

SISÄLTÖ

	sivu
Kymijärvi	2
Kärkjärvi	5
Iso-Kukkanen, Pikku-Kukkanen, Villähteen Kukkanen	6
Kivijärvi	8
Oksjärvi	10
Salajärvi	12
Ruuhijärvi	13
Sylvöjärvi	15
Arrajärvi	16
Viitteet	20

KYMIJÄRVI

Lahden ja Nastolan entisellä rajalla sijaitseva Kymijärvi on suhteellisen suuri ja matala järvi. Järven pinta-ala on 647 ha ja rantaviivaa järvellä on 25 km. Järven suurin syvyys on 10,1 m, mutta keskisyvyys jää vain 2,8 metriin. Syvin kohta löytyy varsin pienialaisesta Lapinkiven syvänteestä, joka sijaitsee järven keskeisellä selkääalueella Niemelänniemen ja Hähniemen välissä. Toinen syvempi alue, jossa 8 metrin syvyys ylittyy, on Myllypohja, joka sijaitsee Kymijärven luoteisosassa. Kymijärven koko valuma-alueen pinta-ala järvi mukaan lukien on 40,6 km² (Suomen ympäristökeskus, vesistömallijärjestelmä 2016). Kymijärveen laskevat Potilanjokea pitkin Alasenjärven vedet. Kymijärvestä vedet jatkavat lyhyen jokiosuuden jälkeen Kärkjärveen ja sieltä edelleen Alvojärven, Kukkasjärvien, Salajärven ja Ruuhijärven kautta Sylvöjärveen ja lopulta Arrajärven kautta Kymijokeen. Kymijärven laskennallinen viipymä on 552 vrk (Suomen ympäristökeskus, vesistömallijärjestelmä 2016). Kymijärven luontainen järvityyppi, johon järven tilaa kuvaavien vedenlaadun ja biologisten muuttujien arvoja verrataan, on *Matalat vähähumuksiset järvet (MVh)*.

Kymijärvi sijaitsee lehtoalueella ja sen lähivaluma-alueen maaperä on vaihteleva. Eteläosassa valuma-alue rajoittuu Salpausselän reunamuodostumaan. Hiekkamaiden lisäksi järven lähivaluma-alueella on runsaasti hiekka- tai soramoreenia, kalliomaata sekä hienompia maalajeja eli hieta-, hiesu- ja savimaita. Järven virkistyskäyttö- ja maisema-arvo on suuri, sillä sen ympärillä on runsaasti vakituista asutusta ja rakennettuja alueita, sekä jonkin verran myös loma-asutusta. Myllypohjan ympärille ulottuvat Lahden kaupungin asuinalueet ja järven kaakkoisosaan Villähteen taajama. Järveen johdetaan myös hulevesiä. Maataloutta on lähinnä Koiskalan suunnalla.

Kymijärven ekologinen tila on määritelty vuoden 2013 luokittelussa välttäväksi (Hertta ympäristötietojärjestelmä 2016). Tilaluokka on laskenut, sillä edellisessä luokittelussa vuonna 2009 tilaluokka oli tyydyttävä. Kymijärven veden laatua seurataan säännöllisesti molemmilla syvänealueilla. Ensimmäiset näytteet ovat vuodelta 1966, jonka jälkeen vedenlaatua on seurattu vuodesta 1972 alkaen lähes vuosittain. Levämäärää ilmentävää klorofylliä on kuitenkin mitattu vasta vuodesta 1990 alkaen. Tällä ajanjaksolla klorofyllipitoisuuksissa on ollut selvää nousua. 2010-luvun keskiarvo on Lapinkiven näytteissä 27 µg/l ja Myllypohjassa 20 µg/l. Tämä on rehevyysluokituksessa erittäin rehevä taso (Oravainen 1999) ja tilaluokituksessa välttävä taso (Aroviita ym. 2012). Hyvän tilan luokkaraja matalille vähähumuksisille järville olisi 8 µg/l. Klorofyllipitoisuuden lisäksi luokittelussa ovat olleet käytössä kasviplanktonnäytteet vuodelta 2011. Kaikki kasviplanktonindeksit ovat antaneet tilaluokan välttävä (Hertta ympäristötietojärjestelmä 2016).

Fysikaalis-kemiallisten tekijöiden perusteella Kymijärven tila on määritelty tyydyttäväksi. Pintaveden kesäaikainen fosforipitoisuus on 2010-luvun keskiarvona Lapinkiveltä 40 µg/l ja Myllypohjasta 31 µg/l eikä arvoissa ole havaittavissa laskusuuntaa. Hyvän tilan luokkaraja Kymijärvelle olisi 25 µg/l. Pitoisuudet ilmentävät rehevää järveä (Oravainen 1999) ja tilaluokituksessa tyydyttävää tilaa (Aroviita ym. 2012). Talviarvot ovat huomattavasti kesäarvoja alhaisempia (keskiarvo 13–14 µg/l). Pohjanläheisessä vedessä fosforipitoisuus ajoittain kohoaa yli 100 µg/l:aan etenkin Myllypohjassa kesäkerrostuneisuuskauten lopussa. Kymijärven pintaveden kesäaikainen kokonaistyyppipitoisuus on 2010-luvun keskiarvona kesäajalta 640 µg/l (talviajalta 720 µg/l), mikä on tyydyttävän tilan puolella. Myllypohjassa pintaveden tyyppipitoisuus on hieman alhaisempi ollen hyvän tilan puolella (hyvän tilan luokkaraja 600 µg/l). Molemmissa syvänteissä tyyppipitoisuus usein kohoaa pohjanläheisessä vedessä etenkin kesäkerrostuneisuuskauten lopussa. Vuodesta 2012 lähtien Myllypohjan pohjanläheisen veden ravinnepitoisuudet (sekä typpi että fosfori) ovat olleet aiempaa alhaisempia.

Kymijärven syvänealueilla on havaittu alentuneita ja jopa nollaan pudonneita happipitoisuuksia mittaushistorian alusta lähtien sekä talvi- että kesäkerrostuneisuuskausien lopussa. Pintavedessä on kesäaikaan lievää hapen ylikyllästyneisyyttä korkeasta levätuotannosta johtuen. Matalassa järvestä alusvesi lämpiää kesäaikana jopa yli 15 asteiseksi, joten rehevässä järvestä hapen kuluminen on nopeaa sopivien kerrostumisolosuhteiden muodostuessa. Keskeisellä selkälalueella sijaitseva Lapinkiven syväne on Myllypohjaa alttiimpi tuulille ja sekoittuu helpommin myös kesällä lisäten pohjanläheisen veden happipitoisuutta. Suojaisamman Myllypohjan syvänealuetta on vuodesta 2008 alkaen hapetettu päällysvettä alusvedeen kierrättävällä MIXOX-hapettimella, mikä myös kohottaa alusveden kesäaikaista lämpötilaa. Hapetuksen vaikutuksesta sedimentin ravinteidenpidätyskyky on kuitenkin hiljalleen parantunut ja hapettomat kaudet ovat lyhentyneet syystäyskierron alkaessa normaalia aikaisemmin (Kauppinen 2014). Lapinkiven syvänteellä on alkukesästä 2012 vesistön hoitotoimenpiteenä toteutettu PHOSLOCK-käsittely, jossa bentoniittisaveen liitetyt lantaanikationit (La^{3+}) sitovat sedimentistä vapautuvaa fosfaattia.

Kymijärven näkösyvyys on laskenut mittaushistorian aikana. Kesäarvot ovat ennen vaihdelleet 2 metrin molemmin puolin, mutta viime vuosina arvot ovat olleet lähempänä yhtä metriä. 2010-luvun keskiarvo Lapinkivessä on kesäajalta 1,4 m ja talviajalta 3,1 m. Myllypohjassa vesi on kesäaikaan hieman Lapinkiveä kirrkaampaa, talviaikaan sameampaa. Veden väriarvoja on mitattu muutamaan kertaan mittaushistorian alussa, useammin 1990-luvun alkupuolella ja säännöllisesti 2000-luvun lopusta alkaen. Ensimmäisissä mittauksissa 1960–70-luvulla väriarvot ovat olleet 20 mg Pt/l:n tuntumassa tai alapuolella. Arvoissa on havaittavissa lievää nousua, mutta ne ovat edelleen vähähumuksiselle järvelle tyyppisiä. Lapinkivessä 2010-luvun kesäkeskiarvo on 35 mg Pt/L ja talviarvo 15 mg Pt/l. Myllypohjassa talven väriarvo on hieman suurempi ja kesäarvo alhaisempi. Pohjanläheisessä vedessä väriarvot kohoavat kesäkerrostuneisuuskauden lopussa mahdollisesti hapettomuuteen liittyvästä raudan liukenemisestä johtuen. Korkeimmat väriarvot on mitattu Lapinkiven syvänteestä. Kemiallisen hapenkulutuksen arvot ovat niin ikään vähähumuksiselle järvelle tyyppisiä. Viime vuosien pintaveden kesäkeskiarvo on 7 mg O_2 /l ja talviarvo 5 mg O_2 /l. Arvoissa on korkeintaan lievää nousua. 1980-luvulla arvot ovat olleet jopa laskussa. Tämä on mahdollisesti seurausta järven Lahden puoleisen osan liittämistä viemäroinnin piiriin (Keto 1985).

Kymijärven pintaveden pH on lähellä neutraalia tai hieman emäksinen. Talviarvot ovat hieman alle pH 7 (keskiarvo pH 6,8–6,9) ja kesäarvot selvästi korkeampia levien yhteyttäessä aktiivisesti (keskiarvo pH 7,7–7,8). Myös yli pH 8 olevia arvoja mitataan varsin usein, mikä voi lisätä sisäistä kuormitusta sedimentistä matalilla, pintaveden kanssa kosketuksissa olevilla alueilla. Alkaliniteettista on vain muutama mittaustulos. Niiden mukaan Kymijärven alkaliniteetti on korkea ($>0,4$ mmol/l), eikä järvi ole altis happamoitumiselle. Valuma-alueen ominaisuuksia ja yleistä rehevyytensä niin ikään heijastava sähkönjohtavuus on myös Kymijärvellä korkea. Arvot ovat nousseet nopeasti 1970-luvulla, minkä jälkeen arvoissa on lievää laskua, kunnes 1990-luvun loppupuolella arvot ovat jälleen nousseet. 2010-luvun keskiarvo pintavedelle on 13 mS/m. Pohjanläheisessä vedessä arvot ovat hieman tätä korkeampia.

Pohjaeläimistöä Kymijärvellä on selvitetty vuonna 2011 sekä uudelleen vuonna 2012 Lapinkiven syvänteellä tehdyn PHOSLOCK-käsittelyn jälkeen (Tolonen 2013). Kymijärven syvänteiden pohjaeläimistö on suhteellisen lajiköyhää ja kuormittuneelle, rehevälle järvelle tyyppistä. Selvästi runsaimmat lajit molemmilla syvänteillä olivat heikkoja happioloja sietävät sulkasääsken *Chaoborus flavicans* ja surviaissääsken *Chironomus plumosus* toukat. Luokittelussa käytettävät pohjaeläinindeksit osoittivat pääosin tyydyttävää tilaa, joskin suhteellisen mallinkaltaisuusindeksin (PMA) perusteella Myllypohjan syväne oli välttävissä tilassa. *Chaoborus*-sulkasääsken toukka on uimakykyinen ja käyttää ravintonaan

eläinplanktonia. *Chaoborus*-tiheydet olivat etenkin Lapinkiven syvänteessä laskeneet vuonna 2012 ja pysyvästi sedimenttiä elinympäristönään käyttävien varsinaisten pohjaeläinten tiheydet olivat säilyneet saman suuruisina. Myllypohjan syvänteessä varsinaisten pohjaeläinten tiheydet olivat kasvaneet.

Kymijärven vesikasvillisuutta on kartoitettu kesällä 2013 (Lammi & Vauhonen 2014). Vesikasvillisuuden perusteella Kymijärven tila on välttävä. Rehevöityminen ei ole yksipuolistanut lajistoa, mutta veden sameus rajoittaa kasvusyvyiksiä. Uposkasvillisuuden väheneminen voi matalassa järvessä lisätä tuulen aiheuttamasta turbulenssista johtuvaa sisäistä kuormitusta. Kaikkiaan kartoituksessa tavattiin 32 vesikasvilajia, joiden joukossa ei ollut uhanalaisia tai silmälläpidettäviä lajeja. Vesikasvillisuutta esiintyi enimmillään 170–180 cm syvyyteen asti. Suurinta osaa Kymijärven rannoista reunustavat kapeat järviruokokasvustot. Ruovikot ovat suhteellisen kapeita, sillä kasvua rajoittava 1,5 metrin syvyysraja on melko lähellä rantaviivaa. Ruovikon ulkopuolella kasvaa paikoin kapeana kasvustona ulpukkaa ja uloimpana, kaukana rannoilta, välkevitaa. Suojaisissa poukamissa kasvustot ovat laajempia ja monipuolisempia. Niissä tavataan järviruo'on lisäksi järvikaislaa, järvikortetta sekä kapeaosmankäämiä. Nastolan puolella Kymijärven eteläpäässä on paikoin hiekkaisia rantoja, joilla tavataan rantaluikkaa, sekä kirkasta vettä suosivia pohjaruuskelajeja, kuten tummalahnanruohoa ja nuottaruohoa sekä uposlehtisistä heinävitaa ja ruskoärviiä. Rehevissä poukamissa runsain uposkasvilaji on kanadanvesirutto.

