



Kymijoen
vesi ja ympäristö ry



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

SOMPASEN KUNNOSTUSSUUNNITELMA

Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n tutkimusraportti no 267/2014

Mirva Ketola



SISÄLLYS

1 TAUSTAA	1
2 SOMPANEN	1
2.1 JÄRVEN PERUSTIEDOT	1
2.2 VALUMA-ALUE	1
2.3 SÄÄNNÖSTELY	4
2.4 LUONNONSUOJELUALUEET	4
2.5 VESIALUEEN OMISTUS	4
2.6 JÄRVEN KÄYTTÖ	4
3 SOMPASEN TILA JA SEN KEHITYS	5
3.1 VESIPUITEDIREKTIIVIN MUKAINEN LAATULUOKITUS	5
3.2 VEDEN LAATU JA SEN KEHITYS	5
3.3 HAPPIPITOISUUS	10
3.4 KASVIPLANKTON JA A-KLOROFYLLI	12
3.5 ELÄINPLANKTON	14
3.6 POHJAELÄIMET	17
3.7 SULKASÄÄSKI	20
3.8 KALASTO	23
3.9 VESIKASVILLISUUS	24
3.10 SEDIMENTTI	26
4 SOMPASEN KUORMITUS	28
4.1 OJAVESINÄYTTEENOTTO	29
4.2 VEMALA-KUORMITUSLASKENTA	33
4.3 LLR-KUORMITUSVAIKUTUSMALLINNUS	35
4.4 SISÄINEN KUORMITUS	36
5 JÄRVEN ONGELMIEN KUVAUS	40
6 HANKKEEN TAVOITTEET	41
7 SOMPASELLE SUOSITELTAVAT TOIMENPITEET	41
7.1 SOVELTUVAT TOIMENPITEET	41

7.2 ULKOISEN KUORMITUKSEN VÄHENTÄMINEN	42
7.2.1 Kuormituksen synnyn vähentäminen	43
7.2.2 Kuormituksen alentaminen syntypaikan ulkopuolella	46
7.3 RAVINTOKETJUKUNNOSTUS	49
7.4. HAPETUS	50
7.5 VESIKASVILLISUUDEN NIITOT	52
7.6 RUOPPAUS	54
8 SUOSTUMUKSET, SOPIMUKSET JA LUVAN TARVE	55
9 RAHOITUSMAHDOLLISUUDET	56
10 JATKOSUOSITUKSET	58
VIITTEET	60

LIITTEET 1-8

- Liite 1 Eläinplanktonitutkimuksen menetelmät ja laskentatulokset
- Liite 2 Sulkasääskitutkimuksen menetelmät ja laskentatulokset
- Liite 3 Ojavesinäytteenoton menetelmät ja tulokset
- Liite 4 Kotamäki, N. 2014. Sompasen LLR-kuormitusvaikutusmallinnus. Suomen ympäristökeskus, SYKE. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n tutkimusraportti no 268/2014.
- Liite 5 Kuisma, M. 2014. Sompasen hoitokalastussuunnitelma. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n tutkimusraportti no 269/2014.
- Liite 6 Kokko, L. 2014. Sompasen niittosuunnitelma. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n tutkimusraportti no 270/2014.
- Liite 7 Kauppinen E. & Saarijärvi E. 2014. Sompasen happitilanteen parantamismahdollisuudet. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n tutkimusraportti no 271/2014.
- Liite 8 Ahola, M. 2014. Sompasen valuma-alueen vesiensuojelusuunnitelma. OTSO Metsäpalvelut. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n tutkimusraportti no 272/2014.

1 TAUSTAA

Tämä Sompasen kunnostussuunnitelma on laadittu osana Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n toteuttamaa Kymijoen alueen järvikunnostushanketta (2013–2014), jonka rahoittajina ovat Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahasto sekä Kaakkois-Suomen ja Hämeen ELY-keskukset. Hankkeen tavoitteena on ollut auttaa osakaskuntia hoitamaan omia järviään tarjoamalla asiantuntija-apua järven alkutilan kartoitukseen sekä kunnostussuunnitelmien laatimiseen. Hankkeeseen valituilla 10 järvellä oli todettavissa rehevöitymisen aiheuttamia haittoja vesiekosysteemille sekä järven virkistyskäytölle. Järvet olivat vesipuidedirektiivin mukaisen laatuluokituksen mukaan tyydyttävässä tilassa, kun vesienhoidon tavoitteena on hyvä ekologinen tila. Hankkeeseen valituilla järvillä oli merkittävää paikallista aktiivisuutta ja kiinnostusta järven kunnostamista kohtaan. Näin oli tilanne myös Kouvolan Sompasella.

Kunnostussuunnitelmassa käydään läpi Sompasen tila, kuormitus, ongelmat sekä kunnostuksen tavoitteet. Tämän jälkeen käsitellään Sompaselle suositeltavia toimenpiteitä, joille on laadittu myös tarkemmat suunnitelmat. Nämä toimenpidesuunnitelmat ovat tämän kunnostussuunnitelman liitteenä, mutta ne ovat ladattavissa yhdistyksen verkkosivuilta myös erillisinä tutkimusraportteina.

2 SOMPANEN

2.1 JÄRVEN PERUSTIEDOT

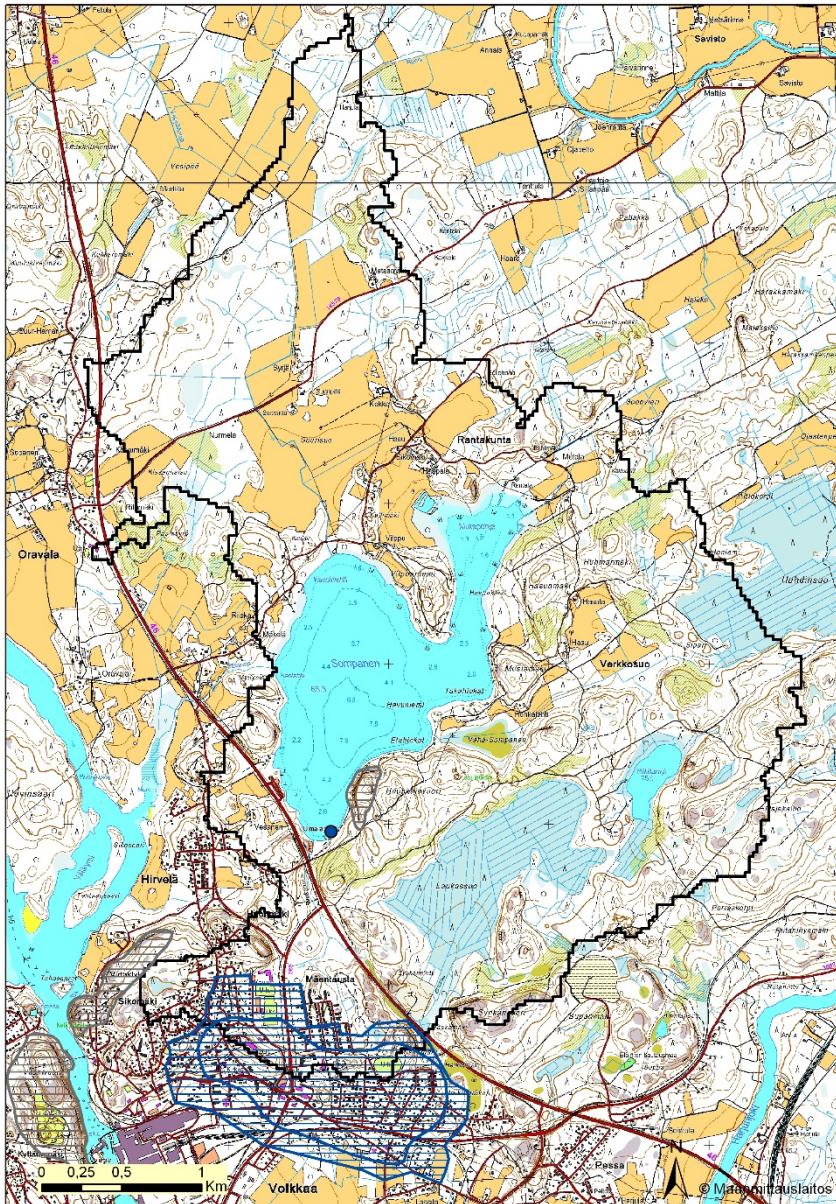
Kouvolassa entisen Valkealan ja Kuusankosken rajalla sijaitseva Sompanen (14.121.1.001; Kuva 1) kuuluu Kymijoen vesistöalueeseen ja Pyhäjärven valuma-alueeseen (14.121). Ympäristöhallinnon OIVA Ympäristö- ja paikkatietopalvelun Hertta-tietokannan perustiedot Sompasesta on esitetty Taulukossa 1. Sompasen pinta-ala on 152 ha ja rantaviivaa järvellä on 7,6 km. Järven keskeisellä selkääalueella on järven syvin kohta, jossa suurin syvyys on 8,5 m. Järvi on varsin matala keskisyvyyden jäädessä 3,1 metriin. Järven laskennallinen viipymä on noin vuoden (VEMALA, Suomen ympäristökeskus 2014).

2.2 VALUMA-ALUE

Sompasen valuma-alueen rajausta määriteltiin Ympäristöhallinnon Value-työkalulla, jonka mukaan valuma-alueen pinta-ala on 1 485 ha (Taulukko 1; Kuva 1). Tästä järven oma pinta-ala muodostaa 10 %. Lisäksi Sompasen valuma-alueella on pieni 8,5 ha:n suuruinen Riihilampi. (Kuva 1; Ympäristöhallinnon OIVA Ympäristö- ja paikkatietopalvelu). Sompasen vedet laskevat Sompasen länsirannalta lähtevää Muronojaa pitkin Pyhäjärven alapuoliseen Välikymeen, ja edelleen Kymijokea pitkin Suomenlahteen.

Taulukko 1. Sompanen perustiedot on poimittu ympäristöhallinnon OIVA Ympäristö- ja paikkatietopalvelun Hertta-tietokannasta. Valuma-alueen pinta-ala määritettiin Value-työkalulla (ks. Kuva 1). Viipymä on haettu vesistömallijärjestelmästä (VEMALA; Suomen ympäristökeskus 2014).

