
**PÄLKÄNEEN PITKÄJÄRVEN
KUNNOSTUSTARVESELVITYS**



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Kestävän kehityksen koulutusohjelma

Forssa, syksy 2016

Riikka Tuulainen

Riikka Tuulainen



FORSSA

Kestävän kehityksen koulutusohjelma

Tekijä

Riikka Tuuliainen

Vuosi 2016

Työn nimi

Pälkäneen Pitkäjärven kunnostustarveselvitys

TIIVISTELMÄ

Suomessa järvien pintavesien perustuotannon runsastumista ja sen seurauksena tapahtuvaa rehevöitymistä pidetään ongelmallisena järven ekologisen tilan sekä virkistyskäytön kannalta. Rehevöityminen on usein ihmistoiminnan aikaansaama muutos, johon voidaan vaikuttaa kunnostustoimilla. Järven ja sen valuma-alueen kunnostuksella vähennetään järveen kohdistuvaa kuormitusta ja rehevöitymisen vaikutuksia.

Tämän työn tarkoituksena oli selvittää Pälkäneen Pitkäjärven nykytila ja siihen vaikuttavat tekijät ja esittää selvityksen perusteella toimenpideehdotuksia vesistön kunnostuksen pohjatiedoksi. Työ tehtiin Pälkäneen Pitkäjärven kunnostusyhdistyksen toimeksiantona.

Kohdejärvi luokitellaan pintavesityypiltään matalaksi humusjärveksi. Järvi on pieni, pinta-alaltaan 76 hehtaaria. Vedenlaatu ei ole erityisen heikko, eikä ulkoinen kuormitus rasita sitä tällä hetkellä kohtuuttomasti. Aiempina vuosikymmeninä valuma-alueella sijannut kaatopaikka sekä maa- ja metsätaloustoimenpiteet ovat todennäköisesti aiheuttaneet pienen järven tilassa muutoksia, jotka nykyisin näkyvät umpeenkasvuna ja virkistyskäyttöarvon heikentymisenä.

Tähän työhön käytetty aineisto koostuu kirjallisista lähteistä, Pitkäjärven vedenlaadun näytteenoton tuloksista, maastohavainnoista, asiantuntijoiden- ja maallikoiden haastatteluista, sekä tekijän suorittamista päätelmistä.

Pitkäjärvellä tehtävät konkreettiset toimet järven tilan parantamiseksi koostuvat ulkoisen ravinne- ja kiintoaineskuorman pienentämisestä ja järvellä olevan vesikasvillisuuden hallitusta poistosta. Happiongelmiin vakavuutta tulee selvittää ja aloittaa mahdollisesti järven talviaikainen hapettaminen. Pitkäjärvi tulee aina olemaan järviyypiltään matala humusjärvi, luontaisiin ominaisuuksiin ei voida vaikuttaa. Rehevöitymistä voidaan kuitenkin hidastaa ja tällä tavoin edesauttaa järven virkistysarvon säilymistä.

Avainsanat rehevöityminen, valumavesi, vesiensuojelu, vesistöjen kunnostus

Sivut 51 s. + liitteet 2 s.

Forssa
Degree Programme in Sustainable Development

Author	Riikka Tuuliainen	Year 2016
Subject of Bachelor's thesis	Restoration need statement of Lake Pitkäjärvi	

ABSTRACT

Increasing basic production in surface water in Finland and as a consequence eutrophication is considered problematic regarding the ecological state and recreational use of the lake. Eutrophication has often been brought about by human impacts, which can be affected by restoration measures. By means of restoration of the lake and the catchment area the nutrient load on the lake and the effects of eutrophication are reduced.

The purpose of this thesis was to examine the current state of Lake Pitkäjärvi in Pälkäne. Based on the state of the lake and the factors affecting it, suitable restoration measures are introduced. This thesis was commissioned by the renovation association Pälkäneen Pitkäjärven kunnostusyhdistys ry.

As for the type of surface water, Lake Pitkäjärvi is a shallow humic lake. The surface area of the lake is small, approximately 76 hectares. The water quality is not particularly weak, and the external nutrient load is not unduly vitiated. In previous decades the landfill in the catchment area, as well as agriculture and forestry measures have caused changes in the small lake area. Changes are reflected in the overgrowth of the lake and deterioration of the recreational value.

The material in this thesis is based on written sources, the results of Lake Pitkäjärvi water quality sampling, field observations, interviews and the author's conclusions.

Concrete steps to improve the status of Lake Pitkäjärvi consist of reducing the external nutrient and solid matter load, and mowing the aquatic vegetation. The stability of oxygen problems should be investigated and possibly start winter oxidation of the lake. Lake Pitkäjärvi will always be a shallow humic lake, natural properties can not be influenced. However, eutrophication can be slowed down and thereby contribute to the preservation of the recreational value of the lake.

Keywords Eutrophication, restoration of lakes, water systems

Pages 51 p. + appendices 2 p.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	VESISTÖJEN KUNNOSTUS SUOMESSA	2
3	KOHDEALUE: PÄLKÄNEEN PITKÄJÄRVI	3
3.1	Valuma-alue	3
3.2	Maaperä.....	4
3.3	Pohjavesialueet.....	5
3.4	Maankäyttö ja asutus	5
3.4.1	Maa- ja metsätalous	6
3.4.2	Aitoon kaatopaikka.....	7
3.4.3	Ampumarata	8
3.5	Vesialueiden omistus.....	8
3.6	Suojelualueet ja kaavoitus	8
4	PITKÄJÄRVEN HYDROLOGINEN PERUSTILA.....	9
4.1	Morfometria	10
4.2	Viipymä.....	10
4.3	Kerrostuneisuus	11
4.4	Kasvillisuus	11
4.5	Kalasto.....	12
4.6	Tulouomat	13
4.6.1	Kalalähteenoja	13
4.6.2	Lemperinoja.....	15
4.6.3	Muut merkittävät tulouomat	16
4.6.4	Luusua ja lasku-uoma.....	16
4.7	Kunnostuksen tarve ja tavoitteet	17
4.8	Vesipuitedirektiivi.....	18
5	TUTKIMUS JA AINEISTO.....	18
6	FYSIKAALIS-KEMIAALLISET OMINAISUUDET	20
6.1	Fosfori	20
6.2	Kokonaistyyppi	22
6.3	Happi.....	23
6.4	Happamuus.....	25
6.5	Väriluku.....	26
6.6	Kemiallinen hapenkulutus COD _{Mn}	27
6.7	Näkösyvyys	28
6.8	Rauta.....	29
6.9	Sähkönjohtokyky.....	31
6.10	Alkaliteetti.....	32
6.11	Yhteenvedo	33
7	KUORMITUS	34
7.1	Sisäinen kuormitus	34
7.2	Sedimenttitutkimuksen tulokset	36
7.3	Ulkoinen kuormitus.....	37

8	VESISTÖN TILA.....	39
9	VAIHTOEHDOT KUNNOSTUSTOIMENPITEIKSI	40
9.1	Kosteikot ja laskeutusaltaat	41
9.2	Hapetus ja ilmastus.....	43
9.3	Vesikasvien niitto	45
9.4	Uomien kunnostus	46
9.5	Tukevat toimenpiteet.....	48
9.6	Muut menetelmät.....	49
10	TOIMENPIDELUVAT JA RAHOITUS.....	50
11	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	51
	LÄHTEET	53

Liite 1 Sedimenttinäytteet

Liite 2 Tyypipitoisuus Kalalähteenojassa ja näytepisteessä 1.

KÄSITTEET

Erosio	Aallokon, veden virtauksen, jään tai tuuleen aiheuttamana maanpinnan kuluminen ja aineksen irtoaminen, sekä poiskulkeutuminen.
Hajakuormitus	Useasta määrittämättömästä lähteestä peräisin oleva vesistöön kohdistuva ja sen tilaa heikentävä vaikutus. Esimerkiksi haja-asutuksen ja maanviljelyn aiheuttama kuormitus. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010)
Hydrologia	eli vesitiede
Pistekuormitus	Tunnetusta lähteestä peräisin oleva vesistöön kohdistuva ja sen tilaa heikentävä vaikutus. Esimerkiksi tuotantolaitos tai turvesuo.
Resuspensio	Vesistön pohjaan sitoutuneen, eli sedimentoituneen aineksen palaaminen vesipatsaaseen. Mekanismin synnyttää esimerkiksi aallokon liike, kalojen pöyhintä, tai veden happikato. (Niemi ym. 2010)
Sedimentti	Vesistön pohjaan laskeutunut kiinto-aines, joka tiivistyy ja pidättyy pohjaan ajan kuluessa.
Valuma-alue	Vesistön ympärillä oleva maa-alue, jolta järveen tai tiettyyn uoman kohtaan valuva vesi tulee joko pinta-valuntana tai maakerrosten läpi suodattuen.
Virtaama	Uomassa kulkeva vesimäärä aikayksikköä kohti. Ilmoitetaan l/s tai m ³ /s.

1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena oli selvittää Pitkäjärven nykytila sekä tehdä tarvittavia selvityksiä kunnostustoimenpiteiden valintaa varten. Työssä tarkastellaan Pitkäjärven ominaispiirteitä ja vedenlaadullista tilaa. Lisäksi käydään läpi järven valuma-alueita ja valuma-alueella tapahtuvien muutosten vaikutusta Pitkäjärveen. Selvitettyjen tietojen perusteella esitetään toimenpide-ehdotuksia, joiden avulla kohdejärven tilan heikentyminen voidaan tulevaisuudessa ehkäistä. Kunnostustoimia ei työssä määritellä paremmuusjärjestykseen, vaan esitetään yhtäläisesti erilaisia mahdollisuuksia. Toimenpiteiden toteuttaminen vaatii erikseen ammattisuunnittelijan laatimaan esimerkiksi mitoituksia rakenteille. Toimenpiteiden tavoitteena on parantaa järven tilaa ja lisätä sen virkistyskäyttöarvoa.

Opinnäytetyön tilasi Pälkäneen Pitkäjärven kunnostusyhdistys ry. Yhdistys on perustettu vuonna 2011, ja sen tavoitteena on edistää Pitkäjärven vesiensuojelua ja vesistökuunnostusta.

Työssä käytetyn tietopohjan tukena perehdyttiin järviökosysteemin toimintaan ja rehevöitymiseen vaikuttaviin mekanismeihin kirjallisuuskatsauksena. Kohdejärven vedenlaadun mittaustulokset vuosilta 1977–2015 koottiin soveltuvissa määrin yhteen ja niiden avulla arvioitiin vedenlaatua ja siinä tapahtuneita muutoksia. Järven ympäristöön ja historiaan pohjautuvaa tietoa kerättiin alueen asukkaita haastatteleamalla. Lisäksi kohdejärvellä tehtiin maastokäyntejä huhtikuussa ja kesäkuussa vuonna 2016 järveä ja sen valuma-alueita havainnoiden. Kahdessa uomassa suoritettiin virtaamamittauksia kesäkuussa 2016 normaalivaluman aikaan. Lemperinojan ja järvestä pois laskevan uoman virtaaman mittaukset tukevat aiempaa mittaushistoriaa ja lisäävät työn tutkimuksellista osuutta. Johtopäätösten ja kunnostustoimenpiteiden soveltuvuuden vahvistamiseksi toteutettiin asiantuntijoiden haastatteluja.

Kohdejärven tilaa arvioitiin vedenlaadun mittaustulosten perusteella siinä laajuudessa, kun aineistoa oli saatavilla. Pitkäjärvelle ei pystytty määrittämään biomassatietojen puuttumisen vuoksi trofiatasoa, joka kuvaa parhaiten järven ravintoketjun rehevyystasoa. Myöskään kiintoaineskuormituksen määrää tai viipymän laskentaa ei pystytty suorittamaan tämän työn puitteissa. Tietoja voitaisiin hyödyntää ulkoisen kuormituksen tarkassa määrittelyssä ja kunnostustoimenpiteiden mitoittamisessa.

Järven kunnostuksella vaikutetaan yhtäläisesti vedenlaatuun, kun järveä ympäröivään toimintaan. Kunnostushankkeessa syntyvä yhteisöllinen toiminta tukee Pitkäjärven kunnostusyhdistyksen tavoitteita ja aktiivista toimintaa lähialueen asukkaiden ja sidosryhmien kesken. Tämän työn toivotaan herättävän yhä enemmän kiinnostusta Pitkäjärven tilan parantamiseksi. Samalla se on myös ensimmäinen kirjallinen selvitystyö, jonka pohjalta voidaan tulevaisuudessa toteuttaa lisäselvityksiä.

2 VESISTÖJEN KUNNOSTUS SUOMESSA

Vesistöjen tilaan on ryhdytty kiinnittämään huomiota Suomessa 1970-luvulta lähtien. Taajamissa ja teollisuudessa alkaneet vesiensuojelutoimenpiteet ovat vähentäneet pistekuormitusta merkittävästi. Nykyisin ongelmia vesistöille aiheuttavat maa- ja metsätalouden hajakuormitus sekä käsiteltyjen jätevesien aiheuttama pistekuormitus. Pienet ja matalat Etelä-Suomen järvet ovat erityisen herkkiä rehevöitymiselle. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 7.)

Rehevöityminen eli ravinteiden ja perustuotannon liiallinen lisääntyminen järvessä aiheuttaa vedenlaadun ja lajiston muutoksia. Vesikasvillisuus lisääntyy erityisesti rannoilla, roskakalana pidetty särkikalakanta kasvaa ja myrkylliset syanobakteerit eli sinilevät lisääntyvät kasvukauden aikana. Perustuotannon kasvun myötä veden happipitoisuus alenee ja vaaralliset happikadot ovat mahdollisia erityisesti talvella jääkannen alla. Vesistön ekologinen tila heikkenee ja monimuotoisuus vähenee, vaikka tuotanto lisääntyy.

Rehevä järvi voi olla suotuisa elinympäristö erityisesti vesilinnuille ja rehevissä vesiekosysteemeissä viihtyvälle kasvillisuudelle sekä kalalajistolle. Virkistyskäytössä toimivan järven toivotaan olevan kirkasvetinen ja rantojen olevan vapaat vesikasvillisuudesta. Toisaalta luonnon monimuotoisuuden kannalta runsas lajikirjo ja erilaiset elinympäristöt luovat rikkautta. Kunnostustoimet tulee suunnitella niin, että luontaisia ekosysteemejä ei tuhota virkistyskäytön tavoitteiden tieltä.

Järveä kunnostettaessa lähdetään vaikuttamaan valuma-alueelta tulevaan ulkoiseen kuormitukseen ja tavoitteena on vähentää kuormitus järven sietokyvyn tasolle. Kunnostuksen vaikutukset jäävät lyhytaikaisiksi, jos liialliseen ulkoiseen kuormitukseen ei puututa. (Sarvilinna & Sammalkorpi, 2010, 11.)

Vesistön eli järven tai virtaveden kunnostus on monivaiheinen prosessi ja se voi kestää jopa vuosikymmeniä. Kunnostusta tehdään pääsääntöisesti erilaisten hankkeiden voimin ja monesti pääosin talkootyönä. Kunnostusta varten laaditaan suunnitelma, josta selviää vesistön kunnostustarve, tarvittavat toimenpiteet ja toteutuksen realistisuus. Suunnitelman perusteella haetaan tarvittavat suostumukset maanomistajilta ja tapauskohtaiset mahdolliset vesilain mukaiset luvat. Toteutuksesta voidaan laatia oma, yksityiskohtaisempi suunnitelma, josta selviää toimenpiteiden toteutus rakennusohjeineen. Varsinaisten kunnostustöiden jälkeisestä seurannasta ja jatkuvista hoitotoimenpiteistä on hyvä laatia sitova dokumentti. (Ulvi & Lakso 2005, 33)

Kunnostushankkeissa on tärkeää toimiva yhteistyö vesistön maanomistajien ja käyttäjien kanssa. Tavoitteet yhteisen vesistön tilan parantamiseksi voivat vaihdella. Erityisesti kunnostustoimenpiteiden mittavuudesta ja vesirakenteiden sijainnista voi olla eriäviä mielipiteitä, joka synnyttää keskustelua. Yhteistyössä tehty kunnostushanke sitouttaa siihen osallistujia ja lopputuloksena on puhtaampi lähijärvi.

3 KOHDEALUE: PÄLKÄNEEN PITKÄJÄRVI

Pirkanmaalla Pälkäneen kunnassa sijaitseva Pitkäjärvi kuuluu Iso-Roineen valuma-alueeseen ja Kokemäenjoen päävesistöalueeseen. Pitkäjärvi, kuten muutkin saman valuma-alueen järvet, on syntynyt arvioiden mukaan noin 8500-8700 vuotta sitten. Maan kohoaminen laski meren pinnan 85 metrin korkeuteen ja Ancylus-järven, nykyisen Itämeren, rantaviiva alkoi muotoutua yhä kauemmas länteen. (Pälkäne, rantayleiskaava n.d.; Kokemäenjoen laakson esihistoria. n.d.) Pitkäjärvestä muotoutui nimensä omaisesti pitkänomainen, matala järvi. Vesialaa järvellä on noin 76 hehtaaria ja keskisyvyys on noin 1,5 metriä. Pintavesityypiltään järvi on matala humusjärvi.

Pitkäjärvi on nykyisellään virkistyskäytössä ja sen rannat ovat kohtalaisen asutettuja. Järven nykytilaan on vaikuttanut asutuksen lisäksi valuma-alueella harjoitettu maanviljely ja metsätalous, sekä 1970 suljettu kaatopaikka. Tällä hetkellä järven käyttöä haittaa voimakas umpeenkasvu, jonka hillitsemiseksi etsitään keinoja.

3.1 Valuma-alue

Pitkäjärven valuma-alueen koko on laskennallisesti Suomen ympäristökeskuksen VALUE - Valuma-alueen rajaustyökalulla mitattuna 10,31 neliökilometriä. Kartassa (kuva 1.) on esitettyinä valuma-alueen rajat. Valuma-alue painottuu järven pohjoispuolelle, jossa maaston muodot ovat tasaisempia kuin jyrkkärantaisilla länsi- ja itärannoilla. Pälkäneen alueella ja lähiseudulla on useita pieniä järviä, joilla on pieni valuma-alue. Pitkäjärvi on yksi näistä pienistä ja matalista järvistä.



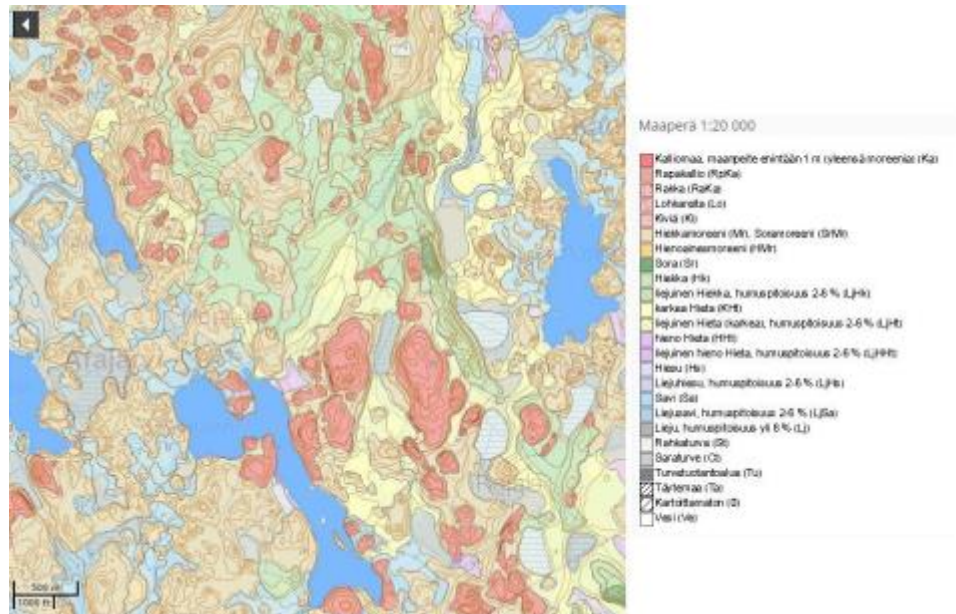
Kuva 1. Pitkäjärven valuma-alue VALUE-työkalulla laskettuna. Valuma-alue painottuu järven pohjois- ja itäpuolelle. (Suomen ympäristökeskus 2016.)

Valuma-alueen merkitys järvelle liittyy valumavesiin. Järvessä oleva vesimassa koostuu valuma-alueelta joko pintavaluntana tai pohjavesien kautta tulevista vesistä. Valuma-alueen maaperä, maastonmuodot, kasvipeitteisyys ja sen tyypit vaikuttavat luontaisesti valumavesien laatuun ja samalla järven ominaisuuksiin.

3.2 Maaperä

Pitkäjärven valuma-alueen maaperä koostuu suurimmaksi osaksi kallioiden täplittämästä hiekka, hieta- ja hiekkamoreeniharjanteista (kuva 2.). Maastonmuotojen ja maaperän rakenteen muotoutumiseen on osin vaikuttanut Salpausselkien synty. Maa on läpäisykykyistä ja mäntykankaat hiekkaharjujen päällä ovat tyypillisiä. Järven länsipuolella, sekä etelärannoilla on reheviä savimaita, joista osa on otettu viljelyskäyttöön. Itäpuolella sijaitsevat korkeammat mäenharjanteet ovat kalliomaiden muodostamia. Saraturvepohjaista maa-ainesta löytyy järven ympäristöstä useammastakin paikasta. Alavat metsäiset maat ja rehevät kasvupaikat kuvastavat näitä alueita. Pohjoispuolella, jossa sijaitsee varsinaisia suoalueita, maaperä on rahkaturvetta. Aivan järven rannoilla maaperä on hyvin vaihtelevaa. Kalliorantojen lisäksi rantavyöhykkeet muodostuvat hiekkamoreenista ja savesta. Paikoin on hiesua sekä hienoa ja karkeaa hietaa.

Veden laatuun maaperällä on merkitystä maa-aineksen läpäisykyvyn ja eroosioherkkyyden vuoksi. Karkeat soraharjut suodattavat tehokkaasti vettä, jolloin pintavaluntaa syntyy vähemmän. Savi- ja hiekkamaat ovat herkkiä veden aiheuttamalle eroosiolle.



Kuva 2. Maaperäjaottelu Pitkäjärven ympäristössä painottuen valuma-alueeseen järven pohjoispuolella. (Paikkatietoikkuna. 2016.)

3.3 Pohjavesialueet

Aivan valuma-alueen pohjoisosassa Kajannesuon rajaamana sijaitsee pieni kaistale pohjavesialueeksi luokiteltua maa-alueita. Sen vaikutukset Pitkäjärven vedenlaatuun jäävät merkityksettömiksi. Myöskään Pitkäjärven valuma-alueen muutokset eivät vaikuta pohja-vesialueeseen sen muodostumisalueen sijainnin vuoksi.

3.4 Maankäyttö ja asutus

Järveä ympäröivät maa-alueet ovat valtaosin luonnontilaista metsää. Ranta-alueet on paikoin tiheään rakennettu ja rakennukset ovat pääosin vapaa-ajan kiinteistöjä. Yksittäisiä vanhoja maatiloja on eri puolilla järveä, mutta maanviljely on alueella vähentynyt. Suurimmat yhtenäiset peltoalueet sijaitsevat järven pohjoispuolella.

Kohdealueella asutus painottuu järven rannoille. Rakennukset ovat pääsääntöisesti vapaa-ajan asutusta, joiden käyttö painottuu kesäkuukausille. Vesistön tilan kannalta asutuksesta voidaan ajatella aiheutuvan päästöjä jätevesien ja veden laatua heikentävien harrastusten myötä.

Rakennuskanta etenkin järven pohjoisosassa ja Sammallahden eteläpäässä on melko nuorta, joten jätevesijärjestelmät ovat rakennettu voimassa olevien määräysten mukaisesti. Vuonna 2004 voimaan tullut velvoite jätevesien puhdistamisesta haja-asutusalueella takaa sen, että myös kohdealueella kiinteistöjen jätevedet on hoidettu asianmukaisesti, eivätkä ne rasita ympäristöä tai vesialueita. Vanhojen kiinteistöjen

jätevesijärjestelmien päivittäminen edesauttaa edelleen pistekuormituksen vähentymistä.

Pälkäneen Pitkäjärvellä veneily ei aiheuta ylimääräistä kuormitusta veden laadulle. Alueen asukkaiden kesken pätee ”hiljainen sääntö” polttomoottorikäyttöisen perämoottorin käytön välttämisestä. Pienellä järvellä on helppo kulkea soutaen tai sähkökäyttöistä perämoottoria hyväksikäyttäen.

3.4.1 Maa- ja metsätalous

Maatalous kohdealueella rajoittuu nykyisellään muutamaan yksittäiseen peltoviljelytilaan. Karjanhoitoa tai muuta eläintenpitoa ei harjoiteta Pitkäjärven lähiympäristössä.

Peltojen osuus Pitkäjärven valuma-alueesta on noin 10–11 % (Paakkinen, 2015; Paikkatietoikkuna, 2016). Arvion mukaan ala on noin 90 hehtaaria, joista suurin osa on maataloustukien piirissä olevaa viljelymaata.