Kymijärvellä on tehty koekalastus Nordic-yleiskatsausverkoilla vuonna 2012 (Kotakorpi ym. 2012), jonka tuloksia on myös käytetty ekologisen tilan arvioinnissa EU:n vesiputedirektiivin mukaisesti. Tulokset ilmentävät rehevöitynyttä järveä ja tilaluokaksi on tullut välttävä. Neljästä luokittelussa käytettävästä indeksistä yksikkösaalis on ollut korkea sekä painon (3252 g/verkko) että yksilömäärän (309 kpl/verkko) osalta, mitkä antavat tilaluokan huono. Särkikalojen painon osuus saaliista on kuitenkin ollut vain 41 %, mikä on tilaluokassa erinomainen. Indikaattorilajien esiintyminen puolestaan antaa tilaluokan tyydyttävä. Saalis koostui kahdeksasta eri kalalajista: ahven, hauki, kiiski, kuha, lahna, salakka, suutari ja särki. Näistä runsaimmat lajit olivat särki ja ahven. Petokalojen (yli 15 cm ahven, kuha ja hauki) osuus saalista oli 37 %. Kymijärven runsain petokala on kuha, jonka osuus saaliin painosta oli 26 %. Ahvenissa runsaimpia olivat nuoret ikäluokat. Myös särkisaalis painottui melko pieniin yksilöihin. Pienet särjet ja ahvenet ovat tehokkaita eläinplanktonin saalistajia, mikä voi heijastua levämääriin. Nuottasaaliista tehdyn lajistokartoituksen mukaan myös lahnalla on merkittävä osuus Kymijärven kalamassasta. Lahnalla ja muilla pohjaravintoa käyttävillä särkikaloilla voi olla järven sisäistä kuormitusta vahvistava vaikutus (Horppila ym. 1998).

Koekalastustulosten perusteella Kymijärvelle suositellaan hoitokalastusta, joka huomioi sekä plankton- että pohjaeläinravintoa käyttävät ryhmät. Lisäksi suositellaan kalastuksen säätelyä petokalakantojen hoidossa. Hoitokalastustavoitetta suositeltiin nostamaan kolmelle vuodelle 100 kg/ha/vuosi eli 65 tonniin, jotta vedenlaatuvaikutuksia näkyisi (Kotakorpi ym. 2012). Kymijärveä on hoitokalastettu lähes vuosittain vuodesta 1995 alkaen nuottaamalla, rysillä ja katiskoilla. Viime vuosina on käytetty pääasiassa nuottaa (Nastolan kalastusalueen kirjanpito 2015). Suurin saalis on saatu vuonna 1996, jolloin järvestä poistettiin yli 50 000 kg kalaa (86 kg/ha). Nuottauksessa pidettiin 2000-luvun alussa taukoa. Tämä kuitenkin johti särkikalojen määrän kasvuun, mikä näkyi vuonna 2004 suurena saaliina (Nastolan kalastusalue 2014). Hoitokalastusta on jälleen tehostettu 2010-luvulla. Vuosien 2012–2015 saalis on keskimäärin 32 000 kg vuodessa eli 49 kg/ha/vuosi (Nastolan kalastusalueen kirjanpito 2015).

KÄRKJÄRVI

Kärkjärven pinta-ala on 199 ha, rantaviivan pituus 12 km ja keskisyvyys 3,4 m. Syvin kohta löytyy järven keskeiseltä selkääalueelta Kuohunkallion edustalta, jossa syvyyttä on 10,9 m. Kärkjärven lähivaluma-alueen pinta-ala on 14,5 km² ja koko valuma-alueen (järvi mukaan lukien) pinta-ala on 64,7 km² (Suomen ympäristökeskus, vesistömallijärjestelmä 2016). Valuma-alue on suuri, sillä järveen laskee etelästä Kymijärvi yläpuolisine järvineen ja pohjoisesta Ahvenlammista alkava pienten järvien reitti, johon Pitkäjärven jälkeen yhtyvät Mustalammet. Kärkjärvestä vedet jatkavat Alvojärven ja Kukkasjärvien kautta Salajärveen ja Ruuhijärveen, sekä edelleen Sylvöjärven ja Arrajärven kautta Kymijokeen. Kärkjärven laskennallinen viipymä on 124 vrk (Suomen ympäristökeskus, vesistömallijärjestelmä 2016). Kärkjärven lähivaluma-alueen maaperä on suurelta osin kalliomaata ja hiekkamoreenia, mutta jonkin verran esiintyy myös savimaita. Peltoja on lähinnä Lehmuksenviepan ja Sarvisuonojan lähivaluma-alueella sekä Holonsuon läheisyydessä. Rannoilla on jonkin verran vakituista asutusta ja runsaasti loma-asutusta. Kärkjärven luontaiseksi järviyypiksi on määritelty *Pienet humusjärvet (Ph)*.

Kärkjärven ekologinen tila on määritelty vuoden 2013 luokittelussa hyväksi niukan aineiston perusteella, sillä biologisia määritelmiä järveltä ei viime vuosilta juuri ole (Hertta ympäristötietojärjestelmä 2016). Vesinäytteitä järveltä on otettu vuodesta 1966 alkaen 1-6 vuoden välein ja klorofylliä on mitattu vuodesta 1993 alkaen. Nykyään vesinäytteitä otetaan joka toinen vuosi. 2000-luvulla klorofyllipitoisuudet ovat vaihdelleet välillä 8,5–29 µg/l. 2010-luvun keskiarvo (19 µg/l) on rehevällä tasolla ja ilmentää pienille humusjärville määriteltyjen luokkarajojen mukaan tyydyttävää tilaa. Hyvän tilan luokkaraja olisi 11 µg/l (Aroviita ym. 2012). Ajoittain korkeat, jopa välttävän tilan puolella olevat klorofyllipitoisuudet saattavat johtua paljon klorofylliä sisältävän *Gonyostomum semen* limalevän esiintymisestä. Viimeaikaisia kasviplanktonnäytteitä järveltä ei kuitenkaan ole.

Fysikaalis-kemiallisista tekijöistä Kärkjärven pintaveden kesäaikainen fosforipitoisuus on viime vuosina vaihdellut välillä 19–33 µg/l. Kesäajan keskiarvo 2010-luvulle on 22 µg/l, mikä on rehevyysluokituksen mukaan rehevä taso (Oravainen 1999). Talviarvot ovat selvästi alhaisempia. Tilaluokituksen mukaan fosforipitoisuus ilmentää kuitenkin hyvää tilaa, sillä pienten humusjärvien hyvän tilan luokkaraja on 28 µg/l (Aroviita ym. 2012). Fosforipitoisuudessa näyttäisi olevan lievää nousua 1990-luvun puolivälistä lähtien, mutta arviointia vaikeuttaa varsin suuri vuosien välinen vaihtelu. Pohjanläheisessä vedessä fosforipitoisuudet ovat ajoittain koholla etenkin kesäkerrostuneisuuskauden lopussa. Korkein arvo on mitattu elokuussa 2015 (95 µg/l). Kärkjärven pintaveden kesäaikainen kokonaistyyppipitoisuus on vaihdellut 2000-luvulla välillä 460–680 µg/l 2010-luvun keskiarvon ollessa 560 µg/l. Talviarvot sekä pohjanläheisen veden arvot ovat tätä korkeampia. Hyvän tilan luokkaraja humusjärville on 700 µg/l, joten arvot ovat hyvän tilan puolella. Pintaveden tyyppipitoisuudessa ei ole havaittavissa nousua, mutta pohjanläheisessä vedessä kesäkerrostuneisuuden kauden pitoisuudet ovat nousseet.

Kärkjärven syvänealueella on havaittu alentuneita happipitoisuuksia kerrostuneisuuskausien lopussa mittaushistorian alusta lähtien. Kesäaikaan arvot ovat olleet säännönmukaisesti lähellä nollaa ainakin 1990-luvulta alkaen. Tämä voi selittää pohjanläheisen veden kohonneita ravinnepitoisuuksia. Pintavedessä on kesäaikaan lievää hapen ylikyllästyneisyyttä levätuotannosta johtuen.

Kärkjärven näkösyvyys on 2000-luvulla vaihdellut välillä 1,2–3,8 m. 2010-luvun keskiarvo on kesäajalta 1,7 ja talviajalta 2,6 m. Selvää muutossuuntaa ei voida havaita, mutta korkeimmat näkösyvyudet on mitattu 1990-luvulla. Veden väriarvoja on mitattu mittaushistorian alussa vain muutaman kerran ja säännöllisesti vasta vuodesta 2007 alkaen. Ensimmäisissä mittauksissa 1960–70-lukujen taitteessa väriarvot ovat olleet välillä 20–40 mg Pt/l, mikä osoittaa vain lievää humusleimaa. 2010-luvun keskiarvo on kesäajalta 50 mg Pt/l

ja talviajalta 60 mg Pt/l, mitkä ovat keskihumuksisen veden väriarvoja. Pohjanläheisessä vedessä väriarvot kohoavat kesäkerrostuneisuuskauden lopussa todennäköisesti raudan liukenemisesta johtuen. Humuspitoisuutta niin ikään heijastavan kemiallisen hapenkulutuksen arvot ovat olleet korkeimmillaan 1980-luvun alussa sekä uudelleen 2000-luvulla. 2010-luvun keskiarvo pintavedelle on kesäajalta 9 mg O₂/l ja talviajalta 13 mg O₂/l. Arvot ovat lievästi humuspitoisille vesille tyypillisiä.

Kärkjärven veden pH on lähellä neutraalia. Talviarvot ovat pintavedessä hieman alle pH 7 ja kesäarvot selvästi yli levien yhteyttäessä aktiivisesti. Yli pH 8 olevia arvoja ei ole kuitenkaan mitattu. 2010-luvun keskiarvo on kesäajalta pH 7,5 ja talviajalta 6,7. Mittaushistoriassa on yksi alle pH 6 oleva tulos talvelta 1983. Alkaliniteettista on vain muutama mittaustulos, mutta niiden mukaan Kärkjärven puskurikyky on korkea (>0,3 mmol/l), eikä järvi ole altis happamoitumiselle. Valuma-alueen ominaisuuksia ja yleistä rehevyytystä niin ikään heijastava sähkönjohtavuus on myös korkea. Arvot ovat nousseet mittaushistorian aikana ja ylittäneet useasti 10 mS/m 1990-luvun puolivälin jälkeen. 2010-luvun keskiarvo pintavedelle on 10 mS/m.

Kärkjärven tilasta ja kunnostustarpeesta on tehty selvitys 1990-luvun puolivälissä (Venetvaara ym. 1996). Tuolloin on havaittu kasvillisuuden, erityisesti järviruokokasvustojen hieman tihentyneen 1970-lukuun nähden, muttei merkittävästi levinneen. Varsinaisia vesikasvilajeja järveltä on löydetty 45, mikä osoittaa järven kasvillisuuden varsin monipuoliseksi. Kellusehtisistä lajeista runsaimpia olivat ulpukka ja uistinviita, mutta järvellä on esiintynyt runsaasti myös uposkasveja. Lajistossa on ollut sekä vähäravinteisessä vedessä viihtyviä lajeja (mm. nuottaruoho ja lahanruhot) että runsasravinteisten kasvupaikkojen lajeja (mm. pikkulimaska, karvalehti, isovesiherne). Harvinaisista lajeista järvellä on esiintynyt hentonäkinruoho, isolumme ja pitkälehtiviita. Kalasto on ollut särkivaltaista. Havaittuja lajeja ovat olleet särjen lisäksi ahven, salakka, lahna, kiiski ja vähäisessä määrin muikku, hauki, siika sekä särkilahna. Eläinplankton on ollut varsin pienikokoista. Järven tila on todettu kohtuullisen hyväksi ja järvelle on suositeltu ulkoisen kuormituksen vähentämistä sekä biomanipulaatiota. Kärkjärveä on hoitokalastettu nuottaamalla vuosina 1996 -1999, 2001 sekä vuosittain vuodesta 2008 alkaen (Nastolan kalastusalueen kirjanpito 2015). Suurimmat saaliit on saatu vuosina 2009 ja 2010 (3000–3500 kg, enimmillään 17,6 kg/ha/vuosi).