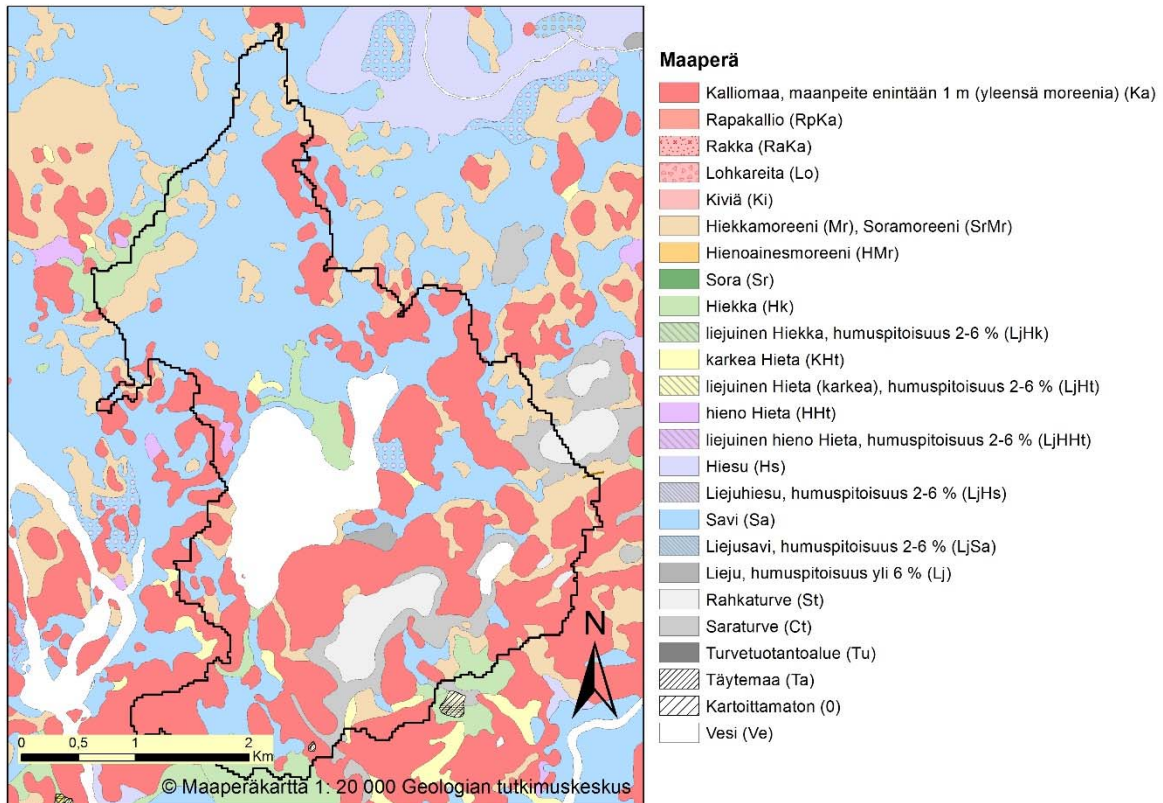
Sompanen	
Pinta-ala	151,7 ha
Valuma-alueen pinta-ala	1 485 ha
Tilavuus	4 629 150 m ³
Suurin syvyys	8,5 m
Keskisyvyys	3,1 m
Rantaviivan pituus	7,6 km
Saarten lukumäärä	2
Saarten pinta-ala	0,05 ha
Saarten ranta-viivan pituus	0,1 km
Viipymä	361 vrk



Kuva 1. Sompanen ja sen valuma-alue. Valuma-alueen rajausta määritettiin Value-työkalulla. Value-mallinnuksessa hyödynnetään korkeusmallin pohjalta laskettua virtaus-suuntagradiä, joka pohjautuu maanmittauslaitoksen 25 metrin hilioihin laskettuun korkeusmalliin.

Kartassa on myös esitetty ympäristöhallinnon OIVA Ympäristö- ja paikkatietopalvelusta löytyvät pohjavesialueet (sininen vaakaviivitus), arvokallioalueet (harmaa vaakaviivitus) sekä uimaranta (sininen piste).

Sompasen valuma-alueen maaperä koostuu suurimmaksi osaksi kalliomaasta ja savesta. Savea yhtenäisenä, laajahkona alueena esiintyy valuma-alueen pohjoispuoliskossa. Muita valuma-alueen maalajeja ovat hiekka- ja soramoreenit sekä etelä- ja itäosan sara- ja rahkaturvemaat. Lisäksi alueelta on löydettävissä hiekkavaltaisia muodostumia keski- ja kaakkoisosasta (Kuva 2). Sompasen valuma-alueen etelärajalalla on Voikkaan kaupunginosan alueella hiekkavaltaisen ekstramarginaalisen jäätikköjokimuodostuman pohjavesialue (Kuva 1).



Kuva 2. Sompasen valuma-alueen maaperäkartta.

Maankäytöltään etenkin valuma-alueen savinen pohjoispuolisko on peltovaltaista maatalousaluetta. Peltoalan osuus koko maa-alasta Sompasen järven valuma-alueella on 20 %. Muualla kasvupaikkana on pääasiassa tuore kangas, jonka joukossa vuorottelevat pienialaiset lehtomaiset tai kuivahkot kankaat. Valuma-alueen suot ovat pääasiassa ojitettuja. Merkittävin suoalue on valuma-alueen kaakkoisosassa sijaitseva Laukassuo. Muita suoalueita on Riihilammen ympäristössä sekä alueen koilliskulmaan ulottuva Huhdinsuo. Vähä-Sompanen järven itärannalla on entinen järvi, joka on muuttunut avosuoksi. Vähä-Sompanen on kuivatettu tietävästi 1950-luvulla järven pinnanlaskun yhteydessä. Valuma-alueen eteläosaan ulottuu Voikkaan kaupunginosan taajama-alue. Valuma-alueella on myös viemäriverkon ulkopuolista haja-asutusta järven itäpuolen ollessa viemäriverkon ulkopuolella.

2.3 SÄÄNNÖSTELY

Sompasen pinnankorkeus on N60+68,3 (OIVA Ympäristö- ja paikkatietopalvelu). Järveä on laskettu kesävedenpinnasta noin 35 cm vuosien 1948–59 aikana toteutetussa hankkeessa, jossa laskukaivaus on saatu loppuun vuonna 1957. Vesijättömaat on pääosin lunastettu. Laskuojassa eli Muronojassa on pohjapato, jossa pinnankorkeutta säädellään kivillä. Aukon laajuutta säätelemällä pyritään pitämään haihtumavara kesälle, ettei vedenpinnan taso laske liikaa. Pieni virtaus turvaa veden saannin padon alapuolella olevalle eliöstölle.

2.4 LUONNONSUOJELUALUEET

Sompasen valuma-alueella ei ole varsinaisia luonnonsuojelualueita. Muronoja on Valkealan eteläisten osien rantayleiskaavassa merkinnällä SL. Uimarannan läheisyydessä on arvokas kallioalue (OIVA Ympäristö ja paikkatietopalvelu; Kuva 1).

2.5 VESIALUEEN OMISTUS

Sompasen vesialueet ovat Oravalan osakaskunnan hallinnassa. Järvi kuuluu puoliiksi Iitin-Jaalan ja Valkealan kalastusalueisiin.

2.6 JÄRVEN KÄYTTÖ

Sompasen valuma-alueella on varsin runsaasti haja-asutusta ja sen läheisyydessä sijaitsevat myös Oravalan kylä sekä Voikkaan kaupunginosa. Järvellä on merkittävää maisema- ja virkistyskäyttöarvoa alueen asukkaille ja mökkiläisille. Sompasen ympäristö on soineen ja metsineen paikallisten asukkaiden ahkerassa marjastus- ja sienestyskäytössä. Sompasen etelärannalla on Kouvolan kaupungin yleinen uimaranta, jossa on WC, pukusuoja, grillipaikka ja laituri. Ranta oli aikaisemmin EU-uimaranta, mutta tämä luokitus on poistettu.

Sompasen rantakiinteistöillä on 6 vakituista asuntoa sekä noin 40 loma-asuntoa. Myös osakaskunnalla on järvellä oma ranta ja veneenlaskupaikka. Virkistyskäytön, kuten uinnin ja veneilyn lisäksi Sompasella harrastetaan virkistys- ja kotitarvekalastusta sekä ravustusta. Vesiliikenne on pääasiassa soutuveneliikennettä. Moottoriajoneuvoilla liikkuminen on järvellä kielletty osakaskunnan päätöksellä.

3 SOMPASEN TILA JA SEN KEHITYS

3.1 VESIPUITEDIREKTIIVIN MUKAINEN LAATULUOKITUS

Sompasen luontainen järviyryppi on *Pienet humusjärvet (Ph)*. Tyypittely perustuu EU:n vesipuitedirektiiviin, jossa järven ominaispiirteistä huomioidaan mm. järven koko, syvyys, viipymä sekä veden väri, joka heijastaa valuma-alueen suoperäisyyttä. Jokaiselle järviyryypille on omat raja-arvonsa, joiden perusteella määritellään järven ekologinen tila. Mitä kauempana tyypille ominaisista, luontaisista olosuhteista järvi on, sitä huonomman laatuluokituksen se saa (Vuori ym. 2009; Aroviita ym. 2012). Ekologisen tilan luokittelussa otetaan mahdollisuuksien mukaan huomioon biologiset laatutekijät (kasviplankton, vesikasvit, pohjaeläimet ja kalat) sekä veden fysikaalis-kemialliset laatutekijät (typpi- ja fosforipitoisuus). Lisäksi arvioidaan hydrologis-morfologinen muuntuneisuus, joka voi olla este hyvän ekologisen tilan saavuttamiselle.

Sompasen ekologinen tila on syksyllä 2013 valmistuneessa luokituksessa määritelty *tydyttäväksi* (OIVA Ympäristö- ja paikkatietopalvelu). Myös ensimmäisen, vuonna 2008 toteutetun luokittelun mukaan Sompasen tila oli *tydyttävä*. Vesienhoidon kansallisena tavoitteena on *hyvä* ekologinen tila (asteikko *erinomainen, hyvä, tyydyttävä, välttävä, huono*).

Ekologisen luokittelun taustalla olevista biologista laatutekijöistä Sompasen tila on arvioitu *tydyttäväksi* kasviplanktonin perusteella. Vesikasvillisuuden perusteella tila on arvioitu *hyväksi*, ja syvänpohjaeläimistön perusteella *tydyttäväksi*. Kalaston osalta ei ole luokittelua tehdessä ollut käytössä riittävästi tietoa. Fysikaalis-kemiallisten tekijöiden mukaan Sompasen laatuluokka on *hyvä*. Hydrologis-morfologisen luokittelun mukaan järveä ei ole voimakkaasti muutettu, joten muuntuneisuusluokka on *hyvä*.

Luokittelussa järville määritetään ekologisen tilan lisäksi kemiallinen tila. Sompasen kemiallinen tila on arvioitu vuonna 2013 *hyväksi*. Vuonna 2013 kaloista määritetty elohopeapitoisuus ei ole ylittänyt laatumnormia. Hyvän kemiallisen tilan määrittelyyn annettu ympäristölaatumnormi on 0,02 mg/kg, johon lisätään humusjärvien taustapitoisuus (0,02 + 0,20 = 0,22 mg/kg). Kalojen käyttökelpoisuudelle asetettu raja-arvo on 0,5 mg/kg.

3.2 VEDEN LAATU JA SEN KEHITYS

Seuranta-aineistot

Ensimmäiset vedenlaatuhavainnot Sompaselta ympäristöhallinnon Hertta-tietokannassa (OIVA Ympäristö- ja paikkatietopalvelu) ovat vuodelta 1971 (Kuvat 3-4). Tämän jälkeen vedenlaatua on seurattu hyvin vaihtelevasti eri vuodenaikoina ja 1980-luvulla vain kaksi kertaa. 2000-luvulta vedenlaatu-tietoa on kuitenkin varsin hyvin käytössä, vuosilta 2000–2007 jopa vuosittain useampia näytteitä. Nykyisin Sompanen kuuluu ns. rotaatioseurantaan,

jossa Kaakkois-Suomen ELY-keskus ottaa vesinäytteet kolmen vuoden välein järven syvimällä pisteellä (Sompanen Huuhkajav 054; ks. Kuva 16). Näytteet otetaan kaksi kertaa vuodessa talvi- ja kesäkerrostuneisuuskausien lopussa. Myös hankkeessa otettiin vesinäytteitä, joiden tulokset tallennettiin ympäristöhallinnon Hertta-tietokantaan.

Luokittelu

Fysikaalis-kemiallisten tekijöiden osalta Sompasen tila on luokiteltu vuonna 2013 *hyväksi* sekä fosforin että typen perusteella, jotka ovat luokitukseen sisältyviä laatutekijöitä (OIVA Ympäristö- ja paikkatietopalvelu). Lisäperusteluna on mainittu kokonaisfosforipitoisuudessa havaittu lasku edelliseltä luokittelukaudelta.

Fosfori

Fosfori on yleensä tärkein järven tuotantoa rajoittava tekijä, niin myös Sompasella (ks. kappale 4.3). Sompasen fosforipitoisuudet päällyksivedessä ovat viime vuosina (2010–2014) liikkuneet välillä 20–37 µg/l kesäajan keskiarvon ollessa 31 µg/l. Tämä tarkoittaa rehevyysluokituksen mukaan rehevää (Oravainen 1999). Hyvän tilan luokkaraja *Pienille humusjärville (Ph)* on 28 µg/l, joten keskiarvo on *tydyttävän* tilan puolella. Raja-arvo on ylittynyt kesällä 2013, mutta kesällä 2014 pitoisuus oli niukasti luokkarajan alapuolella. Pitkäaikaisen kehityksen arviointia vaikeuttaa se, että varhaisimmat näytteet on otettu eri vuodenaikoina, jolloin mittaustuloksiin tulee vuodenaikasta johtuvaa vaihtelua (Kuva 3). Talviaikaan pitoisuudet ovat yleensä alhaisemmat, sillä fosforia sedimentoituu pohjalle. Varsin korkeita kesäaikaisia pitoisuuksia päällyksivedessä on mitattu 2000-luvun alussa, mutta *hyvän* tilan luokkarajan ylittäviä pitoisuuksia on mitattu myös 1970-luvulla.

