

Asikkalan järviseuranta 2020 - Pukalajärvi -



SISÄLLYS

SISÄLLYS.....	2
1 PUKALAJÄRVEN TUTKIMUSTULOKSET 24.8.2020	1
Tutkimusajankohta ja olosuhteet	1
Näytteenottajat	1
Tutkiva laboratorio.....	1
1.1 Tulokset analysointitaulukossa	1
1.2 Lyhyt selostus vesistön tilasta.....	2
Järvellä tehdyt vesistönhoitotyöt 2019	3
2 PERUSTIETOA ASIKKALAN JÄRVISEURANNASTA	4
2.1 Seurantaan päätyneiden kohteiden kriteerit.....	4
3 PERUSSEURANNASSA TUTKITTAVAT MUUTTUJAT.....	5
3.1 Lämpötilakerrostuneisuus ja järven happiolot	5
3.2 Happipitoisuus ja happikyllästysaste.....	5
3.3 Kiintoaine.....	6
3.4 Sähkönjohtavuus	6
3.5 pH.....	6
3.6 Alkaliteetti eli haponsitomiskyky.....	7
3.7 Väriluku	7
3.8 Näkösyvyys	7
3.9 Kokonaisfosfori (kok P).....	7
3.10 Kokonaistyyppi (Kok N)	8
3.11 Klorofylli-a.....	8
4 JÄRVIEN TILAN ARVIOINTI TEHTYJEN TUTKIMUSTEN PERUSTEELLA	10
4.1 Vesien yleinen käyttökelpoisuusluokitus	10
4.2 Muita veden laatuluokituksen raja-arvoja.....	12
5 LÄHTEET	13
LIITTEET	14

1 PUKALAJÄRVEN TUTKIMUSTULOKSET 24.8.2020

TUTKIMUSAJANKOHTA JA OLOSUHTEET

Näytteenotto tehtiin pilvisellä ilmalla noin kello 9.30 aikaan. Näytteenoton aikaan lämpötila oli noin 15 °C ja tuuli puhalsi noin 3m/s koillisesta.

NÄYTTEENOTTAJAT

Terhi Ahava, Ympäristöinsinööri

Tiia Lehtola, Ympäristönsuojelun harjoittelija

TUTKIVA LABORATORIO

Eurofins Environment Testing Finland Oy

www.eurofins.fi

Niemenkatu 73

15140 Lahti

FINLAND

Y-tunnus: 2752292-5

1.1 TULOKSET ANALYSOINTITÄULUKOSSA

Käyttökelpoisuusluokitus:

I Erinomainen II Hyvä III Tyydyttävä IV välttävä V Huono

Näytteenottosyvyys → (kok.syvyys 3,9m) Tutkittu muuttuja ↓	1m	2,5m	0-2m	Raja-arvot
Näkösyvyys (m)	1,7	1,7	1,7	I > 2,5 m II 1 – 2,5 m III < 1 m
Lämpötila (°C)	19	19	-	Lämpötilakerrostuneisuus
Sähkönjohtavuus (mS/m)	2,8	2,9	-	< 5 mS / m alhainen joht. 5 - 10 mS / m sisävedet 50 - 100 mS / m jätevedet
Klorofylli-a (µg/l)	-	-	97	I < 4 µg/l II < 10 µg/l III < 20 µg/l IV 20 – 40 µg/l V > 50 µg/l

				karu < 3 µg/l lievästi rehevä 3 – 7 µg/l rehevä 7 – 40 µg/l erit. rehevä > 40 µg/l
Kokonaisfosfori (µg/l)	35	26	-	I < 12 µg/l II < 30 µg/l III < 50 µg/l IV 50 – 100 µg/l V > 100 µg/l karu < 15 µg/l lievästi rehevä 15 – 25 µg/l rehevä 25 – 100 µg/l erit. rehevä > 100 µg/l
Happipitoisuus (mg / l ja %)	8,9 mg 96 %	8,8 mg 94 %	-	I 80 – 110 % II 80 – 110 % III 70 – 120 % IV 40 – 150 % V 0 – 30% ja 150 % > Alusveden hapettomuus I ei II ei III satunnaista IV esiintyy V yleistä
Kokonaistyyppi (µg/l)	580	540	-	karu < 400 µg/l lievästi reh. 400 – 600 µg/l rehevä 600 – 1500 µg/l erit. rehevä > 1500 µg/l
pH	7,0	7,0	-	normaali n. 7,0 eliöstölle sopiva pH 6,0 – 8,0
Alkaliteetti (mmol / l)	0,13	0,13	-	> 0,2 mmol/l hyvä 0,1 - 0,2 mmol/l tyydyttävä 0,05 - 0,1 mmol/l välttävä 0,01 - 0,05 mmol/l huono < 0,01 mmol/l loppunut
Kiintoaine (mg / l)	3,2	2,7	-	< 1 mg/l kirkas 1 - 3 mg/l avovesiaika < 25 mg/l ei haittaa kalastolle
Ulkonäkö, haju jne	kirkas, hajuton	kirkas, hajuton	-	

1.2 LYHYT SELOSTUS VESISTÖN TILASTA

Pukalajärvi on matala järvi ja näin ollen myös altis rehevöitymiselle. Järven ranta on täyttynyt osittain todella tiiviillä ranta-asutuksella. Pukalajärven rannat ovat osin suota ja metsää. Suurin suo on ojitettu aikanaan, minkä seurauksena järveen on tullut paljon orgaanista ainesta ja humusta. Lisäksi ympäristössä on maataloutta, joka voi aiheuttaa ravinnekuormitusta järveen.

Tutkimusten typpi- ja fosforipitoisuudet kertovat järven olevan lievästi rehevä. Klorofylli-a -tutkimusten vastauksia ei voida pitää luotettavana, joten ne eivät ole mukana tuloksissa.