ISO-KUKKANEN, PIKKU-KUKKANEN JA VILLÄHTEN KUKKANEN

Nastolan kirkonkylän tuntumassa sijaitseva Iso-Kukkanen on vesimuodostuma, joka koostuu kolmesta toisiinsa kapeiden salmien kautta yhteydessä olevasta järvioltaasta. Näistä suurin ja syvin on Iso-Kukkanen, jonka pinta-ala on 252 ha, suurin syvyys 33 m ja keskisyvyys 10 m. Keskimmäisenä sijaitsevan Pikku-Kukkasen pinta-ala on 117 ha, suurin syvyys noin 9 m ja keskisyvyys noin 3 m. Järvistä pienin, Villähteen Kukkanen, on yhteydessä Pikku-Kukkaseen Turpeensalmen kautta. Villähteen Kukkasen pinta-ala on 36 ha, suurin syvyys noin 5 m ja keskisyvyys vain 1,4 m (Nihtilä 2006). Vesimuodostuman luontainen järvityyppi on *Pienet ja keskikokoiset vähähumuksiset järvet (Vh)*.

Kukkasjärvien lähivaluma-alueen maaperä on enimmäkseen kalliomaata ja karkearakeisia maalajeja. Kukkasjärvet sijaitsevat Nastolan kirkonkylän tuntumassa, joten niillä on merkittävää maisema- ja virkistyskäyttöarvoa alueen asukkaille. Villähteen Kukkasen ja Iso-Kukkasen rannoilla ovat yleiset uimarannat. Rannoilla on asutuksen ja kesämökkien lisäksi mm. Pikku-Kukkasen puolella Luomaniemen leirikeskus sekä Iso-Kukkasen länsirannalla Pajulahden urheilupuisto.

Iso-Kukkasen koko valuma-alueen pinta-ala on peräti 98,2 km² (Suomen ympäristökeskus, vesistömallijärjestelmä 2016), sillä siihen laskevat Nastolan järviketjun yläpuoliset järvet. Järviketjun Alasenjärvi, Kymijärvi, Kärkjärvi ja Alvojärvi vedet laskevat Villähteen Kukkaseen. Kukkasjärvistä vedet laskevat Iso-Kukkasen puolelta edelleen Salajärveen ja Salajokea pitkin Ruuhijärveen, josta vedet jatkavat Sylvöjärven kautta Arrajärveen ja edelleen Kymijokeen. Pienten Kukkasjärvien veden viipymä on erittäin lyhyt. Villähteen Kukkasen keskimääräinen viipymä on vain n. 10 vrk ja Pikku-Kukkasen 41 vrk. Syvän Iso-Kukkasen keskiviipymä on 371 vrk (Malin 2000). Kukkasjärviä säännöstellään Kumian padolla. Säännöstely ei ole aina toteutunut tavoitteiden mukaisesti ja toimenpiteeksi on ehdotettu selvitystä Iso-Kukkasen ja yläpuolisten järvien säännöstelyn purkumahdollisuudesta (Korkiakoski 2012). Nykyinen säännöstelypato voitaisiin todennäköisesti korvata järven luusuaan rakennettavalla luonnonmukaisella pohjapadolla, joka mahdollistaisi kalankulun ja lisäksi myös virtavesilajistolle soveltuvan koskimaisen elinympäristön määrää.

Iso-Kukkasen ekologinen tila on luokiteltu sekä vuonna 2009 että 2013 valmistuneessa luokittelussa hyväksi (Hertta ympäristötietojärjestelmä 2016). Biologinen luokitus on tehty lähinnä klorofyllipitoisuuden perusteella, sillä muista biologisista laatutekijöistä ei ole ollut tietoja. Klorofyllipitoisuuden 2010-luvun keskiarvo on Iso-Kukkasen puolella 5,6 µg/l, mikä on rehevyysluokituksen mukaan lievästi rehevä, mutta vielä varsin lähellä karun järven rajaa (4 µg/l; Oravainen 1999). Hyvän tilan luokkaraja on 7 µg/l, joten arvot ovat hyvän tilan puolella (Aroviita ym. 2012). Pikku-Kukkasen puolella klorofyllipitoisuus on vaihdellut enemmän (11–38 µg/l). 2010-luvun keskiarvo on 24 µg/l, mikä tarkoittaa rehevyysluokituksessa erittäin rehevää. Keskiarvoa nostaa etenkin elokuun 2012 korkea pitoisuus. Villähteen Kukkasen puolella klorofyllipitoisuus on myös vaihdellut suuresti (4,6–20 µg/l). Keskiarvo (12 µg/l) ilmentää rehevää järveä.

Veden kemiallisia mittauksia Iso-Kukkaselta on vuodesta 1966 alkaen. Viime vuosilta tuloksia on jopa 2 kertaa vuodessa. Muilta järviältä mittauksia on tehty hieman harvemmin. Fysikaalis-kemialliset tekijät ovat tilaluokittelussa ilmentäneet hyvää tilaa. Kokonaisfosforin luokkaraja vähähumuksisille järville on 18 µg/l (Aroviita ym. 2012). Iso-Kukkasen pintaveden kokonaisfosforipitoisuus on 2010-luvulla vaihdellut välillä 8-15 µg/l kesäajan keskiarvon ollessa 12 µg/l. Talviarvo on vain hiukan tätä alhaisempi (10 µg/l). Suuresta syvyydestä huolimatta pohjanläheisen veden arvot ovat lähellä pintaveden arvoja. Arvot ilmentävät karua tai vain lievästi rehevää järveä (Oravainen 1999). Sen sijaan Pikku-Kukkasen (22 µg/l) ja Villähteen Kukkasen (24 µg/l) kesäajan pintaveden fosforitasot ilmentävät rehevää järveä. Talvikeskiarvot ovat selvästi alhaisempia, ollen molemmissa järvissä 15 µg/l. Pikku-Kukkasessa pohjanläheisen veden fosforipitoisuudet ovat pintavettä korkeammat etenkin talviaikaan.

Kesäajan pintaveden typpipitoisuus on Iso-Kukkasessa niin ikään hyvän tilan puolella (luokkaraja 500 µg/l; Aroviita ym. 2012). Kesäajan keskiarvo 2010-luvulta on 450 µg/l ja talviarvo 668 g/l. Pohjanläheisen veden arvot ovat hieman tätä korkeampia. Fosforin tavoin myös typpipitoisuudet ovat pienemmissä Kukkasjärvissä hieman Iso-Kukkasta korkeammat. Kesäajan pintaveden keskiarvo on Pikku-Kukkasessa 510 µg/l (talviarvo 767 µg/l) ja Villähteen Kukkasessa 513 µg/l (talviarvo 723 µg/l). Selvää muutossuuntaa Kukkasjärvien ravinnepitoisuuksissa ei voida havaita, joskin Pikku-Kukkasen pohjanläheisen veden typpipitoisuus vaikuttaisi nousseen.

Iso-Kukkanen on varsin syvä, joten järvi kerrostuu lämpötilan suhteen selvästi. Pohjanläheinen vesi jää yleensä viileäksi kesälläkin (kesäkeskiarvo 5,7 °C). Vaikka pohjanläheisessä vedessä havaitaan yleisesti alentuneita happipitoisuuksia etenkin loppupalvesta, täydellistä hapettomuutta ei kuitenkaan ole havaittu. Sen sijaan Pikku-Kukkasessa pohjanläheiset arvot ovat usein lähellä nollaa etenkin kesäkerrostuneisuuden lopussa. Alhaisia happipitoisuuksia on havaittu jo mittausten alusta alkaen. Matalimmassa Villähteen Kukkasessa happitilanne on ollut yleensä varsin hyvä, mutta viime vuosina pohjanläheisen veden happivaje näyttäisi yleistyneen etenkin kesäaikana.

Iso-Kukkasen vesi on varsin kirkasta ja näkösyvyys on yleensä 3-4 m (kesäkeskiarvo 3,4 m). Pikku-Kukkasessa ja Villähteen Kukkasessa vesi on sameampaa näkösyvyyden vaihdellessa 2 metrin tuntumassa. Veden väriarvoja on mitattu säännöllisesti vasta 2000-luvulla. Iso-Kukkasessa pintaveden väriarvot ovat 2010-luvulla vaihdelleet välillä 20–50 mg Pt/l, kesäkeskiarvon ollessa 32 mg Pt/l ja talviarvon 36 mg Pt/l. Arvot ovat vähähumuksiselle järvelle tyypillisiä ja osoittavat vain lievää humusleimaa. Pikku-Kukkasessa ja etenkin Villähteen Kukkasessa kesäarvot ovat tätä hieman korkeampia ollen keskihumuksisen järven tasolla (kesäkeskiarvo 48 mg Pt/l). Näissä järvissä myös pohjanläheisen veden väriarvot kohoavat selvästi kesäaikaan. Kemiallisen hapenkulutuksen arvoissa on ollut 2000-luvulla lievää nousua, selvimmin Iso-Kukkasen puolella. 2010-luvun pintaveden keskiarvo on 9 mg O₂/l, mikä on vielä vähähumuksisille järville tyypillinen. Pikku-Kukkasessa ja Villähteen Kukkasessa kemiallisen hapenkulutukset kesäarvot ovat tätä vain hieman korkeampia.

Kukkasjärvien pintaveden pH-arvo on lähellä neutraalia ollen talvella pH 6,9 ja kesällä pH 7,2–7,5. Levien aktiivinen tuotanto kohottaa pH-arvoa, mutta mittaushistoriassa ei ole ainuttakaan pH 8 ylittävää arvoa. Alkaliniteettistä on vain muutama mittaus, mutta niiden perusteella Kukkasjärvien puskurikyky on hyvä (>0,3 mmol/l). Myös Kukkasjärvien sähkönjohtavuus on varsin korkea ja ollut viime vuosia lukuun ottamatta noususuunnassa. 2010-luvun kesäkeskiarvo on Iso-Kukkasella 9 mS/m ja talviarvo 10 mS/m. Pikku-Kukkasella ja Villähteen Kukkasella etenkin talviarvot ovat hieman Iso-Kukkasta korkeammat. Pintaveden ja pohjanläheisen veden arvot ovat lähellä toisiaan. Alhaisimmat arvot (6-8 mS/m) on mitattu mittaushistorian alussa 1970-luvun taitteessa.

Nastolan kalastusalue on hoitokalastanut Kukkasjärviä lähes vuosittain vuodesta 1996 alkaen (Nastolan kalastusalueen kirjanpito 2015). Hoitokalastusta on tehty sekä nuottaamalla että rysäpyynnillä, viime vuosina lähinnä nuottaamalla. Suurimmat saaliit on saatu heti ensimmäisellä kerralla (3360 kg). Myös vuonna 2009 on ylitetty 3000 kg. Yleensä saaliit ovat olleet alle 3000 kg. Järvillä on tehty 2000-luvulla myös ruovikoiden niittoa.

KIVIJÄRVI

Entisen Nastolan ja Hollolan kuntien rajalla sijaitsevan Kivijärven pinta-ala on 215 ha ja rantaviivaa järvellä on 18,5 km. Järven suurin syvyys on 12 m ja keskisyvyys noin 4 m. Syvimmät kohdat löytyvät Kylmästenkallion edustalta järven keskeiseltä syvännealueelta sekä järven eteläosasta Seestaalta. Kivijärven koko valuma-alueen (järvi mukaan lukien) pinta-ala on 50,9 km² (Suomen ympäristökeskus, vesistömallijärjestelmä 2016). Kivijärveen laskevat lännestä Arkiomaanjärvi ja Salalammi sekä pohjoisesta Alanen ja Evattu. Kivijärvestä vedet laskevat Seestaanjokea pitkin Salajärveen ja sieltä Ruuhijärveen, josta ne laskevat edelleen Sylvöjärven kautta Arrajärveen ja Kymijokeen. Järven laskennallinen viipymä on 193 vrk (Suomen ympäristökeskus, vesistömallijärjestelmä 2016). Kivijärven lähivaluma-alueen maaperä on lähinnä kalliomaata sekä hiekkamoreenia. Hienojakoiset maat sekä osin turvemaat ovat viljelykäytössä. Kivijärven vakituinen asutus on painottunut järven pohjoisosiin. Järven rannoilla on runsaasti loma-asutusta. Järven eteläosassa sijaitsevat luonnonsuojelualueet. Kivijärven luontainen järviyppi on *Pienet humusjärvet (Ph)*.