Eteläisessä osassa kohdealuetta järven rannoille ulottuvilla peltoalueilla on viljelty viime vuosina ohraa sekä kauraa. Kyseisten peltoalueiden valuma suuntautuu suoraan luusuaan ja pois Pitkjärvestä. Suojavyöhykkeitä on jätetty peltoalueiden ja vesistön väliin vaihtelevasti. Nurmea kasvavia kaistaleita on rannoilla kohdissa, joihin suojavyöhyke on ollut helposti jätettävissä. Suojavyöhykkeet ovat osin kaventuneet ja rantapajukot ovat levittäytyneet kohti peltoa. Tiedossa olevien viljelykorttien perusteella lohkolle on levitetty tyyppiä viljavuustietojen mukaisesti lähes enimmäismäärä, kun taas fosforia on lisätty lannoitemuodossa vähäisesti, jos ollenkaan. (Lohkokortti 2015 ja Lohkokortti 2016) Ympäristökorvausten mukaisten lannoitusten on määrä optimoida maan lannoitustarve vastaamaan satotavoitteita ja samalla estää ravinteiden karkaaminen ympäristöön.

Järven pohjoisosassa peltojen ja vesistön välissä ei varsinaisia suojavyöhykkeitä ole näkyvissä. Puustoa on jätetty ranta-alueille, joka osaltaan estää pellolta kulkeutuvien ravinteiden pääsyn vesistöön. Ojituksen profiili on lähes koko valuma-alueella perinteistä maa- ja metsätalouden suoraviivaista ja jyrkkäreunaista. Pelot ovat pääosin salaojitettuja ja salaojat purkavat valtaoajan, jota kautta valumavedet laskevat järveä kohti.

Pohjoisosassa suuret Alhon peltolohkot ovat viime vuosina olleet porkkanan ja perunan viljelyksessä. Pelloille on levitetty eläinperäisiä lannoitteita mm. kanalän lietettä. Hoppulan pelto, sekä koilliskulmassa järven rannalla olevat pelto ovat vuokrateltoja, joilla on vuodet 2010–2015 ollut nurmiviljelyä. EU-säädösten mukaisesti viiden vuoden välein nurmi on vaihdettava toiseen viljelykasviin.

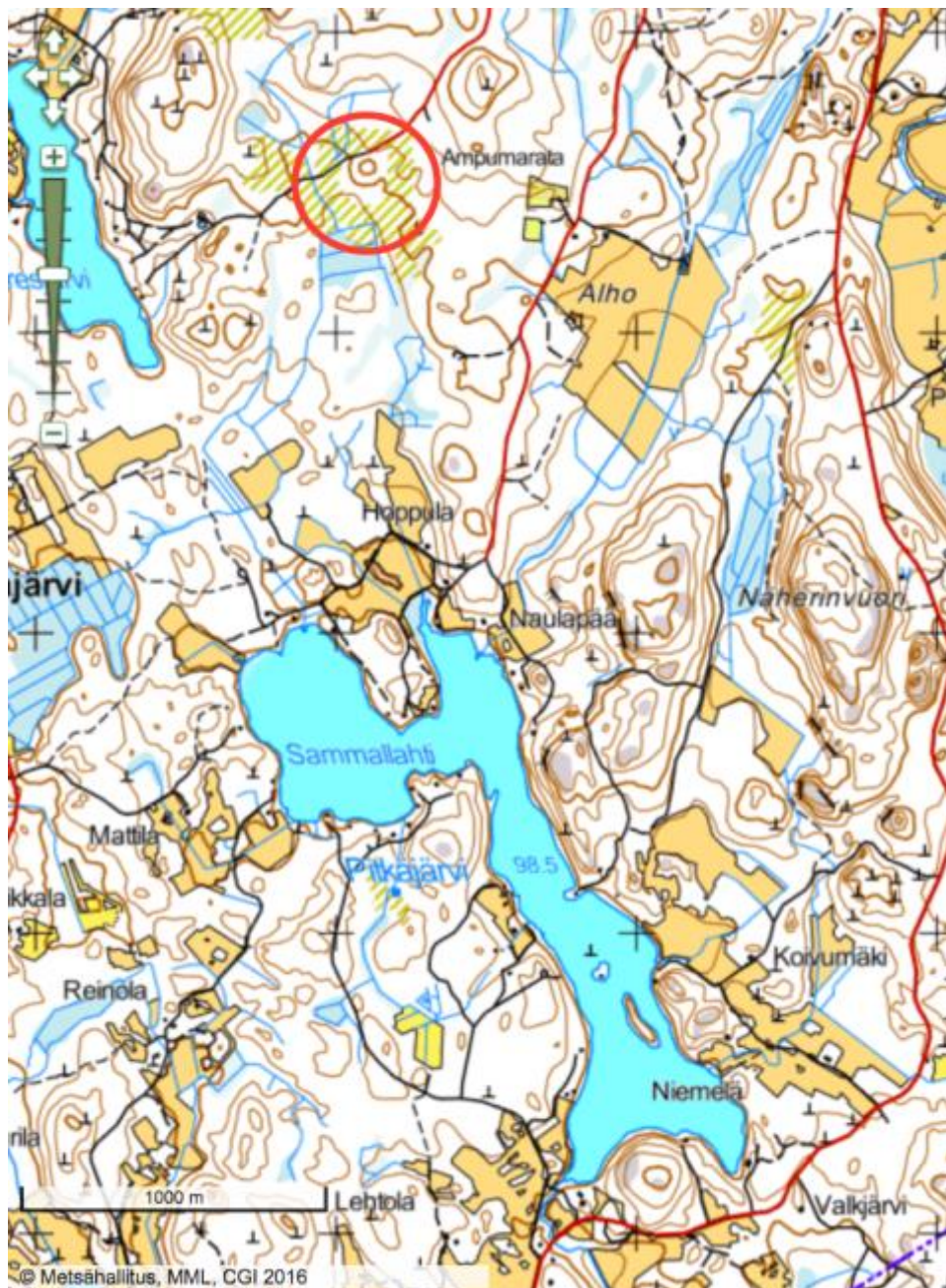
Metsätalouden osalta Pitkäjärven valuma-alueella on toteutettu viimeisen vuosikymmenen aikana useampia hakkuutöitä. Täysikasvuista metsää on jo kaadettu isoilta aloilta eri puolilta järveä ja tulevaisuudessa hakkuuikäistä puustoa tullaan todennäköisesti yhä poistamaan. Suurien hakkuualojen

valumavedet kuormittavat alapuolista järveä etenkin heti hakkuiden jälkeen. Eroosion vaikutukset lisääntyvät, kun puusto ei ole sitomassa maanainesta. Ravinteiden pidättämisestä hakkuualoille tulee huolehtia myös tulevan puuston kasvun turvaamiseksi.

3.4.2 Aitoon kaatopaikka

Pitkäjärven valuma-alueella on sijainnut kaatopaikka vuosina 1961–1977. Kaatopaikalle on sijoitettu kiinteää ja nestemäistä jätettä mm. kangaspainon väriaineita. Todennäköisesti alueelle on sijoitettu myös vaarallista jätettä.

Aitoon kaatopaikka sijaitsee 1,4 kilometrin päässä Pitkäjärvestä. Sijainti on osoitettu kartassa (kuva 3, s. 7) ampumaradan länsipuolella.



Kuva 3. Maastokartta järvestä ja ympäröivästä alueesta. Suljettu Aitoon kaatopaikka-alue sijaitsee kartalla punaisella ympyröidyllä alueella. (Metsähallitus. 2016.)

Kaatopaikka suljettiin vuonna 1977 ja asianmukaisesta peittämisestä huolehdittiin ajanmukaisin käytännöin. Kaatopaikan pohjan eristys ympäröivästä maastosta ei kuitenkaan vastaa nykypäivän vaatimuksia, joten aikanaan nestemäisiä jätteitä kuten teollisuuden väriaineita on päässyt luontoon.

Aitoon kaatopaikan kuormittavuutta Pitkäjärvelle on arvioitu luvussa 7.3.1.

3.4.3 Ampumarata

Järven pohjoispuolella sijaitsee harrastetoimintaan tarkoitettu ampumarata. Radan kuormitusvaikutukset ympäristölle ja valuma-alueen järvelle on pidetty tarvittavin toimenpitein kunnossa. Ampumaradan alueella on toteutettu ympäristösuojelua edesauttavia muutostöitä vuoden 2016 aikana.

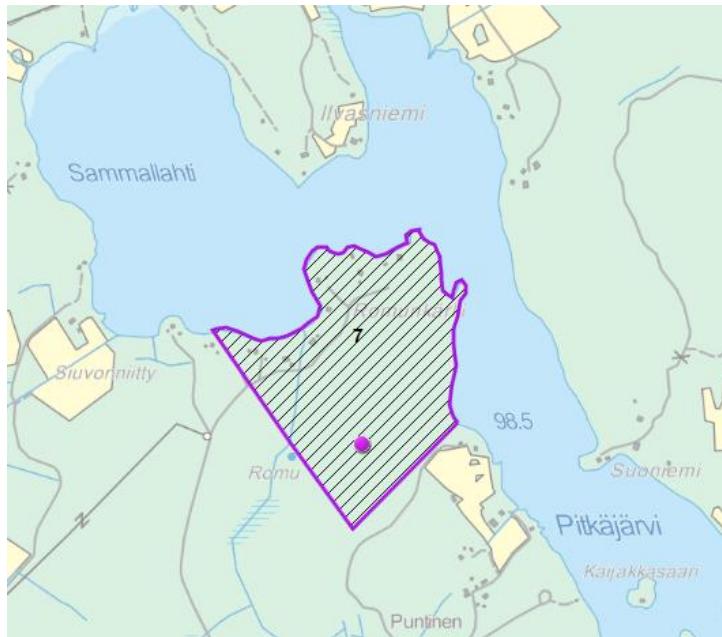
3.5 Vesialueiden omistus

Pitkäjärven vesialueiden omistajuussuhteet ovat hajanaiset. Entinen kuntaraja Pälkäneen ja Luopioisen välillä on kulkenut järven halki. Entisen Luopioisen kunnan puolella järven itäpuolelle vesialueet ovat Aitoon kalastuskunnan hallinnassa. Länsipuolella järveä vesialueet ovat pieninä lohkoina, eikä järjestäytymistä osakaskuntaan ole.

3.6 Suojelualueet ja kaavoitus

Maakuntakaavassa Pälkäneen Pitkäjärven tai sen valuma-alueen sisälle ei ole tehty kaavamerkintöjä. Lähimmät merkinnät löytyvät itä- ja pohjoisakselilta, jossa on kaksi kiviaineshuollon kannalta tärkeää aluetta. Pohjoispuolella on lisäksi tärkeä vedenhankintaan soveltuva pohjavesialue. (Pirkanmaan maakuntakaava 2040 2015.) Kumpikaan edellä mainituista kaavamerkinnöistä ei vaikuta Pälkäneen Pitkäjärven vesiensuojelullisiin toimiin.

Pälkäneen kunnan ranta-asemakaavassa osa Pitkäjärven ranta-alueesta on kaavoitettu kuvan 4. mukaisesti. Kaavassa painotetaan loma-asutukselle asetettuja erityismääräyksiä maankäytön ja rakennuslain sisällön mukaan. Kaavoitetulla alueella sijaitsee useita vapaa-ajan asuntoja tiiviisti rakennettuna ja kaavan avulla säädellään ympäristö- ja maisema-arvojen säilymistä. (Pälkäne, kaavoituskatsaus 2014)



Kuva 4. Kaavoitettu alue Pälkäneen kunnan ranta-asemakaavassa. (Pälkäne, asemakaavat & ranta-asemakaavat. n.d.)

Pitkäjärven ranta-alueet ovat myös muilta osin melko tiiviisti asutettuja. Rakennusoikeuksia on myönnetty rantakiinteistöille menneillä vuosikymmenillä. Rantakiinteistöjen rakennusoikeus lasketaan vanhojen maatilojen eli niin kutsuttujen emätilojen mukaan. Emätilatarkastelun rajat määräytyvät vuosien 1959–1960 tilanteen mukaan ja rantaviivan pituudesta riippuen. Nykytilannetta arvioiden ja tiivistä rantarakentamista peilaten ei ole odotettavissa kovinkaan montaa poikkeusluvalla myönnettävää rakennuslupaa. Teoriassa Pitkäjärvelle voi syntyä uusia rakennuspaikkoja ja lisärakentamista vain kaavoituksella ja maatilojen sukupolvenvaihdosten yhteydessä. Oletettavasti alueen maankäyttö pysyy nykyisenlaisena. Odotettavia muutoksia alueen kehittämiseen kaavoituksen keinoin ei ole ainakaan Pälkäneen kunnalla. (Kuisma, sähköpostiviesti 17.8.2016; Mäkelä, sähköpostiviesti 23.8.2016.) Kiinteistöjen omistus on vakiintunutta ja virkistyskäytön edesauttaminen kuvastaa yhteisön tavoitteita koko järven alueella.

Pitkäjärven alueella ei ole voimassaolevia suojelumääräyksiä. Alueella ei ole havaittu uhanalaisten lajien esiintymiä, jotka voisivat estää järvellä toteutettavia kunnostustoimenpiteitä. Kohdealueen eteläpuolella sijaitsee valtakunnallisesti arvokas suo, joka ei ole järven valuma-alueella. (Schultz, sähköpostiviesti 4.4.2016.)

4 PITKÄJÄRVEN HYDROLOGINEN PERUSTILA

Suomen ympäristökeskuksen tietopalvelussa (ks. Hertta 2016) Pitkäjärvi luokitellaan pintavesityypiltään matalaksi humusjärveksi. Pitkäjärven vesiala on noin 76 hehtaaria ja rantaviivaa sillä on 8,7 kilometriä. Järvi on matala ja humuspitoinen. Syvyys vaihtelee 1,4 metristä 5,5 metriin. (ks.

Hertta 2016) Eteläosan syväne on maallikkomittausten perusteella noin 7,5 metriä syvä. Rannat ovat matalia ja vesikasvillisuus valtaa ne helposti.

4.1 Morfometria

Järvien morfometriaan kuuluu sen pinta-ala, syvyysuhteet ja eri syvyysvyöhykkeiden tilavuudet sekä rannan rikkonaisuus kuten saarten määrä ja lahtisuus. Edellä mainitut tekijät vaikuttavat järven kykyyn vastaanottaa ulkoista kuormitusta.

Rantavyöhykkeessä vaikuttaa rantaa kuluttavia voimia kuten aallokko, virtaukset ja talvisin jään liikkeit. Pohja-aines liikkuu järven muotojen mukana eteenpäin. Pienen järven osalta pohja-aineksen liikkuminen on suurempaa. Alle 2 metriä syvissä järvissä eroosio ja aineksen liikkuminen vaikuttaa koko järven pinta-alalla, kun taas syvissä järvissä osa pohjasta voi pysyä lähes stabiilina. (Ulvi & Lakso 2005, 18-19.)

Matalassa järvessä happea kuluttava aines pääsee kertymään pohjaan. Syvässä järvessä ulkoinen kuormituksen aiheuttama hajotustoiminta voi tapahtua jo ylemmissä vesikerroksissa. Nopeasti pohjaan painuva aines joko sitoutuu sedimenttiin tai eroosion eri muodot saavat sen uudestaan liikkeelle, pienessä järvessä liikkumisherkkyys on suurempi.

Maallikkomittausten perusteella Pitkäjärven keskisyvyys on noin 1,5 metriä ja syvimät kohdat järven eteläosassa 7–8 metriä. Pitkäjärvi voidaan luokitella morfologisilta ominaisuuksilta pieneksi ja matalaksi järveksi. Vesipatsaassa on suuri päällysveden kerros, joka sekoittuu herkästi aallokon liikkeistä. Alusveden osuus voi paikoin olla lähes olematon, mutta syvänteissä kuitenkin merkittävämpi.

Rannat ovat pohjoisosassa loivempia ja eteläosassa taas vaihtelevan jyrkkäprofiilisia. Järven keskiosaan on jäänyt kaksi saarta; Kaijakkasaari ja Isosaari.

Runsas kasvillisuus Pitkäjärven rannoilla vaikuttaa pitkällä aikavälillä myös veden syvyyteen. Kuolleen kasvillisuuden maatuessa muodostuva turve ja lieju laskeutuvat pohjaa kohti ja vuosien mittaan rannat madaltuvat. (Kääriäinen & Rajala 2005, 253.) Järvi mataloituu ajan saatossa, mikä edesauttaa vesikasvien runsastumista. Erityisesti pohjakasvillisuus lisääntyy. Ulpukka ja lumme näkyvät yhä useammin veden pinnalla.

4.2 Viipymä

Veden vaihtumiseen vesistössä kuluva aika kutsutaan viipymäksi. Viipymä voidaan määrittää järven tilavuuden ja järveen tulevien vesien määrän avulla. Veden vaihtuvuus muuttuu hydrologisten olojen kuten vuodenaikojen ja sadannan mukaan. (Ulvi & Lakso 2005, 20.) Siksi viipymää laskettaessa on otettava huomioon vallitsevat olosuhteet ja kyttävä mittaamaan tulevien vesien määrää mahdollisimman pitkäkestoisesti tai useammassa otannassa. Keskimäärin Suomen järvien

vedet vaihtuvat keskisadannan mukaan noin puolessatoista vuodessa. Järven koko ja kuuluminen reittivesistöön vaikuttavat viipymään.

Pitkäjärven viipymästä voidaan esittää arvio perustuen Etelä-Suomen järvien keskivalumaan (10/s/km²) ja Pitkäjärvelle laskettuihin arvioihin valuma-alueesta ja järven vesialasta. Näiden lukujen avulla viipymäksi saadaan 128 vuorokautta, joka voi antaa suuntaa todelliselle viipymälle. Kohdejärven viipymän voidaan olettaa olevan kohtalaisen lyhyt johtuen järven pienestä koosta ja vähäisestä vesitulavuudesta. Nimensä mukaisesti järven pitkänomainen muoto on eduksi veden vaihtuvuudelle. Tulouomia on järven eri osissa, painottuen kuitenkin valuma-alueen mukaisesti järven pohjoisosiin. Tulevat vedet kulkevat lähes koko järven läpi, järven eteläosassa olevaan lasku-uomaan.

4.3 Kerrostuneisuus

Useimmat suomalaiset järvet kerrostuvat kaksi kertaa vuodessa lämpötilan vaihtelun mukaan. Vesi on raskainta neliasteisena, joten keväisin ja syksyisin vesimassat reagoivat ilman lämpötilan muutoksiin. (Hakala & Välimäki 2003, 50.) Kevät- ja syystäyskiirroksi kutsutut veden kiertoprosessit varmistavat hapen riittävyyden myös alusvesiin. Täyskiertojen toteutuminen on elintärkeää järvien syvänteiden happivarantojen täyttymiselle. Vesitulavuudeltaan pienet ja matalat järvet eivät kerrostu kaikilta osin.

Asiantuntija-arvion mukaan Pitkäjärvi ei välttämättä kerrostu järven matalissa osissa lainkaan vuodenaikojen tuoman lämmönvaihtelun johdosta (Kaittola 2016). Aallokko ja virtaukset sekoittavat vesimassoja tehokkaasti pienen vesisyvyyden vuoksi. Syvänteiden alueilla vesimassat voivat kerrostua, jos ilman lämpötila tai aallokko eivät vaikuta veden sekoittumiseen ja lämpötilaan. Siksi syvänteiden alueet ovat herkimpiä ajoittaisille happikadoille talvisen jääpeitteen aikana, kun vesi ei vaihdu hapekkaaseen.

4.4 Kasvillisuus

Kasvillisuuden levittäytyminen matalassa Pitkäjärvestä on voimakasta. Lähes poikkeuksetta rannat ovat umpeenkasvaneet ja kasvillisuus levittäytyy myös ulapalle. Vesikasvillisuus koetaan Pitkäjärven ranta-asukkaiden kannalta ongelmallisimmaksi rehevöitymisen oireeksi.

Viimeisimpien vesikasvillisuuden niittojen yhteydessä kesällä 2016 tehtyjen havaintojen perusteella Pitkäjärvellä on runsaasti kelluslehtisiä kasveja. Havaituista lajeista laajimmalle alalle on levittäytynyt ulpukka (*Nuphar spp.*). Myös ahvenvitaa (*Potamogeton perfoliatus*) sekä uistinvitaa (*Potamogeton obtusifolius*) on havaittavissa runsaasti muun kasvillisuuden seassa. Useiden metrien mittaisia siimapalpakon (*Sparganium gramineum*) versoja on tullut uusiin kasvupaikkoihin lisää verraten aikaisempiin esiintymiin. Uposlehtinen ja vaikeasti hävitettävä vesirutto (*Elodea canadensis*) valtaa vähitellen kasvutilaa muiden lajien vähentyessä. Muita

järvellä esiintyviä vesikasveja ovat myös muun muassa järvisätkin (*Ranunculus peltatus* ssp. *peltatus*), keltakurjenmiekka (*Iris pseudacorus*) ja lumpeet (*Nymphaea* spp.). (Kaittola 2016)

Ilmaversoiset ja kelluslehtiset kasvit, kuten ulpukka kertovat lisääntyneestä ravinnepitoisuudesta vedessä. Uposlehtiset kasvit lisääntyvät lähinnä vastikään rehevöityneessä järvessä, jonka vesi on kirkasta, eikä muita kasveja ole. Vesirutolle Pitkäjärvellä on siis erinomaiset kasvuolosuhteet. Ravinteensa suoraan vedestä ottavat irtokelluja-kasvit menestyvät rehevöityneessä vedessä, jossa ei vielä ole runsaasti pohjasta ravinteita ottavia kasveja. Irtokelluja-kasveista ei ole Pitkäjärvellä merkittäviä havaintoja. (Hakala & Välimäki 2003, 56-57.)

Vesikasvit vaikuttavat niin pohjasedimentin, kun veden toimintaan. Juurelliset vesikasvit käyttävät pohjasedimentistä ravinteikseen etenkin tyypeä ja fosforia. Vedestä samat kasvit käyttävät hyväkseen kaliumia, kalsiumia ja hivenaineita. Kasvit siis käyttävät kerran pohjaan varastoitunutta fosforia ravinnokeeseen, mutta samalla luovat hapetuksella otolliset olot uuden fosforin sitoutumiselle pohjaan. Voidaan siis ajatella juurellisten vesikasvien tukevan kehäreaktioita ravinteiden kierrossa ja vähentävän sisäisen fosforikuormituksen potentiaalia. Ilmaversoiset kasvit, kuten järvikorte ja -ruoko, toimivat piippuina, joita pitkin kaasut kohoavat ilmakehään. Toisaalta samat kasvit saattavat rehevässä järvessä vahvistaa metaania ravinnokeeseen käyttävien bakteerien toimintaa. (Karjalainen 2004, 41; Sammalkorpi & Horppila 2005, 174.)

4.5 Kalasto

Ravintoketjun rakenne kalaston osalta on kohdejärvellä hyvä. Kalakanta on verraten monipuolinen pienelle järvelle, eikä särkikalakanta ole merkittävä. Järvessä menestyvien petokalojen määrä ylläpitää tervettä kalaston rakennetta ja kertoo järven tilasta. Mahdollinen särkikalakannan kasvu olisi merkki sisäkuormitteisesta järvestä ja vedenlaadun heikentymisestä niin, etteivät herkemmat kalalajit siinä enää menesty. Maallikkohavaintojen perusteella Pitkäjärvellä ei ole tehty havaintoja merkittävän suurista särkipopulaatioista.

Kaloille on runsaasti ravintoa vesikasvillisuusvyöhykkeissä, jossa menestyvät monet selkärangattomat eliöt. Toisaalta kasvillisuus antaa eläinplakntoneille suojaa, jolloin ne pystyvät paremmin hyödyntämään ravinnokeeseen vedessä olevia leviä. Eli levää kuluttavat planktonit voivat optimaalisissa olosuhteissa edesauttaa veden kirkastumista ja vähentää leväkukintoja. (Sammalkorpi & Horppila 2005,174.)

Pitkäjärvelle on istutettu 1980-luvulta lähtien muun muassa siikaa, muikkua ja kuhaa sekä taulukon (taulukko 1, s. 8) mukaisesti myös muita lajeja.

Taulukko 1. Pitkäjärvelle tehtyjen kala- ja rapuistutusten ajankohta ja istutettavien lajien lukumäärä (Sjöstedt 2016).

Vuosi	Laji	Määrä (kpl)
1978	Hauki (<i>Esox lucius</i>)	500
1991	Karppi (<i>Cyprinus carpio</i>)	200
2004	Siika (<i>Coregonus lavaretus</i>)	500
2007	Jokirapu (<i>Astacus astacus</i>)	700

Istutettujen lajien menestymisestä ei ole ylläpidetty seurantatietoja, joten tietoja erityisestä lisääntymisestä tai lajien katoamisesta ei ole saatavilla.

4.6 Tulouomat

Pitkäjärveen laskee kolme merkittävää uomaa, joissa on jatkuvaa virtausta talvikuukausia lukuun ottamatta. Yksi uomista lähtee suoalueelta ja laskee viljeltyjen peltojen poikki kohti järveä. Uomaa kutsutaan paikallisten toimesta Lemperinojaksi. Uomassa on luontaista mutkittelua, joka parantaa veden viipymää ja estää kiintoaineksen kulkeutumista järveen. Suljetun kaatopaikan suunnasta laskeva uoma kulkee suoraviivaisesti metsä- ja peltoalueiden läpi. Lisäksi järven kaakkoispuolella virtaa melko luonnontilainen uoma vanhojen metsäalueiden läpi, päätyen lähempänä järveä peltojen läpi Pitkäjärveen. Alueen metsävoittoinen maasto pidättää osan vedestä, sekä maaston muodot hidastavat veden kulkua vähentäen samalla eroosiovaikutuksia.

