
LIESJÄRVEN VEDENLAADUN MUUTOKSET

Tietopaketti ranta-asukkaille




Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Ympäristötekniikan koulutusohjelma

Visamäki, syksy 2016

Annukka Korja



VISAMÄKI

Ympäristötekniikan koulutusohjelma
Ympäristötekniikka

| | | |
|------------------|----------------------------------|-------------------|
| Tekijä | Annukka Korja | Vuosi 2016 |
| Työn nimi | Liesjärven vedenlaadun muutokset | |

TIIVISTELMÄ

Tammelan Liesjärvi on keskikokoinen humusjärvi, jonka ekologinen tila on luokiteltu hyväksi. Järven länsipuolella on Natura 2000 -verkostoon kuuluva luonnonsuojelualue, jossa sijaitsee Liesjärven kansallispuisto. Liesjärveä on tutkittu melko paljon ja sen vedenlaatua on seurattu 1960-luvulta lähtien. Liesjärven läheisyydessä on aloittanut toimintansa uusi turvetuotantoalue, joka on nähty uhkana järven vedenlaadulle.

Opinnäytetyön tavoitteena oli koota aiempi ja nykyinen tutkimustieto yhteen ja selvittää sitä kautta Liesjärven vedenlaatua. Liesjärven vedenlaadun muutoksista, nykytilasta ja ulkoisista kuormittajista julkaistaan artikkeli, jonka kohderyhmänä ovat alueen asukkaat ja muut asiasta kiinnostuneet. Artikkelin tarkoitus on laajan yleisön ymmärrettäväksi. Opinnäytetyön toimeksiantaja on Liesjärven Suojelu ry.

Tutkimus perustuu tiedonhakuun ja hakutulosten analysointiin. Tutkimuksessa on käytetty aineistona kotimaista lähdekirjallisuutta ja tutkimusaineistoa. Tärkeitä tiedonlähteitä ovat olleet Ympäristöhallinnon avoimet ympäristötietojärjestelmät Hertta ja Karpalo.

Liesjärvi voidaan luokitella ravinnepitoisuutensa perusteella lievästi reheväksi. Ravinnepitoisuudet ja kemiallinen hapenkulutus ovat pysyneet samalla tasolla pitkään, joskin fosforia tuntuu kertyvän talvisin pohjanläheiseen vesikerrokseen. Liesjärven keskimääräinen väriarvo on noussut viimeisen 12 vuoden aikana.

Vesikasvien niittoa kannattaa jatkaa varsinkin Soukkajärven alueella, jotta vesi pääsee virtaamaan vapaasti. Samalla poistetaan ravinteita järvestä. Sedimenttejä kannattaisi tutkia Soukkajärvellä ja Honkalahdessa, jonne Kauhaoja laskee.

Avainsanat vedenlaatu, vesistönkuormitus, Liesjärvi, turvetuotanto

Sivut 42 s. + liitteet 9 s.

HÄMEENLINNA

Degree Programme in Environmental Engineering
Environmental Technology

Author

Annukka Korja

Year 2016

Subject of Bachelor's thesis

Changes in water quality in Lake Liesjärvi

ABSTRACT

Lake Liesjärvi in Tammela is a medium-sized dystrophic lake whose ecological status has been classified as good. Liesjärvi Natura 2000 site and Liesjärvi National Park are located on the western side of the lake. Liesjärvi has been studied quite a lot and its water quality has been monitored since the 1960s. A new peat production area has started operating nearby the lake, which has been seen as a threat to the water quality.

The aim of the thesis was to gather information from previous and latest studies and through it to examine the water quality of the lake. An article will be published on the changes and the current state of water quality along with the contributors of external load on the catchment area. The article will be targeted to local residents and other interested parties. This Bachelor's thesis was commissioned by Liesjärven Suojelu ry, a local association for lake conservation.

The thesis is based on information retrieval and analysis of the gathered data. The open information web systems, Hertta and Karpalo, provided by the Finnish Environment Institute were important source of information.

Based on the nutrient content Liesjärvi can be classified as mildly eutrophicated. The nutrient content and chemical oxygen demand have remained at the same level for a long time, even though phosphorus seems to accumulate in the bottom layer of the lake during wintertime. The average color value has risen over the last 12 years.

It is useful to narrow down the water vegetation especially in Soukkajärvi area to allow the water flow freely. The removal of the water plants also reduces the amount of nutrients in the lake. In the future, the lake sediments could be worth studying in Soukkajärvi and Honkalahti areas.

Keywords Water quality, nutrient pollution, Liesjärvi, peat production

Pages 42 p. + appendices 9 p.

SISÄLLYS

| | | |
|---------|---|----|
| 1 | JOHDANTO..... | 1 |
| 2 | TAMMELAN LIESJÄRVI | 2 |
| 2.1 | Yleistietoa järvestä | 2 |
| 2.2 | Aiemmat tutkimukset | 3 |
| 2.2.1 | JÄRKI-hanke | 4 |
| 2.2.2 | Närhi 2004: Liesjärven vedenlaatu ja kuormitus..... | 5 |
| 2.2.3 | Arkonkoski 2014: Eutrophication study in Lake Liesjärvi | 6 |
| 3 | VALUMA-ALUEEN MAANKÄYTTÖ JA JÄRVEN ULKOINEN KUORMITUS | 8 |
| 3.1 | Maankäyttö Liesjärven valuma-alueella | 8 |
| 3.2 | Ulkoisen kuormituksen lähteet..... | 9 |
| 3.2.1 | Maatalous | 10 |
| 3.2.2 | Metsätalous..... | 10 |
| 3.2.3 | Haja-asutuksen jätevedet..... | 11 |
| 3.2.4 | Turvetuotanto | 13 |
| 3.3 | Teollisuus ja haitalliset aineet | 18 |
| 4 | VEDENLAATU JA SEN MUUTOKSET | 20 |
| 4.1 | Näytteenottopisteiden sijainti..... | 20 |
| 4.2 | Vedenlaadun muuttujat | 22 |
| 4.2.1 | Happipitoisuus..... | 23 |
| 4.2.2 | Ravinnepitoisuus | 24 |
| 4.2.3 | Happamuus ja alkaliniteetti | 30 |
| 4.2.4 | Väriluku, sameus ja näkösyvyys | 31 |
| 4.2.5 | Kemiallinen hapenkulutus ja sähkönjohtavuus | 35 |
| 5 | LIESJÄRVI VERRATTUNA TAMMELAN JÄRVIIN..... | 38 |
| 6 | YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET | 40 |
| 6.1 | Johtopäätökset Liesjärven nykytilasta..... | 40 |
| 6.2 | Suositteluvia jatkotoimenpiteitä | 41 |
| 6.3 | Pohdinta..... | 42 |
| | LÄHTEET | 43 |
| Liite 1 | Liesjärven sijainti | |
| Liite 2 | Näytteenottopisteet | |
| Liite 3 | Artikkeli | |

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on koota yksiin kansiin vuosikymmenten saatossa kertynyt tutkimustieto ja tehdä siitä kuvaajia ja tilastollista päättelyä vedenlaadun muutoksista niiltä osin kuin saatava aineisto on vertailukelpoista.

Opinnäytetyön tuotoksena julkaistaan yleistajuinen artikkeli Liesjärven vedenlaadun kehityksestä, nykytilasta ja ulkoisista kuormittajista. Kohdeyrymänä ovat alueen asukkaat ja muut asiasta kiinnostuneet ja teksti on tarkoitettu laajan yleisön ymmärrettäväksi säilyttäen kuitenkin tieteellisen tarkkuuden. Artikkelin raakaversio löytyy tämän opinnäytetyön lopusta liitteestä 3.

Liesjärvestä on saatavilla verrattain paljon tutkimustietoa. Järvestä on tehty aiemmin kaksi opinnäytetyötä ja sen vedestä on otettu näytteitä 1960-luvulta saakka. Toimeksiantajalla heräsi tarve saada tämä tutkimustieto yhdistettyä ja poimittua siitä oleelliset asiat.

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Liesjärven Suojelu ry, jonka toimialuetta on Liesjärven valuma-alue ja siellä sijaitsevat vesistöt. Yhdistys on perustettu vuonna 1971 ja sen toiminnan tavoitteena on erilaisin toimenpitein parantaa sekä Liesjärven että toimialueen muiden järvien ja jokien tilaa. Yhdistys toimii vesiensuojelun hyväksi ja osallistuu alueen ympäristöä koskevaan päätöksentekoon.

Opinnäytetyössä teoriaosio ja sen soveltaminen kohdejärvelle kulkevat rinta rinnan. Tiedot aiemmista vedenlaadun tutkimustuloksista on hankittu ympäristöhallinnon avoimesta tietojärjestelmästä Hertasta. Kesällä 2016 tehdyistä vedenlaadun mittauksista on saatu tulokset suoraan Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistykseltä. Osallistuin Rinnansuon turvetuotantoalueella järjestettyyn tutustumistilaisuuteen, jossa sain alan ammattilaisilta tietoa alueen vesienkäsittelystä ja kuormituksesta. Lisäksi haastatelin Tammelan kunnan ympäristösihteerä Erja Klemelää.

Opinnäytetyö rajautuu vain vedenlaadun tutkimiseen ja sen ulkopuolelle jää järven ekosysteemissä mahdollisesti tapahtuneiden muutosten tarkastelu. Tutkimuksessa keskitytään vain Liesjärveen, ei valuma-alueen muihin järviin, lukuun ottamatta Herttuanjärveä. Vedenlaatua tarkastellaan toimeksiantajan kanssa sovitussa mittauspisteissä, joista osa kuvaa järven yleistilaa ja osa kriittisiä kuormituskohteita.

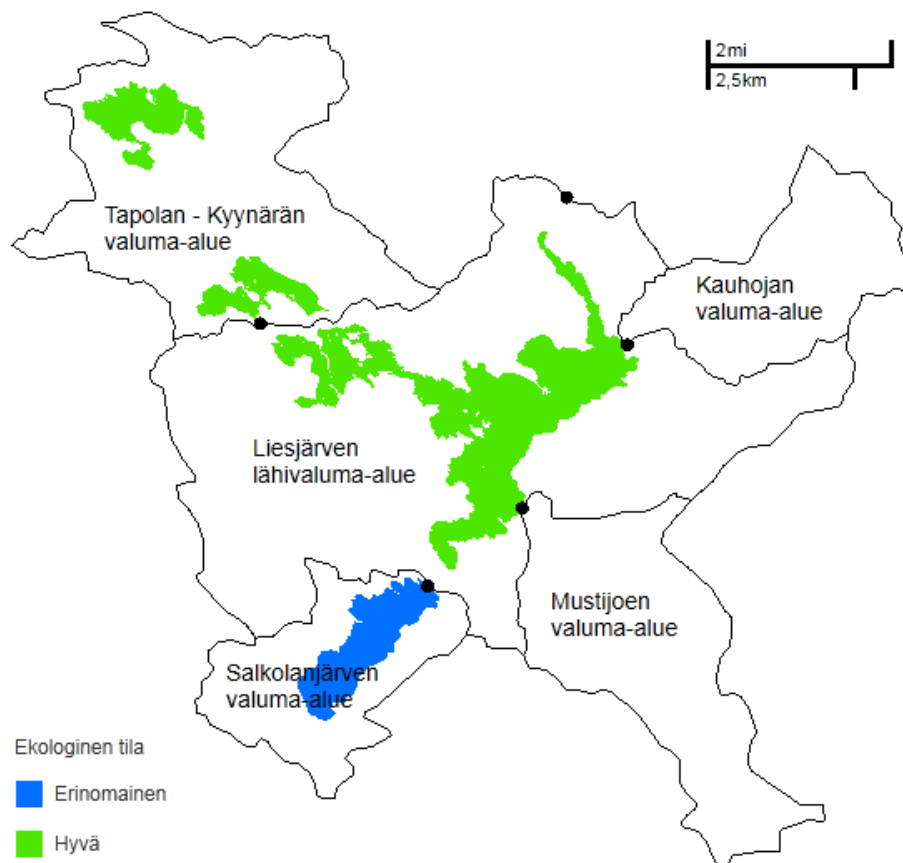
Luvussa 2 kerrotaan tutkimuksen kohteesta Liesjärvestä ja perehdytään järvellä aikaisemmin tehtyihin tutkimuksiin. Luvussa 3 tarkastellaan valuma-alueen maankäyttöä ja ulkoisen kuormituksen lähteitä sekä näiden toteutumista Liesjärvellä. Luvussa 4 selvitetään mitä mikin vedenlaadun muuttuja tarkoittaa. Siihen on koottu Liesjärven vedenlaadun tutkimustulokset. Vedenlaatua eri järvien kesken vertaillaan luvussa 5. Opinnäytetyön lopussa on johtopäätökset ja yhteenveto.

2 TAMMELAN LIESJÄRVI

Tässä luvussa esitellään Liesjärvi ja kerrotaan tiivistetysti järvellä aiemmin tehdyistä tutkimuksista. Laajin tutkimus on tehty vuosina 2002–2006 Hämeenlinnan seudullisen ympäristötoimen hallinnoiman JÄRKI-hankkeen yhteydessä.

2.1 Yleistietoa järvestä

Liesjärvi (35.982.1.001) on keskikokoinen humusjärvi, jonka keskisyvyys on noin kolme metriä. Järven pinta-ala on 956 hehtaaria, rantaviivan pituus 55,8 kilometriä, tilavuus 26,7 miljoonaa kuutiometriä ja aikaa veden vaihtumiseen kuluu noin vuoden verran. Liesjärvi sijaitsee Tammelan kunnassa sekä osittain Lohjan ja Someron alueilla, tarkempi sijainti käy ilmi liitteen 1 sijaintikartasta. Järvi kuuluu Loimijoen vesistöalueeseen ol- len sen suurin latvajärvi ja Turpoonjoen alueen keskusjärvi. (Ympäristökarttapalvelu Karpalo n.d.; Jutila 2005, 16.)



Kuva 1. Liesjärven valuma-alue ja sen vesistöjen ekologinen tila vuoden 2013 luokituksen mukaan. Mustat pisteet osoittavat valuma-alueiden purkupisteet. (Ympäristökarttapalvelu Karpalo n.d.)

Liesjärven valuma-alue näkyy kuvassa 1. Liesjärveen laskee järven länsipuolelta Tapolanjärvi ja Kyynärä sekä kauempana luoteessa sijaitseva Ruostejärvi. Kapea Kyynäränharju erottaa Liesjärven ja Kyynärän, järvet kohtaavat harjussa olevan 15 metriä leveän aukon, Kyynäränjuovan kaut-

ta. Eteläpuolelta järveen laskevat Salkolanjärvi ja Isojärvi ja idän puolelta Levonniemenjärvi, Lintujärvi ja Herttuanjärvi. (Ympäristökarttapalvelu Karpalo n.d.)

Liesjärvi laskee Soukkajärven pohjoispäästä alkavaa noin 11 kilometrin pituista Turpoonjokea pitkin Kuivajärveen ja edelleen Tammelan kuntakeskuksen eteläpuoliseen Pyhäjärveen. Täältä saa alkunsa Loimijoki, joka yhtyy myöhemmin Kokemäenjokeen. (Ympäristökarttapalvelu Karpalo n.d.)

Järven länsirannalla sijaitsee Liesjärven kansallispuisto, joka koostuu useista erillisistä manneralueista sekä lukuisista saarista. Puisto on perustettu vuonna 1956 ja sitä on laajennettu 1980- ja 2000-luvuilla nykyisen pinta-alan ollessa 2109 hehtaaria. Korteniemessä sijaitsee entisöity metsänvartijan tila, joka toimii kesäisin perinnetilana. (Ormio & Saloniemi 2009.)

Suurin osa Liesjärven kansallispuistosta kuuluu Natura 2000 -verkostoon. Liesjärven Natura-alueen (FI 0344001) pinta-ala on 1790 hehtaaria, josta maa-alueita on 1607 hehtaaria. Liesjärven läntinen allas ja suurin osa Kyynärrä kuuluvat Natura-alueeseen. (Ormio & Saloniemi 2009.)

Liesjärven suojelualueella on ennallistettu kaikki suot vuosina 1994–2001. Ennallistamisesta on aiheutunut alkuvaiheessa kuormitusta, sillä alueelta on huuhtoutunut järveen ravinteita, hajotustuotteita ja orgaanista ainetta. Ennallistetut suot eivät enää aiheuta lisäkuormitusta – päinvastoin: kun luontainen ekosysteemi toimii, valumavesien laatu on todennäköisesti parempi entiseen ojitettuun suohon verrattuna. (Närhi 2004, 40–41.)

Liesjärvi on yksisyvänteinen ja suurin mitattu syvyys on 13,3 metriä. Tästä Hiiliniemen selän syvänteestä on otettu vesinäytteitä vuodesta 1966 lähtien aluksi epäsäännöllisesti, mutta vuodesta 2001 alkaen vedenlaatua on tutkittu säännöllisin, kaksi kertaa vuodessa otetuilla vesinäytteillä. (Ympäristötietojärjestelmä Hertta n.d.)

Kuten kuvasta 1 käy ilmi, Liesjärven ekologinen tila on luokiteltu vuosina 2008 ja 2013 hyväksi. Järven fyysinen muuttuneisuus eli ihmistoiminnan aiheuttama muutos järven ekologisessa tilassa on vähäistä. Ekologisen luokittelun taso perustuu suppeaan aineistoon, eli luokiteltaessa on ollut käytettävissä vain niukasti luokittelumuuttujien havaintoja ja luokittelun laatutekijöitä. (Ympäristökarttapalvelu Karpalo n.d.; SYKE 2010, 5.)

2.2 Aiemmat tutkimukset

Liesjärven vedenlaatua on tutkittu 1960-luvulta alkaen. ELY-keskukset aluksi Uudeltamaalta, sitten Varsinais-Suomesta ja viimeisimpänä Pirkanmaalta ovat ottaneet näytteitä. Myös Kokemäenjoen vesistön vesiensojelu yhdistys on ollut ottamassa näytteitä useampaan otteeseen. Taulukoon 1 on koottu näytteenottovuodet ja -laitokset Hiiliniemenselän havainnointipaikalla otetuista näytteistä. Taulukosta käy ilmi, että esimerkiksi vuon-

na 2004 järveä kävi tutkimassa kaikkiaan kolme eri tahoja. Vuoden 2008 jälkeen näytteitä on otettu vuosina 2012 ja 2014. (Hertha n.d.)

JÄRKI-hankkeessa vuosina 2002–2006 Liesjärveä tutkittiin pelkkiä vedenlaatumittauksia monipuolisemmin. Järvestä on tehty aiemmin kaksi opinnäytetyötä, joista on koottu tärkeimmät tiedot seuraaviin lukuihin.

Taulukko 1. Hiiliniemenselältä näytteitä ottaneet näytteenottolaitokset (Ympäristötietojärjestelmä Hertha n.d.)

| <i>Näytteenottovuodet</i> | <i>Näytteenottolaitos</i> |
|---|---|
| 1966, -69, -72 - 75, -77, -78, -80, -83 | Uudenmaan ELY-keskus |
| 1967, -68, -86, -90, -91, -95, 2012 | Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys (KVVY) |
| 1995, -98, 2001, -04 | Varsinais-Suomen ELY-keskus |
| 2001–2008, 2012 | Pirkanmaan ELY-keskus |
| 2004, 2005 | Hämeenlinnan seudullinen ympäristötoimi (JÄRKI-hanke) |
| 2014 | Nab Labs Oy |

2.2.1 JÄRKI-hanke

Kanta-Hämeen järvet kestäväan kehitykseen eli JÄRKI-hanke oli Hämeenlinnan seudullisen ympäristötoimen hallinnoima ja Euroopan aluekehitysrahaston tukema hanke, joka toteutettiin aikavälillä 1.5.2002–30.4.2006. Hankkeen keskeisinä toimijoina oli kahdeksan järvien suojeluyhdistystä, jotka myös rahoittivat hanketta yhdessä alueen kuntien, Hämeen seudullisen ympäristötoimen ja Hämeen ympäristökeskuksen kanssa. (Jutila 2006, 5.)

JÄRKI-hankkeen yhteydessä Liesjärvellä tehtiin

- kalastotutkimus ja hoitokalastus
- oja- ja järvisedimenttitutkimuksia
- ilmakehuvaus ja vesikasvillisuuskartoitus
- valumavesien käsittelytapojen ja mahdollisten kohteiden selvitys
- kaksi allasta Joensuuntienjoaan
- kasvillisuuden niittoa ja ruoppausta
- hoito- ja käyttösuunnitelma vuosille 2006–2010. (Jutila 2006, 55.)

JÄRKI-hankkeen yhteydessä tehtyjen sedimenttitutkimusten perusteella Liesjärven sisäinen kuormitus on pientä, sillä sedimentissä oleva fosfori on stabiilissa muodossa. Ravinteiden kemiallista vapautumista tapahtuu vain harvoin, sillä alusveden happikatoja on rekisteröity vain muutaman kerran. Sedimentissä ei myöskään ole viitteitä pitkistä hapettomista jaksoista. (Jutila 2006, 19.) Kalastotutkimuksen perusteella Liesjärvi ei kärsi

särkikalavaltaisuudesta, joten bioturbaation aiheuttamaa sisäistä kuormitusta ei myöskään esiinny liiaksi (Närhi 2004, 66).

2.2.2 Närhi 2004: Liesjärven vedenlaatu ja kuormitus

Heli Närhen raportti Liesjärven vedenlaadusta ja kuormituksesta on yksi JÄRKI-hankkeen yhteydessä tehdystä kahdeksasta opinnäytetyöstä. Tutkimuksen osia ovat

- kuvaus tutkimusalueesta sisältäen tiedot Liesjärven vedenlaadusta, ojavesistä ja kalastosta
- hajakuormituskyselyn vastausten analysointi
- kuormituksen, ainetaseen sekä kokonaisravinnekuormituksen määrittäminen.

Opinnäytetyössä mainittuja vedenlaadun keskiarvopitoisuuksia on koottu taulukkoon 2. Kokonaisfosforin keskiarvo oli 18 µg/l, kasvukauden fosforipitoisuuden trendi oli laskeva koko vesipatsaassa, kun taas talvella alusveden fosforipitoisuus oli nousussa. Kokonaistypen keskiarvo oli 558 µg/l vaihtelun ollessa suurta. Typpipitoisuuden suurimmat piikit ajoittuvat 1970-luvulle, jolloin valuma-alueella tehtiin paljon soiden ojitusta. (Närhi 2004.)

Taulukko 2. Opinnäytetyössä ilmoitettuja keskiarvopitoisuuksia (Närhi 2004)

| <i>Vedenlaatukriteeri</i> | <i>Keskiarvopitoisuus vuosien 1966–2003 mittauksissa</i> |
|---------------------------|--|
| <i>Kokonaisfosfori</i> | 18 µg/l |
| <i>Kokonaistyyppi</i> | 558 µg/l |
| <i>pH</i> | 6,3 |
| <i>Sameus</i> | 1,7 FNU |
| <i>Kiintoaine</i> | 2,7 mg/l |
| <i>Väri</i> | 87,5 mg Pt/l |
| <i>COD_{Mn}</i> | 14 mg O ₂ /l |
| <i>Sähkönjohtavuus</i> | 5,7 mS/m |

Toinen opinnäytetyön keskeinen osa oli ranta-asukkaille tehty kyselytutkimus, jossa kartoitettiin hajakuormitusta sekä järven virkistyskäyttöä. Kyselyyn saatuja vastauksia käytettiin hyväksi ravinnekuormituksen määrittämisessä.

Opinnäytetyön merkittävin osuus oli Liesjärveen kohdistuvan kokonaisravinnekuormituksen laskeminen. Kuormitus oli määritetty viidellä eri menetelmällä, joita olivat Rekolaisen malli, Bilaletdinin malli, Vesivälskärin kuormitusarvot, Suomen Ympäristökeskuksen VESP paikkatietojärjestelmä ja kuormituslähdekohtainen laskentatapa. (Närhi 2004, 52.)