Veden kemiallisia mittauksia Kivijärvestä on tehty Kylmästenkallion syvänteellä vuodesta 1973 lähtien 1-5 vuoden välein. Näytteitä on otettu myös järven eteläpään syvänteestä vuodesta 1996 alkaen, jolloin on myös aloitettu klorofyllipitoisuuden määrittelyt. Kivijärven ekologinen tila on määritelty vuonna 2013

valmistuneessa luokittelussa tyydyttäväksi lähinnä klorofyllipitoisuuden perusteella, sillä tietoa muista biologisista muuttujista ei ole ollut käytössä (Hertta ympäristötietojärjestelmä 2016). Kivijärvessä on havaittu ajoittain jopa välttävän tilan puolella olevia klorofyllipitoisuuksia. 2010-luvun keskiarvo on 13–14 µg/l, mikä ilmentää rehevyyoluokituksessa (Oravainen 1999) rehevää järveä ja tilaluokittelussa tyydyttävää tilaa. Pienille humusjärville määritelty hyvän tilan luokkaraja on 11 µg/l (Aroviita ym. 2012).

Fysikaalis-kemiallisten tekijöiden suhteen vedenlaatu on luokiteltu hyväksi, joskin kokonaisfosforipitoisuus on ollut lähellä tyydyttävän tilan rajaa. Pienille humusjärville määritelty hyvän tilan luokkaraja on 28 µg/l (Aroviita ym. 2012). Kivijärven pintaveden kesäaikaiset fosforipitoisuudet ovat vaihdelleet luokkarajan molemmin puolin ollen rehevällä tasolla (rehevyyoluokitus; Oravainen 1999). 2010-luvun kesäkeskiarvo on 24 µg/l ja talviarvo 18 µg/l. Eteläosan fosforipitoisuudet ovat vain hieman alhaisempia. Pintaveden pitoisuuksissa ei ole viime vuosina havaittavissa noususuuntaa, vaan korkeimmat arvot on mitattu 1980-luvulla. Sen sijaan pohjanläheisen veden fosforipitoisuudet nousevat ajoittain korkealle, etenkin kesäkerrostuneisuuskauden lopussa. Kohonneita pitoisuuksia on havaittu Kylmästenkallion syvänteessä jo 1980-luvulla, mutta viime vuosina ilmiö näyttäisi voimistuneen. Korkein pitoisuus 350 µg/l on mitattu elokuussa 2015. Eteläosan syvänteessä pitoisuudet ovat alhaisempia. Kesäajan pintaveden kokonaistyyppipitoisuus on 2010-luvun keskiarvona 570 µg/l, mikä on hyvän tilan puolella (luokkaraja humusjärville on 700 µg/l). Talvikeskiarvo on korkeampi (870 µg/l). Eteläosassa arvot ovat samaa tasoa kuin pääaltaalla. Pintaveden kokonaistyyppipitoisuus on ollut noususuunnassa 1980–90 -lukujen taitteessa, mutta viime vuosina nousua ei ole havaittavissa. Pohjanläheisessä vedessä arvot ovat etenkin kesäaikaan pintavettä korkeampia.

Kivijärven syvänteiden happitilanne on ollut heikko jo 1980-luvulla. Talviaikana happipitoisuus on alentunut vaihtelevasti jääpeitteisen ajan kestosta riippuen. Heikoin tilanne on ollut vuonna 2003, jolloin useat järvet kärsivät happikadosta. Sen sijaan kesäkerrostuneisuuskauden loppupuolella happipitoisuus laskee säännönmukaisesti lähelle nollaa. Tilanne on samankaltainen molemmissa syvänteissä, mutta pohjasedimentin ravinteiden vapautumiseen viittaavaa fosforipitoisuuden nousua on havaittu lähinnä Kylmästenkallion syvänteessä. Kesäaikaan esiintyy ajoittain aktiivisesta levätuotannosta kertoavaa hapen ylikyllästyneisyyttä pintavedessä.

Kivijärven veden näkösyvyys on viime vuosina vaihdellut välillä 1-2,5 m keskiarvon ollessa hieman alle 2 m. Pintaveden väriarvot ovat vaihdelleet välillä 45–90 mg Pt/l, mitkä ovat keskihumuksiselle järvelle tyyppillisiä arvoja. Viime vuosien keskiarvo on 60 mg Pt/l:n tuntumassa. Pohjanläheisen veden väriarvot ovat olleet kesäkerrostuneisuuskauden lopussa suuria etenkin Kylmästenkallion syvänteessä, mikä johtunee raudan pelkistymisestä happipitoisuuden aletessa. Väriarvoja on mitattu vasta vuodesta 2007 alkaen, joten muutossuuntaa ei voi päätellä. Humuspitoisuutta niin ikään heijastavaa kemiallista hapenkulutusta on mitattu pidempään, ja arvot ovat olleet lievässä nousussa. Viime vuosien pintaveden keskiarvo on 12 mg O₂/l, mikä on humusvesille tyyppillinen arvo. Kivijärven pH on lähellä neutraalia. Viime vuosien pintaveden talvikeskiarvo on pH 6,7 ja kesäkeskiarvo pH 7,3. Selvää muutossuuntaa ei voida havaita, mutta yli pH 8 olevia arvoja ei ole havaittu 1990-luvun alun jälkeen. Kivijärven alkaliniteetti on mitattu vain muutaman kerran, jolloin se on ollut hyvä (>0,3 mmol/l). Kivijärven pintaveden sähkönjohtavuus on vaihdellut 8,0 mS/m:n molemmin puolin. Pohjanläheisessä vedessä arvot ovat hivenen korkeampia. Sähkönjohtavuudessa ei ole havaittavissa nousua viime vuosina. Korkeimmat arvot on mitattu 1990-luvulla.

Kivijärveä on hoitokalastettu vuosina 1999 – 2003 ja 2005 lähinnä rysäpyynnillä, mutta myös nuottaamalla. Suurin saalis (3200 kg) on saatu vuonna 1999. Muina vuosina hoitokalastussaaliksi on ollut 350–1200 kg. Vuonna 2014 Kivijärvellä on jälleen nuotattu saaliin ollessa 2500 kg (Nastolan kalastusalueen kirjanpito 2015).

OKSJÄRVI

Nastolan pohjoisosassa metsävaltaisella alueella sijaitsevan Oksjärven pinta-ala on 250 ha, suurin syvyys 14,1 m ja keskisyvyys 5,7 m. Rantaviivaa pyöreähköllä järvellä on 11 km. Oksjärven valuma-alue on kooltaan 27,04 km² (Kotakorpi 2015), josta suurin osa on metsämaata. Oksjärveen laskee useita oja, joista suurimmat ovat Korvenoja ja Kihloja. Oksjärvestä vedet laskevat Seestaanjokeen ja edelleen Luhtaanjokena Salajärveen ja Ruuhijärveen. Sieltä vedet laskevat Sylvöjärven kautta Arrajärveen ja Kymijokeen. Järven teoreettinen viipymä on 1,8 vuotta (Kotakorpi 2015). Oksjärven valuma-alueen maaperä on valtaosin kalliomaata ja karkealajitteisia maalajeja, joiden seassa vuorottelevat hienojakoisemmat maalajit. Turvemaata on lähinnä Kurensuon suunnalla. Maatalouskäytössä valuma-alueesta on noin 12 % (Kotakorpi 2015). Oksjärven rannoilla on loma-asutusta. Oksjärven luontainen järvityyppi on *Pienet humusjärvet (Ph)*.

Oksjärven ekologinen tila on määritelty vuonna 2013 valmistuneessa vesiputedirektiivin mukaisessa luokittelussa hyväksi (Hertta ympäristötietojärjestelmä 2016). Biologisen määrittelyn pohjana on ollut kaksi kasviplanktonnäytettä vuodelta 2012 sekä klorofyllipitoisuus vuosilta 2010 ja 2012. Näistä klorofyllipitoisuus, kasviplanktonin biomassa sekä ns. kasviplanktonin trofia-indeksi ovat antaneet tilaluokan hyvä ja haitallisten sinilevien osuus luokan erinomainen. Klorofyllipitoisuus Oksjärvellä on mitattu ensimmäisen kerran vuonna 1996 ja vuodesta 2001 lähtien 3 vuoden välein. Arvot ovat vaihdelleet välillä 3,2–13 µg/l viime vuosien keskiarvon ollessa 7,1 µg/l. Tämä on selvästi hyvän tilan puolella pienten humusjärvien luokkarajan ollessa 11 µg/l (Aroviita ym. 2012). Rehevyy.luokittelun perusteella klorofyllipitoisuus edustaa lievästi rehevää järveä (Oravainen 1999).

Veden laadun kemiallisia näytteitä Oksjärveltä on otettu vuodesta 1966 asti 1-6 vuoden välein ja nykyään 3 vuoden välein. Fysikaalis-kemiallisten tekijöiden perusteella Oksjärven vedenlaatu on määritelty hyväksi. Kokonaisfosforipitoisuuden kesä- ja talvikeskiarvo pintavedessä on 2010-luvun keskiarvona 17 µg/l. Hyvän tilan luokkaraja pienille humusjärville on 28 µg/l, joten fosforipitoisuus on hyvän ja jopa erinomaisen tilan puolella (Aroviita ym. 2012). Rehevyy.luokituksen mukaan arvot ilmentävät lievästi rehevää järveä (Oravainen 1999). Pohjanläheisessä vedessä arvot ovat lähellä pintaveden arvoja tai hieman kohonneet etenkin talvikerrostuneisuuskauden lopussa. Kokonaistyyppipitoisuus on viime vuosien kesäkeskiarvona pintavedessä 610 µg/l ja talviarvona 760 µg/l. Pohjanläheisessä vedessä arvot ovat olleet hieman korkeampia kesäaikaan. Hyvän tilan luokkaraja pienille humusjärville on kasvukaudelta 700 µg/l, joten myös tyyppipitoisuuden arvot ovat hyvän tilan puolella. Ravinnepitoisuuksissa ei ole myöskään nähtävissä noususuuntaa.

Oksjärven syvänteessä happipitoisuus on pohjanläheisessä vedessä ajoittain alentunut etenkin kesäkerrostuneisuuskauden lopussa. Talviaikaan happi on riittänyt yleensä paremmin ja viime vuosina tilanne on parantunut jääpeitteisen ajan lyhetessä. Alhaisimmat kesä- ja talviaikaiset happipitoisuudet on mitattu 1980-luvun puolivälin ja 2000-luvun alkuvuosien välisenä aikana, jolloin myös pohjanläheisen veden fosforipitoisuudet ovat ajoittain kohonneet.

Oksjärven veden näkösyvyys on vaihdellut suuresti välillä 0,6-5,4 m. Viime vuosien keskiarvo talviajalta on 1,4 m ja kesäajalta 2,1 m, eikä arvoissa ole havaittavissa selvää muutossuuntaa. Alhaisimmat näkösyvyudet on mitattu talviaikaan 1980-luvulla. Veden väriä on Oksjärvellä mitattu vuoden 1966 jälkeen säännöllisesti vasta vuodesta 2007 alkaen. Viime vuosien kesäkeskiarvo pintavedestä on 36 mg Pt/l ja talviarvo 50 mg Pt/l, mitkä ovat vähä- tai keskiumuksiselle järvelle tyyppillisiä arvoja. Humuspitoisuutta niin ikään

Yhteenveto Nastolan järvien tilasta

Mirva Ketola, Vesijärvisäätiö

2016

heijastavaa kemiallista hapenkulutusta Oksjärvellä on seurattu säännöllisesti jo vuodesta 1977 lähtien. Arvoissa on havaittavissa lievää nousua. Vielä 1980- ja 1990-luvuilla arvot liikkuivat pääasiassa välillä 6-10 mg O₂/l, mutta 2000-luvulla arvot ovat olleet 8-12 mg O₂/l:n tuntumassa (2010-luvun kesäkeskiarvo 9,4 mg O₂/l, talviarvo 10,8 mg O₂/l). Arvo 10 mg O₂/l edustaa vähä- ja keskiumuksisen järven rajaa (Oravainen 1999).

Oksjärven veden pH on lähellä neutraalia tai lievästi emäksisen puolella etenkin kesäaikaan. Arvoissa on havaittavissa lievää noususuuntaa. Viime vuosien kesäkeskiarvo on pH 7,5 ja talviarvo pH 7,1. Havaintosarjassa on myös yksi pH 8 yltävä arvo 1990-luvun alusta. Alkaliniteetti eli haponsitomiskyky on määritetty vain muutaman kerran, mutta se on ollut Oksjärvellä hyvä (> 0,3 mmol/l). Valuma-alueen ominaisuuksia ja yleistä rehevyystasoa heijastava sähkönjohtavuus on ollut 1990-luvulla nousussa, mutta nousu on taittunut 2000-luvulla. Viime vuosien keskiarvo kesäajalta on 9,1 mS/m ja talviajalta 10,6 mS/m.