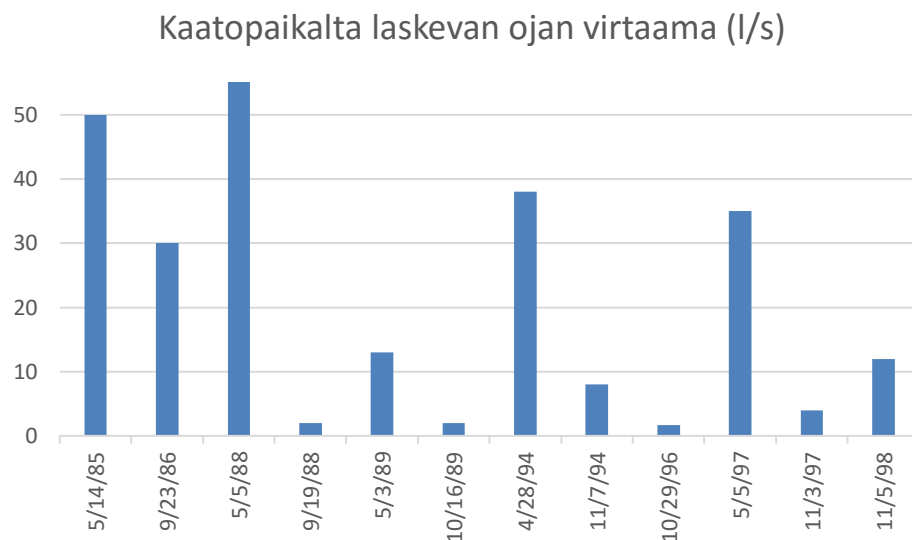
Laskevien uomien mukana tulee suuri osa järveen päätyvästä ylimääräisestä kiintoainekuormasta. Vesisateet ja sulamisvedet lisäävät veden mukana kulkevan kiintoaineksen määrää uomissa. Kiintoainesta irtoaa etenkin maa- ja metsätalouden seurauksena. Ojitukset ja auraukset vaikuttavat maan rakenteeseen niin, että eroosio saa maa-aineksen helposti liikkeelle. Kiintoainemäärän kasvu vaikuttaa vesiekosysteemissä valaistusoloihin heikentävästi ja samalla aineksen mukana kulkeutuneet ravinteet rikastuttavat ravintoketjun alkupäässä. Uomien vesien mukana kulkeva kiintoainekuormitus vaikuttaa järven pohjan laatuun ja normaaliin ekosysteemitomintaan, pitkään jatkuessa mataloituminen ja umpeenkasvu kiihtyvät. (Eloranta 1994, 90-91.)

4.6.1 Kalalähteenoja

Suljetun Aitoon kaatopaikan suunnasta laskevaa uomaa kutsutaan Kalalähteenojaksi. Uoma laskee Sammallahden pohjoisosaan. Pääuomaan yhdistyy noroja ja sarkaojia ylempänä valuma-alueella. Maasto on rehevää ja uomassa kulkee runsaasti kiintoainesta. Maaperä on Kalalähteenojan

valuma-alueen ylemmissä osissa hiekkaa ja hiekkamoreenia. Alempana on alueita saraturvetta sekä aivan rannassa savea. Uoman valuma-alueeksi suuruudeksi voidaan arvioida noin 1–1,4 neliökilometriä (Paikkatietoikkuna 2016).

Vuonna 2013 Aitoon kaatopaikalta suotautuvien vesien vaikutuksia arvioitiin useammassa kohdassa uomaa. Näytteenottopisteitä oli lähellä kaatopaikkaa neljä, ja Pitkjärveen laskevan uoman suulla yksi. Pääosin vedenlaatu vastasi ojavesien yleistä tasoa. Typpikuormitus on aiemmin mittaushistoriassa, vuodesta 1977 lähtien, vaihdellut voimakkaasti vuodenaikojen mukaan. Typpipitoisuus on runsaan valunnan aikaan ylittänyt jopa 1000 mikrogrammaa litrassa (Liite 2). Fosforin osalta kaatopaikalta laskevan uoman vedenlaatu on vastannut mittaushistorian alkuaikojä lukuun ottamatta luonnontilaisten ojavesien tasoa. Uomassa virtaavan veden määrä on vaihdellut merkittävästi (kuvio 1, s. 14). Erityisesti kevättulvien aikaan uoman virtaama ylittää sen sietokyvyn, joka näkyy eroosiovaikutuksina (kuva 5, s 14). Vuoden 2016 keväällä suoritetussa näytteenotossa uoman vesi on sisältänyt runsaasti typpeä sekä fosforia, kuvastaen rehevää vedenlaatua.



Kuvio 1. Kalalähteenojan virtaama (l/s) vuosien 1985-1998 välillä. 5.5.1988 virtaama oli mittauksen mukaan 500l/s. Historiahavaintojen perusteella kyseessä oli merkittävä kevättulva.



Kuva 5. Uoma on kovan rasituksen alaisena kevättulvien ja runsaan sadannan aikaan. Yläpuoliselta valuma-alueelta kertyy kuvan osoittamaan peltouomaan huomattava määrä poisruopattavaa kiintoainesta. (Kuva: Riikka Tuuliainen 2016.)

4.6.2 Lemperinoja

Alhon ja Naulapään peltoina tunnettujen alueiden läpi Pitkäjärveen laskeva uoma tunnetaan paikallisten kesken Lemperinojana. Paikkatietoikkunan karttaohjelman pinta-alamittauksen perusteella voidaan arvioida Lemperinojan valuma-alueeksi noin 2–2,7 neliökilometriä. Uoman valuma-alue on metsä- ja peltovaltaista hiekkamaata, joka rajoittuu ympärillä oleviin pieniin kalliokumpareisiin. Ylempänä hiekkamoreenia ja uoman lähiympäristössä alempana lähinnä karkeaa hietaa. Todennäköisesti eroosion vaikutuksesta hienoa hietaa on kasaantunut runsaasti peltoalueelle lähelle uoman suuta. Nykyisin eroosion kuljettama maa-aines on muodostanut pienen niemekkeen järven puolelle. Todennäköisesti kiintoaineksen kulkeutuminen on jatkunut uomassa pitkään. Valuma-alueen latvalla sijaitsevat suoalueet ovat humuspitoisen aineksen lähteinä. Suorien sarkaojien kaivaminen on edesauttanut veden eroosiovaikutuksia.

Lemperinojassa on otettu vesinäytteitä marraskuussa 2014 ja helmikuussa 2015 liittyen vireillä olleeseen toimenpidelupaan, joka ei sittemmin edennyt käytännön asteelle. Vedenlaatu oli näytteenottoajankohtana yleisesti hyvä, tosin veden sameus ja humuspitoisuus olivat odotettavasti hieman koholla. Typpipitoisuus oli merkittävä (760 µg/l ja 710 µg/l) johtuen valuma-alueella sijaitsevista pelloista, joiden läpi uoma kulkee ja kuljettaa kaikki peltojen kuivatus- ja valumavedet. Kemiallinen hapenkulutus (COD_{Mn}) ei ollut suurta, vaikka muiden arvojen mukaan orgaanista ainesta valumavedessä onkin. Rautapitoisuus muistuttaa ylempänä valuma-alueella sijaitsevista suoalueista. Suureen rautapitoisuuteen on myös sitoutunut fosforia.

4.6.3 Muut merkittävät tulouomat

Pitkäjärveen laskee useampi pienempi uoma, joissa virtaa vettä lähinnä vain sateisina aikoina sekä sulamisvesiä keväisin (kuva 6.). Osa uomista on rakennettu maa- ja metsätalouden kuivatustarpeisiin. Suoralinjaiset ja jyrkkäreunaiset ojat edistävät kuivatusta, mutta samalla myös haitallisia eroosiovaikutuksia ja ravinteiden kulkeutumista kohdejärveen.



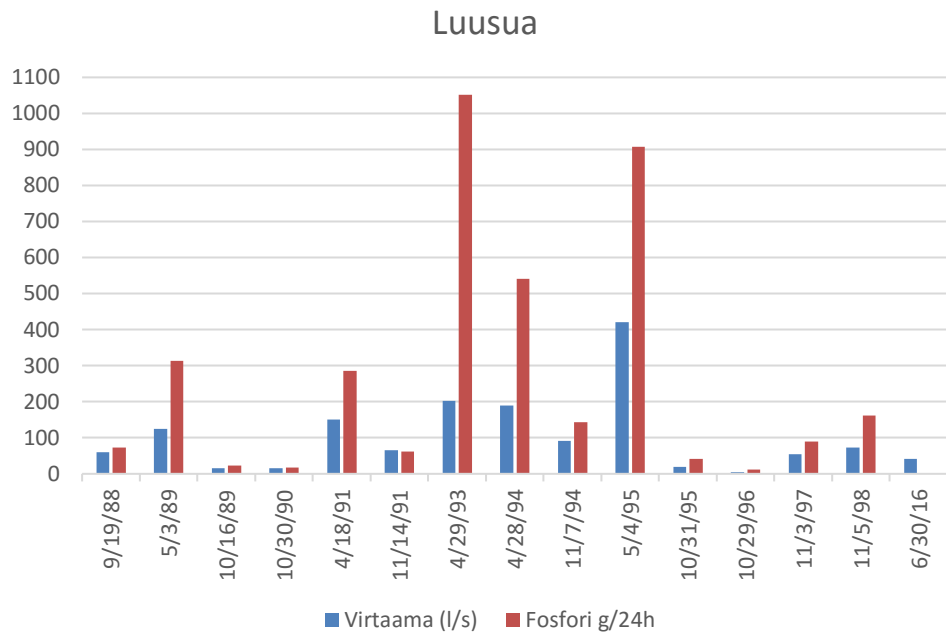
Kuva 6. Pitkäjärven itäpuolella on lähellä luonnontilaa olevia metsäojia, joiden säilyttäminen on tärkeää luonnon monimuotoisuuden ja ravinteiden sitomisen kannalta. (Kuva: Riikka Tuuliainen 2016.)

4.6.4 Luusua ja lasku-uoma

Järvien, myös pienten, luusuat pitävät yllä erityistä elinympäristöä, kun yläpuolisesta vesistöstä huuhtoutuu orgaanista ainesta kuten bakteereja ja planktoneita. Elinympäristö on sekoitus järven ja virtaveden ekosysteemejä. Luusuoita ja niiden luontaista eliöstöä pidetään nykyään maailmanlaajuisesti uhanalaisena. (Muotka, Hyvärinen & Siikamäki 2004, 45.) Pitkäjärvestä on yksi lasku-uoma, jonka kautta virtaa kaikki järvestä poistuva vesi.

Kohdejärven luusua on ollut yksi näytteenottopaikoista, jossa on satunnaisesti mitattu mm. kokonaisfosforia, kokonaistyyppiä, sähkönjohtavuutta, pH-arvoa ja sameutta. Arvot ovat pääsääntöisesti olleet samaa suuruusluokkaa kuin mittauspisteessä 1. järven yläpuolisessa osassa. Kuviossa 2. on esitettyä luusuan virtaama. Vertailuarvona on kokonaisfosforin laskennallinen vuorokausikuorma näytteenottopäivänä. Tästä voidaan päätellä ravinnemäärien nousevan virtaavan vesimassan kasvaessa. Olisi hyödyllistä tietää laskuojaan kulkeutuvan kiintoaineksen määrä ja suhteuttaa sitä järven sedimentaatioon. Nyt voidaan vain päätellä,

että samat ravinnepitoisuudet, jotka ovat järven vesimassassa, kulkevat osittain luusuaan ja pois järvestä.



Kuvio 2. Pitkäjärven luusuan mittauspisteessä mitatut virtaamat ja laskennalliset kokonaisfosforin massamäärät vuorokautta kohti mittauspäivänä. Fosforin määrä seuraa virtaamaa, jolloin oletetusti voidaan päätellä ravinnekuorman olevan suurempi, kun vettä virtaa enemmän.

4.7 Kunnostuksen tarve ja tavoitteet

Kohdevesistö on virkistyskäytössä ja sen toivotaan palvelevan mökkiasukkaita ja vesillä liikkuja monimuotoisena ja kirkasvetisenä järvenä. Virkistyskäyttöarvo parantuisi vesikasvillisuuden vähentymisellä ja rantojen avartumisella. Vesirakenteiden, kuten laitureiden sekä kalaverkkojen limettyminen koetaan myös epämieluisaksi. Monipuolinen kalakanta palvelee harrastekalastajia ja Pitkäjärveen onkin istutettu saaliskaloja vuosien mittaan. Karpikannat ovat kuitenkin kadonneet ja vuonna 2015 istutettujen siikojen populaation kehityksestä ei ole tarkkaa tietoa.

Järven ekosysteemin kannalta ongelmallisimpia tilanteita ovat sellaiset, joissa ympäristöön joutuu aineita tai tekijöitä, jotka ovat luonnolle vieraita. Tällaisia ovat esimerkiksi radioaktiivisuus tai synteettiset kemikaalit, joita eliöt eivät mekanismiansa puolesta pysty käsittelemään. (Eloranta 1994, 94.) Pitkäjärven tapauksessa voidaan olettaa Aitoon kaatopaikan olevan mahdollinen päästölähde synteettisille, luonnolle vieraille kemikaaleille. Kemikaalien aiheuttamien vaikutusten arviointi on haastavaa. Pitkällä aikavälillä vierasaineet heikentävät järven biologisia prosesseja ja jopa köyhdyttävät eliöstöä.

Hypoteesina voidaan esittää, että valuma-alueelta kertyy kuormitusta järven sietokyvyn ylittävä määrä. Suot, maatalous ja rantojen asutus yhdessä aiheuttavat rehevöitymisen. Suljetun Aitoon kaatopaikan vaikutukset eivät ole enää merkittäviä. Rehevöitymisen kierre on alkanut jo ruokkia itseään ja sisäinen kuormitus on käynnistynyt. Järven todellista tilaa tehtyjen arvioiden perusteella käsitellään luvussa 8.

Tavoitteena on luoda keinot järven hyvän tilan ylläpitämiseksi. Pitkjärven asukkaat ja kunnostusyhdistyksen väki toivovat käytännön toimenpiteitä, joilla tavoitteisiin päästään ja jotka ovat mahdollisia toteuttaa käytössä olevin resurssein. Tavoitteisiin on pyrittävä pitkäjänteisesti, koska järven kunnostamiseen vaadittavat toimet eivät näy hetkessä.

4.8 Vesipuidedirektiivi

Euroopan Unionin vesipuidedirektiivi (2000/60/EY) tuli voimaan 22.12.2000 EU:n alueella. Direktiivillä pyritään suojelemaan ja parantamaan vedenlaatua. Tarkoituksena on pysäyttää vesiekosysteemien tilan huonontuminen ja ennallistaa pilaantuneita vesimuodostumia. Direktiivin hengessä Pitkjärven rehevöitymisen pysäyttäminen noudattaa EU:n linjausta vesialueiden hoidosta.

5 TUTKIMUS JA AINEISTO

Pitkjärven vedenlaatua ja tilaa on seurattu vesinäytteiden perusteella 1970-luvulta lähtien. Aitoon kaatopaikka suljettiin vuonna 1976, jonka jälkeen viranomaisilla on ollut velvoite tarkkailla suljetun kaatopaikan mahdollisia vaikutuksia ympäristöön. Vesinäytteitä on otettu melko epäsäännöllisesti. Näytteenoton väli on vaihdellut puolesta vuodesta kahteen vuoteen. Vuosien 1978–1984 välillä on pidempi aukko vesinäytteiden otossa. Vesinäytteitä on otettu talviaikaan helmi-maaliskuussa tai kesäaikaan heinä–elokuussa. Vesinäytteistä on saatu tulkittua vuodenaikojen vaihtelun vaikutuksia. (ks. Hertta 2016.)

Vesinäytteidenotto on osa viranomaistahon suorittamaa velvoitetarkkailua. Valtion ympäristöhallinto on vastannut vesinäytteenotosta ja näytteenottoa on käytännössä hoitanut useampikin eri taho. Pitkjärvellä vesinäytteitä ovat ottaneet 1970-luvulla Hämeen ympäristökeskus, 1980-luvulta eteenpäin Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ja 2010-luvulla osittain myös Pirkanmaan ELY-keskus.

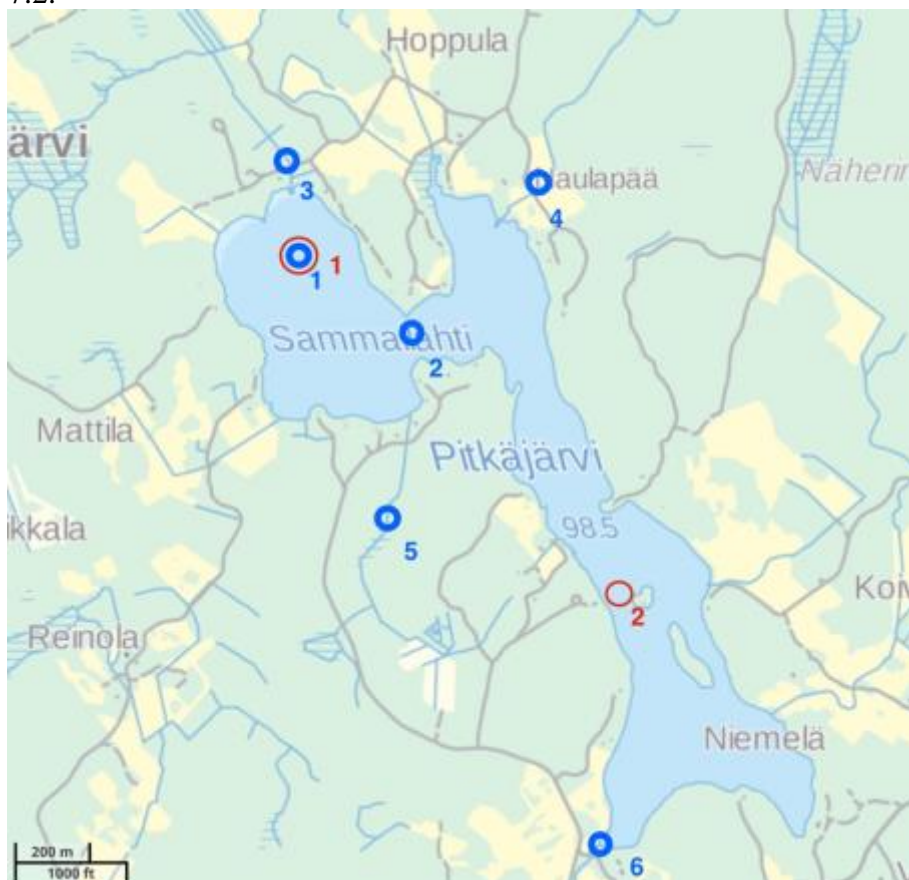
Mittauspisteitä on eri puolilla kohdejärveä sekä siihen laskevissa uomissa. Mittauspisteet on esitetty kuvassa 7. Mittauspisteestä 1 on otettu vesinäytteitä eniten ja säännönmukaisimmin vuodesta 1977 lähtien. Tässä työssä käsitellyt suuret vedenlaadusta kuvastavat mittauspisteen yksi tilannetta, koska kyseisestä pisteestä on eniten saatavilla olevaa dataa. Satunnaiset arvot ilman seurattavaa kehitystä eivät kerro mitään merkittävää veden laadusta kyseisissä mittauspisteissä tai ole peilattavissa kokonaisuuteen.

Mittauspisteessä 2. on otettu vuoteen 2016 mennessä yhteensä kuusi näytettä. Kolme näytettä 1970-luvulla ja näytteet vuosina 2000, 2015 ja 2016. Näiden vesinäytteiden perusteella ei voida muodostaa kokonaiskuvaa vedenlaadusta näytteenottopisteessä.

Kohdejärven uomissa sitä kohti, ja siitä pois päin on tarkkailtu vedenlaatua epäsäännöllisesti. Pitkäjärven laskevassa ojassa, mittauspisteessä 3. on otettu näytteitä vuodesta 1977 vuoteen 2013. Järven luusuassa, pois laskevasta uomasta, on otettu vesinäytteitä vuodesta 1988 vuoteen 2000. Näissä pisteissä näytteitä on otettu muista pisteistä poiketen epäsäännöllisesti eri vuodenaikoina. Mittauspisteet on esitetty kuvassa 7. sivulla 19.

Aitoon kaatopaikalta suotautuvan veden laatua on tutkittu erikseen useammassa mittauspisteessä vuonna 2013. Mittauspisteitä on ollut uomassa ennen kaatopaikkaa, lähellä kaatopaikan täyden salaojituksen purkupuutkea, alempana uomassa, sekä uoman suulla Sammallahdessa. (Paakkinen 2015.)

Lisäksi Pitkäjärven pohjasta on otettu sedimenttinäytteitä vuonna 2015. Näytteenottopisteitä oli eri puolilla järveä kaksi, joista molemmista on otettu yksi näyte (kuva 7, s 19). Mittauspiste 1. kartalla vastaa Sammallahden mittauspistettä ja mittauspiste 2. vastaa Kaijakkasaaren länsipuolella olevaa mittauspistettä. Sedimenttinäytteitä käsitellään luvussa 7.2.



Kuva 7. Mittauspisteiden sijainnit kartalla. Sinisellä on merkitty velvoitetarkkailun vedenlaadun näytteenottopisteet. Punaisella on merkitty sedimenttinäytteenottoaikat. (Paikkatietoikkuna 2016; Hertta 2016.)

Velvoitetarkkailua Pitkäjärvellä tullaan jatkamaan tulevaisuudessakin. Näytteenottoa tehdään todennäköisesti harvemmin ja mittauspisteiden määrä voi muuttua. Näytteenoton toteuttaja voi muuttua ELY-keskuksen kilpailuttaessa toimintojaan. (Meisalmi 2016.)

6 FYSIKAALIS-KEMIAALLISET OMINAISUUDET

Ravinteiden luontainen määrä järvessä riippuu järven ominaisuuksista. Karuissa vesiekosysteemeissä ravinteita on vähän ja perustuotanto on pieni. Pitkäjärvi on luonnostaan humuspitoinen ja ravinnepitoisuuden määräämällä perustuotanto on kasvanut. Pitkäjärvi on tyypillinen suomalainen järvi, jonka luontainen kehityssuunta on kohti rehevää. Rehevöitymiseen vaikuttavat ravinteet säätelevät tuotantoa. Kasviravinteet ovat useimmiten valaistuksen ja lämpötilan ohella tuotannon suuruutta sääteleviä minimitekijöitä, toteaa Särkkä (1996, 63). Saman määritelmän mukaan tuotanto on riippuvainen epäsuotuisimmasta tekijästä eli minimitekijästä. Useimmiten fosfori on järvivesistön minimitekijä, mutta jos fosforia on runsaasti, voi typpi muodostua minimitekijäksi.

Kaikki luvuissa 6.1–6.11 taulukkomuotoisina esitetyt ravinnepitoisuudet on mitattu mittauspisteessä 1. metrin syvyydestä. Näyte edustaa vesipatsaan puolivälin veden laatua. Olosuhteista riippuen vesi on todennäköisemmin järven päällysvettä, jonka osuus matalassa järvessä on suurempi. Alusveden osuus on vähäinen vesimassan sekoittumisen vuoksi.

Näytteenoton tulosten vaillinaisuuden vuoksi biomassa kuvaava klorofylli-a ja jätevesikuormitusta kuvaavat bakteerit (fekaaliset koliformiset bakteerit ja streptokokkibakteerit) jäävät havainnoinnin ulkopuolelle.

Kaikki seuraavat vedenlaadun muuttujien pitoisuusarvot on otettu Ympäristöhallinnon tietojärjestelmästä (ks. Hertta 2016) koskien Pitkäjärvellä tehtyjä velvoitetarkkailun vedenlaadun mittauksia.

6.1 Fosfori

Fosforin pitoisuus järvivedessä ilmoitetaan kokonaisfosforina (P) mikrogrammoina litrassa ($\mu\text{g/l}$). Fosfori on tärkeä veden rehevyyden arvioinnissa, koska se on yleensä perustuotannon minimitekijä ja määrää tuotannon suuruuden. (Oravainen 1999 17.) Fosforia Suomen vesistöihin huuhtoutuu jokien, purojen ja ojien mukana muun muassa pelloilta ja metsistä, ilmasta tai suorina päästöinä esimerkiksi asutuksesta, karjasuojista ja pesuvesistä. (Pihl 2002 5.)