Järvellä tehdyt vesistöhoitotyöt 2019

Pukalajärvellä on tehty ohranolkikunnostusta vuonna 2006 ja uudestaan vuonna 2019. Ohraolkikunnostus perustuu olkien aerobisesti hajotessa syntyvien yhdisteiden kykyyn ehkäistä leväkasvua ja siten myös kirkastaa vettä. Kunnostusmenetelmä on vielä yleisesti vähän käytetty ja tutkittu.

Kunnostuksessa irto-olkea on pakattu putkimaiseen muoviverkkoon. Syntyneisiin olkipötkylöihin on kiinnitetty kellukkeita uppoamisen estämiseksi ja ne sijoitettiin laskevien ojien lähistölle. Ohraolkikunnostuksen on toteuttanut Pro Pukalanjärvi ry yhteistyössä Päijät-Hämeen Kalatalouskeskus ry:n sekä Koulutuskeskus Salpauksen ympäristöhoitajaopiskelijoiden kanssa.

2 PERUSTIETOA ASIKKALAN JÄRVISEURANNASTA

2.1 SEURANTAAN PÄÄTYNEIDEN KOHTEIDEN KRITTEERIT

Yksittäisten järvien kriteerit ovat seuraavat:

- järven pinta-ala on yli kaksi hehtaaria.
- järven rannalla on vähintään viisi asuin- / vapaa-ajankiinteistöä.
- järvestä ei tehdä velvoitetarkkailua tai seurantaa ELY-keskuksen tai Vesijärvisäätiön toimesta.

Kriteerit täyttyivät 22 järvessä, mikä tarkoittaa 7-8 tutkittavaa yksittäistä järveä vuosittain (2020), kun tutkimukset tehdään kolmen vuoden välein.

Isoissa järvissä olevien lahtien kriteerit ovat seuraavat:

- pitkät ja kapeat sekä ahdassuiset lahdet.
- useita kiinteistöjä rannalla.
- alueella ei tehdä velvoitetarkkailua tai seurantaa ELY-keskuksen tai Vesijärvisäätiön toimesta.

Seurantaan päätyi (2020) nyhteensä 24 Päijänteen, Ruotsalaisen tai Kymijoen lahtea tai poukamaa, mikä tarkoittaa 4-5 näytteenottokohdetta vuosittain, kun jokainen kohde tutkitaan viiden vuoden välein.

3 PERUSSEURANNASSA TUTKITTAVAT MUUTTUJAT

3.1 LÄMPÖTILAKERROSTUNEISUUS JA JÄRVEN HAPPILOT

Veden lämpötilan mittaaminen on erittäin oleellinen osa vesistötutkimusta. Lämpötila tarvitaan veden happikylläisyyden laskemiseksi sekä järvessä vallitsevan kerrostuneisuuden selvittämiseksi. Kesäisin ja talvisin Suomen järvet ovat **termisesti eli lämpötilallisesti kerrostuneita**. Kesäaikaan järven vesi on kylmempää pohjalla kuin pinnalla, talvisin kerrostuneisuus on päinvastaista eli pohjan vesi on pintavettä lämpimämpää. Tämä johtuu siitä, että vesi on tiheimmillään (ja näin ollen myös painavimmillaan) 4°C:n lämpötilassa ja tätä lämpimämpi ja kylmempi vesi on kevyempää. Näin ollen 4°C:n vesi jää raskaimpana pohjalle sen yläpuolella olevan veden lämmitessä tai jäähtyessä, eikä vesimassa pääse sekoittumaan. Lämpötilakerrostuneen järven pohjassa happi alkaa loppua, sillä pinnasta happitäydennystä saava vesi pysyy pohjaveden päällä. Hapen loppumiseen vaikuttavat myös järven rehevyys ja sen morfologiset ominaisuudet, jotka muodostuvat järven pinta-alasta, syvyysuhteista ja eri syvyysvyöhykkeiden tilavuuksista sekä rannan rikkonaisuudesta. (Oravainen 1999, 1.)

Suomen järvissä on vuodessa **kaksi täyskiertoa: kevättäyskierto ja syystäyskierto**. Täyskierron aikaan järven vesimassa on tasalaatuista ja veden lämpötila on sama pinnasta pohjaan. Kevätkierto tapahtuu jäiden sulamisen jälkeen, kun pintavesi alkaa auringon vaikutuksesta lämmitä ja tuulet sekoittavat vettä. Usein kevätkiertoa tehokkaampi ja pitkäkestoisempi syyskierto ajoittuu yleensä elokuun lopulta syykuun lopulle. Syyskierto käynnistyy, kun kesän jälkeen jäähtyvä ilma viilentää päällysveden niin, että sen ja pohjaveden lämpötilaerot tasoittuvat. Täyskierron aikaan jopa huonokuntoisten järvien happitilanne on yleensä häiriötön (kylläisyysaste 80–90 %), eikä silloin ole järkevää arvioida järven happitilannetta. (Oravainen 1999, 1.)

Päällysveden paksuus on järven syvyydestä riippuen yleensä viidestä kymmeneen metriä pinnasta. Isoissa järvissä päällysvesi on paksumpi kuin pienemmissä ja suojaisissa järvissä. Alle viiden metrin syvyisissä järvissä kerrostuneisuutta ei välttämättä kesäaikaan synny lainkaan, sillä tuuli pystyy sekoittamaan koko järven vesimassan.

