



Rannikon pienvedet kalojen kutupaikkoina Pohjanmaalla ja Keski-Pohjanmaalla 2020–2022

Carina Rönn, Ralf Wistbacka, Marina Nyqvist

Luku 1. Johdanto

1.1 Tausta

Tämä inventointi pienvesien merkityksestä kalojen kutupaikkoina Pohjanmaan rannikolla on kolmas vastaava tutkimus aiheesta. Ensimmäinen inventointi tehtiin 1983–1984 (Wistbacka 1986) ja toinen 1997–1998 (Wistbacka & Snickars 2000). Inventointiraportit ovat paikallisille toimijoille ja viranomaisille tärkeä päätöksenteon pohja, kun he suunnittelevat kunnostustoimenpiteitä tai päättävät erilaisista toiminnoista, jotka voivat vaikuttaa pienvesiin.

Rannikon pienvesiä ovat esifladat, fladat, kluuvifladat, kluuvit, järvet ja purot, joilla on suistoalue. Jääkausien seurauksena maankohoaminen on Merenkurkussa merkittävämpää kuin muilla rannikkoalueilla Suomessa. Maankohoamisen seurauksena muodostuu jatkuvasti matalia merenlahtia, fladoja ja kluuveja. Kehitys tapahtuu hitaana sukessiona useiden kehitysvaiheiden kautta merenlahdesta järveen.

Esifladalla on matala kynnys ja vedenvaihtuvuus ei juurikaan ole rajoittunut. Kun kynnys nousee niin lähelle normaalivedenrajaa, että vedenvaihtuvuus rajoittuu, se on muuttunut **fladaksi**. Ajan myötä meriyhteys vähenee yhä enemmän maankohoamisen takia, ja kun kynnys sijaitsee keskivedenkorkeudella, sukessiovaihetta kutsutaan **kluuvifladaksi**. Kluuviflada muuttuu **kluuviksi**, kun sen kynnys on noussut keskivedenkorkeuden yläpuolelle. Kluuvi on täten kuroutunut selvästi erilleen merestä, ja sillä on ainoastaan tilapäisesti yhteys mereen korkean meriveden aikana tai myrskyjen yhteydessä. Ajan kuluessa kluuvi kuroutuu täysin erilleen merestä ja muuttuu rannikon läheiseksi **järveksi**. Sen vedenpinta sijaitsee silloin alueen merivedenpinnan korkeimman tason yläpuolella. Viime vuosina se on ollut 0,9 m (Kaskinen - Pietarsaari). Järvi voi veden sisäänvirtauksen ja järven syvyyden mukaan vaihdellen soistua ja muuttua vähitellen maa-alueeksi.

Puro eroaa **joesta** valuma-alueen koon perusteella, mikä purolla on alle 100 km². **Norolla** on alle 10 km²:n kokoinen valuma-alue, jossa ei ole jatkuvasti vettä ja kalojen kulku ei ole mahdollista mainittavassa määrin. Jos kalojen kulku on mahdollista ja uomassa on jatkuvasti virtaamaa, vesistö määritellään puroksi, vaikka valuma-alue on pienempi kuin 10 km² (Wistbacka 2014).

Suomessa alle 10 hehtaarin fladat, kluuvit ja purot ovat suojeltuja. Matalat merenlahdet, jotka lämpenevät nopeasti, fladat, kluuvit, purot ja jokisuut voivat olla erinomaisia poikastuotantoalueita kevätkutuisille kaloille, kuten hauelle ja ahvenelle. Tässä selvityksessä käsitellään lähinnä kevätkutuisia kaloja, mutta myös madetta. Inventointiin sisältyy yhteensä 430 fladaa, kluuvia, järveä, puroa ja jokea.

1.2 Tarkoitus ja kohderyhmät

Raportissa kartoitetaan ja kuvataan rannikon pienvedet kalojen kutupaikkoina sekä muutokset, joita on tapahtunut edellisen kartoituskerran jälkeen vuosina 1997–1998. Tutkimus on laadittu erityisesti kalatalouden näkökulmasta ja antaa vastaukset siihen, mitkä alueet toimivat kalojen kutupaikkoina, mitkä ovat tärkeimmät kutualueet eri kalatalousalueilla, mitkä alueet kasvavat umpeen, millä alueilla kalojen vaellusreiteillä on esteitä ja mitä kunnostustarpeita eri alueilla on kalojen kutemisen

jatkumisen turvaamiseksi. Vesinäytteet ovat tärkeä osa inventointia. Vesinäytteiden avulla tutkittiin niiden vesistöjen happamoitumista, joissa on kalojen kutupaikkoja ja lisääntymisalueita. Kalojen kutupaikkojen ja poikastuotantoalueiden happamoitumisen tutkiminen vesinäytteitä ottamalla on tärkeä osa tätä inventointia.