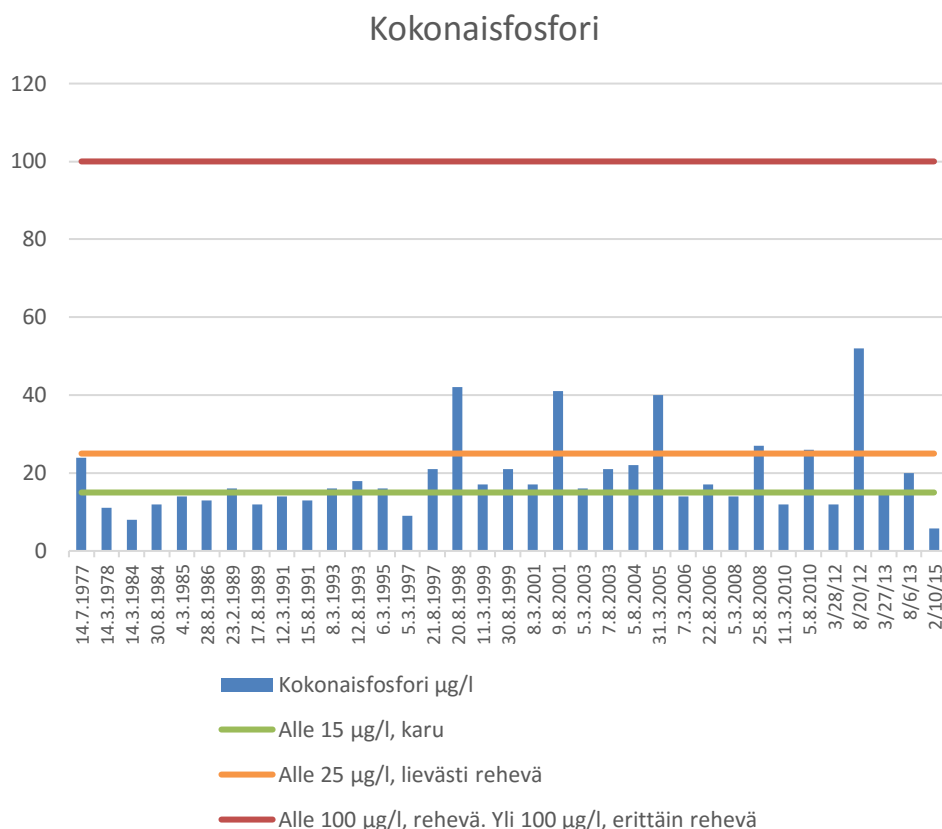
Pitkäjärven mittauspisteessä yksi otetut näytteet ovat kattavat fosforin osalta (kuvio 3, s. 21). Mittaustulosten perusteella voidaan päätellä luokituksen (taulukko 2, s. 21) mukaan, että vesistön tila on mittaushistorian

aikana vaihdellut lievästi rehevän ja rehevän välillä. Fosforin pitoisuus on jäänyt pääosin alle 25 µg litrassa, joka on matalalle humuspitoiselle Etelä-Suomen järvelle tavanomainen lukema. Toisaalta mittaustuloksissa on toistunut muutaman vuoden välein fosforipitoisuuksia, jotka ylittävät raja-arvon (25 µg/l), jonka mukaan vesistö on rehevä. Korkeat arvot sijoittuvat kesäaikaan kuvaten parhaiten veden rehevyystasoa.

Pintavedessä fosforia on pääsääntöisesti vähemmän, koska sedimentoituva aines vie fosforia kohti pohjaa. Terveessä järvessä fosfori pidättyy pohjalietteeseen eikä jää kuormittamaan alusvettä. (Oravainen 1999, 17.)

Fosforipitoisuuden nousupiikit loppukesästä kertovat perustuotannon voimakkaasta kasvusta, joka voidaan osittain yhdistää sisäiseen kuormitukseen. Sisäisestä kuormituksen tunnusmerkkejä ovat myös pohjan happikadot ja särkivaltainen kalakanta, joista kumpikaan ei toistaiseksi ole Pitkjärvellä ongelmia.

Poikkeamat kokonaisfosforin arvoissa ovat alkaneet vuonna 1998, jonka jälkeen nousupiikkejä on havaittu useampia (kuvio 3.). Nousupiikit voivat mahdollisesti johtua kuormituksen säännönmukaisesta lisääntymisestä, esimerkiksi voimakkaammasta peltolannoituksesta lietelannalla. Tietoa nousupiikkien syystä ei ole varmistettu.



Kuvio 3. Kokonaisfosforipitoisuus mittauspisteessä 1. vuosina 1977–2015. Näytteenotto syvyys 1 metri.

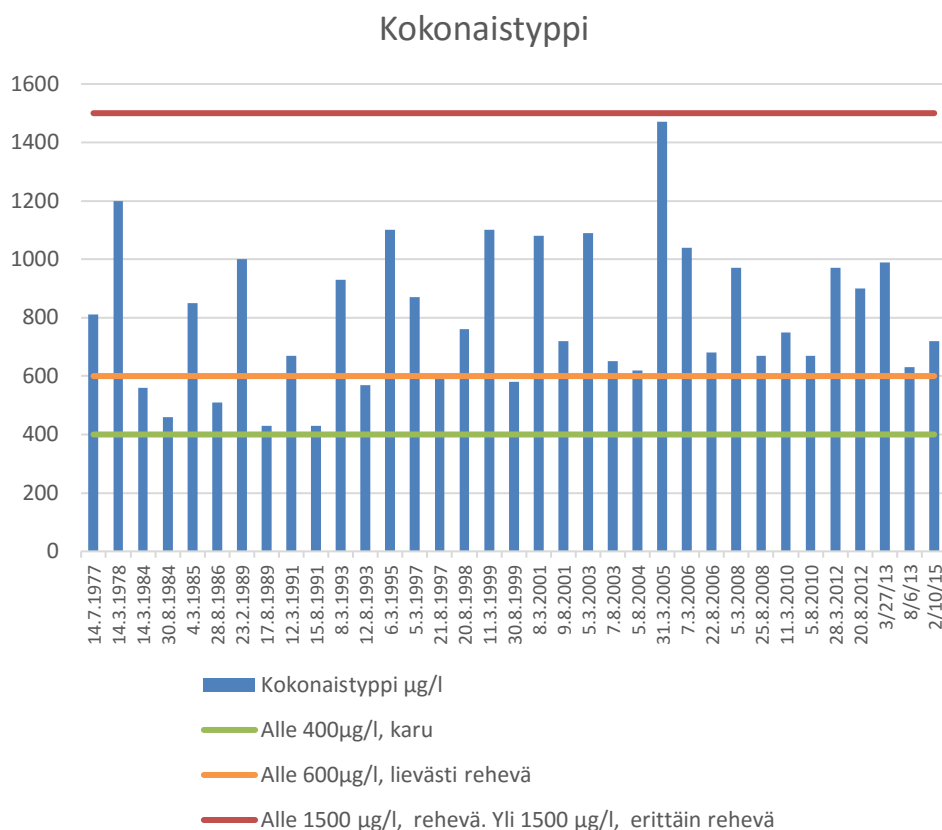
Taulukko 2. Kokonaisfosforipitoisuuden raja-arvot. (Oravainen 1999)

Luokitus	Pitoisuus
Karu	< 15 µg/l
Lievästi rehevä	15-25 µg/l
Rehevä	25-100 µg/l
Erittäin rehevä	> 100 µg/l

6.2 Kokonaistyyppi

Kokonaistyyppipitoisuuteen sisältyvät kaikki eri typen esiintymismuodot, kuten orgaaninen typpi ja epäorgaaniset muodot. Luonnonvesissä pitoisuus ilmoitetaan mikrogrammoina litrassa (µg/l). Vesistöön typpi tulee valumavesien mukana, erityisesti pelto- ja metsälannoitus lisää typpikuormitusta. (Oravainen 1999, 19.)

Pitkäjärven vedenlaatu kuuluu poikkeuksetta typen osalta rehevään luokkaan (kuvio 4; taulukko 3, s. 22). Typen ravinnekuormituksen vaikutus on suurin kesän ja syksyn aikana, kun virtaamat ovat pieniä. Sateisina vuodenaikoina ja kevään tulva-aikaan typen osuus vedessä voi olla normaalitilaa pienempi. Maaliskuussa ja elokuussa otetut näytteet kuvastavat vähäisen virtaaman aikaa, jolloin typen arvot ovat korkeimmillaan. Matalammat arvot mittaushistoriassa sijoittuvat kesäaikaan 1980- ja 1990-luvuille. Kesän sateisuus voi selittää alhaisempia arvoja.



Kuvio 4. Kokonaistyyppipitoisuus mittauspisteessä 1. vuosina 1977–2015. Näytteenottosyvyys 1 metri.

Taulukko 3. Kokonaistyyppipitoisuuden raja-arvot. (Syke, LIITE 3 Vedenlaatuluokituksen raja-arvot ja lähteet)

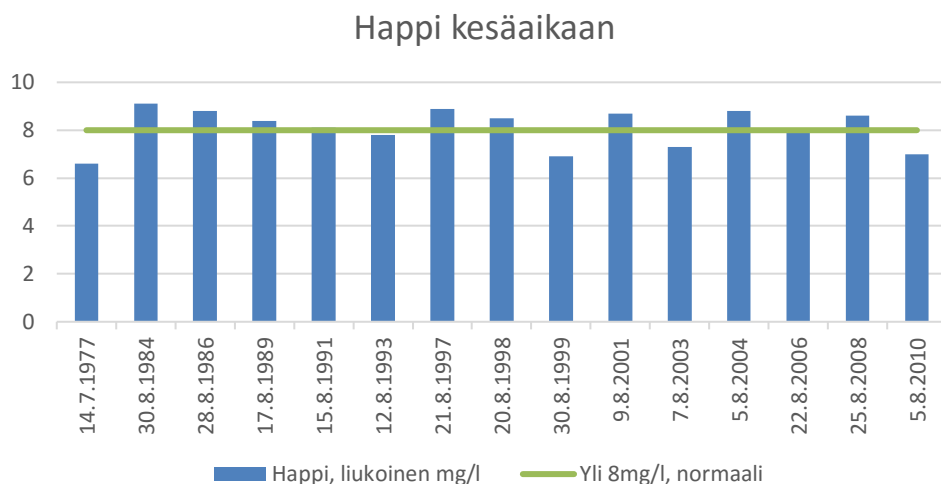
Luokitus	Pitoisuus
Karu	< 400 µg/l
Lievästi rehevä	400 - 600 µg/l
Rehevä	600 - 1500 µg/l
Erittäin rehevä	> 1500 µg/l

6.3 Happi

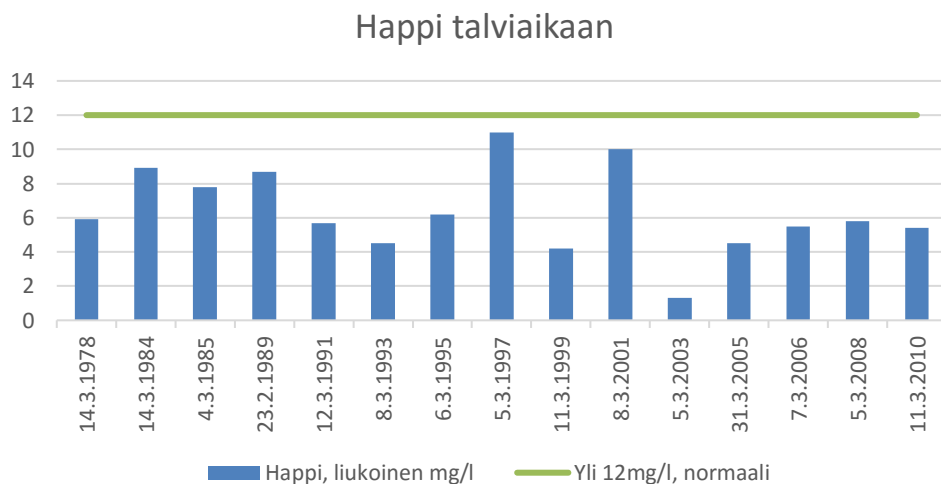
Happipitoisuus on vesistön tilan kannalta yksi parhaimmista indikaattoreista. Happitasapaino pysyy yllä ilmakehästä liukenevan hapen avulla, sekä kasvien yhteyttäessä. Kylmä vesi vastaanottaa happea paremmin kuin lämmin. Happipitoisuutta tutkittaessa on siis otettava huomioon vuodenaika. Lämpötilakerrosteisuusajan lopulla, talvella maaliskuussa ja kesällä elokuussa, happipitoisuus on heikoimmillaan ja täten parhain mittausajankohta. Happipitoisuus ilmoitetaan milligrammoina happea litrassa (mg O₂ /l). Kun happipitoisuusarvo suhteutetaan vallitsevaan veden lämpötilaan, saadaan happikyllästysaste, joka ilmoitetaan prosentteina. (Oravainen 1999.)

Päällysveden normaali happipitoisuus on kesällä 8–9 mg O₂ /l ja talvella 12–13 mg O₂ /l. Happikyllästysaste on tällöin 80–90 %. (Vanajavesikeskus n.d.)

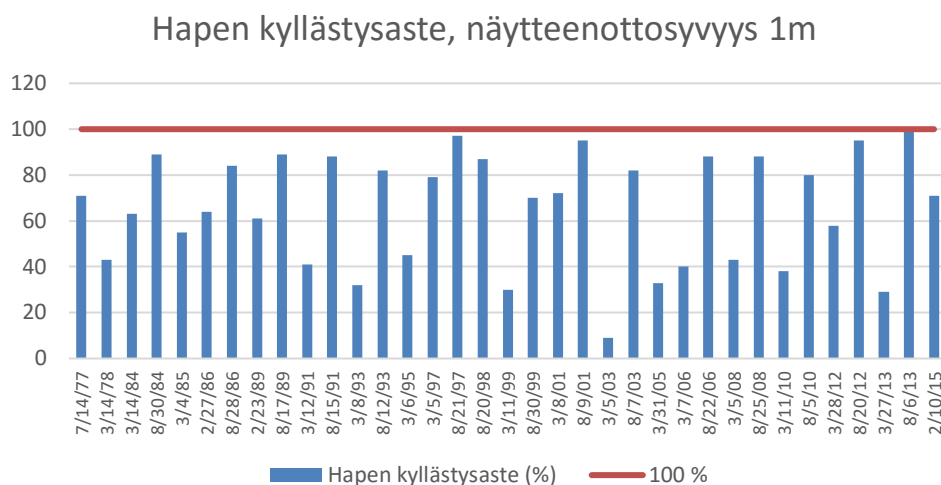
Happipitoisuutta on mitattu säännöllisesti mittauspisteessä 1. vuodesta 1977 alkaen (kuviot 5–7, s. 23-24). Säännöllisimmät mittaustulokset ovat yhden metrin syvyydestä, mutta myös 2 metrin syvyydestä on otettu satunnaisia näytteitä talviaikaan. Talviaikainen happipitoisuus mittauspisteessä 1. on ollut kahden metrin syvyydessä nollassa tai alle 1,0 mg/l mittaushistorian aikana useamman kerran. Happikatoa on mittauksissa havaittu talvina 1993, 2001, 2003, 2005, 2008, 2010, 2012 ja 2013. Pohja on oletettavasti ollut hapeton ainakin kyseisinä ajankohtina, mutta happitilanne on kesäisin parantunut. Huomattavaa on, että 2000-luvulla talviaikaiset happikadot ovat selkeästi yleistyneet. Myös Paakkisen (2015) tekemä selvitys ja maallikkohavainnot tukevat päätelmää Sammallahden talvisista happiongelmista. Viimeisin, 8.3.2016 otettu näyte mittauspisteessä 2., kertoo happipitoisuuden hieman parantuneen.



Kuvio 5. Happipitoisuus kesäaikaan mittauspisteessä 1. vuosina 1977–2015. Näytteenotto syvyys 1 metri.



Kuvio 6. Happipitoisuus talviaikaan mittauspisteessä 1. vuosina 1977–2015. Näytteenotto syvyys 1 metri.

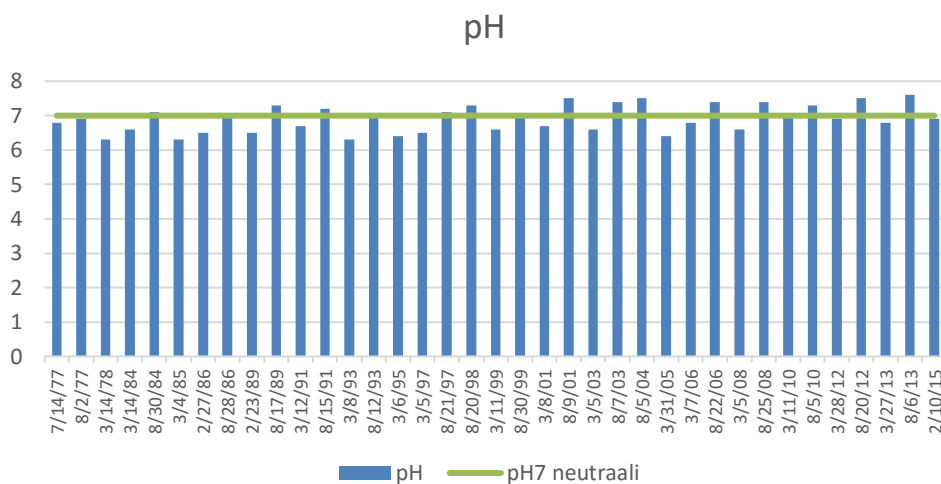


Kuvio 7. Hapen kyllästysaste mittauspisteessä 1. vuosina 1977–2015. Näytteenotto syvyys 1 metri.

6.4 Happamuus

Veden normaali pH on lähellä neutraalia (pH 7) ja vesien eliöstö on sopeutunut elämään pH-alueella 6–8 (Oravainen 1999). Suomen vesistöissä pH on yleensä lievästi hapan vesien luontaisesta humuskuormasta johtuen (pH 6,5–6,8). Vesistössä vallitsee puskurisysteemi, joka vastustaa pH:n muutoksia.

Humuspitoiset järvet ovat usein melko happamia, mutta Pitkäjärven pH on pysytellyt lähellä neutraalia (kuvio 8, s. 25). Järven hyvä puskurikyky ehkäisee pH-tasojen muutoksia. Talvisin pH on järvellä hieman alhaisempi, kun kesäisin levätuotanto kohottaa lievästi päällysveden pH-tasoa. Suuresta vesikasvillisuuden määrästä johtuen yhteyttämistoiminta voi nostaa pH-tasoa kesäisin myös tulevaisuudessa. (Karjalainen 2004, 41.)



Kuvio 8. Happamuus, eli pH-arvo mittauspisteessä 1. vuosina 1977–2015. Näytteenotto syvyys 1 metri.

6.5 Väriluku

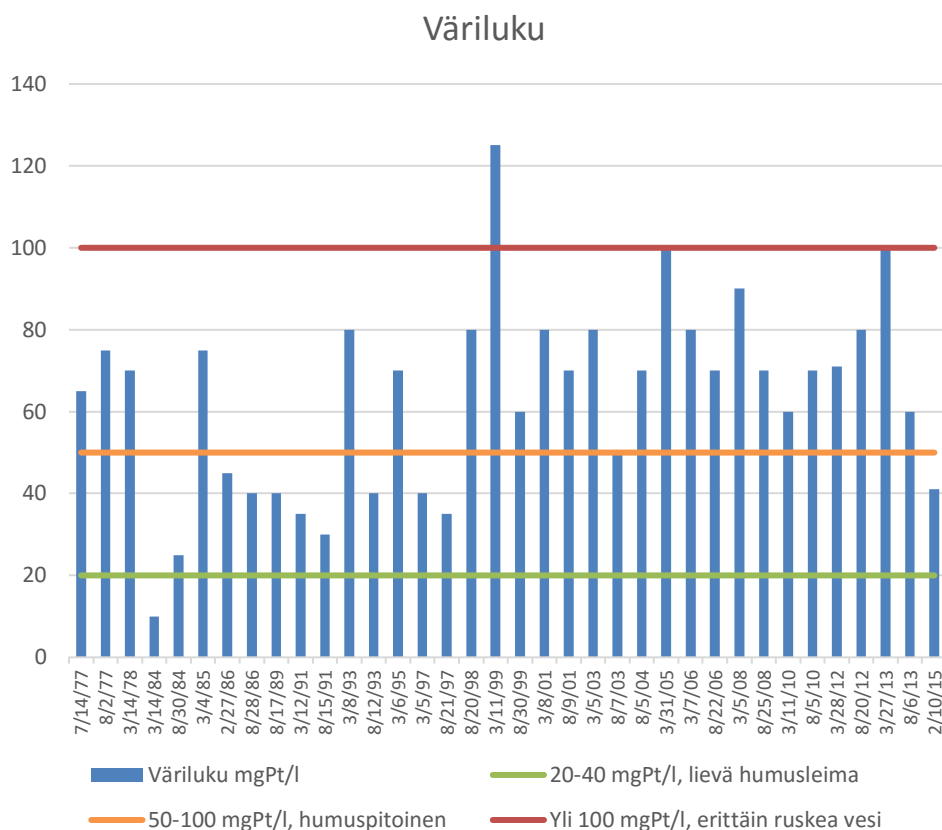
Veden väriluku kuvaa veden ruskeutta ja humusleimaa. Väriarvon tunnuslukuna on pitoisuus mgPt/l. Asteikko on määritetty platina-asteikon avulla ja väriä mitattaessa vettä verrataan platina-asteikkoon värikiekon avulla (taulukko 4, s. 26). (Oravainen 1999.)

Veden väriarvot nousevat sateiden ja sulamisvesien vaikutuksesta. Kuivina kausina väriarvot taas laskevat. Kesällä ultraviolettiasteilyn aikaansaama hajotustoiminta voi vähentää veden humusleimaa. Yleisin Suomen vesien värilukua nostava tekijä on valuma-alueilla sijaitsevat suot ja etenkin ojitetut suot.

Humus lisää ravinteiden pysymistä vedessä, jolloin ravinteiden varastoituminen sedimenttiin hidastuu (Särkkä 1996, 73.). Humuspitoisessa vedessä ravinteet ovat siis vesieliöstön käytössä.

Pitkjärvellä mittauspisteessä 1. mitatut väriluvun arvot kertovat veden humuspitoisuuden nousseen mittaushistorian aikana (kuvio 9, s. 26). Pois lukien kaksi viimeisintä näytteenottokertaa kesällä 2013 ja talvella 2015 jolloin väriluku on laskenut. Talviajan väriluku on ollut säännöllisesti kesäaikaista korkeampi.

Väriluku tukee kemiallisen hapenkulutuksen (COD_{Mn}) kehitystä. Mitä suurempi väriluku on, sitä korkeampi on myös kemiallinen hapenkulutus.



Kuvio 9. Väriluku mittauspisteessä 1. vuosina 1977–2015. Näytteenottosyvyys 1 metri.

Taulukko 4. Väriluvun raja-arvot (Oravainen 1999, 13)

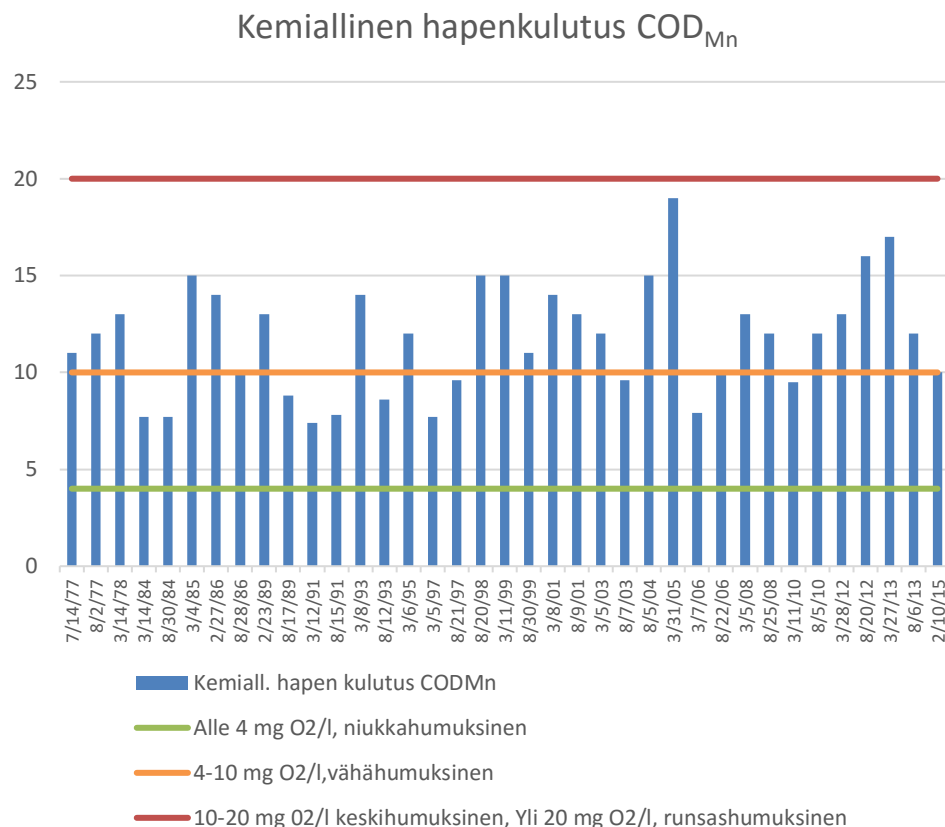
Luokitus	Pitoisuus
Väritön vesi	5-15mgPt/l
Lievä humusleima	20-40 mgPt/l
Humuspitoinen	50-100 mgPt/l
Erittäin ruskea vesi	100-200mgPt/l

6.6 Kemiallinen hapenkulutus COD_{Mn}

Kemiallinen hapenkulutus osoittaa veden sisältämien kemiallisesti hapettuvien orgaanisten aineiden määrää. Tällainen aines voi olla humusta, jätevettä, karjatalouden päästöjä tai luonnonhuuhtoumaa. COD_{Mn} -arvot, kuten värilukukin, vaihtelevat valumaolojen eli tulvien ja sateiden mukaan. Kuivat jaksot laskevat COD_{Mn} -arvoja. Kemiallinen hapenkulutus ilmoitetaan milligrammoina happea per litra ($mg\ O_2/l$). (Syke, LIITE 3 Vedenlaatuokituksen raja-arvot ja lähteet. n.d.)