Järven pohjan happipitoisuuden ollessa matala sen pohjalietteestä vapautuu veteen rautaa, mangaania ja ravinteita. Toisin sanoen **pohjassa vallitseva hapenpuute käynnistää sisäisen kuormituksen**. Kerrostuneisuus voi siis selittää myös veden laatueroja eri vuosina. (Oravainen 1999, 2.) Aikaisemmin järvien pohjien happitilanne oli yleensä ottaen huonompi talviaikaan kuin kesäisin. Nykyään kuitenkin leutojen ja lyhyiden talvien seurauksena tilanne ei ehdi päästä talvisin erityisen huonoksi ja pahimmat happikadot järvien pohjissa kohdataankin usein kesäkerrostuneisuuden aikaan. (Keto 2019.)

3.2 HAPPIPITOISUUS JA HAPPIKYLLÄSTYSASTE

Järven happipitoisuus kertoo sen kunnosta. Jos järven happipitoisuus on hyvä (80-110%), järvi on hyvässä kunnossa. Happipitoisuutta tarkastellessa on otettava huomioon tarkasteluajankohta, sillä veden lämpötila vaikuttaa hapen liukenemiseen. Kylmään veteen liukenee enemmän happea kuin lämpimään, siksi happikylläisyysastetta laskiessa otetaan huomioon myös veden lämpötila. (Oravainen 1999, 4.)

Järven ollessa lämpökerrostunut sen alusvesi ei saa ilmakehästä happitäydennystä. Pohjassa kuitenkin kuluu happea mm. sedimentin aiheuttaman hapenkulutuksen vuoksi. Pahimmillaan kerrostuneisuus ja pohjassa vallitseva mahdollinen happikato ovat kerrostuneisuusaikojen loppuilla. Tästä

syystä järvien **happitilanteita olisi syytä tarkastella erityisesti lopputalvella maaliskuun tienoilla sekä kesän loppuilla elokuussa**. Hyväkuntoisessa järvessä alusveden happitilanne pysyy yleensä hyvänä ympäri vuoden, joskin pienialaiset syvänteet saattavat olla puhdasvetisissäkin järvissä luonnostaan vähähappisia. (Oravainen 1999, 4.)

On tärkeää tietää, riittääkö järven pohjassa happea myös talvikerrostuneisuuden aikaan. Jos happivaje jatkuu järven pohjassa vuodesta toiseen, sen tila on muuttumassa huonoksi ja esimerkiksi sinilevä pääsee lopulta valloilleen järvessä.

Jos järvessä on kesäaikaan runsas levätuotanto, voi sen päällysveden happikylläisyysaste olla yli 100%. Tämä johtuu siitä, että levien yhteyttämisen seurauksena veteen syntyy happea, eikä se ehdi haihtua kyllin nopeasti ilmakehään. Päällysveden happikylläisyyden ollessa kesäaikaan huomattavan korkea järvi on rehevöitynyt. Tällöin myös sen pH-arvot ovat korkeita. Talvisin hapen ylikyllästyneisyyttä ei esiinny, sillä talviaikaan järvissä ei ole leviä yhteyttämässä happea. (Oravainen 1999, 7.)

3.3 KIINTOAINE

Vedessä olevan kiintoaineen määrää tutkitaan suodattamalla vettä tiheän kalvon läpi, jonka jälkeen kalvolle jäänyt kiintoainekä jää kuivata ja punnitaan. Vedessä olevaa kiintoainekä määrää lisäävät biomassat eli levät, eroosion kuljettama savisammennusta aiheuttava maa-aines sekä mahdollinen jätevesikuormitus. (Oravainen 1999, 9.)

Veden kiintoainepitoisuuden yksikkö on mg/l. Puhtaassa kirkasvetisessä järvessä kiintoainepitoisuus on alle 1,0 mg/l ja kesäaikaan levien lisääntymisen vuoksi noin 1-3 mg/l. Järvien syvänteiden pohjalla kiintoainepitoisuus on pintavettä korkeampi. (Oravainen 1999, 9.)

3.4 SÄHKÖNJOHTAVUUS

Sähkönjohtavuus kertoo vedessä olevien suolojen määrästä. Mitä suurempi arvo, sitä suurempi on veden suola-arvo. Järvien sähkönjohtavuutta lisäävät vedessä oleva natrium, kalium, kalsium, magnesium, kloridit sekä sulfaatit. Sähkönjohtavuuden yksikkönä käytetään mS/m (millisiemensia per metri). Suomen vesien sähkönjohtokyky on yleensä matala noin 5 – 10 mS/m, koska kallioperä on heikosti rapautuvaa. Järven suolojen määrää lisäävät jätevedet sekä peltolannoitus. Runsaasti lannoitetulla alueella sijaitsevan järven sähkönjohtavuus on noin 15 – 20 mS/m. (Oravainen 1999, 10.)

Järviveden sähkönjohtavuus kasvaa pinnalta pohjalle mentäessä. **Orgaanisen aineen hajoaminen veteen, lisää sen sähkönjohtavuutta**. Sähkönjohtavuus voi kertoa jätevesien kulkeutumisesta vesistössä, sillä sähkönjohtavuuden voimakas muutos järven syvänteessä kertoo jätevesien kertymisestä sen pohjalle. (Oravainen 1999, 10.)

3.5 pH

Vesi on normaali pH:ltaan lähellä neutraalia (pH = 7,0). Suomen vesistöjen pH on yleensä hieman happaman puolella (pH n. 6,5 – 6,8) vesien luontaisen humuskuormituksen vuoksi. Järvillä on ns. puskurisysteemi, joka vastustaa pH:n muutoksia. Normaalisti pH on kesäaikaan hieman talvia korkeampi ja kesällä levätuotanto voi kohottaa järven päällysveden pH:ta. Alusveden pH on yleensä päällysvettä matalampi, sillä alusvedeen vapautuu hajotustoiminnan seurauksena hiilidioksidia, joka muodostaa veden kanssa pH:ta laskevaa hiilihappoa. (Oravainen 1999, 12.)