Tutkimuksen kohderyhmiä ovat muun muassa kalatalousalueet, osakaskunnat, kalastajainseurat, kunnat, Pohjanmaan liitto, Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus, Varsinais-Suomen ELY-keskus, Länsi-Suomen aluehallintovirasto, Pohjanmaan kalaleader, kalastusjärjestöt sekä vesi- ja ympäristöyhdistykset.

Tutkimukseen on saatu rahoitus Varsinais-Suomen ELY-keskukselta kalatalouden edistämismäärärahasta (VARELY/979/2020) ja kalatalousmaksuista (VARELY/2960/2021).

1.3 Inventoinnit ja selvitykset 2009–2020

Wistbackan ja Snickarsin (2000) mukaan pienvesien inventointit- ja kunnostusmenetelmiä Pohjanmaan rannikolla on kehitetty muun muassa RIVI (2009–2011)-, FLISIK (2012–2014)- ja Kvarken flada (2016–2020) -hankkeissa. Kvarken flada -hankkeessa tutkittiin, minkä tyyppisessä vesistössä (merenlahti, flada, kluuvi) ahvenen- ja hauenpoikasten tuotanto oli suurin. Poikastuotannon onnistumisen edellytyksiä ovat, että vaellusreitti on riittävä kutukaloille keväällä ja poikasten takaisin mereen paluulle kesällä ja että lämpötilaolosuhteet ja veden laatu ovat suotuisat ja kutualusta on sopiva. Jos laskupuro fladasta tai kluuvista sulkeutuu, riskinä on poikasten kuoleminen vesistössä (Urho 1999). Veden lämpötila, pH, suolapitoisuus, typpipitoisuus ja sameus vaikuttavat poikastuotantoon. Vesikasvillisuus ja ravinto puolestaan vaikuttavat poikasten eloonjääntiin ja kasvuun. Haulle erityisesti kluuvit ovat hyviä lisääntymisalueita, koska kesän lämpösumma on niissä suuri, pohja on pehmeä ja aukon poikkipinta-ala on pieni (Kvarken Flada). Myös suojellut ruovikkovyöhykkeet ja kaatuneet ruovikot ovat tärkeitä hauen lisääntymis- ja kasvualueita (Kallasvuo ym. 2010; Hynninen ym. 2019). Rakkoleväkasvusto (*Fucus vesiculosus*) ei toisaalta ole tärkeä kutuympäristö haulle rannikkoalueilla (Kallasvuo ym. 2010). Happamista sulfaattimaista aiheutuva happamoituminen on suurin riski veden laadulle ja kutuolosuhteille Pohjanmaan pienvesissä. Alunamaiden (happamien sulfaattimaiden) halki kulkevat joet voivat olla alttiita ajoittaisille happamuusongelmille. Fladat ja kluuvit voivat osittain kompensoida happamoituneilla alueilla menetetyn poikastuotannon. Noin 50 kluuvia vastaa yhtä suurta jokisuistoa (Kvarken Flada).

VELMU-kartoituksessa on tutkittu ahvenen ja hauen poikastuotantoa ja laadittu mallinnuksia ahvenen poikastuotantoalueista. Tarpeellisilla kunnostustoimenpiteillä voi useiden tutkimusten mukaan olla suuri merkitys aikuisten kalojen esiintymiselle alueella. Sundbladin ym. (2014) mukaan kutualueiden suojelulla on suurin vaikutus aikuisten ahven- ja kuhakantojen suuruuteen alueilla, joilla on vähän kutualueita.

Made kutee tammi-helmikuussa vesistöjen matalikoilla tai virtavesissä. Kutu voi tapahtua myös järvissä, ja samassa järvessä voi olla sekä vaeltavia kantoja että paikallisia kalakantoja. Poikaset viettävät kevään matalissa rantavesissä, minkä jälkeen ne siirtyvät syvempiin vesiin (Hudd et al. 1984). Mateen ja sen poikasten kehitystä haittaavat rehevöitymisen ja happamoitumisen seuraukset (Urho 2011; Toivonen ym. 2020).

1.4 Veden laatuun vaikuttavat tekijät

Mereen yhteydessä olevat tärkeät kutualueet, joensuut, purot, lahdet, fladat ja kluuvit ovat tavallisesti alueita, joilla ihmisen vaikutus on voimakasta. Veden laatua uhkaavia ja siten kalanpoikasten kehitykseen vaikuttavia toimintoja ovat muun muassa metsien ojitus, turvetuotanto, ruoppaus, maankuivatus maataloudessa ja turkistuotanto. Turkistarhojen määrä alueella on vähentynyt merkittävästi 1980-luvun jälkeen. Merenkurkun alueella ruoppauksia on tehty 16 %:ssa ja rakennuksia pystytetty 60 %:ssa fladoja.

