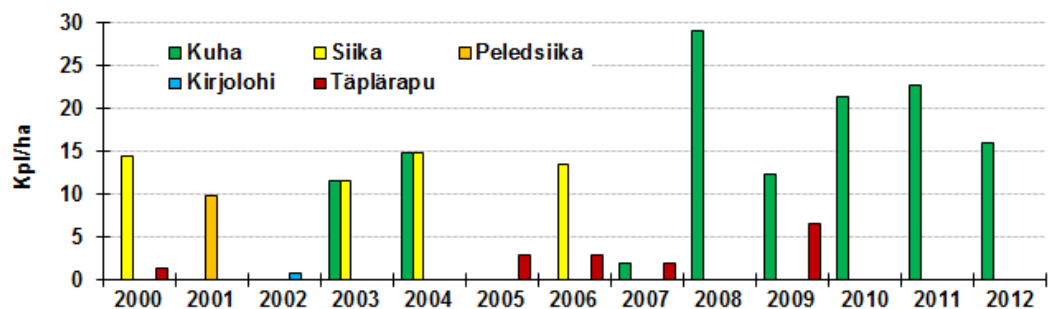
Kuvio 13. Koekalastuksen yleisimpien saalislajien pituusjakaumat (Ala-Opas 2014).

Kuviot 12 ja 13 osoittavat myös sen, että Oksjärvässä olisi hyvä olla suurempia petokaloja enemmän, etteivät särkikalat saa valtaa. Ongelmana on se, että isot kuhat, ahvenet ja hauet ovat myös kalastajien haluamia saaliita. Tällä hetkellä tilanne on vielä kohtuullisen hyvä, koska varsinkin pienten ahventen sukupolvi on vahva.

3.5.2 Kalojen istutukset

Kalojen istutusten ensisijaisena tavoitteena on aiemmin ollut se, että kalastajille pyritään tarjoamaan heidän haluamiaan saaliita. Nykyisin myös järven ekologinen tila saattaa vaikuttaa päätöksiin. Osakaskuntien, entisten kalastuskuntien hallituksissa on pääasiassa innokkaita kalastajia. Samalla järvellä voi olla useitakin osakaskuntia. Päätökset tehdään yleensä paikallisesti. Kalatalouden Keskusliitto, alueelliset kalatalouskeskukset ja kalastusalueet tukevat osakaskuntien toimintaa.

Oksjärveen on istutettu viime vuosina pääasiassa kuhia, täplärapuja ja siikoja, mikä esitetään kuviossa 14 (Ala-Opas 2014; Ala-Opas & Ruuhijärvi 2014 11–13). Myös muikkuja, lahnoja, kirjolohia ja peledsiikoja on istutettu 1990-luvulla (Ranta 2010, liite 1, 48).



Kuvio 14. Oksjärven kala ja rapuistutukset vuosina 2000–2012 (Ala-Opas 2014).

Koekalastuksen perusteella kuhakanta ei ole kovin vahva runsaista istutuksista huolimatta. Siikoja ei myöskään saatu, vaikka niitä on jonkin verran.

3.5.3 Yhteenveto kalakannasta ja koekalastuksesta

Ala-Oppaan (2014, 25) mukaan koekalastuksen tulos osoitti Oksjärven kalastoluokituksen olevan tyydyttävä. Petokalojen painosaalis oli hyvällä tasolla, vaikka isoja petokaloja olikin suhteellisen vähän. Vuonna 2013 ahvenet ovat lisääntyneet tehokkaasti. Särkikalojen 55 prosentin osuus oli hallitseva, mutta ei huolestuttava. Kuhien saalismäärät jäivät yllättävän alhaisiksi verrattuna istutuksiin. Erityishuomiona oli verkkojen likaantuminen todennäköisesti piilevän tai panssarisiimalevän kukinnan vuoksi. Asia on huolestuttava, mikäli syynä on järveen tuleva humus ja kiintoaines. Hoitokalastukselle ei ole tarvetta. Petokalakantaa on hyvä lisätä.

3.6 Järven ja sen ympäristön eliöyhteisö

Ekologia tutkii eliöiden ja ympäristön suhteita ja vuorovaikutuksia. Järven ekosysteemin eliöyhteisö, eli tuottajat, kuluttajat ja hajottajat sekä niiden tasapaino luovat koko ekosysteemin perustan. Ekosysteemin ravintoverkot voidaan jakaa tasollisesti petoihin, kasvinsyöjiin ja kasveihin. (Niinimäki & Penttinen 2014, 23–37; Penttinen & Niinimäki 2010, 12–19.)

Järven ekologia ja ekosysteemit ovat erittäin laajoja kokonaisuuksia. Niihin kuuluvat järven veden ja ympäristön lisäksi kaikki eliöt: Bakteerit, levät, planktonit, kasvit, eläimet, kalat, matelijat, hyönteiset, linnusto jne. Aiheita on osittain käsitelty järven veden osalta kohdassa 3.3 ja kalakanan osalta kohdassa 3.5. Alla lähestymistapana ovat olemassa olevat luontoselvitykset, lupapäätökset sekä eliöiden harvinaisuus tai uhanalaisuus. Aihetta käsitellään erittäin suppeasti.

Oksjärven pohjoispuolella olevan Okssuon turvetuotantoalueen lupapäätösten ja siihen liittyneiden asiakirjojen mukaan alueella ei ole muita erityisiä elinympäristöjä, luontotyyppejä tai eliöstöjä kuin kalasääskipariskunta 1990-luvulla. Pesimäpuun ympärille jätetty 100 x 65 metrin suoja-alue ei kuitenkaan riittänyt, ja kalasääsket muuttivat 2000-luvulla niille rakennetulle varapesälle noin 2,5 kilometrin päähän. (Lupapäätös nro 133/2007/4 ja sitä edeltäneet lupapäätökset tausta-aineistoineen.)

Järven kaakkoisista ja lounaisista ranta-alueista tehtiin luontoarvojen perusselvitys vuonna 2013 (Matikainen, J. 2013). Sen mukaan kaakkoisella alueella oleva noro nimeltään Kylmälahdenoja on Metsälain 10 § tarkoittama erittäin tärkeä elinympäristö. Tulkintakysymys on, että Tammelan kunnan kiinteistöllä Lounais-Hämeen Metsänhoitoyhdistyksen toimeenpaneman puhtaaksihakkuun selvityksen mukaan Saarisuonojassa ei ollut vastaavia luontoarvoja (Kannisto, sähköpostiviesti 12.11.2016).

Oksjärven alueella esiintyy Lintudirektiivin liitteen 1 mukaisista lajeista palokärki, pyy ja teeri. Järvellä pesii laulujoutsen ja kuikka. Kansallisen uhanalaisluokituksen silmälläpidettäviin lajeihin kuuluva rantasipi pesii myös alueella.

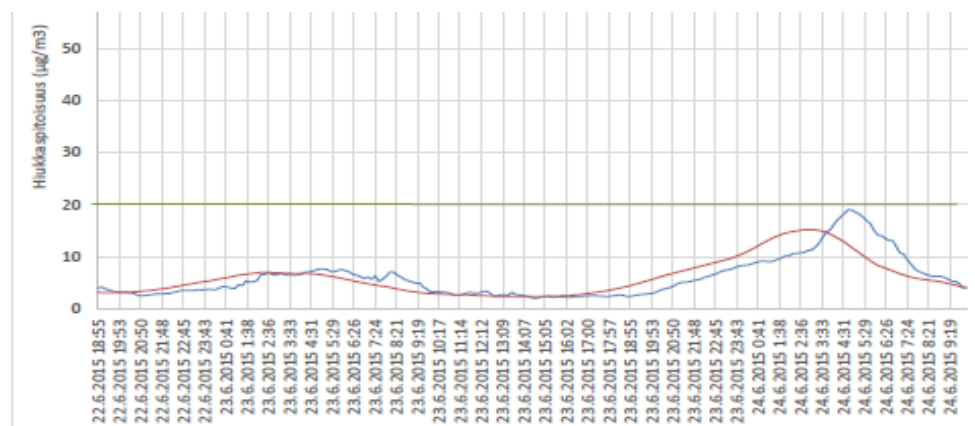
3.7 Turvesuon pöly

Länsi-Suomen Ympäristölupavirasto on velvoittanut Vapo Oy:n tarkkailemaan Okssuon turvetuotantoalueen pölypäästöjä. Tavoitteena on selvittää tuotannosta mahdollisesti aiheutuvia terveys- tai viihtyvyyshaittoja asukkaille. Tarkkailu toteutettiin pienhiukkasten ja hengitettävien hiukkasten osalta kesällä 2015. (Ruuth, Pirkola & Kynsijärvi 2015, 2.)

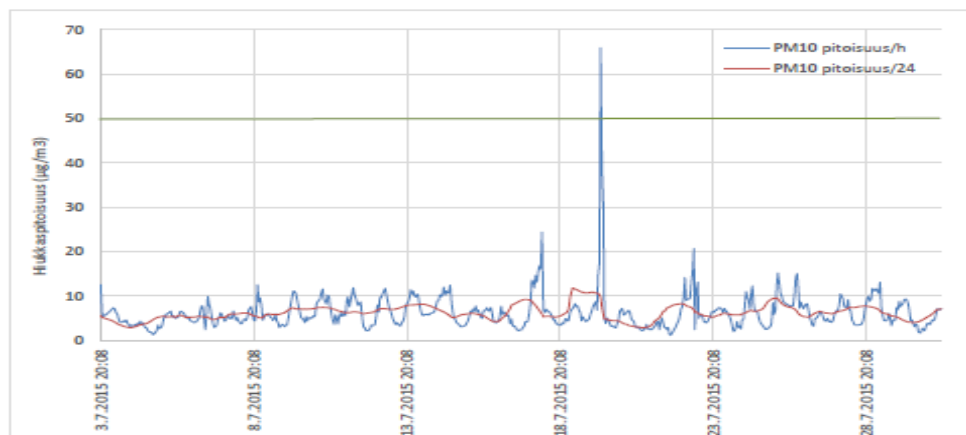
Pienhiukkasten määritelmän mukaan niiden aerodynaaminen halkaisija on pienempi kuin $2,5 \mu\text{m}$, merkintä $\text{PM}_{2,5}$, Particulate Matter. Pienhiukkaset ovat vaarallisimpia, koska ne saattavat kulkeutua keuhkorakkuloihin asti vieden mukanaan esimerkiksi raskasmetalleja tai muita terveydelle haitallisia aineita. Hengitettävien hiukkasten aerodynaaminen halkaisija on pienempi kuin $10 \mu\text{m}$, merkintä PM_{10} . Myös ne ovat vaaraksi terveydelle päätyessään keuhkoihin. (Ruuth ym. 2015, 4; ympäristö.fi.)

Kuvio 15 esittää $\text{PM}_{2,5}$ hiukkaskoon mittausten yhden lopputuloksen. Sininen käyrä = pitoisuus $\mu\text{g}/\text{m}^3$ tunnin aikana. Punainen käyrä = pitoisuus $\mu\text{g}/\text{m}^3 / 24 \text{ h}$ aikana. Raja arvo $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ on merkitty vihreällä viivalla.

Esimerkki PM_{10} hiukkaskoon tuloksista näkyy kuviosta 16.



Kuvio 15. Pienhiukkasten, $\text{PM}_{2,5} \mu\text{m}$ pitoisuudet Salomaantie 162 mittauspisteessä kesäkuussa. $\text{PM}_{2,5}$ hiukkasten raja-arvo on $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Ruuth ym. 2015, 7.)



Kuvio 16. Hengitettävien hiukkasten, PM_{10} -pitoisuudet Salomaantie 162 mittauspisteessä heinäkuussa. Raja-arvo on $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Ruuth ym. 2015, 9.)

On myös olemassa epäily, että turvesuot aiheuttavat kiintoainekuormitusta järviin. Tuuliolosuhteet ja niin sanotut termiikit, eli nousevat ilmavirtaukset saattavat kuljettaa pölyä pitkiäkin matkoja. Turvesuot ovat erittäin otollisia termiikkien muodostumiselle, koska tummina alueina ne lämpiävät muuta ympäristöä nopeammin. Termiikit, samoin kuin tuulet saattavat kuljettaa pölyä lämpiminä tuotantopäivinä ja varsinkin iltayöstä. Esimerkiksi turpeennoston imuvaunun pöly voi nousta jopa kilometrin korkeuteen, tai se voi levitä sienimäisesti melko laajalle alueelle. (PSY. Lupapäätös Nro 106/05/1, 10–11.)

Oksjärvellä suoritetun tarkkailun lopputulos oli se, että sallittuja raja-arvoja ei ylitetty. Kesän 2015 mittaukset ajoittuivat kuitenkin hyvin suppealle aikajaksolle, tuotantopäiviä oli hyvin vähän sateisuudesta johtuen. Mittauksia tulisi tehdä myös pitkinä kuivina kausina, jotta lopputulos olisi kattavampi ja luotettavampi.

3.8 Yhteenveto valuma-alueen ja järven tutkimuksista

Tutkimustulokset historiatietoineen antavat kattavan kuvan valuma-alueen ja järven tilasta. Tulosten, ja niistä annettujen lausuntojen mukaan järven tila on muuttumassa rehevän järven suuntaan. Tilanne on kuitenkin vielä kohtuullisen hyvä.

Sisäinen kuormitus ei ole toistaiseksi ongelma, mutta ulkoista kuormitusta tulee ravinteiden, kiintoaineiden ja humusten muodossa. Suurimmat löydökset olivat humusten pitoisuuksissa ja muutamien ojien happamuuksissa sekä ojien virtaamisissa.

Lähdeaineiston ja ylläolevien tulosten perusteella voidaan vetää johtopäätös, että valuma-alueilta tuleva kuormitus on suurin uhkatekijä Oksjärven hyvinvoinnille. Sisäinen kuormituskaan ei pääse ryöstäytymään, mikäli kiintoaineen, ravinteiden, humuksen ja happamoitumisen aiheuttama ulkoinen kuormitus saadaan hallintaan. Johtopäätökset järveä kuormittavista tekijöistä esitetään tarkemmin osiossa 4.

4 OKSJÄRVEÄ KUORMITTAVAT TEKIJÄT

Osiossa 3 kuormitustekijöitä on analysoitu mitattavien suureiden näkökulmasta. Osiossa 4 kuormitustekijöitä niputetaan yhteen ja kohdennetaan nimettyihin kohteisiin, esimerkiksi ojiin. Osiossa 3 mainittujen lähdeaineistojen teoreettinen viitekehys otetaan huomioon, vaikka sitä ei uudelleen mainita tai perustella.

4.1 Ojien kautta tuleva kuormitus

Pelloilta järveen tuleva kiintoaines ja ravinteet ovat tyypillisiä maatalouden kuormittajia. Vemala-mallinnuksen mukaan (osio 3.3.9) peltoviljelyn osuus on lähes puolet Oksjärven fosforin kuormituksesta. Mallinnuksen tulosta tukevat ojista mitatut fosforin pitoisuusarvot ja virtaamatiedot.

Kiintoaineesta tai typestä ei ole tehty Vemala-mallinnuksia, mutta ojavesien analyysit antoivat vastaavia tuloksia myös niiden osalta.

Metsätalouden aiheuttamia kuormittajia ovat kiintoaines, humus, happamuus ja ravinteet etenkin huippuvirtaamien aikaan. Metsien ja soiden ojituksen, sekä nykyisen tehometsätalouden myötä kiintoaines ja ravinteet eivät suodatu aluskasvillisuuteen ja maaperään, vaan ne virtaavat veden mukana entistä helpommin. Puhtaaksihakkuiden jälkeen ravinteita vapautuu, koska käyttäjät vähenevät ja maaperä muokkautuu koneiden vaikutuksesta. Myös vedentarve vähenee, sillä puut ovat suuria vedenkuluttajia. Orgaanisen hiilen pitoisuuksien nousu on myös tyypillistä. (Idman 2012; Mattila, H. 2013; Penttinen & Niinimäki 2010, 176.)