Järvien eliöstölle sopiva veden pH asettuu 6,0:n ja 8,0:n välille. Erittäin runsas leväkukinta voi hottaa järven pH:n jopa 8,0 – 10,0. Korkeat pH-arvot ovat tyypillisiä erityisesti sinileväkukintojen aikaan. Happamat laskeumat taas puolestaan alentavat järvien pH-tasoa. (Oravainen 1999, 12-13.)

3.6 ALKALITEETTI ELI HAPONSITOMISKYKY

Alkaliteetti kertoo veden puskurikyvystä eli siitä, miten se pystyy vastustamaan pH:n muutosta, kun siihen lisätään happoa. Alkaliteetin mittayksikkö on mmol/l (millimoolia per litra). Järven puskurikykyyn vaikuttaa sen valuma-alueen laatu. Suomen vesien puskurikyky on heikosti rapautuvan kallioperän vuoksi yleensä huono. Happamoituvien järvien valuma-alueet ovat tyypillisesti karuja, kallioisia tai niissä on ohut moreenikerros. Valuma-alueen peltovaltaisuus taas vähentää happamoitumista. Alkaliteetin muutosten tarkkailu on tärkeää järven happamuuden kehitystä seurattaessa, sillä pH arvoissa voi olla satunnaista vaihtelua eikä ne näin ollen anna välttämättä todellista kuvaa järven tilasta. **Alkaliteetti tulisi mitata järven pinnasta syyskierron aikaan**, koska silloin järven vesi on tasalaatuista. Kevätkierron aikaan sulamisvedet voivat vaikuttaa tulokseen. (Oravainen 1999, 13-14.)

3.7 VÄRILUKU

Järvet voidaan luokitella värillisiksi tai värittömiksi veden väriarvojen mukaan. Väriarvon tunnusluku on pitoisuus mgPt/l, joka perustuu keinotekoiseen platina-asteikkoon. Veden väriä mitattaessa sitä verrataan platina-asteikkoon värikiekon avulla. (Oravainen 1999, 14.) Veden saama väriluku kertoo järven humuspitoisuudesta, ja se on vertailukelpoinen kaikkien vesistöjen kanssa. Suomessa järvien keskimääräinen väriluku on noin 40 ja saman väriarvon saa mm. Asikkalan alueella sijaitsevan Päijänteen vesi. Vesijärvi on kirkkaampi ja sen väriluku vain noin 7-8. Mitä pienempi väriluku on, sitä vähemmän järvessä on humusta. (Keto 2019.)

Järven väriluku riippuu sen valuma-alueesta: mitä soisempi alue on, sitä ruskeampaa vesi on väriltään ja sitä suurempi on sen väriluku. Veden väriin vaikuttavat myös valumaolot ja väriluvut ovat suuremmat runsassateisina vuosina. Veden väri vähenee myös kesäaikaan. (Oravainen 1999, 15.)

3.8 NÄKÖSYVYYS

Järven näkösyvyyteen vaikuttavat monet asiat, kuten siinä olevien planktonlevien ja humuksen määrä sekä savisameus ja veden sekoittuminen tuulen vaikutuksesta. Järvien näkösyvyys voi vaihdella kymmenistä senttimetreistä jopa kymmeneen metriin. Näkösyvyyden seuranta on helppoa, ja sitä voi tehdä mm. netistä löytyvien oppaiden avulla kuka tahansa järven tilasta kiinnostunut. Usean vuoden aikana tehdyt havainnot kertovat järven tilan luontaisesta vaihtelusta. Jos näkösyvyys pienenee huomattavasti, se voi olla merkki planktonlevien määrän kasvusta ja veden laadun heikkenemisestä. (Sammalkorpi & Sarvilinna 2010, 20.)

3.9 KOKONAISSFOSFORI (KOK P)

Fosfori on alun perin fosforiperäisistä kivilajeista lähtöisin oleva aine, joka on välttämätön kaikille elollisille olennoille. Kiviaineksesta fosfori pääsee liikkeelle rapautumisen sekä kaivostoiminnan myötä. Fosfori kiertää luonnossa. Kasvit ja levät hyödyntävät fosforia fosfaattifosforimuodossa ja eläimet saavat oman fosforinsa ravinnostaan. Eläinten jätteissä sekä kuolleissa kasveissa ja eläimissä olevan fosfori muuntuu jälleen kasveille ja leville soveltuvaan fosforifosfaattimuotoon hajottajien toiminnan ansiosta. (Pelastajärvi.fi 2013a; Vairimaa 2015.)

Fosfori on merkittävä kasviravinne ja sitä käytetään peltojen lannoituksessa. Pelloilta ja jätevesien mukana fosforia päätyy järviin, joissa se aiheuttaa rehevöitymistä. Lopulta fosfori sedimentoituu eli kerrostuu järven pohjalle. Sedimentoitunut fosfori pysyy sitoutuneena pohjasedimentissä happellisissa olosuhteissa, mutta hyvin alhaisissa happipitoisuuksissa tai hapettomissa oloissa se alkaa vapautua sedimentistä ja aiheuttaa järvestä sisäistä kuormitusta. Järven rehevöityminen lisää myös fosforin vapautumista pohjasedimentistä (eli sisäistä kuormitusta), sillä pohjaan vajoavat levämassat kuluttavat hajotessaan happea. (Pelastajärvi.fi 2013a; Vairimaa 2015.)