1.4.1 Happamoituminen

Suurin osa Suomen happamista sulfaattimaista sijaitsee Pohjanmaalla, ja maaperästä aiheutuva happamoituminen on laaja rannikkovesiä kuormittava ongelma alueella (Toivonen ym. 2019). Kuivatus metsätalouden ja turvetuotannon yhteydessä vaikuttaa maa-alueiden kuivumiseen, josta seuraa rikkiyhdisteiden välisiä hapettumisprosesseja maaperässä ja vedessä. Tämä prosessi happamoittaa vesiä ja saa alumiinin, kadmiumin ja kuparin kaltaiset metallit liukenemaan, jolloin ne virtaavat ajan myötä maalta järviin, jokiin ja lopulta mereen (Toivonen ym. 2013). Kuivatuilta alunamailta huuhtoutuvien happamien aineisten takia joet ovat ajoittain happamia. Happamoitumisongelma on vakavin kevät- ja syystulvien aikana vesistöjen keski- ja alajuoksulla. Happamoituminen aiheuttaa muutoksia kaloissa, pohjaeläimissä ja vesikasvillisuudessa. Kutuaikana kalat kerääntyvät yhteen, jolloin happamat vedet voivat johtaa aikuisten kalojen joukkokuolemiin. Lisäksi happamoituminen voi myös estää hedelmöityneen mädin kehittymistä. Happamoitumisen sietokyky vaihtelee kuitenkin paljon kalalajeittain, esim. ahven ja hauki voivat elää ympäristöissä, joissa pH on 4,5 (Sutela & Vehanen 2017). Lohikaloille puolestaan ihanteellinen pH-taso on 6,5–8 (Rahkonen ym. 2012). Kalkitsemista käytetään happamoitumisen vähentämiseen alueella. Vesistöissä ilmenee säännöllisin väliajoin happamoitumista Pohjanmaalla, jossa sijaitsee happamia sulfaattimaita. Viimeksi vakava vesistön happamoitumisvaihe koettiin vuonna 2006, jolloin myös kalojen joukkokuolemia havaittiin. Vesistöjen happamoitumisten riski on olemassa.

1.4.2 Rehevöityminen

Rehevöityminen on tehomaatalouteen siirtymisen jälkeen 1950-luvun alussa muuttanut rannikkoympäristöä muun muassa siten, että sinileväkukinnot ovat levinneet laajemmalle, hienosäikeisiä leviä on alkanut esiintyä ja rakkolevän levinneisyys on pienentynyt. Rehevöityminen aiheuttaa muutoksia muun muassa happipitoisuuksissa, sameudessa, lajistossa ja lajien välisessä vuorovaikutuksessa. Esimerkiksi särkikalat ja kuha hyötyvät rehevöitymisestä ja ahven kärsii siitä (Lappalainen ym. 2001). Rannikon vesistöt ovat enemmän tai vähemmän rehevöityneitä, johon ovat syynä muun muassa jokien ravinnepitoisista vesistä aiheutuva kuormitus sekä haja-asutuksesta, maa- ja metsätaloudesta, turkistarhauksesta ja kasvihuoneista aiheutuva hajakuormitus. Myös vedenpuhdistamoista aiheutuva pistekuormitus aiheuttaa rehevöitymistä. Selkämeren kokonaistyyppikuormituksesta maatalouden osuus on 59 %, yhteiskunnan 17 % ja kerrostumisen järvissä 8 % (Korpinen ym. 2018). Selkämeren suurimmat fosforikuormituksen lähteet ovat maatalous (66 %), haja-asutus (14 %), metsätalous (5 %), teollisuus (5 %) ja kalanviljely (5 %).

1.4.3 Ilmastonmuutos

Ilmastonmuutos voi vaikuttaa rehevöitymisen ja happamoitumisen laajuuteen. Ilmastomallien mukaan ilmastonmuutos lisää sademääriä ja nostaa keskilämpötiloja Suomessa. Tämä näkyy entistä suurempina valumavesinä maa-alueilta, mikä voi lisätä ravintoaineiden, orgaanisten aineiden ja happamoituneiden vesien valumista.