Pitkäjärvellä kemiallinen hapenkulutus on vaihdellut välillä 7,4–19 $mg\ O_2/l$ (kuvio 10, s. 27). Järven vedenlaatu voidaan arvioida vähä-ja keskiumuksiseksi (taulukko 5, s. 27). Tulvat ja sadanta vaikuttavat herkästi heilahtelevaan arvoon voimakkaasti, joten mittaustulosten keskiarvo 7,8 mg

O₂/l kertoo selkeämmin Pitkäjärven humuspitoisuudesta. Eri lähteiden mukaan tämä lukema kuvaa vedenlaatua värittömäksi (Syke, LIITE 3 Vedenlaatuluokituksen raja-arvot ja lähteet n.d.) sekä järveä keskiruskeaksi (Kokemäen vesistön vesiensuojeluyhdistys n.d.). Kemiallinen hapenkulutus ja sen tulokset tukevat arviota humuspitoisesta Pitkäjärvestä.



Kuvio 10. Kemiallinen hapenkulutus COD_{Mn} mittauspisteessä 1. vuosina 1977–2015. Näytteenotto syvyys 1 metri.

Taulukko 5. Kemiallisen hapenkulutuksen COD_{Mn} raja-arvot (Syke, LIITE 3 Vedenlaatuluokituksen raja-arvot ja lähteet. n.d.)

Luokitus	Pitoisuus
Niukkahumuksinen	alle 4 mg O ₂ /l
Vähähumuksinen	4-10 mg O ₂ /l
Keskihumuksinen	10-20 mg O ₂ /l
Runsashumuksinen	yli 20 mg O ₂ /l

6.7 Näkösyvyys

Järven näkösyvyyteen vaikuttavat muun muassa planktonlevien määrä, maaperästä lähtöisin oleva humuspitoisuus ja savisameus, sekä tuulen aiheuttama veden sekoittuminen. Pieni näkösyvyys yhdistetään herkästi järven huonoon tilaan. Savisameus ja humuspitoisuus voivat kuitenkin olla

järven luontaisia ominaisuuksia, joita ei voida poistaa. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 19-20.)

Näkösyyttä on näytteenottokertoina havainnointu satunnaisesti (kuviu 11.). Mittauspisteen syvyydeksi on mitattu 1,4–2,7 metriä, johtuen todennäköisesti pienistä eroista näytteenottopaikkojen välillä. Kesäisin näkösyvyys on ollut toisinaan pohjaan saakka, talvisin vaihdellut pohjasta jopa alle metriin, kun vettä on ollut yli 2 metriä. 2000-luvulla näkösyvyys ei ole mittausten mukaan kertaakaan ollut pohjaan saakka. Kahtena näytteenottokertana näkösyvyydeksi on merkitty 0, joka voi tosin selittyä merkintänä, kun näkösyvyyttä ei ole mitattu. Pitkjärven mittauspisteessä 1 näkösyvyys on käyttökelpoisuusluokituksen (Mitikka 2015, 4-5) mukaan hyvä (taulukko 6.). Raja-arvojen soveltaminen matalaan järveen ei onnistu täysin. Kuitenkin voidaan tulosten perusteella päätellä, ettei järven näkösyvydessä ole tapahtunut merkittäviä muutoksia. Veden näkösyvyys on hyvän ja tyydyttävän rajoissa.



Kuvio 11. Näkösyvyys mittauspisteessä 1. vuosina 1977–2015. Näytteenottosyvyys 1 metri.

Taulukko 6. Käyttökelpoisuusluokituksen raja-arvot näkösyvyydelle (Mitikka 2015, 4-5)

Luokitus	Pitoisuus
Erinomainen	>2,5
Hyvä	1-2,5
Tyydyttävä	<1

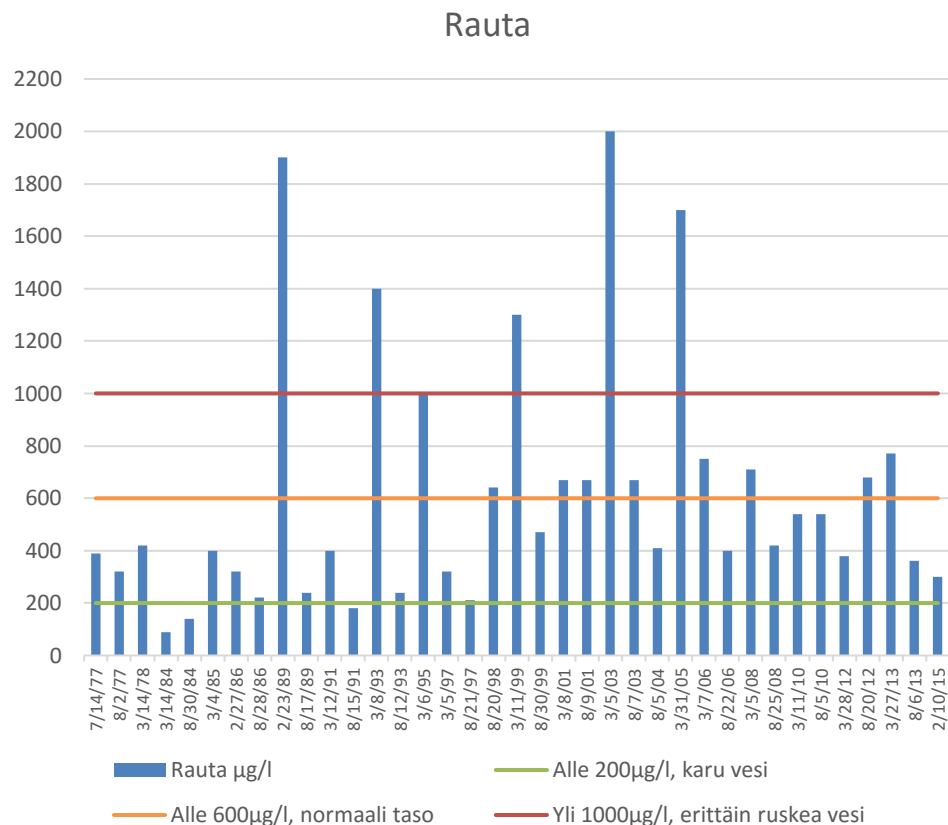
6.8 Rauta

Rautapitoisuuden esiintyminen järvissä on melko tyypillistä mitä humuspitoisempaa vesi on. Suovedet ja eroosio lisäävät raudan määrää

vedessä, koska rauta on sitoutunut maa-ainekseen. Rautapitoisuus ilmoitetaan mikrogrammoina rautayhdistettä per litra.

Raudan kierto vesiekosysteemissä perustuu sen olomuotoon ja happitilanteeseen. Hapekkaassa vedessä rauta hapettuu täyskierron yhteydessä ja huolehtii samalla fosforin sitoutumisesta sedimenttiin. Reaktio pitää huolen, ettei veden fosfori-pitoisuus nouse haitallisesti. Hapettomissa olosuhteissa rauta taas hylkää fosforin, jolloin fosfori vapautuu käyttökelpoiseksi ja rehevöittäväksi ravinteeksi. Hapettomassa alusvedessä rautapitoisuus voi nousta huomattavan korkeaksi. (Oravainen 1999.)

Oravaisen (1999) mukaan normaali rautapitoisuuden taso on 400–600 mikrogrammaa litrassa (taulukko 7, s. 30). Pitkäjärvellä veden rautapitoisuus on pysytellyt lähes normaalin rajoissa läpi 2000-luvun (kuvio 12.). Vuodesta 1977 lähtien otetuissa vedenlaadun näytteissä rautapitoisuus on pysytellyt karun ja normaalin rajoilla. Voidaan laskea kuusi poikkeusta vuosien 1989–2005 välillä kun talviaikaiset rautapitoisuudet ovat nousseet huomattavan korkeiksi; yli 1000 µg/l. Ajoittainen rautapitoisuuden nousu voi kertoa valumavesien runsaasta määrästä ja vesien kuljettaman eroosioaineksen runsastumisesta. Valuma-alueella toteutetut metsien hakkuut voivat vaikuttaa rautapitoisuuden hetkelliseen nousuun järivedessä. Maa-ainekseen sitoutunut rauta kulkeutuu eroosion vaikutuksesta järveen, kun maapohjaa muokataan tai valumaolot muuttuvat. Kovat sateet ja kevättulvat lisäävät maa-ainekseen sitoutuneen raudan liikkumista kohti vesistöä.



Kuvio 12. Rautapitoisuus mittauspisteessä 1. vuosina 1977–2015. Näytteenottosyvyys 1 metri.

Taulukko 7. Rautapitoisuuden raja-arvot (Oravainen 1999.)

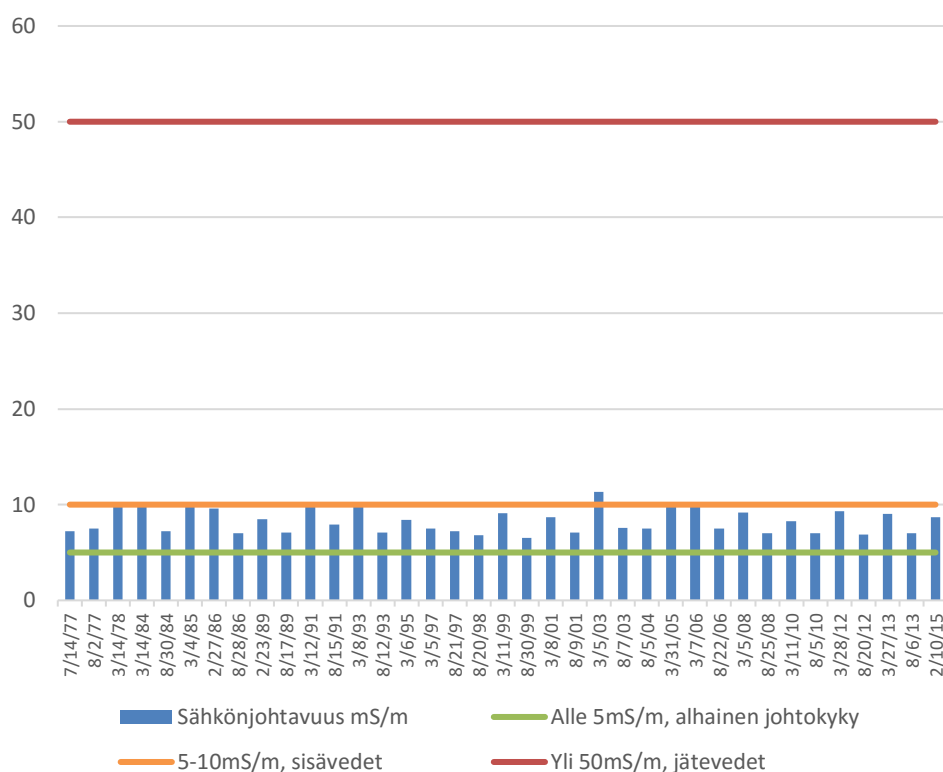
Luokitus	Pitoisuus
Karu vesi	50-200 µgFe/l
Normaali taso	400-600 µgFe/l
Erittäin ruskea vesi	1000µgFe/l

6.9 Sähkönjohtokyky

Sähkönjohtavuus kertoo veteen liuenneiden suolojen määrän (taulukko 8, s. 31). Sisävesissä sähkönjohtavuutta lisäävät lähinnä natrium, kalium, kalsium, magnesium (kationeja) sekä kloridit ja sulfaatit (anioneja). Yleisesti ottaen Suomen vedet ovat vähäsuolaisia, koska kallioperä on heikosti rapautuvaa. (Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys, 2004.) Tiesuola, peltolannoitus ja yleinen sadevesien likaantuminen lisäävät suolapitoisuutta ja sähkönjohtokykyä vesistöissä (Kokemäen vesistön vesiensuojeluyhdistys n.d.) Vähäsuolaisuus heikentää järvivesien puskurikykyä vastustaa pH:n muutoksia. Sähkönjohtavuus ilmoitetaan millisiemensinä per metri (mS/m). (Oravainen 1999, 10.)

Voimakas peltolannoitus ja jätevedet näkyvät järviveden sähkönjohtokyvyn nousuna. Pintavedessä sähkönjohtavuus voi olla huomattavasti pienempi kuin alusvedessä, jos pohjalla on hajoavaa orgaanista ainesta. (Oravainen 1999, 10–11.) Toisin sanoen orgaanisen aineen hajoaminen näkyy lisääntyneinä suoloina ja siten sähkönjohtavuuden kohoamisena. Pitkäjärven veden sähkönjohtavuutta kuvaavissa arvoissa näkyy talven jääpeitteisen ajan hajotustoiminta, joka nostaa arvoja (kuvio 13, s. 31). Mittaushistorian 1977–2013 ajalla otetuissa näytteissä mittauspisteessä yksi on talvikuukausina otettujen sähkönjohtavuusarvojen keskiarvo 9,4 mS/m ja kesäaikainen keskipitoisuus 7,2 mS/m. Hapen vähäisyys talviaikaan lisää hajotustoimintaa alusvedessä, joka lisää suolojen määrää. Tämä reaktio on nähtävissä sähkönjohtavuuden kohoamisena.

Sähkönjohtavuus



Kuvio 13. Sähkönjohtavuus mittauspisteessä 1. vuosina 1977–2015. Näytteenotto syvyys 1 metri.

Taulukko 8. Sähkönjohtavuuden raja-arvot (Kokemäen vesistön vesiensuojeluyhdistys n.d)

Luokitus	Pitoisuus
Alhainen sähkönjohtokyky	< 5mS/m
Sisävedet	5-10mS/m
Jätevedet	50-100 mS/m

Saukkonen (2010, 3) tuo esille seikan, jonka mukaan sähkönjohtavuus kuvaa myös vedessä olevien vieraiden kemikaalien määrää. Korkea sähkönjohtavuusluku osoittaisi vedessä olevan sen luontaisista ominaisuuksista poikkeavia kemikaaleja. Pitkjärven tapauksessa tällaiset aineet voisivat olla suljetun kaatopaikan suotovesiin päätyneitä kemikaaleja värjäysaineista ja kaatopaikan metalleista.

6.10 Alkaliteetti

Alkaliteetti kuvaa vesistön haponsitomiskykyä ja valmiutta vastustaa pH:n muutoksia. Happamuuden seurannassa pelkkä pH-arvon seuranta ei riitä sen vaihteluherkkyiden vuoksi. Alkaliteetin seuranta lisää luotettavuutta. (Oravainen 1999). Pitkjärvellä alkaliteettia on mitattu ainoastaan taulukon (9, s. 32) mukaisesti.

Arvot kuvaavat hyvän puskurikyvyn omaavaa vesistöä, kun alkaliteetti on yli 0,2 mmol/l. Pitkäjärven veden ominaisuuksia peilaten sen puskurikyky ja kyky vastustaa pH:n muutoksia ovat hyvä. Valuma-alueen rehevyys estää happamoitumista, jolloin puskurikykyä ei myöskään koetella jatkuvasti.

1977	0,22mmol/l
2014	0,411mmol/l
2015	0,47mmol/l

Taulukko 9. Alkaliteettipitoisuus mittauspisteessä 1. Keskiarvo 0,367mmol/l

6.11 Yhteenveto

Vedestä mitattujen suureiden perusteella voidaan vedenlaatua luokitella erilaisilla asteikoilla riippuen tarkastelun tavoitteista. Veden ekologisen laadun tarkastelussa otetaan huomioon biologisia laatutekijöitä, kun taas käyttökelpoisuusluokituksessa arvioidaan käyttökelpoisuutta ihmiselle. Taulukoissa (10, s. 32 ja 11, s. 33) on arvioitu Pitkäjärven vedenlaadun muuttujia niiden keskipitoisuuksien perusteella useamman asteikon perusteella.

Vedenlaadun yleinen käyttökelpoisuusluokitus kuvaa pintavesien keskimääräistä veden laatua ottaen huomioon vesistön luontaisen laadun ja ihmistoiminnan vaikutukset. Luokitus perustuu Vesi- ja ympäristöhallinnon vuonna 1988 määrittämiin Vesistöjen laadullisen käyttökelpoisuuden luokkajakoihin. Taulukko (10.) pohjautuu Mitikan (2015, 4–5) laatimaan dokumenttiin käyttökelpoisuusluokituksen kriteereihin. Käyttökelpoisuusluokitus on eri asia kuin ekologinen luokitus.

Taulukko 10. Käyttökelpoisuusluokitukseen (Mitikka 2015, 4-5) perustuva luokitus Pitkäjärven vedenlaadun muuttujien keskitasosta.

Muuttuja	Keskiarvo mittauspisteessä 1. 1977–2015	Luokitus
Kokonaisfosfori	19 µg/l	Hyvä
Happipitoisuus päällysvedessä	65%	Tyydyttävä
Alusveden hapettomuus	satunnaista	Tyydyttävä
Väriluku	63,4mgPt/l	Erinomainen
Näkösyvyys	1,4m	Hyvä
Levähaitat	Ei	Erinomainen

Muut vedenlaatuun vaikuttavat muuttujat, joista Pitkäjärvellä on pidempiaikaisia mittaustuloksia, ovat esitetty taulukossa 11. Arviot eivät liity käyttökelpoisuusluokitukseen.

Taulukko 11. Vedenlaadun muuttujien keskitaso ja esitetty arvio pohjautuen Oravaisen (1999), Suomen ympäristökeskuksen (n.d.) ja Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistyksen (n.d.) asettamiin raja-arvoihin.

Muuttuja	Keskiarvo mittauspisteessä 1. 1977–2015	Arvio
Kemiallinen hapenkulutus COD _{Mn}	11,8mg O ² /l	Normaali humusvesille
Sähkönjohtokyky	8,3 mS/m	Normaali sisävesille
Alkaliteetti	0,37 mmol/l	Hyvä
Rauta	610 µg/l	Normaali sisävesille
pH	6,9	Neutraali
Kokonaistyyppi	801 µg/l	Rehevä

7 KUORMITUS

Järvi on luonnostaan hitaassa muutoksessa, ja Suomen vesistöissä muutos on usein kohti rehevää. Ihmistoiminnan vaikutukset usein nopeuttavat tapahtuvia muutoksia. Rehevöityminen ja sen tuomat muutokset järvellä, kuten Pitkäjärven tapauksessa umpeenkasvu, ovat yleensä seurausta valuma-alueelta tulevasta ravinnekuormasta ja sen kasvusta. Ilmiötä kutsutaan ulkoiseksi kuormitukseksi. Ongelmat voivat myös olla perintöä valuma-alueen aikaisemmilta kuormittajilta, joiden vaikutus ulkoisena kuormituksena on jo lakannut. Lopetettu maatalous tai suljettu kaatopaikka ovat saattaneet kuormittaa järveä menneillä vuosikymmenillä. Aiemmin järven pohjaan varastoituneet ravinteet vapautuvat takaisin veteen, jolloin puhutaan sisäisestä kuormituksesta. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 10–11.)

7.1 Sisäinen kuormitus

Sisäisen kuormituksen määrittäminen on pitkälti arvioiden luomista. Järven vesimassan ja pohjasedimentin välillä on niin sanottu kaksisuuntainen ainevirta, jonka takia ravinnepitoisuuden laskeminen yksiselitteisesti hankaloituu. Pohjasedimentti toimii ravinteiden sitojana ja jossain tapauksissa jopa ikuisena varastona. Veden liikkeet, kalojen pöyhintä tai muu liike pohjassa saa sedimenttiin kiinnittyneet ravinteet uudestaan vesipatsaan käyttöön. Ilmiötä kutsutaan resuspensioksi. Hyväkuntoisessa järvessä vuotuinen ravinteiden nettosiirtymän tapahtuu vesipatsaasta kohti pohjasedimenttiä. Kun vuosia sedimenttiin varastoituneet ravinteet vapautuvatkin takaisin veteen, on kyse sisäisestä kuormituksesta. Ravinteiden nettosiirtymä on käännytyn päällelleen sedimentistä vesipatsaaseen. Minimiravinne fosforin lisääntyminen kiihdyttää

perustuotantoa ja hajotustoiminta lisää hapenkulutusta. Rehevöitymisen itseään ruokkiva kierre on valmis. (Ulvi & Lakso 2005, 24–25.)

Järviin kertyy luontaisestikin lisää ravinteita ja kasvillisuutta. Useimmilla Suomen järvillä luontainen kehitys on kohti rehevää ja ihmisen toiminta vain nopeuttaa tätä prosessia. Järven sisäinen biomassa lisääntyy ensin vaivihkaa kasviplanktonin muodossa, joka on järven eliöiden ravintoketjun peruspilari. Järven rehevyystaso voidaan määritellä juuri kasviplanktonin nettotuotannon avulla. Rehevässä järvessä kasviplanktonin tuotanto on suuri. (Hakala & Välimäki 2003, 55.)

Järven hapekkaassa alusvedessä oleva fosfori sitoutuu pohjasedimenttiin hapettumalla. Sedimentaation avulla ylimääräinen ravinnekuorma poistuu vedestä. Jos pohjan olosuhteet muuttuvat hapettomiksi, syntyy pelkistymisreaktio, ja sitoutunut fosfori vapautuu pohjasta takaisin kasvien käytettäväksi. Samalla syntyy rikkiyhdisteitä. Sisäisen kuormituksen rehevöitymisprosessi alkaa ruokkimaan itseään ja järven tila voi muuttua radikaalistikin. Jos happikato on jatkunut pitkään, ja hapetonta vettä on paljon, ei täyskierron mukanaan tuoma happi riitä enää korjaamaan happivajetta. (Hakala & Välimäki 2003, 56.)

Poikkeuksellisen suuren sisäisen kuormituksen voi havaita järven veden kokonaisfosforin pitoisuuden noususta. Keskipitoisuuden ylittäessä 30 µg fosforia litrassa, voidaan olettaa sisäisellä kuormituksella olevan jo merkitystä. (Antikainen ym. 2016, 71.) Pitkäjärvellä mittaushistorian kokonaisfosforin keskipitoisuus jää 19 mikrogrammaan fosforia litrassa, joten siitä ei voi päätellä sisäisen kuormituksen vaikuttavuutta.

Kohdejärven pohjasedimenttiin on varastoitunut ravinteita vuosien mittaan. Erityisesti Aitoon kaatopaikan toiminnan aikaiset/aiheuttamat päästöt ovat kerääntyneet Pitkäjärven pohjaan. Alueen maatalous ja peltoviljelyn vapaammat lannoituskäytännöt ovat kerrostaneet oman jälkensä Pitkäjärven pohjasedimenttiin.

Pitkäjärven mataluudesta johtuen sisäisen kuormituksen todennäköisyys on pieni. Järvi on matala, jolloin veden kerrostumista ei selvästi tapahdu ja vesimassa sekoittuu pinnasta pohjaan saakka. (Kaittola 2016.) Auringonvalo lämmittää koko vesipatsasta ja aallokon liike sekoittaa happea myös alusveteen. Talviaikaan tilanne voi ajoittain muuttua. Jääpeitteisen ajanjakson ollessa pitkä, on syvänteissä riski happikadolle, kun ilmakehän happea ei sekoitu veteen. Sammallahden syvemmissä osissa on havaittu ajoittaista happikatoa talviaikaan 1990-luvulta lähtien. Lyhyempikin hapeton jakso saa aikaan pohjasedimentissä ravinteiden, etenkin fosforin vapautumisen veteen. Ravinteet lisäävät järveen kohdistuvaa kuormitusta mutta eivät yksinään aiheuta rehevöitymisen ongelmaa Pitkäjärvellä.

Sisäisen kuormituksen vaikutuksia Pitkäjärvellä voidaan pitää paikallisina ja osin hetkellisinä. Tilanne voi kuitenkin muuttua, jos happiongelmat laajenevat ja ravinteiden vapautuminen jatkuu pidempään. Paras ratkaisu on ehkäistä järven vedenlaadun ja etenkin happitilanteen heikentymistä.

7.2 Sedimenttitutkimuksen tulokset

Pitkäjärven pohjasta on otettu kaksi sedimenttinäytettä vuonna 2015. Näytteissä huomioitavat suuret olivat raskasmetalleja, luonnon omia ravinteita ja vierasaineita. Saatavilla ei ole tietoa sedimentin maarakenteesta tai sen vesipitoisuudesta. Seuraavassa on arvioitu suureiden pitoisuuksien merkitystä ekosysteemissä viitaten liitteenä oleviin sedimenttinäytteenoton tuloksiin.