4.1.1 Saarisuon- ja Huhtaladonojat

Saarisuon- ja Huhtaladonojat ovat metsä- ja suovaltaisten valuma-alueiden vaikutuspiirissä. Molempien ojien valuma-alueilla on tehty mittavia avohakkuuta viimeisen 10 vuoden aikana. Huhtaladonojan sivuhaaran varrella on myös peltoviljelystä, osuus ojan virtaamasta on noin 10–15 prosenttia.

Molempien ojien kiintoaine-, humus-, happamuus- ja ravinnearvot ovat korkeita, minkä voi havaita taulukoista 4 ja 5. Myös virtaamat ovat suuria, joten pitoisuuksien ja virtaamien yhteisvaikutus korostuu. Varsinkin Saarisuonojasta syksyllä 2015 mitatut arvot ovat yllättävän korkeita. Myös happamuuden kannalta Saarisuonoja kuormittaa järveä ja sieltä tulevan veden puskurikyky on loppunut.

Saarisuonojan kuormitusvaikutus on järven kannalta kriittisin. Huhtaladonoja on lähes yhtä kriittinen, mutta sen virtausmäärät ovat pienemmät. Laskelmia todellisista kuormitusmääristä ei pystytty tekemään mittausdatan vähäisyydestä johtuen. Tehdyt tutkimukset antavat siitä kuitenkin selkeän indikaation.

4.1.2 Ruostekuokkamaan-, Loimistonmäen- ja Sammalleenlahdenojat

Otsikossa mainitut ojat ovat peltojen vaikutuspiirissä ainakin osittain. Ne ovat merkittäviä sekä fosforin että typen pitoisuuksien kannalta. Sähkönjohtavuus ja hyvä alkaliniteetti viittaavat peltolannoitukseen. Kyseisten ojien vaikutuspiirissä on myös metsiä ja soita. Varsinkin Loimistonmäen ojan humuspitoisuudet ovat korkeat, katso taulukko 4.

Ruostekuokkamaanoja on näistä kolmesta ojasta suurin kuormittaja, sillä pitoisuuksien lisäksi sen virtaamat ovat myös suuria.

4.1.3 Kylmälahden- ja Nikuniemenojat

Humus, happamuus ja alkaliniteetin loppuminen ovat Kylmälahden- ja Nikuniemenojille ominaista. Niiden virtaamat ovat pienempiä, joten niiden kuormittavuus rajoittuu lähinnä tulvahuippuihin.

4.2 Haja-asutuksen ja virkistyskäytön kuormitus, leirialue

Valuma-alueen haja-asutus ja Tammela kunnan leirialue edustavat mallinuksen mukaan noin viiden prosentin osuutta fosforikuormituksesta. Leirialueen velvoitetarkkailun mukaan suolistoperäisten bakteerien määrät ovat reilusti alle uimavesille sallittujen rajojen.

Muitakin kuormitusvaikutuksia on, mutta niiden osuudet ovat pieniä eikä niitä ole todennettu. Uusien lakien ja asetusten myötä, sekä ihmisten valvontaneisuuden kautta tämän osa-alueen kuormitusvaikutus vähentyy.

4.3 Järven sisäinen kuormitus

Oksjärven tutkimustulokset osoittavat, että järven sisäinen kuormitus on vielä maltillista. Tätä osoittavat mitatut a-klorofyllin arvot, fosforin ja typpien pitoisuudet, kemiallinen hapenkulutus ja happikylläisyysaste sekä näkösyvyys- ja sameusarvot. Koekalastuksen tulokset tukevat samaa.

On kuitenkin nähtävissä, että järveen tuleva ravinteiden runsaus edesauttaa järven sisäisen kuormituksen syntyä. Kiintoaine, humus, typpi, fosfori ja orgaaninen hiili ovat perustuotannon elementtejä auringonvalon lisäksi. Levätuotanto ja kasvillisuus ovat lisääntyneet huomattavasti vuosien 2000–2015 aikana. Se vaikuttaa myös järven happitilanteeseen ja kalojen ynnä muiden eliöiden elinolosuhteisiin.

Paras keino sisäisen kuormituksen tasapainottamiseksi on minimoida liiallinen ravinteiden tulo järveen, eli vaikuttaa valuma-alueelta tulevaan kuormitukseen.

4.4 Laskeuma ja luonnonhuuhtouma

Laskeuman vähentämisen paras keino on eliminoida kuormituslähteet. Yksittäisen järven kohdalla asiaa on mahdoton korjata, se on tehtävä lainsäädännön kautta, joten siihen ei paneuduta tässä.

Osa luonnonhuuhtoumasta voitaisiin laskea myös metsä- tai maatalouteen, katso kohta 3.3.9. Asiasta on annettu palautetta Vemala-työkalun kehittäjälle Sykkeelle.

4.5 Yhteenveto järven kuormitustekijöistä

Oksjärveä kuormittavista tekijöistä Saarisuon-, Huhtaladon- ja Ruoste-kuokkamaanojat ovat merkittävimmät. Kiintoainepitoisuudet, humus, typpi, fosfori ja happamuus ovat suurimmat kuormittajat. Ylläolevien oijien vaikutukset Oksjärven sisäiseen kuormitukseen ovat myös erittäin suuret ravinteiden kantajina.

Haja-asutuksella, laskeumalla, tai muilla tekijöillä on merkitystä, mutta niiden suhteellinen vaikutus on kuitenkin pienempi.

5 JÄRVEN TILA 1970–2015

Järven tilaa arvioitaessa on huomioitava se, että luokittelukriteerit ovat vaihtuneet EU:n Vesipolitiikan puitedirektiivin 23.10.2000/60, ja sitä seuranneiden lainsäädäntömuutosten myötä. Käyttökelpoisuusluokituksista on siirrytty laatutavoitepohjaiseen määrittelymenetelmään. (Mitikka 2015; Niinimäki & Penttinen 2014, 58–60; Ympäristö.fi 2015.)

Oksjärvi on 1970-luvun tutkimuksissa luokiteltu melko karuksi, ja järven happitilanne oli kohtuullisen hyvä. *Käyttökelpoisuusluokka* oli vuonna 1973 erinomainen, 1992 erinomaisen ja hyvän rajalla. (Puomio 1992a, 1992b.) Käyttökelpoisuusluokitusta tehdään edelleenkin (Mitikka 2015). Vuonna 2015 Oksjärven käyttökelpoisuuden arvio oli luokassa hyvä, osa kriteereistä luokassa tyydyttävä.

Ekologisen tilan luokittelun mukaan järvi kuuluu vuonna 2013–2014 kategoriaan hyvä (Mäkelä ym. 2015, 68–71). Tämä luokittelu perustuu osin vanhentuneisiin, vuosilta 2006–2012 kerättyihin aineistoihin. Käytännössä järvi on alkanut rehevöityä vuosien 2010–2015 aikana. Siimapalpakko, lumpeet ja muu kasvillisuus ovat lisääntyneet voimakkaasti.

Mitä on jo tehty:

Konkreettisina toimenpiteinä järveen laskeviin ojiin on tehty laskeutusaltaita ja niitä on huollettu, katso kartta, liite 3. Vesikasvillisuutta ovat niittäneet sekä suojeluyhdistys että yksityishenkilöt ja niittoja on toteutettu myös konevoimin. Järven näkösyvyyttä ja vedenpinnan korkeutta on myös seurattu. Vuonna 2011 järvellä suoritettiin laserkeilaus, tavoitteena oli määrittellä järven rantaviiva ja sen topografia mahdollisen pohjapadon vuoksi.

Tärkeää on ollut myös Oksjärven suojeluyhdistys ry:n perustaminen, sen toiminta ja yhteydenpito järven kannalta tärkeisiin sidosryhmiin. Yhdistys on tiedottanut ja antanut ohjeistusta järven kannalta tärkeistä asioista. Tammelan kunnan organisoima Tammelan järvien ja kalaston tutkimus- ja kunnostushanke oli Oksjärven kannalta erittäin merkittävä projekti.

6 VALUMA-ALUEIDEN KUNNOSTUSMAHDOLLISUUDET

Osiossa 6 käsiteltävien valuma-alueiden kunnostustarpeiden pitää perustua kohdissa 3 ja 4 esitetyistä tutkimuksista tehtyihin johtopäätöksiin, teoriaan ja käytännön kokoemuksiin. Lait, asetukset ja muut säännökset pitää huomioida. Mahdolliset toimenpiteet linjataan käytettävissä olevien talous- ja henkilöresurssien kanssa.

Maanomistajien ja muiden sidosryhmien mukaan ottaminen alusta lähtien on erittäin tärkeää. Heidän mielipiteensä, positiivinen suhtautumisensa ja myötävaikutuksensa ovat merkittäviä asioita. Tiedotus, yhteydenpito ja kontaktit ovat oleellisia asioiden eteenpäinviemisessä. Yhteistyön tärkeyttä ei voi painottaa liikaa.

6.1 Maatalousvaikutteiset valuma-alueet

Kiintoaine, fosfori ja typpi ovat Oksjärven tapauksessa merkittävimpiä maataloudesta aiheutuvia kuormittajia. Riittävät suojakaistat ojiin, multilinen lannoitus, maan muokkaamisen ajankohta ja muokkaustapa ovat ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä kiintoaine- ja ravinnekuormitusten kannalta. Hankaluutena on se, että kiintoaineet ja ravinteet lähtevät helposti liikkeelle huippuvirtaamien aikaan, ja varsinkin fosforin vapautuminen maaperästä kestää vuosia. (Mattila 2005, 140, 143–146.)

Laskeutusaltaat, kosteikot, pidätyspadot, säätösalaajitus ja esimerkiksi fosforin kemiallinen saostus ovat testattuja keinoja pelloilta tulevien kuormitusten hallinnassa. Varsinkin latvavesiin pitäisi saada kosteikkoja, lietekuoppia ja laskeutusaltaita. Siellä pienemmät virtaamat ovat helpompia hallita ja altaille on vaivattomampi löytää sopivia paikkoja. Altaiden ketjutus on myös hyväksi havaittu keino. (Koskiaho 2010, 27; Mattila 2005, 143–148; Mattila 2013; Pirkonen, Seppänen & Poranen, 2013, 16.)

6.2 Metsätalousvaltaiset valuma-alueet

Metsistä ja soilta tulevaa kuormitusta on perinteisesti yritetty torjua kuormituksen syntypaikan ulkopuolella. Keinona on useimmiten kiintoaineen pitoisuuksien vähentäminen laskeutusaltaiden avulla, näin myös Oksjärven kohdalla. Typen ja fosforin, sekä ennen kaikkea humuksen ja happamuuden vaikutusten ehkäisy on jäänyt vähälle huomiolle.

Kuormituksen synnyn estäminen ja vaikutusten alentaminen syntypaikan lähellä olisi järkevää (Mattila 2005, 142). Valitettavaa on, että metsätaloudessa ennaltaehkäisevä toiminta on lähes olematonta. Puhtaaksihakkuuiden negatiiviset vaikutukset kyllä tiedetään, mutta ehkäiseviä toimenpiteitä ei tehdä: Ojien lähetyvillä ei suoriteta ”perinteisiä” harvennushakkuita, suojavyöhykkeitä ei jätetä, koneilla ajetaan ojien yli eikä ajouria tukita. Näyttää myös siltä, että koneurakoitsijoiden ja metsänhoitoyhdistysten koulutuksessa on parantamisen varaa. Elinkaariajattelun ja kestävä kehityksen periaatteita ei ole vielä viety käytännön tasolle.

Hämmästyttävää on myös se, että ainakaan Oksjärven tapauksessa maanomistajien ohjeita tai palautetta ei ole otettu huomioon. Maanomistajien mukaan informaatioketjussa on katkoksia (Kujala, 2016; Siikonen 2015).

Riittävät suojakaistat ojiin, ojien kaivukatkot, luonnon muovaamat painanteet, lietekuopat, kosteikot ja laskeutusaltaat myös latvavesissä ovat oivallisia syntypaikan lähellä toimivia kuormitusten ehkäisijöitä. Niistä on myös se etu, että ne tasaavat huippuvirtaamia. (Koskiaho 2010, 27; Mattila 2005, 146–148; Mattila 2013; Pirkonen ym. 2013, 16.)

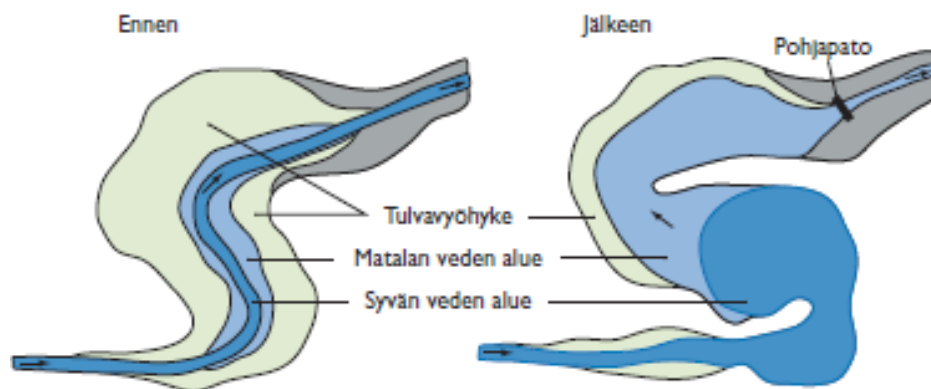
Syntypaikan ulkopuolella tapahtuvaan kuormitusten alentamiseen kosteikot, laskeutusaltaat ja pidätyspadot ovat tyypillisiä keinoja. Pintavalutus kentät, suodatukset ja kemialliset käsittelyt ovat harvinaisia kustannusten, huollon ja resurssien tarpeen vuoksi. (Mattila 2005, 146.)

Turvesoiden humusvesien puhdistuksessa on kokeiltu uusia mahdollisuuksia, jotka voisivat soveltua myös metsätalouteen. Kalkkikivirouheella ja suodatinhiekalla tapahtuva humuksen biologinen käsittely ja happamuuden neutralointi ovat antaneet kiinnostavia tuloksia sekä humuksen että happamuuden eliminoimisessa. (Pirkonen, Seppänen, Heikkinen, Stenman & Siimekselä 2015.)

6.3 Laskeutusaltaat ja kosteikot

Kiintoainepitoisuuden alentaminen laskeutusaltaan avulla perustuu veden virtausnopeuden hidastumiseen, jolloin kiintoainepartikkelit ehtivät laskeutua pohjaan. Altaan koon pitäisi olla vähintään 0,1 % valuma alueen pinta-alasta, peltoalasta vähintään 0,2 %. Viipymä on keskeinen tekijä suunnittelussa. Tarkempia suunnitteluohjeita annetaan Sykkeen julkaisussa Ympäristöhallinnon ohjeita 4/2015, Maankuivatuksen ja kastelun suunnittelu. (Järvenpää & Savolainen 2015, 94–96.)

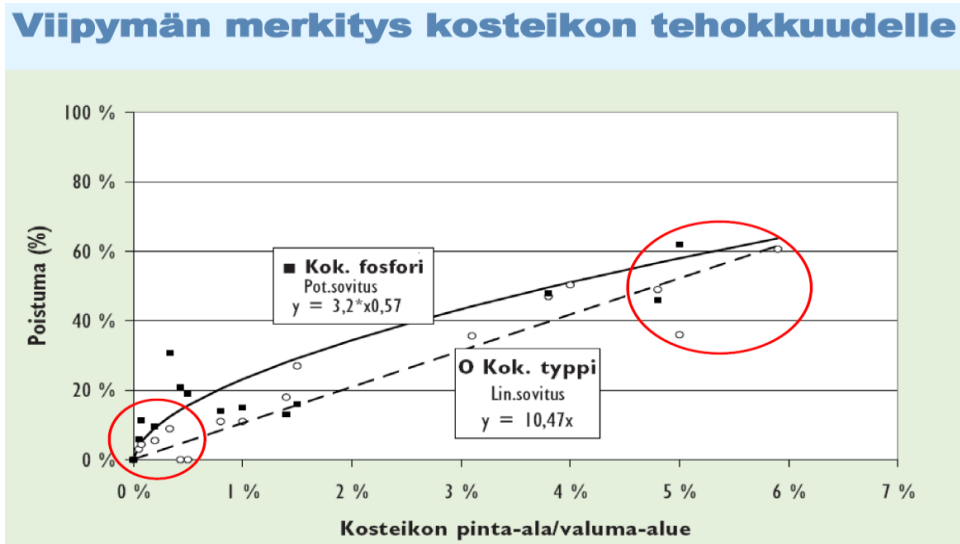
Maatalousvaltaisilla alueilla laskeutusaltaan tehokas toiminta edellyttäisi Mattilan mukaan (2005, 146) vähintään yhden prosentin pinta-alaa valuma-alueesta. Silloin virtaus pysyisi riittävän rauhallisena myös huippuvirtaamien aikana. Se tarkoittaa esimerkiksi 10 hehtaarin pinta-alalla 1000m² allasta, eli 10m x 100m aluetta, konkretisoituna omakotitalon tontin alaa. Tämä on monen maanomistajan mielestä liian suuri alue uhrattavaksi.