EConnect 2022 -hankkeessa Merenkurkun aluetta koskevat ilmastomallit osoittivat, että veden keskilämpötila lähellä pohjaa voi nousta kesällä 3 °C Pohjanlahden keskiosassa tämän vuosisadan loppuun mennessä. Vesi lämpenee matalilla alueilla syviä alueita enemmän. Lämpöaallot meressä voivat tulevaisuudessa olla vakava uhka pinnanalaiselle elämälle. Talvista tulee mallien mukaan entistä lämpimämpiä ja merijään paksuus voi muuttua yli 80 % ohuemmaksi tämän vuosisadan loppuun mennessä.

Kohonneet keskilämpötilat voivat voimistaa sinileväkukintoja kesäisin. Kohonneet keskilämpötilat ovat epäedullisia kylmän veden lajeille, kuten siialle ja mateelle, ja toisaalta suotuisia kevätkutuisille lajeille, kuten kuhalle ja ahvenelle.

1.4.4 Ruoppaukset ja rakentaminen ranta-alueilla

Veneväylien ja rantojen ruoppaukset sekä tuulivoiman rakentaminen ja muu rakentaminen aiheuttavat mekaanisia häiriöitä ja muutoksia ympäristöissä joko vähentämällä suoraan elinympäristöjen ja kutualueiden laajuutta tai muuttamalla välillisesti veden virtausta, lämpötilaa tai muita abioottisia olosuhteita. Ruoppaus tuhoaa pohjaympäristön ja voi lisäksi vaikuttaa veden voimistuneeseen virtaukseen esim. fladoissa tai kluuveissa, jotka avataan veneliikenteen mahdollistamiseksi. Veden voimakkaampi virtaus aiheuttaa lämpötilojen laskemisen tällaisissa puoliksi suljetuissa vesissä, mikä vaikuttaa kielteisesti kevätkutuisien lajien kutuun, poikasten kehittymiseen ja kasvuun.

Tietoruutu happamista sulfaattimaista

Happamat sulfaattimaat ovat peräisin sedimenteistä, joita on muodostunut jääkauden jälkeen niin sanotun litorinakauden (noin 8 000 vuotta sitten) alkamisen jälkeen. Jokisuistoissa mineraalihiukkaset kerrostuivat yhdessä valtavan määrän orgaanisia materiaaleja kanssa. Orgaaninen materiaali on peräisin ruokoista ja muista matalissa vesissä viihtyvistä kasveista. Sedimentin biologisissa ja kemiallisissa prosesseissa merivedestä peräisin oleva rikki rikastui sedimentissä rautasulfideiksi. Maankohoamisen myötä rikkipitoinen sedimentti kohoaa ylös merestä. Tasaisen maaston ja turpeen kasvun johdosta sedimentit imeytyvät kuitenkin korkealla olevaan pohjaveteen, vaikka sedimentit sijaitsevat nykyään jopa 100 metriä merenpinnan yläpuolella. Rikkipitoista sedimenttiä muodostuu vielä nykyäänkin matalissa ympäristöissä rannikolla.

Hienorakeisia ja rikkipitoisia sedimenttejä on siten lähinnä jokilaaksoissa sekä suomaiden ja järvien alapuolella. Ennen muuta suurten ojitushankkeiden aikana 1950-, 1960- ja 1970-luvuilla suuria aloja tällaisista alueista kuivatettiin Pohjanmaalla. Järvien veden pintaa on laskettu ja suomaita on ojitettu maa- ja metsätalouden tarkoituksissa; mudat ovat osoittautuneet helposti työstettäväksi ja ravinteikkaiksi. Kuivatuksen yhteydessä aiemmin pohjaveteen imeytyneet sedimentit joutuvat kosketuksiin hapen kanssa, jolloin rautasulfidit hapettuvat rikkihapoksi. Tästä seuraa voimakas happamoituminen. Jos mineraalimaan pH-arvo laskee alle 4,0:n tämän prosessin seurauksena, muodostuu hapan sulfaattimaa. Turvemaan pH-rajana on 3,0. Happamien sulfaattimaiden muodostuessa sitkeät ja tiiviit mudat saavat entistä rakeisemman rakenteen, jolloin niistä tulee ryynnimäisiä. Tällaisissa olosuhteissa useat metallit, joita on luonnonmineraaleissa, muuttuvat liukeneviksi ja huuhtoutuvat helposti vesistöön sulamisvesien ja runsaiden syysateiden mukana. Vahingolliset aineet eivät kuitenkaan valu kokonaan nopeasti vesistöön, vaan happamista maista aiheutuva kuormitus voi kestää useita vuosikymmeniä. Keväisin ja syksyisin osassa Pohjanmaan vesistöjä pH-arvot ovat alhaisia ja esimerkiksi alumiini-, kadmium-, mangaani-, nikkeli-, sinkki- ja uraanipitoisuudet nousevat niin, että ne ylittävät tausta-arvot kymmen- tai jopa satakertaisesti. Lähinnä korkeat alumiinipitoisuudet yhdessä alhaisen pH-arvon kanssa ovat aiheuttaneet näkyviä kalakuolemia ja heikentäneet kalakantoja kroonisesti monessa joessa ja monella rannikkoalueella Pohjanmaalla. Jokisuistojen ja puronsuiden matalat ympäristöt ovat tärkeitä lisääntymisalueita monille kalalajeille. Vaikka näkyvät kalakuolemat ovat suhteellisen harvinaisia, vuosittainen kuormitus vaikuttaa kalakantoihin voimakkaasti ja aiheuttaa usein lisääntymisen epäonnistumisen. Poikaset ovat aikuisia kaloja herkempiä ja niillä on vain rajalliset mahdollisuudet vältellä huonolaatuisia vesiä.