Pohjan läheisessä vedessä pitoisuudet ovat olleet koholla vähintään vuodesta 1998 alkaen. Erittäin korkeita pitoisuuksia (yli 100 µg/l) on mitattu kesäkerrostuneisuuskauden lopussa vuosina 2003 ja 2013. Syvänteessä esiintyy kerrostuneisuuskausina säännöllisesti happivajetta. Happipitoisuuden alentuessa fosforia voi vapautua pohjasedimentistä, jolloin etenkin fosfaattifosforin (PO₄) pitoisuus voi nousta (Kuva 3). Korkeat alusveden pitoisuudet 7.8.2013 johtunevat siitä, että näyte on otettu syvemmältä kuin muina kertoina. Piikki näkyy myös kokonaistyyppi-, sameus- ja väriarvoissa (Kuva 4).

Typpi

Sompasen kokonaistyyppipitoisuus (Kuva 3) on pintavedessä vaihdellut *Pienille humusjärville (Ph)* määritellyn hyvän tilan luokkarajan (700 µg/l) molemmin puolin. 2010-luvulla pitoisuudet ovat vaihdelleet välillä 520–990 µg/l, päällyksiveden kesäajan keskiarvon (683 µg/l) ollessa *hyvän* tilan puolella. Suurimmat pitoisuudet päällyksivedessä on mitattu 2000-luvun puolivälissä. Pohjanläheisessä vedessä pitoisuudet ovat säännönmukaisesti pintavettä korkeammat. Suurimmat pitoisuudet ylittävät 2000 µg/l. Luontaisestikin syvän veden pitoisuudet ovat korkeampia typpipitoisen, orgaanisen aineksen laskeutuessa kohti pohjaa. Mikrobien hajottaessa orgaanista ainesta syntyy ammoniumia, joka nitrifikaatiossa muutetaan nitraatiksi ja denitrifikaatiossa edelleen kaasumaiseksi typeksi. Happpitilanteen heiketessä nitrifikaatio kuitenkin hidastuu, ja pohjalle voi kertyä ammoniumtyyppiä, mikä on

suoraan leville käyttökelpoinen ravinne. Sompasella pohjanläheisen veden ammoniumpitoisuus on ollut suurimmillaan elokuussa 2013 (860 µg/l), mutta mittaustuloksia on vähän.

Sähkönjohtavuus

Sähkönjohtavuus heijastaa sisävesissä yleistä rehevöitymiskehitystä ja kallioperän rapautumista. Suomen vedet ovat vähäsuolaisia, sillä kallioperä on heikosti rapautuvaa. Myös peltolannoitus ja jätevedet voivat kohottaa sähkönjohtavuutta. Sähkönjohtavuutta lisäävät lähinnä natrium, kalium, kalsium, magnesium, kloridit ja sulfaatit (Oravainen 1999). Sompasen päällysveden sähkönjohtavuus on ollut 1970-luvulla 10 mS/m:n tuntumassa. Korkeimmat arvot (13 mS/m) on mitattu 2000-luvun alkuvuosina. 2010-luvun keskiarvo on 9,7 mS/m (Kuva 3). Pohjanläheisessä vedessä arvot ovat hieman päällysvettä korkeampia.

Näkösyvyys ja sameus

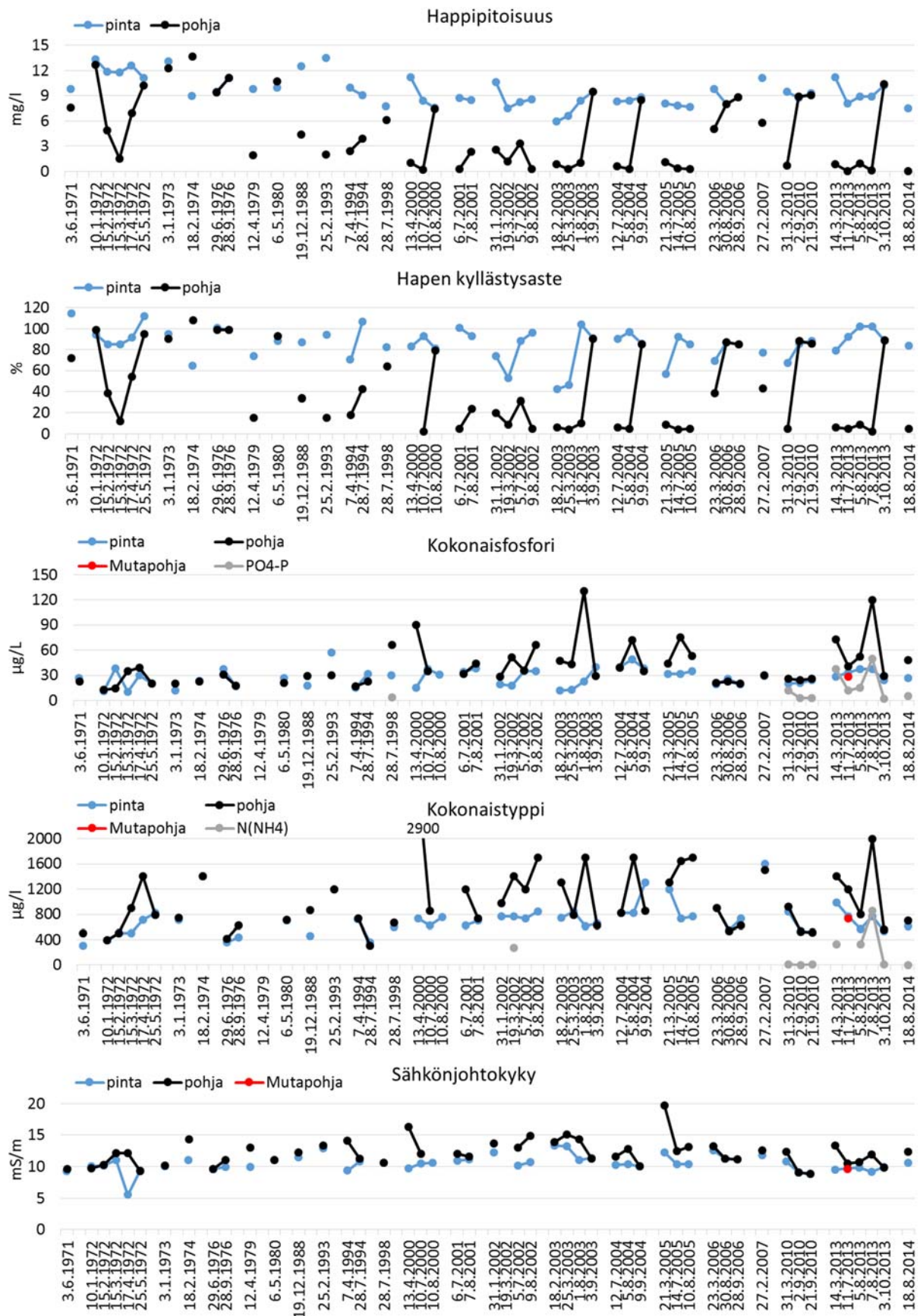
Veden kirkkautta heijasteleva näkösyvyys on vaihdellut pääasiassa välillä 1–3 m. Talvella 1972 on mitattu peräti 5,5 metrin näkösyvyys. Kaikki kolme metriä ylittävät arvot ovat talviaikaisia mittauksia. Viime vuosina näkösyvyys näyttäisi laskeneen. Vuoden 2003 jälkeen ei ole mitattu yli 2 m:n näkösyvyyttä talvellakaan. Talvella 2013 näkösyvyys (0,7 m) oli seurantajakson alhaisin (Kuva 4). 2010-luvun kesäajan keskiarvo on 1,2 m ja talviajan 1 m. Varsinaisia sameusmittauksia Sompaselta on vähemmän, mutta nekin viittaavat veden samenemiseen. Kun vuosien 1973–2002 keskiarvo pintavedessä on 3,6 FNU on vuosien 2004–2014 keskiarvo 5,6 FNU. Sameutta aiheuttaa paitsi leväkasvu, myös vedessä oleva muu kiintoaines. Myös pohjanläheisessä vedessä sameusarvot voivat nousta, ja vuosina 2013–2014 on kerrostumiskausina mitattu korkeita arvoja (23–32 FNU, jopa 110 FNU).

Väri

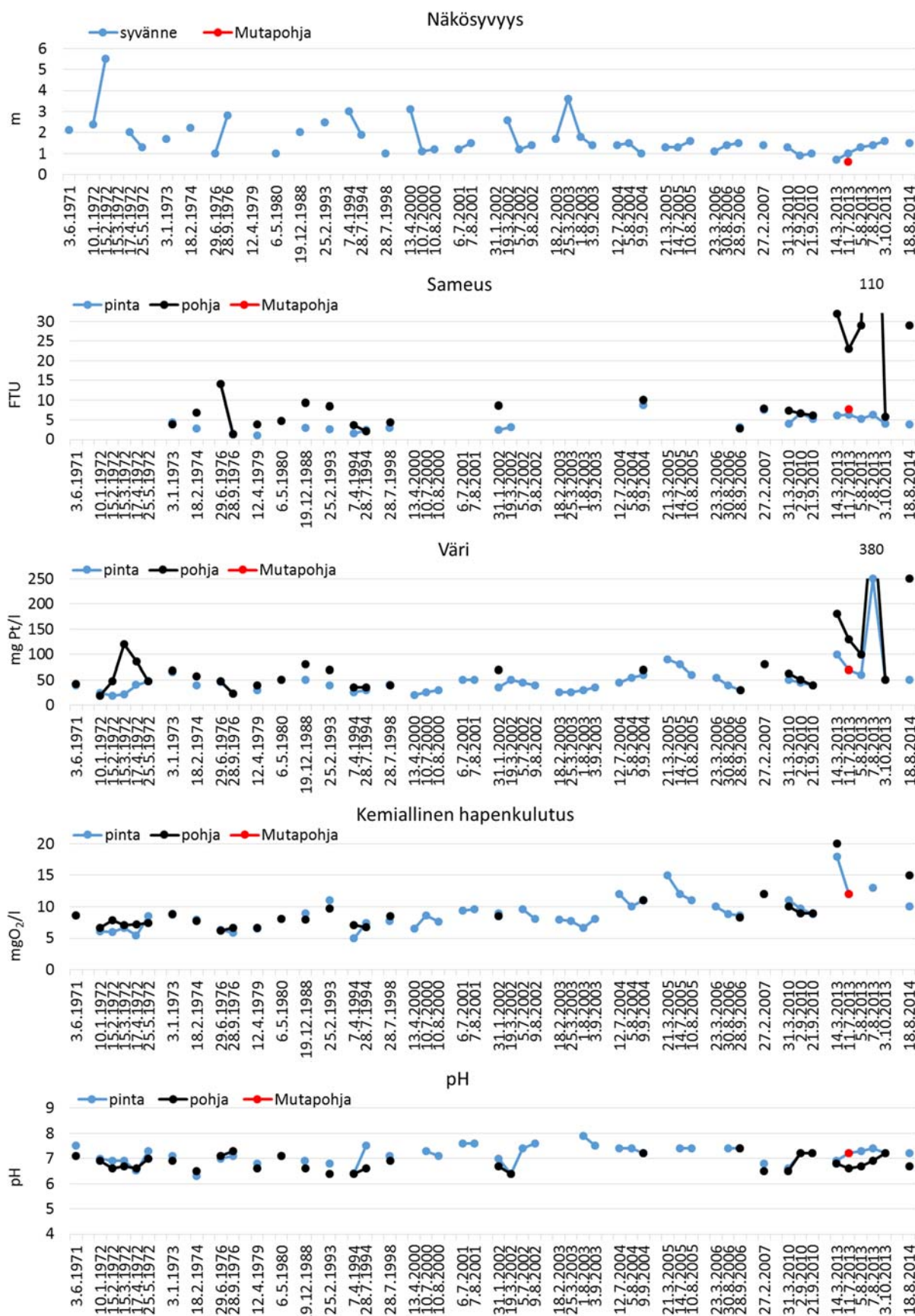
Sompasen veden väriarvot ovat vuoteen 2003 asti vaihdelleet välillä 20–50 mg Pt/l. Tämän jälkeen vaihteluväli on ollut 30–100 mg Pt/l (7.8.2013 arvo 250 mg Pt/l on poikkeava; Kuva 4). Pintaveden 2010-luvun keskiarvo ilman elokuun poikkeavaa tulosta on 58 mg Pt/l. Tämä on humuspitoisen veden taso (Oravainen 1999). Päällysveden väri näyttää siis tummenneen, mikä voi kertoa humuskuorman kasvusta. Alusvedessä havaitut korkeat arvot voivat sen sijaan johtua sedimentin rautayhdisteiden pelkistymisestä ja noususta yläpuoliseen veteen (Kuva 4, ks. Kappale 3.3). Korkeimmat arvot on mitattu kesällä 2013 ja 2014.