Ravinnekuormituksen lähteet jakautuvat eri tavoin eri määritysmenetelmissä, mutta ovat samansuuntaisia. Laskeuma ja huuhtouma aiheuttavat yli 50 % kuormituksesta. Ihmistoiminnan aiheuttamasta kuormituksesta suurin osa aiheutuu peltoviljelystä, haja-asutuksen ollessa lähes tasoissa viljelyn kanssa. Metsätaloudelle laskettu kuormitus on pinta-alaansa näh-

den pientä. Soilta tuleva kuormitus on laskettu mukaan huuhtoumaan. Närhi arvioi luotettavimmiksi malleiksi Bilaletdinin ja VEPS-järjestelmän. Liesjärveen tulevana kuormitusmääränä voidaan käyttää näiden kahden mallin tulosten keskiarvoja, jotka ovat 1078 P kg/a ja 25 704 N kg/a. (Närhi 2004, 63, 71.)

Kuormitus on jaettu piste- ja hajakuormitukseen. Pistekuormittajiksi on määritelty Eerikkilän urheilupuisto, Tammelan metsäoppilaitos sekä Stena Metalliyhtymä Oy:n tehdas. Ravinteiden vuotuisiksi pistekuormitukseksi näiltä kolmelta kuormittajalta on laskettu yhteensä 6 kg/a fosforia ja 580 kg/a typpeä. (Närhi 2004, 33–35.)

Hajakuormittajiksi on esitetty metsä- ja maatalous, laskeuma, haja-asutus sekä luonnon- ja perushuuhtouma. Metsätalouden osalta on pohdittu ojituksesta, metsälannoituksesta sekä hakkuista aiheutuvaa vesistökuormitusta. Liesjärven alueella on ojitettu paljon suoalueita talousmetsiksi 1970- ja 1980-lukujen vaihteessa. Tuoreimmat uudisojitukset ovat vuodelta 1992. Nykyisin tehdään lähinnä kunnostusojitusta. Metsiä on lannoitettu 1970-luvulla. (Närhi 2004, 38.)

Eräs Liesjärven merkittävistä hajakuormituksen lähteistä on haja-asutus. Järven ympäristössä oli vuonna 2004 311 vapaa-ajan asuntoa ja 78 vakituista asuntoa. Alle 100 metrin päässä vesistöä sijaitsi 242 vapaa-ajan ja 24 vakituista asuntoa. (Närhi 2004, 46–47.)

2.2.3 Arkonkoski 2014: Eutrophication study in Lake Liesjärvi

Marja Arkonkosken opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia rehevöitymisen vaikutuksia ja soveltaa saatuja tietoja kohdejärveen. Liesjärvi on valittu tutkimukseen, koska se kuuluu Natura 2000 -verkostoon ympäristön puhautauden ansiosta, mutta hyvä vedenlaatu voi olla uhattuna valuma-alueella aloittaneen Rinnansuon turvetuotantoalueen vuoksi. Tutkimuksessa on myös tarkoitettu ennustaa turvetuotannon vaikutuksia Liesjärven vedenlaatuun ja mahdolliseen rehevöitymiseen. (Arkonkoski 2014, 3.)

Opinnäytetyön alussa on esitelty Liesjärveä yleisesti sekä järven hydrologiaa, eliö- ja kasvilajistoa. Arkonkosken (2014, 7–8) mukaan Liesjärvellä ei ole havaittavissa voimakkaasti rehevöityneille järville tyypillisten kasvilajien merkittävää lisääntymistä. Järvellä on havaittu pieninä määrinä limaskaa, joka on ainoa rehevöitymisen indikaattorikasvi Liesjärvellä.

Opinnäytetyössä todetaan Liesjärven olevan lievästi rehevöitynyt. Järven purkautumiskohta Soukkajärvellä tulisi pitää avoimena, jotta vesi pääsee vaihtumaan eikä järven pinta ala nousemaan. Valuma-alueen maankäytöstä mainitaan lyhyesti maanviljelyn olevan vähäistä ja kuormituksen tulevan lähinnä haja-asutuksen jätevesistä. (Arkonkoski 2014, 17–18.)

Tutkimuksessa otettiin näytteet viidestä pisteestä Liesjärvellä. Aiempien näytteenotuspisteiden ja sijainnin mukaan valitut näytepisteet olivat:

- Taipaleenlahti ja Kyynärä: sisääntuloväylät
- Hiiliniemenselkä: järven keskipiste ja syvin kohta

- Soukkajärvi: ulosvirtaus
- Vanajassuonlahti: turvetuotantoalueen kuivatusvesien purkukohta. (Arkonkoski 2014, 19–20.)

Näytteet otettiin talvella 2014 kahteen kertaan näytteenottovälin ollessa kaksi viikkoa. Lisäksi näytteenottohetkellä mitattiin kenttämittareilla lämpötila, pH, liukoinen happi ja sähkönjohtavuus. Näytteistä tutkittiin kloridi- ja fluoridi-ionien, nitriitin ja nitraatin, sulfaatin ja fosfaatin määrät sekä kemiallinen hapenkulutus. Saatuja tuloksia verrataan aiempiin näytteenot-
totuloksiin. (Arkonkoski 2014, 22–25.)

Opinnäytetyössä ei mainita näytteenottosyvyyksiä, mutta oletettavasti näytteet on otettu pinnasta tai pinnanläheisestä vesikerroksesta. Näytteet olisi kannattanut ottaa myös syvemmältä, sillä talviaikaan ravinnepitoinen vesi kertyy yleensä alusveteen ja happipitoisuuden aleneminen voidaan havaita ensimmäisenä pohjanläheisessä vesikerroksessa. Näytetulosten vertailussa ei kerrota, onko vertailudata talvella otettujen näytteiden tuloksia vai keskiarvoja kesä- ja talvinäytteenotosta. (Arkonkoski 2014, 24; Kettunen, Mäkelä & Heinonen 2008, 49; Oravainen 1999, 5.)

Näytteet on otettu ja analysoitu itse eli tutkimuksessa ei ole käytetty akkreditoitua näytteenottajaa tai laboratoriota. Arkonkoski myöntää, että kemiallisen hapenkulutuksen analyysissä on tapahtunut systemaattinen virhe, jonka vuoksi saadut tulokset ovat huomattavasti korkeampia kuin Liesjärvellä aiemmin mitatut pitoisuudet eikä niitä voida huomioida tutkimuksessa. Sen sijaan ravinnepitoisuudet ovat aiempaa alhaisempia. Esimerkiksi fosfaattia ei ollut näytteissä analyysin mukaan ollenkaan, mikä on myös virheellinen tulos. (Arkonkoski 2014, 24–25.)

Loppupäätelmissä todetaan, ettei Liesjärven vedenlaadussa ole tapahtunut merkittävää muutosta. Vesi on myös tasalaatuista eri puolilla järveä. Vedenlaatua tulee kuitenkin tarkkailla säännöllisesti, sillä pienilläkin muutoksilla voi olla suuri vaikutus pitkän ajan kuluessa. (Arkonkoski 2014, 31.)

Rinnansuon turvetuotantoalueelta tuleva vesi purkautuu Liesjärven pohjoisosaan lähelle Soukkajärveä, joten suurin rehevöittävä vaikutus kohdistuu tälle alueelle. Ravinne- ja kiintoainepäästöt voivat heikentää Soukkajärven vedenlaatua ja lisätä vesikasvien määrää. Tämä vaikuttaisi heikentävästi järven virkistyskäyttöön ja kiinteistöjen arvoihin. (Arkonkoski 2014, 32.)

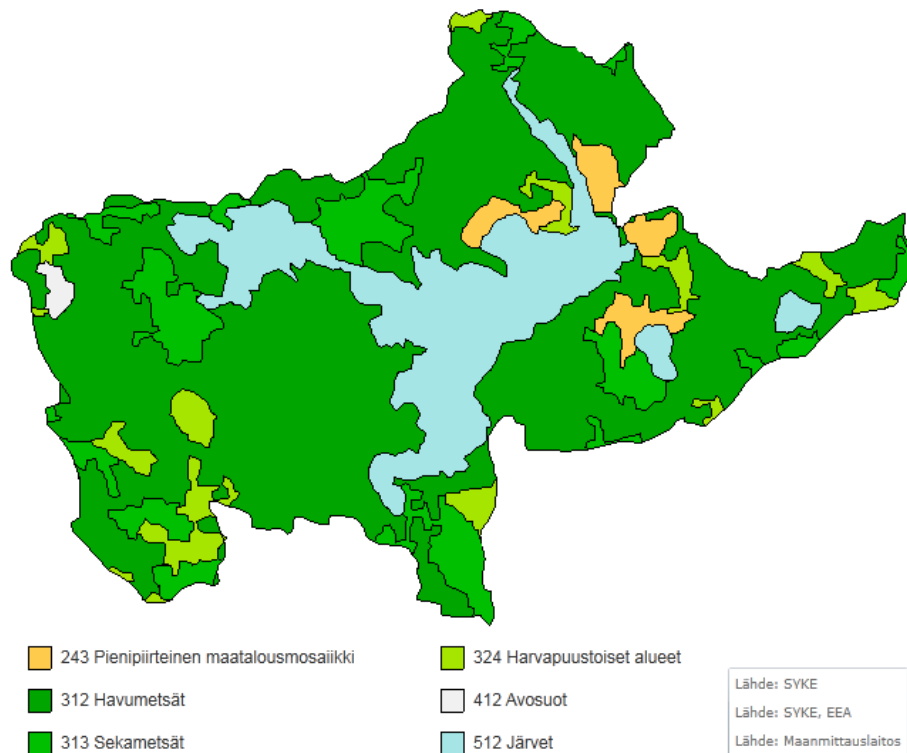
Tutkielmassa päätellään, ettei turvesuolta tulevalla vedellä tule olemaan suurta vaikutusta järven länsipuolella sijaitseviin Natura-alueisiin, koska veden virtaussuunta on poispäin näiltä alueilta (Arkonkoski 2014, 32). Liukoiset ravinteet voivat kuitenkin ajan myötä levitä myös diffuusion vaikutuksesta. Diffuusio tarkoittaa pitoisuuserojen tasoittumista lämpöliikkeen vaikutuksesta esimerkiksi vesiliuoksessa.

3 VALUMA-ALUEEN MAANKÄYTTÖ JA JÄRVEN ULKOINEN KUORMITUS

Tässä luvussa kerrotaan vesistöjen rehevöitymisestä ja ravinnekuormituksesta yleisesti sekä perehdytään Liesjärven valuma-alueella esiintyviin kuormituslähteisiin.

3.1 Maankäyttö Liesjärven valuma-alueella

Liesjärven valuma-alue on noin 130 km² kokoinen. Kuvasta 2 nähdään, että valuma-alue on hyvin metsävaltainen. Järven lähivaluma-alueen pinta-alasta 3 % on maatalousaluetta. Kun mukaan otetaan ympäröivät osavaluma-alueet, maatalousalueen osuus pinta-alasta pienenee noin 2 %:iin. Pienestä pinta-alasta huolimatta varsinkin peltoviljely aiheuttaa ravinnekuormitusta. (Ympäristökarttapalvelu Karpalo n.d.; Närhi 2004, 71.)



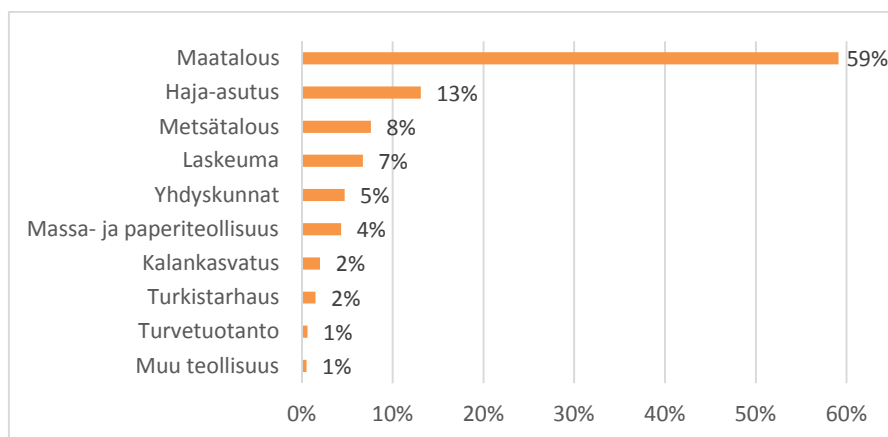
Kuva 2. Liesjärven lähivaluma-alueen maankäyttö vuonna 2012 (Ympäristökarttapalvelu Karpalo n.d./Corine Land Cover 2012)

Liesjärven valuma-alueella huomattavaa on kuitenkin runsas haja-asutuksen, varsinkin vapaa-ajan asuntojen määrä rantavyöhykkeellä (Närhi 2004). Suurin muutos vuoden 2004 kuormituslaskelmaan verrattuna on Rinnansuolla vuonna 2011 käynnistynyt turvetuotanto.

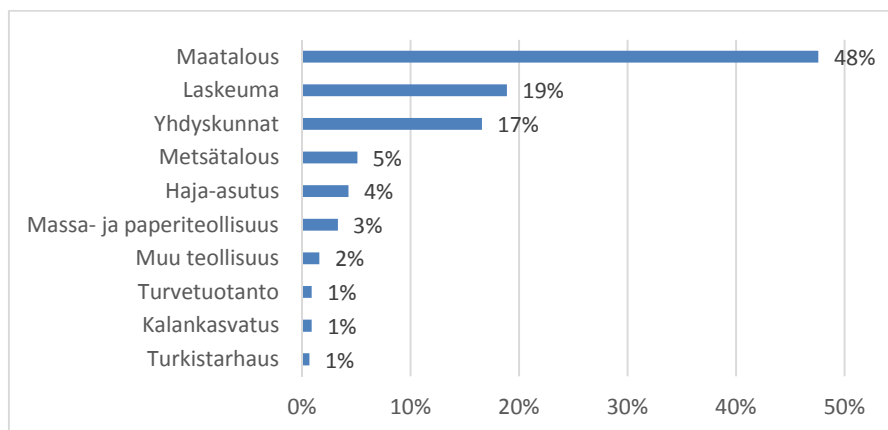
3.2 Ulkoisen kuormituksen lähteet

Vesistön rehevöitymisellä tarkoitetaan kasvien tarvitsemien ravinteiden määrän lisääntymistä, mikä aiheuttaa ranta- ja vesikasvillisuuden sekä kasviplanktonin runsastumista. Aluksi rehevöityminen lisää vesistön monimuotoisuutta, mutta pidemmälle edetessään rehevöitymisen haittavaikutukset kasvavat. Veden samentuessa karulle vesistölle tyypilliset lajit häviävät ravinteikkaassa ympäristössä viihtyvien lajien vallatessa alaa. Rannat ja matalikot kasvavat umpeen, mikä hankaloittaa kalastusta ja muuta virkistyskäyttöä. Kalanpyydykset limoittuvat ja saalis muuttuu särkikalavaltaiseksi. (Rehevöityminen n.d.)

Rehevöitymistä aiheuttavista ravinteista, typestä ja fosforista, on luonnossa tavallisesti pulaa, mikä rajoittaa perustuotantoa. Jos vesistön valuma-alueelta tulee enemmän ravinteita kuin mitä vesien mukana ehtii poistumaan, kasvien ja kasviplanktonin kasvu kiihtyy. Valuma-alueelta luontaisesti tulevaa ravinnevirtaa kutsutaan luonnonhuuhtoumaksi. Ihmistoiminnasta aiheutuvaa ravinnevirtaa kutsutaan ravinnekuormitukseksi ja se on peräisin maa- ja metsätaloudesta, asutuksesta ja teollisuudesta. Suomen mittakaavassa ihmistoiminnan aiheuttama kuormitus ylittää luonnonhuuhtouman selvästi sekä typen että fosforin osalta. (Rehevöityminen n.d.; SYKE 2016.)



Kuvio 1. Fosforikuormitus lähteittäin (SYKE 2016)



Kuvio 2. Typikuormitus lähteittäin (SYKE 2016)

Koko Suomen vuotuinen vesistöjen ravinnekuormitus on 3169 tonnia fosforia ja 64993 tonnia typpeä. Tästä hajakuormituksen osuus on fosforin osalta yli kolme neljäsosaa ja typen osalta reilu puolet. Luonnonhuuhtoumaksi arvioidaan 1600 P t/a ja 41500 N t/a. Kuvioissa 1 ja 2 on eroteltu ihmistoiminnasta aiheutuvan ravinnekuormituksen lähteet. (SYKE 2016.)

3.2.1 Maatalous

Kuten kuvioista 1 ja 2 voidaan päätellä, maatalous on suurin kuormituksen lähde aiheuttaen 59 % vuotuisesta fosfori- ja 48 % typpeäkuormituksesta. Tonnimäärinä tämä kuormitus tarkoittaa 1800 t/a fosforia ja 30 200 t/a typpeä. (SYKE 2016.)

Maataloudesta aiheutuva vesistökuormitus on peräisin kotieläintaloudesta ja peltoviljelystä. Valtaosa peltojen eroosiosta ja ravinnehuuhtoumasta tapahtuu valumahuippujen eli syyssateiden ja lumen sulamisen aikoihin. Kuormitusta voidaan vähentää ajoittamalla maanmuokkaustoimenpiteet kevätkaudelle eli pitämällä pelto talven yli kasvipeitteisenä. Muita maatalouden vesistökuormituksen hallintaan käytettyjä keinoja ovat suojakaistat ja vyöhykkeet, laskeutusaltaat ja kosteikot. Yksittäisen pellon vuosikuormitukseen vaikuttavia tekijöitä ovat pellon kaltevuus, maalaji ja ojitustapa. (Tattari, Puustinen, Koskiaho, Röman & Riihimäki 2015, 30.)

Liesjärven valuma-alueella peltoviljely ei ole pinta-alansa puolesta kovin merkittävässä asemassa. Järven rannalla on yksi isohko lypsykarjatila, jolla on voimassa oleva kunnan ympäristölupa, sekä muutamia viljelypeltoja. Maatilan ympäristössä olevista laskuojista otettiin näytteet JÄRKI-hankkeen yhteydessä vuonna 2004, mutta niiden tilaa ei ole säännöllisesti seurattu sen jälkeen. Maatilan jätevesien käsittely on hoidettu asianmukaisesti. Karjan laitumet ulottuvat pienellä alueella järven rantaveteen saakka. Tällä rantalaitumella laiduntaa kuitenkin vain nuorta karjaa satunnaisesti, joten mahdolliset päästöt vesistöön ovat hyvin pieniä. (Klemelä 2016.)

3.2.2 Metsätalous

Metsätalous aiheuttaa vesistöihin ravinne-, kiintoaine-, metalli- ja happamuuskuormitusta. Metsätalouden osuus vuotuisesta ravinnekuormituksesta on fosforin osalta noin 8 % ja typen osalta noin 5 %. Suhteellisen pienestä osuudesta huolimatta metsätaloudesta aiheutuva kuormitus on merkittävää, koska sitä harjoitetaan laaja-alaisesti koko maassa. (Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio 2013, 6.)

Ravinnekuormitusta merkittävämpi tekijä on kiintoainekuormitus, joka havaitaan helpoiten latvavesissä. Kiintoaine aiheuttaa vesistöissä liettymistä ja sen sisältämä orgaaninen aines kuluttaa hajotessaan happea vesistöistä. Kiintoainekuormitusta aiheutuu erityisesti kunnostusojituksesta ja sellaisista maanmuokkausmenetelmistä, joiden on tarkoitus johtaa vettä pois uudistusalalta. (Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio 2013, 6–7.)

Keinoja metsätalouden aiheuttamien vaikutusten hallintaan ovat suojakais-tat, kaivu- ja perkauskatkot, pintavalutuskentät, laskeutusaltaat, kosteikot sekä virtaamanhallinta patojen avulla. Metsän lannoituksessa tulee valita kohteeseen soveltuva oikeanlainen lannoite ja levitysmenetelmä. Metsä-talouden kehittämiskeskus Tapio on julkaissut suositukset metsänhoitome-netelmistä vesiensuojelun näkökulmasta. Oppaassa on yksityiskohtaiset ohjeet eri metsänhoitotoimenpiteiden suorittamisesta vesiensuojelu huo-mioiden. (Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio 2013, 13–25; 38.)

Kuten luvussa 3.1 todettiin, Liesjärven valuma-alueesta valtaosa on met-sää. Metsätalouden vesistövaikutuksista alueella on saatavana ristiriitaista tietoa. Närhen (2014) mukaan metsätalouden kuormitus oli melko vähäis-tä. Länsi-Suomen ympäristölupaviraston (2009) myöntämän luvan vesis-töä ja vedenlaatua kuvailevassa osiossa metsätaloudesta aiheutuvan kuor-mituksen on arvioitu olevan merkittävä.

Metsänhoitoyhdistys Lounais-Hämeeltä saatujen tietojen mukaan Liesjär-ven alueella tehdään säännöllisesti päätehakkuita. Vuosittainen hakkuuala on noin 1 % metsäpinta-alasta. Viimeisten kahden vuoden aikana Liesjär-ven pohjoispuolella sijaitsevan Juuriniemen alueella on päätehakattu noin 20 hehtaarin verran metsää.

Kanteluslammin lähistöllä Hiiliniemenselän luoteispuolella ja Juurinie-messä Soukkajärjen länsipuolella on tuoreimmat avohakkuualueet. Näiden hakkuualueiden ja järven väliin on jätetty suojavyöhykkeet. Muutamia iso-jakin rantatontteja on hakattu paljaaksi Liesjärvellä, mutta niistä aiheutu-nut kuormitus lienee vähäistä. Liesjärven itäpuolisilla metsäalueilla ei ole tehty päätehakkuita viime vuosina.

Hakkuiden yhteydessä ei ole juurikaan tehty uusia ojia vaan avohakkuu-alueet on laikkumätästetty kevyesti. Uudisojitusta ei ole tehty viime vuo-sina. Metsänhoitoyhdistyksen käyttämät urakoitsijat ovat käyneet vesien-suojelukoulutuksen, joten he ovat tietoisia suositelluista työtavoista.

Metsälannoituksesta Liesjärven alueella ei ole tilastoitua tietoa metsänhoi-toyhdistyksellä, sillä lannoittaminen on metsänomistajan harkittavissa eikä lannoituksista kantaudu aina tietoa yhdistykselle. Liesjärven alueella on kuitenkin lannoitettu jonkin verran viime vuosinakin. Lannoitus tehdään kasvukaudella, jolloin puusto käyttää ravinteet eikä niitä pääse huuhtou-tumaan vesistöön. Lannoite levitetään vain ojittamattomille alueille heli-kopterilla.

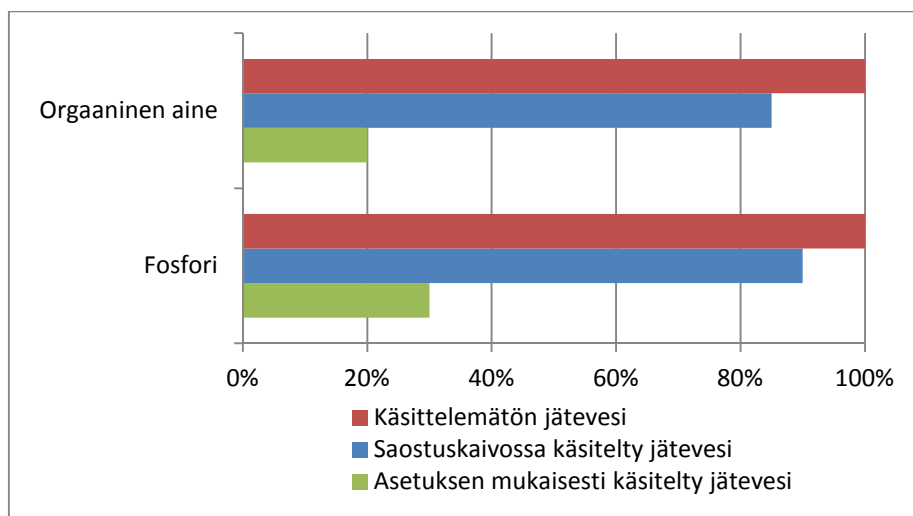
3.2.3 Haja-asutuksen jätevedet

Jätevesi heikentää vesistöön joutuessaan veden laatua ja vähentää vesistön arvoa ja käyttökelpoisuutta. Haja-asutusalueen vakituisen asutuksen jäte-vesi on laadultaan samankaltaista kuin taajamassakin sisältäen muun mu-assa ruuantähteitä, rasvoja, ulosteita, virtsaa, pesuaineita ja muita kotitalo-uksissa käytettyjä puhdistuskemikaaleja. Loma-asunnoista aiheutuvassa kuormituksessa on sen sijaan paljon vaihtelua riippuen asuntojen varuste-lutasosta ja veden käytöstä. Monilla huviloilla jätevetä muodostuu ainoas-

taan pesutiloista ja saunasta. Tämä niin sanottu harmaa jätevesi ei vaikuta yhtä haitallisesti vesistöihin, sillä se ei sisällä yhtä paljon ravinteita ja kiintoainetta kuin vesikäymälöiden jätevesi. (Hallanaro & Kujala-Räty 2011, 10; Tattari ym. 2015, 35.)