Happamista sulfaattimaista vesistöön joka vuosi liukenevien metallien aiheuttama hajakuormitus on teollisuudesta ja kaivoksista aiheutuvaa kuormitusta suurempi. Kuormitusta on yritetty pienentää muun muassa kalkituksella ja kuivatuksen sääntelyllä. Ongelma on kuitenkin vaikeasti ratkaistavissa eikä tällä hetkellä ole käytettävissä ihmekonsepteja, joilla tilannetta voitaisiin nopeasti parantaa suurella mittakaavassa. Ilmiö vaikuttaa vielä pitkään Pohjanmaan vesistöihin. Ongelman ehkäiseminen on tehokkain tapa. Tärkeää on ennen muuta se, ettei rikkipitoisiin sedimentteihin kajota. Välttämättömissä kuivatus- ja kaivuutöissä on otettava riskit huomioon paitsi maa- ja metsätaloudessa myös kaikenlaisissa maankäytössä ja kaikenlaisissa toimenpiteissä, jotka liittyvät rikkipitoisiin sedimentteihin, vesistöjemme ekologisen tilan elpymisen nopeuttamiseksi.

Janne Toivonen

Luku 2. Menetelmät

2.1 Tutkimusalue ja toteuttajat

Tutkimusalue kattaa Pohjanmaan ja Keski-Pohjanmaan rannikon, etelästä Kristiinankaupungista pohjoiseen Himankaan. Raportti on jaettu kalatalousalueiden mukaan. Siihen sisältyvät Merenkurkun kalatalousalue kahteen osa-alueeseen jaettuna (Raippaluoto–Björköby, Mustasaaren manner – Maksamaa – Oravainen – Vöyri), Pohjoisen Rannikko-Pohjanmaan kalatalousalue kahteen osa-alueeseen jaettuna (Uusikaarlepyy, Pietarsaari–Luoto) sekä Eteläisen Rannikko-Pohjanmaan kalatalousalue kahteen osa-alueeseen jaettuna (Närpiö–Kaskinen, Korsnäs–Maalahti–Vaasa). Kaikista kalatalousalueista esitetään yleiskuvaus ja kartta, johon on merkitty numeroitujen vesistöjen sijainti, sekä taulukkomuodossa yhteenveto vesistöjen tiedoista, kuten niillä esiintyvistä kutukaloista. Isojen vesistöjen kohdalla esitetään ELY-keskusten vesinäytteiden tulokset pitemmältä ajalta.

Konsultit Carina Rönn (Kvarken Nature & Fishing) ja Ralf Wistbacka (Y Work Consulting II) vastasivat kenttätyöstä ja raportin kirjoittamisesta yhdessä Österbottens Fiskarförbund -yhdistyksen toiminnanjohtajan Marina Nyqvistin, hankepääällikön Anni Seleniuksen ja harjoittelijoiden, Linus Lähteenmäki, Frida Lähteenmäki ja Sandra Blomqvist kanssa.

Kenttäkäynneillä saatiin apua muilta organisaatioilta ja henkilöiltä, jotka tunsivat paikalliset olosuhteet.