Kuva 8. Laskeutusaltaan tai kosteikon tekeminen luonnollista uomaa hyödyntäen (Järvenpää & Savolainen 2015, 96).

Kosteikot ovat laskeutusaltaita tehokkaampi keino sekä kiintoaineen, että typen ja fosforin poistamiseksi. Kosteikon kasvillisuus pidättää kiintoainetta ja kasvit sekä niiden pinnalla oleva biomassa hyödyntävät ravinteita. Oikein tehty kosteikko on loistavasti luonnon monimuotoisuutta hyödyntävä vesiensuojelukeino. Kuvassa 8 on esitetty laskeutusaltaan tai kosteikon rakennusperiaate maansiirtotyöt minimoiden. (Järvenpää & Savolainen 2015, 96.)

Aiemmin kosteikon pinta-alaksi suositeltiin yhdestä kahteen prosenttia valuma-alueen pinta-alasta. Nykyisin maatalouden ei-tuotannollisissa investoinneissa pinta-alasuositus on alennettu 0,5 prosenttiin. (Järvenpää & Savolainen 2015, 95.)



Kuvio 17. Kosteikon pinta-alan / viipymän vaikutus typen ja fosforin poistumalle (Koskiaho 2010, 6).

Kuviosta 17 voidaan havaita, että tehokkaasti ravinteita poistavan kosteikon pinta-alan pitäisi olla lähempänä kolmea prosenttia valuma-alueesta, jotta typen poistuma olisi 30 prosentin ja fosforin poistuma 40 prosentin luokkaa (Koskiaho 2010, 6). Kuviossa 18 on argumentoitu, miksi latvavesissä olevat kosteikot ja laskeutusaltaat voisivat olla huomattavasti järkevämpi ratkaisu. Pienempikokoisina ne ovat myös helpompia tyhjentää sekä kaluston että läjitysalueen kannalta.

Kosteikkojen sijoittaminen valuma-alueelle

Perusstrategiat

- Useita pieniä kosteikkoja valuma-alueen latvaosissa
- Yksi (tai muutama) suuri kosteikko valuma-alueen alaosassa

a)

b)

+ helpommin riittävä pinta-ala : valuma-alueosuude

+ sopivasti sijoitettuna kuormituslähteet lähellä → tulevat pitoisuudet korkeat

- tarvitaan useita että vaikutus va-tasolla riittävä

+ jos riittävä mitoitus, saadaan iso osa koko valuma-alueen kuormituksesta kerralla käsittelyyn

- tulevat pitoisuudet usein matalat (laimenemisilmiö)

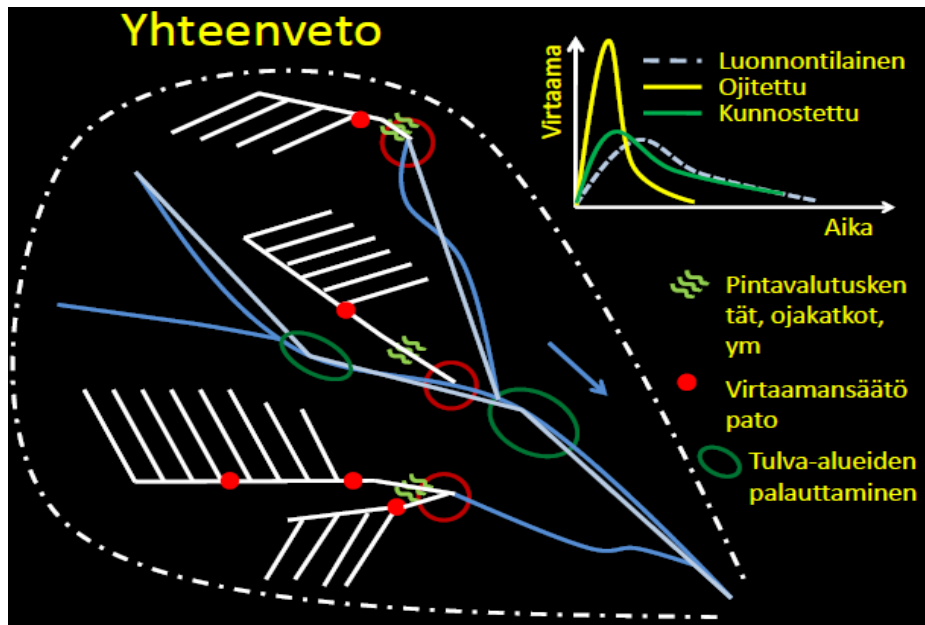
-riittävän suuren maa-alueen saaminen voi olla vaikeaa

Kuvio 18. Kosteikkojen ja laskeutusaltaiden sijoitusvaihtoehtoja (Koskiaho 2010, 27).

Oksjärven ojiin on vuosina 2014–2015 tehty 6 laskeutusallasta ja yksi kosteikko, kuten liitteessä 3 esitetään. Virtaamaltaan suurempien ojien latvavesiin olisi hyvä saada muutama kosteikko tai laskeutusallas lisää. Myös pienempiin ojiin niitä pitäisi tehdä virtaamahuippujen hillitsemiseksi.

6.4 Virtaamansäätöpädat, lietekuopat, kaivukatkot ja tulva-alueet

Kuten aiemmin on todettu, keväiset ja syksyiset virtaamahuiput sekä rankkasateet ovat vesistöjen kuormituksen kannalta ongelmallisimpia, katso osio 3.1.3. Virtauksia voidaan hillitä varastoimalla ”liian tehokkaan” ojituksen virtaamahuippuja tilapäisesti ojaverkostoon tai tulva-alueille, jolloin eroosio vähenee, eikä uomiin varastoitunut kiintoaine lähde liikkeelle. Kuviosta 19 voidaan havaita, että kunnostuksella saavutetaan lähes luonnontilaiseen alueeseen verrattava virtaamakäyrä kuitenkin niin, että kuivastavoitteet saavutetaan. (Marttila 2010, 5–17; Mattila 2013.)



Kuvio 19. Kaaviokuva kunnostustoimenpiteiden sijainneista sekä luonnontilaisen, ojitettun ja kunnostetun alueen virtaamien vertailu (Marttila 2010, 31).

Erilaisia virtaamansäätöratkaisuja on paljon. Maasto-olosuhteet, tavoitteet, virtausmäärät ja resurssit ratkaisevat valinnan.

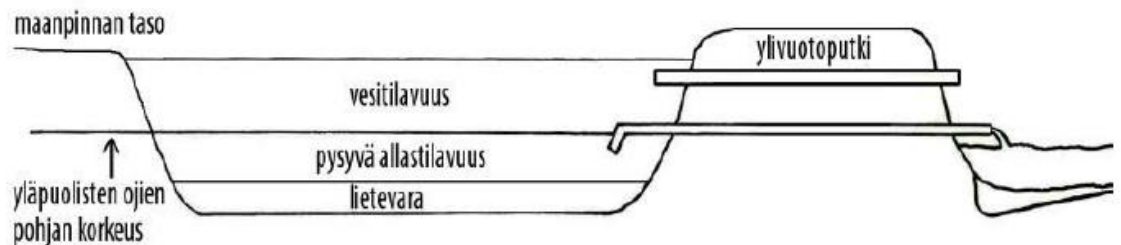
Melko yleinen on V-aukkoinen pohjapato koska se on helpohko rakentaa eikä tukkeudu risuista ja roskista. Vaihtoehtoinen ratkaisu on kivistä tehty pato. Ratkaisu voi olla myös oikeaan korkeuteen painettu teräslevy jossa on minimivirtaaman salliva reikä noin 1/3 ojan pohjasta. Muita ratkaisuja ovat esimerkiksi niin sanottu settipato, jossa pinnankorkeutta voidaan säätää. Settipadon periaate ja käytännön toteutus näkyvät kuvassa 9. Putkipadon periaate näkyy kuvassa 10. (Joensuu 2012, 24–29; Kosteikko.fi)

Pelloilla on salaojissa mahdollista käyttää säätösalaajitusta. Siinä on säännöllisin välein säätökaivo, jossa poisvirtaavan veden korkeutta voidaan säätää. Säätösalaajitus voi toimia myös toisinpäin, eli kuivina kausina sillä voidaan estää veden virtaus putkistoissa, jolloin se toimii kastelulaitteena (Mattila 2013).

Oksjärven kohdalla pidätyspatoja tai kaivukatkoja olisi hyvä tehdä virtaamaltaan suurempien ojien latvavesiin. Olemassa olevien lietekuoppien tyhjennys ja uusien teko on syytä ottaa ohjelmaan.



Kuva 9. Yhdistetty settipato ja virtausmittauspadon periaate vasemmalla. Oikealla padon säätötoimenpide (Joensuu 2012, 25).



Kuva 10. Putkipadon periaate (Joensuu 2012, 25).

Ojien kaivukatkoista, virtaamansäätöpadoista, pintavalutuskentistä ja tulva-alueista on myös se etu, että liete kuoppien, laskeutusaltaiden ja koskeikkojen tehokkuus paranee viipymän pidentyessä.

6.5 Kalkkikivirouheella tapahtuva humuksen ja happamuuden vähentäminen

Suomen vesistöjen happamoituminen 1960–1980-luvuilla johtui osaksi fossiilisten polttoaineiden rikkipäästöjen aiheuttamasta laskeumasta. Samanaikaisesti toteutettu massiivinen soiden ojitus ja niiden humuspitoiset, happamat vedet lisäsivät ongelmaa. Suoran laskeuman aiheuttama kuormitus on vähentynyt rikkivapaiden polttoaineiden, vähäpäästöisten ajoneuvojen, parantuneen polttotekniikan ja asiaan kiinnitetyn huomion myötä, mutta valuma-alueiden maaperään sitoutunut happamuus purkautuu vesistöihin edelleen. Happamuus aiheuttaa ongelmia vesistön ekologiselle toimivuudelle. Ihmisten näkökulmasta ekologisen monimuotoisuuden ja eliöstön köyhtyminen tarkoittaa yleensä sitä, että niin sanotut arvokalat eivät enää pysty elämään ja lisääntymään vesistöissä. (Penttinen & Niinimäki 2010, 277; Wepling & Iivonen 2005, 271–286.)

Suoperäisiltä valuma-alueilta tulevaa humuksen ja happamuuden vaikutusta vesistöihin on vaikea eliminoida. Idmanin (2015) ja Pirkosen ym. (2015, 9–15) mukaan maaperän suodatuskyky ja bakteeritoiminta elimi-

noivat humusta ja happamuutta. Yksi mahdollisuus on testata karkeasta kalkkikivirouheesta sopivaan maastonkohdan ojaan tehtyä vettä läpäisevää suodatinvallia, leveys 3–6 metriä, katso kuva 11.

Samantyyppistä menetelmää käytetään vedenottamoissa. Etuna on, että se on itsesäätyvä. Mitä happamampaa vesi on, sen enemmän kalkki neutraloi happamuutta, mutta yliannostusta ei voi tapahtua. Huippuvirtaamien aikana vedenpinnan noustessa reaktiopinta-ala kasvaa ja bakteereilla on enemmän työskentelytilaa. Huippuvirtaamista on se etu, että kalkkikiven pintaan muodostuva reaktiota estävä peitoste huuhtoutuu ajoittain pois, eli suodattimen toimintakyky säilyy. Toisaalta padotus hillitsee varsinkin päiväkohtaisia huippuja esimerkiksi keväisten sulamisvesien virratessa.



Kuva 11. Mallinnus kalkkikivirouheella tapahtuvasta humuksen ja happamuuden eliminoinnista. Kuvassa ei ole kalkkikivirouhetta. (Kuva Tuomo Mäkelä)

Oksjärven Saarisuonojan tapauksessa on maanomistajan kanssa pidetty palaveri, jossa on alustavasti sovittu mahdollisuudesta tehdä kalkkikivestä ja karkeasta sorasta rakennettu humuksen ja happamuuden eliminoinnin kokeilu. Asia on etenemässä.

Valuma-alueen käsittely hienojakoisella kalkilla on vaihtoehto happamuuden vähentämiseksi. Kalkin levitys ja kustannukset saattavat olla ongelma. Vaikutukset suoluonnon kasvillisuuteen ovat myös todennäköisiä. Myös kohdissa 6.1–6.4 esitellyt keinot auttavat happamuuden torjunnassa.

6.6 Muita menetelmiä

Pintavalutuskentät, tulvaniityt ja ojitettujen alueiden ennallistaminen ovat potentiaalisia menetelmiä, mutta Oksjärven tapauksessa tämän tyyppisille ratkaisuille ei löytynyt alueita eikä myötämielisyyttä.

Kemikaalein tapahtuvaan saostukseen tai vastaaviin taloudellisia ja henkilöresursseja vaativiin toimenpiteisiin ei Oksjärvellä ole mahdollisuuksia. Vastustus ja epävarmuus sivuvaikutuksista sulkivat tämän tyyppiset menetelmät pois, joten mainittuja menetelmiä ei käsitellä tarkemmin.

6.7 Maanomistajien toiveiden ja vaatimusten huomioiminen

”Suomalainen ei usko ennen kuin näkee” on vanha tokaisu. Teorioita, tietoutta ja aineistoa löytyy, mutta moni maanomistaja kaipaa konkreettisia esimerkkejä päätöksensä tueksi. Aiheeseen liittyvät käytäntöön paneutuvat ”retket” saattaisivat olla pohdinnan arvoinen kokeilu.

Maanomistajien toiveet ja vaatimukset on hyvä huomioida sekä kunnostusmahdollisuuksia kartoitettaessa, että toimenpiteiden jälkihoidossa. Maanomistajat ovat monesti myös erittäin myötämielisiä antamaan talokkoapua, jos heillä on tarvittavaa kalustoa.

7 JÄRVEN KUNNOSTUSMAHDOLLISUUDET

Tässä osiossa käsitellään itse järven mahdollisia kunnostustoimenpiteitä. Taustalla ovat kohdissa 3, 4, 5 ja 6 esitetyt tutkimukset ja niiden johtopäätökset. Mahdolliset toimenpiteet linjataan lakien, asetusten ja käytävissä olevien talous- ja henkilöresurssien suhteen, kuten valuma-alueen kunnostuksessakin.

7.1 Järven kunnostuksen motiivit

Virkistyskäytön turvaaminen on usein päätekijä vesistöjen kunnostustarpeiden taustalla. Monissa tapauksissa laukaiseva tekijä on näkyvä rehevöityminen, esimerkiksi sinileväesiintymä. Myös järven ruohottuminen, tai pahimmassa tapauksessa kalakuolemat ovat merkkejä ongelmista. Potentiaaliset terveyshaitat ihmisille muun muassa uimakieltojen muodossa ovat konkreettinen signaali kunnostustarpeesta.

Ihmistoiminnasta aiheutuvat muutokset, muun muassa kaavoitus- ja rakennustyöt tai liikenneväylien tekeminen voivat myös olla kunnostushankkeiden perusteluina. Myös luonnonsuojelunäkökohdat saattavat aktivoita toimenpiteisiin. Esimerkiksi lintuvesien kunnostustoimet saattavat olla hyvinkin erilaisia, jopa ristiriitaisia verrattuina virkistyskäytön tarpeisiin.