Valtaosa talousjätevesien sisältämästä fosforista on peräisin virtsasta ja ulosteista. Monet astian- ja pyykinpesuaineet sisältävät myös fosforia. Luonnontilaisiin pintavesiin verrattuna käymäläjätevesiä sisältävän käsittelemättömän jäteveden fosforipitoisuus on noin tuhat- ja typpipitoisuus noin satakertainen. Käymäläjätevesi sisältää myös suolistobakteereita, viruksia ja muita mahdollisia taudinaiheuttajia sekä lääkeainejäämiä ja hormoneja. Käsittelemätön tai pelkästään saostuskaivossa käsitelty käymäläjätevettä sisältävä jätevesi voi sisältää satoja miljoonia ulosteperäisiä bakteereja litraa kohden. (Hallanaro & Kujala-Räty 2011, 10)

Haja-asutuksen jätevesien käsittely alkoi vesikäymälöiden yleistyessä 1960-luvulla, kun vuonna 1961 voimaan tullut vesilaki edellytti käymäläjätettä sisältävien jätevesien käsittelyn saostuskaivossa. Tämä käsittely oli kuitenkin riittämätön ja aiheutti vesistöissä vedenlaadun heikkenemistä ja kiihdytti rehevöitymistä. Saostuskaivo puhdistaa vain murto-osan orgaanisesta aineesta ja fosforista, kuten kuviossa 3 esitetään. Vasta vuonna 2000 säädettyssä ympäristönsuojelulaissa määrättiin jätevesien yleisestä puhdistusvelvollisuudesta myös vesihuoltolaitoksen viemäriverkon ulkopuolisilla alueilla. (Hallanaro & Kujala-Räty 2011, 11–12.)



Kuvio 3. Saostuskaivon puhdistustulos verrattuna jätevesiasetuksen mukaiseen käsittelyyn jäteveden sisältäessä käymäläjätettä. (Hallanaro & Kujala-Räty 2011, 11)

Ympäristönsuojelulain nojalla annettiin asetuksia jäteveden käsittelystä. Vuonna 2003 tuli voimaan ensimmäinen asetus talousvesien käsittelemisestä viemärlaitosten ulkopuolisilla alueilla. Asetus kumottiin vuonna 2011 niin sanotulla haja-asutuksen jätevesiasetuksella, joka antoi lisää aikaa vanhoille rakennuksille ja vapautti 68 vuotta täyttäneet määräyksestä. (Hallanaro & Kujala-Räty 2011, 12.)

Jätevesiasetuksen siirtymäaika pidennettiin vuonna 2015 kahdella vuodella. Nyt on valmisteilla muutos ympäristönsuojelulakiin, jotta perustason puhdistustasovaatimus kirjattaisiin asetuksen sijasta suoraan lakiin. Lisäksi hallitus esittää, että puhdistusvaatimuksen noudattaminen riippuisi alueen sijainnista ja toisaalta kiinteistöllä tehtävistä toimista. (HE 128/2016.)

Lakiesityksen mukaan perustason puhdistustasovaatimusta noudatettaisiin aina kiinteistöillä, jotka ovat korkeintaan 100 metrin etäisyydellä vesistöstä tai merestä tai sijaitsevat vedenhankintaan soveltuvalla pohjavesialueella. Muulla alueella vaatimus tulisi noudatettavaksi siinä vaiheessa, kun kiinteistöllä tehdään talousjätevesijärjestelmään kohdistuva tai muu suurimuotoinen korjaus- ja muutostyö. (HE 128/2016.)

Tällä hetkellä voimassa oleva perustason puhdistustasovaatimus on käsitellä talousjätevedet siten, että ympäristöön aiheutuva kuormitus vähenee

- orgaanisen aineen osalta ≥ 80 %
- kokonaisfosforin osalta ≥ 70 %
- kokonaistypen osalta ≥ 30 % verrattuna haja-asutuksen kuormituslunun avulla määritettyyn käsittelemättömän jäteveden kuormitukseen (Hajajätevesiasetus 209/2011).

JÄRKI-hankkeen jälkeen Liesjärven jätevesikuormituksessa on tapahtunut positiivista kehitystä: Eerikkilän urheiluopiston jätevedet johdetaan nykyisin Forssaan puhdistettavaksi ja Stena Recycling Oy:n tuotantolaitoksen jätevedet kerätään umpikaivoon. Liesjärven kylällä on rakennettu viemäriverkostoa, johon osa kiinteistöistä on liittynyt. Jätevedet johdetaan metsäkoulun puhdistamolle. (Klemelä 2016.)

Metsäkoulun jätevedenpuhdistamo on edelleen käytössä, joskin käyttö on vähäisempää ja epäsäännöllisempää. Puhdistamon kuormituksen epäsäännöllisyys ja laiteviat ovat aiheuttaneet ongelmia puhdistusprosessiin. Tällä hetkellä puhdistus toimii kuitenkin kohtalaisen hyvin ja vesistökuormitusta seurataan säännöllisesti tarkkailuohjelman mukaisesti. (Klemelä 2016.)

3.2.4 Turvetuotanto

Turvetuotanto on useiden lakien säätelämä toimintaa. Keskeisimpiä lakeja ovat ympäristönsuojelulaki ja -asetus, laki ja asetus ympäristövaikutusten arviointimenettelystä sekä luonnonsuojelulaki ja -asetus.

Ympäristönsuojelulain 13 §:ssä säädetään turvetuotannon sijoittamisesta siten, ettei siitä aiheudu valtakunnallisesti tai alueellisesti merkittävän luonnonarvon tuhoutumista (YSL 527/2014). Turvetuotantoalueen sijoittamiseen vaikuttavat myös luonnonsuojelualueet, suojeluohjelmat, Natura 2000 -verkosto, maakunta- ja yleiskaavojen suojeluvaraukset, luonnonsuojelulain nojalla rauhoitetut eläinlajit, pesäpuut ja kasvilajit sekä lintujen lisääntymis- ja levähdyspaikat (LSL 1096/1996).

Ympäristönsuojelulain 27 pykälän mukaisesti ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttavaan toimintaan on oltava lupa (ympäristölupa). Turvetuo-

tanto ja siihen liittyvä ojitus on määritelty ympäristöluvan alaiseksi toiminnaksi ympäristönsuojelulain liitteessä 1. Mikäli tuotantoalueen yhte-näiseksi katsottava pinta-ala ylittää 150 hehtaaria, tarvitaan lisäksi ympäristövaikutusten arviointimenettelyä. (YSL 527/2014, YVA-asetus 713/2006.6 §.)

Muita tärkeitä turvetuotantoon liittyviä lakeja ovat vesilaki, jätelaki ja -asetus sekä maankäyttö- ja rakennuslaki. Turvetuotanto sinällään ei tarvitse vesilain mukaista lupaa, mutta vesilupa tarvitaan, mikäli alapuolisen vesistön vedenpintaa on tarpeen laskea tai mikäli turvetuotannolla on vaikutusta alueen pohjaveden laatuun tai antoisuuteen. Lisäksi on huomioitava vesilakiin sisältyvät säännökset ojituksesta. (VL 587/2011.)

Turvetuotantoalueen vesistövaikutukset ovat samankaltaisia kuin metsäojitetuilla soilla. Valumavedet sisältävät humusta, kiintoainetta ja ravinteita. Luonnontilaisilta soilta purkautuvaan valumaveteen verrattuna turvetuotantoalueilta valuva vesi on yleensä tummempaa ja sisältää enemmän ravinteita ja liuennta orgaanista kiintoainetta. (Tattari ym. 2015, 32.)

Vaikka turvetuotannosta aiheutuva ravinnekuormitus on valtakunnan tasolla vain yhden prosentin luokkaa sekä fosforin että typen osalta, voi sillä olla paikallisesti merkittävä vaikutus vesistöissä (Ympäristöministeriö 2015, 12). Vesistövaikutusten vähentämiseen käytettyjä menetelmiä ovat laskeutusaltaat, pintavalutuskentät ja kosteikot sekä ravinteiden ja kiintoaineen kemiallinen saostaminen.

Rinnansuon turvetuotantoalue sijaitsee Kauhaojan valuma-alueella Liesjärven itäpuolella. Alueen sijainti on merkitty karttaan kuvassa 3. Rinnansuon kuivatusvedet ohjataan laskuoja pitkin Tammenojaan, josta ne virtaavat edelleen Kauhaojan kautta Liesjärveen.



Kuva 3. Rinnansuon turvetuotantoalue on ympäröity suurella ja Kauhaojan laskukohta Liesjärveen pienellä ympyrällä. (Ympäristökarttapalvelu Karpalo n.d.)

Vapo Oy:n Rinnansuon turvetuotantoa koskeva ympäristölupa dnro LSY-2008-Y-369 on myönnetty vuonna 2009. Lupa myönnettiin kolmelle lohkolle ja auma-alueelle, joiden yhteispinta-ala on 61,6 hehtaaria. Kaksi vuotta kestänyt kuntoonpanovaihe alkoi syksyllä 2011. Kuntoonpanovaiheen aikana rakennettiin vesiensuojelurakenteet, eristysojat ja paloaltaat sekä lasku-, kokooja-, reuna- ja sarkaojat. Turpeennosto aloitettiin vuonna 2014. Turvetta nostetaan vain kesäisin, joten tuotantopäiviä on vuosittain 30–50. Tuotannon arvioidaan jatkuvan vuoteen 2035 saakka. (Länsi-Suomen ympäristölupavirasto 2009; Keränen, Jaakola, & Vesisenaho 2014, 34–35.)

Ympäristöluvassa esitetyt arviot Rinnansuon tuotantoalueen vuosikuormituksista on koottu taulukkoon 3. Arvioiden mukaan tuotantovaiheen kiintoainepäästöt ovat noin 1,5-kertaiset, kokonaisfosforipäästöt noin 1,5-kertaiset ja kokonaistyyppipäästöt noin 2,2-kertaiset aiempaan tilanteeseen verrattuna. Rinnansuon alue oli kokonaisuudessaan metsäojitettu ennen turvetuotannon aloittamista. Kuntoonpanovaiheen vuosikuormitus on arvioitu tuotantovaihetta suuremmiksi. (Länsi-Suomen ympäristölupavirasto 2009.)

Taulukko 3. Arvio Rinnansuon kuntoonpanovaiheen ja tuotannon aiheuttamasta vuosittaisesta brutto- ja nettokuormituksesta (Länsi-Suomen ympäristölupavirasto 2009)

| | <i>Kiintoaine</i> (kg) | <i>Kokonaisfosfori</i> (kg) | <i>Kokonaistyyppi</i> (kg) |
|-------------------------|---------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| <i>Kuntoonpanovaihe</i> | | | |
| <i>Brutto</i> | 1 600 | 18 | 550 |
| <i>Netto</i> | 1 200 | 17 | 450 |
| <i>Tuotantovaihe</i> | | | |
| <i>Brutto</i> | 1 200 | 10 | 300 |
| <i>Netto</i> | 690 | 4 | 150 |

Vapo Oy kutsui Liesjärven Suojelu ry:n väkeä avoimien ovien päivään Rinnansuolle 26. heinäkuuta 2016. Näin tarjoutui tilaisuus tutustua tuotantoalueen vesienkäsittelyrakenteiden toimintaan ja kuntoon.

Rinnansuon ympäristöluvasta poiketen alueella on otettu tuotantokäyttöön vain kaksi lohkoa, sillä kolmas, pienempi lohko jäi niin paljon erilleen muista, ettei sen tuotantoon ottaminen olisi ollut taloudellista. Tällä hetkellä tuotannossa on 40 hehtaaria. (Vapo Oy 2016.)

Tuotantoalueella suo on ojitettu 20 metrin välein yhdensuuntaisilla sarkaojilla. Jokaisen sarkaojan päässä on lietetasku ja lietteenpidättimellä varustettu päisteputki, joiden tarkoituksena on pidättää kiintoainetta. Päisteputkella tarkoitetaan eräänlaista salaajaputkea, joka kulkee päisteen eli lohkon reuna-alueen alitse. Lietetaskut tyhjennetään säännöllisesti ja aina tuotantokauden loppuksi. (Vapo Oy 2016.)

Sarkaojista vesi johdetaan kokoojajiin, joissa on virtaamahuippuja tasoittavat säätöpadot. Molemmilta tuotantolohkoilta tuleva vesi ohjataan ko-

koojaojia pitkin laskeutusaltaaseen, jossa vedessä oleva kiintoaine laskeutuu pohjalle virtauksen hidastumisen ja painovoiman vaikutuksesta. (Vapo Oy 2016.)

Kuvassa 4 on Rinnansuon laskeutusallas. Pintapuomi vähentää veden pinnalla kelluvan aineksen kulkeutumista eteenpäin puhdistusprosessissa, sillä vesi johdetaan seuraavaan altaaseen tämän altaan yläosasta. Altaan pohjalle kertynyt liete poistetaan vuosittain imuruoppaamalla ja läjitetään altaan vierellä olevaan lietteen läjitysaltaaseen. Kuivunut turveliete siirretään myöhemmin takaisin tuotantoon. (Vapo Oy 2016.)



Kuva 4. Pintapuomilla varustettu laskeutusallas Rinnansuolla 26.7.2016.

Laskeutusaltaasta vesi pumpataan pumppaamoaltaan kautta korkeampana olevalle, 2,4 hehtaarin kokoiselle pintavalutuskentälle. Vesi jaetaan kentälle tasaisesti paineistetun jakoputken ja ojien avulla. Pintavalutuskentän kasvillisuus suodattaa kiintoainetta ja lietettä. Liukoiset ravinteet pidättyvät turpeeseen kemiallisten ja biologisten prosessien seurauksena ja kasvukaudella myös kentän kasvit käyttävät niitä hyödykseen. Pintavalutuskenttä on käytössä ympärivuotisesti. (Vapo Oy 2016.)

Rinnansuolla pintavalutuskenttä rakennettiin ojitetulle suolle. Kuntoonpanovaiheessa kenttä oli paljas ja kasviton, mistä johtuen kuntoonpanovaiheen alkupuoliskolla tuotantoalueen alapuolisen Tammenojan vedenlaatu heikkeni. Kesällä 2016 otetussa kuvassa 5 näkyy että kenttä on nyt saanut hyvän kasvillisuuspeitteen. (Keränen ym. 2014, 35.)



Kuva 5. Rinnansuon pintavalutuskenttää 26.7.2016

Tutkimusten mukaan ojitetulle alueelle perustetun pintavalutuskentän puhdistusteho ei ole yhtä hyvä kuin ojittamattomalla kentällä. Luonnontilaisia suoalueita ei kuitenkaan helposti löydy vesienkäsittelytarkoitukseen, sillä uudet turvetuotantoalueet ohjataan perustettavaksi jo ojitetuille soille. Ojitetun kentän pinta-ala tulisi olla vähintään 5 % valuma-alueesta, kun ojittamattomalle kentälle riittää 3,8 % osuus. (Ympäristöministeriö 2015, 47–51.)

Pintavalutuskentän jälkeen vesi kootaan jälleen yhteen ojaan ja johdetaan kemikalointiin, jonka tarkoituksena on saostaa vedestä ravinteita ja kiintoainetta (Vapo Oy 2016). Purkuveden kemikaalikäsittely ei ollut alun perin mukana ympäristöluvassa, mutta Hämeen ELY-keskus määräsi kemikaloinnin lisättäväksi vesien puhdistusprosessiin. Alueen turvetuotantoa vastustavan kansalaisliikkeen painostuksella oli merkitystä määräyksen asettamiseen.

Saostuskemikaalina käytetään rakeista ferrisulfaattia, joka liuotetaan veden annostelusukan kautta. Kemikalointi tapahtuu pyöreässä kaivossa, johon vesi ohjataan siten, että kaivon sisälle muodostuu flokin muodostumista nopeuttava pyörre. Flokki tarkoittaa yhteen liittyneistä hienojakoisista partikkeleista koostuvaa muodostelmaa. Kemikaloinnin jälkeen vesi kulkee vielä yhden laskeutusaltan kautta ennen virtaamanmittausta ja purkua Tammenojaan. Kemikalointi on käytössä vain sulan maan aikaan. (Vapo 2016.)

Vuosien 2014 ja 2015 vuosikuormitukset on koottu taulukkoon 4. Bruttokuormituksella tarkoitetaan turvetuotannon kokonaiskuormitusta, joka sisältää tuotannossa syntyneen kuormituksen lisäksi alueelta tulevan luonnonhuuhtouman eli luonnontilaiselta suolta tulevan ainevirtaaman. Nettokuormitus puolestaan on turvetuotannon aikaansaama lisäkuormitus, joka saadaan vähentämällä bruttokuormituksesta luonnonhuuhtouma.

Nettokuormituksen osalta kiintoainekuormitus oli molempina vuosina 2,7-kertainen ympäristöluvassa esitettyyn arvioon nähden. Ravinteet saatiin

puhdistettua riittävän hyvin lukuun ottamatta vuoden 2015 tyyppikuormitusta, joka ylitti arvioidun kuormituksen 30 kilogrammalla. Rinnansuon pintavalutus kentän ja kemikaloinnin yhdistetty puhdistusteho vuonna 2014 oli keskimäärin

- 35 % kiintoaineen,
- 29 % kokonaistypen
- 24 % fosforin
- 26 % kemiallisen hapenkulutuksen osalta. (Sillanpää & Vesisenaho 2016.)

Taulukko 4. Rinnansuon vuosikuormitukset vuosina 2014 ja 2015 (Sillanpää & Vesisenaho 2016)

| | <i>Vuosikuormitus 2014</i> | | <i>Vuosikuormitus 2015</i> | |
|------------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|
| | Brutto | Netto | Brutto | Netto |
| <i>Kiintoaine</i> | 2048 kg | 1876 kg | 2194 kg | 1871 kg |
| <i>Kokonaistyyppi</i> | 226 kg | 141 kg | 342 kg | 180 kg |
| <i>Kokonaisfosfori</i> | 4,3 kg | 0,88 kg | 6,8 kg | 0,3 kg |
| <i>COD</i> | 4897 kg O ₂ | -607 kg O ₂ | 7019 kg O ₂ | -3303 kg O ₂ |

3.3 Teollisuus ja haitalliset aineet

Ravinnekuormituksen lisäksi vesistöissä haittaa voivat aiheuttaa erilaiset ympäristömyrkyt kuten mineraaliöljyt, raskasmetallit ja teollisuuskemikaalit. Tällaiset aineet ovat vesieliöille haitallisia ja voivat päätyä ihmiseenkin esimerkiksi ravintona käytettyjen kalojen kautta. Liesjärven valuma-alueella ei ole juurikaan teollisuuslaitoksia.

Stena Recycling Oy:n Pusulan tuotantolaitos sijaitsee Lohjan kaupungin Karisjärven kylässä ja Mustiojan valuma-alueella. Laitoksen sijainti on merkitty karttaan kuvassa 6. Laitoksella on voimassa oleva ympäristölupa nro ESAVI/353/04.08/2013. Edellinen ympäristölupa on vuodelta 2007.

Laitos ei ole vedenhankintaan luokitellulla pohjavesialueella, mutta lähitöillä on asutusta, joka saa talousvetensä pohjavesikaivoista, koska alueella ei ole vesijohtoa. Lähimmät asuinkiinteistöt ovat noin 100 metrin päässä. Myös laitos ottaa talousvetensä tontillaan sijaitsevasta pohjavesikaivosta. (Etelä-Suomen aluehallintovirasto 2016.)

Vuonna 1995 laitosalueen maaperästä otettiin näytteitä kuudesta pisteestä. Maaperä todettiin osittain metallien pilaamaksi. Varsinkin kuparin, lyijyn ja sinkin pitoisuudet olivat korkeita. Maaperässä oli myös öljyä, rasvoja sekä mineraaliöljyä yli ympäristönormien. PCB:n pitoisuus ylitti paikoitellen ohjearvon, muttei raja-arvoa. (Uudenmaan ympäristökeskus 2007.)



Kuva 6. Stena Recycling Oy:n Pusulan tuotantolaitoksen sijainti Liesjärven lounaispuolella on merkitty punaisella ympyrällä. (Ympäristökarttapalvelu Karpalo n.d.)

Etelä-Suomen aluehallintoviraston myöntämässä ympäristöluvassa edellytetään, että laitoksen maaperästä ja pohjavedestä tehdään tilaselvitykset. Tutkimukset alueella ovat meneillään ja Stena raportoi ELY-keskukselle niiden valmistuttua. (Etelä-Suomen aluehallintovirasto 2016; Walavaara 2016.)

Vielä vuonna 2002 laitos laski puhdistetut saniteettijätevedensä Mustijokeen (Närhi 2004). Kuitenkin pian tämän jälkeen, viimeistään vuodesta 2005 lähtien, nämä jätevedet on kerätty umpisäiliöön (Uudenmaan ympäristökeskus 2007).

Laitosalue on pinnoitettu ja sen hulevedet johdetaan öljynerottimien ja näytteenottoaivon kautta avo-ojaan, joka virtaa kohti Uudenkylänlammiä. Ympäristölupa velvoittaa uusimaan alueen vesienkäsittelyn 1.1.2018 mennessä. (Walavaara 2016.)

Laitosalueen etäisyys Mustiojaan on 1,5 kilometriä ja alue on valtatie 2 eteläpuolella. Ympäristöviranomaisen hyväksymässä tarkkailusuunnitelmassa pinta- ja pohjavesien vaikutusalue on arvioitu suuntautuvan kaakkoon päin, ei pohjoiseen Mustiojan suuntaan. (Walavaara 2016.)

4 VEDENLAATU JA SEN MUUTOKSET

Tämä luku sisältää eri vedenlaadun muuttujien kuvaukset ja tutkimustulokset kunkin muuttujan osalta. Luvun alussa kerrotaan lyhyesti tänä kesänä tehdystä näytteenotosta.

Opinnäytetyön toimeksiantaja, Liesjärven Suojelu, toteutti kesällä 2016 tehdyt vedenlaadun tutkimukset. Soukkajärveltä ja Turpoonjoesta tehdyt tutkimukset kuuluvat Metsäkoulun jätevedenpuhdistamon vesistötarkkailuun eli niiden toteutuksesta vastasi Tammelan kunta.

4.1 Näytteenottopisteiden sijainti

Tutkimusta varten on valittu kymmenen näytteenottopistettä, joiden sijainti ja näytteenottosyvyydet käyvät ilmi taulukosta 5. Pisteet 1 ja 2 kuvaavat järven perusvedenlaatua ja muut pisteet on valittu kriittisten kuormittajien vuoksi. Pisteet on valittu mahdollisuuksien mukaan siten, että niille löytyy vedenlaadun mittaustuloksia myös aiemmilta vuosilta. Pisteiden tarkka sijainti on kuvattu liitteessä 2.