2.2 Inventoinnit ja vesinäytteiden otto kentällä

Vesistöjen tärkeysjärjestyksen määrittäminen kentällä tapahtuvaa inventointi ja vesinäytteiden ottoa varten perustui paikallisten toimijoiden haastatteluihin sekä ilmakuviin tarkastamiseen ja edelliseen raporttiin (Wistbacka & Snickars 2000). Tärkeysjärjestyksessä alhaisella sijalla olevista vesistöistä analysoitiin pH, korkeammalla sijalla olevista vesistöistä analysoitiin pH, sähkönjohtavuus, alkaliniteetti, sulfaatit ja asiditeetti ja kaikkein korkeimmalla sijalla olevista analysoitiin pH, sähkönjohtavuus, alkaliniteetti, sulfaatit, asiditeetti ja rauta- ja alumiinipitoisuudet. Niistä kluuveista ja järvistä, jotka ovat tunnetusti happamia tai joissa perusanalyysi viittasi happamuusongelmaan, tehtiin laajemmat vesianalyysit. Perusanalyysit tehtiin vesinäytteistä, jotka otettiin fladoihin virtaavista ojista. Keväällä 2020 vesistöistä, joissa pH-arvo oli edellisenä vuonna 5,2–5,3, otettiin vesinäytteet laajempia vesianalyysseja varten (pH, asiditeetti, sähkönjohtavuus, alumiini- ja rautapitoisuus). Muista vesistöistä tehtiin perusanalyysit (pH, asiditeetti, sähkönjohtavuus) tai tehtiin vain pH-analyysi. Vuoden 2019 vesinäytetulosten perusteella tunnistettiin vesistöt, joissa pH-arvon seuranta olisi tarpeellinen kerran viikossa kevättulvien aikana. Tämä tehtiin joissakin vesistöissä vuonna 2020 tai 2021. Vaasalainen KVVY-Botnialab vastasi vesinäytteiden analysoinnista.

Vesinäytteet otettiin vuosina 2019–2022 suurimmaksi osaksi kevättulvan jälkeen toukokuun puolivälistä kesäkuun alkuun kestävän jakson aikana. Osassa tärkeiksi katsottuja vesistöjä otettiin näytteitä useana vuonna veden laadun tarkkailemiseksi pidemmällä aikavälillä. Raportissa on esitetty ELY-keskuksen vuosittaisen seurannan tulokset veden laadusta isoissa vesistöissä.

Vesinäytteiden analysoinnin perusteella arvioitiin metsä- tai peltomaiden ojituksista mahdollisesti aiheutuva kuormittava vaikutus vesistön veden laatuun.

Täydentäviä paikallisten toimijoiden haastatteluja tehtiin kenttäkäyntien yhteydessä tai soittamalla. Haastatteluilla selvitettiin, onko vesistössä tai ympäröivällä alueella tehty esimerkiksi ojituksia tai muita toimenpiteitä ja milloin ne tehty, vesistön merkitys kalantuotannolle sekä paikallinen kiinnostus inventoida tai kunnostaa vesistö.

Useimpien pienien vesistöjen vedenpinnan korkeutta suhteessa merenpintaan ei ole määritetty kartalla. Tämän takia sähköjohtavuuden analysointi on hyvä määrittämenetelmä, jonka avulla voi arvioida, virtaako vesistöön murtovettä. Mikäli sähköjohtavuus on koholla, vedessä on suurempi määrä liuenneita ioneja, mikä viittaa siihen, että vesistö on yhteydessä mereen ja vesistö määritellään siten kluuviksi.

Valokuvia otettiin koko alueesta kokonaisuutena ja tuloväylästä mielellään tarkemmin. Alueet kartoitettiin nopeasti mukaan lukien havainnot kalojen vaelluksesta ja niiden edellytyksistä, tuloväylästä ja nousevista kaloista (hauki, ahven, särki).

Kesäkuukausina tutkittiin noin 80 vesistöä tarkoituksena ennen muuta tunnistaa vaellusesteet, jotka ovat muodostuneet puroihin liian tiheästä vesi- ja rantakasvillisuudesta. Keväällä kasvillisuus on vielä niukkaa, joten erityisesti matalilla puroilla oli käytävä myöhemmin kesällä kalojen vaellusmahdollisuuksien tarkastamiseksi. Inventointien aikana tehtiin muistiinpanoja yleisimmistä kasvilajeista ja havaituista kalanpoikasista. pH-taso määritettiin ottamalla näytteitä eri puolilta vesistöä.

2.3 Veden kemialliset parametrit

Veden **pH-arvo** ilmaisee happamoittavien vetyionien pitoisuuden vedessä. Vesi ei ole happamoitunut, jos pH-arvo on yli 6. Riskivähykkeellä arvo on 5,5–6,0. Vesi on hapanta, kun pH-arvo on 5,0–5,5. Kun pH-arvo laskee 5,4:ään, alumiinin ja raudan liukenevuus kasvaa. Erityisesti liuenneet alumiini-ionit (Al^{3+}) ovat myrkyllisiä kaloille ja kalanpoikasille. Vesi on voimakkaasti hapanta, kun pH-arvo laskee 4–5:een, ja erittäin voimakkaasti hapanta, jos se laskee alle 4:n.