Kemiallinen hapenkulutus, COD_{Mn}

Kemiallinen hapenkulutus (chemical oxygen demand) mittaa vedessä olevien kemiallisesti hapettavien orgaanisten aineiden määrää. Jätevedet kohottavat arvoa, mutta suomalaisissa järvissä COD-arvo heijastelee lähinnä humuspitoisuutta ja valuma-alueen suoperäisyyttä. Metsäojitukset ovat kohottaneet arvoa useissa järvissä. Sompasen COD-arvot ovat vaihdelleet pääasiassa välillä 5–10 mg O₂/l vuoteen 2003 saakka. Tämän jälkeen myös suurempia arvoja on mitattu vaihteluvälin ollessa 8–18 mg O₂/l (Kuva 4). 2010-luvun keskiarvo pintavedessä on 12 mg O₂/l. Kemiallinen hapenkulutus voi värin ohella heijastella humuspitoisuuden nousua. Alle 10 mg O₂/l:n arvot ovat vielä tyyppillisiä värittömille vesille, mutta humusvesissä arvot ovat 10–20 mg O₂/l (Oravainen 1999).



Kuva 3. Sompasen vedenlaatutiedot 1970-luvulta lähtien pintavedestä (1 m) sekä pohjanläheisestä (1 m pohjasta) vedestä syvännepisteellä (Sompanen Huuhkajav 054). Heinäkuussa 2013 otettiin näytteet myös Mutapohjasta (1 m).



Kuva 4. Lisää Sompasen vedenlaatutietoja syvännepisteeltä (Sompanen Huuhkajav 054). pintavedestä (1 m) sekä pohjanläheisestä (1 m pohjasta). Lisäksi Mutapohjan tulokset pintavedestä (1 m).

Happamuus ja alkaliniteetti

Sompasen päällysveden pH on lähellä neutraalia. Talviaikaan pH-arvo on hieman alle 7, kesäisin hieman yli (Kuva 4). Viime vuosien (2010–14) keskiarvo päällysvedessä on kesäajalta 7,3 ja talviajalta 6,7. Leväkukintojen aikana pH voi päällysvedessä nousta korkealle levien yhteyttäessä aktiivisesti. Havaintosarjassa ei kuitenkaan ole ainuttakaan pH 8 ylittävää arvoa. Myöskään huolestuttavan alhaisia arvoja ei ole tavattu. Alhaisin arvo, (pH 6,3) on mitattu helmikuussa 1974. Sompasen veden alkaliniteetti eli haponsitomiskyky on hyvä (>0,2 mmol/l). Viime vuosien (2010–14) keskiarvo päällysvedessä on 0,35 mmol/l.

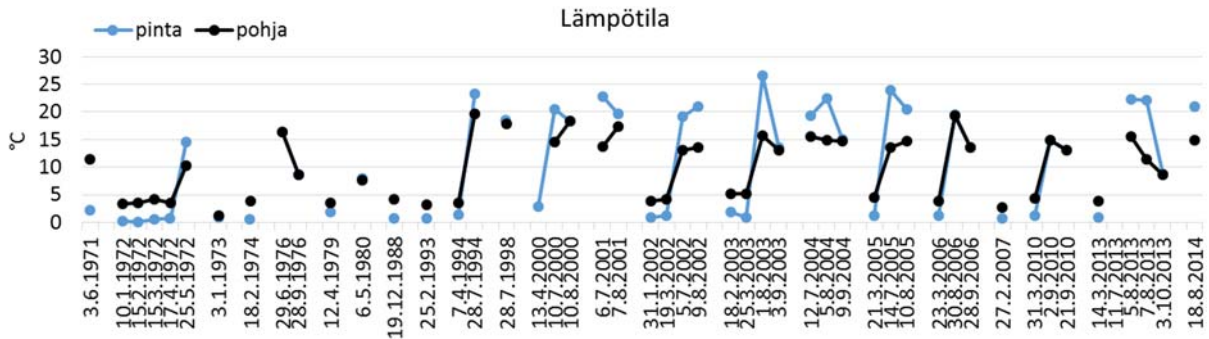
Yhteenveto

Sompasen pitkäaikaisen kehityksen arviointia vaikeuttaa se, että etenkin varhaisimpien vuosien näytteitä on otettu hyvin eri aikaan. Arvot vaihtelevat vuodenajan mukaan, ja rehevissä järvissä vaihtelu on suurempaa kuin karuissa järvissä. Esimerkiksi heikoin happitilanne järvessä on yleensä talvi- ja kesäkerrostuneisuuskauden lopussa (maaliskuuhuu, elokuu). 2000-luvulta alkaen tuloksia on kuitenkin varsin hyvin saatavilla. Päällysveden sähkönjohtavuus näyttäisi hieman laskeneen viime vuosina. Myös päällysveden ravinnepitoisuuksissa on 2000-luvun alkuun nähden hienoista laskua ja ne ovat *Pienille humusjärville (Ph)* määriteltujen raja-arvojen mukaan tyypin osalta *hyvän* tilan puolella ja fosforin osalta osin *tyydyttävän* tilan puolella. Alusvedessä on tavattu ajoittain korkeita ravinnepitoisuuksia, ja syvänteen happitilanne on ollut säännönmukaisesti heikko. Lisäksi näkösyvyys on alentunut ja sameus, väriarvot sekä kemiallinen hapenkulutus ovat nousseet. Taustalla voivat olla toimenpiteet valuma-alueella, mutta toisaalta väriarvojen nousua on viime vuosikymmenenä havaittu useissa eteläsuomalaisissa järvissä, etenkin reittivesistöissä. Mahdolliseksi syyksi tutkijat arvioivat syksyjen lämpenemisen, jolloin sateet piiskaavat pidempään paljasta maata kuljettaen valuma-alueelta humusta. Koska Sompasen valuma-alueella on runsaasti savimaita, voi sama ilmiö olla syynä myös talviaikaisten sameusarvojen nousuun. Myös happaman rikkilaskeuman väheneminen saattaa lisätä humuksen liukenemista vesiin (Meriläinen ym. 2014). Sompanen varsin korkeat sähkönjohtavuuden ja alkaliniteetin arvot viittaavat valuma-alueen maa- ja kallioperän luontaiseen rehevyyteen, eikä järvi ole altis happamoitumiselle.

3.3 HAPPIPITOISUUS

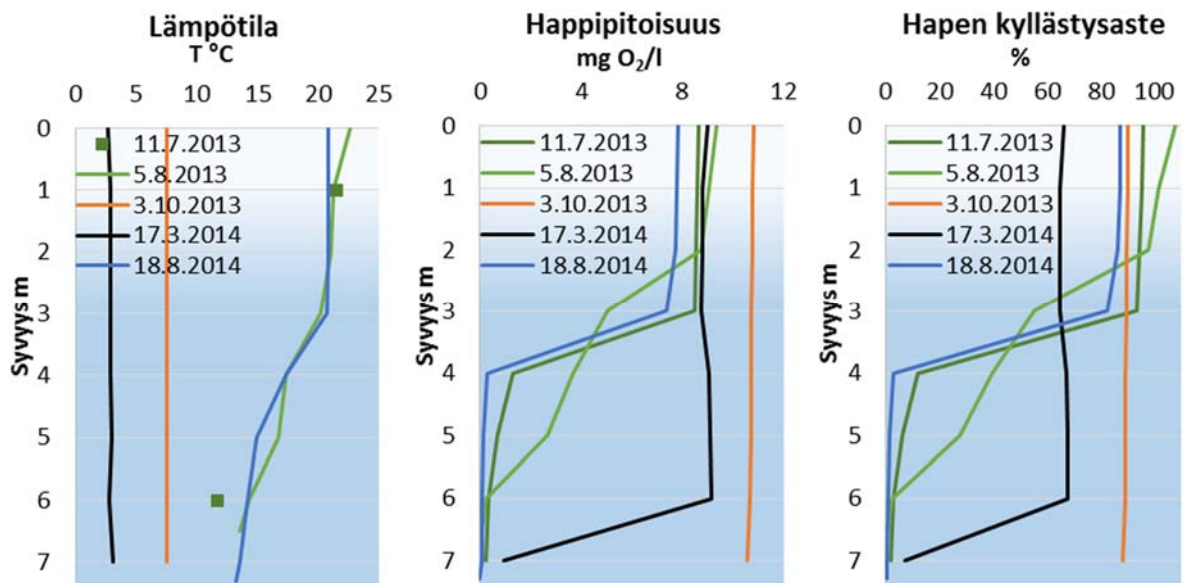
Sompasen syvänealueella tavataan säännöllisesti hapettomuutta, sekä talvi- että kesäkerrostuneisuuskausina (Kuva 3). Tuloksiin vaikuttaa huomattavasti se, missä vaiheessa kerrostuneisuuskautta happipitoisuus mitataan. Tilanne on yleensä heikoin kerrostuneisuuskausien lopussa, maaliskuussa ja elokuussa. Sompasen varhaisimmat tulokset (1970–80 –luku) on kuitenkin mitattu muina aikoina. Alhaisia happipitoisuuksia pohjanläheisessä vedessä on havaittu jo vuonna 1972, kun näyte on otettu maaliskuussa. 2000-luvulta mittauksia on säännöllisesti ja pohjanläheisen vesikerroksen happipitoisuus on ollut alhainen jo heinäkuussa. Vuosina 2006 ja 2010 loppukesän happipitoisuus näyttäisi olevan parempi, mutta syynä on näytteenoton ajoittuminen vasta elo-syyskuun vaihteeseen.

Lämpötilatuloksista selviää, että järvivesi on tuolloin ollut tasalämpöistä, mikä tarkoittaa sitä, että syyskierto on jo alkanut ja pohjanläheinen vesi on saanut happitäydennystä (Kuva 5). Näin ollen happitilanne Sompasella ei ole välttämättä parantunut viime vuosina.



Kuva 5. Sompasen lämpötilatulokset 1970-luvulta lähtien pintavedestä (1 m) sekä pohjanläheisestä (1 m pohjasta) vedestä syvännepisteellä (Sompanen Huuhkajav 054).

Hapettoman vesikerroksen paksuutta ja alueellisesta laajuutta selvitettiin tarkemmin mittaamalla happipitoisuus metrin välein pinnasta pohjaan kenttäkäyttöön soveltuvalla optisella happimittarilla (YSI 6920 V2). Happitilannetta seurattiin järven syvännepisteellä, josta myös vedenlaadun seurantalulokset ovat (Sompanen Huuhkajav 054; ks. Kuva 16). Syvyys mittauspaikalla vaihteli 7–8,1 m:n välillä (yleensä 7,4 m). Tulokset Sompasen lämpötila- ja happikerrostuneisuudesta viitenä ajankohtana vuosina 2013–14 on esitetty Kuvassa 6.