Taulukko 5. Näytteenottopisteet elokuussa 2016

| <i>Nro</i> | <i>Sijainti</i> | <i>Näytteenotto- syvyydet</i> | <i>Näytteen tarkoitus</i> |
|------------|-----------------------|-----------------------------------|---|
| 1 | Hiiliniemenselkä | 1 m, 9 m, 0-2 m | Taustapitoisuus |
| 2 | Kyynäränjuova | 1 m | |
| 3 | Soukkajärvi, yläpuoli | 1 m | |
| 4 | Soukkajärvi, alapuoli | 1 m, 0-2 m | Metsäkoulun jätevedenpuhdistamon vesistötarkkailu |
| 5 | Turpoonjoki | 0,2 m | |
| 6 | Kauhajoen suu | 1 m | Turvetuotannon kuormitus |
| 7 | Matolahden ranta | 0,5 m, 0-0,7 m | Karjatilan kuormitus |
| 8 | Herttuanjärvi | 1 m, 7,5 m, 0-2 m | Jätevesi-/hajakuormitus |
| 9 | Rasinoja | 1 m | |
| 10 | Mustijoki | 1 m | Hajakuormitus |

Kesän 2016 näytteet pisteiltä 1, 2 ja 6–10 otettiin 17. elokuuta, jolloin olin mukana näytteenottokierroksella. Näytteenottopäivän sää oli aamulla pilvinen, mutta päivän edetessä pilvipeite alkoi rakoilla. Luoteistuuli oli kohdalaista tai navakkaa.

Näytepisteiltä 3–5 eli Metsäkoulun jätevedenpuhdistamon vesistöarkkailupisteiltä näytteet otettiin 25. elokuuta. Molemmilla näytteenottokerroilla näytteet otti sertifioitu näytteenottaja Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistyksestä.



Kuva 7. Näytteenottoa Kynnäränjuovalta 17.8.2016

Näytteet otettiin järvestä Limnos-näytteenottimella ja virtavedestä suoraan pulloon joko käsin, kuten kuvassa 7, tai pullonoutimen avulla. Happinäytteet kestävöitiin heti näytteenoton jälkeen mangaani(II)sulfaattiliuoksella ja alkalisella jodidiliuoksella. Kuvassa 8 on tapahtumasarja happinäytteen kestävöinnistä. Klorofyllinäyte otettiin kokoomanäytteenä muutamasta eri syvyydestä pinnanläheisestä vesikerroksesta.



Kuva 8. Happinäytteen otto ja esikäsittely: A näytteen annostelu hiuskorkilliseen lasipulloon, B näytteen kestävöinti, C näytteen sisältämä happi on muodostanut oranssin sakan.

Ojien ja jokien virtaamat näytteenottohetkellä arvioitiin syvyyden, leveyden ja vedenpinnan virtausnopeuden avulla. Kauhaojan virtaamaksi arvioitiin 28 l/s, Rasinojan 28 l/s, Mustijoen 350 l/s ja Kynnäränjuovan virtaamaksi 140 l/s.

4.2 Vedenlaadun muuttujat

Limnologi Reijo Oravainen on laatinut vuonna 1987 opasvihkosen vesistötulosten tulkitsemiseksi. Kirjanen sisältää havaintoesimerkkejä erityyppisiltä järviltä ja opas on tarkoitettu esimerkiksi lautakuntien jäsenille, jotka eivät tunne alaa ja termejä.

Perusta vesistön tilan arvioinnissa muodostuu veden lämpötilan ja happipitoisuuden mittaamisesta. Eliöiden käytettävissä oleva hapen määrä on kaikkein tärkein yksittäinen laatutekijä. (Oravainen 1999, 1; Kettunen ym. 2008, 49.)

Vesistön rehevöitymistä epäiltäessä keskeisiä tutkimuksen kohteita ovat veden kokonaisfosforin ja kokonaistypen pitoisuudet eli ravinnepitoisuus. Varsinkin ravinnepitoisuuden kertyminen alusveteen viittaa alkavaan rehevöitymiseen. Kasvukaudella myös päällysveden korkea klorofylli-a:n pitoisuus ja näkösyvyyden pieneneminen viittaavat perustuotannon kasvuun. (Kettunen ym. 2008, 49.)

Happamoitumista voidaan seurata mittaamalla veden alkaliniteettiä, alkalimetallien pitoisuuksia ja pH:ta. Näkösyvyyden huomattava suureneminen voi viitata happamoitumisen aiheuttamaan veden kirkastumiseen. (Kettunen ym. 2008, 49.)

Kun epäilyn kohteena on jätevesien aiheuttama saastuminen, tulisi vedestä tutkia mahdollisesti siinä esiintyviä suolistoperäisiä bakteereja. Jätevesissä on usein myös korkea ammoniumpitoisuus, joten ammoniumtyypen mittaaminen alusvedestä on myös aiheellista. Ammoniumia on runsaasti myös soiden valumavesissä. (Oravainen 1999, 21, 24.)

Liesjärven vedenlaatua kuvaaviksi muuttujiksi valittiin lämpötilan ja happipitoisuuden lisäksi kokonaisfosfori, kokonaistyyppi, ammoniumtyppi, pH, sameus, näkösyvyys, kemiallinen hapenkulutus, sähkönjohtavuus ja lämpökestoiset koliformiset bakteerit. Lisäksi neljällä näytteenottopisteellä tutkittiin pinnanläheisestä vesikerroksesta klorofylli-a:n pitoisuus. Valitut vedenlaatumuuttujat indikoivat rehevöitymistä ja jätevesien vaikutusta.

Vuosien 1966–2015 tutkimustulokset on haettu näytepisteittäin Hertta-palvelusta. Näytepisteet voi hakea listauksena tai kartalta. Jälkimmäinen vaihtoehto on varmempi. Hakutiedot tallennettiin Excel-taulukoiksi, mikä mahdollisti tietojen vertailun ja järjestelyn sekä tilastollisten tunnuslukujen ja kuvaajien laatimisen. Hertta-palvelusta saa myös valmiita kuvaajia. Kaikki tässä opinnäytetyössä olevat kuvaajat on kuitenkin tehty itse Excelillä käyttäen Hertasta ladattua aineistoa.

Hertassa saatavana oleva tutkimusaineisto voidaan katsoa luotettavaksi, koska tulosten yhteydessä on kerrottu käytetyt analyysimenetelmät. Kaikkein vanhempaan tutkimusaineistoon täytyy kuitenkin suhtautua pienellä varauksella, koska tekniikka ja standardit ovat kehittyneet 1960-luvun jälkeen. Myös perusmassasta poikkeavat erityisen suuret tai pienet mittaustulokset ovat epäilyttäviä, mikäli poikkeavalle tulokselle ei ole saatavilla selitystä.

4.2.1 Happipitoisuus

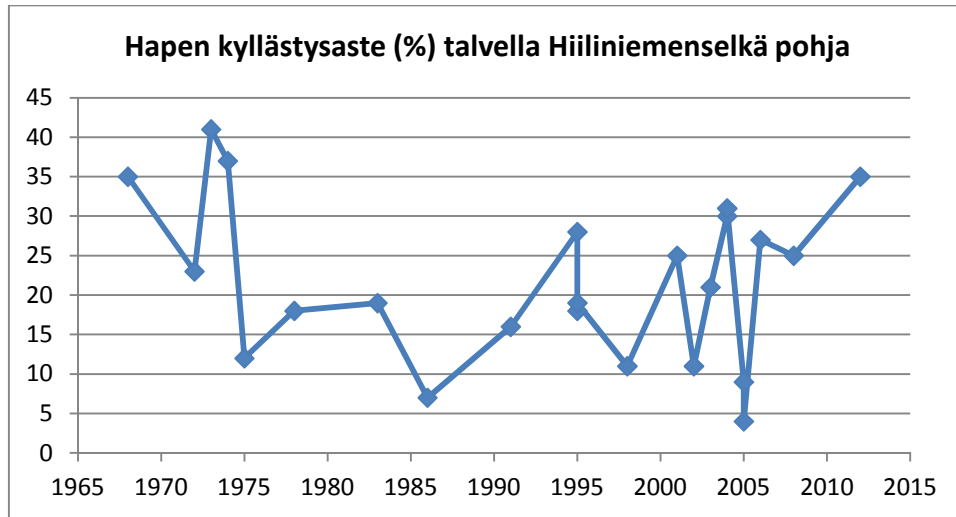
Veden happipitoisuus on merkittävin järven tilaan vaikuttavista muuttujista. Liukoisen hapen määrällä on suora vaikutus bakteerien, pohjaeläinten ja kalojen lajistolliseen koostumukseen ja erityisesti syys- ja talvikutuisten lajien lisääntymiseen. Suurin osa veteen liuenneesta hapesta on peräisin ilmakehästä, mutta happipitoisuus lisääntyy myös levien ja vesikasvien yhteyttämisen tuloksena sekä runsashappisten lisävesien, erityisesti sulamisvesien mukana. (Kettunen ym. 2008, 20–22.)

Hapen liukoisuus ilmasta veteen riippuu ilmanpaineesta ja varsinkin lämpötilasta. Kylmään veteen liukenee enemmän happea kuin lämpimään. Veteen liunneen hapen määrittäminen tehdään standardin SFS-EN 25813 mukaisesti. Veden happipitoisuus ilmaistaan yleensä milligrammoina litraa kohti, mutta happianalyysin tulos ilmoitetaan milligramma-arvon lisäksi myös kyllästysprosenttina, joka ilmaisee, montako prosenttia näytteen happimäärä on kyseisen lämpötilan mukaisesta teoreettisesta maksimista. Näin eri lämpötiloissa määritettyjä happipitoisuuksia voidaan paremmin verrata keskenään. (Kettunen ym. 2008, 20–21.)

Happipitoisuus vaikuttaa epäsuorasti myös järven perustuotantoon säätelämällä ravinteiden liukoisuutta. Pohjanläheisen vesikerroksen happipitoisuuden tulee olla yli 5 mg/l, jotta fosfori pysyy pohjasedimentissä rautaan sitoutuneena. Jos happi pääsee kulumaan loppuun, rauta pelkistyy ja siihen sitoutuneena ollut fosfori vapautuu veteen. (Kettunen ym. 2008, 24.)

Liesjärven Hiiliniemenselän syvänteen happipitoisuus on pysynyt hyvällä tasolla vuosien 1966–2016 mittauksissa. Yhden metrin syvyydestä mitattujen hapen kyllästysasteiden keskiarvo on kesäisin 88 % ja kevättalvella 76 %. Pinnan läheisyydessä ei ole tapahtunut suurta muutosta vuosikymmenten aikana. (Ympäristötietojärjestelmä Hertta n.d., Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry 2016.)

Pohjanläheisen vesikerroksen happimittauksissa on enemmän vaihtelua. Kesällä suoritetuissa mittauksissa vuosina 1966–1980 hapen kyllästysaste oli hyvin alhainen, keskimäärin 15 %. 90-luvulle tultaessa tilanne koheni ja vuosien 1995 - 2016 keskiarvo onkin 48 %, happipitoisuuden keskiarvo samalta aikajaksolta on 5 mg/l. Loppupalvella tehdyissä mittauksissa hapen kyllästysaste pohjanläheisessä vesikerroksessa on ollut keskimäärin 22 % vuosina 1966–2012. Vaikka happea on ollut välillä vähän, se ei ole kuitenkaan päässyt kokonaan loppumaan. Talviaikaiset mittaustulokset on koottu kuvioon 4. (Ympäristötietojärjestelmä Hertta n.d., Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry 2016.)



Kuvio 4. Hiiliniemenselällä vuosina 1968–2012 mitatut talviaikaiset hapen kyllästysasteet pohjanläheisessä vesikerroksessa. Lukujen keskiarvo on 22 %. (Ympäristötietojärjestelmä Hertta n.d.)

Soukkajärvellä happipitoisuus on pysynyt niin ikään hyvällä tasolla. Hapen kyllästysaste on ollut keskimäärin 82,5 % yläpuolisessa ja 79,2 % alapuolisessa pisteessä. Turpoonjoen näytepisteellä kyllästysprosentti on ollut keskimäärin 76,7 %. Happipitoisuus vähenee alaspäin mentäessä. (Ympäristötietojärjestelmä Hertta n.d.)

Kesällä 2016 tehdyissä mittauksissa happipitoisuus oli hyvin samankaltainen kaikissa näytepisteissä. Ainoastaan Herttuanjärven alusveden näytteessä oli happipitoisuus hyvin alhainen, alle 1 %. (Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry 2016.)

4.2.2 Ravinnepitoisuus

Luonnontilaistenkaan vesistöjen vesi ei ole kemiallisesti täysin puhdasta, vaan se sisältää aina pieniä määriä maaperästä ja ilmasta liuenneita tai sekoittuneita aineita. Näistä aineista erityisiä ovat ravinteet, sillä ne vaikuttavat suoraan vesistön perustuotannon määrään. Vesistöihin tulee ravinteita luontaisesti maaperästä huuhtoutumalla. Ihmistoiminnan seurauksena vesistöjen ravinnepitoisuutta lisäävät jätevedet sekä hajakuormitus pelloilta ja metsistä. Ravinnekuormitusta tulee myös ilman kautta eli laskeumana. (Kettunen ym. 2008, 24.)

Suomen vesistöjen ravinnepitoisuudet ovat luonnostaan hyvin alhaisia. Kallio- ja maaperästä huuhtoutuu fosforia vain vähän, mutta savisilla alueilla fosforia huuhtoutuu enemmän. Ravinnepitoisuudet ilmaistaan käyttäen yksikköä $\mu\text{g}/\text{l}$. Järviveden fosforipitoisuus vaihtelee muutamasta mikrogrammasta yli sataan mikrogrammaan litrassa. Typpipitoisuus on yleensä 300–900 $\mu\text{g}/\text{l}$. (Kettunen ym. 2008, 24; Oravainen 1999, 17–19.)

Fosfori on vesistössä epäorgaanisina suoloina tai eloperäiseen ainekseen sitoutuneina orgaanisina yhdisteinä. Epäorgaanisessa muodossa oleva fos-

fori sitoutuu herkästi ferrirautaan ja pysyy pohjasedimentissä happitilan-teen ollessa hyvä. (Kettunen ym. 2008, 24.)

Vesistönäytteistä tutkitaan yleensä kokonaisfosforipitoisuus, mutta joskus on tarpeen selvittää myös fosfaattifosforin pitoisuus. Fosfaattifosfori on liuennta epäorgaanista fosforia, joka on levien pääasiassa käyttämä fosforiyhdiste. Tätä yhdistettä on kasvukaudella vain pieniä pitoisuuksia, sillä levät käyttävät sen hyödykseen. Talvikaudella fosfaattifosforin pitoisuus voi olla 5–50 µg/l. (Oravainen 1999, 17–19.)

Kokonaisfosforin perusteella voidaan luokitella järven rehevyystaso. Luokituksia on eri lähteistä riippuen monenlaisia. Taulukkoon 6 on koottu vertailun vuoksi erilaisia rehevyysluokituksia. Yleisluokitus on vanha, vesihallituksen aikainen luokittelu. Tuoreimmassa luokituksessa, sarakeotsikolla rehevöitymistaso, on erittäin alhaiset rajat lievästi rehevälle ja rehevälle luokalle. Kokemäenjoen vesiensuojeluyhdistyksen luokittelussa on huomioitu vesistön väri: ruskeavetisille järville on sallittu korkeampi fosforipitoisuus. (Oravainen 1999, 17; Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry, n.d.; Penttinen & Niinimäki 2010, 90.)

Taulukko 6. Järven rehevyyden määrittely päänäytteen avovesikauden keskimääräisen kokonaisfosforipitoisuuden perusteella. Luvut ovat pitoisuuksia µgP/l. (Oravainen 1999, 17; Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry, n.d.; Penttinen & Niinimäki 2010, 90.)

| | <i>Yleis- luokitus</i> | <i>Rehevyys- luokitus</i> | <i>Rehevyys KVVY</i> | <i>Rehevöi- tymistaso</i> |
|--|----------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| <i>Karu, erittäin niukkaravinteinen (ultraoligotrofinen)</i> | <12 | <10 | <12 <20* | <5 |
| <i>Lievästi rehevä, niukkaravinteinen (oligotrofinen)</i> | 12–30 | 10–20 | 12–30 20–40* | 5–15 |
| <i>Rehevä, keskiravinteinen (mesotrofinen)</i> | 30–50 | 20–50 | 30–50 40–80* | 15–50 |
| <i>Erittäin rehevä, runsasravinteinen (eutrofinen)</i> | 50–100 | 50–100 | 50–100 >80* | 50–150 |
| <i>Ylirehevä, erittäin runsasravinteinen (hypertrofinen)</i> | >100 | >100 | | >150 |

* alemmat luvut huomioidaan luokiteltaessa väriältään erittäin ruskeita vesiiä

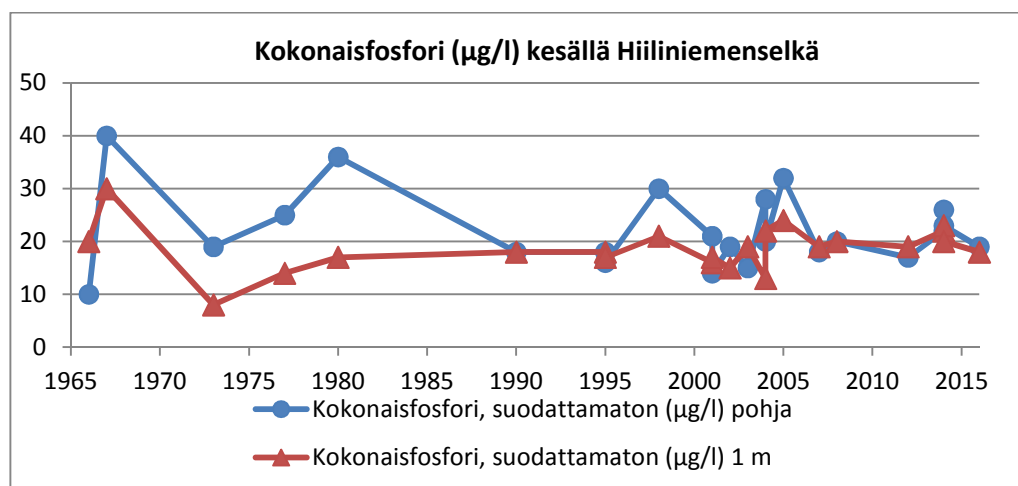
Vesistön rehevyystasoa voidaan arvioida myös klorofyllipitoisuuden perusteella. Pitoisuus kertoo lehtivihreällisten planktonlevien runsaudesta ja se on karuissa vesissä alle 4 µg/l, lievästi rehevissä 4–10 µg/l ja rehevissä vesissä yli 10 µg/l. Klorofylli-a:n pitoisuus mitataan kasvukaudella päänäytteenä. Mittauksia tulisi tehdä kesän aikana useampia, sillä levien määrä vaihtelee paljon sääoloista riippuen. (Oravainen 1999, 23.)

Vesistön ekologista tilaa määriteltäessä tutkitaan, millainen järvi olisi luonnontilaisena ja kuinka paljon ihmistoiminta on aiheuttanut muutosta eri osa-alueilla. Ekologisen tilan luokittelussa huomioidaan paljon muitakin muuttujia, mutta ravinnepitoisuudelle on asetettu myös rajat. Kokonaisfosforin lisäksi myös kokonaistyyppipitoisuudella on merkitystä. (SYKE 2010, 32–33.)

Typpi esiintyy vesissä orgaanisina yhdisteinä ja epäorgaanisina suoloina: nitraattina, nitriittinä ja ammoniumina. Typpisuolojen muoto riippuu vesistön happitilanteesta. Hapekkaissa oloissa typpisuolat ovat pääasiassa nitraatteina, kun taas hapettomissa olosuhteissa typpi esiintyy ammoniumina. Tyypeä liukenee veteen ilmasta samoin kuin happea. Ilmasta liuenneella typpikaasulla ei ole kuitenkaan juurikaan merkitystä järven ravinnetaloudessa. (Kettunen ym. 2008, 24–25.)

Veden väri vaikuttaa huomattavasti typpipitoisuuteen. Kirkkaissa luonnonvesissä tyypeä on 200–500 µg/l ja humusvesissä 400–800 µg/l. Erittäin ruskeiden vesien typpipitoisuus voi olla yli 1000 µg/l. (Oravainen 1999, 19.)

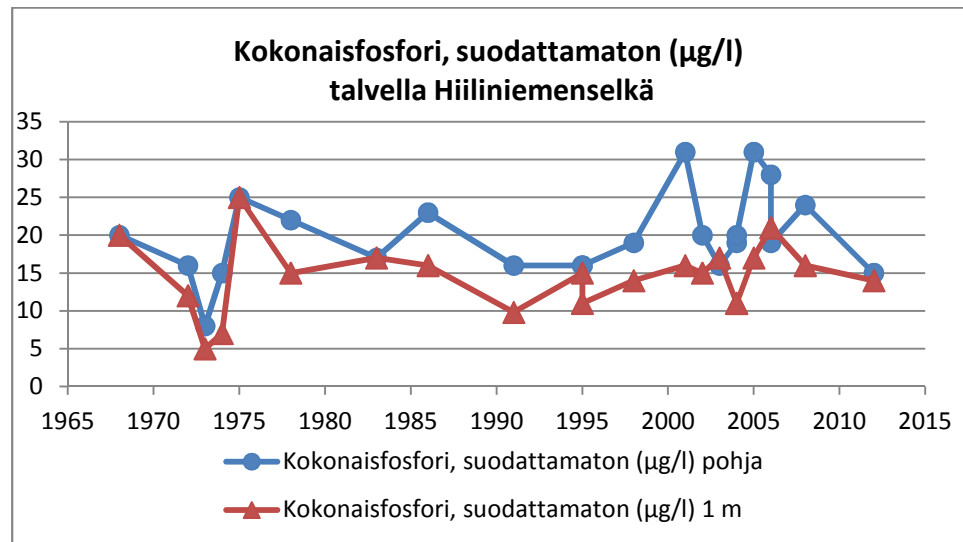
Liesjärven Hiiliniemenselällä mitatut kokonaisfosforipitoisuudet on koottu kuvioihin 5 ja 6. Kuvioista 5 nähdään, että kesäaikaiset pitoisuudet ovat pysyneet melko samankaltaisina, vaikka vuosina 1966–1980 vaihtelu on ollut suurempaa. Vuosien 1966–2016 mittaustulosten keskiarvot ovat 18,7 µg/l päällysvedessä ja 22,0 µg/l alusvedessä. Päällysveden avovesikauden keskimääräisen kokonaisfosforipitoisuuden perusteella vesi voidaan luokitella lievästi reheväksi. (Ympäristötietojärjestelmä Hertta n.d.; Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys 2016.)