Oksjärveä ei ole viime vuosina hoitokalastettu. Järvellä on vedetty nuottaa vuonna 1997 ja rysäkalastettu vuosina 2000–2001. Vuosisaaliit olivat tuolloin 300–800 kg (Nastolan kalastusalueen kirjanpito 2015).

SALAJÄRVI

Salajärvi on Nastolan järvialueen suurimpia järviä. Pinta-alaa sillä on 810 ha ja rantaviivaa 30,2 km. Salajärven suurin syvyys on 14,1 m, mutta keskisyvyyttä järvellä on vain 3,7 m. Erityisesti järven eteläosa on matala. Syvin kohta sijaitsee järven pohjoisosassa Salinsaaren ja Kirjusaaren välissä. Salajärven lähivaluma-alueen pinta-ala on 40,25 km² (Nihtilä 2006) ja koko valuma-alueen (järvi mukaan lukien) pinta-ala on 244,37 km² (Suomen ympäristökeskus, vesistömallijärjestelmä 2016). Salajärven pohjoisosaan laskee Luhtaanjoki, johon yhtyvät pohjoisesta Oksjärven vedet sekä lännestä Seestaanjoki. Seestaanjokea pitkin tulevat Kivijärven sekä sen yläpuolisten järvien vedet. Salajärven eteläosaan puolestaan laskevat Kukkasjärvien kautta Nastolan eteläisen järviketjun vedet. Salajärvestä vedet jatkavat Salajokea pitkin Ruuhijärveen ja edelleen Sylvöjärven kautta Arrajärveen ja Kymijokeen. Järven laskennallinen viipymä on 140 vrk (Suomen ympäristökeskus, vesistömallijärjestelmä 2016). Salajärven luontainen järviyppi on *Pienet ja keskikokoiset vähähumuksiset järvet (Vh)*.

Salajärven lähivaluma-alueen maaperä on suurelta osin kalliomaata, mutta ympärillä on myös runsaasti pienialaisia savimaita. Maataloutta järven ympärillä on jonkin verran. Salajärven tuntumassa on melko paljon vakituista asutusta. Järven rannoilla sekä saarissa on runsaasti loma-asutusta. Salajärveä ei säännöstellä ja vedenkorkeuden vaihteluväli on suuri. Suuri vaihtelu sekä loppukesän matalat vedenkorkeudet on koettu ongelmalliseksi virkistyskäytön kannalta. Kesäaikaisen vedenkorkeuden nostomahdollisuutta on esitetty selvitettäväksi (Korkiakoski 2012).

Salajärven ekologinen tila on määritelty sekä vuonna 2009 että 2013 valmistuneessa luokittelussa tyydyttäväksi (Hertta ympäristötietojärjestelmä 2016). Biologinen luokittelu on tehty kasviplanktonin ja syvännepohjaeläinten perusteella. Syvännepohjaeläimille laskettavista indekseistä toinen on ilmentänyt tyydyttävää ja toinen välttävää tilaa. Klorofyllipitoisuus ja kasviplanktonin trofia-indeksi ovat olleet tyydyttävällä tasolla, kasviplanktonin kokonaisbiomassa on ollut välttävä ja haitallisten sinilevien osuus hyvä. Salajärven klorofyllipitoisuudesta ensimmäiset näytteet ovat vuodelta 1996. Korkeimmat arvot on mitattu 2000-luvun puolivälissä, joten viime vuosien arvoissa ei ole noususuuntaa. 2010-luvun keskiarvo on 11 µg/l, mikä on rehevyyoluokituksessa rehevällä tasolla (Oravainen 1999). Hyvän tilan luokkaraja vähähumuksisille järville olisi 7 µg/l (Aroviita ym. 2012).

Fysikaalis-kemiallisten tekijöiden suhteen Salajärven tilaluokka on myös tyydyttävä. Ensimmäiset vesikemianäytteet Salajärveltä ovat vuodelta 1966, minkä jälkeen näytteitä on otettu 1-5 vuoden välein. Vuodesta 2004 lähtien näytteitä on otettu vähintään 2 kertaa vuodessa. Pintaveden kokonaisfosforipitoisuuksissa ei ole havaittavissa viime vuosina nousua. 2010-luvun keskiarvo on kesäajalta 21 µg/l ja talviajalta 12 µg/l. Kesäkeskiarvo on lievästi rehevän ja rehevän järven rajalla. Hyvän tilan luokkaraja vähähumuksisille järville on 18 µg/l (Aroviita ym. 2012), joten arvot ovat tyydyttävän tilan puolella. Alusveden fosforipitoisuudet ovat hieman pintavettä korkeampia ja muutama viime vuotena on havaittu selvästi korkeampia pitoisuuksia kesäkerrostuneisuuskauden lopussa. Korkein pohjanläheisen veden pitoisuus on mitattu elokuussa 2014 (89 µg/l). Salajärven kokonaistyyppipitoisuus pintavedessä ei ole ollut nousussa. Viime vuosina etenkin talviarvot ovat olleet jopa aiempaa alhaisempia. 2010-luvun kesäajan keskiarvo on 440 µg/l ja talviarvo 610 µg/l. Kesäarvo on hyvän tilan puolella, sillä luokkaraja vähähumuksisille järville on 500 µg/l. Pohjanläheisessä vedessä kokonaistyyppipitoisuus on sitä vastoin ollut noususuunnassa. Osa tyyppistä on ollut ammoniumtyyppinä (> 100 µg/l), mikä kertoo vähähappisista olosuhteista.

Salajärven syvänteessä happipitoisuus on alentunut etenkin kerrostuneisuuskausien lopussa. Viime vuosikymmenenä tilanne näyttäisi heikentyneen etenkin kesäkerrostuneisuuskautena, mikä selittää

pohjanläheisen veden kohonneita ravinnepitoisuuksia. Elokuun mittauksissa happipitoisuus on pohjanläheisessä vedessä pudonnut noltaan tai lähelle sitä. Pintavedessä on esiintynyt ajoittain lievää ylikyllästyneisyyttä, mutta viime vuosina harvemmin.

Salajärven näkösyvyys on ollut laskusuunnassa. 2000-luvulla talviarvot ovat olleet aiempaa useammin alle 3 m ja kesäarvot alle 2 m. 2010-luvun kesäkeskiarvo on 2,1 m ja talviarvo 2,7 m. Salajärven veden väriä on vuoden 1966 jälkeen alettu mitata vasta vuonna 2003, joten selvää muutossuuntaa ei voida havaita. Pintaveden 2010-luvun keskiarvo on 35 mg Pt/l ja talviarvo 38 mg Pt/l, mikä osoittaa lievää humusleimaa. Kemiallisen hapenkulutuksen arvot ovat niin ikään vähähumuksisille järville tyyppillisiä (2010-luvun keskiarvot: kesä 8 ja talvi 9 mg O₂/l). Arvot ovat kuitenkin olleet lievässä nousussa mittausten alusta eli vuodesta 1977 alkaen. Salajärven pintaveden pH on lähellä neutraalia. 2010-luvun kesäkeskiarvo on pH 7,3 ja talviarvo pH 7,0. Arvoissa on korkeintaan lievää nousua. Alhaisimmillaan talviarvot ovat olleet 1980-luvulla, jolloin on mitattu ainoa pH 6 alittava arvo (pH 5,9 huhtikuussa 1983). Kesäarvot ovat tyyppillisesti hieman korkeampia levien yhteyttäessä, mutta yli pH 8 olevia arvoja ei ole mitattu kertaakaan. Korkein arvo (pH 7,9) on mitattu kesäkuussa 2003. Alkaliniteettia on mitattu vasta 2000-luvulla ja se on ollut hyvä (>0,3 mmol/l). Salajärven pintaveden sähkönjohtavuus on 2010-luvun kesäkeskiarvona 8,3 ja talviarvona 8,8 mS/m. Sähkönjohtavuus on noussut mittaushistorian aikana, mutta 2000-luvun puolivälissä nousu näyttäisi taittuneen. Pohjanläheisessä vedessä arvot ovat pintavettä hieman korkeampia ja ero näyttäisi mittaushistorian aikana kasvaneen.

Salajärveä on hoitokalastettu vuosina 1995–2008 sekä nuottaamalla että rysäkalastuksella (Nastolan kalastusalueen kirjanpito 2015). Nuottaa on vedetty myös vuosina 2010, 2012 ja 2015. Suurin saalis Salajärveltä on saatu vuonna 2005, jolloin yhteissaalis oli 19 400 kg. Myös vuosina 2002 ja 2006 on yletty yli 10 000 kg:n saaliiseen. Muutoin vuosisaaliit ovat enimmäkseen olleet 3000–6000 kg ja 2010-luvulla vähemmän.

RUUHIJÄRVI

Ruuhijärvi on Salajärven kanssa samassa pinnantasossa oleva varsin suuri järvi. Pinta-alaa järvellä on 574 ha, suurin syvyys on 18,7 m ja keskisyvyys 5,6 m. Syvin kohta sijaitsee järven itäosassa Pataanvuorten edustalla. Ruuhijärven lähivaluma-alueen pinta-ala on 31,75 km² (Nihtilä 2006) ja koko valuma-alueen pinta-ala (järvi mukaan lukien) on 282,13 km² (Suomen ympäristökeskus, vesistömallijärjestelmä 2016). Valuma-alue on laaja, sillä Ruuhijärveen laskevat Salajokea pitkin Salajärvestä koko Nastolan järvialueen vedet. Ruuhijärvestä vedet laskevat Immilänjokea pitkin Sylvöjärveen ja edelleen Arrajärven kautta Kymijokeen. Järven laskennallinen viipymä on 132 vrk (Suomen ympäristökeskus, vesistömallijärjestelmä 2016). Ruuhijärven luontainen järviyppi on *Pienet ja keskikokoiset vähähumuksiset järvet (Vh)*.

Salajärven tavoin Ruuhijärveä ei säännöstellä ja vedenkorkeuden vaihteluväli on suuri. Erityisesti loppukesän matalat vedenkorkeudet on koettu ongelmalliseksi virkistyskäytön kannalta ja kesäaikaisen vedenkorkeuden nostomahdollisuutta on Sala- ja Ruuhijärvellä esitetty selvitettäväksi (Korkiakoski 2012). Korkiakoski (2012) suositteli selvitettäväksi myös mahdollisuutta veden pidättämiseen Sala- ja Ruuhijärven valuma-alueella, mikä tasaisi veden korkeuden vaihteluita ja edistäisi kuormitusta vähentäviä kunnostustoimenpiteitä. Ruuhijärven lähivaluma-alueella on runsaasti kalliomaata, mutta myös hienompia maalajeja varsinkin järven pohjoisosassa. Maataloutta on runsaasti etenkin pohjoisosan savi- ja hietamailla. Myös haja-asutus on runsaampaa järven pohjoispuolella, jossa sijaitsee Ruuhijärven kylä. Rantaviivaa Ruuhijärvellä on 26,5 km ja rannoilla on runsaasti loma-asutusta.

Ruuhijärven ekologinen tila on luokiteltu sekä vuonna 2009 että 2013 valmistuneessa luokittelussa tyydyttäväksi (Hertta ympäristötietojärjestelmä 2016). Biologisista tekijöistä tilaa on arvioitu pohjaeläinten, piilevien sekä kasviplanktonin perusteella, jotka kaikki ovat jääneet luokkaan tyydyttävä. Ruuhijärven klorofyllipitoisuus on 2000-luvulla vaihdellut välillä 5,1–9,8 µg/l, mikä ilmentää lievästi rehevää järveä. Vuodesta 1992 lähtien mitatuissa arvoissa ei ole havaittavissa noususuuntaa. Elokuun keskiarvo 2010-luvulle on 7,9 µg/l, kun hyvän tilan luokkaraja on 7 µg/l (Aroviita ym. 2102). Kasviplanktonmuuttujista vuonna 2010 otetussa näytteessä kokonaisbiomassa ja TPI-indeksi ovat olleet tyydyttävällä tasolla ja haitallisten sinilevien prosenttiosuus hyvällä tasolla. Syvännepohjaeläimet ovat vuoden 2012 näytteessä sisältäneet rehevyyden ja vähähappisuuden indikaattorilajistoa (Hertta ympäristötietojärjestelmä 2016).