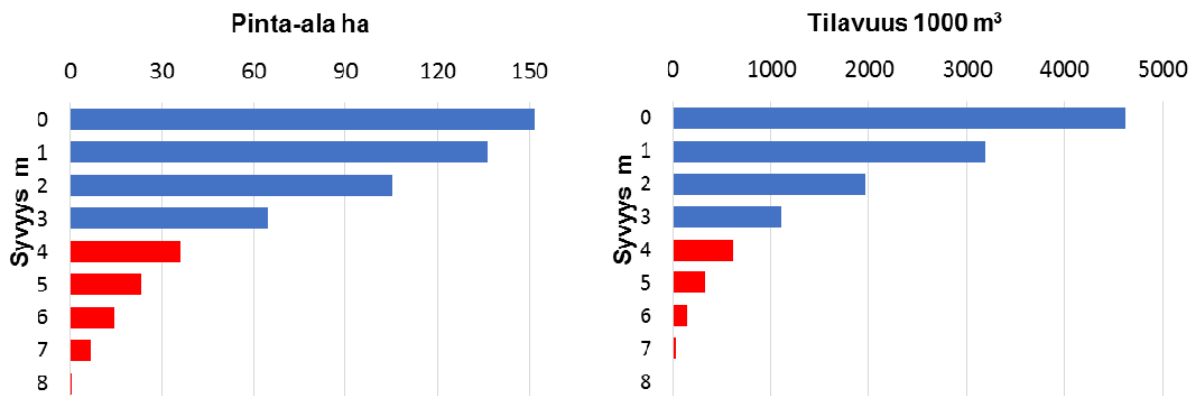


Kuva 6. Sompasen veden lämpötila sekä happipitoisuus ja hapen kyllästysaste pinnasta pohjaan mitattuna neljänä eri ajankohtana 2013–2014. Mittauspaikkana järven syvännepiste (Sompanen Huuhkajav 054).

Kesällä 2013 ja 2014 Sompasen lämpötilakerrostuneisuus syvännepisteellä ei ollut kovin jyrkkä. Harppauskerros muodostui 3–5 metrin välille, ja myös pohjaläheinen vesi oli varsin lämmintä (13–14 asteista). Hapen suhteen kerrostuminen oli jyrkempää siten, että käytännössä koko alusvesi oli vähähappista. Vähähappinen vesi nousi enimmillään 4 metrin syvyyteen. Tilanne oli hyvin samanlainen heinäkuussa 2013 ja elokuussa 2014, jolloin mittaukset tehtiin pitkän tyynten jakson aikana. Elokuussa 2013 tuulet olivat päässeet hieman sekoittamaan jyrkästi kerrostunutta järveä. Lokakuussa 2013 syystäyskierto oli käynnissä, ja vesi oli kauttaaltaan tasalämpöistä ja hapekasta.

Talvitilanteesta ei saatu todellista kuvaa, sillä talvi 2013–14 oli Etelä-Suomessa epätyypillinen. Jäiden sulaminen kesken talven paransi varmasti happitilannetta monessa järvessä. Maaliskuussa 2014 happea riitti 6 metrin syvyyteen. Pohjan lähellä happipitoisuus laski lähelle nollaa.

Syvänteellä hapettomuus näyttäisi olevan säännönmukaista, mutta sen kesto ja alueellinen laajuus vaihtelee paljon sääolojen mukaan. Koska järvi ei ole kovin syvä, purkautuu kerrostuneisuus osittain myös kesän aikana. Pahimmillaan tyynten, lämpimien jaksojen aikana vesi on vähähappista jo 4 metrin syvyydessä. Kun tarkastellaan järven syvyyssuhteita (hypsografia, Kuva 7), yli 6 metriä syvien alueiden osuus järven kokonaispinta-alasta on 10 % ja yli 4 metriä syvien jopa 24 %.



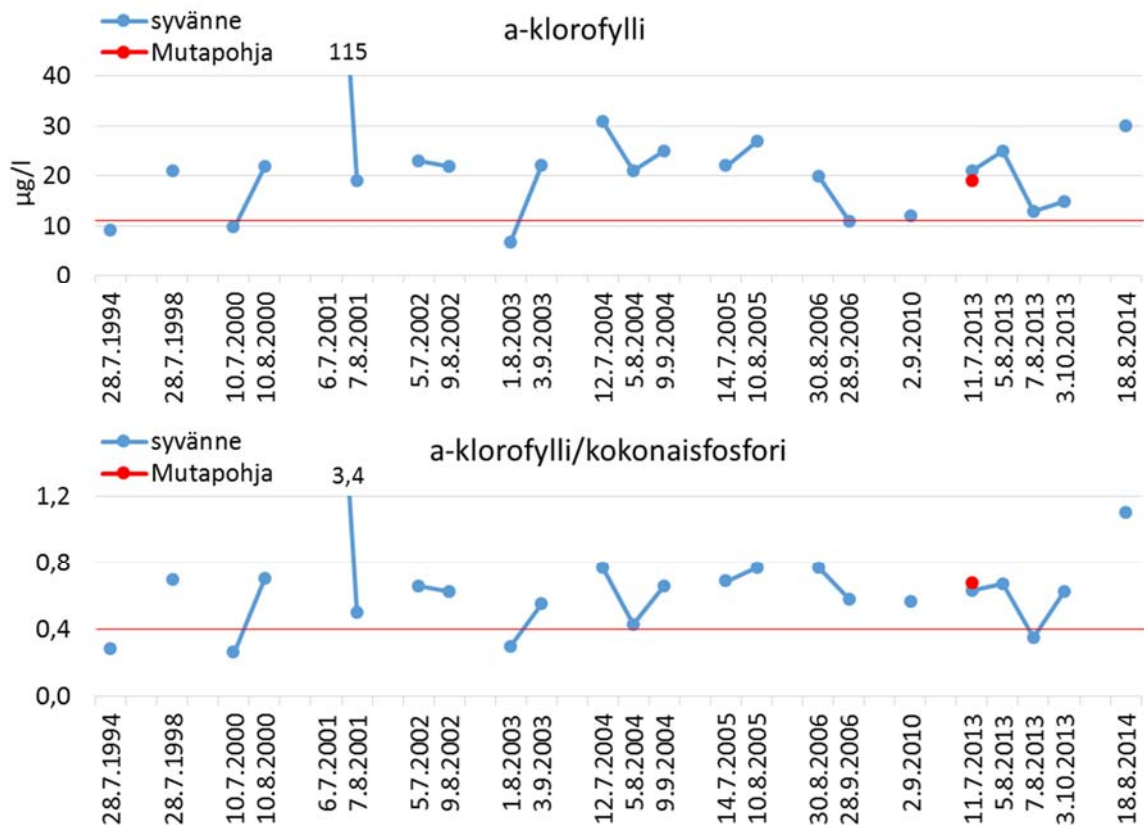
Kuva 7. Sompasen hypsografiat. Kuvassa on esitetty kumulatiivisesti eri syvyyvyöhykkeiden pinta-ala ja tilavuudet. Esimerkiksi vasemman puoleisesta pinta-alakuvasta voidaan nähdä, että koko järven ala (152 ha) on vähintään 0 metriä syvää, kun vähintään 4 metriä syvää on järven pohjan pinta-alasta 36 ha. Kuvaan on merkitty punaisella 4 metriä ylittävät vesikerrokset, joilla happipitoisuus voi mennä lähelle nollaa.

3.4 KASVIPLANKTON JA A-KLOROFYLLI

Sompasen tila on luokiteltu kasviplanktonin perusteella *tydyttäväksi* (OIVA Ympäristö- ja paikkatietopalvelu). Kasviplanktonista on saatavilla tuloksia vain a-klorofyllistä (Kuva 8). Tämän levämäärää ilmentävän yhteyttämispigmentin pitoisuudet ovat vaihdelleet koko

mittausjakson aikana enimmäkseen välillä 10–30 µg/l. Alhaisin arvo on ollut 6,8 µg/l ja korkein arvo 115 µg/l. Tämä heinäkuussa 2001 mitattu korkea pitoisuus ilmentää jo jonkinlaista kukintaa. Viime vuosien (2010–2014) kesäajan keskiarvo on 20 g/l, mikä on rehevyysluokituksen mukaan rehevän ja erittäin rehevän rajalla (rehevä 10–20 µg/l; erittäin rehevä 20–50 µg/l, Oravainen 1999). *Pienille humusjärville (Ph)* määritetty hyvän tilan luokkaraja on 11 µg/l, mikä ylittyy selvästi. Pitoisuus 11–20 µg/l ilmentää *tyydyttävää* tilaa, ja yli 20 µg/l olevat pitoisuudet *välttävää* tilaa (Aroviita ym. 2012). Ensimmäiset a-klorofyllitulokset ovat vasta vuodelta 1994. Levien dynamiikka on nopeaa, ja etenkin rehevissä järvissä vaihtelut voivat olla suuria. Näin ollen harva näytteenotto ei välttämättä anna kuvaa todellisesta tilanteesta. Selvää muutossuuntaa Sompasella ei voida havaita.

Järvessä esiintyvien levien määrä riippuu paitsi järven ravinteisuudesta, myös leviä laiduntavan eläinplanktonin laidunnustehosta. Jos levien laidunnus on tehokasta, esiintyy samalla fosforimäärällä vähemmän levää, kuin jos laidunnus on tehotonta (Mazumder 1994; Sarvala ym. 2000). Tätä voidaan arvioida tarkastelemalla a-klorofyllin ja kokonaisfosforin suhdetta (Kuva 8). Suhdeluku on vaihdellut suuresti, mutta on ollut pääasiassa yli 0,4, mikä viittaa eläinplanktonin heikkoon laidunnustehoon ja hoitokalastustarpeeseen (Sammalkorpi & Horppila 2005; ks. Kappaleet 3.5 ja 3.8).



Kuva 8. Yläkuvassa Sompasen a-klorofyllin pitoisuus, josta ensimmäiset mittaustulokset ovat vuodelta 1994. Kuvaan on merkitty punaisella hyvän ja tyydyttävän tilan luokkaraja 15 µg/l. Alakuvassa on esitetty eläinplanktonin laidunnustehoa ilmentävä a-klorofyllin ja kokonaisfosforin suhde. Kuvaan on merkitty punaisella suhdeluku 0,4, jonka katsotaan ilmentävän hoitokalastuksen tarvetta (Sammalkorpi & Horppila 2005).

Varsinaisia, mikroskoopilla analysoituja kasviplanktonnäytteitä Sompaselta ei ole. Järvellä on seurattu uimarannan veden laatua Kouvolan kaupungin toimesta. Rannalla on havaittu ajoittain sinilevää. Sinilevät voivat muodostaa myös myrkyllisiä kantoja (Lepistö 1992). Uimista levien vihreäksi värjäämässä vedessä kannattaa joka tapauksessa aina välttää.