Kokonaisfosforipitoisuus kertoo vedessä olevan fosforin kokonaismäärän. Fosfori jakautuu järvestä yleensä niin, että pohjalla pitoisuus on suurempi kuin pinnalla. Fosforipitoisuuden mittayksikkö on $\mu\text{g/l}$. Luonnontilaisten karujen järvien kokonaisfosforipitoisuus on alle $10 \mu\text{g/l}$ ja yli $50 \mu\text{g/l}$ fosforia sisältävät järvet luokitellaan erittäin reheviksi. Hapen loppuessa alusvedessä fosforipitoisuudet voivat nousta huomattavasti ja ne voivat olla jopa kymmenkertaisia päänlyyveden pitoisuuksiin verrattuna. Erityisen huolestuttava tilanne on silloin, jos päänlyyveden pH arvo nousee voimakkaan levätuotannon seurauksena 9-10 alueelle. Tällaisessa tilanteessa fosforia vapautuu myös ylemmistä sedimenteistä ja fosforipitoisuus voi kesän aikana jopa kolminkertaistua. Järvien fosforipitoisuudet ovat talviaikaan alhaisemmat kuin kesäisin. Tämä johtuu siitä, että talvella päänlyyveden kasviplankton sedimentoituu järvenpohjalle, kun taas kesällä kasviplankton sitoo fosforin tuottavaan kerrokseen. (Oravainen 1999, 17-19.)

3.10 KOKONAISTYYPPI (KOK N)

Fosforin tavoin myös typpi on elämälle välttämätön aine. Typeä on 78% ilmakehästä, mutta vain harvat kasvit voivat käyttää sitä suoraan ilmasta. Kasvit käyttävät typeä epäorgaanisissa muodoissa, kuten ammoniakina, nitriitinä ja nitraattina. Typensitojabakteerit muuttavat ilmakehän typpikaasua kasveille käyttökelpoiseen muotoon esim. ammoniumtypeksi. Nitrifikaatiossa bakteerit muuttavat happellisissa olosuhteissa ammoniumtypen nitriiteiksi ja nitraateiksi ja denitrifikaatiossa bakteerit hajottavat hapettomissa olosuhteissa ammoniumtypen, nitriitin ja nitraatin takaisin typpikaasuksi. Eliöiden sisältämä typpi palaa takaisin typen kiertoon, kun kuolleiden eliöiden ja eläinten jätteiden hajotessa syntyy ammoniakia, jonka hajottajamikrobit hajottavat ammoniumtypeksi. Kuten fosfori typpikin aiheuttaa vesistöjen rehevöitymistä. Noin puolet typen huuhtoutumasta on ihmistoiminnan aikaansaannosta. Typeä käytetään kasvilannoitteena pelloilla, joista se päätyy pintavaluntana myös vesistöihin. Lisäksi järvien typpikuormitusta lisäävät jätevedet. (Pelastajärvi.fi 2013b.)

Kokonaistyyppipitoisuuteen sisältyy kaikki typen esiintymismuodot kuten nitraatti, nitriitti ja ammonium. Typen pitoisuus ilmoitetaan $\mu\text{g/l}$. Luonnontilaisissa kirkkaissa järvissä typpipitoisuus on $200-500 \mu\text{g/l}$ ja erittäin humuspitoisissa vesissä pitoisuus voi olla luonnostaankin yli $1000 \mu\text{g/l}$. Järven typpipitoisuudet kasvavat pinnalta pohjalle mentäessä, sillä alusveteen vapautuu typpiyhdisteitä mineralisaation seurauksena. Hapettomissa syvänteissä typen kokonaispitoisuutta nostaa myös pohjasedimentistä hapettomuuden vuoksi vapautuva ammonium. Kesäaikaan järvissä on typeä käyttävää tuotantoa. Tästä syystä järvien typpipitoisuudet ovat pienimmillään loppukesästä ja korkeimmillaan talvella typen käytön ollessa vähäistä. (Oravainen 1999, 19-20.)

3.11 KLOROFYLLI-A

Klorofylli-a:n pitoisuus kertoo lehtivihreällisten planktonlevien runsaudesta vedessä ja on suoraan verrannollinen järven levämäärään ja rehevyytasoon. Klorofyllimäärityksiä tehdään avovesiaikaan. Sääolot vaikuttavat huomattavasti leväbiomassaan ja siitä syystä klorofyllimäärityksiä olisi syytä tehdä useaan kertaan kesän aikana. Jotta järven leväpitoisuudesta saadaan kattava kuva,

olisi klorofyllinäytteet syytä ottaa vähintään kolme kertaa: kesä-, heinä- ja elokuussa. Alkukevät ja myöhäinen syksy eivät sovellu tutkimusajankohdiksi. (Oravainen 1999, 23.)

4 JÄRVIEN TILAN ARVIOINTI TEHTYJEN TUTKIMUSTEN PERUSTEELLA

Järvien tilaa voidaan analysoida esimerkiksi vesien yleisen käyttökelpoisuusluokituksen avulla. Lisäksi järvien tilaa voidaan arvioida erilaisista viitearvoista kootun Suomen ympäristökeskuksen yhteenvetotaulukon avulla. Järviä voidaan luokitella myös ekologisen luokituksen mukaan, mutta se on monimutkainen ja iso kokonaisuus, eikä se ole kovinkaan hyvä luokittelumenetelmä, kun tavoitteena on tuottaa helposti ymmärrettävää tietoa järven tilasta (Keto 2019). Tässä työssä ei perehdytä tarkemmin järvien ekologiseen luokitteluun. Seuraavissa luvuissa neuvotaan järvien tilan arviointia saatujen tutkimustulosten perusteella.