Fysikaalis-kemiallisten tekijöiden osalta Ruuhijärven tila on määritelty tyydyttäväksi lähinnä fosforipitoisuuden sekä alusveden huonon happitilanteen perusteella. Ruuhijärveltä on otettu vesinäytteitä ensimmäisen kerran vuonna 1966 ja vuodesta 1977 alkaen 1-4 vuoden välein. Nykyään näytteet otetaan joka vuosi. Ruuhijärven pintaveden kokonaisfosforipitoisuudessa ei ole havaittavissa noususuuntaa. 2010-luvun kesäajan keskiarvo on 18 µg/l, mikä on myös hyvän tilan luokkaraja vähähumuksisille järville (Aroviita ym. 2012). Talviarvo on 14 µg/l. Pohjanläheisessä vedessä fosforipitoisuudet ovat olleet ajoittain koholla kerrostuneisuuskausien loppupuolella. Kuluva vuosikymmenen aikana pitoisuudet ovat kuitenkin olleet maltillisia. Selvästi korkeampia arvoja on mitattu etenkin 1990-luvulla ja vielä 2000-luvulla. Ruuhijärven pintaveden typpipitoisuuden 2010-luvun kesäkeskiarvo on 515 µg/l ja talviarvo 690 µg/l. Hyvän tilan luokkaraja on vähähumuksisille järville 500 µg/l (Aroviita ym. 2012), joten keskiarvo on niukasti tyydyttävän tilan puolella. Vuoden 2013 luokituksessa keskiarvo on asettunut hyvän tilan puolelle. Varsinaista noususuuntaa mittaushistorian aikana ei kuitenkaan voida havaita. Pohjanläheisessä vedessä arvot ovat hieman pintavettä korkeampia. Korkeimmat arvot pohjanläheisessä vedessä on mitattu fosforin tavoin 1990-luvulla sekä 2000-luvulla.

Ruuhijärven pohjanläheisessä vedessä on havaittu alentuneita happipitoisuuksia kerrostuneisuuskausien lopussa mittaushistorian alusta lähtien. Viime vuosina tilanne talvikuukausina on ollut parempi, mutta kesäkerrostuneisuuskauden lopussa happipitoisuus alenee säännöllisesti lähelle nollaa. Pintavedessä esiintyy ajoittain lievää ylikyllästyneisyyttä kesäaikaan.

Ruuhijärven näkösyvyys on mittaushistorian aikana alentunut. Vielä 1990-luvulla talviarvot ovat yleisesti ylittäneet 3 m ja kesäarvot 2 m. 2000-luvun loppupuolelta lähtien arvot ovat liikkuneet 2 metrin molemmin puolin. 2010-luvun keskiarvo on talvikaudelle 2,5 m ja kesäkaudelle 2,3 m. Ruuhijärven veden väriarvo on määritetty säännönmukaisesti vasta 2000-luvun lopulta lähtien. Muutamien aiempien yksittäisten mittausten perusteella väriarvo on lievästi noussut. Pinnanläheisen veden keskiarvo 2010-luvulle on sekä talvi- että kesäajalta 36 mg Pt/l, mikä on vielä vähähumukselle vedelle tyyppillinen ja osoittaa vain lievää humusleimaa. Pohjanläheisessä vedessä väriarvot ovat korkeampia. Humuspitoisuutta luonnonvesissä heijastavan kemiallisen hapenkulutuksen arvot ovat olleet noususuunnassa ensin 1980-luvulla ja uudestaan 2000-luvulla. Mittaushistorian alussa arvot ovat olleet 6 mg O₂/l:n tuntumassa. 2010-luvun keskiarvo on kesäajalle 8 mg O₂/l ja talviajalle 9 mg O₂/l, mikä on vielä vähähumuksisille järville tyyppillinen taso. Ruuhijärven veden pH on lähellä neutraalia, eikä se ole muuttunut 1970-luvulta lähtien. Ensimmäinen mittaus vuodelta 1966 on tosin antanut alhaisimman arvon. 2010-luvulla pintaveden kesäkeskiarvo on pH 7,4 ja talviarvo pH 7,0. Alkaliniteettia on mitattu muutamia kertoja. Ruuhijärven alkaliniteetti on hyvä (>0,3 mmol/l). Myös sähkönjohtavuus on varsin korkea, mutta selkeää noususuuntaa ei ole tai nousu on sittemmin taittunut. Korkeimmat arvot on mitattu 1990-luvulla ja 2000-luvun alkuvuosina. 2010-luvun kesäkeskiarvo on pintavedessä 8,1 mS/m ja talviarvo 8,7 mS/m. Pohjanläheisessä vedessä arvot ovat vain hieman tätä korkeammat.

Ruuhijärveä on hoitokalastettu vuodesta 1996 lähtien rysillä ja nuottaamalla ja 2000-luvulla enimmäkseen nuottaamalla. Viime vuosina hoitokalastusta on tehty vähemmän, viimeisen kerran vuonna 2011. Suurin saalis on vuodelta 1997 (13 560 kg). Yleensä vuotuiset saalit ovat olleet sadoista kiloista muutamaa tuhanteen kiloon (Nastolan kalastusalueen kirjanpito 2015).

SYLVÖJÄRVI

Nastolan itäosassa sijaitsevan pitkän ja matalan Sylvöjärven pinta-ala on 219 ha ja rantaviivan pituus 10,8 km. Keskisyvyys Sylvöjärvessä jää 1,8 metriin. Suurin syvyys järven kapeassa keskikohdassa on 5,2 m. Sylvöjärven valuma-alue on peräti 337,44 km² (Suomen ympäristökeskus, vesistömallijärjestelmä 2016) sillä järven pohjoisosaan laskevat Immilänjoen kautta koko Nastolan järvalueen vedet sekä lisäksi Halkokorvenjoen valuma-alue. Sylvöjärven lähivaluma-alueen pinta-ala on 52,15 km² (Nihtilä 2006). Suurimpien tulouomien lisäksi myös järven lasku-uoma sijaitsee järven pohjoisosassa, josta vedet laskevat Arrajokea pitkin Arrajärveen ja edelleen Kymijokeen. Sylvöjärven laskennallinen viipymä on vain 14 vrk, mutta veden vaihtuminen järven pussimaisessa eteläosassa on pohjoisosaa hitaampaa. Sylvöjärven lähivaluma-alueella on runsaasti savimaita, joille on keskittynyt maataloutta. Järven ympärillä on myös vakituista asutusta ja loma-asutusta. Järven luontainen järviyppi on *Matalat humusjärvet (Mh)*.

Sylvöjärven ekologinen tila on vuonna 2013 valmistuneessa luokittelussa määritelty tyydyttäväksi (Hertta ympäristötietopalvelu 2016). Järveltä on kaksi kasviplanktontulosta kesältä 2012 sekä a-klorofyllituloksia. Luokittelussa käytettävistä indekseistä klorofyllipitoisuus, kasviplanktonbiomassa sekä TPI-indeksi ovat olleet tyydyttävällä tasolla. Haitallisten sinilevien määrä on sen sijaan ollut alhainen. Klorofyllipitoisuus on vaihdellut hyvän tilan luokkarajan 20 µg/l molemmin puolin, 2010-luvun keskiarvon ollessa 21 µg/l. Taso tarkoittaa rehevyysluokituksen mukaan rehevää tai erittäin rehevää (Oravainen 1999). Muista biologisista laatutekijöistä ei ole ollut tietoa luokittelua varten.

Veden kemiallisia mittauksia Sylvöjärveltä on 1-4 vuoden välein 1970-luvulta alkaen. Vuoden 2013 tilaluokituksessa fysikaalis-kemialliset tekijät ovat ilmentäneet hyvää tilaa, mutta kokonaisfosforipitoisuus on ollut lähellä matalille humusjärville määriteltyä tyydyttävän tilan rajaa (40 µg/l). Pintaveden kokonaisfosforipitoisuudet ovat kesäaikaan enimmäkseen rehevällä tasolla välillä 20–50 µg/l, mutta ajoittain yli 50 µg/l, mikä on jo erittäin rehevä taso (rehevyysluokitus; Oravainen 1999). Pohjois- ja eteläosasta mitattujen arvojen välillä ei ole suurta eroa. Pohjanläheiset arvot ovat samaa tasoa tai vain hieman korkeammat kuin pintavedessä. Fosforipitoisuudessa on havaittavissa lievää laskusuuntaa 2000-luvulla verrattuna aikaisempiin vuosikymmeniin. Korkeimmat pitoisuudet on mitattu 1970-luvulla. Kesäajan typpipitoisuus on selvästi hyvän tilan puolella 500–600 µg/l:n tuntumassa (luokkaraja 750 µg/l). Talviajan arvot ovat korkeampia viime vuosien keskiarvon ylittäessä 800 µg/l. Selvää muutossuuntaa typpipitoisuudessa ei ole havaittavissa.

Sylvöjärven pääaltaat ovat matalia eikä järveen muodostu pysyvää kesäkerrostuneisuutta. Tuuli sekoittaa vettä kesän aikana ja pohjanläheinen vesi saa happitäydennystä. Talviaikaankin happitilanne on ollut yleensä hyvä, joskin muutama vuonna on havaittu alentuneita pitoisuuksia pohjanläheisessä vedessä etenkin järven pohjoisosassa. Alhaisin arvo (2 mg/l) on mitattu talvella 2003, jolloin monet matalat järvet kärsivät jopa täydellisestä happikadosta. Ajoittain etenkin päällysvedessä esiintyy aktiivisesta levätuotannosta kertovaa hapen ylikyllästyneisyyttä.

Sylvöjärven näkösyvyys on kesäaikaan ollut viime vuosina keskimäärin 1,3 m. Talvella vesi on ollut hieman kirkkaampaa. Ero vuodenaikojen välillä on pienentynyt, sillä talviaikainen näkösyvyys näyttäisi laskeneen ja kesäaikainen nousseen. Sylvöjärven veden väriarvot ovat viime vuosina vaihdelleet lievästi humuspitoisesta humuspitoiseen (25–75 mg Pt/l). Väriarvot näyttävät nousseen 1980-luvulla, mutta 1990-luvulla mittauksia ei ole tehty. Kemiallisen hapenkulutuksen arvot ovat viime vuosina olleet 10 mg O₂/l:n tuntumassa. 1990-luvulla arvot ovat olleet hieman alhaisempia. Sylvöjärven pH on lähellä neutraalia ja alkaliniteetti on hyvä (> 0,3 mmol/l). Sähkönjohtavuus on ollut varsin tasaisesti 10 mS/m:n tuntumassa tai hieman sen alle. 2000-luvun taitteessa arvot ovat kuitenkin olleet hieman korkeampia.

Sylvöjärven vesikasvillisuutta on selvitetty tiettävästi ainakin 2000-luvun alussa Helsingin yliopiston EU-rahoitteisessa ECOFRAME-hankkeessa. Etenkin luhtarannoilla esiintyi runsaasti erilaisia rantakasveja. Muutoin järveä kiersivät laajalti tiheät ruovikot ja savipohjilla viihtyvät kaislikot. Paikoin esiintyi myös järvikortetta, palpakoita, vesitatarta sekä yleisemmin ulpukkaa. Uposkasveista Sylvöjärvellä esiintyi erilaisia vitoja ja vesisherneitä, mutta myös rehevyydestä kertovaa vesiruttoa, karvalehteä ja irtokellujiin kuuluvaa pikkulimaskaa. Järvellä havaittiin myös näkinpartaislevää.

ECOFRAME-hankkeessa vuonna 2000 järvellä tehtiin koekalastus Nordic-verkoilla (8 verkkovuorokautta). Kokonaisyksikkösaalis oli 3229 g/verkko ja 186,5 kpl/verkko. Saaliista 72 % oli särkikalaa. Nämä ovat erittäin korkeita lukua ja matalille humusjärville asetettujen raja-arvojen mukaan välttävän tai huonon tilan puolella. Runsain laji oli särki, seuraavina ahven, lahna ja pasuri, jotka olivat pienikokoisia. Muita järvessä esiintyneitä lajeja olivat salakka, sorva ja kiiski sekä petokaloista toutain ja hauki.