Kuten osiossa 3.8 ja osiossa 4 on todettu, Oksjärven kohdalla ulkoisen kuormituksen vähentäminen on avaintekijä. Itse järven kunnostusta ja sen tilan seuranta ei kannata väheksyä, pienetkin toimenpiteet edistävät muutosta. Oksjärven tapauksessa keskitytään resurssien kannalta realistisiin toimenpiteisiin.

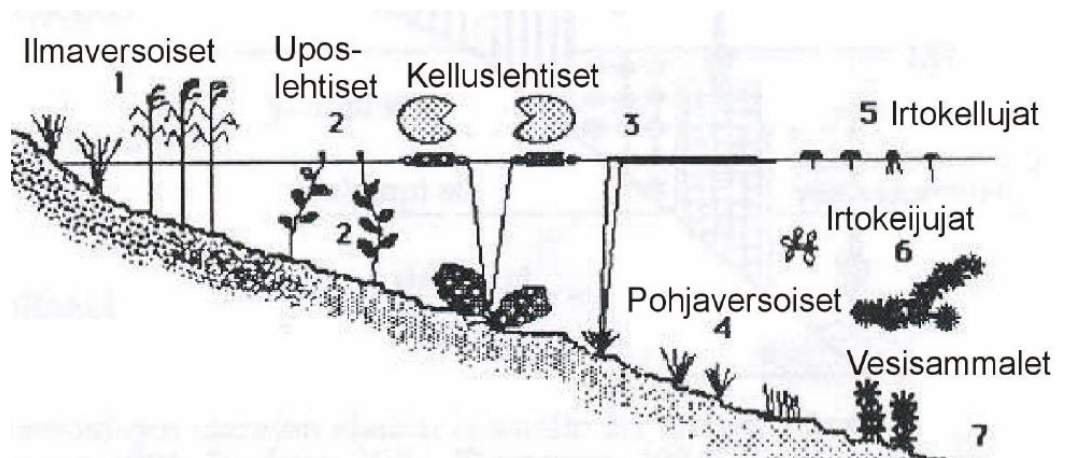
7.2 Vesikasvillisuuden poisto

Järven kasvillisuus, ja siellä esiintyvät bakteerit, levät ja muut eliöt ovat osa ekologista kokonaisuutta jossa vallitsee tasapaino. Jos jokin osa muuttuu, se vaikuttaa myös muuhun vesiluontoon. Kasvillisuus on tärkeää monille kaloille, linnuille, hyönteisille ja muille eliöille lisääntymisen, suojan ja ruokailun vuoksi. Kasvit estävät myös eroosiota sitomalla maata ja vähentämällä aaltojen vaikutusta. Toimenpiteet täytyy tehdä harkiten. Järke-

vällä kasvillisuuden poistolla järvestä pystytään poistamaan kasveihin sitoutuneita ravinteita, parantamaan virkistys- ja maisema-arvoja, edistämään kalojen ja lintujen olosuhteita sekä parantamaan veden virtauksia ja vähentämään rehevöitymisuhkaa. (Hämeen ympäristökeskus 2007, 2–7; Javanainen, Kempainen, Orjala, Perkonjoja & Saarni 2013, 2–13; Kääriäinen & Rajala 2005, 249–256; Niinimäki & Penttinen 2014, 103; Penttinen & Niinimäki 2010, 264; Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 7–13, 50.)

Järven kasvillisuus jakautuu erilaisiin syvyyssyöhykkeisiin. Kuvassa 12 on esitetty millaisissa syvyyksissä eri kasvilajit viihtyvät. Niitto soveltuu parhaiten ilmaversoisten vesikasvien poistoon, eli järviruokoihin, järvikaisloihin ja järvikortteisiin. Kelluslehtisiin kuuluvia ulpukoita, lumpeita ja siimapalpakoita torjutaan myös niittämällä, mutta tehokkaampi ja pitkäaikaisempi tulos saavutetaan juurakoiden poistolla varsinkin lumpeiden ja ulpukoiden kohdalla. Koneellisesta poistosta tulee ilmoittaa ELY-keskukseen vähintään 30 vuorokautta ennen toimenpiteen toteuttamista. Laajamittaisissa kohteissa saatetaan tarvita Aluehallintoviraston lupa. (Hämeen ympäristökeskus 2007, 3–6; Ympäristö.fi.)

Oksjärvässä siimapalpakoiden, lumpeiden ja ulpukoiden kasvu on kiihtynyt voimakkaasti viimeisten 5–6 vuoden aikana. Uposlehtisiä, pohjaversoisia, vesisammaleita tai irtokellujia ei Oksjärvässä toistaiseksi ole haitaksi asti.



Kuva 12. Vesikasvillisuuden jakautuminen syvyyssolosuhteiden mukaan (Hämeen Ympäristökeskus 2007)

7.2.1 Niitto

Niitto on yleisin vesikasvien poistomenetelmä. Toimenpide ei saa häiritä lintujen pesintää. Paras ajankohta on heinäkuun puolivälistä elokuun puoliväliin. Mikäli toimenpide aiotaan toistaa samana vuonna, paras aika ensimmäiselle niitolle on ennen kasvien kukkimista kesäkuun lopulla ja toisto 3–4 viikon päästä. Niitto pitää suorittaa niin läheltä pohjaa kuin mahdollista. Niittojäte pitää kerätä pois järvestä ja käsitellä asianmukaisesti. Nostopaikka, kuljetus ja läjitys tai muu käsittely pitää suunnitella hyvin ja sopia etukäteen. Ilmaversoisten kasvien niitto voidaan tehdä myös jään päältä niittojätteen keräyksen helpottamiseksi. (Javanainen ym. 2013, 10;

Kääriäinen & Rajala 2005, 256–258; Penttinen & Niinimäki 2010, 265; Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 50–51; Ympäristö.fi.)

Oksjärvellä on tehty lumpeiden, ulpukoiden ja siimapalpakoiden niittoja sekä käsin että koneellisesti. Kuvassa 13 Oksjärvellä niitetään lumpeita ja jyrsitään juurakoita vuonna 2015. Vaikka menetelmä ei olekaan optimaalisin kelluslehtisten torjuntaan, niin kolmantena niittovuonna 2015 jätettä tuli vain 1/8 ensimmäiseen kertaan verrattuna. Tulosten perusteella niitolle ei ole tarvetta kesällä 2016. Ylläolevista lähdeaineistoista ja ympäristö.fi nettisivustoilta löytyy lisätietoa aiheesta.



Kuva 13. Vesikasvillisuuden poistoon tarkoitettu niitto- ja jyrsinkone työssä (kuva Tuomo Mäkelä)

7.2.2 Haraus tai jyrshintä

Haraus tai jyrshintä ovat hyviä menetelmiä lumpeiden ja ulpukoiden torjuntaan. Syksyllä tehdyllä toimenpiteellä ravinnepitoiset juurakot pystytään poistamaan pohjasta, jolloin kasvuedellytykset heikkenevät oleellisesti. Haraus suoritetaan nimensä mukaisesti haraamalla, eli ”raapimalla” pohjasta lumpeiden ja ulpukoiden juurakoita. Juurakoiden kerääminen vedestä harauksen jälkeen on monesti haastava toimenpide. Kääriäinen & Rajala 2005, 258–259; Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 50–51.)

Juurakoiden jyrsiminen on verrattavissa puutarhajyrsimellä tai traktoriveitoisella kelajyrsimellä tapahtuvaan maan muokkaukseen. Lumpeiden ja ulpukoiden poistossa noin kolme metriä leveä jyrsinkela kulkee järven pohjaa pitkin. Pyöriessään se irrottaa ja katkoo juurakot 0,5–1 metrin pituisiksi paloiksi. Kone ylittää noin 2–2,5 metrin syvyyteen. Koska juurakot kelluvat, kone myös kerää ne kulkiessaan ja tuo rantaan nostopaikalle. Kuvassa 14 nähdään jyrsinän tuloksia, käsivarren paksuisia juurakoita.

Oksjärvellä on toteutettu ulpukoiden ja lumpeiden juurakoiden poistoa manuaalisesti. Tulokset ovat hyviä, ulpukoita ja lumpeita ei ole kasvanut viiteen vuoteen kyseisellä paikalla. Jyrshintä on myös kokeiltu, mutta kokeilupaikoissa järven pohja oli liian kova, tai koneen jyrshintärummun piikit liian lyhyet. Todennäköisesti alueen ojista tuleva savipitoinen kiintoai-

ne on tehnyt juurakoiden päälle kuoren, minkä vuoksi juurakot ovat syväällä pohjaliejussa. Pehmeissä mutapohjaisissa kohteissa juurakoiden poisto jyrsimällä on toiminut erinomaisesti.



Kuva 14. Lumpeiden juurakoiden jyrsimän ”satoa” (Kuva Tuomo Mäkelä)

7.2.3 Muita vesikasvien poistomenetelmiä

Kasvualustan peittämistä joko muovilla tai suodatinkankaalla ja sen päälle ajetulla hiekalla voidaan käyttää pienehköillä pinta-aloilla. Kasvit pitää poistaa ennen peitoksen asennusta. Menetelmää on käytetty Oksjärvellä jonkin verran esimerkiksi uimarantojen kunnostuksessa.

Raivausnuottaus on tehokas menetelmä uposlehtisten ja pohjaversoisten kasvien sekä vesisammaleiden torjunnassa. Kasvijätteen poisto järvestä on erittäin tärkeätä, koska kasvit saattavat levitä pienistäkin versonkappaleista. (Kääriäinen & Rajala 2005, 258; Penttinen & Niinimäki 2010, 265–266.)

Oksjärvellä uposlehtisten ja pohjaversoisten kasvien torjuntaan ei ole tarvetta, eikä nuottaus järven pohjan kivisyyden vuoksi myöskään sovellu sinne.

7.3 Pohjasedimentin käsittelyt

Sedimentin käsittelyillä pyritään joko poistamaan itse sedimenttiä tai muuttamaan sen rakennetta tai kasvuolosuhteita. Taustalla saattaa olla ulkoinen kuormitus pitkällä aikajänteellä, esimerkiksi kiintoaine ja ravinteet, jotka aiheuttavat rehevöitymistä, umpeenkasvua, vesireittien madaltumista, happitilanteen heikkenemistä ja sisäistä kuormitusta. Ruoppaus on tyyppinen sedimenttiin kohdistuva toimenpide.

7.3.1 Ruoppaus

Ruoppauksen tavoitteina voi olla vesialueen syventäminen, virkistyskäytön parantaminen, umpeen kasvamisen estäminen tai veden virtauksien edistäminen. Tavoitteena voi olla myös vesikasvuston ja ravinteikkaan sedimentin poistaminen. Lintuvesien kunnostaminen avoimia vesialueita ja pesimäsaarekkeitä ruoppaamalla on myös mahdollista. Ruoppauksesta on aina tehtävä kirjallinen ilmoitus ELY-keskukseen ja vesialueen omistajalle eli osakaskunnalle ja/tai kiinteistönomistajille. Massamääriltään yli 500m³ ruoppauksille pitää hakea lupa Aluehallintoviranomaisilta (AVI). Ruoppauksesta voi aiheutua tilapäistä veden samentumista, joskus myös pohjasedimentin ravinteiden vapautumista. Siksi paras ajankohta ruoppaukselle on kesäkauden ulkopuolella, kaivinkoneruoppauksessa myös talvella, katso kuva 15. Ruoppausmassojen siirto on kuljetusväylien ja läjitysalueen kestävyuden kannalta vaativa toimenpide, koska massoja on paljon ja kalusto raskasta. Massojen läjitys pitää tehdä riittävän kauas rannasta, etteivät ravinteet palaudu takaisin vesistöön. (Javanainen ym. 2013, 14; Penttinen & Niinimäki 2010, 260–261; Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 56; Viinikkala, Mykkänen & Ulvi 2005, 211–226; Ympäristö.fi.; YM 2015.)



Kuva 15. Ruoppausta jään päältä Oksjärvellä (Kuva Tuomo Mäkelä)

Ruoppaus tehdään useimmiten tavallisella, mutta mieluiten pitkäpuomisella kaivinkoneella joko rannalta, lautalta tai jään päältä. Kaivumassojen käsittelyssä pätevät samat säännöt kuin niittojätteessäkin.

Toinen vaihtoehto on imuruoppaus. Tekniikkaa voi verrata pölyimurin mattosuulakkeeseen. Imupään avulla poistettava maa-aines irrotetaan pohjasta mekaanisesti tai vesisuihkulla. Veteen sekoittunut kiintoaine imeetään suurtehopumpulla putkeen, jolloin kiusallinen veden samentuminen ja lietteen leviäminen järvestä jää vähäisemmäksi kuin kaivinkoneruoppauksessa. Lietemäinen seos pumpataan putkistoa pitkin läjitysalueelle. Tyypillinen siirtomatka maalla on 100–200 metriä. Pitemmillä siirtomatkoilla voidaan käyttää välipumppausta. Purkualueen tulee olla suuri, koska liete sisältää vettä noin 80–90 prosenttia ja kiintoainetta vain 10–20 prosenttia pumpattavasta vesimäärästä. Paras purkualue on metsä jossa ei ole oja.

Kiintoaine leviää maastoon lähes näkymättömäksi, ja vesi suodattuu maakerroksiin, jos putken purkupäätä siirretään päivittäin.

Oksjärvellä yksityishenkilöt ovat teettäneet sekä imu- että kaivinkone-ruoppauksia. Rantatonttien edustat, uimapaikat ja veneväylät ovat tyypillisiä kohteita. Laajempia järven kuntoon tai vesiväylien syventämiseen tarkoitettuja ruoppauksia ei ole tarpeen toteuttaa.

7.3.2 Pohjasedimentin pöyhintä

Pöyhinnän tavoitteena on parantaa happiolosuhteita sedimentissä ja alusvedessä. Tyydyttäväkuntoisissa järvissä pöyhinnän paras ajankohta on syksyllä, kun veden happipitoisuus on hyvä, jolloin orgaanisen aineen hajoamisprosessi aktivoituu. Prosessin tuottamat kaasut pääsevät purkautumaan, eivätkä ravinteet jää levien käyttöön. Huonokuntoisissa järvissä toimenpide suoritetaan hapettomissa olosuhteissa, jolloin anaerobiset reaktiot aikaansaavat metaanikaasun vapautumisen. Kohdassa 7.2.2 esitetyt hauraus ja jyrskintä vastaavat pöyhintää, vaikka ensisijainen tavoite on poistaa juurakoita. Yksinkertaisimmillaan pöyhintä voidaan tehdä kahden veneen välin viritetyllä raskaalla kettingillä, joka laahaa pohjaa. (Penttinen & Niinimäki 2010, 262–264; Saarijärvi, 2005, 327–333.)

Sedimentin pöyhimisestä on myös eriäviä mielipiteitä: joidenkin mukaan sillä on negatiivisia vaikutuksia. Esimerkkinä käytetään särkikaloja, jotka ravintoa etsiessään pöyhivät pohjaa, jolloin ravinteita vapautuu kiertoön. (Sammalkorpi & Horppila 2005, 172.) Pöyhinnän oikea ajankohta ja olosuhteet lienevätkin erittäin tärkeitä toivottujen tulosten saavuttamiseksi.

Oksjärven mataluuden ja veden vähäisen kerrostuneisuuden vuoksi pohjasedimentin happitilanne on melko hyvä, eikä fosforia vapaudu merkittävästi veteen. Järven yhden hehtaarin kokoisen pohjasyvänteen pienen koon vuoksi pöyhinnästä ei arvioida olevan merkittäviä hyötyjä.