4.1 VESIEN YLEINEN KÄYTTÖKELPOISUUSLUOKITUS

Yleinen käyttökelpoisuusluokitus kuvaa veden laatua ja sen soveltuvuutta virkistyskäyttöön, vedenhankintaan ja kalavesiksi. Järven tila määräytyy sen luontaisen veden laadun sekä ihmistoiminnan vaikutusten mukaan. Pintavedet luokitellaan käyttökelpoisuusluokituksessa viiteen eri luokkaan, jotka ovat erinomainen, hyvä, tyydyttävä, välttävä ja huono. (Mitikka 2015, 1.)

Yleisessä laatuluokituksessa otetaan huomioon muun muassa seuraavia muuttujia Klorofylli-a, kokonaisfosfori, kokonaistyyppi, näkösyvyys, sameus, väriluku, happiolot, hygienian indikaattoribakteerit sekä eräät haitalliset aineet. Tässä työssä otetaan huomioon Asikkalassa tehtävän perusseurannan mukaisia muuttujia (taulukko 1). (Mitikka 2015, 4.)

Vedenlaatuluokituksen kriteerit käyttökelpoisuusluokituksessa

Vedenlaatuluokituksessa on annettu vesilaaduille seuraavat kriteerit:

I Erinomainen

Vesialue on luonnontilainen. Vesistö on yleensä karu, kirkas tai lievästi humuspitoinen. Veden käyttöä rajoittavia leväesiintymiä ei todeta. Vesistö soveltuu erittäin hyvin kaikkiin käyttömuotoihin.

II Hyvä

Vesialue on lähes luonnontilainen, mutta lievästi rehevöitynyt tai selvästi humuspitoinen. Paikallisesti rajoittuneita leväesiintymiä voi esiintyä satunnaisesti. Vesistö soveltuu hyvin eri käyttömuotoihin.

III Tyydyttävä

Vesialue on jätevesien, hajakuormituksen tai muun toiminnan lievästi rehevöittävä tai vedenlaatu on muuten muuttunut. Tähän luokkaan kuuluvat myös luonnostaan huomattavan rehevät tai erittäin humuspitoiset vedet. Levähaittoja voi esiintyä toistuvasti. Haitallisten aineiden pitoisuudet vedessä, pohja-aineksessa tai eliöstössä voivat olla hieman luonnontilaisista arvoista kohonneet. Vesistö soveltuu yleensä tyydyttävästi useimpiin käyttömuotoihin.

IV Välttävä

Vesialue on jätevesien, hajakuormituksen tai muun toiminnan voimakkaasti rehevöittävä tai vedenlaatu on muuten muuttunut. Levähaitat ovat yleisiä ja saattavat rajoittaa veden käyttöä pitkiä ajanjaksoja. Haitallisten aineiden pitoisuudet ve-

dessä, pohja-aineksessa tai eliöstössä voivat olla selvästi luonnontilaisia arvoja korkeampia. Litorina-savimaiden vesistöissä pH-arvot voivat olla hetkellisesti hyvin alhaisia ja happamuudesta johtuvia kalakuolemia saattaa ajoittain esiintyä. Vesistö soveltuu yleensä vain sellaisiin käyttötarkoituksiin, joiden vedenlaatuvaatimukset ovat vähäiset.

V Huono

Vesialue on jätevesien, hajakuormituksen tai muun toiminnan pilaama. Levähaitat ovat erittäin yleisiä ja runsaita estäen vesistön käytön usein pitkäksiin aikaa. Rehevyydestä johtuen myös happitilanne voi olla heikko. Haitallisten aineiden pitoisuudet vedessä, sedimentissä tai eliöstössä voivat olla tasolla, josta aiheutuu selvä riski vesistön käytölle tai vesiluonnolle. Litorina-savimaiden vesistöissä pH-arvot voivat olla hyvin alhaisia pitkiä ajanjaksoja, jolloin happamuudesta johtuvia kalakuolemia esiintyy toistuvasti. Vesistön käyttöä rajoittaa pysyvästi tai ajoittain jokin edellä mainituista tekijöistä. (Mitikka 2015, 5.)

Taulukko 1. Yleisen laatuluokituksen vertailuarvoja (mukailtu Mitikka 2015, 4)

	I Erinomainen	II Hyvä	III Tyydyttävä	IV Välttävä	V Huono
Klorofylli-a (µg/l)	< 4	< 10	< 20	20 – 50	> 50
Kokonaisfosfori (µg/l)	< 12	< 30	< 50	10 – 100	> 100
Näkösyyvyys (m)	> 2,5	1 – 2,5	< 1		
Väiriluku	< 50	50 – 100	< 150	> 150	
Päälyllysveden happipitoisuus (%)	80 – 110	80 – 110	70 – 120	40 – 150	vakavia hap- piongelmia
Alusveden ha- pettomuus	ei	ei	satunnaista	esiintyy	yleistä

4.2 MUITA VEDEN LAATULUOKITUKSEN RAJA-ARVOJA

Suomen ympäristökeskus Syke on kerännyt yhteen taulukkoon useasta lähteestä peräisin olevia raja-arvoja, joiden perusteella järvien rehevyyttä ja muita laatutekijöitä voidaan arvioida ja luokitella. Laatuluokituksessa vedet on jaettu niiden rehevyyden mukaan neljään luokkaan: karu, lievästi rehevä, rehevä sekä erittäin rehevä. Tässä työssä otetaan huomioon Asikkalassa tehtävässä perusseurannassa käytettäviä järvien rehevyyteen liittyviä muuttujia, jotka helpottavat vesitutkimusten tulkintaa (taulukko 2). (Liite 1.)

Taulukko 2. Järven rehevyyteen vaikuttavia raja-arvoja (mukailtu Syke 2019)

	Karu	Lievästi rehevä	Rehevä	Erittäin rehevä
Kokonaisfosfori (µg/l)	< 15	15 – 25	25 – 100	> 100
Kokonaistyyppi (µg/l)	< 400	400 – 600	600 – 1500	> 1500
Klorofylli-a (µg/l)	< 3	3 – 7	7 – 40	> 40

5 LÄHTEET

Keto, J 2019. Limnologi. Haastattelu Lahdessa 14.10.2019.