Kuvio 5. Kesäkaudella mitatut kokonaisfosforipitoisuudet Hiiliniemenselällä vuosien 1966–2016 näytteissä. Pohjalta mitatut arvot on esitetty sinisillä pisteillä ja yhden metrin syvyydestä mitatut arvot punaisilla kolmioilla. (Ympäristötietojärjestelmä Hertta n.d.; Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys 2016)

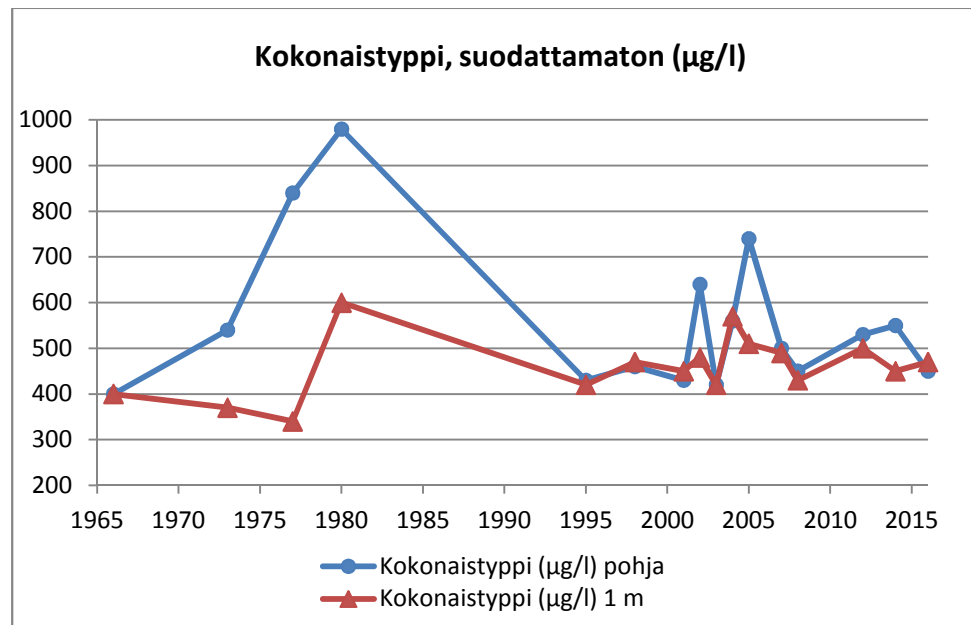
Talvikauden keskiarvot ovat alhaisempia kuin kesäaikana: 14,8 µg/l päällysvedessä ja 19,8 µg/l alusvedessä. Kuviossa 6 alusveden fosforipitoisuus

dessa on havaittavissa piikkejä vuosina 2001, 2005 ja 2006. (Ympäristötietojärjestelmä Hertta n.d..)



Kuvio 6. Talviaikaiset kokonaisfosforipitoisuudet Hiiliniemenselällä vuosien 1968–2012 näytteissä. Pohjalta mitatut arvot on esitetty sinisillä pisteillä ja yhden metrin syvyydestä mitatut arvot punaisilla kolmioilla. (Ympäristötietojärjestelmä Hertta n.d..)

Hiiliniemenselällä kesäkaudella vuosina 1966–2016 mitatut kokonaistyyppipitoisuudet näkyvät kuviossa 7. Vuosina 1977 ja 1980 pohjanläheisestä vesikerroksesta otetuissa näytteissä tyyppipitoisuus on ollut poikkeuksellisen korkea. Vuonna 1980 myös kokonaisfosforin pitoisuus oli normaalia korkeampi. Ajankohta sopii yhteen Närhen (2004) opinnäytetyössään mainitsemien suo-ojitusten kanssa.



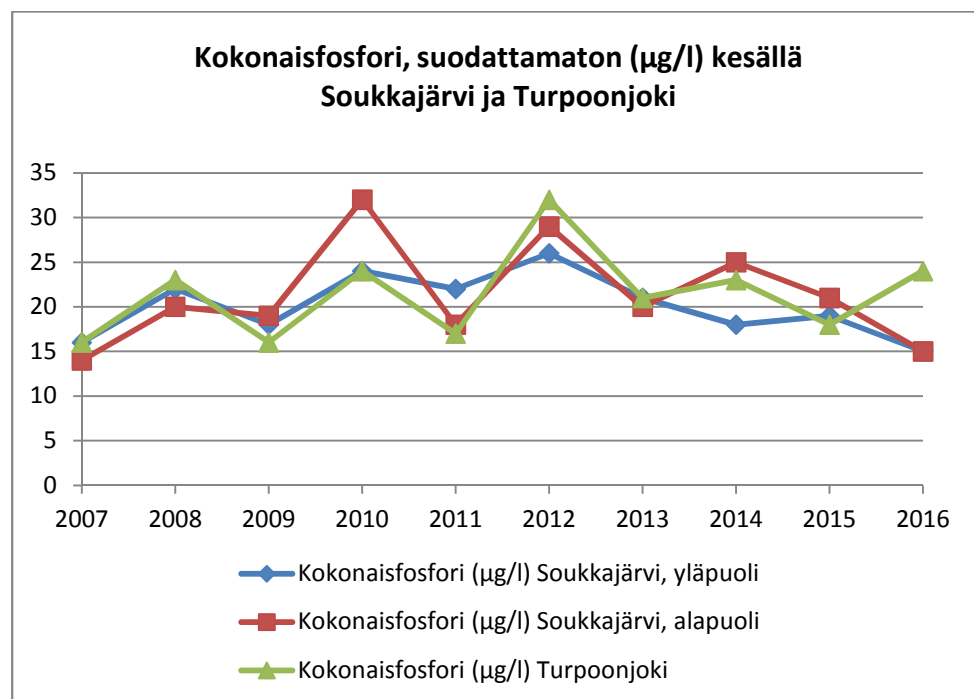
Kuvio 7. Kesäkauden kokonaistyyppipitoisuudet Hiiliniemenselällä vuosien 1966–2016 näytteissä. Pohjalta mitatut arvot on esitetty sinisillä pisteillä ja yhden metrin syvyydestä mitatut arvot punaisilla kolmioilla. (Ympäristötietojärjestelmä Hertta n.d.; Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys 2016)

Päällysveden kokonaistyyppipitoisuuden keskiarvo on 465 µg/l, joka on humusvesille tyypillinen. Pitoisuus on pysynyt melko tasaisena viimeiset 20 vuotta. (Ympäristöjärjestelmä Hertta n.d.)

Seuraavat kaksi kuviota liittyvät Metsäkoulun jätevedenpuhdistamon vesistö tarkkailuun. Soukkajärven pisteiltä löytyi tutkimusaineistoa vuodesta 2007 alkaen. Turpoonjoelta oli otettu muutama näyte aikaisemmin, mutta niistä tuorein oli vuodelta 1980, joten niitä ei otettu mukaan kaavioon. (Ympäristötietopalvelu Hertta n.d.)

Kuvio 8 esittää kokonaisfosforin pitoisuutta kesäkaudella Soukkajärven näytepisteillä ja Turpoonjoen näytepisteellä. Kaikkien kolmen pisteen pitoisuudet noudattavat samaa suuntaa. Ainoastaan kesän 2016 Turpoonjoen pisteessä mitattu fosforipitoisuus oli korkeampi kuin Soukkajärvellä mitatut pitoisuudet. Ravinnepitoisuuksissa on piikit vuosina 2010 ja 2012. (Ympäristötietopalvelu Hertta n.d.)

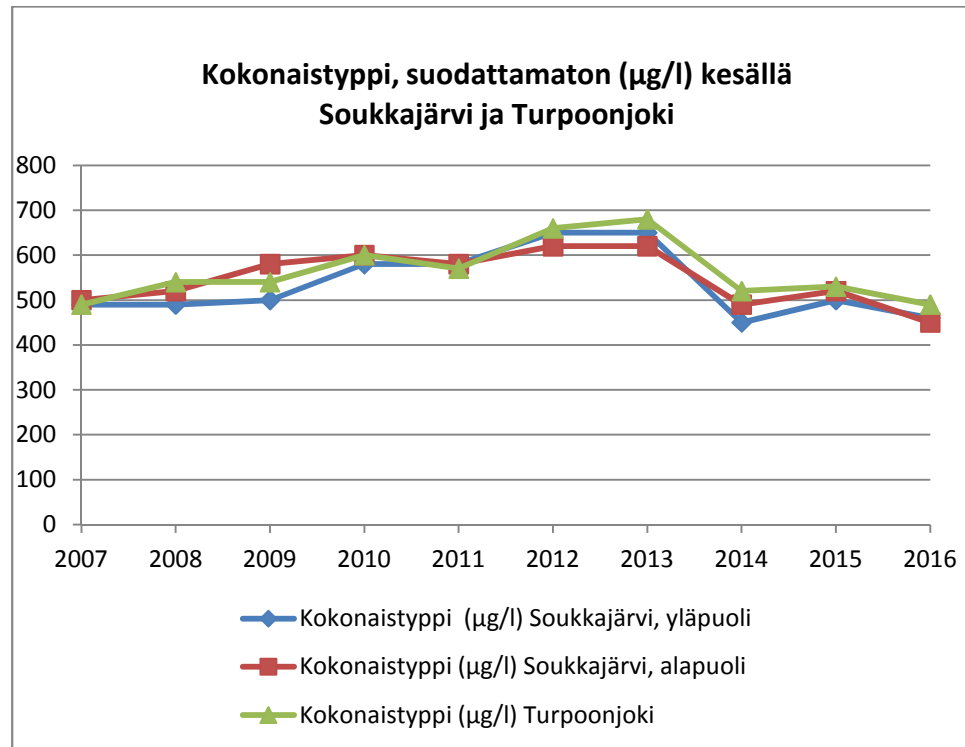
Kesäkauden fosforipitoisuuksien keskiarvot ovat Soukkajärvi yläpuoli 20,1 µg/l, Soukkajärvi alapuoli 21,3 µg/l ja Turpoonjoki 21,4 µg/l. Yli 20 µg/l fosforipitoisuus tarkoittaa veden olevan keskiravinteista eli rehevää. (Ympäristötietopalvelu Hertta n.d.)



Kuvio 8. Kesäkaudella Soukkajärven kahdesta näytepisteestä ja Turpoonjoen näytepisteestä otettujen näytteiden kokonaisfosforipitoisuudet vuosina 2007–2016. (Ympäristötietojärjestelmä Hertta n.d.)

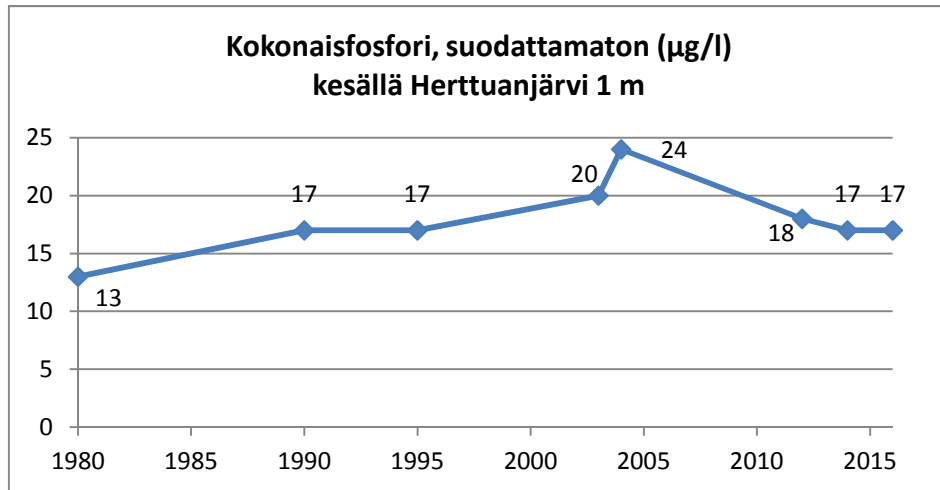
Kuviossa 9 on kesällä mitatut kokonaistyyppipitoisuudet Soukkajärven ja Turpoonjoen näytepisteillä. Pisteitä yhdistävät murtoviivat ovat lähes identtiset ja hyvin lähekkäin toisiaan. Tyyppipitoisuus on siis lähes sama näillä kolmella pisteellä. (Ympäristötietopalvelu Hertta n.d.)

Kesänajan typpipitoisuuksien keskiarvot ovat Soukkajärvi yläpuoli 535 $\mu\text{g/l}$, Soukkajärvi alapuoli 548 $\mu\text{g/l}$ ja Turpoonjoki 562 $\mu\text{g/l}$. Typpipitoisuus kasvaa mentäessä alaspäin vesistössä. Verrattuna Hiiliniemenselän kesäajan alusveden keskiarvoon, joka on 557,5 $\mu\text{g/l}$, typpipitoisuudet ovat samaa luokkaa. Soukkajärven ja Turpoonjoen näytepisteet eivät ole kovin syviä, joten tulokset ovat rinnastettavissa sekä alusveteen että päällysveteen. Näytteet on otettu yhden metrin syvyydestä. (Ympäristötietopalvelu Hertta n.d.)



Kuvio 9. Kesäkaudella Soukkajärven kahdesta näytepisteestä ja Turpoonjoen näytepisteestä otettujen näytteiden kokonaistyyppipitoisuudet vuosina 2007–2016. (Ympäristötietojärjestelmä Hertta n.d.)

Herttuanjärven kesäkauden mittaustulokset päällysveden kokonaisfosforipitoisuuksista näkyvät kuviossa 10. Pitoisuudet ovat olleet koholla 2000-luvun alkupuoliskolla, mutta ovat palautuneet aiemmalle tasolle. Kokonaisfosforin keskiarvo on 17,9 $\mu\text{g/l}$, joten Herttuanjärvi voidaan luokitella tämän perusteella lievästi reheväksi. (Ympäristötietojärjestelmä Hertta n.d.)



Kuvio 10. Päälyysveden kokonaisfosforipitoisuus Herttuanjärven näytepisteellä kesällä otetuissa näytteissä vuosina 1980–2016. (Ympäristötietojärjestelmä Hertta n.d.; Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry 2016)

Mustijoelta on mitattu ravinnepitoisuudet vuosina 1991, 1993, 2003 ja 2016. Kokonaisfosforipitoisuus on ollut keskimäärin 28,5 ja kokonaistypipitoisuus noin 940. (Ympäristötietojärjestelmä Hertta n.d.)

4.2.3 Happamuus ja alkaliniteetti

Veden happamuutta eli pH:ta ja alkaliniteettipitoisuutta seuraamalla voidaan havaita järvessä tapahtuva happamoituminen. Suomalainen järvivesi on lievästi hapanta johtuen luontaisesta humuskuormituksesta, pH-arvo vesistöissämme on yleensä 6,5–6,8. Vesieliöt ovat sopeutuneet elämään pH-alueella 6,0–8,0. Tätä alhaisemmat ja korkeammat pH-arvot ovat eliöstölle haitallisia. (Oravainen 1999, 12.)

Veden pH-arvo voi nousta korkeaksi voimakkaan yhteyttämisen seurauksena, esimerkiksi sinileväkukintojen aikana. Järven puskurisysteemi häiriintyy, koska levät käyttävät vedestä kaiken hiilidioksidin ja bikarbonaatin. Voimakas leväkukinta voi saada pH:n kohoamaan jopa arvoihin 8–10. (Oravainen 1999, 12.)

Veden pH-arvo määritetään pH-mittarilla. Laboratoriossa pH-arvo mitataan 25 asteen lämpötilassa, joten näytteet lämmitetään tähän lämpötilaan lämpöhauteessa. Kenttämittareilla määrittäminen onnistuu suoraan vesistössä.

Liesjärven Hiiliniemenselällä pH on pysynyt hyvin samankaltaisena kaikissa mittauksissa. Koko vesipatsaassa mitattujen pH-arvojen keskiarvo on 6,3. Kyynärällä tehdyissä mittauksissa pH:n keskiarvo on niin ikään 6,3.

Soukkajärvellä pH:n keskiarvot ovat molemmissa pisteissä 6,5. Turpoonjoen näytepisteessä pH on ollut keskimäärin 6,4. Mustijoesta pH on mitattu neljä kertaa aikavälillä 1991–2016. pH:n keskiarvo on 6,2.

Kauhaojasta tulevan veden pH oli kesän 2016 mittauksessa 6,4 ja Rasiinajan 6,8 (Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry 2016). Mittauspisteille ei ole vertailuaineistoa.

Alkaliniteetti tarkoittaa veden puskurikykyä happoja vastaan. Sen mittayksikkö on mmol/l. Puskurikyky on hyvä alkaliniteetin ollessa suurempi kuin 0,2 mmol/l. Jos pitoisuus on alle 0,05 mmol/l, on vesistö vaarassa happamoitua. (Oravainen 1999, 13–14.)

Liesjärven Hiiliniemenselältä mitattujen alkaliniteettiarvojen keskiarvo on 0,12 mmol/l. Alkaliniteetti on pysynyt samankaltaisena kaikissa mittauksissa. Kyynärällä on mitattu alkaliniteettiarvo neljä kertaa vuosina 1973–1987. Mittausten keskiarvo on 0,09 mmol/l. Turpoonjoesta on mitattu alkaliniteetti kolmena vuotena. Tulosten keskiarvo on 0,11 mmol/l. Herttuanjärven alkaliniteetti on keskimäärin 0,12 mmol/l. (Ympäristötietojärjestelmä Hertta n.d.)

Alkaliniteettiarvojen perusteella Liesjärven puskurikyky on tyydyttävä. Kyynärästä tulevan veden puskurikyky on tulosten perusteella välttävä, mutta tutkimustieto ei ole ajantasaista.

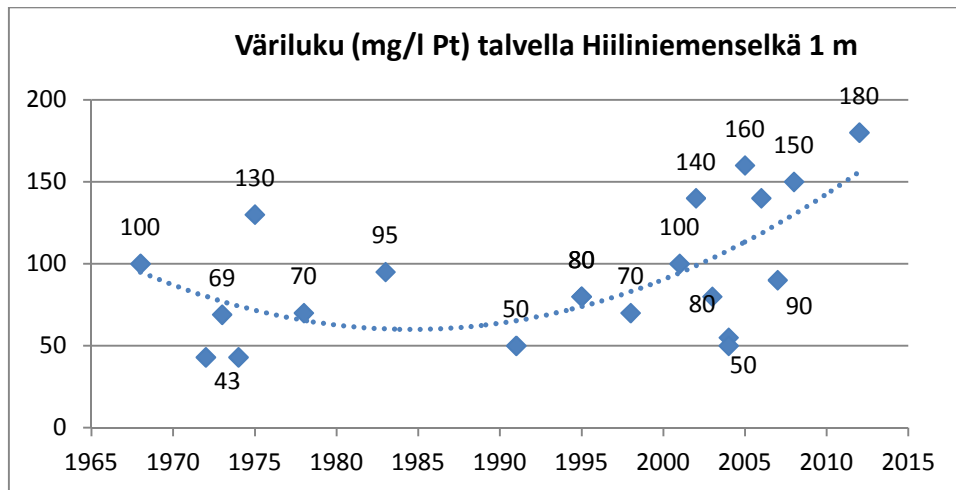
4.2.4 Väriluku, sameus ja näkösyvyys

Kun valuma-alueella on paljon soita, on vesi väriltään ruskeaa. Veden väri muodostuukin pääasiassa humuspitoisuudesta. Korkea rautapitoisuus voi myös lisätä veden väriä varsinkin alusvedessä. Soiden valumavesissä on yleensä molempia, humusta ja rautaa. Humusaineet ovat happamia orgaanisia yhdisteitä, jotka sisältävät runsaasti hiiltä sekä jonkin verran typpeä. (Mitikka 2013, 1.)

Väriluku ilmoitetaan käyttäen yksikköä mg Pt/l. Kirkkaissa vesissä väriarvo on 5–15 ja lievästi humuspitoisissa 20–40 mg Pt/l. Väriluku 50–100 mg Pt/l kertoo jo selvästi humuspitoisuudesta. Suovesien väriluku voi olla jopa 200 mg Pt/l. Tällainen vesi on jo silmin nähden ruskeaa. (Oravainen 1999, 14.)

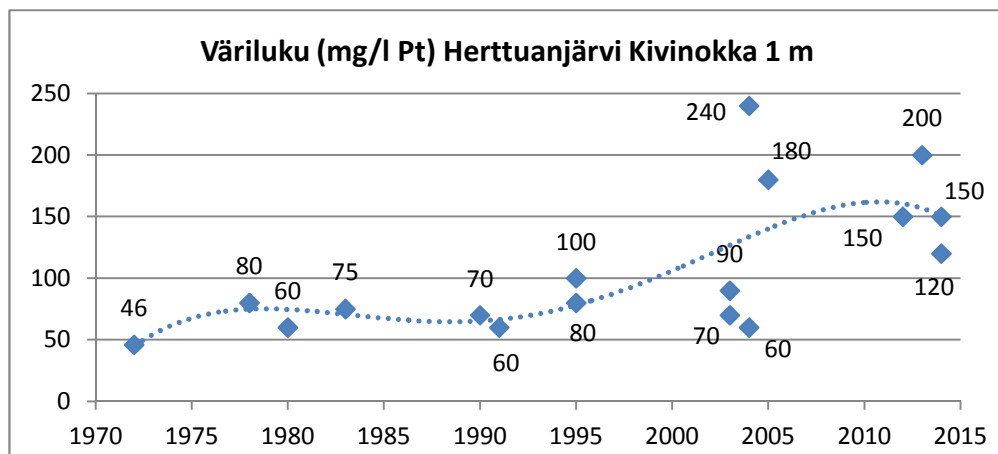
Pintavesien ekologista luokitusta varten järvet on tyypitelty maantieteellisen sijainnin, valuma-alueen maaperän, vesistön koon ja syvyyden sekä viipymän mukaan. Tyypittelyn avulla kullekin vesistölle voidaan asettaa tavoitteet ja luokkarajat sen luontaisten ominaisuuksien mukaan. Tässä yhteydessä järvivesi on jaoteltu humuspitoisuuden mukaan kolmeen ryhmään. Järvi on vähähumuksinen väriluvun ollessa alle 30 mg Pt/l, humuspitoinen värialueella 30–90 mg Pt/l ja runsashumuksinen väriluvun ylittäessä 90 mg Pt/l. (Pilke 2012, 3, 16.)

Kesällä 2016 tehdyissä vedenlaatumittauksissa ei määritetty värilukua. Hiiliniemenselällä vuosina 1966–2014 päällysvedestä talvikaudella mitatut väriluvut on koottu kuvioon 11. Värilukujen keskiarvo on 94 mg Pt/l. Vaihtelu on melko suurta keskihajonnan ollessa 41. (Ympäristötietojärjestelmä Hertta n.d.)



Kuvio 11. Liesjärven Hiiliniemenselällä vuosina 1966–2014 talvikaudella yhden metrin syvyydestä mitatut väriluvut. Väriluvun trendi on nouseva. (Ympäristötietojärjestelmä Hertta n.d.)

Herttuanjärven mittauspisteessä vuosina 1972–2014 päällysvedestä mitattujen värilukujen keskiarvo on 108 mg Pt/l. Kuten kuviosta 12 nähdään, värissä on tapahtunut selkeä muutos vuoden 2004 kesällä: vuosien 1972–2003 keskiarvo on 73 mg Pt/l, mutta vuosien 2004–2014 keskiarvo on 157 mg Pt/l. (Ympäristötietojärjestelmä Hertta n.d.)

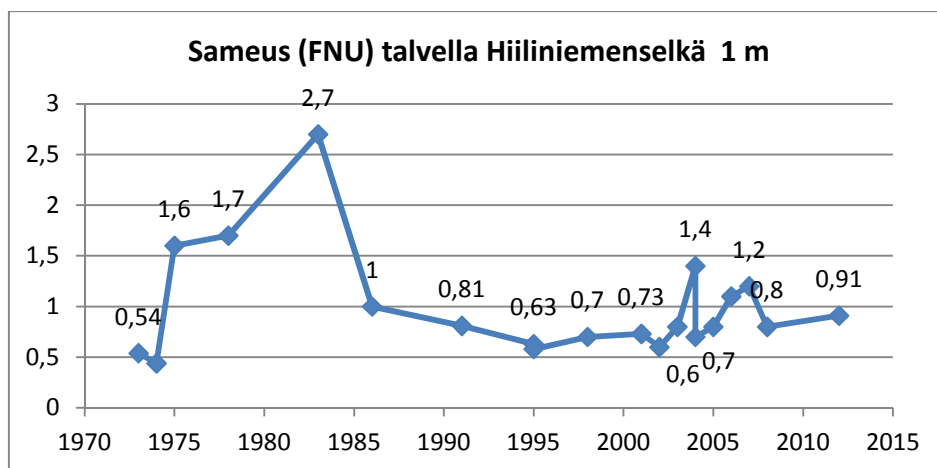


Kuvio 12. Herttuanjärven väri (mg Pt/l) yhden metrin syvyydessä vuosien 1972–2014 mittauksissa. (Ympäristötietojärjestelmä Hertta n.d.)