7.3.3 Fosforin kemiallinen saostus

Järven kemiallisten käsittelyiden tarkoituksena on useimmiten sitoa vedessä olevaa, eliöille käyttökelpoista fosforia ja estää pohjasedimentin sisältämän fosforin vapautuminen ravinnekiertoon. Kemiallisen saostuksen etuna on sen nopea vaikutus. Toimenpide soveltuu parhaiten pienehköihin reheviin järviin, joiden ulkoinen kuormitus ei ole merkittävä ja veden viipymä on pitkäkö. Muussa tapauksessa kemikaalien vaikutus jää lyhytaikaiseksi ja käsittely joudutaan toistamaan muutaman vuoden välein. Jos kemikalointi lopetetaan, ongelmana voi olla se, että sedimenttiin saostunut fosfori vapautuu hapettomissa olosuhteissa entistä herkemmin. Saostusta pitäisikin käyttää lähinnä muita kunnostustoimenpiteitä täydentävänä menetelmänä. Kemiallisten käsittelyiden tulee perustua veden ja sedimentin perinpohjaisiin tutkimuksiin, joilla osoitetaan, että käsittelyllä pystytään estämään fosforin vapautuminen pohjasedimentistä. (Niinimäki & Penttinen 2014, 102; Oravainen 2005, 191–202; Penttinen & Niinimäki 2010, 261–262; Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 58; Ympäristö.fi.)

Saostuksen soveltuvuus ja käytettävät kemikaalit pitää määrittellä tapauskohtaisesti. Menetelmä vaatii erittäin hyvää asiantuntemusta. Virheellisesti tehdyt analyysit tai johtopäätökset, väärät kemikaalit tai virheellinen annostelu voivat johtaa tuhoisiin seuraamuksiin. Pahimmassa tapauksessa seurauksena on kalojen, rapujen ja muiden eliöiden kuolemia. Käytännössä kemialliset käsittelyt vaativat aina luvat ja ne tehdään ELY-keskuksen ja erityisasiantuntijoiden valvonnassa. (Oravainen 2005, 191–202; Sarvlinna & Sammalkorpi 2010, 58; Ympäristö.fi.)

Oksjärven vedestä tehdyt tutkimukset osoittivat, että syvänteessä fosforipitoisuus oli hieman korkeampi happivajeen aikaan. Happivaje ei kuitenkaan ole jatkuva tai jokavuotinen ilmiö, eivätkä sisäinen rehevöityminen tai sedimentistä vapautuva fosfori ole ongelmia. Ulkoinen kuormitus pitää saada kuriin, ennen kuin kemiallisia käsittelyitä kannattaa harkita järven kunnostustoimenpiteeksi.

7.4 Hapetus ja ilmastus

Järven rehevöityminen, huono happitilanne tai mahdolliset kalakuolemat ovat yleensä hapetukseen ryhtymisen taustalla. Hapetuksen pitkän aikajän-teen tavoitteita ovat alusveden ja pohjan orgaanisen aineen hajotus- ja kulutustoiminnan elvyttäminen sekä fosforin liukenemisen hillitseminen sedimentistä veteen. Hapetus vähentää anaerobisten prosessien tuloksena syntyviä haitallisia tai rehevöittäviä yhdisteitä. Samalla ammoniumtyypen ja tyypen haihtuminen vedestä ilmaan paranee. Hajotus ja kulutustoiminnan edistämisen seurauksena hiilen kierto paranee ja orgaanisten aineiden ylijäämävarastot purkautuvat. Hapetus ei ole ensisijainen menetelmä olosuhteiden parantajana, mutta varsinkin matalissa ja rehevöityneissä järvissä sen avulla voidaan hätäratkaisuna turvata kalojen elinolosuhteita ja estää kevättalven kalakuolemia. (Niinimäki & Penttinen 2014 101; Penttinen & Niinimäki 2010, 267–269; Sarvlinna & Sammalkorpi 2010, 55; Lappalainen & Lakso 2005, 151–168; Ympäristö.fi. Järven hapetus.)

Sedimenttiin saostuneen fosforin liukeneminen veteen hapettomissa olosuhteissa, eli niin sanottu ”Mortimerin malli” on osittain kyseenalaistettu 2000-luvulla. Hupfer & Lewandowskin (2008) ja Sarvalan (2010) mukaan fosforin sisäinen kuormitus järvessä ei vähentynyt hapetuksesta huolimatta. Hapetushoitoa voitiin perustella vain eliöiden ja kalojen olosuhteiden parantamisella, sillä hapetus ei vaikuttanut veden fosforipitoisuuteen. (Niinimäki & Penttinen 2014, 13.)

Termejä hapetus ja ilmastus käytetään usein rinnakkain tarkoittaen lähes samaa asiaa, tulkinta on väljä. Penttisen & Niinimäen (2010, 267) mukaan hapetuksella tarkoitetaan pinnan hapellisen veden siirtämistä alusveteen, sillä syvänteissä happivaje on yleensä ongelmallisin. Ilmastus puolestaan on menetelmä, jossa veteen syötetään ilmaa, jolloin osa ilman hapesta liikenee veteen. Teknisiä ratkaisuja on hyvin monenlaisia, joista useimmat vaativat ulkoista energiaa, yleensä sähköä (Lappalainen & Lakso 2005, 151–168; Sassi & Keto 2005).

Oksjärven happitilanne on kohtuullisen hyvä. Halkaisijaltaan noin 100 metrisessä, syvyydeltään kuusimetrisessä syvänteessä happipitoisuus kuitenkin laskee talven kuluessa, mutta se ei ole jokavuotinen ilmiö. Fosforin vapautuminen ei ole suuri ongelma eikä aiheuta sisäistä rehevöitymistä. Teoriassa hapetusta voisi kokeilla esimerkiksi kohdassa 7.3.2 kuvatun pöyhinnän kanssa. Käytännössä hapetus saattaa olla liian työläs ja kallis menetelmä, koska se vaatii kalustoa, tietämystä ja henkilöresursseja. Ongelmana on myös se, että lähin sähköliittymä on yli 500 metrin päässä.

7.5 Alusveden poistaminen

Alusveden poistamisen lopputavoite on pitkälti sama kuin hapetuksessa, eli tyypillisesti tavoitteena on korvata syvänteissä oleva happiköyhä ja ravinteita sisältävä vesi happipitoisella, vähemmän ravinteita sisältävällä vedellä. Menetelmän järkevyyden vahvasti kohderiippuvainen. Veden poistaminen tapahtuu yleensä purkuputkella laskujokeen. Helpoin keino on painovoimalla tai lappomenetelmällä ilman ulkoista energiaa toimiva toteutus. Pumpaaminen on joissakin tapauksissa ainoa mahdollisuus. (Penttinen & Niinimäki 2010, 270: Ulvi 2005, 203–210.)

Oksjärven kohdalla alusveden poisto ei ole tarpeen. Perustelut ovat samat mitkä on mainittu kohtien 7.3.2 ja 7.3.3 sekä 7.4 viimeisissä kappaleissa. Lisäksi purkuputkea syvänteestä laskujokeen pitäisi vetää yli kaksi kilometriä, joten alusveden poistaminen ei ole käytännössä realistista kustannusten ja henkilöresurssien vuoksi.

7.6 Happamoitumisen torjunta, kalkitus

Kohdassa 6.5 on esitelty vesistöjen happamoitumisen taustatekijöitä ja valuma-alueella suositeltavia toimenpiteitä. Melko usein happamuuden torjunta kohdistetaan pelkästään vesistöön, jos todellinen lähde havaitaan liian myöhään, elleivät valuma-alueella suoritettavat toimenpiteet ole mahdollisia tai siellä suoritettavat toimenpiteet eivät paranna tilannetta riittävästi.

Kalkitus on tyypillinen toimenpide, jolla järveden happamoitumista eliminoidaan. Kemikaalina käytetään useimmiten kalkkikiveä eli kalsiittia CaCO_3 . Se on edullista ja turvallista, sillä sitä ei voi yliannostella koska se reagoi veden reaktiivisen hiilidioksidin kanssa. Myös muita tuotteita tai kemikaaleja on mahdollista käyttää, mutta turvallisuuden vuoksi niiden käyttö vaatii todella hyvää asiantuntemusta.

Oksjärvestä suoritettavat tutkimukset osoittivat, että itse järven veden pH on tyypillisesti 6,2–6,9 välillä, mikä voidaan katsoa normaaliksi, katso kohta 3.3.3. Sen sijaan monissa Oksjärveen laskevissa ojissa vesien pH on todella alhainen, vain 4,4–5 välillä kuten kohdasta 3.2.3 ja taulukoista 4 ja 5 voi havaita. Tämän perusteella voi vetää johtopäätöksen, että järven kalkitseminen ei ole tarpeen. Sen sijaan tulo-ojien happamuuden vähentäminen on syytä ottaa vakavasti.

7.7 Hoitokalastus

Hoitokalastus on osa ravintoketjukurannostusta. Sen tavoitteena on vähentää eläinplanktonia ja pohjaeläimiä syövien kalojen määrää, jolloin eläinplanktonkannan voimistuminen pystyy rajoittamaan kasviplanktonin kasvua. Seurauksena on päätavoite, järven rehevöitymisen hidastaminen. Ennen hoitokalastukseen ryhtymistä on syytä suorittaa koekalastus järven kalakannan laji-, runsaus- ja kokojakauman kartoittamiseksi. Myös järven veden ravinnepitoisuudet ja ulkoisen kuormituksen määrät kannattaa tutkia, ettei hoitokalastuksen tavoite vesity. Mikäli hoitokalastukseen päädytään, niin pyydystettävät kalalajit ovat yleensä särkikaloja: särkiä, pasureita, salakoita ja lahnoja. (Niinimäki & Penttinen 2014, 91–101, 111–112; Penttinen & Niinimäki 2010, 270–276; Sammalkorpi & Horppila 2005, 169–188; Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 51–53; Ympäristö.fi. Ravintoketjukurannostus.)

Oksjärvellä vuonna 2013 suoritetun koekalastuksen loppupäätelmä kohdassa 3.5–3.5.3 oli, että hoitokalastukselle ei ole tarvetta, joten sitä ei käsitellä enempää (Ala-Opas 2014, 25). Lisätietoa hoitokalastuksesta ja ravintoverkkokunnostuksesta löytyy yllämainituista lähdetiedoista.

7.8 Vedenpinnan nostaminen tai vedenkorkeuden ylläpitäminen

Järven umpeen kasvun estäminen tai virkistyskäytön edistäminen ovat vedenpinnan tason noston ja ylläpitämisen pääasialliset tavoitteet. Motiivina voi olla myös 1800–1950-luvuilla tehdyn vedenpinnan laskemisen palauttaminen ennalleen, eli vedenpinnan tason nostaminen takaisin entiseen korkeuteensa. Kaikissa tapauksissa projekti on pitkäaikainen ja monimutkainen. Toimenpiteen suunnittelu ja toteutus vaativat vankkaa ammattitaitoa sekä sinnikkään projektiryhmän. Siihen tarvitaan aina AVI:n eli Aluehallintoviraston lupa. (Lakso 2005, 227–239; Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 57.)

Monissa järvissä ongelmana on kesäinen vedenpinnan aleneminen. Se johtuu osittain ”liian hyvästä ojituksesta” jolloin metsien ja soiden keväiset sulamisvedet tai muut virtaamahuiput hulahtavat 1–2 viikon kuluessa järveen, kuten kohdassa 6.4 on todettu. Aiemmin ojittamattomat metsät ja suot toimivat varastoina, joten virtausta riitti keskikesälläkin jopa vähäsateisina kausina. Jos virtaamansäätöpadotuksien tai muiden hidasteiden tekeminen järven tulo-ojiin ei ole mahdollista, järven laskuojaan tehty pohjapato on yksi mahdollisuus hillitä vedenpinnan alenemistä. Tällöin puhutaan yleensä alivedenkorkeuden ylläpitämisestä.

Vedenpinnan tasoon vaikuttamista voisi parhaiten kuvata termillä ”säännöstely”. Yleisessä terminologiassa säännöstely tarkoittaa kuitenkin suurten vesistöjen virtaamien ja vedenpinnan säännöstelyä, eli vesistön luontaisten virtausten muuttamista lähinnä vesivoimalaitosten, tulvasuojelun, uiton ja vesiliikenteen tavoitteiden perusteella. Suomessa keskimääräinen vedenkorkeuden vaihtelu näissä vesistöissä on 1,4 metriä, eli tavoitteet ovat osittain vastakkaisia pienten järvien vedenpinnan tason ylläpitämiseen verrattuna. (Ympäristö.fi säännöstely; Keto 2005, 241–247.)

Aliveden korkeuden ylläpitämiseksi on hyvin monenlaisia teknisiä ratkaisuja riippuen uoman koosta, virtausmäärästä, maasto-olosuhteista, mahdollisesta säätötarpeesta ja resursseista. Tyypillisin on pohjapato, josta on kerrottu kohdassa 6.4. Lisätietoja toteutusvaihtoehdoista löytyy lähdeaineistosta (Joensuu 2012, 24–29; Kosteikko.fi; Lakso 2005, 227–239; Ryömä, 2013).

Oksjärven Suojeluyhdistys ry on vuosina 2010–2015 tehnyt perusselvityksiä mahdollisesta pohjapadosta. Järven rantaviivan määrittäminen suoritettiin vuonna 2011 laserkeilaus-menetelmällä ja kiinteistönomistajien mielipidekysely 2011–2012. Mahdollinen toteutus olisi mielekäs, koska pohjapadolla olisi mahdollista lisätä järven kesäaikaista vesitilavuutta noin viisi prosenttia. Se hidastaisi järven lämpenemistä kesäisin, parantaisi happitilannetta ja eliöstön olosuhteita. Hanke on tällä hetkellä odotusvaiheessa, koska toteutuksella oli kaksi periaatteellista vastustajaa.

Vuoden 2015 heinäkuun lopussa tehtiin pienimuotoinen testi pohjapadosta. Kesän sateisuuden vuoksi vedenpinta saatiin helposti nousemaan tasolta N 60 110,38 tasolle 110,48. Vedenkorkeus 110,40 olisi optimi sekä ranta-asukkaiden että järven kannalta. Minimivirtaus laskujokeen pitää kuitenkin mahdollistaa kuivina kausina. Alimmillaan vedenpinta on ollut 1960–1970-luvuilla, jolloin N 60-lukema oli 110,20–110,25.

7.9 Järven tilapäinen kuivattaminen

Jos järvi on rehevä, matala ja pehmeäpohjainen sekä tulovirtaamaltaan pieni, tilapäisen kuivattamisen avulla saattaa olla mahdollista toteuttaa mittavia kunnostustoimia. Järven pitää olla kuivana vähintään vuosi. Kuivatuksen tavoitteita voivat olla vesisyvyyden lisääminen, kasvillisuuden poisto ja muiden kunnostustoimien helpottaminen. Menetelmä sopii pääasiassa pieniin kohteisiin, mutta esimerkiksi Särkijärven 123 hehtaarin pinta-alaa Utajärven kunnassa voidaan pitää suurena kohteena.

Oikeaan aikaan tehdyllä tyhjennyksellä pohjan sedimenttikerros tiivistyy sekä jäiden painon ja pohjan jäätyneen, että kuivumisen seurauksena. Lopullinen vesisyvyys saattaa kasvaa jopa 20–30cm ilman ruoppauksia. Myös rantojen ruoppaukset ja uimarantojen tai veneväylien kunnostukset helpottavat, koska ne voidaan tehdä jäätyneeltä tai kuivalta pohjalta käsin. Kuivattamisen seurauksena voidaan poistaa myös vesikasvillisuutta ja pohjan ravinnepitoista sedimenttiä. Järven ravintoverkkokunnostus sekä kasvien että kalojen suhteen toteutuu, koska kalakanta ja osa kasvillisuudesta uudistuvat. (Niinimäki & Penttinen 2014, 102; Penttinen & Niinimäki 2010, 276.)

Oksjärven tilapäinen kuivattaminen ei ole järkevää, sillä järven syvyyssuhteet, koko ja tämänhetkinen tila eivät sellaista vaadi. Se ei ole myöskään taloudellisesti eikä eettisesti mahdollista.