Vuonna 2007 tehdyssä selvityksessä (Hanski, 2007) todetaan ettei järvi- ja jokisedimenteille ole olemassa niiden pilaantuneisuuden arviointiin käytettäviä ohje- tai raja-arvoja. Sedimentin laatua ei siis voida luokitella. Haitta-ainepitoisuuksia arvioidaan tapauskohtaisesti ja arvoja peilataan yleiseen kunnostustarpeen arviointiin kohteessa. Joidenkin suureiden pitoisuuksista on olemassa eri lähteissä ohje-arvoja ja toisaalla taas sedimentin laatua verrataan kuivan aineksen pilaantuneiden maiden kuntoisuusluokitukseen.

Pitkäjärven sedimenttinäytteistä voidaan päätellä Aitoon kaatopaikan sekä maa- ja metsätalouden vaikutuksia. Fosforia on sedimentoitunut runsaasti kummassakin mittauspisteessä. Pitoisuudet ovat huomattavat (1000 mg/kg ja 1400 mg/kg) verraten veden fosforipitoisuuksiin (keskiarvo 19 mikrogrammaa litrassa). Sedimentin ja veden fosforipitoisuudet eivät kuitenkaan ole verrattavissa toisiinsa. (Vaittinen 2016.)

Raskasmetalleja voidaan jaotella haitallisiin, eliöihin kertyviin, kuten elohopea, lyijy ja kadmium ja sellaisiin raskasmetalleihin, jotka ovat pieninä pitoisuuksina välttämättömiä, mutta eivät kerry eliöihin, kuten rauta, kupari ja sinkki. Vähemmän haitallisia raskasmetalleja on kaikkia havaittavissa Pitkäjärven sedimenttinäytteissä ja niiden alkuperä on todennäköisesti kaatopaikalle päätyneissä jätteissä. Näistä esimerkiksi sinkki reagoi herkästi hapettomissa olosuhteissa ja liukenee veteen. (Heikkinen, 2004.) Eliöihin kertyvät raskasmetallit rikastuvat ravintoketjussa ja ovat luonnonympäristössä vieraita ja vaarallisia. Lyijyä sekä kadmiumia on Pitkäjärven sedimentissä ja ne ovat todennäköisemmin peräisin metalleista, joita kaatopaikalle on sijoitettu. Kadmium on yksi yleisimmistä kaatopaikalta suotautuvista raskasmetalleista. (Jaakkonen 2011, 18; Vaittinen 2016.)

Elohopea on yksi haitallisista vierasaineista järvi-ekosysteemissä. Pitkäjärven sedimenttinäytteissä havaitut pitoisuudet eivät ole huolestuttavan korkeita. Tosin ero kahden näytteen pitoisuuksien välillä on yli kymmenkertainen. Sammallahtessa elohopeaa oli 0,087 mg/kg ja Kajakkasaaren länsipuolella 0,11 mg/kg. Karkean laskelman mukainen elohopean ekotoksikologinen alin kynnyсарvo on 0,15 mg/kg (Beckvar ym. 1996, 4). Muiden suureiden osalta yhtä suuria eroja eri mittauspisteiden tulosten välillä ei ollut havaittavissa.

Arseenipitoisuus on molemmissa mittauspisteissä huomattava (7 mg/kg ja 8,1 mg/kg). Pitoisuus voi olla sedimentissä vierasaineena tai luonnostaan. Pirkanmaalla maaperässä luontainen arseenipitoisuus on suurempi kuin mitä pilaantuneiden maiden arseenin kynnyсарvo. (ASROCKS-hanke. n.d.)

Orgaanisten tinayhdisteiden määrää on myös mitattu Pitkäjärven sedimentistä. Tinayhdisteitä käytetty massa- ja paperiteollisuudessa, puutavaran suojauksessa sekä maataloudessa kasvinsuojeluaineena. (Mannio ym. 2011.) Nykyisin suurin osa tinayhdisteistä on todettu ympäristölle myrkyllisiksi. Esimerkiksi Tributyyliitina-yhdisteet (TBT) Trifenyyliitina-yhdisteet (TPhT), ovat kiellettyjä Suomessa, mutta niitä on löydetty Pitkäjärven pohjasta otetusta sedimentinäytteestä vuonna 2015. (Vuoristo ym. 2010, 101-102.)

Pitkäjärven pohjasedimentissä on ympäristölle haitallisia aineita ainakin näytteenottopisteissä. Haitta-aineet kuitenkin laskeutuvat helposti järven syvänteisiin, joissa pitoisuudet voivat olla vieläkin suuremmat. Sedimenttiin ajan kuluessa sitoutuneet aineet ovat todennäköisesti peittyneet jo puhtaammalla sedimentillä, jos oletetaan, että kuormitus on vähentynyt. Osa sedimentistä on voinut myös poistua järvestä luusuan lasku-uomaa myöten. Voidaan olettaa, että sedimentissä olevat raskasmetallit ja muut ekotoksiset aineet ovat vaarattomia Pitkäjärven vesiekosysteemille niin kauan, kun ne pysyvät sitoutuneena sedimenttiin. Haitta-aineiden uudelleenmobilisoituminen voi tapahtua virtausolojen muuttuessa, kalojen pöyhinnästä tai veneliikenteestä johtuen. Osa haitta-aineista reagoi hapettomissa olosuhteissa vapautuen sedimentistä veteen. Ruoppauksia suunniteltaessa tulee ottaa huomioon sedimentin sisältämät pitoisuudet ja ruoppausmassojen vaatiman erityiskäsittelyn. (Antikainen ym. 2016, 71–72; Vaitinen 2016.)

7.3 Ulkoinen kuormitus

Ulkoisen kuormituksen arvioimiseen hyödynnetään tietoa järven valuma-alueen maankäyttömuotojen, maaperän ja kallioperän osuuksista ja jakaumasta. (Eloranta 2005, 24.) Käytännössä Pitkäjärven valuma-alueella sijaitsevat metsät, suot, pellot, kiinteistöt ja suljettu kaatopaikka kattavat merkittävien maankäyttömuotojen osuuden. Maa- ja kallioperästä saatavan tiedon perusteella valuma-alueella voidaan päätellä olevan vaihtelevasti niin läpäisevää hiekkamaata, kun tiivistä suopohjaa. Hiekkaisilta harjumailta huuhtoutuu vähemmän ravinteita kuin kangasmailta. Veden pidätyskyky vaihtelee maan rakenteen ja muotojen mukaan. Mitä voimakkaammin vesi kulkee pintavaluntana kohti vesistöä, sen suurempi on sen eroosiovaikutus maastoon. Eroosion mukana järveen päätyy maa-ainesta ja ravinteita rikastuttamaan ekosysteemejä ja sitä kautta rehevöittämään järveä.

Etenkin savipitoisen maaperän sijoittuminen Pitkäjärven valuma-alueen pohjoisosiin on saanut aikaan ulkoisen kuormituksen kehän. Saviset maa-alueet ovat ravinteikkaita ja soveltuvat hyvin viljelyskäyttöön. Savi on kuitenkin eroosioherkkää, jolloin valumavedet vievät helposti mukanaan maahan sitoutuneita luonnollisia ravinteita sekä viljelyssä vaadittavia lannoitteita. Savimaiden sijainti lähellä järveä korostaa rehevöitymisongelmaa.

Konkreettisesti ulkoinen kuormitus Pitkäjärvelle syntyy luonnonhuhuhtoumasta ja alueen maanviljelystä sekä asutuksesta. Yksittäisiä pistekuormittajia valuma-alueella ei ole. Ihmistoiminnan jälki näkyy luonnonhuhuhtouman lisääntyneinä eroosiovaikutuksina. Normaalina valuntana osansa kuormitukseen tuovat suoalueet, joiden kuivatusta tulisi minimoida Pitkäjärven tilan parantamiseksi. Viljelyalaa on kohdejärven valuma-alueen pinta-alasta noin 10–11 prosenttia, joilla on myös osansa ulkoisesta kuormituksesta. Maanviljelyn kuormittavuus koostuu suurilta osin eroosion vaikutuksista, joita voidaan estää pitämällä pellot kasvipeitteisinä ja huolehtimalla luonnonmukaisesta kuivatuksesta. (Paikkatietoikkuna 2016; Mattila 2005, 140.)

Ulkoisen kuormituksen on oltava järven kestokyvyn rajoissa, jotta rehevöityminen voidaan estää. Järviekosysteemi sietää tietyn määrän kuormitusta ilman merkittäviä muutoksia. (Mattila 2005, 137.) Lähtökohtaisesti ulkoinen hajakuormitusta minimoidaan estämällä kuormituksen syntyminen sekä pidättämällä kuormitus mahdollisimman lähellä syntypaikkaa. (Mattila 2005, 142.)

Valuma-alueen ainoa pistekuormittaja on aiemmin toiminnassa ollut Aitoon kaatopaikka. Kaatopaikalta on tullut kuormitusta Pitkäjärveen etenkin sen toiminta-aikana, mutta myös toiminnan loppumisen jälkeen. Aitoon kaatopaikan sulkeminen ja sen peittäminen on tapahtunut 70-luvun ohjeistuksen mukaisesti. Kaatopaikan rakenteet eivät todennäköisesti vastanneet nykysäädöksiä, eikä sulkemisen aikaista tiivistämistä voida todentaa tehdyksi nykymääräykset täyttävin keinoin. Vesienhallinnan tueksi penkan päälle on rakennettu salaojat, joiden tarkoitus on ohjata pintavalunta pois jätevuoresta. Lisäksi salaojien purkupaikalle on pystytetty pajukko keräämään suotovesiä ja hidastamaan ravinteiden kulkeutumista. Pajukon toiminta on kuitenkin heikentynyt ajan kuluessa olosuhteiden muuttuessa (kuva 8, s. 38). Kunnostustoimien toteuttaminen pajukon rakenteille parantaisi sen kykyä sitoa vettä ja ravinteita.

Kaatopaikalla tapahtuvan hajotustoiminnan tuloksena suotovesiin liukenee jätemassaan sitoutuneita aineita ja hajotustoiminnan synnyttämiä yhdisteitä. Vuonna 2013 tehdyissä mittauksissa tutkittiin kaatopaikan jätetäytöstä purkautuvien vesien laatua. Kaatopaikkavesille tyypillisesti vesi oli hapetonta, sameaa ja sähkönjohtavuus oli korkea. Myös tyypipitoisuus oli koholla, sekä fosforin määrä oli lievästi luonnontilaista ojavettä korkeampi. Rautaa vedessä oli näytteenotokerralla huomattavan suuri määrä (24000 µg/l). Veden hygieeninen laatu oli moitteeton. (Paakkinen 2015; Huurinainen 2007.)

Kaatopaikan jätetäytöstä suotautuviin vesiin liukenee jätteiden sisältämiä aineita, sekä hajotustoiminnan aikaansaamia yhdisteitä. Kaatopaikan jätehistorialla on merkitystä sen aiheuttamiin päästöihin kauan kaatopaikan sulkemisenkin jälkeen. Esimerkiksi orgaanisen aineksen hajoaminen lisää biologista hapenkulutusta myös alapuolisessa vedessä ja metalleista liukenee veteen mm. rautaa ja mangaania. Vuoden 2016 keväällä raudan suotautuminen jätetäytöstä oli havaittavissa salaojien purkupuolen alapuolella. Vesi oli värjäytynyt ruosteen myötä ruskeanoranssiksi ja

pinnassa oli kalvo mangaania. Molemmat aineet ovat tyypillisiä kaatopaikkavesille. (Huurinainen 2007.) Värjäävä vaikutus ei kuitenkaan ulottunut kyseisenä ajankohtana pidemmälle laskuojassa, vaan massa painui nopeasti pohjaan.



Kuva 8. Aitoon kaatopaikan alapuolisessa pajukossa sijaitseva purkuputken pää, jonka lähellä veden väri on muuttunut todennäköisesti ruosteen vaikutuksesta. Pinnassa on ohut kalvo mangaania. (Kuva: Riikka Tuuliainen 2016.)

Paakkisen (2015) laatimassa selvityksessä todetaan, että Aitoon kaatopaikan ympäristövaikutukset jäävät nykyisin paikallisiksi. Pitkäjärveen kohdistuva kuormitus kaatopaikan laskuojasta koostuu hyvin pienin osin kaatopaikkavesistä ja suurin osin hajakuormituksesta. Nykyisellään kaatopaikan valumavesien vaikutuksia ei voida erottaa hajakuormituksen vaikutuksista. Ei voida kuitenkaan poissulkea sitä, etteikö kaatopaikalla olisi ollut vaikutuksia Pitkäjärveen kaatopaikan toiminnan aikana, tai heti sen sulkemisen jälkeen. Hajotustoiminta ja aineiden liukeneminen hidastuvat ajan saatossa, joten voidaan olettaa, että päästöjä on voinut olla historiassa enemmän kuin nykyisin. Vedenlaadun mittauksissa ei ole kuitenkaan huomioitu 1970–1990 -lukujen aikana kaatopaikan laskuojan vedenlaatua tai sen mahdollisesti sisältämien raskasmetallien tai muiden ekotoksisten aineiden pitoisuuksia. (Jaakkonen 2011, 18.)

8 VESISTÖN TILA

Erilaisilla mittareilla mitattuna Pälkäneen Pitkäjärven tila luokitellaan pääosin hyväksi.

Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistyksen pienvesistöjen laatuluokituksessa arvioidaan happitilannetta, puskurikykyä, happamuutta, veden väriä ja fosforikuormaa. Näiden pitoisuuksista lasketaan pistemäärä, jonka perusteella veden laatu määritellään viisiportaisella asteikolla. Pitkäjärven tila kyseisessä luokittelussa pistemäärällä 10, on hyvä. Erinomaiseen luokitukseen vaaditaan vähintään 11 pistettä.

Pirkanmaan elinkeino, liikenne ja ympäristökeskuksen (ELY-keskus) määrittelemässä ekologisessa luokittelussa pintavedet jaetaan pintavesikategorioihin (joet, järvet, rannikkovedet) sekä tyypittellään luontaisten ominaisuuksiensa mukaan. Järvien tyypittelykiriteereitä ovat pinta-ala, keskisyvyys ja luontainen väriarvo. (Antikainen ym. 2016, 35.) Pintavesityypiltään Pitkäjärvi on matala humusjärvi ja sen ekologinen kokonaisluokka hyvä (Antikainen ym. 2016, 50). Vuosina 2009 ja 2013 ekologinen tila on luokiteltu erinomaiseksi (Antikainen ym. 2016, 204).

Näiden vedenlaadun mittareiden tulkintojen lisäksi voidaan todeta Pitkäjärven kärsivän umpeenkasvusta ja humuspitoisen veden aiheuttamista seurauksista. Humuspitoinen vesi heikentää järven valaistusolosuhteita ja humus voi toimia järven fosforivarastona.

Kuormituksen perusteella voidaan esittää varovainen arvio siitä, että Aitoon kaatopaikan kuormitus on vaikuttanut Pitkäjärven tilan kehitykseen aiemmin. Kaatopaikan alueelta valumavesien mukana kulkeutuneet aineet, kuten väriaineet, raskasmetallit ja kiintoaineet ovat nykyisin sedimentoituneina järven pohjaan. Pohjasedimenttiä voidaan pitää ikuisuusvarastona, jos olosuhteet säilyvät optimaalisina. Sedimenttiin sitoutuneet mahdollisesti rehevöittävät aineet eivät vaikuta Pitkäjärven tilaan niin kauan, kun alusveden tila pysyy hapekkaana, eivätkä esimerkiksi kasvaneet kalakannat pöyhi pohjalietettä.

Pitkäjärvellä on havaittu talviaikaista alusveden happikatoa. Ilmiö ei toistaiseksi ole aiheuttanut merkittäviä haittoja.

Kokonaisfosfori- ja kokonaistyyppipitoisuuksien mukaan Pitkäjärvi luokitellaan lievästi reheväksi. Typpikuormitus on todennäköisesti peräisin maanviljelyssä käytettävistä lannoitteista sekä kaatopaikan suotovesistä menneisyydessä.

9 VAIHTOEHDOT KUNNOSTUSTOIMENPITEIKSI

Järven tilan heikentymisen havaitseminen hyvissä ajoin auttaa sen tilan palauttamisessa. Kunnostusmenetelmän valintaan vaikuttaa onko järvi jo päässyt vakavasti rehevään tilaan, vai ovatko ensioireet vasta alkaneet. Pitkäjärven osalta tilannetta voidaan pitää sekä ennaltaehkäisevien kunnostusmenetelmien löytämisenä, että jo tulleiden rehevöitymisen oireiden hoitamisena kuten vesikasvien niittona.

Paras keino rehevöitymisen estämiseksi on estää liiallisten ravinteiden pääsy vesistöihin. Pitkäjärven valuma-alueella ei sijaitse varsinaisia pistekuormittajia kuten teollisuutta, jolloin hajakuormituksen kurissa

pitäminen on ainoa ulkoisen ravinnekuorman minimointikeino. Kun rehevöityminen on jo käynnissä, tilanteeseen on puututtava rehevöitymistä vähentävillä kunnostustoimenpiteillä. (Pihl 2002, 6.)

Kunnostusmenetelmän valinnassa on otettava huomioon tavoitteet, joita Pitkäjärven tilasta on asetettu. Vedenlaatua halutaan parantaa ja vesikasvillisuuden määrää vähentää. On kuitenkin muistettava järven luonnolliset olosuhteet ja lähtötiedot. Matalan humusjärven muuttaminen täysin kirkasvetiseksi ja paljaaksi kasvillisuudesta on mahdotonta, vaikka kunnostusprosessiin käytettäisiin rajattomasti resursseja.

Luvuissa 9.1-9.6 on esitelty yleisesti käytettyjä kunnostusmenetelmiä, jotka soveltuvat Pitkäjärven olosuhteisiin ja niihin tavoitteisiin, joita järvelle on asetettu. Menetelmien yhteydessä mainitaan suuntaa antavasti vaikutusten aikajänne ja perustamis- sekä ylläpitovaiheessa tarvittavat resurssit. Toimenpiteet keskittyvät pääosin vesienpidätysrakenteiden luomiseen valuma-alueelle vähentämään ulkoista kuormitusta. Järvellä tehtävät toimet painottuvat rehevöitymisen oireiden hillitsemiseen. Kustannukset vaikuttavat merkittävästi toteutettavan menetelmän valintaan. Käytettävissä olevat työtunnit niin koneiden, kuin käsiparien osalta on punnittava, sekä selvittävä ulkopuolisen rahoituksen mahdollisuudet. Yksikään kunnostusmenetelmä ei ole oikotie onneen ainoana menetelmänä, vaan paras lopputulos saadaan, kun eri menetelmiä yhdistellään ja käytetään pitkällä aikavälillä. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 47.)

9.1 Kosteikot ja laskeutusaltaat

Kosteikkojen ja laskeutusaltaiden tarkoitus on pidättää yläpuoliselta valuma-alueelta tulevaa kiintoaine- ja ravinnekuormaa. Uoman yhteyteen rakennettava kosteikkoalue pidättää veden viipymää, hidastaa virtausnopeutta ja tällä tavoin sitoo kiintoainesta. Mitä kauemmin vesi viipyy rakennetussa altaassa, sitä enemmän pieniä partikkeleita ehtii laskeutua pohjalle. Kun kosteikossa on kasvillisuutta ja muita veden ravinteita hyväksi käyttäviä eliöitä, saadaan ravinteet pysäytettyä ennen niiden valumista järveen.

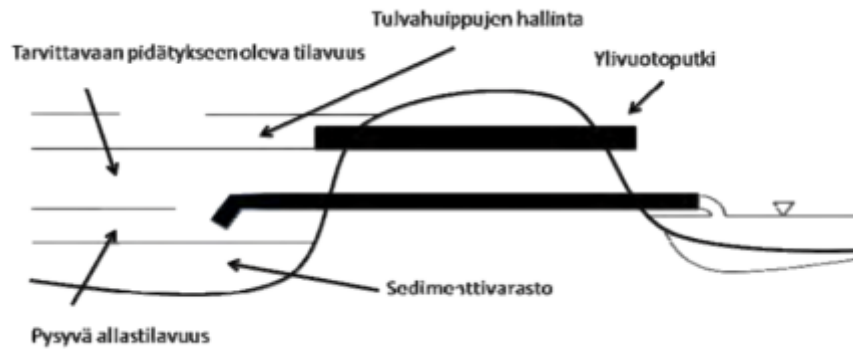
Kosteikot ja laskeutusaltaat soveltuvat parhaiten peltovaltaisille, ojitetuille maa-alueille. Kosteikot ovat monimuotoisempia (kuva 9, s. 41) ja niissä on useampia osa-alueita verraten laskeutusaltaisiin, joissa ei esimerkiksi ole ravinteita sitovaa kasvillisuutta.



Kuva 9. Kosteikot ovat monimuotoisia rakenteita kovan maan ja vesistön välillä. Tarkoituksena on hidastaa veden virtaamaa ja vähentää ravinteiden kulkua järveen. (Kostet n.d.)

Rakenteiden sijoituspaikkaa suunniteltaessa tulee ottaa huomioon maaston muodot ja pohtia myös kevyempien ja luonnon omien muotojen hyödyntämistä. Luontaiset notkelmat ja patoamalla tehtävät kosteikkoalueet ovat usein helpompia hyödyntää ja kustannustehokkaampia kuin kokonaan uusien rakenteiden kaivaminen. Kaivamalla maa-ainesta irtaantuu tarpeettomasti, mikä lisää kiintoaineen määrää vedessä. Jo olemassa olevia rakenteita voidaan hyödyntää osittain, jolloin säästetään selvästi kaivuu- ja maamassojen siirtotöissä, jotka usein muodostavat suurimmat kustannukset. (Maatilan ympäristökäsikirja 2013, 10; Mattila 2005, 146.)

Kosteikon rakentaminen voidaan toteuttaa yhtenä yhtenäisenä kosteikkona, tai useamman pienemmän kosteikon ketjuna. Vesienpidätysrakenteet on hyvä yhdistää uomien luonnonmukaiseen kunnostamiseen, jotta toimilla voidaan tehostaa toistensa vaikutuksia. Erilaisten patorakenteiden, kuten yksinkertaisen putkipadon (kuva 10, s. 42) rakentaminen luontaisiinkin notkelmiin saa aikaan veden pidättymistä edesauttavat ja tulvavahinkoja ehkäisevät olosuhteet.



Kuva 10. Putkipadon rakenne, joka voidaan sijoittaa kosteikon yhteyteen. (Jämsén 2011)

Kosteikon suunnitteluun on käytettävä asiantuntijaa, joka mitoittaa altaat paikkakohtaisesti vastaamaan kuormitusta. Suunnittelussa ja kosteikon paikan valinnassa tulee ottaa huomioon tarvittavat huoltotoimenpiteet ja niiden vaatimat kulkuyhteydet ja toiminnan helppous. Nykyisellään kuivat maa-alueet voivat vettyä kulkukelvottomiksi sekä talviaikaisten huoltoimien esteenä ovat jää ja routa. Kustannuksia laskiessa otetaan huomioon perustamisvaiheen rakennuskulut sekä hoitokustannukset mm. altaiden pohjalietteen poistosta. Kuluja voidaan laskea pidätettyä fosforikiloa kohti, kun seurataan tulevan veden fosforipitoisuuksia ja verrataan niitä kosteikon tai laskeutusaltaan jälkeisen veden pitoisuuksiin.

9.2 Hapetus ja ilmastus

Hapetuksella korjataan rehevöitymisen aikaansaamaa happikatoa etenkin järven syvissä osissa. Hyvä happitilanne ei ainoastaan kerro hapekkaasta vedestä. Hapella on moninainen rooli järven hyvän biologisen ja kemiallisen tilan ylläpitämisessä. Happitilanteen parantamisella elvytetään alusveden ja pohjan aerobisia prosesseja ja estetään anaerobisissa olosuhteissa menestyvien myrkyllisten yhdisteiden syntyminen. Hapetuksella parannetaan luonnollista ainekiertoa muun muassa typen ja hiilen osalta. Fosforin kiertoa sitä vastoin hidastetaan. Hapekkaissa olosuhteissa fosfori sitoutuu pohjalietteeseen, kun taas hapettomissa olosuhteissa ravinteet vapautuvat uudestaan kuormittamaan vesistöä. (Lappalainen & Lakso 2005, 153.)

Matalan järven happitilanteen korjaamisella on tarkoitus saada vesimassat sekoittumaan niin, että pohjaan ei jäisi hapetonta alusvettä.

Järven hapetus- ja ilmastusmenetelmät jaetaan kahteen luokkaa. Hapetuksella tarkoitetaan järven omien happivarantojen hyödyntämistä ja ilmastuksella ilmakehän happivarantojen hyödyntämistä. Järven omien happivarantojen riittäessä käytetään hapetusta, muissa tapauksissa tarvitaan hapen siirtoa ilmastuslaitteen avulla. (Saarijärvi 2003, 1.)

Happikadot ovat yleisempiä loppupalvesta, kerrosteisuuskauden lopulla, kun jääpeite on estänyt ilmakehän hapen liukenemisen järviveteen.

Pitkjärvellä mittauspisteessä 1, Sammallahdessa on havaittu vähähappisuutta ja lähellä pohjaa happea ei joinain talvina ole ollut lainkaan. Myös muissa järven syvänteissä on todennäköistä, että happi on talven aikana kulunut loppuun. Happitilanteen heikentyessä on vaarana, että pohjasedimenttiin sitoutuneiden ravinteiden ja haitta-aineiden resuspensio voimistuu.