Sameudella tarkoitetaan vedessä olevien partikkelien aiheuttamaa läpinäkyvyyden heikkenemistä. Savimineraalit, kasviplankton, kuollut orgaaninen aines, rauta ja kolloidiset yhdisteet aiheuttavat veden samentumista. Sameusarvot ovat korkeimmillaan loppukesällä johtuen levien aiheuttamasta samennuksesta. Kun halutaan tutkia vesistön valuma-alueen ominaisuuksista johtuvaa sameutta, otetaan huomioon talviaikaiset havainnot. Näin voidaan varmistua, ettei sameus aiheudu levämassasta. (Mitikka 2013, 2.)

Sameuden mittayksikkö on FNU (Formazin Nephelometric Units). Se määritetään laboratoriossa nefelometri-nimisellä laitteella, joka mittaa veden optista ominaisuutta, valon sirontaa. (Mitikka 2013, 2.)

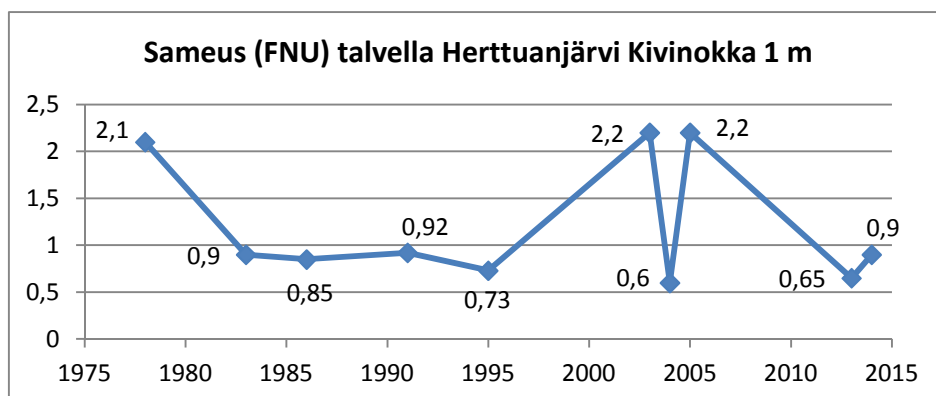
Kirkkaan veden sameusarvo on alle 1 FNU. Sameuden ollessa välillä 1–5 FNU vesi on lievästi sameaa, mutta ihmissilmällä havainnoituna se näyttää vielä kirkkaalta. Jokivesi on yleensä selvästi sameampaa kuin järvivesi, koska jatkuvasti virtaavassa vedessä eroosio on voimakasta. Kevättulvan aikaan jokiveden sameus voi olla jopa 100 FNU. (Oravainen 1999, 8.)



Kuvio 13. Talvikaudella päällysvedestä mitatut sameusarvot Liesjärven Hiiliniemenselkällä vuosina 1973–2012. (Ympäristötietojärjestelmä Hertta n.d.)

Liesjärven vesi on kirkkaan ja lievästi samean välimaastossa. Talviaikaisien mittausten keskiarvo päällysvedestä on 1,0 FNU. Kuviossa 13 nähdään sameuden pysyneen hyvin samankaltaisena koko mittaushistorian ajan lukuun ottamatta muutamaa korkeampaa mittaustulosta.

Herttuanjärven sameudessa on ollut jonkin verran vaihtelua. Talviaikana yhden metrin syvyydestä mitatut sameusarvot löytyvät kuviosta 4. Tulosten keskiarvo on 1,2 FNU eli vesi on lievästi sameaa.



Kuvio 14. Herttuanjärven näytepisteellä talvikaudella mitatut sameusarvot vuosina 1978–2014. (Ympäristötietojärjestelmä Hertta n.d.)

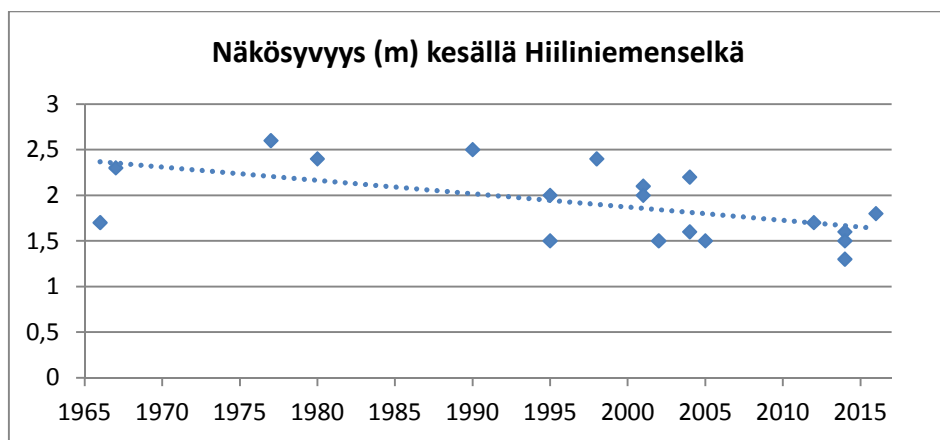
Näkösyvyyden perusteella voidaan päätellä yhteyttävän kerroksen paksuus eli kuinka syvälle auringon valo yltää. Näkösyvyys mitataan laskemalla

mitta-asteikolla varustetun narun tai varren päähän kiinnitetty valkolevy pinnan alle ja mittaamalla se syvyys, jossa levy on vielä havaittavissa. Näkösyvyys mitataan silmämääräisesti, joten mittaustulos voi vaihdella mitaajasta riippuen. (Kettunen ym. 2008, 47.)

Karuissa järvissä näkösyvyys voi olla yli 10 metriä, sameissa tai erittäin ruskeavetisissä järvissä alle metrin. Vesistöjen laadullisen yleisluokituksen erinomaisessa luokassa näkösyvyys on yli 2,5 metriä ja hyvässä luokassa 1–2,5 metriä. (Mitikka 2013, 3.)

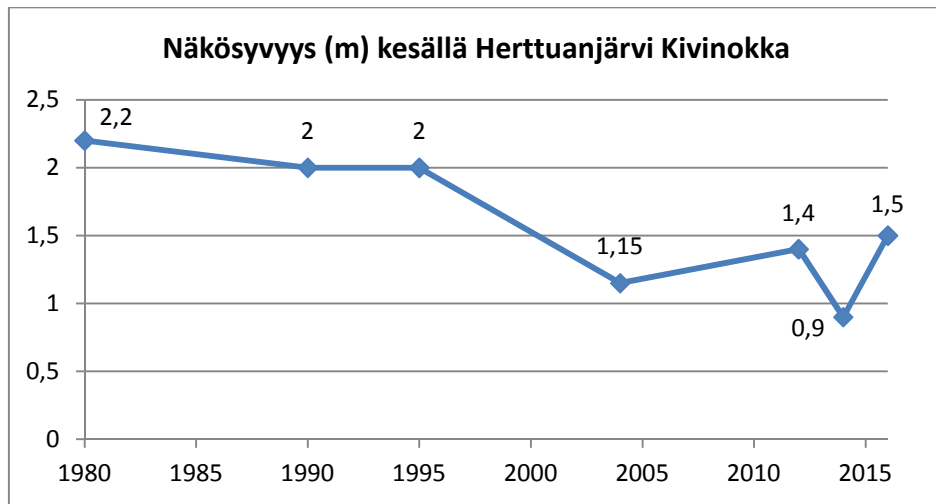
Näkösyvyyteen vaikuttavat veden humuspitoisuus ja sameus, joka voi aiheutua savipartikkeleista tai eloperäisestä aineesta kuten levistä. Myös vuodenaika, vuorokaudenaika ja säätila vaikuttavat mittaustulokseen. Näkösyvyys on alhaisimmillaan rankkasateiden ja sulamisvesien aiheuttamien sameiden valumavesien ja runsaan levätuotannon aikana. Valuma-alueella tapahtuva maanmuokkaus kuten ojitus voi myös aiheuttaa näkösyvyyden tilapäistä heikkenemistä. (Mitikka 2013, 3.)

Liesjärven Hiiliniemenselällä näkösyvyys on mitattu aina näytteenoton yhteydessä. Kesällä 2016 näkösyvyudeksi mitattiin 1,8 metriä ja se vastaa hyvin kasvukauden (kesä–elokuu) näkösyvyyksien vuosien 1966–2016 keskiarvoa, joka on 1,9 metriä. Kuviosta 15 huomataan, että näkösyvyyden trendi on loivasti laskeva. (Ympäristötietojärjestelmä Hertta n.d., Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry 2016.)



Kuvio 15. Hiiliniemenselällä kesäaikaan mitatut näkösyvyudet vuosina 1966–2016 (Ympäristötietojärjestelmä Hertta n.d., Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry 2016.)

Herttuanjärvellä mitatut näkösyvyudet on koottu kuvioon 16. Näkösyvyys on ollut keskimäärin 1,6 metriä. Myös Herttuanjärvellä näkösyvyys on pienentynyt 2000-luvulle tultaessa.



Kuvio 16. Herttuanjärven näytesteellä kesällä mitatut näkösyyvydet vuosina 1980–2016. (Ympäristötietojärjestelmä Herta n.d. & kvvy)

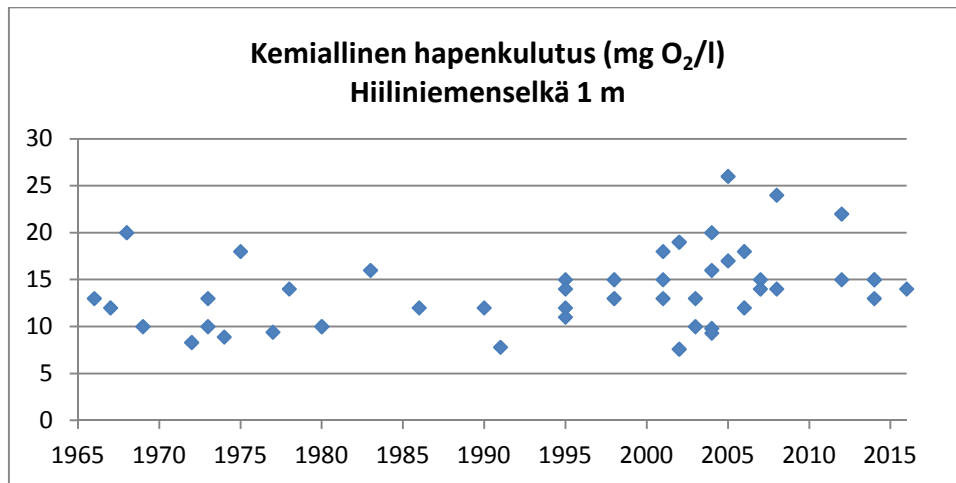
4.2.5 Kemiallinen hapenkulutus ja sähkönjohtavuus

Kemiallinen hapenkulutus kuvaa vedessä olevan kemiallisesti hapettuvan orgaanisen aineksen määrää. Kemiallisesta hapenkulutuksesta käytetään lyhennettä COD ja sen perään liitetään hapettimena käytettävän aineen lyhenne. Vesistömittauksissa hapettimena käytetään permanganaatti-ioniota (MnO_4^-), jolloin lyhenne on kokonaisuudessaan COD_{Mn} . Jätevesianalyyseissä hapettimena käytetään dikromaattia ja lyhenteenä on COD_{Cr} . Näitä arvoja ei voi verrata keskenään. (Oravainen 1999, 15.)

Kemiallinen hapenkulutus COD_{Mn} määritetään standardin SFS 3036 mukaisesti. Hapenkulutus ilmoitetaan käyttäen yksikköä $\text{mg O}_2/\text{l}$. Tämä tarkoittaa sitä happimäärää, joka kuluu yhdessä litrassa näytettä olevan orgaanisen aineen hapettamiseen.

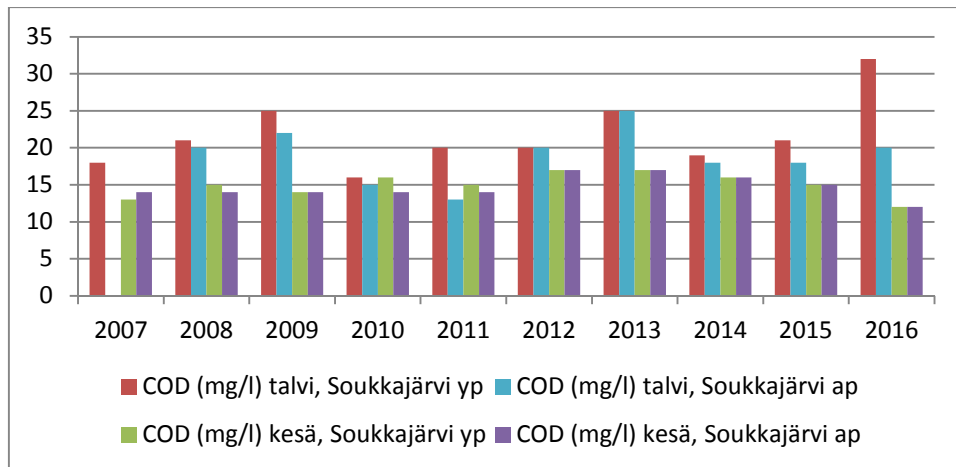
Veden sisältämä humus hapettuu osittain COD_{Mn} -määrityksessä nostoen mittaustulosta, mutta korkeita COD_{Mn} -arvoja voivat aiheuttaa myös jätevedet ja karjanlanta. Värittömän veden COD_{Mn} -arvo on 4–10 ja humusveden 10–20 $\text{mg O}_2/\text{l}$. (Keränen ym. 2014, 5.)

Liesjärven Hiiliniemenselällä yhden metrin syvyydestä vuosina 1966–2016 otettujen näytteiden kemiallisen hapenkulutuksen keskiarvo on 14 $\text{mg O}_2/\text{l}$, vaihteluväli 7,6...26 ja keskihajonta 4,1. Kuvioon 17 koottujen tulosten perusteella nähdään hapenkulutuksen pysyneen pääpiirteittäin samana.



Kuvio 17. Kemiallinen hapenkulutus yhden metrin syvyydestä mitattuna Hiiliniemenselkällä vuosina 1966–2016. (Ympäristötietojärjestelmä Hertta n.d.)

Soukkajärven näytepisteiden kemiallista hapenkulutusta vertaillaan kuviossa 18. Yleisesti ottaen talviaikaiset COD_{Mn}-arvot ovat suurempia kuin kesällä mitatut. Lisäksi yläpuolisessa pisteessä olevat talviaikaiset arvot ovat kaikkein suurimpia. Kemiallisen hapenkulutuksen koko vuoden keskiarvot ovat Soukkajärvi yläpuoli 18,4 mg O₂/l ja alapuoli 16,9 mg O₂/l. Myös Turpoonjoen näytepisteessä COD_{Mn}-arvo on keskimäärin 16,9 mg O₂/l.



Kuvio 18. Soukkajärven kemiallisen hapenkulutuksen vertailua pylväskaaviona. Yp tarkoittaa yläpuolista mittauspistettä ja ap alapuolista mittauspistettä. (Ympäristötietojärjestelmä Hertta n.d.)

Mustijoella on mitattu kemiallinen hapenkulutus kahtena vuonna. 2003 COD_{Mn} oli 27,83 mg O₂/l ja 2016 45 mg O₂/l. Herttuanjärven keskimääräinen kemiallinen hapenkulutus koko vesipatsaassa on 19,2 mg O₂/l. Kauhajoen kemiallinen hapenkulutus oli kesän 2016 mittauksessa 22 mg O₂/l ja Rasinojan 18 mg O₂/l.

Sähkönjohtavuudella mitataan veteen liuenneiden suolojen yhteispitoisuutta. Koska puhdas vesi ei johda sähköä, suuri sähkönjohtavuusarvo merkitsee korkeaa suolapitoisuutta. Järvissä sähkönjohtavuus kasvaa, var-

sinkin talvisin, siirryttäessä pinnalta pohjaan päin, koska pohjalle kertyvä orgaaninen aines vapauttaa hajotessaan suoloja. Sähkönjohtavuuden avulla voidaankin päätellä jätevesien kulkeutumista ja kertymistä syvänteen alusveteen. (Oravainen 1999, 10–11.)

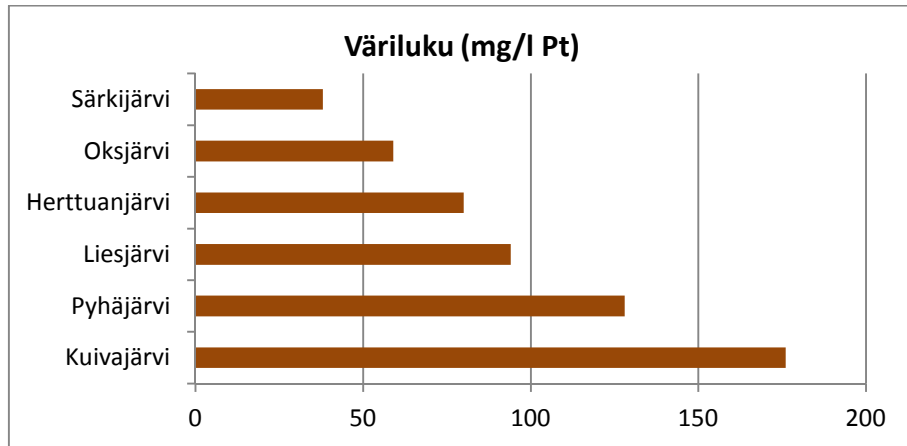
Sähkönjohtavuus mitataan elektronisella laitteella. Tulos ilmoitetaan yksiköllä mS/m eli millisiemensia metriä kohti. Suomen vesistöt ovat luonnostaan vähäsuolaisia ja järiveden sähkönjohtavuus on yleensä välillä 5–10 mS/m. Jokivesien sähkönjohtavuus on hieman korkeampi, 10–20 mS/m. Jätevesien lisäksi peltojen lannoittaminen lisää veteen liuenneiden suolojen määrää. (Oravainen 1999, 10–11.)

Liesjärven Hiiliniemenselällä yhden metrin syvyydestä mitattuna sähkönjohtavuus on keskimäärin 5,4 mS/m. Soukkajärven alapuolen ja Turpoonjoen näytepisteissä sähkönjohtavuus on keskimäärin 5,2 mS/m ja Soukkajärven yläpuolen pisteessä 5,3 mS/m. Herttuanjärvellä sähkönjohtavuus on keskimäärin 5,4 mS/m mitattuna yhden metrin syvyydestä.

5 LIESJÄRVI VERRATTUNA TAMMELAN JÄRVIIN

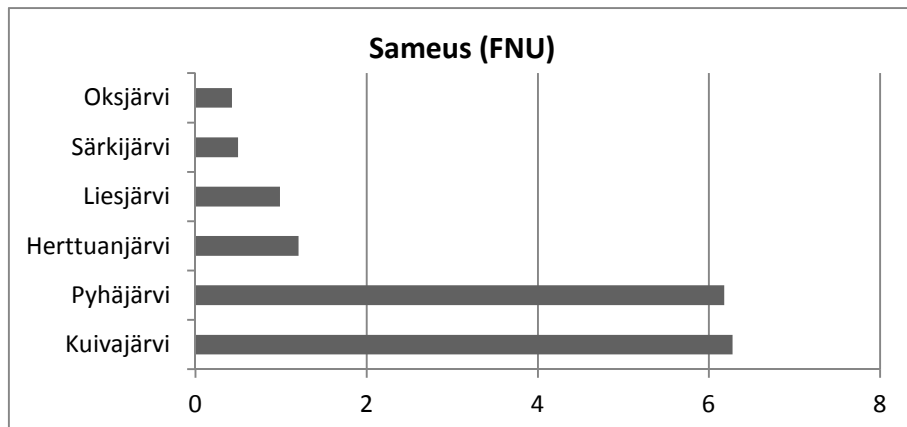
Sari Mitikan (2013) järvien vedenlaadusta tekemän vertailun innoittamana seuraavaksi vertaillaan Tammelan järviä. Vertailuun valittiin Liesjärven lisäksi Herttuanjärvi, Kuivajärvi, Oksjärvi, Pyhäjärvi ja Särkijärvi. Vedenlaatukriteereiksi valittiin väriluku, sameus, näkösyvyys, kokonaisfosfori ja kokonaistyyppi.

Kuviossa 19 vertaillaan talviaikaan päällysvedestä mitattua värilukua. Särkijärvi on vähiten ruskea ja Kuivajärvi kaikkein tummavetisin.



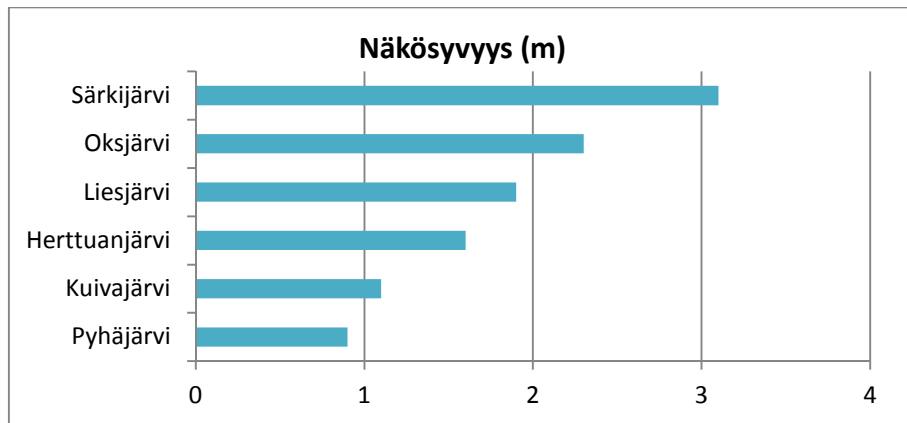
Kuvio 19. Värilukujen keskiarvo talvella yhden metrin syvyydestä mitattuna (Ympäristötietojärjestelmä Hertta n.d.)

Järvien päällysveden talviaikaista sameutta vertaillaan kuviossa 20. Oksjärvi ja Särkijärvi ovat selkeästi kirkasvetisiä alle 1 FNU tuloksillaan. Pyhäjärven ja Kuivajärven tuloksissa näkyy valuma-alueen maaperästä aiheutuva savisamennus.



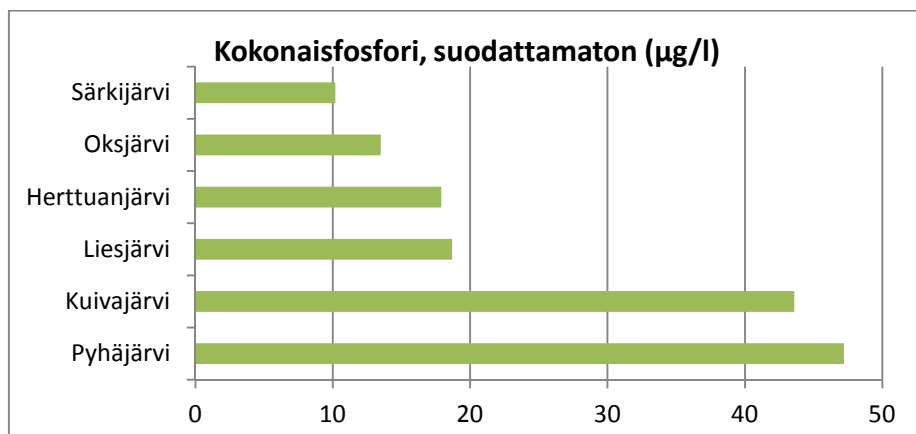
Kuvio 20. Sameuden keskiarvo talvella yhden metrin syvyydestä mitattuna (Ympäristötietojärjestelmä Hertta n.d.)

Kesäaikaan mitattujen näkösyvyyksien keskiarvoja vertaillaan kuviossa 21. Särkijärvi on kirkasvetisin yli kolmen metrin näkösyvyydellään. Oksjärvellä, Liesjärvellä ja Herttuanjärvellä näkösyvyys on hyvä.