8 VESISTÖKUNNOSTUKSEEN LIITTYVÄ LAINSÄÄDÄNTÖ

Vesiin, vesistöihin sekä niiden tilaan ja kunnostukseen vaikuttavia lakeja on hyvin paljon. Maallikon saattaa olla vaikea löytää tarvittavaa tietoa. Asianomaisen kunnan henkilöstöltä, ELY-keskuksista, Ympäristö.fi-verkkosivuilta ja Internet-haun kautta saa tuoreinta, ajantasaista tietoa. Huomioitava on myös se, että kunkin kunnan tai vesistön alueella saattaa olla erityissäännöksiä. Tärkeimmät lait ovat vesilaki, ympäristönsuojelulaki, luonnonsuojelulaki, maankäyttö- ja rakennuslaki, kalastuslaki sekä niihin liittyvät asetukset ja ohjeistukset.

Lainsäädäntöön ja toimenpidelupiin liittyvät asiat eivät ole niin monimutkaisia kuin ensinäkemältä tuntuu. Varsinkin latvavesien pieniä järviä, lampia, oja ja puroja koskeva ohjeistus on suhteellisen selkeä ja kuntien sekä ELY-keskusten lähestymistapa melko käytännönläheinen. Tärkeintä on varata riittävästi aikaa ilmoitusmenettelylle, lupien hakemiselle ja käsittelylle. Sidosryhmien huomioiminen ja tarpeellisten suostumusten hankinta myös heiltä on oleellista lupamenettelyssä. Suurten reittivesistöjen kohdalla tilanne on monimutkaisempi, koska sidosryhmiä on paljon. Alla oleva listaus lainsäädännöistä on kerätty pääasiassa Finlex lakikokoelmasta ja lähdeaineistosta. (Javanainen ym. 2013, 6; Majuri, 2005, 91–101; Penttinen & Niinimäki 2010, 154–163; Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 41.)

Vesienhoidon järjestäminen

- Laki vesien- ja merenhoidon järjestämisestä (1299/2004)
- Asetus vesienhoidon järjestämisestä (1040/2006)
- Asetus vesienhoitoalueista (1303/2004)

Pilaantumisen ehkäiseminen ja vesirakentaminen

- Ympäristönsuojelulaki (YSL527/2014)
- Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta (713/2014)
- Ympäristönsuojeluasetus (169/2000)
- Asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista (1022/2006) siihen tehtyine muutoksineen (1818/2009) ja (868/2010) sekä perustelumuuisto
- Vesilaki (VSL 587/2011)
- Valtioneuvoston asetus vesitalousasioista (1560/2011)

Jätevesien käsittely

- Asetus yhdyskuntajätevesistä (888/2006)
- Asetus talousjätevesien käsittelystä vesihuoltolaitosten viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla (209/2011)

Tulvariskien hallinta

- Laki tulvariskien hallinnasta (620/2010)

Luonnonsuojelu

- Luonnonsuojelulaki (LSL 1096/1996)
- Luonnonsuojeluasetus (160/1997)

Ympäristövaikutusten arviointi

- Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (468/1994)
- Valtioneuvoston asetus ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (713/2006)
- Laki viranomaisten suunnitelmien ja ohjelmien ympäristövaikutusten arvioinnista (200/2005)

Muita vesistökuunnostukseen mahdollisesti vaikuttavia lakeja ja asetuksia

- Terveystensuojelulaki (TSL 763/1994)
- Jätelaki (JäteL 646/2011)
- Valtioneuvoston asetus jätteistä (179/2012)
- Valtioneuvoston asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista (214/2007)
- Muinaismuistolaki (295/1963)

Ruoppamiseen ja niittoon liittyviä vesilain pykälää

Ruoppaus ja niitto ovat hyvin tyypillisiä toimenpiteitä varsinkin oman kiinteistön kunnostamisessa. Sen vuoksi niihin liittyviä vesilain VSL 587/211 pykälää on esitetty alla.

- Haitan poistaminen (ruoppaus, niitto): VSL 2:6 §
- Ilmoittamisvelvollisuus: VSL 2:15 §, VN asetus 4:30 §
- Hankkeen vaikutuksiin perustuva luvantarve: VSL 3:2 §
- Hankkeen ehdoton luvantarve: VSL 3:3 §
- Haittojen minimointivelvoite: VSL 2:7 §

Muihin vesistökuunnostusmenetelmiin liittyvää lainsäädäntöä ei esitellä tässä tarkemmin.

9 TUKIRAOITUSMAHDOLLISUUDET

Rahoitusmahdollisuuksia on teoriassa paljon. Osa niistä on käytännössä suunnattu alueellisille tai isommille hankkeille. Tällaisia rahoituslähteitä ovat esimerkiksi EU:n rakennerahastot

- ALMA, Alueellinen Maaseudun kehittämissuunnitelma
- EAKR, Euroopan Aluekehitysrahasto
- EKTR, Euroopan kalatalousrahasto
- LEADER elinyhteisöjen kehitys ja rahoitus
- LIFE ympäristöhankkeet

Niistä voi saattaa saada rahoitusta pieniinkin kohteisiin, jos hanke on hyvin perusteltu, todella tärkeä, innovatiivinen tai sen vaikutukset ulottuvat laajalle alueelle.

Valtion rahoitusmuotoja ovat muun muassa

- Maa- ja metsätalousministeriön ja ympäristöministeriön varat
- Maatalouden ympäristötuen erityistuet
- TEKES joissakin tapauksissa
- ELY-keskukset
- Myös muita mahdollisuuksia on alueesta riippuen

Kuntien rahoituskäytäntöjä ovat

- EU:n ja valtion lähteistä peräisin olevien varojen jyvittäminen hankkeille ja projekteille
- Kuntien omat avustukset ja kohdemäärärahat hankkeille ja järjestöille
- Suora rahoitus, esim. uimapaikkojen kunnostaminen
- Kunnilla saattaa olla myös määrärahoja erityistarkoituksiin

Muita rahoitusmuotoja ovat esimerkiksi

- Yksityiset rahastot ja säätiöt
- Lahjoitukset yrityksiltä ja yksityisiltä
- Jäsenmaksut
- Rahankeruukampanjat, toimintapäivät ja tempaukset
- Talkoot
- Lounais-Hämeessä esimerkiksi Louna-Plussa ry:n antama rahoitus, mikä liittyy Leader-rahoituksen jakamiseen

EU- ja valtiolähtöisten rahoitusten hakuprosessit saattavat olla liian raskaita esimerkiksi järven suojeluyhdistyksen resursseille ja osaamiselle. Jos yhdistyksellä on alueellisesti tärkeäksi luokiteltava kohde, sitkeyttä, pitkäjänteisyyttä ja vankkaa osaamista hallintokoneistojen rutiineihin, on hakeminen järkevää. ELY-keskusten antama rahoitus sekä maa- ja metsätaloudelle annettava tuki ja rahoitus ovat kohtuullisen helposti haettavissa, koska sitä varten on luotu toimiva käytäntö. Kuntien ja yksityisten rahoitusmuodot ovat rutiineiltaan kevyempiä ja joustavampia.

Oksjärven tapauksessa on päädytty kuntien ja yksityisten rahoitukseen, lahjoituksiin ja jäsenmaksuihin. Tammelan kunnan hankkeiden kautta olemme saaneet myös Euroopan Aluekehitysrahaston, EAKR:n hanketukea.

10 EHDOTUS TOIMENPITEISTÄ

Tässä osiossa esitellään tärkeimmät toimenpiteet, joiden avulla järven tilanne saadaan kääntymään parempaan suuntaan. Ehdotukset käsitellään tässä ryppäinä, esimerkiksi metsävaltaisten tai maatalousvaltaisten valuma-alueiden ojiin kohdistettuina. Suuremmat hankkeet, kuten pohjapato on esitetty omana kohtanaan.

Liitteessä 1 ja 2 toimenpiteet on esitetty aikataulutettuina listauksina. Käytettävissä olevat resurssit, yhteistyökumppanit, käytännön mahdollisuudet, lainsäädäntö ja rahoitusmahdollisuudet saattavat muuttaa tärkeysjärjestystä ja aikataulutusta.

10.1 Yhteistyö, tiedonkulku, tiedotus ja opastus

Jatkuva yhteistyö sidosryhmien ja maanomistajien kanssa sekä ennakoiva lähestymistapa valuma-alueiden ja järven alueella tapahtuvien toimenpiteiden seurantaan ovat edellytyksiä toiminnan suunnittelulle.

10.2 Saarisuon- ja Huhtaladonojat

Metsätalousvaltaisiin Saarisuon- ja Huhtaladonojiin tehtiin laskeutusaltaat vuonna 2014, katso kartta liitteessä 3. Altaiden pinta-ala suhteessa valuma-alueisiin ja huippuvirtaamiin ei välttämättä ole riittävä. Saarisuonojan yläjuoksulle on tehty myös lietekuoppia 5-10 vuotta sitten. Tehdyt toimenpiteet ovat hyvä alku ja maanomistajat ovat myönteisiä.

Saarisuonojan alajuoksulla tehty avohakkuu aiheuttaa lisätarvetta kunnostustoimenpiteille, samoin soistuneesta maaperästä tuleva humusvesi.

Mahdolliset kunnostustoimenpiteet Saarisuonojassa:

1. Toisen laskeutusaltaan tekeminen Tammelan kunnan omistaman Okslahti-nimisen tilan lounaiskolkkaan, puhtaaksi hakatun alueen etelälaitaan. Tarkoitus on vähentää hakkuualueilta tulevaa kiintoaines- ja ravinnekuormaa.
2. Kalkkikivestä ja sorasta tehty ”biologinen suodatin” humuksen ja happamuuden eliminoimiseksi.

Tarkoitus ei ole padottaa vettä, vaan sopivaan maastokohtaan tehdyllä karkealla, läpäisevällä harjanteella saattaa bakteereille sopivat olosuhteet hajottaa humusta ja ravinteita, aivan niin kuin tapahtuu maaperässäkin, kun pintavedestä tulee pohjavettä.

Kalkkikivi myös neutraloi happamuutta. Huippuvirtaamien aikaan vesi jonkin verran nousee, mutta samalla se moninkertaistaa suodattimen pinta-alan. Toisaalta voimakas virtaus myös huuhtoo kalkkikiven pintaan kiinnittynyttä ainesta, kuten tapahtuu esimerkiksi vedenottamoissa. Ajatus on, että toiminta ei tarvitse jatkuvaa huolenpitoa tai huoltoa.

3. Kosteikon tai lietekuoppien ja laskeutusaltaiden tekeminen ojan yläjuoksulle, UPM-metsäyhtiön omistamalle kiinteistölle.
4. Virtauksen palauttaminen entiseen uomaansa puron alajuoksulla. Tämä on uusi, huhtikuun lopussa 2016 esille tullut ehdotus maanomistajalta.

Mahdolliset kunnostustoimenpiteet Huhtaladonojassa:

5. Ojan latvavesiin pitäisi saada pienien laskeutusaltaiden ja kosteikojen ketju. Tarkoitus on vähentää kiintoaineen ja humuksen määrää.
6. Kalkkikivestä ja sorasta tehty ”biologinen suodatin” humuksen ja happamuuden eliminoimiseksi, Saarisuonojan suodattimesta saadut kokemukset hyödyntäen.

10.3 Ruostekuokkamaan-, Loimistonmäen- ja Sammaleenlahdenojat

Peltojen vaikutuspiirissä olevaan Ruostekuokkamaanajaan tehtiin kosteikko ja Loimistonmäen ojaan kaksi laskeutusallasta vuonna 2014. Varsinkin Ruostekuokkamaan huippuvirtaama on niin suuri, että virtaamia tasoittava laskeutusallas olisi hyvä saada alueelle.

Mahdolliset kunnostustoimenpiteet Ruostekuokkamaanojassa:

1. Ruostekuokkamaan ojaan olisi järkevää tehdä laskeutusallas ennen kosteikkoa. Ensin on kuitenkin syytä varmistaa vuonna 2015 valmistuneen kosteikon toimivuus mittaamalla kosteikon fosforin-, typen- ja kiintoaineen sieppauskyky. Kosteikon tilanne pitää muutenkin tarkistaa, koska alueen pelloilla tehtiin ojien perkauksia vuonna 2015.

Mahdolliset kunnostustoimenpiteet Loimistonmäen ojassa:

2. Vuonna 2014 valmistuneen kahden laskeutusaltaan tilaa seurataan. Tällä hetkellä ei ole suunnitelmia uusille toimenpiteille.

Mahdolliset kunnostustoimenpiteet Sammaleenlahdenojassa:

3. Sammaleenlahdenojaan pitäisi saada laskeutusallas ja ojiin suoja-
vyöhykkeet. Maanomistajan suostumus tarvitaan.
4. Kaikissa ojissa pidätyspadot olisivat suotavia virtaamien tasaimiseksi, mutta sopivan maastokohdan löytäminen saattaa olla hankalaa varsinkin Ruostekuokkamaan ojassa.

Fosforin kemiallisen saostuksen toteuttamiseen ja ylläpitoon ei näillä näkymin löydy resursseja minkään ojan kohdalla. Siksi Ruostekuokkamaan kosteikolle asetetaan suuria odotuksia fosforin ja typen kuormituksen vähentäjänä. Siitä saadut kokemukset auttavat jatkosuunnittelua.

10.4 Pohjapaton rakentaminen Oksjokeen

Pohjapatohanke on ollut vireillä ja sitä on demonstroitu. Järven sopiva alivedenkorkeus on N60 110,35–110,40 m. Hanke on tällä hetkellä odotustilassa valuma-alueen kunnostustoimenpiteiden kiireellisyyden ja pohjapatohankkeen periaatteellisen vastustuksen vuoksi. Pohjapatohankkeesta ei katsottu järkeväksi tehdä yksityiskohtaisempaa selvitystä toistaiseksi.

10.5 Tulevaisuudessa mahdollisesti toteutettavia toimenpiteitä

Vaikutuksiltaan ja painoarvoltaan pienempiä hankkeita voidaan toteuttaa, mikäli resurssit ja sopiva ajankohta sen mahdollistaa. Osa voitaneen toteuttaa myös huoltohankkeina. Tällaisia ovat:

- Nikuniemen- ja Kylmälahdenojien happamuusvaikutusten vähentäminen kalkkikivirouheella
- Turvesuon pölyvaikutusten mittaaminen ja seuranta
- Lumpeiden niitto tai juurakoiden poisto jos se katsotaan tarpeelliseksi
- Kosteikko tai pintavalutuskenttä Saarisuonojaan ja Huhtaladonojaan, mikäli sopiva sijainti ja rahoitus saadaan.

10.6 Toimenpiteet joita ei tällä hetkellä katsota tarpeelliseksi toteuttaa

Näiden hankkeiden ei katsota edistävän järven hyvinvointia tämän hetken näkemyksen mukaan.

- Petokalojen pyynnin rajoittaminen tai alamitan muuttaminen.
- Hoitokalastus tai muu ravintoketjukurkunnostus ei ole tarpeen
- Pohjasedimentin pöyhintä syvänteessä
- Fosforin saostus
- Syvänteen hapetus
- Alusveden vaihto
- Järven kuivatus

11 YHTEENVETO

Oksjärven tila on toistaiseksi melko hyvä, vaikka rehevöityminen on kiihtynyt viimeisten 5–10 vuoden aikana. Vuosikymmeniä sitten tapahtuneet soiden ojitukset, ojien perkaukset, metsien avohakkuut, sekä 1960–1980-luvuille tyypillinen voimaperäinen peltojen lannoitus ovat tutkimustulosten perusteella rehevöitymisen taustalla.

Soilta ja metsistä tuleva humus, kiintoaine ja happamuus ovat suurimmat järveä kuormittavat tekijät. Peltojen typpi- ja varsinkin fosforikuormitus minimiravinteena ovat rehevöitymiskehityksen laukaisevia tekijöitä. Typpeä ja fosforia huuhtoutuu myös avohakkuualueilta, kun ravinteiden ja veden kuluttajat, suuret puut kaadetaan pois.

Rehevöityminen on mahdollista pysäyttää vähentämällä ravinteiden, humuksen ja kiintoaineen tuloa järveen. Maltillinen lannoitus pelto-ojien läheisyydessä on tärkeää fosfori- ja typpikuormituksen minimoimiseksi. Järven huomioonottaminen metsien hakkuuta ja muita toimenpiteitä suunniteltaessa sekä riittävät suojakaistat ojiin ovat elintärkeitä.