Ilmastuslaitteen hankinnassa on käytettävä asiantuntijaa, joka osaa mitoittaa laitteen tehon juuri Pitkäjärven olosuhteisiin. Tehoton laite on resurssien tuhlausta, jos veden happipitoisuutta ei saada nostettua. Toisaalta liian tehokas laite sekoittaa matalan järven vesimassan lisäksi pohjalietettä ja saa ravinteet haitallisesti liikkeelle. Ilmastuslaitteita käytetään usein jopa 10 metrin syvänteiden hapetukseen, joten Pitkäjärven tapauksessa tulee varmistaa, että laite soveltuu matalaan järveen.

Uudentyyppiset hapetuslaitteet, jotka sekoittavat ja viilentävät vesimassaa, ovat kustannustehokkaampia kuin perinteiset ilmastuslaitteet. Sekoituksen ja viilennyksen tarkoitus on, että viilennetty hapekas pintavesimassa painuisi hapettomaan pohjaan. Perinteisen ilmastuslaitteen toiminta taas perustuu koko vesimassan pumppaamiseen ja ilmakehän hapen liukenemiseen veteen. Uudentyyppiseen, hapenkierrätykseen perustuva menetelmä voi todennäköisesti soveltua pienelle ja matalalle Pitkjärvelle perinteistä ilmastusta paremmin. Vesimassan sekoittuminen tapahtuu hitaammin, jolloin pohjasedimentin sekoittumisen riski on pienempi. Talviaikaan toteutettu hapenkierrätys pitää yhdelläkin laitteella suuren vesialan avonaisena, joka edesauttaa luonnollista hapen liukenemistä veteen. (Oravainen 2016.)

Syvänteiden ja happiongelmaisten paikkojen sijainti määrittelee ilmastuslaitteen asennuspaikan. Sammallahden ilmastustarve on todettu talviaikaisten happiongelmien lisääntymisellä. Järven eteläisemmissä osissa sijaitsevat syvänteet ovat todennäköisiä happiongelmissa kärsiviä paikkoja.

Kohdejärvellä on pitkä jääpeitteinen aika, joka edesauttaa happikatojen syntymistä. Vesi sekoittuu kesäaikaan tehokkaasti, eikä kerrosteisuutta tapahdu voimakkaasti. Heinä-elokuussa otetut vedenlaadun näytteet kuvastavat happitilanteen parantuneen lähes joka vuosi, vaikka talvella olisi havaittu happikatoa.

Hapetusta on tarpeellista suorittaa talvisin, kun jääkansi estää ilmakehän normaalin happivarantojen hyödyntämisen. Jatkuva seuranta ilmastuksen vaikutuksista on tärkeää. Hyötyjen aikaansaamiseksi toimenpide toistetaan useampana talvena. Happipitoisuuden parannuttua voidaan ilmastuksesta luopua ja toteuttaa sitä tarpeen vaatiessa uudestaan. Happitilanteen parantaminen tukee muita kunnostustoimenpiteitä ja ehkäisee sisäistä kuormitusta. (Lappalainen 2016.)

9.3 Vesikasvien niitto

Pälkäneen Pitkäjärvellä on toteutettu vesikasvillisuuden niittoa vuosina 2013–2016. Paikalliset ovat kokeneet niiton hyödylliseksi ja järven umpeenkasvun hidastuneen niittojen tuloksena. Vesikasvien niitto on tehokas keino vähentää biomassaa vesiekosysteemissä ja sitä kautta pienentää ravinnekuormaa. Kasvillisuuden poisto avartaa järvimaisemaa ja luo ennen kaikkea lisää viihtyisyyttä. Jotta niitoista saadaan kaikki hyöty irti, on leikattu kasvimassa korjattava pois vesistöstä. Kasvimassan hajotustoiminta kuluttaa happea vedestä, sekä kasvimassaan sitoutuneet ravinteet palautuvat veden eliöiden käyttöön. Tällöin niitto on täysin hyödyttömiä rehevöitymisen ehkäisyssä. Kasvimassa voidaan kerätä kuivalle maalle riittävän etäisyyden päähän rannasta, jotta varmistutaan hajoavan massan ravinteiden pysyminen maa-alueella.

Vesikasvillisuuden niitto ei kuitenkaan itsessään riitä kääntämään rehevöityneen vesistön tilaa paremmaksi. Niitto tukee muita kunnostustoimenpiteitä ja ennen kaikkea hoitaa rehevöitymisen oireita, ei varsinaista syytä. Virkistyskäytön turvaamiseksi vesikasvien poisto on Pitkäjärvellä ehdoton edellytys ja siksi on järven käyttökelpoisuuden kannalta tärkeää.

Niittotöiden arvellaan Elorannan (2005, 27) mukaan ruokkivan ravinteiden pääsyä vesistöön, kun niitossa katkenneiden versojen kautta kulkee maavarsiston pumppaamia ravinteita pohjasta veteen. Tähän liittyen olisi hyödyllistä selvittää, minkälaiset kasvit ovat erityisen herkkiä kuljettamaan ravinteita katkenneiden versojen kautta. Näiden vesikasvien jättäminen niittotöiden ulkopuolelle voi mahdollisesti vähentää sisäistä kuormitusta Pitkäjärvellä.

Rantavyöhykkeen kasvillisuuden poisto on tehtävä harkiten. Kasvillisuuden poiston seurauksena rannat ovat alttiimpia eroosiolle, sekä rannan päällyksilevästö tuhoutuu sitomasta ravinteita. Rantaveden ravinnevarat tulevat planktonin käyttöön, mikä voi johtaa veden samentumiseen ja leväkukintoihin. (Eloranta 1994, 94.) Uomien suulla oleva kasvillisuus sitoo tehokkaasti valumavesien ravinteita, sekä pidättää veden mukana kulkeutuvaa kiintoainesta. Järveen laskevien uomien suulla olevat alueet tulisi tästä syystä jättää niittämättä Pitkäjärven tapauksessa.

Järviruokojen ja muiden heinäkasvien niitto rannoilta voi luoda edellytykset toisenlaisten vesikasvien kasvulle. Pohjakasvit kuten järvirutto lähtevät kasvuun lisääntyneen valon myötä. Näkyviä vesikasveja saadaan hillittyä, mutta pinnan alla kasvillisuus voi lisääntyä.

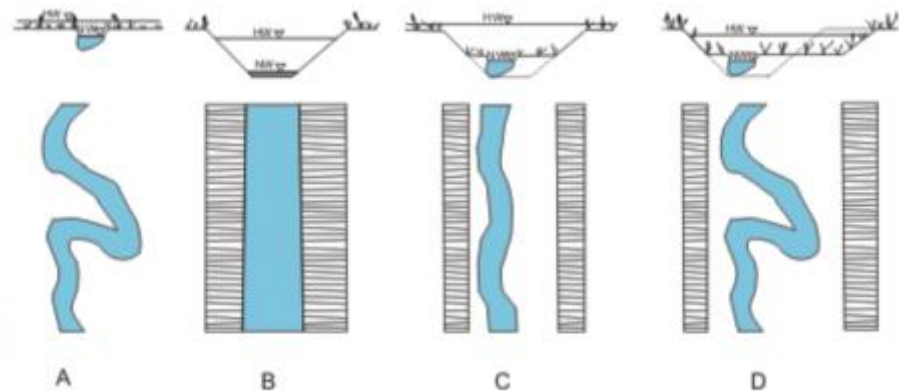
Niittotöistä on hyvä pitää kirjaa aina niittojen yhteydessä ja sekä myöhemmin seurantavaiheessa. Pitkäjärvellä näitä tietoja on dokumentoitu jo aiemmin. Tärkeitä tietoja ovat poistetut vesikasvilajit, niitetyt alueet ja niiton ajankohta. Seurannassa tulisi havainnoida kasvillisuusrajojen muutoksia järvellä, sekä kasvilajien vaihtumista. Lajikirjon kasvaminen tai vähentyminen sekä lajien korvautuminen toisilla samassa kasvupaikassa on hyvä kirjata ylös. Kasvillisuuden poiston vaikutuksia voidaan arvioida seurantatiedoista pitkällä aikavälillä ja todentaa mahdolliset onnistumiset.

Vesikasvien poistoon voidaan käyttää niiton lisäksi myös raivausnuottaa, jolla pystytään poistamaan uposkasveja tehokkaammin kuin niittämällä. Raivausnuotta on tehokas esimerkiksi vesisammalten, vesiruton ja karvalehden poistossa, jos vesialueen muodot sallivat nuottaamisen. (Kääriäinen & Rajala 2005, 258.)

9.4 Uomien kunnostus

Uomien kunnostuksella vähennetään ravinnekuormaa ja kiintoainemääriä alapuolisessa järvessä. Kunnostustöillä voidaan vaikuttaa uoman rakenteisiin, kasvillisuuteen ja virtausoloihin.

Pitkjärveen laskevat uomat ovat lähes poikkeuksetta maa- ja metsätalouden kuivatustarpeisiin suoralinjaisia ja jyrkkäreunaisia ojia (kuva 11.), joiden tarkoituksena on edistää valuma-alueen vedenjohtokykyä pois päin pelto- ja metsäalueilta. Kuivatuksen seurauksena virtaava vesi kuljettaa mukanaan uomaa pitkin ravinteita ja kiintoainesta järveen.



Kuva 11. Poikkileikkauskuvat erilaisista uomarakenteista. A: Luonnontilainen B: Perinteisesti kaivettu C: Liettynyt ja elpynyt, perkaustarve D: Kaivettu tulvatasanne, jossa mutkittelu voi jatkua. (Jormola 2011)

Kuivatuksen rakenteita suunniteltaessa tulisi kiinnittää huomiota myös vesiensuojeluun. Rakenteelliset ratkaisut ojien kaivamisessa voidaan toteuttaa palvelemaan niin maa- ja metsätalouden kuivatustarpeita kuin Pitkjärven ekologisen tilan suojelua ja virkistyskäyttöä. Kunnostuksen yhteydessä vesiensuojelu voidaan huomioida lisäämällä uomiin mutkia, tulva-alueita, pohjapatoja sekä eroosiosuojauksia ja edistämällä virtausvaihtelua (taulukko 12, s. 46). Edellä mainituilla toimenpiteillä edistetään lisäksi luonnon ja maiseman monimuotoisuutta. (Maatilan ympäristökäsikirja 2013, 5.)

Rakenteita suunniteltaessa veden luontaisiin pidättymispaikkoihin tulee kiinnittää huomiota. Kartalta voidaan arvioida korkeuskäyrien avulla maaston muotoja ja soveltuvia rakennuspaikkoja. Vesistön lähellä on hyvä arvioida suojavyöhykkeiden kokoa, myös uusien rakenteiden sijoittelun osalta. (Maatilan ympäristökäsikirja 2013, 4.) Rakenteiden sijoittelussa voi

mahdollisuuksien mukaan hyödyntää maankäytön hukka-alueita, kuten joutomaita, viljelykäytöstä poistettuja peltoja, ja maatyttöpaikkoja.

Pitkjärvellä on monta järveen laskevaa uomaa, jotka ovat muokattavissa ja tarpeen muokata vesiensuojelun tarpeisiin. Tärkeintä on kiinnittää huomiota niihin uomiin, joista suurin kuormitus tulee. Järven pohjoisosiin laskevat suurimmat uomat Aitoon kaatopaikan alueelta sekä Alhon peltoalueiden läpi, jotka ovat vesimääriltään ja kiintoainekuormaltaan merkittäviä. Molemmat uomat on perattu jyrkkälinjaisiksi, jolloin veden virtaamisnopeus ja eroosiovaikutukset ovat suuria.

Tällaisiin uomiin vesiensuojelurakenteiden perustaminen on välttämätöntä, mikäli Pitkäjärveen kohdistuvaa ulkoista kuormitusta halutaan vähentää. Peltoalueiden käyttökuntoisuutta ei tule heikentää, vaan tehdä sellaisia kunnostustoimia, jotka palvelevat niin viljelijää kuin järven käyttäjääkin.

Valumavesien hallintaan ja uomakunnostukseen käytettäviä rakenteita voidaan kutsua luonnonmukaisen vesirakentamisen menetelmiksi, kun niiden tavoitteena on muokata kuivatusoloja kohti luonnontilaa. Menetelmillä saadaan yhtäläiset kuivatusolot aikaiseksi, kuin perinteisellä perkuulla. Kunnossapitotarve ja -kustannukset voivat jopa vähentyä jatkossa. Luonnonmukaisen vesirakentamisen menetelmien käyttö kuivatushankkeissa tukee Euroopan unionin vesipolitiikan puitedirektiivin (VPD) mukaisen vesienhoidon suunnittelun ja vesien kestäväen käytön tavoitteita. (Suomen ympäristökeskus 2014.)

Taulukko 12. Uomien kunnostuksen soveltuvia rakenteita ja niiden vaikutuksia Pitkäjärven vesiensuojeluun.

Toimenpide / rakenne	Vaikutukset vesiensuojeluun
Alivesiuoma	Alivirtaaman lisääminen
Eroosiosuojaukset	Ravinteiden sitominen ja eroosion ehkäisy
Kosteikko	Ravinteiden sitominen ja virtaaman hidastaminen
Lietekuopat, lietetaskut	Maa-aineksen/ravinteiden sitominen
Luiskien loiventaminen ja toispuolinen kaivu	Eroosion ehkäisy ja alivirtaaman lisääminen
Luontaisten notkelmien hyödyntäminen ja patoaminen	Tulvahuippujen hallinta
Ojakaivut	Ravinteiden sitominen
Perkauskatko	Virtaaman hidastaminen ja ravinteiden sitominen
Pohjakynnys ja pohjapadot	Virtaaman hidastaminen
Putkipadot	Virtaaman hidastaminen, tulvavesien hallinta,
Suojakaistat	Ravinteiden sitominen ja eroosion ehkäisy

Tulvatasanne	Tulvahuippujen hallinta
Tulvauoma	Tulvahuippujen hallinta

Lupa-asioiden kannalta uomien kunnostukseen riittää kevyemmät ilmoitusmenettelyt kuin suurempien rakenteiden kuten laskeutusaltaiden rakentamiseen. Maanomistajien luvat ja mukanaolo rakenteiden suunnittelussa on erityisen tärkeää. Kustannuksia aiheuttavat kaivuutyöt, maamassojen siirrot ja mahdolliset tukirakenteet esimerkiksi patoihin. Tulevaisuudessa kuitenkin säästetään ylimääräisiltä ojien pohjalietteen kaivuutöiltä, kun kiintoaineksen liikkuminen vähentyy.

Jos valuma-alueen ojitukseen ja valumaoloihin tehdään suurempia muutostöitä, on syytä tehdä ilmoitus ELY-keskukseen, etenkin jos kohteessa on havaittu merkittäviä luontoarvoja. ELY-keskus arvioi, vaativatko suunnitellut toimenpiteet luvan tai ojitustoimituksen. Lisäksi rahoitusta voidaan hakea ja myöntää maatilatalouden kehittämisrahaston (MAKERA) varoista ELY-keskuksen kautta. (Hämäläinen ym. n.d. 11, 14.)

9.5 Tukevat toimenpiteet

Järven alueella voidaan tehdä monia pieniä muutostöitä, jotka vähentävät järven kohdistuvaa kuormitusta ja hidastavat rehevöitymistä. Tulvavesien hallinta on yksi tärkeimmistä toimista, vaikka varsinaisia rakenteita ei niiden vuoksi tehtäisikään. Virtaamahuippujen aikaan Pitkjärveen virtaa suuri osa siihen kohdistuvasta ravinne- ja kiintoainekuormasta, jolloin näiden määrien vähentämisellä on suuri merkitys kokonaisuuden kannalta. Tulvasuojelussa tulisi katsoa koko valuma-aluetta ja kiinnittää huomiota luontaisiin tulva-alueisiin jo ylempänä valuma-alueella. Pienet muutokset vesien virtauksiin uoman yläosissa voivat vähentää merkittävästi tulvavahinkoja lähempänä järveä. Toimet ovat pääpiirteittäin tulvavesien kulun hidastamista ja vesien johtamista sopiville alueille. (Maatilan ympäristökäsikirja 2013, 11.)

Suojavyöhykkeitä on tärkeää käyttää peltoalueiden veteen rajoittuvilla alueilla niin järven rannoilla kuin suurimpien lasku-uomien varrella. Vesien suojeletoimenpiteenä toteutettavalla suojavyöhykkeellä tarkoitetaan kaltevan pellon alimpaan reunaan jätettävää viljelemätöntä aluetta, jolla kasvaa monivuotista kasvustoa kuten suojaviljaa tai nurmea. Pelkkä kasvillisuuden käyttö ei tee alueesta suojavyöhykettä, vaan suojavyöhyke on rajattu alue, jota hoidetaan muun muassa niittämällä. Ympäristötukijärjestelmän mukaisen suojavyöhykkeen minimileveys on 15 metriä. Kasvipeitteisen suojavyöhykkeen vaikutukset koskevat eroosion ja ravinnekuormituksen ehkäisyä. (Tattari ym. 2015, 26; Mattila 2005, 144.) Suojavyöhykkeiden käyttöä voidaan suosittaa myös lannoitettujen talousmetsien vesistöön rajoittuvilla alueilla. Pitkjärvellä on muutaman peltolohkon ja rantaviivan välissä ympäristölupaehtojen mukaisia suojavyöhykkeitä, mutta niiden rohkeampi käyttö jokaisella rantapellolla estäisi tehokkaasti kiintoaineksen ja ravinteiden päätyksen vesistöön.

Tavoitteena on rehevästi kasvavat viljelykset ja vähäravinteinen järvi, eikä suinkaan toisinpäin.

Vapaampaa kasvillisuuden käyttöä rannoilla irtaimen maa-aineksen sitomiseen ja eroosion estämiseen voidaan toteuttaa ilman suojavaikkeenimittämistä. Elävät puut ja pensaat pidättävät juuriensa avulla maamassoja ja sitovat maaperän kosteutta. Menetelmä soveltuu eroosioherkille rantatörmille, joiden sortumista halutaan ehkäistä. (Muotka ym. 2004, 199.) Pitkäjärvellä kasvillisuuden käyttöä rannoilla tulisi painottaa etenkin tulouomien suistoissa, missä rannat ovat herkkiä virtaavan veden rasitukselle. Lisäksi aallokkoiset rantatörmät on hyvä pitää kasvipeitteisenä samasta syystä.

Pintavalutuskenttä soveltuu suoalueiden valumavesien käsittelyyn. Vesi ohjataan uoman sijaan kenttämaiselle alueelle, jossa se kulkeutuu turvekerrosten läpi eteenpäin valuma-alueella. Puhdistus perustuu turpeen ja siinä viihtyvien kasvustojen fysikaalisiin, kemiallisiin ja biologisiin prosesseihin. Pitkäjärvellä menetelmä soveltuisi esimerkiksi Kajannesuolta tulevien valumavesien hallintaan ja puhdistukseen. Alueen soilta aiheutuva kuormitus Pitkäjärvelle on kohtalainen, joten ensisijainen toimenpiteenä kunnostuksessa soiden vesiensuojelurakenteita ei tule pitää. Pitkällä aikavälillä ja muiden toimenpiteiden ohessa suoalueiden luonnonmukaistamista tulee harkita. (Mattila 2005, 147; Cleanwaters n.d.)

Näiden toimien lisäksi Aitoon kaatopaikan alapuolisen pajukon kunnostaminen ja vesienhallinta kaatopaikka-alueella kuuluvat tulevaisuudessa olennaisena osana vesiensuojelun keinoihin Pitkäjärvellä. Pajukon toiminta perustuu sen juurakoiden sitomaan vesi- ja ravinnekuormaan, ja puustoa uudistamalla voidaan taata pajukon kyky pidättää ravinteita.

Pitkäjärven tilan tarkempaan selvitykseen on hyvä ottaa avuksi muutamia lajistosiselvityksiä. Kalaston rakenne kertoo mahdollisesta sisäisen kuormituksen potentiaalista. Koekalastuksella voidaan selvittää kalaston rakenne ja istutettujen kalojen populaatioiden kehitys. Koekalastus voidaan pienellä Pitkäjärvellä suorittaa ranta-asukkaiden talkootöinä asiantuntijoiden antamien ohjeiden mukaisesti. Lisäksi kasvillisuuden lajikirjoa ja levittäytymistä voidaan mahdollisesti kartoittaa havainnollistamaan niittojen vaikutuksia ja tarpeellisuutta.

9.6 Muut menetelmät

Poissuljettuja kunnostusmenetelmiä Pitkäjärven tapauksessa ovat suuret prosessit, jotka vaativat mittavia ja kalliita lupamenettelyjä tai massiivisia maanrakennustöitä koko järven alueella. Pienen yksityisessä virkistyskäytössä olevan järven kunnostaminen on pitkälti asukkaiden oma projekti, johon on saatavilla rajoitetusti resursseja. On tärkeää valita kunnostusmenetelmä niin, että sen tavoite palvelee järven tilaa, mutta myös niin, että tavoitteet on mahdollista saavuttaa niillä resursseilla, joita kunnostukseen osallistuvalla yhteisöllä on.

Esimerkiksi vedenpinnan nostolla haettavat hyödyt jäävät haittojen varjoon, kun matalat rantapellot jäisivät vesimassojen alle. Lupa-asioiden mittavuus Aluehallintoviraston kanssa hidastaa vedenpinnan nostoon pyrkiviä hankkeita. Kaikkien vesialueen omistajien tulisi suhtautua myötämielisesti vedenpinnan nostoon ja tämä aiheuttaa hankaluuksia myös pienemmillä järvillä.

Kemikaalien lisäys suoraan järviveteen auttaa poistamaan ravinnekuormitusta, mutta menetelmä soveltuu tehokkaammin järvelle, jossa on jo nykyisellään merkittävä sisäinen kuormitus. Pitkäjärven tilanne ei ole toistaiseksi vakavasti sisäkuormitteinen. Lisäksi menetelmä vaatii resursseja niin lähtötilanteessa kuin myöhemmin seurannassa. Kemikaalisyyttöä joudutaan toistamaan useamman kerran ja vaikutuksia arvioimaan erikseen jokaisen toimenpiteen jälkeen.

Kemikaalia voidaan lisätä myös tulouomien veteen saostamaan ravinteita jo ennen niiden pääsyä itse järveen. Omaan asennetaan rakenne, jonka läpi vesi virtaa ja siihen annostellaan samalla saostuskemikaalia, esimerkiksi ferrisulfaattia. Menetelmä soveltuu kohteisiin, joissa ulkoinen fosforikuormitus on runsasta. Pitkäjärveen kohdistuva kuormitus ei oletettavasti ole fosforin osalta niin suurta, että sen saostamiseen olisi tarvetta. Lisäselvitykset tulouomien fosforipitoisuuksista tulisi tehdä, jotta voitaisiin varmistua fosforinsaostuksen tarpeellisuudesta.

Ravintoketjukurinnoituksella eli biomanipulaatiolla tarkoitetaan järven eliölajien, usein kalaston rakenteen muuttamista. Menetelmällä on tarkoitus poistaa niin kutsutut roskakalat, jotka aiheuttavat ja ylläpitävät järven sisäistä kuormitusta ja veden korkeaa fosforipitoisuutta (Suomen ympäristökeskus 2013). Pitkäjärvellä on hyvä tehdä koekalastuksia, jotta ravintoketjukurinnoituksen tarpeellisuudesta voidaan varmistua.

Ruoppauksella voitaisiin edesauttaa Pitkäjärven pohjasedimentin puhdistumista ja estää sisäisen kuormituksen riski. Menetelmän vaikutuksista pitäisi olla tarkka selvitys, jotta mittavaan prosessiin olisi viisasta lähteä. Yli 500 kuution ruoppausmassojen käsittely vaatii Aluehallintoviraston luvan, joka on jo itsessään työläs toimenpide. Työkoneiden työtunnit ja ruoppausmassojen läjitys vievät sitä enemmän resursseja mitä suurempia alueita ruopataan. Lisäksi pohjasedimentti sisältää oletettavasti maa-ainesta, joka luokitellaan pilaantuneeksi maaksi ja vaatii erityisiä jatkokäsittelytoimenpiteitä. Saatavaan hyötyyn nähden ruoppaus on riskialtis ja kallis menetelmä, kun muitakin keinoja Pitkäjärven tilan parantamiseksi on mahdollista käyttää.

Edellä mainittuja kunnostusmenetelmiä on käytetty laajalti erilaisissa vesistökuinnoitusprojekteissa, mutta niiden soveltuvuus Pitkäjärvelle ei ole optimaalisin.

10 TOIMENPIDELUVAT JA RAHOITUS

Pälkäneen Pitkäjärven kunnostusmenetelmän valinnassa olisi hyvä suosia kevyen lupamenettelyn toimenpiteitä. Järvi on kohtalaisen pieni ja sen

käyttö painottuu virkistykseen. Järvi halutaan säilyttää puhtaana, eikä sen rehevöityminen ole vienyt järven ekologista tilaa äärimmäisen heikkoon tilaan. Tällöin raskaisiin toimenpiteisiin ryhtymiselle ei ole perusteita. Kunnostusmenetelmät, jotka edellyttävät ainoastaan maanomistajan lupaa, vesialueen omistajan lupaa tai ilmoitusmenettelyä kunnan viranomaisille, ovat resurssien käytön suhteen parhain valinta järven kunnostajien kannalta.