3.5 ELÄINPLANKTON

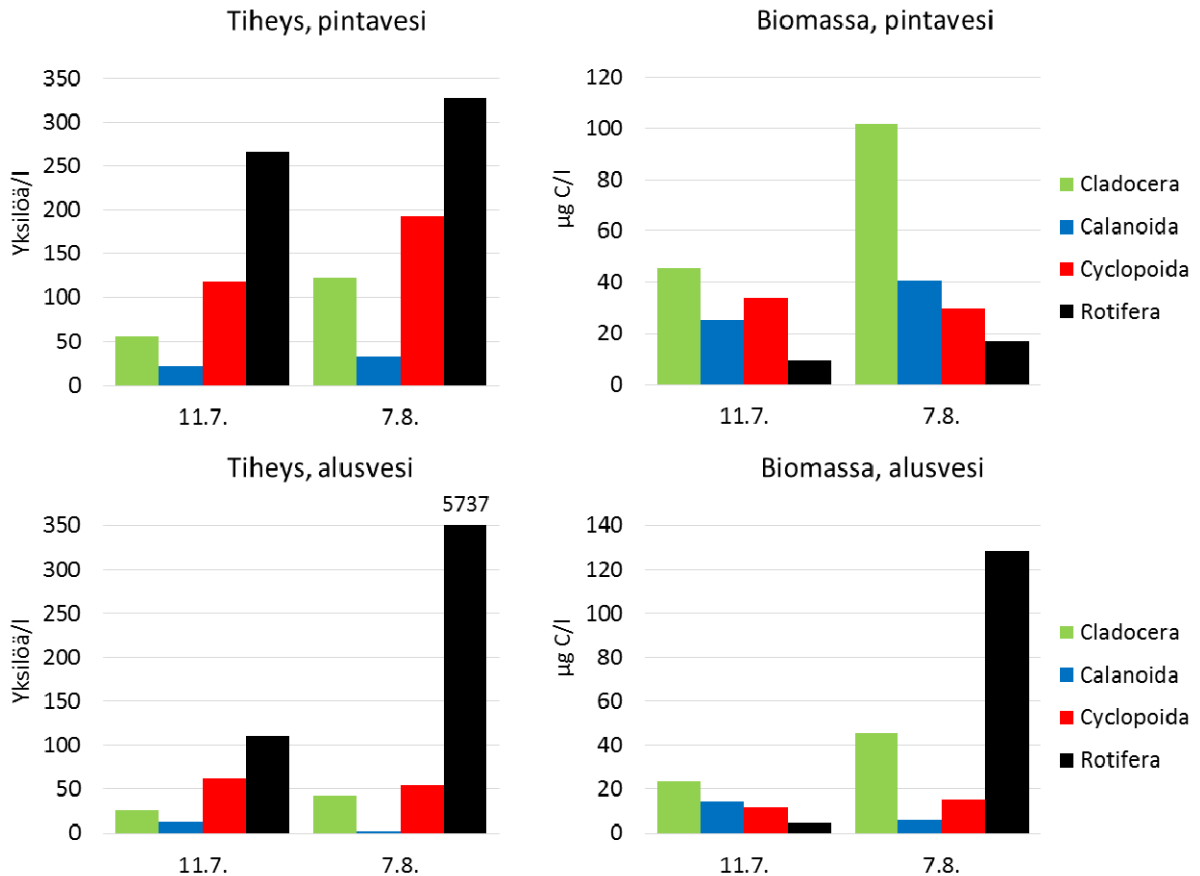
Eläinplanktonilla on keskeinen rooli järviökosysteemin ravintoverkossa perustuottajien ja petojen välissä. Eläinplankton säätelee laidunnuksellaan perustuottajien, eli levien määrää. Toisaalta eläinplankton on kalojen tärkeää ravintoa ulappa-alueella, joten se välittää levien sitoman auringon energian ylemmille ravintoverkon tasoille. Kalat saalistavat eläinplanktonia näköaistinsa avulla, joten ne valikoivat saaliikseen äyriäisplanktonin suurikokoisia, näkyviä lajeja ja yksilöitä. Niinpä planktonia syövän kalaston kantojen vaihtelut vaikuttavat paitsi eläinplanktonin runsauteen (Sarvala ym. 1998), myös lajikoostumukseen ja kokojakaumaan (Brooks & Dodson 1965; Hall ym. 1976; Helminen & Sarvala 1997). Kalojen lisäksi eläinplanktonia käyttävät ravintonaan myös selkärangattomat pedot, kuten *Leptodora kindtii* ja *Bythotrephes longimanus* -petovesikirput sekä *Chaoborus*-sulkasääsken toukka (Branstrator 1998; Liljendahl-Nurminen ym. 2003). Selkärangattomat pedot ovat myös kalojen suosimaa ravintoa, joten muutokset kalastossa vaikuttavat selkärangattomien petojen esiintymiseen, ja myös sitä kautta leviä laiduntavaan eläinplanktoniin.

Eläinplanktonin yksilökoko, runsaus ja yhteisökoostumus vaikuttavat sen laidunnustehoon ja kykyyn pitää leväkasvua kurissa. Kun eläinplanktonissa vallitsee suurikokoinen äyriäisplankton, erityisesti vesikirput, levää on ravinnetasoon nähden tyypillisesti vähemmän kuin jos vallitsevina ovat pienikokoinen äyriäisplankton ja rataseläimet (Mazumder 1994; Sarvala ym. 2000; Hietala ym. 2004, Vakkilainen ym. 2004). Lisäksi eri eläinplanktonilajit varastoivat itseensä eri suhteessa ravinteita ja vaikuttavat siten leville käytettävissä olevien ravinteiden saatavuuteen (Hessen ym. 2013) ja leväkukintojen syntymiseen. Eräs ravintoketjukuristuksen, eli biomanipulaation keskeinen tavoite on vähentää kalojen eläinplanktoniin kohdistuvaa saalistusta, jolloin suurikokoiset, tehokkaasti leviä laiduntavat lajit voivat runsastua ja pitää leväkasvua kurissa (Shapiro ym. 1975; Shapiro & Wright 1984).

Sompasen eläinplanktonia ei ole tiettävästi tutkittu aikaisemmin. Eläinplanktonin runsautta ja yhteisökoostumusta selvitettiin näytteenotolla Sompasen syvännepisteellä kahtena eri ajankohtana vuonna 2013. Näytteet otettiin heinäkuussa 0-2 m ja 2-7 m vesikerroksista ja elokuussa 0-4 m ja 4-7 m vesikerroksista. Heinäkuussa harppauskerros sijoittui 3-4 metrin syvyyteen, elokuussa vesimassa oli sekoittunut ja harppauskerros ei ollut niin selvä (Kuva 6). Näytteenotto- ja laskentamenetelmät on kuvattu tarkemmin Liitteessä 1. Myös laskentatulokset löytyvät taulukoituna Liitteestä 1.

Kun tulokset painotetaan vesikerrosten tilavuudella oli Sompasen eläinplanktonin kokonaisbiomassa (C, hiilen määrä) heinäkuussa 96 µg C/l ja elokuussa 189 µg C/l. Äyriäisplanktonin (vesikirput ja hankajalkaiset) tilavuuspainotettu kokonaisbiomassa oli

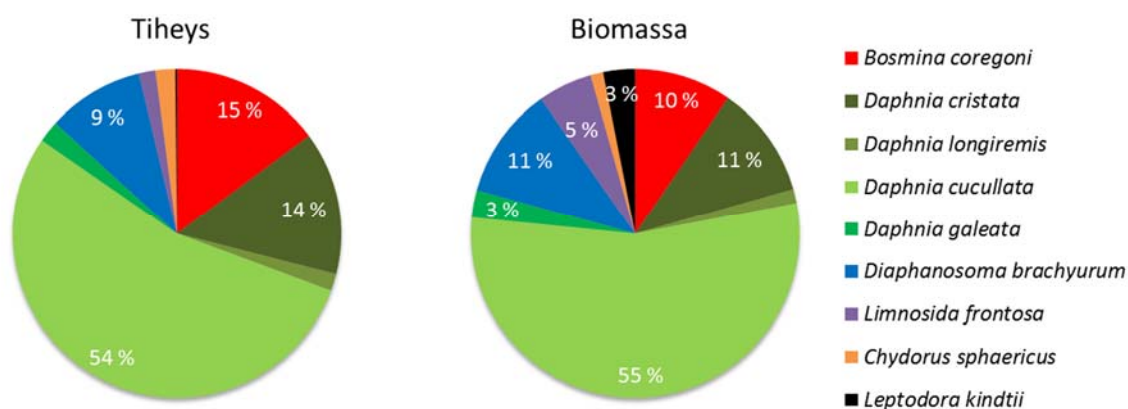
heinäkuussa 49 µg C/l ja elokuussa 65 µg C/l. Eläinplanktonin tiheys oli yleensä suurempi pintavedessä kuin alusvedessä (Kuva 9). Elokuussa alusvedessä esiintyi kuitenkin huomattavan runsaasti *Kellicottia bostoniensis* -rataseläintä. Koska rataseläimet ovat hyvin pieniä, jää niiden biomassa yleensä korkeista tiheyksistä huolimatta äyriäisplanktonia alhaisemmaksi. Elokuussa lajin tiheys oli kuitenkin niin suuri, että rataseläinten osuus eläinplanktonin kokonaisbiomassasta oli alusvedessä suurin (Kuva 9).



Kuva 9. Sompasen eläinplanktonin tiheys (vasemmalla) sekä biomassa (oikealla) kahdessa eri vesikerroksessa vuonna 2013. Yläkuviissa tulokset päällysvedestä (0–2 tai 0–4 m) ja alakuvissa harppauskerroksesta sekä alusvedestä (2–7 tai 4–7 m). Cladocera, vesikirput; Calanoida, keijuhankajalkaiset; Cyclopoida, kyklooppihankajalkaiset; Rotifera, rataseläimet. Rataseläinten tiheys alusvedessä ylittää elokuussa kuvan akselin, joten arvo on ilmoitettu pylvään päällä.

Kun tilavuuspainotettuja tuloksia tarkastellaan kahden näytteenottokerran keskiarvona, muodostivat vesikirput suurimman osuuden (47 %) eläinplanktonin kokonaisbiomassasta. Seuraavana olivat keijuhankajalkaiset (21 %), kyklooppihankajalkaiset (19 %) sekä viimeisenä rataseläimet (13 %). Keijuhankajalkaisista tavattiin lähinnä *Eudiaptomus* -suvun lajia. Kyklooppihankajalkaisista runsaimpia olivat *Mesocyclops* ja *Thermocyclops* -lajit nauplius-toukka ja kopepodiittivaiheineen. Rataseläimistä runsain oli heinäkuussa *Polyarthra major*, ja elokuussa jo aiemmin mainittu *Kellicottia bostoniensis* (Liite 1).

Vesikirppujen tiheydet olivat elokuussa suurimmallaan, jolloin päällyksvedessä tiheys oli 123 yksilöä/l. Myös biomassa nousi päällyksvedessä varsin hyvälle tasolle, ollen 115 µg C/l. Alhaisimmillaan vesikirppujen tiheys oli heinäkuussa alusvedessä (26 yksilöä/l). Vesikirpuista runsain laji sekä heinä- että elokuussa oli *Daphnia cucullata*, joka on reheville vesille tyypillinen *Daphnia*-laji (Kuva 10; Liite 1). Laji tulee toimeen myös järvissä, joissa on runsaasti kalaa. Sompasella esiintyi myös kolme muuta *Daphnia*-lajia, *D. cristata*, *D. longiremis*, sekä vielä elokuussa alusvedessä hieman suurikokoisempi *D. galeata*. Muita lajeja olivat *Diaphanosoma brachyurum* sekä vähäisessä määrin esiintynyt, varsin suurikokoinen laji *Limnosida frontosa*. Pienistä lajeista Sompasella esiintyivät *Bosmina coregoni* sekä vähäisessä määrin *Chydorus sphaericus*. Jonkin verran tavattiin myös petovesikirppua *Leptodora kindtii*. *Daphnia*-vesikirput ovat tehokkaita levien laiduntajia, joten niiden suhteellisen suuri osuus eläinplanktonyhteisöstä on toivottavaa.



Kuva 10. Sompasen vesikirppulajien keskimääräiset osuudet (päällyks- ja alusveden tilavuudella painotettu keskiarvo kahdelta näytteenotokerralta) tiheyden ja biomassan suhteen vuonna 2013. Selvästi runsain vesikirppulaji oli *Daphnia cucullata*.