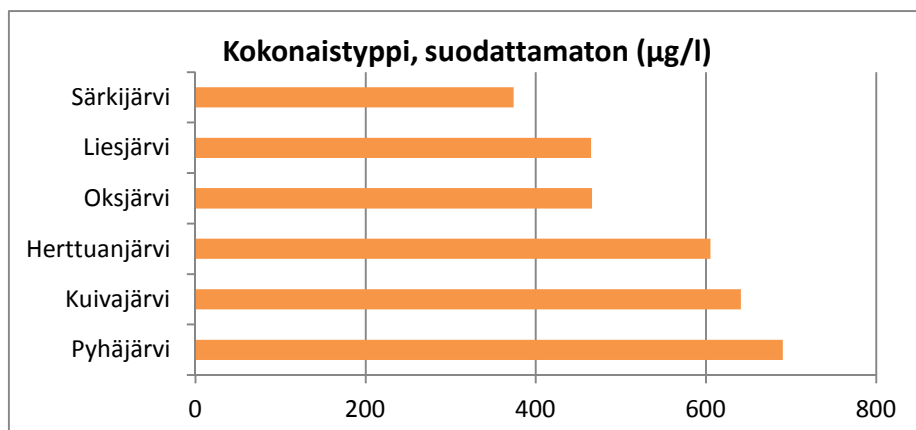


Kuvio 21. Kesällä mitattu keskimääräinen näkösyyvyys (Ympäristötietojärjestelmä Hertta n.d.)

Järvien päällysveden kesällä mitattuja ravinnepitoisuuksia vertaillaan kuvioissa 22 ja 23. Kokonaisfosforin osalta Kuivajärvi ja Pyhäjärvi ovat selvästi rehevämpiä kuin vertailun muut järvet. Kokonaistypen suhteen myös Herttuanjärvi kuuluu rehevään joukkoon Kuiva- ja Pyhäjärven kanssa.



Kuvio 22. Kesällä yhden metrin syvyydestä mitatun kokonaisfosforin keskiarvo (Ympäristötietojärjestelmä Hertta n.d.)



Kuvio 23. Kesällä yhden metrin syvyydestä mitatun kokonaistypen keskiarvo (Ympäristötietojärjestelmä Hertta n.d.)

6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Liesjärven vedenlaadusta on saatavana hyvin historiatietoa. Näytteitä on otettu 1–2 kertaa vuodessa melko säännöllisesti. Joidenkin vedenlaadun muuttujien osalta näytteitä tulisi ottaa useammin, jotta tulos olisi luotettava. Tutkimusaineisto on joka tapauksessa kattava.

Liesjärven valuma-alueesta valtaosa on metsää. Järven rannalla on runsaasti asutusta ja vapaa-ajan asuntoja, mitkä aiheuttavat kuormitusta. Osa kiinteistöistä on liittynyt viemäriverkostoon, mutta suuri osa jätevesistä käsitellään edelleen kiinteistöillä. Jätevesikuormitus on vähentynyt, sillä Eerikkilän urheiluopiston ja Stena Recycling Oy:n tuotantolaitoksen jätevedet eivät enää kuormita Liesjärveä.

Valuma-alueella on vain vähän maataloutta. Metsätaloudesta aiheutuu jonkin verran kuormitusta. Viime vuosina hakkuut ovat keskittyneet suppealle alueelle Liesjärven pohjoispuolella. Uutena toimijana alueelle on tullut Rinnansuon turvetuotantoalue, joka on perustettu jo aiemmin ojitetulle suolle.

Liesjärven vesi on lievästi rehevää, humuspitoista ja hieman hapanta. Liesjärvellä ei ole tavattu happikatoa, vedessä riittää happea vaikka keväthalven mittauksissa happipitoisuudet ovatkin alhaisia. Ravinnepitoisuudet ja kemiallinen hapenkulutus ovat pysyneet samalla tasolla pitkään. Sen sijaan veden humuspitoisuutta kuvaava väriarvo on noussut viimeisen 15 vuoden aikana. Myös veden sameus on hieman lisääntynyt.

Rinnansuon turvetuotannon vaikutuksia ei vielä voi todentaa vedenlaadussa. Soukkajärven yläosassa on mitattu talvisin korkeita COD_{Mn}-arvoja, mutta niitä on mitattu myös ennen turvetuotannon käynnistämistä.

6.1 Johtopäätökset Liesjärven nykytilasta

Ravinnepitoisuutensa perusteella Liesjärvi on lievästi rehevä ja Soukkajärven puolelta rehevä. Soukkajärven kokonaisfosforipitoisuuden keskiarvo on vain hieman yli 20 µg/l, mikä on raja lievästi rehevän ja rehevän luokan välillä.

Soukkajärvellä ravinnepitoisuudet kasvavat lievästi ja toisaalta happipitoisuus hieman vähenee edettäessä Liesjärveltä Turpoonjoen suuntaan. Erot ovat kuitenkin erittäin pieniä. Talviakaan mitattu kemiallinen hapenkulutus on suurempi Soukkajärven Liesjärven puoleisessa päässä. Tämä johtuu mahdollisesti siitä, että Liesjärven suunnasta tulevaa orgaanista ainetta hajoaa matkalla Soukkajärven yläpuolelta alaspäin.

Liesjärven happipitoisuus on hyvä eikä järvellä ole havaittu suurta sisäistä kuormitusta. Liesjärven Hiiliniemenselällä mitattu kemiallinen hapenkulutus on pysynyt keskimäärin samana koko mittaushistorian ajan ja sen keskiarvo vastaa humuspitoisen järven ohjearvoa. Liesjärvellä ei ole myöskään huolta happamoitumisesta, vaikka keskimääräinen pH-arvo 6,3 onkin lievästi hapahko. Veden puskurikyky on pysynyt tyydyttävällä tasolla.

Hiiliniemenselän väriluku on nousussa, eli järven humuspitoisuus on kasvanut viime vuosina. Muutos on alkanut hyvissä ajoin ennen Rinnansuon turvetuotannon käynnistymistä, joten värin tummeneminen ei ole aiheutunut ainakaan pelkästään siitä. Kokonaisfosforin talviaikaiset pitoisuudet pohjanläheisessä vesikerroksessa ovat edelleen nousussa, kuten ne olivat jo vuonna 2004.

Taulukossa 7 vertaillaan vuonna 2004 tehdyssä opinnäytetyössä esitettyjä Hiiliniemenselän keskiarvopitouksia uusimpiin keskiarvoihin. Ravinnepitoisuudet ovat suurin piirtein samat, pH ja COD_{Mn} ovat täsmälleen samat. Sameuden ja väriluvun uudet keskiarvot ovat jonkin verran aiempaa suu-
rempia.

Taulukko 7. Keskiarvopitouksien vertailu vuoden 2004 tutkimuksen ja tämän tutkimuksen välillä. Aiemmin esitetyistä tuloksista poiketen kokonaisfosforin, kokonaistypen ja sameuden keskiarvot on laskettu koko vesipatsaasta, jotta tulokset olisivat vertailukelpoisia.

| <i>Vedenlaatukriteeri</i> | <i>Keskiarvopitoisuus vuosien 1966–2003 mittauksissa</i> | <i>Keskiarvopitoisuus vuosien 1966–2016 mittauksissa</i> |
|---------------------------|--|--|
| <i>Kokonaisfosfori</i> | 18 µg/l | 18,4 |
| <i>Kokonaistyyppi</i> | 558 µg/l | 559 |
| <i>pH</i> | 6,3 | 6,3 |
| <i>Sameus</i> | 1,7 FNU | 2,1 |
| <i>Väri</i> | 87,5 mg Pt/l | 94,0 |
| <i>COD_{Mn}</i> | 14 mg O ₂ /l | 14 |
| <i>Sähkönjohtavuus</i> | 5,7 mS/m | 5,4 |

6.2 Suositeltavia jatkotoimenpiteitä

Liesjärvellä ei ole olemassa voimassa olevaa hoito- ja käyttösuunnitelmaa. Tällainen järvenhoitoon liittyviä kunnostus- ja hoitotoimenpiteitä sisältävä suunnitelma olisi hyvä laatia tulevaisuudessa. Pohjana voidaan käyttää edellistä suunnitelmaa.

Vesikasvien niittoa on kannattavaa jatkaa varsinkin Soukkajärven alueella. Niitto tulisi tehdä useamman kerran saman kasvukauden aikana pysyvemmän tuloksen aikaansaamiseksi. Jos niittoa ei kuitenkaan ole mahdollista suorittaa kuin kerran kesässä, se kannattaa ajoittaa vesikasvien parhaimpaan kukoistukseen, jolloin kasvit ovat käyttäneet mahdollisimman paljon ravinteita kasvuun.

Vedenlaadun säännöllinen tutkiminen on ensiarvoisen tärkeää, jotta siinä tapahtuvat muutokset huomataan ajoissa. Liesjärvellä suoritetaan vesistö-tarkkailua vedenpuhdistamoon ja turvetuotantoon liittyen. Järvi kuuluu myös yleisen vedenlaadun seurantaan.

Myös omatoiminen vesistötutkimus kannattaa. Itse mitattavia ja tutkittavia asioita ovat veden ulkonäkö, väri ja haju, näkösyvyys, lämpötila, veden-

pinnan korkeus, kasvillisuus, kalakanta ja mahdolliset levähavainnot. Havainnoista kannattaa pitää päiväkirjaa, jotta niitä on helpompi vertailla myöhemmin.

Liesjärven sedimenteistä ei ole otettu näytteitä JÄRKI-hankkeen jälkeen. Sedimentin määrän ja laadun määrittäminen olisi aiheellista Soukkajärvellä ja Honkalahdessa, sillä Rinnansuon turvetuotantoalueen kuntoonpanovaiheessa epäillään Liesjärveen tulleen suuri kiintoainekuormitus. Toinen tutkimisen arvoinen paikka on Hiiliniemenselän luoteispuolella sijaitseva Kanteluslahti. Liesjärven Suojelu onkin jo budjetoinut ensi vuodelle tutkimukseen lahden kunnostustarpeen selvittämiseksi.

6.3 Pohdinta

Opinnäytetyön aihe oli mielenkiintoinen, sillä sekä vesistöt että suot kuuluvat kiinnostuksen kohteisiini. Haastavimpia asioita oli löytää lähdekirjallisuutta tietyistä osa-alueista sekä tulkita itse tuloksia. Kaavioiden ja tunnuslukujen laskemiseen kului suunniteltua enemmän aikaa. Lisäksi tiedon esittäminen erilaisten kaavioiden avulla oli haastavaa.

Jälkikäteen ajateltuna olisi voinut olla parempi erottaa tutkimustulokset ja teoriaosuus toisistaan. En kuitenkaan ryhtynyt tähän, sillä opinnäytetyön rakenne oli hyväksytty sellaisenaan. Tein vain pieniä muutoksia sisällysluetteloon lähinnä alaotsikkotasolla.

Vedenlaadun muuttujat olivat minulle ennalta tuttuja, mutta niiden merkitys selkiytyi ja syveni teoriaosuutta kirjoittaessa. Turvetuotannon vesienkäsittely oli minulle uusi tuttavuus ja opin prosessin aikana paljon myös turpeen nostosta. Turvetuotantoalueelle suuntautunut ekskursio oli hyvä oppimiskokemus, joka selkiytti lähdemateriaalista opittua tietoa.

Osallistuin kesällä Liesjärven Suojelun vuosikokoukseen, jossa esittelin lyhyesti opinnäytetyötäni. Yleisön edessä esiintyminen ei ole ollut suurimpia vahvuuksiani, mutta tilaisuus sujui ihan hyvin ja yleisö esitti aktiivisesti kysymyksiä, joihin pyrin vastaamaan. Esittely oli hyvää harjoitusta tulevaisuutta ajatellen.

LÄHTEET

Arkonkoski, M. (2014). Eutrophication Study of Lake Liesjärvi. Metropolia ammattikorkeakoulu. Environmental Engineering. Opinnäytetyö.

Etelä-Suomen aluehallintoviraston ympäristölupapäätös ESAVI/353/04.08/2013, 3.3.2016

Hajajätevesiasetus – Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla 209/2011. Haettu 21.11.2016 osoitteesta <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110209>

Hallanaro, E. & Kujala-Räty, K. (2011). Haja-asutuksen jätevedet. Lain-säädäntö ja käytännöt. Ympäristöopas. Helsinki: Edita Prima Oy.

Hallituksen esitys eduskunnalle laiksi ympäristönsuojelulain muuttamisesta 128/2016. Haettu 21.11.2016 osoitteesta <http://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2016/20160128>

Jutila, H. (2006). Kanta-Hämeen järvet kestäväan kehitykseen eli JÄRKI-hankkeen loppuraportti 1.5.2002–30.4.2006. Hämeenlinnan seudullisen ympäristötoimen julkaisuja 11. Hämeenlinna: TehoPrint Oy.

Keränen, J., Jaakola, P. & Vesisenaho, P. (2014). Vapo Oy ja Kekkilä Oy Läntisen Suomen Hämeen ja Uudenmaan turvetuotannon vesistötarkkailun vuosiyhteenveto 2013. Pöyry Finland Oy. Haettu 11.4.2016 osoitteesta http://www.vapo.fi/filebank/1897-Hame_vesistoraportti_2013.pdf

Kettunen, I., Mäkelä, A. & Heinonen, P. (2008). Vesistötietoa näyteenottajille. Helsinki: Suomen ympäristökeskus.

Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry (2016). Vesistönäytteiden tutkimustuloksia. Tammelan järvitutkimukset.

Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry (n.d.). Pienvesistöjen laatuluokitus. Haettu 10.10.2016 osoitteesta <http://www.vesikeskus.fi/vedenlaatu/luokitusperusteet.pdf>

Länsi-Suomen ympäristölupaviraston ympäristölupapäätös LSY-2008-Y-369, 28.10.2009

Närhi, H. (2004). Tammelan Liesjärven tila ja kuormitus. Hämeen ammattikorkeakoulu. Ympäristötekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio (2013). Vesiensuojelu: Työopas. Hyvän metsänhoidon suositukset. Joensuu, S., Kauppila, M., Lindén, M. & Tenhola, T. (toim.) Helsinki: Metsäkustannus.

Mitikka, S. (2013). Järvien vedenlaadun vertailu. Suomen ympäristökeskus. [Pdf-tiedosto] Haettu 30.5.2016 osoitteesta <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B642BB7A7-42F9-4A67-85BA-D0FF1CC7DBCA%7D/57406>

Oravainen, R. (1999). Opasvihkonen vesistötulosten tulkitsemiseksi havaintoesimerkein varustettuna. 2. uud.p. Kokemäenjoen vesistön vesien-
suojeluyhdistys ry. Haettu 15.4.2016 osoitteesta <http://kvvy.fi/wp-content/uploads/2015/10/opasvihkonen.pdf>

Ormio, H. & Saloniemi, H. (2009). Liesjärven kansallispuiston hoito- ja käyttösuunnitelma. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja C 52. Jyväskylä: Kopijyvä Oy.

Penttinen, K & Niinimäki, J. (2010). Vesiensuojelun perusteet ja vesistöjen kunnostus. Tampere: Tampereen Yliopistopaino Oy

Pilke, A. (2012). Ohje pintaveden tyyppin määrittämiseksi. Suomen ympäristökeskus. [Pdf-tiedosto] Haettu 20.10.2016 osoitteesta <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BBBC21AAD-A08F-464A-8F8C-DC25C834B550%7D/77725>

Rehevöityminen. eBiologia, Yhteinen ympäristö. Biologian ja maantieteen opettajien liitto. (n.d.). Haettu 6.6.2016 osoitteesta https://peda.net/yhdistykset/bmol-ry/koulutus/eyy/yhteinen_ymparisto/rehevöityminen

Sillanpää, J. & Vesisenaho, P. (2016). Vapo Oy Läntisen Suomen turvetuotannon päästötarkkailu vuonna 2015 Hämeen ELY-keskuksen alueella. Haettu 2.7.2016 osoitteesta http://www.vapo.fi/filebank/2614-Vapo_LS_kuormitus_yv_2015_Hameen_ELY_10062016.pdf

SYKE – Suomen ympäristökeskus (2010). Pintavesien ekologisen tilan luokittelu. Ympäristöhallinnon ohjeita 3/2009. Vuori K-M., Mitikka S & Vuoristo H. (toim.) Sastamala: Suomen ympäristökeskus (SYKE).

SYKE – Suomen ympäristökeskus (2015). Vesistöjen ravinnekuormitus ja luonnon huuhtouma. Haettu 30.5.2016 osoitteesta http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Vesistojen_ravinnekuormitus_ja_luonnon_huuhtouma

Tattari, S., Puustinen, M., Koskiahho, J., Röman, E. & Riihimäki, J. (2015). Vesistöjen ravinnekuormituksen lähteet ja vähentämismahdollisuudet. Suomen ympäristökeskus. Haettu 21.3.2016 osoitteesta https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/159464/SYKEra_35_2015.pdf

Uudenmaan ympäristökeskuksen ympäristölupapäätös YS 215, 13.2.2007

Vapo Oy (2016). Avointen ovien päivä Rinnansuolla 26.7.2016.

Walavaara, M. (2016). Kysymys liittyen Pusulan tuotantolaitoksen vesiasioihin. Sähköpostiviesti tekijälle 17.11.2016.

Ympäristökarttapalvelu Karpalo (n.d.). Ympäristöhallinnon avoin tietojärjestelmä. Haettu 9.5.2016 osoitteesta

<https://www2.ymparisto.fi/Karpalo/SilverlightViewer.aspx>

Ympäristöministeriö (2015). Turvetuotannon ympäristönsuojeluohje. Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2015. Haettu 3.6.2016 osoitteesta

https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/155221/OH_2_2015.pdf

Ympäristötietojärjestelmä Hertta (n.d.). Ympäristöhallinnon avoin tietojärjestelmä. Järjestelmä vaatii kirjautumisen. Haettu 2.7.2016 osoitteesta

http://www.syke.fi/fi-FI/Avoin_tieto/Ymparistotietojarjestelmat

<https://www2.ymparisto.fi/scripts/hearts/welcome.asp>

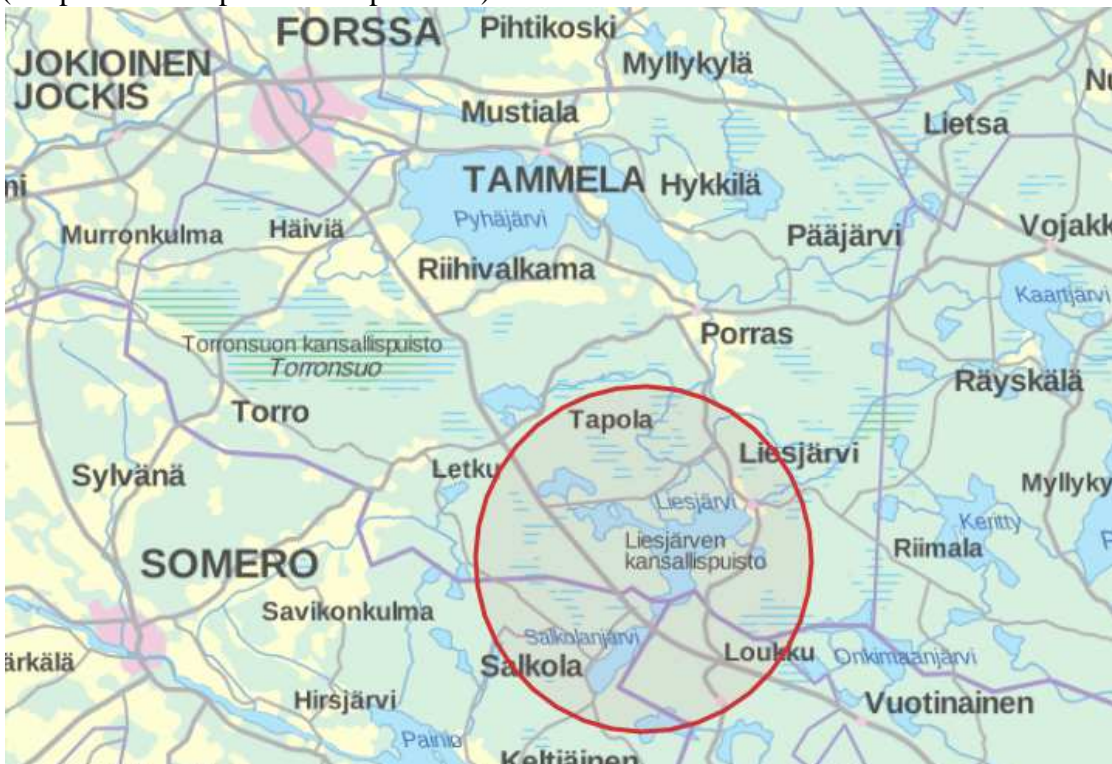
HAASTATTELUT

Klemelä, E. (2016). Ympäristösihteeri. Tammelan kunta. Haastattelu 8.6.2016

LIESJÄRVEN SIJAINTI

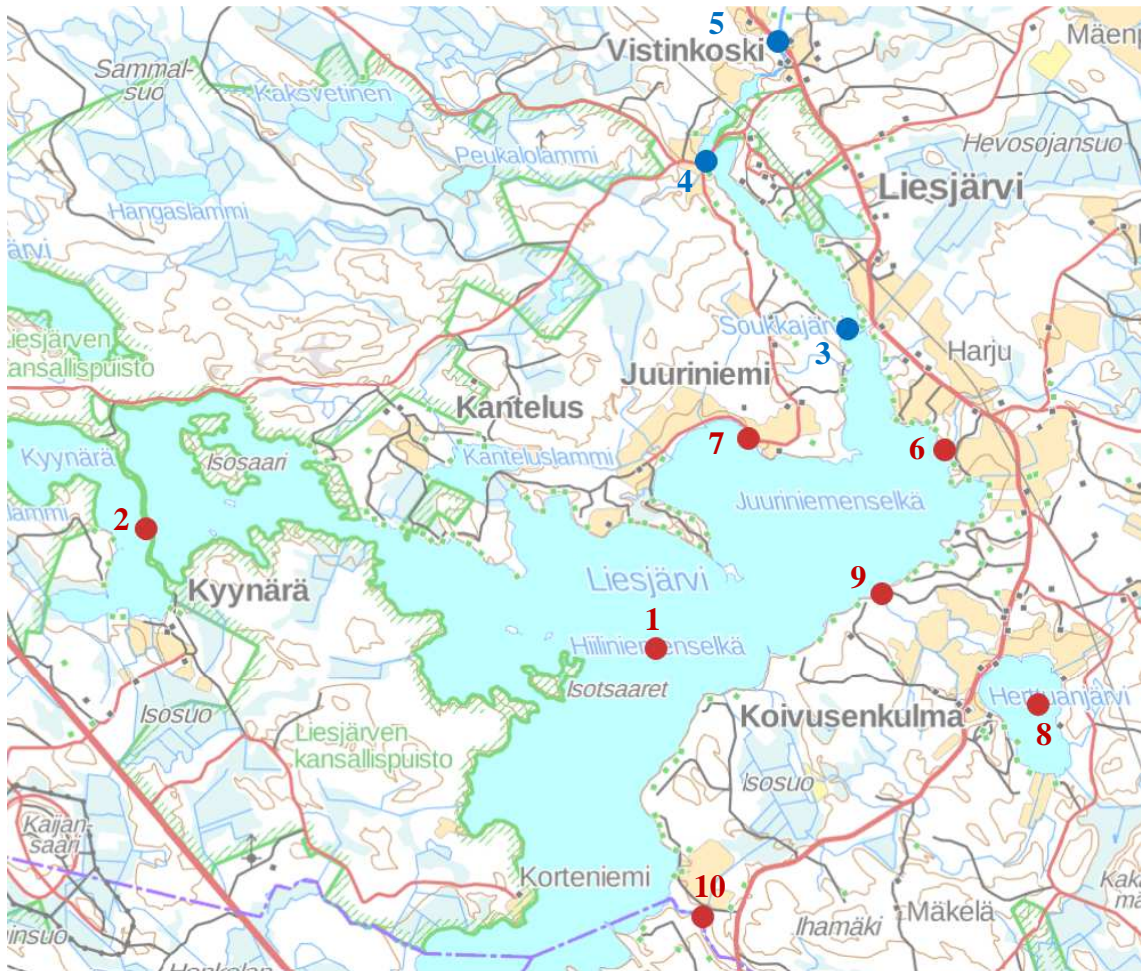


(Ympäristökarttapalvelu Karpalo n.d.)