Kunnostuksen rahoitus voidaan osittain toteuttaa valtion eri rahoitusmuotojen kautta tai Euroopan Unionin kohdentamien hankerahojen turvin. Vesistökuunnostukseen, maaseudun kehittämiseen ja luontoarvojen ylläpitämiseen on saatavilla erityyppisiä rahoituksia eri toimijoilta. ELY-keskukset myöntävät tukikausikohtaisesti rahoitusta vesistökuunnostushankkeille, jotka ovat hyvin perusteltuja ja suunniteltuja. Kunnat saattavat myöntää rahoitusta vesistökuunnostushankkeille, jos kohteen kunnostaminen hyödyttää yleistä etua. Metsä-, riista ja maataloustoimijoiden kautta voi saada rahoitusta, jos toimijoille perustellaan näiden alojen kytkös ja hyötymahdollisuudet. Osa rahoitusmahdollisuuksista on toisensa poissulkevia, eli rahoitusta ei voi hakea useammasta lähteestä samalle kohteelle. Suurin osa rahoituksista toimii takautuvasti ja rahoitusprosentti vaihtelee suuresti omarahoitusosuuteen nähden. Omarahoituksena voidaan käyttää talkootyölle laskettua hintaa, joka on vaihtelevasti noin 10 euroa/tunti. Talkoolaisia ja käytettyjä tunteja tarvitaan siis rutkasti, jos varsinaisen omarahoitusosuuden saaminen on hankalaa. (Vesienhoidonkäsikirja, 2014; Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 39.)

Rahoitusasioissa, sekä muissa käytännön ratkaisuissa oppia kannattaa hakea toteutettujen kunnostushankkeiden parista. Yhteistyö toisten kunnostus- ja suojeluyhdistysten kanssa hyödyttää molempien osapuolien tavoitteita, kun tietoja ja kokemuksia aiheesta voidaan vaihtaa. Suurempiin hankkeisiin on kannattavaa lähteä mukaan yhdeksi toimijaksi, vaikka yhdistyksen oma toiminta olisikin pienimuotoista. Valtakunnallisiin projekteihin voidaan etsiä juuri Pitkäjärven tyyppistä kohdetta, jonka mukaan saaminen lisää käytettäviä resursseja. Kunnostusyhdistyksen ja paikallisten toimijoiden välistä yhteistyötä on syytä pitää yllä. Vesialueen omistajien, osakaskuntien, seurojen ja elinkeinoharjoittajien tiedottaminen ja keskusteluyhteys edesauttavat kaikkien järven toimijoiden tavoitteiden saavuttamista kunnostusprojektissa. Mitä näkyvämmäksi ja mielenkiintoisemmaksi kunnostusprojekti luodaan, sitä enemmän sidosryhmiä saadaan mukaan toimintaan. Suuremmilla resursseilla ja useammilla käsipareilla kunnostustoimien toteuttaminen on helpompaa. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 39.)

11 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Pälkäneen Pitkäjärvi on vedenlaadultaan hyvässä kunnossa, mutta sitä vaivaa runsas vesikasvien määrä ja umpeenkasvu. Vakavia rehevöitymisen aiheuttamia vahinkoja ei vesiekosysteemeissä ole tapahtunut, mutta niiden syntyminen halutaan ehkäistä tulevaisuudessa.

Järveen kohdistuva kuormitus on menneillä vuosikymmenillä ollut suurempaa kuin nykyisin. Aitoon kaatopaikan toiminta-aikana ja sen sulkemisen jälkeen Pitkäjärveen on kohdistunut ravinne- ja vierasainepäästöjä, jotka ovat nykyisin sitoutuneet järven pohjasedimenttiin. Nykyinen kuormitus valuma-alueelta on hajakuormitusta pelto- ja metsäalueilta. Asutuksen aiheuttama kuormitus on kohtalaisen vähäistä. Pintamaiden laadusta ja ojituksen rakenteesta johtuen kiintoainekuormitusta voidaan pitää merkittävänä haittana järven nykytilalle. Varsinkin sulamisvesien ja runsaan sadannan mukana kulkeutuu maaperään sitoutuneita ravinteita. Vaikka kiintoainespitoisuudesta ei ole mittaustietoja, on eroosion vaikutukset nähtävillä lähes jokaisessa Pitkäjärveen virtaavassa uomassa.

Kunnostustoimenpiteiden avulla on tarkoitus ehkäistä Pitkäjärven ekologisen tilan ja käyttökelpoisuuden heikentyminen. Järvellä tehtyjä vesikasvien niittoja tullaan jatkamaan, mutta niiden toteuttamisessa otetaan paremmin huomioon rantojen herkkyys, sekä eri vesikasvien taipumus luovuttaa ravinteita ja vallata elintilaa. Valuma-alueella tehtävät toimenpiteet keskittyvät kiintoaineksen ja sen sisältämien ravinteiden sitomiseen. Erilaiset vesiensuojelurakenteet ja toimenpiteet veden virtaaman hidastamiseksi tulevat olemaan ratkaisu ulkoisen kuormituksen pienentämiseksi. Sisäisen kuormituksen riskiä tulee vähentää mahdollisilla happitilanteen korjauksilla. Havaittujen happikatojen säännöllisyyttä täytyy seurata tulevaisuudessa ja aloittaa mahdollisesti järven talviaikainen hapettaminen. Pitkäjärven pohjasedimenttiin sitoutuneet aineet eivät ole ongelma niin pitkään, kun veden happipitoisuus pysyy hyvänä.

Tulevaisuudessa toteutettavien kunnostustoimenpiteiden vaikutusten seuranta ja kirjaaminen ovat tärkeitä, jotta aikaansaatuja tuloksia voidaan todentaa. Ravinnekuorman vähentyessä, todennäköisesti vesikasvienkin määrä vähenee ja happipitoisuus paranee. On myös mahdollista, että kuormituksen loputtua olosuhteet eivät muutu. Tällöin on todettava, että järven luontainen suunta on kohti rehevää, jolloin oireita voidaan vain pienentää ja rehevöitymistä hidastaa. (Oravainen 2016.)

LÄHTEET

Antikainen, M., Arrajoki-Alanen, M., Bilaletdin, Ä., Frisk, T., Heino, H., Isid, D., Joensuu, K., Lahti, J., Lehkonen, E., Luonsi, A., Moilanen, S., Peltonen, A., Salo, H., Vainonen, A. 2016, Vesien tila hyväksi yhdessä, Pirkanmaan vesienhoidon toimenpideohjelma vuosille 2016–2021. Pirkanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Raportteja 29/2016.

ASROCKS-hanke. n.d. Maaperän arseeni. Viitattu 13.9.2016

http://projects.gtk.fi/ASROCKS/ohjeistus/esiintyminen/Maaperan_arseni/

Aroviita, J., Hellsten, S., Jyväsjärvi, J., Järvenpää, L., Järvinen, M., Karjalainen, SM., Kauppila, P., Keto, A., Kuoppala, M., Manni, K., Mannio, J., Mitikka, S., Olin, M., Perus, J., Pilke, A., Rask, M., Riihimäki, J., Ruuskanen, A., Siimes, K., Sutela, T., Vehanen, T. & Vuori, K-M. 2012. Ohje pintavesien ekologisen ja kemiallisen tilan luokitteluun vuosille 2012–2013 – päivitettyt arviointiperusteet ja niiden soveltaminen. Suomen ympäristökeskus, Ympäristöhallinnon ohjeita 7/2012.

Beckvar, N., Field, J., Salazar, S. & Hoff, R. 1996. Contaminants in Aquatic Habitats at Hazardous Waste Sites: Mercury. NOAA Technical Memorandum NOS ORCA 100. Seattle: Hazardous Materials Response and Assessment Division, National Oceanic and Atmospheric Administration. Viitattu 13.9.2016

<https://clu-in.org/download/contaminantfocus/mercury/NOAA-mercury-aquatic-habitat.pdf>

Cleanwaters. Pintavalutuskenttä. n.d. Viitattu 2.9.2016

<http://www.cleanwaters.fi/palvelut/pintavalutuskentta>

Eloranta, Pertti. 1994. Puhtaasti vedestä; vesiyhdistys r.y. 25 vuotta. Timonen, Risto (toim.). Helsinki: Vesiyhdistys r.y.

Eloranta, Pertti. 2005 Järvien kunnostuksen limnologiset perusteet. Teoksessa Ulvi, Teemu & Lakso, Esko (toim.). 2005. Järvien kunnostus. Helsinki: Edita. 13–27

Hakala, Harri & Välimäki, Jari. 2003. Ympäristön tila ja suojele Suomessa. Helsinki: Gaudeamus.

Huurinainen, Säde. 2007. Vanhojen kaatopaikkojen ympäristövaikutukset – esimerkkitapauksena Koukkujärven jätteenkäsittelykeskuksen kaatopaikkavedet. Tampereen ammattikorkeakoulu. Kemiantekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Hanski, Ari. Kaakkois-Suomen ympäristökeskus. 2007. Kymijoen pilaantuneet sedimentit; Kunnostuksen yleissuunnitelma. Ramboll Finland Oy. Viitattu 4.9.2016

<http://www.ymparisto.fi/download/noname/{797A4D93-EEDB-4EDF-ADE9-25E233A88901}/46178>

Heikkinen, Mikko; Tiivistelmä luentosarjasta. Helsingin yliopiston Bio- ja ympäristötieteiden laitos, luennoitsija Lodenius, Martin. 2004. Viitattu 13.9.2016

<https://www.biomi.org/biologia/ymparistomyrkyt/>

Hertta-tietopalvelu, 2016. Viitattu 23.3.2016, 26.5.2016, 17.8.2016

<https://www2.ymparisto.fi/scripts/pivet/pivet.asp>

Hyvälaatuinen vesi Euroopassa (EU:n vesidirektiivi). 2015. Viitattu 16.8.2016

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=URISERV:l28002b>

Hämäläinen, L., Jormola, J., Järvenpää, L., Kasvio, P., Tertsunen, J. & Muilu T. Luontoarvojen huomioon ottaminen ojitusten peruskorjauksissa ja kunnossapidossa. n.d. Viitattu 25.8.2016

<http://www.ymparisto.fi/download/noname/{CA073DE1-05D5-446D-8A16-01BE3430F756}/110460>

Jaakkonen, Satu. 2011. Sisävesien pilaantuneet sedimentit. Ympäristökeskuksen raportteja 11/2011. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. Viitattu 13.9.2016.

https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/39751/SYKEra_11_2011.pdf?sequence=1

Jormola, Jukka. 2011. Luonnonmukainen peruskuivatus ja vesirakentaminen-diasarja. Viitattu 5.9.2016

<http://docplayer.fi/7395960-Luonnonmukainen-peruskuivatus-ja-vesirakentaminen-jukka-jormola-syke-tarvasjoki-16-3-2011.html>

Jormola, Jukka, Harjula, Heli & Sarvilinna Auri (toim.). 2013. Luonnonmukainen vesirakentaminen, uusia näkökulmia vesistösuunnitteluun. Helsinki. Suomen ympäristökeskus. Viitattu 9.5.2016

https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/40396/SY_631.pdf?sequence=1

Jämsén, Juha. 2011. Ohjeistus virtaamansäätöpadon rakentamiseen, Metsäkeskuksen julkaisu nro 5/2011. Viitattu 5.9.2016

http://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/virtaamansaatoohje_raporttipohjalla_260111.pdf

Karjalainen, Heli. 2004 Järvien kasvillisuusrannat elinympäristönä, teoksessa Veden varassa, Suomen vesiluonnon monimuotoisuus. Helsinki: Edita. 63–65

Kokemäenjoen laakson esihistoria, n.d. Viitattu 29.3.2016

http://www.pilvivene.com/suurijoki/index.php?option=com_content&view=article&id=11:kokemaenjoen-vesistoan-alkuhetket-noin-6-700-ekr&catid=12:elinympaeristoemme-kehitys&Itemid=11

Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistyksen pienvesistöjen laatuluokitus. n.d. Viitattu 21.8.2016

<http://www.vesikeskus.fi/vedenlaatu/luokitusperusteet.pdf>

Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys, vedenlaatupalvelu. n.d. Viitattu 15.8.2016

<http://www.vesikeskus.fi/vedenlaatu/index.php?sivu=arvosteluperusteet>

Kostet, J. Teoksessa Aitto-Oja, S., Rautiainen, M., Alhainen, M., Svensberg, M., Väänänen, V-M., Nummi, P. & Nurmi, J. n.d. Riistakosteikko-opas. Viitattu 24.9.2016

http://www3.lut.fi/webhotel/teke/kklemola/majavat/Kosteikko_opas_netti.pdf

Kuisma, Marja. Aluearkkitehti, Pälkäneen kunta. 17.8.2016. Pitkäjärven ympäristö, opinnäytetyö. Vastaanottaja Riikka Tuuliainen. [Sähköpostiviesti] Viitattu 23.8.2016

Kääriäinen, Sannamari & Rajala, Lasse. 2005 Vesikasvillisuuden poistaminen. Teoksessa Ulvi, Teemu & Lakso, Esko (toim.). Järvien kunnostus. Helsinki: Edita. 249–269

Lappalainen, K Matti & Lakso, Esko. 2005 Järven hapetus. Teoksessa Ulvi, Teemu & Lakso, Esko (toim.). Järvien kunnostus. Helsinki: Edita. 151–168

Mannio, J., Mehtonen, J., Londesborough, S., Grönroos, M., Paloheimo, A., Köngäs, P., Kalevi, K., Erkomaa, K., Huhtala, S., Kiviranta, H., Mäntykoski, K., Nuutinen, J., Pauku, R., Piha, H., Rantakokko, P., Sainio, P. & Welling, L. 2011. Vesiympäristölle haitallisten teollisuus- ja kuluttajaineiden kartoitus (VESKA 1), Suomen ympäristökeskus 3/2011. Helsinki.

Metsähallitus. 2016. Retkikartta. Viitattu 4.4.2016

<https://www.retkikartta.fi>

Mitikka, Sari. 2015. Yleinen käyttökelpoisuusluokitus. Suomen ympäristökeskus. Viitattu 26.8.2016

<http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BC1C37484-04C6-43CE-95BF-E30D2BB78A29%7D/78231>

Muotka, Timo, Mäki-Petäys, Aki, Syrjänen, Jukka, Huusko, Ari, Torsner, Minna, Vehanen, Teppo, Mustonen, Teemu & Riihimäki, Juha. 2004. Vesiympäristön kunnostus ja säilyttäminen, Virtavesien uomakunnostukset; ovatko kalatalous ja monimuotoisuus sovitettavissa yhteen, teoksessa Veden varassa, Suomen vesiluonnon monimuotoisuus. Helsinki: Edita. 191–207

Muotka, Timo, Hyvärinen, Marko & Siikamäki, Pirkko. 2004. Virtavedet, Virtavesiekosysteemin rakenne ja toiminta teoksessa Veden varassa, Suomen vesiluonnon monimuotoisuus. Helsinki: Edita. 44–46

Mäkelä, Iiro. Rakennustarkastaja, Pälkäneen kunta. 23.8.2016. Pitkäjärven ympäristö, opinnäytetyö. Vastaanottaja Riikka Tuuliainen. [Sähköpostiviesti] Viitattu 23.8.2016

Niemistö, J., Horppila, J. & Tamminen, P. 2010. Sisäinen ravinnekuormitus Vesijärven Enon- selällä 2009. Helsingin yliopisto, Ympäristötieteiden laitos. Raportti, Vesijärvisäätiö.

Oravainen, Reijo. 1999. Vesistötulosten tulkinta – opasvihkonen. Viitattu 9.5.2016
<http://kvvy.fi/wp-content/uploads/2015/10/opasvihkonen.pdf>

Paakkinen, Marika. 2015. Luopioisten ja Aitoon kaatopaikkojen velvoitetarkkailu vuonna 2013. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry julkaisu.

Paikkatietoikkuna, maaperä 1:20 000. Viitattu 1.8.2016
<http://www.paikkatietoikkuna.fi/web/fi/kartta>

Pihl, Päivikki. 2002. Suomalaisten järvien rehevöityminen. Tampereen teknillinen korkeakoulu. Viitattu 15.8.2016
<http://personal.inet.fi/koti/hannu2.majuri/rehev.doc>

Pirkanmaan maakuntakaava 2040. Viitattu 4.4.2016
<http://kartta.pirkanmaa.fi/>

Pälkäne, kaavoituskatsaus. 2014. Viitattu 4.4.2016
http://www.palkane.fi/sites/default/files/kaavoituskatsaus_2014_2015.pdf

Pälkäne, asemakaavat & ranta-asemakaavat. n.d. Viitattu 4.4.2016
<http://virtagis.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=74d7e8d916294d699cf578d8a9e17752>

Pälkäne, rantayleiskaava, rantojen luonto- ja maisemaselvitys, Kaavatalo Kivatekno Oy. Viitattu 4.4.2016
<http://www.paikkatieto.airix.fi/paikkatieto/palkane/ryk/oas.pdf>

Saarijärvi, Erkki. 2003. Järvien ilmastuslaitteiden likimääräinen mitoittaminen. Viitattu 17.8.2016
<http://www.ymparisto.fi/download/noname/{4415EB50-AF8A-4DCF-8B06-D08AAB04B9E1}/36608>

Sammalkorpi, Ilkka & Horppila, Jukka. 2005 Ravintoketjukurkunnostus. Teoksessa Ulvi, Teemu & Lakso, Esko (toim.). Järvien kunnostus. Helsinki: Edita. 169–190)

Sarvilinna, Auri & Sammalkorpi, Ilkka. 2010 Rehevöityneen järven kunnostus ja hoito. Suomen ympäristökeskus.

Saukkonen, Pena. 2010. Läntisen Pien-Saimaan ojavesitutkimus. Saimaan vesi- ja ympäristötutkimus.

Schultz, Tiina. Ympäristöasiantuntija, Pirkanmaan ELY-keskus. 4.4.2016. Luonto-arvojen selvittäminen. Vastaanottaja Riikka Tuuliainen. [Sähköpostiviesti] Viitattu 5.4.2016

Silvo, K. & Sainio, P.. 2010. Haitallisten aineiden tarkkailu, päästöt ja vaikutukset vesiin. Ympäristöhallinnon ohjeita 3/2010. Helsinki. Ympäristöhallinto. Viitattu 23.8.2016
<http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B8E071743-E7DE-497E-99AA-D46FA2CE5AFA%7D/94962>

Suomen ympäristökeskus. 2013. Järven ravintoketjukunnostus. Viitattu 17.8.2016
http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistojen_kunnostus/Jarvien_kunnostus/Kunnostusmenetelmat/Ravintoketjukunnostus

Suomen ympäristökeskus. 2014. Luonnonmukainen peruskuivatus edistää maatalouden vesiensuojelua. Viitattu 25.8.2016
http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesien_kaytto/Maankuivatus_ja_ojitus/Luonnonmukainen_peruskuivatus

Suomen ympäristökeskus. 2016. VALUE-Valuma-alueen rajaustyökalu. Viitattu 29.3.2016
<http://paikkatieto.ymparisto.fi/value/>

Suomen ympäristökeskus, LIITE 3 Vedenlaatuokituksen raja-arvot ja lähteet. n.d.

Särkkä, Jukka. 1996. Järvet ja ympäristö, limnologian perusteet. Gaudeamus

Tattari, S., Puustinen, M., Koskiahho, J., Röman, E. & Riihimäki, J. 2015. Valuma-alueen eri lähteistä tulevan vesistökuormituksen arviointi ja vähentämismahdollisuudet. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. Viitattu 24.8.2016
http://energia.fi/sites/default/files/syke_maankayton_vesistovaikutukset_raportti_3132015.pdf

Tekijöitä ei eritelty, Maatilan ympäristökäsikirja. Teho Plus –hankkeen julkaisu. 1/2013

Vanajavesikeskus. n.d. Vedenlaatuopas. Viitattu 10.8.2016
http://www.vanajavesi.fi/onnimonni/wp-content/uploads/2014/02/vvk_vedenlaatuopas_vedos_191213.pdf

Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys. 2004. Veden laatu –veden fysikaalis-kemiallinen tila –opasvihkonen. Uudenmaan ympäristökeskus.

Vesienhoidon käsikirja 2014. Viitattu 9.5.2016

<http://vesienhoidonkasikirja.fi>

Vuoristo, H., Gustafsson, J., Helminen, H., Jokela, S., Londesborough, S., Mannio, J., Mehtonen, J., Mononen, P., Nakari, T., Ojanen, P., Ruoppa, M., Silvo, K. & Sainia, P. 2010. Haitallisten aineiden tarkkailu. Päästöt ja vaikutukset vesiin. Ympäristöhallinnon ohjeita 3/2010. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. Viitattu 24.8.2016

https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/41917/OH_3_2010.pdf?sequence=1

HAASTATTELUT

Kaittola, Helena. 2016. Ympäristöinsinööri, vesiensuojelu. Imatran seudun ympäristötoimi. Keskustelu. 19.7.2016

Lappalainen, K. Matti. 2016. Limnologi. Vesi-Eko Oy/Water Eco Ltd. Puhelinkeskustelu 14.9.2016

Meisalmi, Tapio. 2016. Vesitalousasiantuntija. Pirkanmaan ELY-keskus 22.3.2016.

Oravainen, Reijo. 2016. Limnologi. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys. Puhelinkeskustelu 14.9.2016

Sjöstedt, Jaakko. 2016. Kalaistutukset. Puhelinkeskustelu. 1.9.2016

Vaittinen, Matti. 2016. Tutkija. Saimaan vesi- ja ympäristötutkimus Oy. Sedimenttinäytteiden tulokset. Puhelinkeskustelu 6.9.2016

SEDIMENTTINÄYTTEET

Paikka	Kunta	Alkupaivä	Loppupaivä	Näyteentunnus	Näytelaji	Näyteosa	Suure	Määrittelykoodi	PK	Tulos	Yksikkö
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	Arseni	AS;D1;PLM	K	7	mg/kg
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	Dibutyylitina	DBT;EB1;GCM	K	13,40	µg/kg
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	Dioktyylitina	DOT;EB1;GCM	K	13,40	µg/kg
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	Elohopea	HG;AAAB	K	0,087	mg/kg
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	Kadmium	CD;D1;PLM	K	0,6	mg/kg
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	Kalium	K;D1;PLO	K	3400	mg/kg
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	Kalsium	CA;D1;PLO	K	4300	mg/kg
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	Kokonaisfosfori	PTOT;D1;PLO	K	1000	mg/kg
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	Kromi	CR;D1;PLO	K	42	mg/kg
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	Lyijy	PB;D1;PLM	K	22	mg/kg
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	Magnesium	MG;D1;PLO	K	5800	mg/kg
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	Mineraaliöljy	Oil;E14;GCF	K	700	mg/kg
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	Mineraaliöljy,10-21	Oil;E14;GCF	K	470	mg/kg
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	Mineraaliöljy,30-40	Oil;E14;GCF	K	230	mg/kg
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	Mono-oktyylitina	MOT;EB1;GCM	K	13,40	µg/kg
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	Monobutyylitina	BTM;EB1;GCM	K	13,40	µg/kg
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	Nikkeli	NI;D1;PLO	K	24	mg/kg
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	pH	PH;E25;EL	-	7,1	
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	Rikki	S;D1;PLO	K	4100	mg/kg
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	Sinkki	ZN;D1;PLO	K	120	mg/kg
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	Sähköjohtavuus	COND;E25;EL	K	42	mS/m
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	Tetrabutyyliitina	TBT;EB1;GCM	K	13,40	µg/kg
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	Tributyylitina	TBT;EB1;GCM	K	13,40	µg/kg
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	Trifenyylitina	TFT;EB1;GCM	K	13,40	µg/kg
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	Trisylkoheksyyliitina	TCHT;EB1;GCM	K	16,79	µg/kg
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	Arseni	AS;D1;PLM	K	8,1	mg/kg
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	Elohopea	HG;AAAB	K	0,11	mg/kg
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	Kadmium	CD;D1;PLM	K	0,85	mg/kg
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	Kalium	K;D1;PLO	K	2700	mg/kg
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	Kalsium	CA;D1;PLO	K	3900	mg/kg
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	Kokonaisfosfori	PTOT;D1;PLO	K	1400	mg/kg
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	Kromi	CR;D1;PLO	K	41	mg/kg
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	Kupari	CU;D1;PLM	K	22	mg/kg
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	Lyijy	PB;D1;PLM	K	20	mg/kg
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	Magnesium	MG;D1;PLO	K	4500	mg/kg
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	Mineraaliöljy	Oil;E14;GCF	K	730	mg/kg
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	Mineraaliöljy,10-21	Oil;E14;GCF	K	480	mg/kg
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	Mineraaliöljy,30-40	Oil;E14;GCF	K	240	mg/kg
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	Nikkeli	NI;D1;PLO	K	24	mg/kg
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	pH	PH;E25;EL	-	7,1	
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	Rikki	S;D1;PLO	K	2600	mg/kg
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	Sinkki	ZN;D1;PLO	K	160	mg/kg
Pitkäjärvi/Sammallahti/pohj	Pätkä	10.2.2015	10.2.2015	1	sedimentti	erittelimätön	Sähköjohtavuus	COND;E25;EL	K	42	mS/m

(Ympäristöhallinnon KERTY-rekisteri. 2015. Sedimenttinäytteet Pitkäjärvellä.)

TYPPIPITOISUUS KALALÄHTEENOJASSA JA NÄYTEPISTEISSÄ
1