Mitikka, S 2015. Yleinen käyttökelpoisuusluokitus. Suomen ympäristökeskus SYKE [viitattu: 25.10.2019]. Saatavissa: <https://www.ymparisto.fi/download/name/%7BC1C37484-04C6-43CE-95BF-E30D2BB78A29%7D/78231>

Oravainen, R 1999. Vesistötulosten tulkinta -opasvihkonen. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry KVVY [viitattu: 18.10.2019]. Saatavissa: <https://kvvy.fi/wp-content/uploads/2015/10/opasvihkonen.pdf>

Pelastajärvi.fi 2013a. Fosfori. Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry [viitattu: 2.11.2019]. Saatavissa: http://www.pelastajarvi.fi/fosforin_kierto

Pelastajärvi.fi 2013b. Typpi. Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry [viitattu: 2.11.2019]. Saatavissa: http://www.pelastajarvi.fi/typen_kierto

Sammalkorpi, I & Sarvilinna, A 2010. Rehevöityneen järven kunnostus ja hoito. Ympäristöopas 2010. Suomen ympäristökeskus SYKE. Sastamala: Vammalan kirjapaino Oy

LIITTEET

Liite 1 Veden laatuoluokituksen raja-arvot ja lähteet (Suomen ympäristökeskus 2019)