Vesikirppujen laidunnusteho kasvaa keskipituuden kasvaessa. Vesikirppujen tiheyspainotettu keskipituus oli heinäkuussa molemmissa vesikerroksissa 0,56 mm. Elokuussa tiheyspainotettu keskipituus oli päällyksvedessä 0,55 mm ja alusvedessä hieman suurempi, 0,74 mm (Liitteen 1 Taulukko 3). Eräs hoitokalastustarpeesta kertova indikaattori on yli 1 mm pituisten *Daphnia*- sekä yli 0,5 mm pituisten *Bosmina coregoni* -yksilöiden puuttuminen eläinplanktonista (Sammalkorpi & Horppila 2005). Heinäkuussa näin suuria *Daphnia*-yksilöitä ei tavattu lainkaan. Elokuussa *Daphnia galeata* -lajin runsastuessa alusvedessä, muutama yksilö ylsi 1 mm:iin. *Bosmina coregoni* -lajilla muutama yksilö ylsi 0,5 mm:iin, keskipituuden ollessa noin 0,3 mm. Ainoastaan vähälukuisena esiintyvän *Limnosida frontosa* -lajilla esiintyi myös yli 1 mm:n mittaisia yksilöitä.

Rataseläimet ja hankajalkaiset ovat ravintonsa suhteen valikoivia ja siten heikompia kasviplanktonin laiduntajia kuin suuret vesikirput, jotka suodattavat leviä suhteellisen valikoimattomasti. Lisäksi kyklooppihankajalkaisten aikuisvaiheet ovat pääosin petoja, jotka

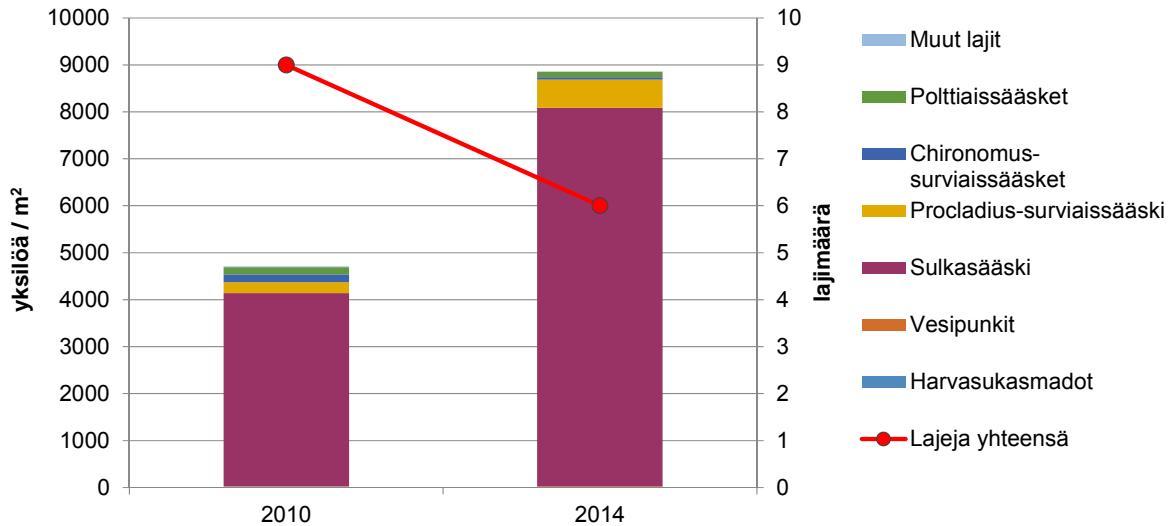
eivät käytä ravintonaan kasviplanktonia. Rataseläinten ja kyklooppihankajalkaisten vallitseman eläinplanktoniyhteisön laidunnusteho on alhainen, eivätkä ne pysty pitämään leväkasvua kurissa niin hyvin, kuin suurista vesikirpuista koostuva yhteisö. Sompasella vesikirppujen osuus oli kohtalainen ja lisäksi suurimman osan vesikirppuyhteisöstä muodostivat *Daphnia*-vesikirput (Liite 1; Kuvat 9 ja 12). *Daphnia*-vesikirput olivat kuitenkin varsin pienikokoisia, mikä kertoo kalojen saalistuksesta. *Daphnia*-vesikirppujen keskikoko vaihteli lajista ja ajankohdasta riippuen 0,5–0,8 mm:iin. Suurin keskikoko oli *Daphnia galeata*-lajilla, joka esiintyi Sompasella alusvedessä elokuussa. Pimeä alusvesi tarjoaa suojaa kalojen saalistukselta, mutta sen ajoittainen hapettomuus luultavasti rajoittaa vesikirppuja, vaikka ne sietävätkin kaloja alhaisempia happipitoisuuksia. Elokussa vesimassa oli sekoittunut, ja alusveden happitilanne oli parempi. Alusvedessä on kuitenkin runsaasti *Chaoborus*-sulkasääsken toukkia, jotka myös saalistavat tehokkaasti eläinplanktonia (ks. Kappaleet 3.6 ja 3.7).

3.6 POHJAELÄIMET JA RAPU

Syvännepohjaeläimet

Vuoden 2013 ekologisen tilan luokittelussa Sompasen pohjaeläintulosten on katsottu ilmentävän tyydyttävää tilaluokkaa (OIVA Ympäristö- ja paikkatietopalvelu). Arviointi perustui vuonna 2010 otettuihin näytteisiin. Jotta pohjaeläimistön mahdollisesta muutossuunnasta saataisiin tarkempi kuva, otettiin 29.9.2014 uudet pohjaeläinnäytteet ympäristöhallinnon ohjeiden mukaisesti (Meissner ym. 2013). Syvänealueelta otettiin Ekman-noutimella 6 rinnakkaista näytettä, jotka seulottiin 500 µm:n sankoseulalla. Näytteet poimittiin elävänä ja säilöttiin 70 % etanoliin lajimääritystä varten. Näytteet määritti ja tässä esitetyt tulokset raportoi Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n pohjaeläintutkija Marja Anttila-Huhtinen. Nostokohtaiset yksilömäärätulokset on tallennettu ympäristöhallinnon pohjaeläinrekisteriin (OIVA Ympäristö- ja paikkatietojärjestelmä).

Pohjaeläinyhteisön lajikoostumus oli vuosina 2010 ja 2014 hyvin samankaltainen (Kuva 11). Selvä valtalaji oli sulkasääski (*Chaoborus flavicans*), jonka osuus oli molempina vuosina noin 90 % kokonaisyksilömäärästä. Kun sulkasääskien yksilötiheys oli vuonna 2010 noin 4000 yksilöä neliometrillä, niin vuonna 2014 niitä oli noin 8000 yksilöä neliometrillä. Sulkasääski on tyypillinen laji reheville, huonoista happioloista kärsivälle vesialueelle. Sulkasääskentoukat saavat ravintonsa pinta- ja välivedestä, mutta ne voivat oleskella hapettomassa alusvedessä pitkiäkin aikoja. Elintapansa vuoksi ne eivät kuulu varsinaiseen makroskooppiseen pohjaeläimistöön. Seuraavaksi yleisin laji oli *Procladius* –surviaissääskentoukka, joka on ns. jokapaikan laji eli se pystyy elämään hyvin monenlaisissa ympäristöissä. Muu lajisto oli enimmäkseen joko ns. jokapaikan lajistoa tai reheville järville tyypillistä. Lajimäärä oli 9 vuonna 2010 ja 6 vuonna 2014 (Kuva 11). Vuodelta 2014 on myös biomassatulokset (WW eli märkäpaino). Keskimääräinen biomassa oli 26 g/m², josta sulkasääskien osuus oli yli 90 %. Biomassoihin perustuvan pohjan ravinteisuusluokituksen (Paasivirta 1984; Taulukko 2) mukaan pohja oli erittäin ravinteikas.



Kuva 11. Sompasen syvänealueen pohjaeläimistön kokonaisyksilömäärät ja lajikoostumus vuosina 2010 ja 2014. Selkeä valtalaji oli molempina vuosina sulkasääski (*Chaoborus flavicans*), joka on tyypillinen laji rehevissä, huonoista happioloista kärsivissä vesistöissä. Vuonna 2010 pohjaeläinnäytteissä oli yhteensä 9 lajia ja vuonna 2014 yhteensä 6 lajia.

Taulukko 2. Profundaalin makrofaunan keskimääräiseen biomassaan (WW eli märkápaino) perustuva pohjan ravinteisuuden alustava luokitus (Paasivirta 1984).

Pohjan ravinteisuus	Biomassa g/ m ² WW
Niukkaravinteinen	0,1-0,5
Melko niukkaravinteinen	0,5-1,6
Lievästi ravinteikas	1,6-6,0
Ravinteikas	6,0-17,0
Erittäin ravinteikas	yli 17,0
Myrkyllinen	alle 0,1

Pohjan rehevyyttä kuvaavan surviaissääsken toukkien suhteelliseen runsauteen perustuvan CI (Paasivirta 2000) indeksin mukaan Sompanen oli hyvin rehevä sekä vuonna 2010 että 2014 (Taulukko 3). Ekologiseen luokitteluun kehitetyn PICM –indeksin (Profundal Invertebrate Community Metric) ja siitä lasketun PICM-ELS –arvon (Ekologinen laatusuhde) (Aroviita ym. 2012) mukaan Sompasen tilaluokka oli vuonna 2010 *erinomainen*, mutta vuonna 2014 vain *tydyttävä* (Taulukko 3). PMA-indeksissä verrataan havaittuja lajistusuhteita ko. vesistötyypin vertailuaineistoista laskettuihin lajien keskimääräisiin suhteellisiin osuuksiin (Aroviita ym. 2012). Vuosien 2010 ja 2014 tulosten mukaan Sompasen lajistusuhteet vastasivat *erinomaisesti Pienten humusjärvien (Ph)* vertailuvesistöistä laskettuja lajistusuhteita (Taulukko 3). Ympäristöhallinnon HERTTA – tiedonhallintajärjestelmän Vesienhoito-osiossa on todettu Sompasen vuoden 2010 tulosten pohjalta, että vaikka laskennalliset tulokset ilmentävät jopa *erinomaista* tilaa, niin arvioiduksi tilaluokaksi on todettu pohjaeläinten osalta *tydyttävä* johtuen ennen kaikkea heikoissa happioloissa viihtyvän sulkasääsken (*C. flavicans*) runsaudesta ja valta-asemasta pohjaeläinyhteisössä (OIVA Ympäristö- ja paikkatietopalvelu).

Taulukko 3. Järvien ekologiseen luokitteluun laadittujen syvänpohjaeläinindeksien (PICM-ELS, ekologinen laatusuhde, malli 2; PMA) arvot sekä pohjan rehevyyttä kuvaava CI-arvo vuosien 2010 ja 2014 tulosten mukaan. Taulukossa on esitetty myös luokkarajojen ja tulosten mukainen luokittelu.

Sompanen		
	2010	2014
PICM-ELS	0,81	0,56
PMA	0,407	0,414
CI -arvo	1,00	1,12
	erinomainen	
	hyvä	
	tydyttävä	
	välttävä	
	huono	
CI 1,00-1,50	hyvin rehevä	

Ranta-alueen pohjaeläimet

Koska Sompanen on keskisyvyydeltään varsin matala, on vuonna 2013 tutkittu myös ranta-alueen pohjaeläimistöä ns. surviaissääskien kotelonahkamenetelmällä (CPET). Menetelmä on kuvattu ja tulokset raportoitu tarkemmin erillisessä Kouvolan järvien tutkimuksessa (Ketola & Raunio 2013). Näytteenotossa sovellettiin eurooppalaista menetelmästandardia SFS-EN 15196:2006. Menetelmässä surviaissääskien kotelonahkoja kerätään haavimalla rantaveden pinnalla kelluvaa aineista käsihaavilla tuulen vastaiselta rannalta, jonne pinnalla ajelehtivaa ainesta kerääntyy. Näytteen voidaan katsoa edustavan viimeisen kahden vuorokauden aikana aikuistuneita lajeja (Coffman 1973). Tutkimusten mukaan loppukesällä on mahdollista saada kattava otos niin karun kuin rehevän pohjanlaadun ilmentäjälajeista.