Sylvöjärveä on hoitokalastettu vuodesta 1996 alkaen nuottaamalla sekä rysillä. Viime vuosina hoitokalastusta on tehty pääasiassa nuottaamalla (Nastolan kalastusalueen kirjanpito 2016). Suurin hoitokalastussaaliksi on vuodelta 1997, kaikkiaan 18 320 kg. Viime vuosina saaliit ovat olleet 2500–3000 kg. Lisäksi järvellä on tehty vesikasvillisuuden niittoja. Järven eteläpäähän Sammalsillansuolle on aloitettu monivaikutteisen kosteikon rakentaminen. Toteutettavan kosteikkoalueen yläpuolella on runsaasti peltoja, joilta tulevaa kuormitusta kosteikolla vähennetään. Kosteikon lävitse virtaavat Sammalsillanojan, Kuoppalanojan ja Ristolanojan vedet. Lisäksi pyritään turvaamaan taantuvan kosteikkolajiston, mm. viitasammakon säilyminen umpeenkasvavalla ja metsittyvällä alueella. Sylvöjärven pinnan laskeminen vuonna 1961 (Korkiakoski 2012) on todennäköisesti vaikuttanut alueen muuttumiseen. Järven laskun jälkeen Sylvöjärven vedenpinnankorkeus on noudattanut Arrajärven vedenkorkeutta tulvahuippuja lukuun ottamatta. Säännöstelyllä vakaana pidetty Arrajärven vedenkorkeus näkyy myös Sylvöjärven vedenkorkeuksissa. Korkiakoski (2012) on selvityksessään ehdottanut paitsi valuma-alueella tehtäviä kuormitusta vähentäviä toimenpiteitä, myös Arrajoen ennallistamis-mahdollisuuden selvittämistä. Tämä nostaisi myös Sylvönjärven vedenkorkeutta ja palauttaisi luontaista vedenkorkeuden vaihtelua.

ARRAJÄRVI

litin ja entisen Nastolan kunnan rajalla sijaitseva Arrajärvi on varsin suuri ja matala järvi. Pinta-alaa sillä on 991 ha ja rantaviivaa 44 km. Arrajärven suurin syvyys on 9 m keskisyvyyden jäädessä 2,9 metriin. Arrajärven valuma-alue on peräti 375,25 km², sillä järveen laskevat Arrajoen kautta koko Nastolan järviolueen vedet. Näistä lähimpinä ovat Sylvöjärven sekä Ruuhijärven ja Salajärven valuma-alueet. Eteläpuolelta Arrajärveen laskee Kotojoen kautta Kotojärvi, Selkojärvi ja Haramaanjärvi. Arrajärven pohjoisosa on suorassa yhteydessä Kymijokeen, josta vedet laskevat Suomenlahteen. Arrajärven laskennallinen viipymä on vain

noin 3 kuukautta (Suomen ympäristökeskus, vesistömallijärjestelmä 2016). Arrajärven luontainen järviyyppe on *Keskikokoiset humusjärvet (Kh)*.

Arrajärvellä on merkittävää maisema- ja virkistyskäyttöarvoa alueen asukkaille ja mökkiläisille ja se on suosittu urheilu- ja virkistyskalastus kohde. Rantakiinteistöillä on runsaasti loma-asutusta ja myös vakituista asutusta. Säännöllisesti järvellä kalastavien määräksi on arvioitu jopa 250 henkilöä vuodessa (Raunio & Haapala 2003). Arrajärven lähivaluma-alueella on runsaasti maataloutta erityisesti Kaurissuonojan, Lietojoen ja Saviojan savimailla sekä Sylvöjärven, Arrajoen ja Kotojärven lähivaluma-alueilla. Arrajärvellä on kalliojyrkänteitä ja muinaisjäännöksiä sisältäviä luonnonsuojelualueita sekä linnustoltaan arvokkaita reheviä lahtia (Heinonen 2001).

Arrajärvi on vuonna 1950 toimintansa aloittaneen Mankalan voimalaitoksen säännöstelyn piirissä. Nykyisellä säännöstelyllä Arrajärven vedenpinta pidetään hyvin vakaana, eikä vesistöjen luonnollista vuodenaikaista vedenkorkeuden vaihtelua kevättulvineen esiinny. Tämä on edesauttanut rantojen käyttöä, mutta on voinut samalla edistää matalien lahtialueiden umpeenkasvua. Arrajärven vedenlaatua on seurattu vuodesta 1975 lähtien säännöstelylupaani liittyvänä velvoitetarkkailuna syvännepisteellä pääaltaalla sekä pohjoisessa Karjusaaren näytenpisteellä. Järvi oli mukana Kymijoen alueen järvikunnostushankkeessa vuosina 2013–14, jolloin järven tilaa ja kunnostustarvetta tutkittiin tarkemmin (Ketola 2014).

Arrajärven ekologinen tila on sekä vuonna 2008 että 2013 valmistuneessa luokituksessa määritelty tyydyttäväksi (Hertta ympäristötietojärjestelmä 2016). Hydrologis-morfologinen muuntuneisuusluokka Arrajärvelle on tyydyttävä, sillä Mankalan vuomalaitos järven alapuolella estää kalan kulun. Arrajärven kemiallinen tila on arvioitu hyväksi, mutta silmällä pidettäväksi. Vuonna 2013 kymmenestä ahvenesta määritetty elohopeapitoisuus ylitti laatunormin yhden kalan osalta.

Arrajärven veden laadun fysikaalis-kemialliset tekijät ovat ilmentäneet vuoden 2013 luokittelussa välttävää tilaa etenkin kokonaisfosforipitoisuuden perusteella. Pääaltaalla pintaveden kokonaisfosforipitoisuudet ovat kesäaikaan enimmäkseen rehevällä tasolla välillä 20–50 µg/l ja ajoittain yli 50 µg/l, mikä on jo erittäin rehevä taso (rehevyydsluokitus; Oravainen 1999). Viiden viime vuoden kesäajan keskiarvo on 42 µg/l, kun hyvän tilan luokkaraja keskikokoisille humusjärville olisi 28 µg/l (Aroviita ym. 2012). Talvikeskiarvo on huomattavasti alhaisempi (19 µg/l). Pohjanläheisessä vedessä fosforipitoisuus on vain hieman pintavettä korkeampi, eikä 1990-luvun lopun ja 2000-luvun alun erittäin korkeita arvoja ole enää tavattu. Toisaalta viimeaikaisissa loppukesän mittauksissa kerrostuminen on usein ehtinyt jo purkaantua. Kesäajan pintaveden kokonaistyyppipitoisuuden keskiarvo viideltä viime vuodelta on 682 µg/l, mikä on tyydyttävän tilan puolella (hyvän tilan luokkaraja 660 µg/l; Aroviita ym. 2012). Karjusaassa rehevyystaso on pääallasta alhaisempi ja fosforipitoisuuksissa on myös havaittavissa laskua toisin kuin pääaltaalla. Tähän vaikuttaa Kymijoen vedenlaadun parantuminen. Viiden viimevuoden kesäajan pintaveden keskiarvo Karjusaassa on 20 µg/l ja talviarvo 8 µg/l.

Arrajärven syvänealueella hapettomuus näyttäisi olevan yleistä, muttei välttämättä kovin pitkäkestoista. Arrajärven teoreettinen sekoittumissyvyys on yli 8 metriä, mikä viittaa heikkoon kerrostuneisuuteen. Viime vuosina velvoitetarkkailun näytteenotto on painottunut elokuun loppuun, jolloin kerrostuneisuus on jo purkaantunut ja happitilanne hyvä. Hapen kuluminen on kuitenkin hyvin nopeaa sopivien kerrostumisolosuhteiden muodostuessa. Hapen kulumista edesauttaa matalan järven lämmin alusvesi. Esimerkiksi pitkällä tyynellä jaksolla vähähappinen vesi voi nousta enimmillään 3–4 metrin syvyyteen. Myös talvella happi voi vähetä jo 3 metrin syvyydessä, jos jääpeite muodostuu aikaisin (Ketola 2014).

Arrajärven veden väriarvot vaihtelevat pääaltaalla lievästi humuspitoisesta humuspitoiseen (30–80 mg Pt/l). Väriarvot ovat nousseet 1980-luvulla, sekä 1990-luvun lievän laskun jälkeen 2000-luvulla. Näkösyvyys

on Arrajärvessä melko alhainen, eikä pääaltaan vesi ole kirkastunut viime vuosina. Viiden viime vuoden keskiarvo kesäajalta on 1 m ja talviajalta 2 m (kiintoainepitoisuus: kesä 8 mg/l, talvi 1 mg/l). Karjusaassa vesi on kirkkaampaa ja etenkin talviajan näkösyvyys on kasvanut 1990-luvulta lähtien. Arrajärven veden pH on lähellä neutraalia ja alkaliniteetti on hyvä (> 0,3 mmol/l). Leväkukintojen aikana pH voi päällysvedessä kuitenkin nousta korkealle levien yhteyttäessä aktiivisesti. Havaintosarjassa on useita pH 8 ylittäviä arvoja, mikä voi matalassa järvessä lisätä sisäistä kuormitusta. Arrajärven alkaliniteetti ja sähkönjohtavuus ovat pääaltaalla Karjusaarta suurempia. Molemmat arvot ovat nousseet 1990-luvulta alkaen. Viime vuosina sähkönjohtavuuden arvoissa on hienoista laskua. Viiden viime vuoden pintaveden keskiarvo on kesäajalta 8,6 mS/m ja talviajalta 9,2 mS/m.

Kasviplanktonin perusteella Arrajärven tila on välttävä. Klorofyllipitoisuudet ovat viime vuosina olleet välillä 19–58 µg/l (5 vuoden keskiarvo 34 µg/l), mikä on rehevyysluokituksen perusteella erittäin rehevä (Oravainen 1999). Hyvän tilan luokkaraja humusjärville olisi 11 µg/l (Aroviita ym. 2012). Järvessä esiintyy ajoittain myös sinilevää. Karjusaassa a-klorofyllipitoisuudet ovat hieman pääallasta alhaisempia. Vuoden 2015 hieman alhaisempia arvoja lukuun ottamatta klorofyllipitoisuudet ovat olleet nousussa. Myös klorofyllin määrä suhteessa fosforitasoon on ollut nousussa (Ketola 2014).

Arrajärven eläinplanktonia on tutkittu tiettävästi vain kerran (26.8.2013, Ketola 2014). Tulokset viittasivat eläinplanktoniin kohdistuvaan voimakkaaseen kalojen saalistukseen ja alentuneeseen laidunnustehoon. Eläinplanktonin kokonaisbiomassa (C, hiilen määrä) syvännepisteellä oli 94,0 µg C/l koostuen lähinnä pienikokoisista lajeista (rataseläimet, kyklooppi-hankajalkaiset, pienet vesikirppulajit). Kahden runsaimman vesikirppulajin keskipituudet olivat alhaisia (*Bosmina coregoni* 0,35 mm ja *Daphnia cristata* 0,61 mm). Suuria yksilöitä (*Daphnia* >1 mm, *B. coregoni* >0,5 mm) ei esiintynyt lainkaan, mikä on eräs hoitokalastustarpeesta kertova indikaattori (Sammalkorpi & Horppila 2005).

Arrajärven pohjaeläintulosten on katsottu ilmentävän tyydyttävää tilaluokkaa (Hertta ympäristötietojärjestelmä 2016). Vuonna 2010 runsaimmat lajit olivat rehevän pohjan surviaissääski *Chironomus plumosus* sekä sulkasääskentoukka *Chaoborus flavicans*. Vuonna 2013 sulkasääski oli selkeä valtalaji. Näiden rehevälle pohjalle tyypillisten ja huonoja happiloja kestävien lajien yhteinen osuus oli molempina vuosina 80–90 % yksilömäärästä. Biomassoihin perustuvan pohjan ravinteisuusluokituksen (Paasivirta 1984) mukaan pohja oli ravinteikasta ja surviaissääsken toukkien suhteelliseen runsauteen perustuvan CI-indeksin (Paasivirta 2000) mukaan Arrajärvi oli hyvin rehevä (Ketola 2014). Sulkasääsken esiintymistä on tutkittu myös laajemmin marraskuussa 2014 (Ketola 2014). Sulkasääsken tiheydet olivat syvimmällä alueella suuria, mutta koko järven mittakaavassa merkitys oli vähäisempi. Kalataloudelliseen tarkkailuun liittyvässä kaikuluotaustutkimuksessa sulkasääskiä on havaittu elokuussa pohjanläheisessä vesikerroksessa (Malinen ym. 2012). Tuolloinkin niiden merkitys ravintoverkossa arvioitiin vähäiseksi, koska ne rajoittuivat varsin pienelle alueelle.