Varsinaisia kunnostustarpeita ja -mahdollisuuksia koskevat pohdinnat ja johtopäätökset on upotettu kohtien 4, 6 ja 7 sisään. Kunnostustoimenpiteet on tehokkainta kohdistaa kolmeen pääkuormittajaan, eli Saarisuon-, Ruos-tekuokkamaan- ja Huhtaladonojaan.

Kohdassa 10 on esitetty yhteenveto tärkeimmistä kunnostustoimenpiteistä huomioiden tarpeet ja resurssit. Liitteissä 1 kyseiset toimenpiteet on aikataulutettu 30.5.2016 olevan tiedon perusteella. Huolto- ja tarkistustoimenpiteistä ei nähty tarpeelliseksi tehdä yhteenvetoa kohdan 10 tapaan, ne on esitelty pelkästään liitteessä 2.

Sekä kunnostus- että huoltotoimenpiteistä olisi hyvä laatia päiväkirja tai huoltokirja, johon tehdyt toimenpiteet kirjataan. Dokumentti helpottaa seurantaa ja toimenpiteiden suunnittelua tulevaisuudessa.

Jatkuva yhteistyö sidosryhmien ja maanomistajien kanssa sekä ennakoiva lähestymistapa valuma-alueiden ja järven alueella tapahtuvien toimenpiteiden seurantaan pitää saada toimivaksi käytänteeksi.

LÄHTEET

Aaltonen, E. 1924. Muuan suku- ja asutustarina asiakirjain valossa. Lounais-Hämeen Kotiseutu- ja Museoyhdistyksen vuosikirja 1. Forssa: Forssan Kirjapaino.

Ala-Opas, P. 2014. Tammelan järvien koekalastukset 2013. Powerpoint-esitys 30.9.2014.

Ala-Opas, P. & Ruuhijärvi, J. 2014. Tammelan Kaukjärven, Pehkijärven, Oksjärven, Ruostejärven ja Liesjärven koekalastukset v. 2013. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos.

Arvola, L. 2012. Tummiin vesien ekologiaa. Viitattu 24.12.2015.
http://ysy-fi-bin.directo.fi/@Bin/c6b060a2fc1fa8ea2ea6b902272833b0/1450883961/application/pdf/139890/Tummiin%20vesien%20ekologiaa_Parkano_140402012.pdf

Eloranta, P. 1978. Light penetration in different types of lakes in Central Finland.

Finlex.fi. Lainsäädäntö. Viitattu 26.4.2016.
<http://www.finlex.fi/fi/>

Harju, E-S. 2012. Kuninkaan kartasto Etelä-Suomesta 1776–1805. Saarijärvi: Saarijärven Offset Oy.

Heikkinen, K. 2012. Raudan ja humuksen esiintymisestä ja vesistövaikutuksista Jäälinjärven valuma-alueella. Syke, Vesikeskus. Viitattu 12.2.2016.
https://vesienhoitoyhdistys.files.wordpress.com/2012/11/jc3a4c3a4linjc3a4rven_fe_humus_heikkinen.pdf

Hämeen ympäristökeskus. 2007. Vesikasvillisuuden niitto kunnostuskeino ja Lopen Myllyjärven kunnostus. Viitattu 30.3.2016.
<http://lla-fi-bin.directo.fi/@Bin/93e7865de17de6a38922eb761501cc37/1459356426/application/pdf/117312/2007%20Myllyj%C3%A4rvi%20Niitto.pdf>

Idman, T. 2012. HAMK Ympäristötekniikan luennot.

Idman, T. 24.12.2016. HUMUS-kysymys Joulunaikaan. Vastaanottaja Tuomo Mäkelä [Sähköpostiviesti]. Viitattu 24.3.2016.

Jantunen, T. 2011. Kattilavesien laadun seuranta ja toimintaohje tuotantolinja 4:n kattilavesien happipitoisuuden hallitsemiseksi. Satakunnan ammattikorkeakoulu. Kemiantekniikan koulutusohjelma. Kemiantekniikka. Opinnäytetyö. Viitattu 3.2.2016.

<http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/33181/LAADUN+SEURANTA+JA+TOIMINTAOHJE+TUOTANTOLINJA+4+N+KATTILAVESIEN+HAPPIPITOISUUDEN+HALLITSEMISEKSI.pdf;jsessionid=B09AE75DC3A53668758D93A2B3B5C1A7?sequence=1>

Javanainen, K., Kemppainen, R., Orjala, M., Perkonjoja, M. & Saarni, K. 2013. Rytinää ruovikoihin – välkettä vesiin. ELY-keskus.

Joensuu, S. 2012. Kunnostusojituksen vesiensuojelumenetelmät. Viitattu 22.3.2016.

<http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B98175EE0-9E2B-46B0-8C84-053AE4FF50E4%7D/93949>

Jokiniemi, A. 2013. Jäteveden leviäminen neljällä suomalaisella järvellä. Helsingin Yliopisto. Fysiikan laitos. Geofysiikan suuntautumisvaihtoehto. Pro Gradu tutkielma. Viitattu 26.1.2016.

https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/40875/ProGradu_Jokiniemi.pdf?sequence=2

Järvenpää, L. & Savolainen, M. 2015. Maankuivatuksen ja kastelun suunnittelu. Ympäristöhallinnon ohjeita 4/2015. Viitattu 20.3.2016.

<https://helda.helsinki.fi/handle/10138/156521>

Kalmbergin kartasto 1855-1856. Kansalliskirjasto. Viitattu 26.11.2015.

<http://www.doria.fi/handle/10024/79289> Suoraan kartalle:
<http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/79289/fc20050967.jpg?sequence=30>

Kannisto, K. 12.11.2016. Oksjärven itäpuolen hakkuu syyskuu 2015. Työmaa 03-512-009H-15. Vastaanottajat Tuomo Mäkelä, cc Hannu Jalava, Erja Klemelä [Sähköpostiviesti]. Viitattu 23.3.2016.

Kansalaisen karttapaikka 2015. Maanmittauslaitos. Viitattu 20.4.2016.

<http://kansalaisen.karttapaikka.fi/asetukset/asetukset.html?e=333807&n=6743839&scale=16000&width=600&height=600&feature=ktjraja&showSRS=EPSG:3067&tool=siirra&lang=fi>

Kansallisarkisto. Venäläinen topografikartasto 1860–1914. Alkuperäiset, alla lähteen nykyinen sijainti. Viitattu 26.11.2015.

<http://digi.narc.fi/digi/dosearch.ka?sartun=28.SARK>

Suoraan kartalle:

Maanmittauslaitos, Senaatin kartasto Tammela XIII 25 1884. Arkistolaitos <http://digi.narc.fi/digi/view.ka?kuid=1199539>

Maanmittauslaitos, Senaatin kartasto Tammela XII 25 1884. Arkistolaitos <http://digi.narc.fi/digi/view.ka?kuid=1199470>

Keränen, H., Jaakola, P. & Vesisenaho, P. 2014. Vapo Oy ja Kekkilä Oy. Läntisen Suomen turvetuotannon vesistötarkkailu vuonna 2013 Hämeen ja Uudenmaan ELY-keskusten alueella. Pöyry Finland Oy.

Keto, A. 2005. Järven säännöstelyn kehittäminen. Teoksessa Ulvi, T. & Lakso, E. (toim.). Järvien kunnostus 2005, Suomen ympäristökeskus. Helsinki: Edita Prima Oy, 241–248.

Kettunen, I., Mäkelä, A. & Heinonen, P. 2008. Vesistötietoa näytteenottajille. Syke. Helsinki: Edita Prima Oy.

Koskiaho J. 2010. Uusia keinoja virtaamien ja talviaikaisen ravinnekuorituksen hallintaan, Syke. Viitattu 16.3.2016.
http://www.pyhajarvi-instituutti.fi/image/pdf-tiedostot/jkoskiaho_pji_300310.pdf

Kosteikko.fi. Patorakenteiden periaatekuvia. Viitattu 14.4.2016.
http://kosteikko.fi/wp-content/uploads/sites/2/2013/04/Patorakenteiden_periaatekuvia.pdf

Kurri Anni-Kaisa, 2011. Humuksen karakterisointi ja analytiikka. Jyväskylän Yliopisto, Kemian laitos, Soveltavan kemian osasto. Pro gradu – tutkielma ja erikoistyö. Viitattu 24.12.2015.
https://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwiZ4PH_g_TJAhXLXSwKHQc2DdcQFggrMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ymparisto.fi%2Fdownload%2Fnoname%2F%257BAD95B56C-56C7-479C-9BCA-AA3119DEA7AF%257D%2F91725&usq=AFQjCNff3wzHNCvProV1UIgo7uK5bGFEqA&bvm=bv.110151844,d.bGg&cad=rja

Kääriäinen, S. & Rajala, L. 2005. Vesikasvillisuuden poistaminen. Teoksessa Ulvi, T. & Lakso, E. (toim.). Järvien kunnostus 2005, Suomen ympäristökeskus. Helsinki: Edita Prima Oy, 249–269.

Laki vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä 1299/2004 ja sen muutos 1.2.2015. 10b §. Pohjavesialueen luokitus.

Liikennevirasto 2013. Teiden ja ratojen kuivatuksen suunnittelu. Viitattu 7.3.2016. http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2013-05_teiden_ja_ratojen_web.pdf

LSY. Länsisuomen Ympäristölupavirasto Lupapäätös Nro 133/2007/4. Dnro LSY2004Y143. Okssuon turvetuotantoa koskeva ympäristölupapäätös. Helsinki. Annettu julkipanon jälkeen 5.12.2007

LSY. Länsisuomen Ympäristölupavirasto Lupapäätös Nro 37/2009/4. Dnro LSY-2008-Y-99. Okssuon turvetuotantoalueen vesienkäsittelyn tehostaminen. Helsinki. Annettu julkipanon jälkeen 13.5.2009

Maanmittaushallitus. Peruskartta 1990. N: o 2113 10. Pehkijärvi.

Majuri, H. 2005. Oikeudelliset kysymykset. Teoksessa Ulvi, T. & Lakso, E. (toim.) Järvien kunnostus 2005, Suomen ympäristökeskus. Helsinki: Edita Prima Oy, 91–101.

Marttila, H. 2010. Virtaamahallinta Metsätalousvaltaisilla valuma-alueilla. Vesi- ja ympäristötekniikan laboratorio. Viitattu 30.11.2015.
http://www.pyhajarvi-instituutti.fi/image/pdf-tiedostot/pyhajarvi-instituutti_virtaaman%20hallinta_hannu%20marttila.pdf

Matikainen, J. 2013. Tammelan Oksjärven suunnittelun luontoarvojen perusselvitys 2013. Suomen Luontotieto. Viitattu 11.3.2016.
http://www.tammela.fi/UserFiles/tammela/File/asuminen_ja_rakentaminen/Kaavoitus/Vireilla_olevat_kaavat/Oksjarvi/Ehdotus/Luontoselvitys_19_2013_Oksjarvi_Tammela.pdf

Mattila, H. 2005. Ulkoisen kuormituksen vähentäminen. Teoksessa Ulvi, T. & Lakso, E. (toim.) Järvien kunnostus 2005, Suomen ympäristökeskus. Helsinki: Edita Prima Oy, 137–150.

Mattila, H. 2013. HAMK Haja-asutusalueiden vesihuolto. Ympäristötekniologian luento.

Mitikka S. 2013. Järvien vedenlaadun vertailu. Ympäristö.fi nettisivut 2015. Viitattu 16.12.2015
<https://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&ved=0ahUKEwi39J7n-uDJAhWM3SwKHdu1C6sQFggxMAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.ymparisto.fi%2Fdownload%2Fnoname%2F%257B642BB7A7-42F9-4A67-85BA-D0FF1CC7DBCA%257D%2F57406&usg=AFQjCNGob9ljrDaAKiTbsAawvV82vCfWgg&cad=rja>

Mitikka S. 2015. Pintavesien yleinen käyttökelpoisuusluokitus Ympäristö.fi nettisivut 2015. Viitattu 15.12.2015.
http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Vesien_tila

Mitikka, S. 2015. Viitannut Sykkeen arkistossa olevaan artikkeliin. Syke Arkisto: Vesistöjen laadullisen käyttökelpoisuuden luokittaminen.
<https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/144350/Vesi-%20ja%20ymp%3%a4rist%3%b6hallinnon%20julkaisuja%2020.PDF?sequence=1>

Mäkelä, H., Hiitiö, M., Horppila, P., Hulkko, H-M., Leino, J., Siiro, P. & Tasanko, E. 2015. Hämeen vesienhoidon toimenpideohjelma vuosille 2016–2021. Viitattu 8.2.2016. http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesiensuojelu/Vesienhoidon_suunnittelu_ja_yhteistyö/Vesienhoito_ELY_keskuksissa/Hame/Toimenpideohjelmat_ja_toimenpiteiden_toteutus

Mäkelä, H. 10.2.2016. VEMALA / Metsätalouden kuormitus. Vastaanottajat Tuomo Mäkelä Oksjärven Suojeluyhdistys ry., Sirkka Tattari ja Markus Huttunen Syke, VEMALA-mallinnuksen kehittäjät, Harri Mäkelä Hämeen ELY-keskus. Sähköpostiviesti. Viitattu 10.2.2016.

Niinimäki, J. & Penttinen, K. 2014. Vesienhoidon ekologiaa. Helsinki: Books on Demand GmbH.

OAMK/HAMK/Novia Opas: Rehevöityminen ja happamoituminen vesistöissä. Viitattu 24.11.2015.

<http://vesirakentaminen.wikifoundry.com/page/Rehev%C3%B6ityminen+j+happamoituminen+vesist%C3%B6iss%C3%A4>

Opetushallitus. Laboratorioanalyysit. Viitattu 12.2.2016.

http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/laboratorio/ymparistoanalyysit_veden_kemiallinen_hapen_kulutus.html

Oravainen R. 1999. Opasvihkonen vesistötulosten tulkitsemiseksi havaintoesimerkein varustettuna. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry.

Oravainen, R. 2005. Fosforin kemiallinen saostus. Teoksessa Ulvi, T. & Lakso, E. (toim.). Järvien kunnostus 2005, Suomen ympäristökeskus. Helsinki: Edita Prima Oy, 191–203.

Palomäki, A. 9.5.2014. Tammelan ojanäytteiden tulokset. Vastaanottaja Jenni Kemppi, edelleen lähetys Tuomo Mäkelälle [sähköpostiviesti]. Viitattu 22.9.2015.

Palomäki A. 2015a. Tammelan järvitutkimukset vuosina 2014–2015. Tutkimusraportti 22/2015: Nab Labs Oy, Ympäristötutkimuskeskus Ambiotica.

Palomäki, A. 24.11.2015b. Tammelan Oksjärven Saarisuonojan näytteet. Vastaanottaja Tuomo Mäkelä. [Sähköpostiviesti]. Viitattu 24.11.2015.

Palomäki, A. 15.12.2015c. Oksjärven Saarisuonojan tuloksia. Vastaanottaja Tuomo Mäkelä. [Sähköpostiviesti]. Viitattu 15.12.2015.

Palviainen, M & Finer, M. 2013. Kunnostusojituksen vaikutus vesistöjen humuskuormitukseen. Helsingin Yliopisto
Paino: Kopijyvä, Jyväskylä 2013

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

Piiroinen L. 1.8.2013. Tammelan Oksjärven planktonnäyte. Vastaanottaja Tuomo Mäkelä [Sähköpostiviesti]. Viitattu 10.3.2016.

Pilke, A. 2012. Suomen Ympäristökeskus: Ohje Pintaveden tyyppin määrittämiseksi. Viitattu 24.11.2015.