LIITE 4 Vedenlaatuoluokituksen raja-arvot ja lähteet

Vedenlaatuomuttaja	Pitoisuus	Luokitus	Lähde
Kokonaisfosfori tarkoittaa veden sisältämän fosforin eri muotojen kokonaismäärää. Tärkeä veden rehevyyden arvioinnissa käytetty ravinnepitoisuus. Kesäaikana otetut näytteet kuvaavat parhaiten veden rehevyydestä. Fosforia pääsee veteen luonnonhuuhtoutumana fosforipitoisista kivistä rapautumalla ja ihmistoiminnasta lähinnä maa- ja metsätaloudesta, asutuksen, turvetuotannon, kalankasvatuksen ja teollisuuden jätevesistä.	< 15 µg/l 15 - 25 µg/l 25 - 100 µg/l > 100 µg/l	karu lievästi rehevä rehevä erittäin rehevä	1)
Kokonaistyyppi on fosforin ohella rehevöitymisen kannalta tärkeä ravinne. Kesäaikana otetut näytteet kuvaavat parhaiten veden rehevyydestä. Tyypillisiä tyyppikuormituksen lähteitä; maa- ja metsätalous, asutuksen jätevedet, turvetuotanto ja teollisuuden jätevedet. Ravinnekkuormituksen vaikutus on suurin kesän ja syksyn pienten virtaamien aikana, jolloin pitoisuuksien laimentuminen jokiuomassa on vähäistä ja perustuotanto on voimakkaimmillaan.	< 400 µg/l 400 - 600 µg/l 600 - 1500 µg/l > 1500 µg/l	karu lievästi rehevä rehevä erittäin rehevä	1)
Klorofylli-a kuvaa lehtivihreällisten planktonlevien runsautta vedessä ja kuvaa järven rehevyydestä. Näytteet otetaan kesällä ja soveltuvat paremmin järviin kuin jokivesiin.	< 3 µg/l 3 - 7 µg/l 7-40 µg/l > 40 µg/l	karu lievästi rehevä rehevä erittäin rehevä	1)
Rautaa esiintyy vedessä liuenneena, saostumana tai sitoutuneena humukseen. Raudan olomuoto riippuu veden pH:sta ja happipitoisuudesta. Happipitoisessa vedessä rauta sitoo fosforia ja vaikuttaa myös vesistön rehevyyteen. Rautapitoisuudet vaihtelevat vesistökohtaisesti valuma-alueen ominaisuuksista riippuen. Suoivaltaisilla alueilla rautapitoisuudet ovat yleensä suuria. Veden rautapitoisuudet ovat suurimmillaan juuri ennen kevättulvan huippua.	< 200 µg/l 500 - 1000 µg/l 1000 - 2000 µg/l	talousvesi sisävedet suovaltaiset valuma-alueet	2)
Kiintoaineen määrä kuvaa vedessä olevaa hiukkasmaista ainesta. Kiintoainepitoisuutta lisäävät mm. jätevesikuormitus, runsas biomassa näytteessä (levät) tai eroosion kuljettama aines (savisaaminen). Jokivesissä kiintoainepitoisuus vaihtelee voimakkaasti. Kiintoainepitoisuudet ovat pienimmillään talvella ja suurimmillaan ennen ensimmäistä tulvahuippua. Kesällä jokien kiintoainekulkeuma on yleensä vähäistä. Koviin syysateiden jälkeen kiintoainekulkeuma on miltei yhtä suuri kuin kevään sulamisvesien aikaan.	< 1 mg/l 1 - 3 mg/l > 25 mg/l	kirjas avovesi ei haittaa kalastolle	2)
Sameus kuvaa vedessä esiintyvää sameutta. Jokivedet ovat yleensä järvesiä sameampia, voimakkaamman eroosion takia. Jokivesissä sameuden vaihtelu on kiintoainepitoisuuden tapaan voimakasta vuodenaikasta ja sadannasta riippuen.	< 1 FTU 1 - 5 FTU > 5 FTU	kirjas lievästi samea silminnähdn samea	2)
Veden väriin vaikuttavat valuma-alueen soilta ja maaperästä huuhtoutuneet humusaineet, rauta, vedessä olevat levät sekä kiinteät ja liuenneet aineet. Pääasiallinen veden väriä säätelevä tekijä on humuspitoisuus. Suomessa humuksen antama ruskea väri on luonteellisesti valuma-alueen suurimmalle osalle vesistöistä. Väriarvoissa on voimakasta vuodenaikojen ja vuosien välistä vaihtelua, joka johtuu pääasiassa valuma-alueen muutoksista. Runsaat sateet yleensä nostavat ja kuivat jaksot laskevat väriarvoja.	< 15 mgPt/l 20 - 40 mgPt/l 40 - 100 mgPt/l > 100 mgPt/l > 30 mgPt/l 30-90 mgPt/l > 90 mgPt/l	väritön lievästi humuspitoinen humuspitoinen erittäin humuspitoinen vähähumuksinen keskihumuksinen runsashumuksinen	3) 4)
Kemiallinen hapenkulutus (COD_{Mn}) kuvaa veden sisältämien kemiallisesti hapettuvien orgaanisten aineiden määrää, eli vedessä olevaa eloperäistä ainetta, joka voi olla humusta, jättevettä, karjatalouden päästöjä tai luonnonhuuhtoutumaa. Kuten väriarvot myös COD _{Mn} -arvot vaihtelevat valuma-alueiden mukaan.	< 4 mg/l 4 - 10 mg/l 10 - 20 mg/l < 4 mg/l 4 - 10 mg/l 10 - 20 mg/l > 20 mg/l	kirjas väritön humusvedet niukkahumuksinen vähähumuksinen keskihumuksinen runsashumuksinen	2)
Veden normaali happamuus eli pH on lähellä neutraalia (pH 7). Vesien eliöstö on sopeutunut elämään pH-alueella 6,0 - 8,0. Suomen vesistöissä pH on yleensä lievästi hapanta 6,5 - 6,8 luontaisesta humuskuormituksesta johtuen. Normaalisti pH on talvella hieman alhaisempi kuin kesällä. Kesäaikana levätuotanto kohottaa lievästi päällysveden pH-tasoa. Hyvin voimakas leväkukinta (esim. sinilevät) saattaa kohottaa pH:n arvoihin 8-10. Hapan laskeuma osaltaan alentaa vesiemme pH-tasoa. Veden pH on pienimmillään kevättulvan aikana. pH:n kevättulvan aikainen lasku on voimakkaimmillaan latvavesissä, joissa tulvan aikana saattaa hetkellisesti virrata lähes pelkäästään lumensulamisvettä (pH noin 4,5) kun joen suulla pH harvoin laskee alemmas kuin 5,5 lukuun ottamatta alunamaa-alueita. Happamoituminen alkaa tuntua eliöstössä pH:n laskiessa tason 6,0 alapuolelle. pH-tason 5,5 alapuolella häiriintyy särjen ja lohikalajien	> 7 7 < 7 6,5 - 6,8 6,0 - 8,0 < 5,5	emäksinen neutraali hapan lievästi hapan, tyypillinen arvo Suomen vesistöissä vesieliöstö sopeutunut elämään tällä tasolla särjen ja lohikalajien lisääntymisen häiriintyy	
Alkaliteetti mittaa veden kykyä vastustaa pH:n muutosta siihen happoa lisättäessä (puskurikyky). Vesistön happamoituminen näkyy ensin alkaliteetin laskuna ja vasta sen jälkeen pH-arvoissa. Puskurikyky riippuu pitkälle vesistön valuma-alueen laadusta. Karut, kallioiset tai ohuen moreenikerroksen omaavat valuma-alueet ovat tyypillisiä happamoituville vesistöille. Valuma-alueen peltovaltaisuus vähentää happamoitumista. Kevään sulamisvedet laskevat yleensä alkaliteettiä. Vesistön puskurikykyä kuvaa parhaiten syyskierron aikana otetut näytteet jolloin vesi on tasalaatuista.	> 0,2 mmol/l 0,1 - 0,2 mmol/l 0,05 - 0,1 mmol/l 0,01 - 0,05 mmol/l < 0,01 mmol/l	hyvä tyydyttävä välttävä huono loppunut	5)
Sähkönjohtavuus ilmaisee veteen liuenneiden suolojen määrää. Suuri arvo kertoo korkeasta suolapitoisuudesta. Sisävesissä sähkönjohtavuutta lisäävät lähinnä natrium, kalium, kalsium, magnesium sekä kloridit ja sulfaattit. Sähkönjohtavuusarvojen vuodenaikaisvaihtelu on vähäistä. Suolojen määrä lisäävät mm. jätevedet ja peltoainnotus.	< 5 mS/m 5 - 10 mS/m 50 - 100 mS/m	alhainen johtokyky sisävedet jätevedet	2)
Hapen kyllästysohenteilla eli kyllästysohenteilla tarkoitetaan todettua hapen määrää prosentteina siitä määrästä, jonka vesi voi enintään sisältää ko. lämpötilassa. Kylmä vesi voi sisältää enemmän happea kuin lämmin.	85-110 % 80-110 % 70-80 ja 110-120 % 40-70 ja 120-150 % 0 ja > 150 %	Erinomainen Hyvä Tyydyttävä Välttävä Huono	6)

1) Forsberg, C. ja Ryding, S.-O. 1980.

2) Kokemäenjoen vesistön vesienpuhdistus ry:n www-sivut

3) Ympäristöhallinnon www-sivut

4) Vesipuidedirektiivi

5) Oravainen, R. 1999. Opasvihkonen vesistötulosten tulkitsemiseksi havaintoesimerkein varustettuna.

6) Vesi ja ympäristöhallitus 1998. Vesistöjen laadullisen käyttökelpoisuuden luokittaminen. 48 s. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja 20.