(Ympäristökarttapalvelu Karpalo n.d.)

NÄYTTEENOTTOPISTEET



(Ympäristökarttapalvelu Karpalo n.d.)

17.8.2016 näytepisteet merkitty punaisella ympyrällä

25.8.2016 näytepisteet merkitty sinisellä ympyrällä

| Nro | Sijainti |
|-----|-----------------------|
| 1 | Hiiliniemenselkä |
| 2 | Kyynäränjuova |
| 3 | Soukkajärvi, yläpuoli |
| 4 | Soukkajärvi, alapuoli |
| 5 | Turpoonjoki |
| 6 | Kauhajoen suu |
| 7 | Matolahden ranta |
| 8 | Herttuanjärvi |
| 9 | Rasinoja |
| 10 | Mustijoki |

ARTIKKELI

Liesjärven vedenlaadun muutokset, nykytila ja ulkoiset kuormittajat

Perusta vesistön tilan arvioinnissa muodostuu veden lämpötilan ja happipitoisuuden mittaamisesta. Eliöiden käytettävissä oleva hapen määrä on kaikkein tärkein yksittäinen laatutekijä.

Vesistön rehevöitymistä epäiltäessä keskeisiä tutkimuksen kohteita ovat veden kokonaisfosforin ja kokonaistypen pitoisuudet eli ravinnepitoisuus. Varsinkin ravinnepitoisuuden kertyminen alusveteen enteilee rehevöitymistä. Kasvukaudella myös päällysveden korkea klorofyllipitoisuus ja näkösyvyyden pieneneminen viittaavat levien runsastumiseen.

Happamoitumista voidaan seurata mittaamalla veden alkaliniteettiä eli puskurikykyä, alkalimetallien pitoisuuksia ja pH:ta. Näkösyvyyden huomattava suureneminen voi viitata happamoitumisen aiheuttamaan veden kirkastumiseen. Liesjärvellä ei ainakaan tällä hetkellä ole huolta happamoitumisesta.

Kun epäilyn kohteena on **jätevesien aiheuttama saastuminen**, tulisi vedestä tutkia mahdollisesti esiintyviä suolistoperäisiä bakteereja. Jätevesissä on usein myös korkea ammoniumpitoisuus, joten ammoniumtypen mittaaminen alusvedestä on myös aiheellista. Ammoniumia on runsaasti myös soiden valumavesissä, joten aina syyllinen ei löydy purkuputken päästä.

Onko väliä, mistä näytteen ottaa ja milloin?

Vesistötutkimuksessa on merkitystä, mihin vuodenaikaan (joskus jopa vuorokaudenaikaan) ja miltä syvyydeltä näyte on otettu. Näytteenottaja merkitsee muistiin näytteenottohetyksen sään: onko pilvistä vai aurinkoista, tuuleeko ja mistä suunnasta. Myös kaikki normaalista poikkeavat asiat kirjataan ylös, sillä ne voivat vaikuttaa näytetulokseen tai sen tulkintaan. Tällaisia asioita ovat esimerkiksi veden poikkeava haju, voimakas leväkukinta tai vaikkapa myrskyisä tuuli.

Näytteet otetaan aina samoista paikoista, näytteenottopisteistä, jotta niitä voidaan vertailla myöhemmin keskenään. Näytteenottaja käyttää apunaan tarkkaa GPS-laitetta, jotta oikeat koordinaatit löytyvät.

Näytteenottosyvyydellä on se merkitys, että järven vesi kerrostuu talvisin ja yleensä myös kesäisin siten, että pinnalla ja pohjalla oleva vesi eivät pääse sekoittumaan. Tämä johtuu lämpötilaeroista, sillä lämmin vesi on kevyempää kuin kylmä. Tosin talvella tilanne on päinvastainen johtuen veden harsusta ominaisuudesta: +4-asteinen vesi on painavinta. Talvella siis järven pohjalla on neliasteista vettä ja jääkerroksen alla oleva vesi on lähes nolla-asteista.

Syksyisin ja keväisin tapahtuu vesistöissä täyskierto, eli koko vesimassan sekoittuminen. Kun koko vesimassa on suurin piirtein saman lämpöistä, saa tuuli aikaan pyörteitä ja vesi pääsee sekoittumaan. Tämä on hyvin tärkeä tapahtuma vesistölle, sillä varsinkin

keväisin pohjalla olevasta vedestä on elintärkeä happi vähissä. Täyskierrossa pohjakerros saa tarvittavaa täydennystä hapekkaasta vedestä.

Järviveden ollessa kerrostunutta voivat pinnasta ja pohjalta otetut näytteet antaa toisistaan poikkeavia tuloksia. Happitilanne on yleensä parempi järven pinnan läheisyydessä. Pohjanläheisessä kerroksessa vesi on sakeampaa; sen ravinnepitoisuus on yleensä suurempi ja väri tummempi.

Mitä eri vedenlaadun muuttujat tarkoittavat?

Happipitoisuus

Veden happipitoisuus on merkittävin järven tilaan vaikuttavista muuttujista. Liukoisen hapen määrällä on suora vaikutus bakteerien, pohjaeläinten ja kalojen lajistolliseen koostumukseen ja erityisesti syys- ja talvikutuisten lajien lisääntymiseen. Suurin osa veteen liuenneesta hapesta on peräisin ilmakehästä, mutta happipitoisuus lisääntyy myös levien ja vesikasvien yhteyttämisen tuloksena sekä runsashappisten lisävesien, erityisesti sulamisvesien mukana.

Hapen liukeneminen ilmasta veteen riippuu säästä eli ilmanpaineesta ja varsinkin lämpötilasta. Kylmään veteen liukenee enemmän happea kuin lämpimään. Veden happipitoisuus ilmaistaan yleensä milligrammoina litraa kohti, mutta happianalyysin tulos ilmoitetaan milligramma-arvon lisäksi myös kyllästysprosenttina, joka ilmaisee, montako prosenttia näytteen happimäärä on kyseisen lämpötilan mukaisesta teoreettisesta maksimista. Näin eri lämpötiloissa määritettyjä happipitoisuuksia voidaan paremmin verrata keskenään.

Happipitoisuus vaikuttaa epäsuorasti myös järven rehevyyteen säätelemällä ravinteiden liukoisuutta. Pohjanläheisen vesikerroksen happipitoisuuden tulee olla yli 5 mg/l, jotta fosfori pysyy pohjasedimentissä rautaan sitoutuneena. Jos happi pääsee kulumaan loppuun, sedimenttiin sitoutuneena ollut fosfori vapautuu veteen.

Ravinnepitoisuus

Luonnontilaistenkaan vesistöjen vesi ei ole kemiallisesti täysin puhdasta, vaan se sisältää aina pieniä määriä maaperästä ja ilmasta liuenneita tai sekoittuneita aineita. Näistä aineista erityisiä ovat ravinteet, sillä ne vaikuttavat suoraan vesistön rehevyyteen. Vesistöihin tulee ravinteita luontaisesti maaperästä huuhtoutumalla. Ihmistoiminnan seurauksena vesistöjen ravinnepitoisuutta lisäävät jätevedet sekä pelloilta ja metsistä sade- ja sulamisvesien mukana valuvat ravinteet. Ravinteita päätyy vesistöön myös ilman kautta eli laskeumana.

Suomen vesistöjen ravinnepitoisuudet ovat luonnostaan hyvin alhaisia. Kallio- ja maaperästä huuhtoutuu fosforia vain vähän, mutta savisilla alueilla sitä huuhtoutuu enemmän. Ravinnepitoisuudet ilmaistaan käyttäen yksikköä $\mu\text{g/l}$ eli mikrogrammaa per litra. Järviveden fosforipitoisuus vaihtelee muutamasta mikrogrammasta yli sataan mikrogrammaan litrassa. Typpipitoisuus on yleensä 300–900 $\mu\text{g/l}$.

Fosfori

Fosfori on vesistössä epäorgaanisina suoloina tai eloperäiseen ainekseen sitoutuneina orgaanisina yhdisteinä. Epäorgaanisessa muodossa oleva fosfori sitoutuu herkästi rautaan ja pysyy pohjasedimentissä happitilanteen ollessa hyvä.

Vesistönäytteistä tutkitaan yleensä kokonaisfosforipitoisuus, mutta joskus on tarpeen selvittää myös fosfaattifosforin pitoisuus. Fosfaattifosfori on liuenutta epäorgaanista fosforia, joka on levien pääasiassa käyttämä fosforiyhdiste. Tätä yhdistettä on kasvukaudella vain pieniä pitoisuuksia, sillä levät käyttävät sen hyödykseen. Talvikaudella fosfaattifosforin pitoisuus voi olla 5–50 µg/l.

Kokonaisfosforin perusteella voidaan luokitella järven rehevyystaso. Luokituksia on eri lähteistä riippuen monenlaisia. Taulukkoon 5 on koottu vertailun vuoksi erilaisia rehevyysluokituksia. Yleisluokitus on vanha, vesihallituksen aikainen luokittelu. Tuoreimmassa luokituksessa, sarakeotsikolla rehevöitymistaso, on erittäin alhaiset rajat lievästi rehevälle ja rehevälle luokalle. Kokemäenjoen vesiensuojeluyhdistyksen luokittelussa on huomioitu vesistön väri: ruskeavetisille järville on sallittu korkeampi fosforipitoisuus.

Klorofylli-a

Vesistön rehevyystasoa voidaan arvioida myös klorofyllipitoisuuden perusteella. Pitoisuus kertoo lehtivihreällisten planktonlevien runsaudesta ja se on karuissa vesissä alle 4 µg/l, lievästi rehevissä 4–10 µg/l ja rehevissä vesissä yli 10 µg/l. Klorofylli-a:n pitoisuus mitataan kasvukaudella päällysvedestä. Mittauksia tulisi tehdä kesän aikana useampia, sillä levien määrä vaihtelee paljon sääoloista riippuen.

Typpi

Typpi esiintyy vesissä orgaanisina yhdisteinä ja epäorgaanisina suoloina: nitraattina, nitriittinä ja ammoniumina. Typpisuolojen muoto riippuu vesistön happitilanteesta. Hapettaisissa oloissa typpisuolat ovat pääasiassa nitraatteina, kun taas hapettomissa olosuhteissa typpi esiintyy ammoniumina. Tyypeä liukenee veteen ilmasta samoin kuin hapeta, mutta ei ole juurikaan merkitystä järven ravinnetaloudessa.

Veden väri vaikuttaa huomattavasti typpipitoisuuteen. Kirkkaissa luonnonvesissä tyypeä on 200–500 µg/l ja humusvesissä 400–800 µg/l. Erittäin ruskeiden vesien typpipitoisuus voi olla yli 1000 µg/l.

Happamuus ja alkaliniteetti

Veden happamuutta eli pH:ta ja alkaliniteettipitoisuutta seuraamalla voidaan havaita järvessä tapahtuva happamoituminen. Suomalainen järvivesi on lievästi hapanta johtuen luontaisesta humuskuormituksesta, pH-arvo vesistöissämme on yleensä 6,5–6,8. Vesieliot ovat sopeutuneet elämään pH-alueella 6,0–8,0. Tätä alhaisemmat ja korkeammat pH-arvot ovat eliöstölle haitallisia.

Veden pH-arvo voi nousta korkeaksi voimakkaan yhteyttämisen seurauksena, esimerkiksi sinileväkukintojen aikana. Voimakas leväkukinta voi saada pH:n kohoamaan jopa arvoihin 8–10.

Veden pH-arvo määritetään pH-mittarilla. Laboratorioissa on tarkat laitteet happamuuden mittaamiseen, mutta kenttämittareilla määrittäminen onnistuu myös suoraan vesistössä.

Alkaliniteetti tarkoittaa veden puskurikykyä happoja vastaan. Sen mittayksikkö on mmol/l eli millimoolia per litra. Puskurikyky on hyvä alkaliniteetin ollessa suurempi kuin 0,2 mmol/l. Jos pitoisuus on alle 0,05 mmol/l, on vesistö vaarassa happamoitua.

Veden läpinäkyvyyteen vaikuttavat muuttujat

Seuraavat vedenlaadun muuttujat tuntuvat mittaavan samaa asiaa eri kriteereillä. Väri-luku, sameus ja näkösyvyys kuvaavat sitä, kuinka kirkasta vesi on ja kuinka syvälle veteen auringon valo pääsee.

Väri-luku

Kun valuma-alueella on paljon soita, on vesi väriltään ruskeaa. Veden väri johtuukin pääasiassa humuspitoisuudesta. Korkea rautapitoisuus voi myös lisätä veden väriä varsinkin alusvedessä. Soiden valumavesissä on yleensä molempia, humusta ja rautaa. Humusaineet ovat happamia orgaanisia yhdisteitä, jotka sisältävät runsaasti hiiltä sekä jonkin verran typpeä.

Väri-luku ilmoitetaan käyttäen yksikköä mg Pt/l. Kirkkaissa vesissä väriarvo on 5–15 ja lievästi humuspitoisissa 20–40 mg Pt/l. Väri-luku 50–100 mg Pt/l kertoo jo selvästi humuspitoisuudesta. Suovesien väri-luku voi olla jopa 200 mg Pt/l. Tällainen vesi on jo silmin nähden ruskeaa.

Pintavesien ekologista luokitusta varten järvet on tyyppitelty maantieteellisen sijainnin, valuma-alueen maaperän, vesistön koon ja syvyyden sekä viipymän mukaan. Tyyppittelystä avulla kullekin vesistölle voidaan asettaa tavoitteet ja luokkarajat sen luontaisten ominaisuuksien mukaan. Tässä yhteydessä järvivesi on jaoteltu humuspitoisuuden mukaan kolmeen ryhmään. Järvi on vähähumuksinen väri-luvun ollessa alle 30 mg Pt/l, humuspitoinen väri-alueella 30–90 mg Pt/l ja runsashumuksinen väri-luvun ylittäessä 90 mg Pt/l.

Sameus

Sameudella tarkoitetaan vedessä olevien partikkelien aiheuttamaa läpinäkyvyyden heikkenemistä. Savimineraalit, kasviplankton, kuollut orgaaninen aines, rauta ja kolloidiset yhdisteet aiheuttavat veden samentumista. Sameusarvot ovat korkeimmillaan loppukesällä johtuen levien aiheuttamasta samennuksesta. Kun halutaan tutkia vesistön valuma-alueen ominaisuuksista johtuvaa sameutta, otetaan huomioon talviaikaiset havainnot. Näin voidaan varmistua, ettei sameus aiheudu levämässasta.

Sameuden mittayksikkö on FNU (Formazin Nephelometric Units). Se määritetään laboratoriossa nefelometri-nimisellä laitteella, joka mittaa veden optista ominaisuutta, valon sirontaa.

Kirkkaan veden sameusarvo on alle 1 FNU. Sameuden ollessa välillä 1–5 FNU vesi on lievästi sameaa, mutta ihmissilmällä havainnoituna se näyttää vielä kirkkaalta. Jokivesi on yleensä selvästi sameampaa kuin järvivesi, koska jatkuvasti virtaavassa vedessä eroosio on voimakasta. Kevättulvan aikaan jokiveden sameus voi olla jopa 100 FNU.

Näkösyvyys

Näkösyvyyden perusteella voidaan päätellä yhteyttävän kerroksen paksuus eli kuinka syvälle auringon valo yltää. Näkösyvyys mitataan laskemalla mitta-asteikolla varustetun narun tai varren päähän kiinnitetty valkolevy pinnan alle ja mittaamalla se syvyys, jossa levy on vielä havaittavissa.

Karuissa järvissä näkösyvyys voi olla yli 10 metriä, sameissa tai erittäin ruskeavetisissä järvissä alle metrin. Vesistöjen laadullisen yleisluokituksen erinomaisessa luokassa näkösyvyys on yli 2,5 metriä ja hyvässä luokassa 1–2,5 metriä.

Näkösyvyyteen vaikuttavat veden humuspitoisuus ja sameus, joka voi aiheutua savipartikkeleista tai eloperäisestä aineesta kuten levistä. Myös vuodenaika, vuorokaudenaika ja säätila vaikuttavat mittaustulokseen. Näkösyvyys on alhaisimmillaan rankkasateiden ja sulamisvesien aiheuttamien sameiden valumavesien ja runsaan levätuotannon aikana. Valuma-alueella tapahtuva maanmuokkaus kuten ojitus voi myös aiheuttaa näkösyvyyden tilapäistä heikkenemistä.

Kemiallinen hapenkulutus, COD

Kemiallinen hapenkulutus kuvaa vedessä olevan kemiallisesti hapettuvan orgaanisen aineksen määrää. Kemiallisesta hapenkulutuksesta käytetään lyhennettä COD ja sen perään liitetään hapettimena käytettävän aineen lyhenne. Vesistömittauksissa hapettimena käytetään permanganaattia, jolloin lyhenne on kokonaisuudessaan CODMn. Jätevesianalyseissä hapettimena käytetään dikromaattia ja lyhenteenä on CODCr. Näitä arvoja ei voi verrata keskenään.

Hapenkulutus ilmoitetaan käyttäen yksikköä mg O₂/l. Tämä tarkoittaa sitä happimäärää, joka kuluu yhdessä litrassa näytettä olevan orgaanisen aineen hapettamiseen.

Kemiallista hapenkulutusta nostaa veden sisältämä humus sekä jätevedet ja karjanlanta. Värittömän veden CODMn-arvo on 4–10 ja humusveden 10–20 mg O₂/l.

Sähkönjohtavuus

Sähkönjohtavuudella mitataan veteen liuenneiden suolojen yhteispitoisuutta. Koska puhdas vesi ei johda sähköä, suuri sähkönjohtavuusarvo merkitsee korkeaa suolapitoisuutta. Järvissä sähkönjohtavuus kasvaa, varsinkin talvisin, siirryttäessä pinnalta pohjaan päin, koska pohjalle kertyvä eloperäinen aines vapauttaa hajotessaan suoloja. Sähkönjohtavuuden avulla voidaankin päätellä jätevesien kulkeutumista ja kertymistä syvänteen alusveteen.

Sähkönjohtavuus mitataan elektronisella laitteella. Tulos ilmoitetaan yksiköllä mS/m eli millisiemensia metriä kohti. Suomen vesistöt ovat luonnostaan vähäsuolaisia ja järvi veden sähkönjohtavuus on yleensä välillä 5–10 mS/m. Jokivesien sähkönjohtavuus on hieman korkeampi, 10–20 mS/m. Jätevesien lisäksi peltojen lannoittaminen lisää veteen liuenneiden suolojen määrää.

Liesjärven vedenlaadun tutkimustuloksia

Happitilanne

Liesjärven Hiiliniemenselän syvänteen happipitoisuus on pysynyt hyvällä tasolla vuosien 1966–2016 mittauksissa. Yhden metrin syvyydestä mitattujen hapen kyllästysasteiden keskiarvo on kesäisin 88 % ja kevättalvella 76 %. Pinnan läheisyydessä ei siis ole tapahtunut suurta muutosta vuosikymmentenkään aikana.

Pohjanläheisen vesikerroksen happimittauksissa on enemmän vaihtelua. Loppupalvella tehdyissä mittauksissa hapen kyllästysaste pohjanläheisessä vesikerroksessa on ollut keskimäärin 22 % vuosina 1966–2012. Vaikka happea on ollut välillä vähän, se ei ole kuitenkaan päässyt kokonaan loppumaan.

Kesällä 2016 tehdyissä mittauksissa happipitoisuus oli hyvin samankaltainen kaikissa näytepisteissä. Ainoastaan Herttuanjärven alusveden näytteessä oli happipitoisuus hyvin alhainen, alle 1 %.

Ravinteet

Liesjärven Hiiliniemenselällä mitatut kesäaikaiset kokonaisfosforipitoisuudet ovat pysyneet melko samankaltaisina, vaikka vuosina 1966–1980 vaihtelu on ollut suurempaa. Vuosien 1966–2016 päällysvedestä mitatun kokonaisfosforipitoisuuden keskiarvo on 18,7 µg/l, minkä perusteella vesi voidaan luokitella lievästi reheväksi.

Hiiliniemenselällä päällysveden kokonaistyyppipitoisuuden keskiarvo on 465 µg/l, joka on humusvesille tyypillinen. Pitoisuus on pysynyt melko tasaisena viimeiset 20 vuotta.

Kemiallinen hapenkulutus

Liesjärven Hiiliniemenselällä yhden metrin syvyydestä vuosina 1966–2016 otettujen näytteiden kemiallisen hapenkulutuksen keskiarvo on 14 mg O₂/l. Hapenkulutus on pysynyt pitkään keskimäärin samana, vaikka pitoisuudessa onkin vaihtelua.

Liesjärven nykytila

Ravinnepitoisuutensa perusteella Liesjärvi on lievästi rehevä ja Soukka-järven puolelta rehevä. Soukkajärven kokonaisfosforipitoisuuden keskiarvo ylittää vain täpärästi lievästi rehevän ja rehevän luokan välisen rajan.

Soukkajärvellä ravinnepitoisuudet kasvavat lievästi ja toisaalta happipitoisuus hieman vähenee edettäessä Liesjärveltä Turpoonjoen suuntaan. Erot ovat kuitenkin erittäin pieniä. Talviakaan mitattu kemiallinen hapenkulutus on suurempi Soukkajärven Liesjärven puoleisessa päässä. Tämä johtuu mahdollisesti siitä, että Liesjärven suunnasta tulevaa orgaanista ainetta hajoaa matkalla Soukkajärven yläpuolelta alaspäin.

Liesjärven happipitoisuus on hyvä eikä järvellä ole havaittu suurta sisäistä kuormitusta. Liesjärven Hiiliniemenselällä mitattu kemiallinen hapenkulutus on pysynyt keskimäärin samana koko mittauksien ajan ja sen keskiarvo vastaa humuspitoisen järven ohjearvoa. Liesjärvellä ei ole myöskään huolta happamoitumisesta, vaikka keskimääräinen pH-arvo 6,3 onkin hieman hapahko. Veden puskurikyky on pysynyt tyydyttävällä tasolla.

Hiiliniemenselän väriluku on nousussa, eli järven humuspitoisuus on kasvanut viime vuosina. Muutos on alkanut hyvissä ajoin ennen Rinnansuon turvetuotannon käynnistymistä, joten värin tummeneminen ei ole aiheutunut siitä. Kokonaisfosforin talviaikaiset pitoisuudet pohjanläheisessä vesikerroksessa ovat edelleen nousussa, kuten ne olivat jo vuonna 2004.

Alla olevassa taulukossa vertaillaan vuonna 2004 tehdyssä opinnäytetyössä esitettyjä Hiiliniemenselän keskiarvopitouksia uusimpiin keskiarvoihin. Ravinnepitoisuudet ovat suurin piirtein samat, pH ja COD_{Mn} ovat täsmälleen samat. Sameuden ja väriluvun uudet keskiarvot ovat jonkin verran aiempaa suurempia.

| Vedenlaatukriteeri | Keskiarvopitoisuus vuosien 1966–2003 mittauksissa | Keskiarvopitoisuus vuosien 1966–2016 mittauksissa |
|-------------------------|---|---|
| Kokonaisfosfori | 18 µg/l | 18,4 |
| Kokonaistyyppi | 558 µg/l | 559 |
| pH | 6,3 | 6,3 |
| Sameus | 1,7 FNU | 2,1 |
| Väri | 87,5 mg Pt/l | 94,0 |
| COD_{Mn} | 14 mg O ₂ /l | 14 |
| Sähkönjohtavuus | 5,7 mS/m | 5,4 |