<http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BBBC21AAD-A08F-464A-8F8C-DC25C834B550%7D/77725>

Pirkonen, P., Heikkinen, J. & Seppänen, V. 2013. Humusvesi-hanke. Loppuraportti humusvesien ensimmäisen vaiheen puhdistuskokeista 01.05.2012–30.06.2013. VTT. Viitattu 24.12.2015

http://www.vtt.fi/files/research/technology/humusvesi_hanke_loppuraportti.pdf

Pirkonen, P., Seppänen, V. & Poranen J. 2013. Humusvesi- projektin osaraportti. Turvetuotantoalueiden, metsätalouden ja maatalouden vesiensuojelun nykytila. VTT. Viitattu 16.3.2016

<http://www.vtt.fi/files/news/2013/Nykytilaraportti-humusvesi.pdf>

Pirkonen, P., Seppänen, V., Heikkinen, J., Stenman, T. & Siimekselä, T. 2015. Humusvesien puhdistus. Espoo. Teknologian Tutkimuskeskus VTT Oy. Viitattu 18.3.2016

<http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2015/T223.pdf>

PSY. Pohjois-Suomen Ympäristölupavirasto Lupapäätös Nro 106/05/1 Dnro Psy-2003-y-95. Lusikkasuon turvetuotantoalueen ympäristölupa. Annettu julkipanon jälkeen 5.10.2005

Puomio, E-R. 1992a. Helsingin Vesi- ja Ympäristöpiirin tutkimustulos talvi 1992.

Puomio, E-R. 1992b. Helsingin Vesi- ja Ympäristöpiirin tutkimustulos kesä 1992.

Ranta, T. 2010. Tammelan kalastusalueen käyttö- ja hoitosuunnitelma v. 2011–2015. Pro-Agria, Hämeen Kalatalouskeskus. Viitattu 10.3.2016.

<http://www.tammelanjarvet.fi/images/uploadedimages/file/Kalastusalueen%20kaytto-%20ja%20hoitosuunnitelma.pdf>

Rantala, M. 2007. Kalkkikivirouheella suoritettavan alkaloinnin optimointi. Tampereen Ammattikorkeakoulu, Kemiantelekniiikan koulutusohjelma. Kemiantelekniiikka. Opinnäytetyö. Viitattu 2.4.2016.

<http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/8598/rantala.marjo.pdf?sequence=2>

Ruuth, J., Pirkola, T. & Kynsijärvi, M. 2015. Okssuon turvetuotantoalueen laskeumatarkkailu kesällä 2015. Nab Labs Oy Ambiotica. Tutkimusraportti 222/2015.

Ryömä, H. 2013. Kokemuksia pohjapadon rakentamisesta Pyhäjärven valuma-alueella. Viitattu 14.4.2016.

<http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BFD1399EE-A767-4ADB-A290-1AFB4568AF9C%7D/55766>

Saarijärvi, E. 2005. Pohjasedimentin pöyhintä. Teoksessa Ulvi, T. & Lakso, E. (toim.). Järvien kunnostus 2005, Suomen ympäristökeskus. Helsinki: Edita Prima Oy, 327–333.

Sammalkorpi & Horppila 2005. Ravintoketjukurkunnostus. Teoksessa Ulvi, T. & Lakso, E. (toim.). Järvien kunnostus 2005, Suomen ympäristökeskus. Helsinki: Edita Prima Oy, 169–189.

Sarvilinna, A. & Sammalkorpi, I. 2010. Rehevöityneen järven kunnostus ja hoito. Helsinki. Suomen Ympäristökeskus.

Sassi, J. & Keto, A. 2005. Järvien kunnostuksen menetelmät. Hapetuslaitteiden laboratorio- ja kenttäkokeet. VTT. Helsinki Valopaino Oy. Viitattu 8.4.2016.

<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2005/T2307.pdf>

Sten C-G. 1998. Tammelan suot ja turpeen käyttökelpoisuus. Geologian tutkimuskeskus, turvetutkimusraportti 314.

Suomalainen, J., Leino J., Siiro P. & Viirala T. 2014. Suositukset vedenhankinnan jatkotoimenpiteiksi Forssan seudulla. ELY raportti 84/2014.

Syke. Pohjavesialueet SYKEra_29_2007_TAMMELA

Tammelan Okssuo haulla:

<http://www2.valmet.com/fi/automation/publicwebreports.nsf/ReportSites/BB40933E5EC673A1C2257C2800278BF7?OpenDocument&lang=FI>

Valmet instrumentoinnin seurantaraportointia

Tattari, S., Koskiahho, J. & Tarvainen 2015. Virtavesien vedenlaadun jatkuvatoiminen mittaaminen. Käytännön opas. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Juvenes Print Suomen Yliopistopaino. Viitattu 4.3.2016
https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/120177/Opas%202015_Virtavesien%20vedenlaadun%20jatkuvatoiminen%20mittaaminen.pdf?sequence=2

Thure T. 29.8.2013. Testausselosteen 2013–15015 tulokset. Vastaanottaja Tuomo Mäkelä [sähköpostiviesti]. Viitattu 10.3.2016.

Ulvi, T. 2005. Alusveden poistaminen. Teoksessa Ulvi, T. & Lakso, E. (toim.). Järvien kunnostus. Suomen ympäristökeskus. Helsinki: Edita Prima Oy, 203–210.

Value ja Vemala mallinnustyökalut 2015. Suomen Ympäristökeskus Syke. Viitattu 26.12.2015. http://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Itameren_vesistöjen_ja_vesivarojen_kestava_kaytto/Mallit_ja_tyokalut/Vesienhoidon_mallit/Vedenlaadun_ja_ravinnek_uormituksen_mallinnus_ja_arviointijarjestelma_VEMALA

Vanajavesikeskus 2013. Vedenlaatuopas. Viitattu 30.3.2016
http://www.vanajavesi.fi/onnimonni/wp-content/uploads/2014/02/vvk_vedenlaatuopas_vedos_191213.pdf

Viinikkala, J., Mykkänen, E. & Ulvi, T. 2005. Ruoppaus. Teoksessa Ulvi, T. & Lakso, E. (toim.). Järvien kunnostus 2005, Suomen ympäristökeskus. Helsinki: Edita Prima Oy, 211–226.

Virtanen, V. 2013. VT7-hankkeen siltatöiden sameuspäästöjen seuranta vuonna 2012. Viitattu 3.2.2016.
https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/63329/Virtanen_Ville.pdf?sequence=1

Vääränen, P. 2004. Elämän vesi – veden kiertokulku ympäristökasvatushanke. Viitattu 26.1.2016
http://www.vhvsy.fi/files/upload_pdf/2113/Veden_laatu.pdf

(Weppling, K. & Iivonen, P. 2005. Kalkitus. Teoksessa Ulvi, T. & Lakso, E. (toim.). Järvien kunnostus 2005, Suomen ympäristökeskus. Helsinki: Edita Prima Oy, 271–286.

Ympäristö.fi. Järven hapetus. Viitattu 7.4.2016.
http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistöjen_kunnostus/Jarvien_kunnostus/Kunnostusmenetelmat/Hapetus

Ympäristö.fi. Value. Paikkatieto 2015. Viitattu 26.12.2015.
<http://paikkatieto.ymparisto.fi/value>

Ympäristö.fi. 2015. Pintavesien luokittelu. Viitattu 28.11.2015
http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Pintavesien_tila/Pintavesien_luokittelu

Ympäristö.fi 2015. Pintavesien tyypittely. Viitattu 24.11.2015.
http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Pintavesien_tila/Pintavesien_tyypittely

Ympäristö.fi. 2015. Liite 3. Veden laatuluokituksen raja-arvot. Viitattu 15.12.2015
<http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B8A7CACB5-3A30-4443-8470-E612AEBCF5FA%7D/91995>

Ympäristö.fi. Taso-hanke. Veden laadun seuranta. Viitattu 4.3.2016.
http://www.ymparisto.fi/fi-FI/TASOhanke/Veden_laadun_seuranta/Automaattinen_veden_laadun_seuranta

Ympäristö.fi, SYKE 2015: FNU, sameuden mittaaminen. Viitattu 25.1.2016.
<http://www.i4.ymparisto.fi/i4/fin/tuotteet/lisatietoja/tuoteinfo.html>

Ympäristö.fi. Vesikasvien poisto. Viitattu 1.4.2016.
http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistöjen_kunnostus/Rantojen_kunnostus/Vesikasvien_poisto

Ympäristö.fi. Ravinteita saostavat kemialliset käsittelyt. Viitattu 4.4.2016.
http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistöjen_kunnostus/Jarvien_kunnostus/Kunnostusmenetelmat/Ravinteita_saostavat_kemialliset_kasittelyt

Ympäristö.fi. Järven ravintoketjukunnostus. Viitattu 4.4.2016.
http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistöjen_kunnostus/Jarvien_kunnostus/Kunnostusmenetelmat/Ravintoketjukunnostus

Ympäristö.fi. Säännöstely. Viitattu 15.4.2016.
http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesien_kaytto/Saannostely

YM 2015. Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohje. Ympäristöministeriö. Viitattu 21.4.2016.
https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/154833/OH_1_2015.pdf?sequence=1

HAASTATTELUT

Hirn, Å. 2013. Oksjärven asukas. Palaveri Oksjärven tilasta 27.6 2013.

Kujala, E. 2015. Maanomistaja. Oksjärven Suojeluyhdistyksen hallituksen jäsen. Oksjärven suojeluyhdistyksen kokous 9.8.2015.

Kujala, P. 2016. Maanomistaja, kylän asukas. Järven ojaa koskeva palaveri 11.2.2016.

Kujala, S. & Mäkelä E. 1998. Maanomistajia, asuneet järven rantamilla lähes koko ikänsä. Haastattelu 29.7.1998.

Mäkelä, E. 1990: Maanomistaja, asunut järven rannalla lähes koko ikänsä. Haastattelu. Perimätietoa isältään Kustaa Eskmanilta.

Rauhala, M. 2012. Kylän asukas, kalastaja. Haastattelu 8.1.2012.

Sampakoski, L. 2015. Eläkkeellä oleva Tammelan Metsänhoitoyhdistyksen toiminnanjohtaja. Haastattelu 22.9.2015.

Siikonen, J. 2015. Okslahden kantatilan (Oksranta) asukas. Haastattelu 1.12.2015.

Viher-Vehmas, P. 2015. Kylän asukas. Haastattelu 18.8.2015.

KUNNOSTUSSUUNNITELMAN TOIMENPITEET

Vuodet 2016–2017:

1. Saarisuonojaan toinen laskeutusallas Tammelan kunnan kiinteistölle
 - tavoite on poistaa kiintoainetta ja tasoittaa huippuvirtaamia varsinkin kunnan puhtaaksihakkuiden vuoksi. Kiireellinen
 - sijainti Saarisuonojassa 50–100 metriä Kylmälahdentiestä ylävirtaan
 - koko vähintään 70–100 m x 10 m, tilavuus 1000–1500m³
 - altaan olisi hyvä olla uoman mutkaisuutta matkiva

2. Saarisuonojaan kalkkikivisuodatin humuksen ja happamuuden vähentämiseksi
 - tavoite on stabiloida Saarisuolta tulevaa happamuutta ja humusta luomalla olosuhteet niiden määrää vähentävälle biologiselle toiminnalle
 - sijainti Saarisuonojassa Pekka Kujalan kiinteistöllä ylemmästä laskeutusaltaasta alavirtaan (paikka katsottu)
 - kalkkikiven määrä noin 30–40 tonnia

3. Ohjeistus metsähoitoyhdistykselle, metsänomistajille ja koneurakoitsijoille
 - tavoite on levittää tietoisuutta tehometsätalouden negatiivisista vaikutuksista varsinkin vesistöihin
 - tavoite on saada kohderyhmät sisäistämään puhtaaksihakkuiden negatiiviset puolet ja suojavyöhykkeiden merkitys.
 - tavoite on saada metsäkoneenkuljettajat tekemään työnsä ympäristöä kunnioittavalla tavalla

Vuodet 2018–2019:

4. Ruostekuokkamaanojaan laskeutusallas ennen niittyä
 - tavoite on vähentää kiintoainetta ja tasoittaa huippuvirtaamia
 - sijainti 300–400 metriä ylävirtaan uudesta kosteikosta
 - paikkaa ja olosuhteita ei ole vielä määritelty

5. Huhtaladonojaan toinen laskeutusallas tai mieluummin kosteikko
 - tavoite on vähentää kiintoaine- ja ravinnekuormitusta
 - sijainti Okslahdentien itäpuolelle Tammelan kunnan kiinteistölle
 - paikkaa ei ole vielä määritelty

6. Saarisuonojaan ylävirtaan UPM:n maille kosteikko, tai minimissään laskeutusallas tai lietekuoppia
 - tavoite vähentää kiintoainetta ja ravinteita sekä tasoittaa huippuvirtaamia
 - sijainti UPM:n mailla, paikka katsomatta

KUNNOSTUSSUUNNITELMAN TOIMENPITEET

Vuodet 2020–2021:

1. Huhtaladonojaan kalkkikivisuodatin humuksen ja happamuuden vähentämiseksi, mikäli Saarisuonojan suodatin antaa hyviä kokemuksia
 - tavoite on stabiloida Huhtaladonojan kautta tulevaa happamuutta ja humusta ja luoda olosuhteet humuksen määrää vähentävälle mikrobitoiminnalle
 - sijainti Huhtaladonojassa Tammelan kunnan kiinteistöllä (paikka katsottu)
 - kalkkikiven määrä noin 30–40 tonnia
2. Pohjapato
 - tavoite on aliveden korkeuden ylläpitäminen tasolla 110,35–110,40

Vuoden 2021 jälkeen mahdollisia toimenpiteitä:

3. Kosteikot tai tulvaniityt Saarisuonojaan ja Huhtaladonojaan
4. Virtaamansäätö Saarisuonojaan ja Ruostekuokkamaanojaan
5. Niitto: Siimapalpakoiden ja mahdollisesti lumpeiden poisto
6. Haraus tai jysintä

HUOLTOSUUNNITELMAN TOIMENPITEET

1. Aistinvaraiset tarkistukset ja seurannat, aina järvellä käydessä

- Järven veden laadun arviointi, väri, haju, limaisuus, muutosten huomiointi
- Vedessä olevien roskien ja muiden materiaalien huomiointi ja poistaminen
- Vesikasvillisuuden määrän arviointi
- Kalojen, lintujen ja muiden eliöiden olosuhteiden ja kunnon arviointi
- Häiriötekijät, esimerkiksi ihmisten aiheuttamat häiriöt
 - a. Melu
 - b. Savu
 - c. Moottoriveneily (ei ole suotavaa)
- Järveen laskevien ojien veden määrän, laadun ja värin arviointi
- Järven valuma-alueella tapahtuvat toimenpiteet, hakkuut, tietyöt, rakennus ja muut työt esimerkiksi rannoilla

**Mahdollisten poikkeamien ja ongelmien raportointi järven suoje-
lyhdistykselle tai osakaskunnalle.**

2. Viikoittaiset, tai joka toinen viikko tapahtuvat seurannat

- Vedenpinnan taso
- Näkösyvyys
- Tulo-ojien virtausmittaus tai virtausmäärien arviointi

**Varsinkin keväisin, syksyisin ja rankkasateilla useammin muutosno-
peuden seurannan vuoksi. Tulosten kirjaaminen.**

3. Kuukausittain tai vuodenajoittain tapahtuvat seurannat

- Kierros järvellä rantojen läheisyydessä ja järven valuma- alueella
- Keskustelu tai kysely suurimmilta maanomistajilta mahdollisista hakkuista, rakennustoimenpiteistä, maa-ainesten otosta jne.

4. Vuosittain tai tarpeen vaatiessa tapahtuvat

- Lietekuoppien tarkistus tyhjennys
- Niitto ja lumpeiden poisto
- Laskeutusaltaiden tyhjennys
- Kalkkikivisuodattimien tarkistus, mahdollinen pöyhintä
- Peltoalueet Ruostekuokkamaa Huhtalato, Loimistonmäki: Näytteenotto kiin-
toaine, fosfori ja typpi
- Metsätalous Saarisuo, Huhtalato Loimistonmäki: Näytteenotto Kiintoaine,
humus, pH ja Orgaaninen hiili.
- Maa-ainesten mahdollinen otto valuma-alueella

OKSJÄRVEN LASKEUTUSALTAIDEN SUUNNITELMA