Arrajärven kalastoa on selvitetty verkkokoekalastuksella elokuussa 2013 (Ketola 2014). Nordic-koeverkoilla tehdyssä koekalastuksessa yksikkösaalis oli peräti 4052 g/verkko ja 188 kpl/verkko. Runsaimpia lajeja oli särki (41 % saaliin painosta), ahven (27 %) ja kuha (12 %). Muita lajeja olivat salakka, hauki, ruutana, pasuri, sorva, suutari, lahna ja kiiski. Särkikalajien osuus saaliin painosta oli 56 %. Ahven, särki sekä lahna ja pasuri olivat pienikokoisia. Petokalajien paino-osuus oli varsin hyvä (33 %), mistä suurimman osuuden muodostivat petokokoiset ahvenet sekä kuha. Haukea saaliin painosta oli noin 5 %. Hauen lisääntyminen Arrajärvessä vaikuttaa heikolta, sillä poikasia ei ole poikaskartoituksissa tavattu (Malinen ym. 2012). Sen sijaan kuha näyttää lisääntyvän luontaisesti ja kasvavan hyvin (Raunio 2013). Edelliseen, vuonna 1996 toteutettuun koekalastukseen (Levänen 1996) verrattuna tavattiin enemmän särkikalalajeja, mutta siikaa ja kuoretta ei lainkaan. Ahvenen ja kuhan osuudet olivat kasvaneet. Pakallisten kalastajien, kirjanpitokalastusten (Raunio

2011) sekä kaikuluotaustutkimuksen (Malinen ym. 2012) mukaan järvessä esiintyy edelleen vähäisessä määrin siikaa, madetta, toutainta sekä kuoretta. Kuore on kuhan mielinen ravintokala, joten sen kuolleisuus Arrajärvässä on todennäköisesti suuri. Vuoden 2013 tulosten perusteella Arrajärven kalastoluokitus keskikokoisille humusjärville (Kh) määritettyjen raja-arvojen mukaan (Vuori ym. 2009; Aroviita ym. 2012) olisi lähinnä välttävä. Etenkin lukumäärä- ja painoyksikkösaalis olivat järviyypille erittäin korkeita.

Arrajärven vesikasvillisuutta on kartoitettu päävyöhykelinjamenetelmällä vuonna 2011, minkä perusteella tilaluokaksi on arvioitu hyvä (Hertta ympäristötietojärjestelmä 2016). Lisäksi vesikasvillisuutta on kartoitettu yleispiirteisesti niittotarpeen arvioimista varten (Kokko 2014). Havaitut lajit ilmentävät pääasiassa keskirehevää tai rehevää kasvupaikkaa. Ilmaversoisista yleisimpiä ovat terttualpi, järviruoko ja järvikorte ja kelluslehtisistä vesitatar ja ulpukka. Järviruoko muodostaa monin paikoin laajoja kasvustoja. Järvikaislaa, järvikortetta ja melko harvinaista piurua esiintyy laikuittain. Uposlehtisistä on tavattu vitalajien lisäksi keski- tai vähäravinteisuutta ilmentävää ruskoärviää sekä rehevyyttä ilmentävää, irtokeijujiin kuuluvaa karvalehteä, jota kasvaa runsaana etenkin matalien lahtien pohjan tuntumassa. Tiisalansaaren alueella on havaittu myös vesiruttoa. Karua kasvupaikkaa ilmentäviä lajeja esiintyy vähälukuisina lähinnä järven pohjoisosassa, joka on kasvillisuudeltaan karumpi.

Arrajärvelle on tehty LLR (Lake Load Response) -mallinnus kuormitusvähennystarpeen arvioimiseksi. Sen mukaan keskimääräinen kuormitus, jolla hyvään tilaan päästäisiin on 42 % vähemmän kuin Arrajärven nykyinen kuormitus (Kotamäki 2014). Typen osalta kuormitusvähennystarve hyvään tilaan pääsemiseksi on 12 %. Arrajärven sisäinen kuormitus oli mallin mukaan vain 3 % ulkoisesta kuormituksesta. On huomattava, että mallinnuksessa on useita virhelähteitä ja Arrajärven lyhyt viipymä voi tuoda epävarmuutta tuloksiin vuosikeskiarvoja käytettäessä. Mallinnuksen mukaan Arrajärven tilaa pystyttäisiin kuitenkin parantamaan tehokkaimmin ulkoista kuormitusta vähentämällä. Arrajärven jokien ja ojien suhteellista merkitystä järven kuormitukselle on arvioitu ojavasinäytteenotolla marraskuussa 2013 (Ketola 2014). Ainevirtaamiksi laskettuna suurin kuorma tuli suuren virtaamansa tähden Arrajoesta. Arrajoen yläpuolinen valuma-alue on suuri, joten siellä etenkin Sylvöjärven ja Halkokorvenjoen valuma-alueella toteutetut vesiensuojelutoimet hyödyttäisivät myös Arrajärveä. Arrajärven lähivaluma-alueen ojista vesiensuojelutoimia kannattaa kohdistaa Kaurissuonojaan, Lietojokeen sekä Saviojaan, joissa ravinnepitoisuudet olivat suurimmat. Näiden ojien valuma-alueille on tehty vesiensuojelusuunnitelma. Suunnitelma sisältää ehdotukset vesiensuojelurakenteista, joille on saatu alustavat suostumukset maanomistajilta (Ahola 2014).

Arrajärvelle laaditussa kunnostussuunnitelmassa (Ketola 2014) järvelle suositellaan ensisijaisena toimenpiteenä ulkoisen kuormituksen vähentämiseen tähtäviä toimenpiteitä valuma-alueella. Järven sisäisistä, rehevyyttä vähentävistä toimenpiteistä Arrajärvelle suositellaan ravintoketjukunnostusta, jota on jo hoitokalastuksena toteutettukin. Arrajärveä on hoitokalastettu 1990-luvulta lähtien sekä nuottaamalla että rysäpyynnillä, viime vuosina lähinnä nuottaamalla. Saalismäärät ovat liikkuneet 1 000–18 000 kg välillä. Järveen on myös istutettu kuhaa. Tehdyt hoitotoimet ovat parantaneet kalaston rakennetta, mutta vedenlaatuvaikutuksien saavuttamiseksi saalismääriä tulisi selvästi nostaa (Kuisma 2014). Monitavoitteisista menetelmistä tarvetta on lähinnä vesikasvillisuuden niitoille umpeenkasvavissa lahdissa. Jonkin verran vesikasvillisuuden niittoja on tehtykin. Niitoissa tärkeintä on, ettei niitetty massa jää järveen, vaan siirretään maalle tai hyötykäyttöön.

Yhteenveto Nastolan järvien tilasta
Mirva Ketola, Vesijärvisäätiö
2016

VIITTEET

Ahola, M. 2014: Arrajärven valuma-alueen vesiensuojelusuunnitelma. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n tutkimusraportti no 266/2014.

Aroviita, J., Hellsten, S., Jyväsjärvi, J., Järvenpää, L., Järvinen, M., Karjalainen, S.M., 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 – päivitetty arviointiperusteet ja niiden soveltaminen. Suomen ympäristökeskus. Ympäristöhallinnon ohjeita 7/2012.

Heinonen M. 2001. Iitin Kymijoen-Mankalan rantalyleiskaava-alueen luontoselvitys. Ympäristösuunnittelu Enviro Oy.

Horppila, J., Peltonen, H., Malinen, T., Luokkanen, E. & Kairesalo, T. 1998. Top-down or bottom-up effects by fish – issues of concern in biomanipulation of lakes. Restoration Ecology 6 (1): 1-10.

Kauppinen, E. 2014. Kymijärven Mixox-hapetus vuonna 2014. Vesi-Eko Oy, Kuopio. 12 s.

Keto, J. 1985. Yhteenveto Lahden pienvesistöjen veden laadusta vuosina 1983-1985. Lahden kaupungin ympäristönsuojelulautakunta. 4 s.

Ketola, M. 2014: Arrajärven kunnostussuunnitelma. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n tutkimusraportti no 262/2014.

Kokko, L. 2014: Arrajärven niittosuunnitelma. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n tutkimusraportti no 265/2014.

Korkiakoski, P. 2012: Alasenjärven ja Sylvöjärven välisen järviketjun vedenkorkeuksien ja virtaamien nykytila, kehittämistarpeet ja –mahdollisuudet. Loppuraportti. Hämeen elinkeino, liikenne- ja ympäristökeskus, Lahden seudun ympäristöpalvelut, Nastolan kunta.

Kotakorpi, M. 2015: Oksjärven ojakuormitus selvitys. Lahden seudun ympäristöpalvelut, tekninen ja ympäristötoimiala, Lahti.

Kotakorpi, M., Lakka, T. & Ruuhijärvi, J. 2012: Kymijärven koekalastus ja hoitokalastus vuonna 2012. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Evo.

Kotamäki, N. 2014: Arrajärven LLR-kuormitusvaikutusmallinnus. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n tutkimusraportti no 263/2014.

Kuisma, M. 2014: Arrajärven hoitokalastussuunnitelma. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n tutkimusraportti no 264/2014.

Lammi, E. & Vauhkonen, M. 2014: Lahden Kymijärven sekä Hollolan Työtjärven ja Mustajärven vesikasvillisuus 2013. Ympäristösuunnittelu Enviro Oy.

Levänen, A. 1996. Hoitokalastus 1996 – Arrajärvi, Märkjärvi, Sääskjärvi, Urajärvi. Iitin kunta. Iitti.

Yhteenveto Nastolan järvien tilasta
Mirva Ketola, Vesijärvisäätiö
2016

Malin, I., 2000. Nastolan Kukkasjärvien kuormitus selvitys 1999. Lahden tutkimuslaboratorio.

Malinen, T., Kervinen J. & Raunio, J. 2012. Mankalan voimalaitoksen ja Arrajärven säännöstelyn kalataloudellinen tarkkailu vuonna 2011. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n tutkimusraportti no 168/2012.

Nastolan kalastusalueen kirjanpito 2015. <http://www.nastolankalastusalue.fi/tiedostot/>

Nastolan kalastusalue 2014. Nastolan kalastusalueen hoitokalastus. Järvi hoi –hankkeen hoitokalastusoppaan osajulkaisu. http://www.puhdasvesijarvi.fi/easydata/customers/puhdasvesijarvi/files/jarvihoi/materiaalit/nastolan_kalastusalueen_hoitokalastus.pdf

Nihtilä, T. 2006: Nastolan kunnan järvitutkimukset vuosina 1980-2005. Nastolan kunta. Ympäristönsuojelu.

Hertta ympäristötietojärjestelmä 2016. Suomen ympäristökeskuksen avoin tieto. http://www.syke.fi/fi-FI/Avoin_tieto/Ymparistotietojarjestelmat. Luettu tammi- ja helmikuussa 2016.

Oravainen, R. 1999. Opasvihkonen vesianalyysejä tulkitsemiseksi havainto-esimerkein varustettuna. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry:n moniste.

Paasivirta, L. 1984. Pohjaeläimistön käyttö vesistöjen tilan arvioinnissa. Luonnon tutkija 88:79-84.

Paasivirta, L. 2000. Propsilocerus species in Finland, with a chironomid index for lake sediments. Teoksessa Hoffrichter, O. (toim.) Late 20th Century on Chironomidae: an Anthology from the 13th International Symposium on Chironomidae. s. 599-603.

Raunio, J. 2011. Mankalan voimalaitoksen ja Arrajärven säännöstelyn kalataloudellinen velvoitetarkkailu vuosina 2008-2010. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 136/2011.

Raunio, J. 2013. Mankalan voimalaitoksen ja Arrajärven säännöstelyn kalataloudellinen tarkkailu vuonna 2012. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 209/2013.

Raunio, J. & Haapala A. 2003. 20-2000 hehtaarin järvien kunnostustarpeen kartoitus Kymenlaaksossa. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 105/2003.

Sammalkorpi, I. & Horppila, J. 2005. Ravintoketjukunnostus. Teoksessa Ulvi, T. & Lakso, T.(toim.), Järvien kunnostus. Ympäristöopas 114. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. s. 169-189.

Suomen ympäristökeskus 2016. Vesistömallijärjestelmä, SYKE-WSFS-VEMALA, vedenlaatu osio. Luettu helmikuussa 2016.

Tolonen, K. 2013: Alusveden hapetuksen ja PHOSLOCK käsittelyn vaikutukset Kymijärven syvänpohjaeläimistöön – vuoden 2012 tulokset. Jyväskylän yliopisto. Ympäristöntutkimuskeskus. Tutkimusraportti 48/2013.

Venetvaara, J., Lammi, E., Sammalkorpi, I. & Keto, A. 1996: Nastolan Kärkjärven kunnostussuunnitelma. Biologitoimisto Jari Venetvaara Ky.

Vuori, K.-M., Mitikka, S. ja Vuoristo, H. (toim.) 2009. Pintavesien ekologisen tilan luokittelu. Osa I: Vertailuolot ja luokan määrittäminen. Osa II: Ihmistoiminnan ympäristövaikutusten arviointi. Ympäristöhallinnon ohjeita 3/2009.