Asiditeetti (mmol/l) ilmaisee happamoittavien ionien pitoisuuden vedessä. Niihin sisältyvät vetyionit, humushapot ja metalli-ionit (rauta, alumiini, mangaani jne.). Asiditeetti määritetään mittaamalla natriumhydroksidiliuoksen kulutus, kun vesi titrataan pH-arvoon 8,3. Vaikka kahden vesistön pH-arvo olisi sama, happamoitusvaikutukset voivat poiketa toisistaan tai tarvittavan kalkituksen laajuus voi vaihdella asiditeetin perusteella. Jos vesi ei ole hapanta, asiditeetti on tavallisesti alle 0,3 mmol/l. Jos vesi on hapanta tai erittäin hapanta, asiditeetti voi olla 0,3–2 mmol/l. Erittäin happaman veden asiditeetti on yli 2 mmol/l (Weppling 1997).

Alumiinin kokonaispitoisuus ilmaisee alumiiniyhdisteet ja alumiini-ionit. Al^{3+} (labiili alumiini) on alumiinin vaarallisin muoto. Labiilin alumiinin (Al^{3+}) liukenevuus kasvaa merkittävästi, kun pH-arvo on alle 5,4. Laboratoriotutkimuksissa liuenneen alumiinin osuus kasvoi 30 %:sta 80 %:iin, kun pH-arvo laski 6,0:sta 4,0:aan (Vuorinen ym. 1993). Kalsiumionit ja humuksen kaltaiset orgaaniset aineet vähentävät alumiinin myrkyllisyyttä (Vuorinen ym. 1990). Alumiinipitoisuus virtavesissä, joihin alunamaat vaikuttavat, on 1 300–31 000 $\mu\text{g/l}$. Mediaani on 2 900 $\mu\text{g/l}$ (Weppling 1993).

Raudan kokonaispitoisuus ilmaisee rautayhdisteet. Hapetetussa vedessä rautayhdisteet eivät ole yhtä myrkyllisiä kaloille kuin alumiini. Alueellamme Myllynen ym. (1997) osoittivat, että nahkiaistenpoikasten maksimitoleranssitaso Perhonjoessa oli 4 mg/l, kun pH oli 5,0, ja 6 mg/l, kun pH oli 6,0.

Sulfaattia (SO_4^{2-}) vapautuu, kun alunamaat hapettuvat. Sulfaattipitoisuus voi ilmasta, vaikuttavatko alunamaat ja alunamaiden kuivatus vesistöön. Suomessa järvien sulfaattipitoisuuden mediaani on 3,4 mg/l (Forsius et al. 1990). Luodonjärvessä sulfaattipitoisuuden suurimmat mediaaniarvot olivat 29–30 mg/l touko-kesäkuussa ja 30–39 mg/l marras-helmikuussa (Toivonen 2013). Weppling (1993) soveltaa pitoisuutta 20 mg/l rajana sille, milloin vesistöön vaikuttavat happamat alunamaat. Järvissä, joihin virtaa murtovettä, sulfaattipitoisuuteen vaikuttaa meriveden sulfaattisisältö.

Sähkönjohtavuus ilmaisee veden ionipitoisuuden. Makean veden sähkönjohtavuus on 2–8 mS/m ja virtavesien, joihin alunamaat vaikuttavat, sähkönjohtavuus on 7–155 mS/m (Weppling 1993). Meriveden sähkönjohtavuus on tavallisesti 500–1 000 mS/m. Jos järvi sijaitsee yli 0,6 m merenpinnan yläpuolella ja jos järiveden sähkönjohtavuus on yli 10 mS/m, siihen todennäköisesti vaikuttavat alunamaat. Jos järiveden sähkönjohtavuus on yli 20 mS/m, alunamaiden vaikutus on ilmeinen.

2.4 Tietojen kerääminen

Muiden hankkeiden ja raporttien kirjallisuushakuja tehtiin vesistöjä koskevien tietojen täydentämiseksi tuoreilla tiedoilla. Joillakin alueilla, esim. Vaasassa, Uudessakaarlepvyssä ja Kokkolassa, laaditaan velvoiteraportteja ympäristölupien vuoksi. Näiden raporttien tiedot sekä tiedot perkuista, säännöstelyistä ja muista toimista eri vesistöissä kerättiin viimeisten kymmenen vuoden ajalta.

2.5 Rantayleiskaavat

Yleiskaavat ovat yleisiä suunnitelmia kuntien maankäytöstä. Yleiskaava voi koskea koko kuntaa tai tiettyä aluetta, jolloin sitä kutsutaan osayleiskaavaksi. Rantayleiskaavat ohjaavat erilaisten toimintojen sijoittamista ranta-alueille, kuten rakentamista, palveluja, virkistyskäyttöä ja luonnonsuojelua ranta-alueilla. Kaavoitusta sääntelee maankäyttö- ja rakennuslaki. Lisäksi rakentamista ranta-alueilla säädelään ranta-asemakaavoilla. Yleiskaavat ja asemakaavat poikkeavat toisistaan siten, että yleiskaavan perustana on kunnan strategia ja asumista, elinkeinoja ja virkistyskäyttöä koskevat kehitystavoitteet. Asemakaava puolestaan on tarkempi ja perustuu usein maanomistajien omiin rakennustoiveisiin. Meren tai muun vesialueen rantavyöhykkeelle ei saa pystyttää rakennuksia ilman voimassa olevaa asema- tai yleiskaavaa.

Vapaa-ajan rakentamista ranta-alueilla koskevien kaavojen sisältövaatimuksissa painotetaan luonnonolosuhteiden, maiseman, vesiensuojelun ja virkistyskäytön huomioon ottamisen tärkeyttä (Jarva 2005).

Kaikki vesistöt eivät sisälly rantayleiskaavaan. Kaavojen sisältö vesialueiden huomioon ottamisen suhteen vaihtelee suuresti eri kunnissa, minkä lisäksi rantayleiskaavan laatimisajankohta vaikuttaa sen sisältöön. Useissa vanhemmissa rantayleiskaavoissa on otettu huomioon vain maa-alueet. Uusissa

rantayleiskaavoissa on otettu huomioon myös pienet vesistöt ja vesilaisissa, metsälaisissa ja luonnonsuojelulaisissa niitä koskevat kohdat.

Jäljempänä luetellut rantayleiskaavat on tarkastettu ja vesialueita koskevat määräykset/merkinnät on ilmoitettu asianmukaisen vesistön tiedoissa kohdassa **Muuta**. Kaavat ovat käytettävissä kuntien kotisivuilla.

Vöyrin kunta – Merenrantojen ja asuinalueiden yleiskaava (2005). Meren rannalla olevien kylien osayleiskaava (2008), Maksamaan keskustan ja Tottesundin osayleiskaava (2011)

Mustasaaren kunta – Björkö–Raippaluodon rantayleiskaava, tarkistus aloitettu 2017. Mannerrantojen rantayleiskaava (2012), suunnitellun tarkistuksen aloitus 2023. Raippaluodon osayleiskaava, kaavaa tarkistetaan parhaillaan.

Vaasan kaupunki – Saariston osayleiskaava (1984) – kaava-alueeseen kuuluu osia Gerbyn, Västervikin ja Sundomin saaristosta sekä niihin suoraan rajoittuvat mantereen osat. Kaavoituksen ulkopuolelle on jätetty ranta-alueita lähellä kaupunkia Kronvikista etelässä Västervikin satamaan pohjoisessa. Nämä alueet sisältyvät Vaasan yleiskaavaan 2030 (2011).

Maalahden kunta – Maalahden kunnan merenrantojen osayleiskaava (1996).

Korsnäsön kunta – Korsnäsön kunnan rantayleiskaava (1999).

Närpiön kaupunki – rantayleiskaava (1999)

Kaskisten kaupunki – Kaskisten yleiskaava 2030 (2012)

Kristiinankaupunki – rantayleiskaava (2000), Karhusaaren osayleiskaava, Härkmeren osayleiskaava

Rantayleiskaavoissa käytetyt kaavamerkinnät noudattavat määritettyjä normeja. Erilaisilla lisäyksillä annetaan yksityiskohtaisia lisäohjeita alueen käytöstä ja sallituista toiminnoista. Lisäykset ja niihin sisältyvät määräykset voivat vaihdella kuntien välillä sen mukaan, miten kunnassa on tarve ohjata eri toimintoja. Lisäykset merkitään usein käyttämällä numeroita, kuten RA-1, SL-1, SL-2. Jäljempänä on esitetty kuvaus muutamasta yleisestä merkinnästä ja niiden merkityksestä.

A – asuntoalueet ja alueet, joilla on vakituista asutusta

RA – vapaa-ajan asutuksen alue

RM – matkailupalvelujen alue.

VR – retkeily- ja ulkoilualue

VL – lähivirkistysalue

M – maa- ja metsätalousvaltainen alue

MY – maa- ja metsätalousvaltainen alue, jolla on erityisiä ympäristöarvoja.

MU – maa- ja metsätalousvaltainen alue, jolla on erityistä ulkoilun ohjaamistarvetta, rakentaminen kielletty

SL – luonnonsuojelualue

W – vesialue

LV – vesiliikenteen alue, pienvenesatama, kalastussatama

/s – lisäys, joka tarkoittaa, että alueella säilytetään ympäristö, esim. W/s

luo – alue, joka on luonnon monimuotoisuuden kannalta erityisen tärkeä.