Näytepisteiden rehevyyden arvioinnissa hyödynnettiin Paasivirran (2001) ehdottamaa TEO-indeksiä (indeksin päivitetty versio vuodelta 2010), jossa lajit on jaoteltu kahteen ryhmään: i) oligotrofian ja ii) eutrofian ilmentäjälajit. Indeksien pienin mahdollinen arvo on 0 (ilmentäen hyvin karua pohjanlaatua) ja suurin 100 (ilmentäen hyvin rehevää pohjanlaatua). Sompasen surviaissääskinäytteistä tavattiin kahdesta näytteestä 31 ja 35 eri surviaissääskilajia. Yleisimmät taksonit näytepisteillä olivat *Procladius* spp., *Tanytus punctipennis*, *Tanytarsus lestagei*-gr., *Ablabesmyia monilis* ja *Glyptotendipes pallens*. Tilanarvion perusteella Sompanen oli luokiteltavissa TEO-indeksien perusteella lievästi reheväksi (arvo näytepisteillä 56 ja 64; Ketola & Raunio 2013). Surviaissääskien lisäksi näytteissä havaittiin runsaasti myös syvänealueelta ajautuneita sulkasääsken (*Chaoborus flavicans*) kotelonahkoja.

Rapu

Sompasella on ollut myös elinvoimainen jokirapukanta. Kesällä 2013 rapu kuitenkin katosi. Koekalastuksen yhteydessä tehtiin koeravustus, mutta koemerrat pysyivät tyhjinä. Rapuja ei saatu tarkempiin tutkimuksiin. Samanlainen täydellinen katoaminen on ranta-asukkaiden mukaan järvellä tapahtunut kaksi kertaa aikaisemminkin (vuonna 1998 sekä 1960-luvun lopussa), mutta kanta on saatu elvytettyä. Elpyminen on kuitenkin vienyt useita vuosia.

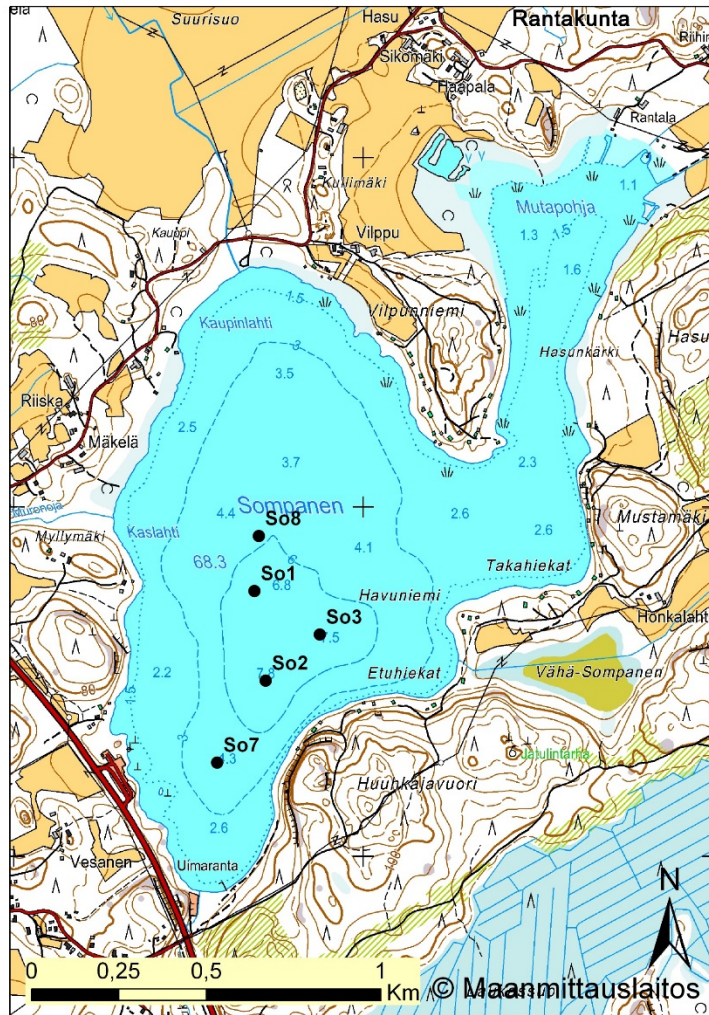
3.7 SULKASÄÄSKI

Sulkasääsken merkitystä Sompasen ravintoverkossa tutkittiin tarkemmin pohjaeläinnäytteenoton yhteydessä 29.9.2014, sillä aiemmat pohjaeläintulokset antoivat epäillä, että se voi olla järvellä runsas. Lisäksi sulkasääskeä tuli varsin runsaasti elokuun 2013 eläinplanktonnäytteeseen, vaikka se isokokoisena lajina luultavasti pystyy väistämään Limnos-näytteenotinta. Eläinplanktonnäytteessä 7.8.2013 sulkasääsken tiheys 0–4 metrin vesikerroksessa oli 0,5 yksilöä/l ja 4–7 m:n vesikerroksessa 1,6 yksilöä/l.

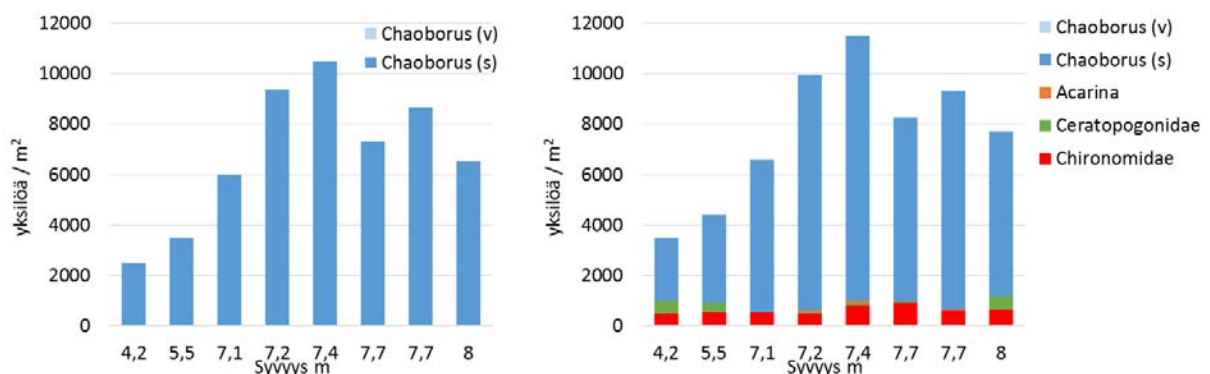
Sulkasääsken toukka nousee pohjalta öiseen aikaan vesipatsaaseen saalistamaan eläinplanktonia, ja runsaana esiintyessään se voi merkittävästi säädellä eläinplanktonin runsautta ja siten vaikuttaa sinileväkukintojen syntymiseen. Koska sulkasääsket ovat kalojen ravintoa, ne välttelevät päivisin päällysvettä, jos siellä on kaloja. Sedimentissä niiden ravintovarot ovat kuitenkin selvästi päällysvettä huonommat. Kalojen vähentäminen voi saada aikaan sulkasääskien runsastumisen. Tällaisessa tapauksessa hoitokalastuksella tavoiteltua sinileväkukintojen vähenemistä eläinplanktonin runsastumisen kautta ei välttämättä saavuteta (Liljendahl-Nurminen ym. 2003; Horppila & Liljendahl-Nurminen 2005). Erityisesti järvissä, joissa alusveden vähähappisuus tai sameus mahdollistaa sulkasääsken esiintymisen vesipatsaassa myös päivisin, voi sulkasääsken merkitys eläinplanktonin saalistajana olla voimakas. Tällainen on tilanne esimerkiksi savisameilla Hiidenvedellä ja Tammelan Kaukjärvellä (Liljendahl-Nurminen ym. 2002, Malinen ym. 2008). Myös monista humusvesistä toukkia on löytynyt runsaasti (Malinen ym. 2011; Malinen & Vinni 2013a).

Sulkasääsken runsauden kartoittamiseksi Sompasen eri syvyysvyöhykkeiltä valittiin yhteensä 5 näytepistettä (Kuva 12), joista otettiin päiväaikaan näytteet sekä pohja-sedimentistä Ekman-näytteenottimella, että suurella planktonhaavilla vesipatsaasta. Pisteistä kolme oli syvänpohjaeläinnäytteenoton pisteitä. Koska pohjaeläintutkimuksessa (ks. Kappale 3.6) syvänealueelta otettiin yhteensä 6 näytettä, hyödynnettiin myös kolmen lisäpisteen tulokset sulkasääskitutkimuksessa. Näiltä lisäpisteistä ei kuitenkaan haavittu sulkasääskiä vesipatsaasta. Näytteenottomenetelmät on kuvattu tarkemmin Liitteessä 2. Kaikista sedimenttinäytteistä määritettiin ryhmätasolle sulkasääsken lisäksi myös muut pohjaeläimet.

Sulkasääskeä esiintyi kaikilla tutkituilla syvyysvyöhykkeillä (Kuva 13; Liite 2). Vesipatsaasta sulkasääskiä ei kuitenkaan tavattu. Sulkasääsket olivat mahdollisesti näytteenoton myöhäisestä ajankohdasta johtuen jo vetäytyneet sedimenttiin talvehtimaan. Kaikki havaitut sulkasääsket olivat lajia *Chaoborus flavicans*, mikä on Suomessa esiintyvistä lajeista yleisin. Sulkasääski oli runsaimmillaan 7,2–7,4 metrin syvyydessä (9300–10 400 yksilöä/m²). Tätä syvemmällä tiheys laski hieman, mutta kaikissa yli 7 metrin näytteissä sulkasääsken tiheys ylitti 6000 yksilöä/m². Matalammilla pisteillä tiheydet olivat alhaisempia, mutta vielä 4 metrin syvyysvyöhykkeelläkin sulkasääskeä esiintyi 2500 yksilöä/m².



Kuva 12. Sompasen sulkasääskitutumuksen näytenpisteet (vesi + sedimentti). Lisäksi sulkasääsket tutkittiin sedimentistä syvänealueella kolmelta muulta pisteeltä, jotka olivat mukana pohjaeläintutkimuksessa. Näillä pisteillä ei käytetty planktonhaavia. Kuvan näytenpisteiltä tehtiin myös sedimentin laatua kartoittava tutkimus (Kappale 3.10).

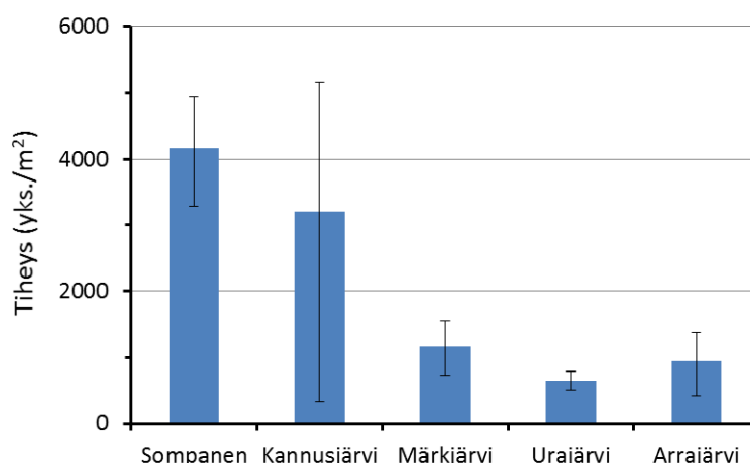


Kuva 13. Vasemmalla sulkasääskentoukan (*Chaoborus*) esiintyminen Sompasen eri syvyysvyöhykkeillä 29.9.2014 vesipatsaassa (v) sekä sedimentissä (s). Oikean puoleisessa kuvassa on esitetty lisäksi sedimenttinäytteissä esiintyneet muut pohjaeläinryhmät: *Chironomidae*, surviaissääsket; *Ceratopogonidae*, polttiaissääsket; *Acarina*, punkit. Sulkasääsket tutkittiin vesipatsaasta kaikkiaan 5 pisteellä (Kuva 12). Vesipatsaassa sulkasääskeä ei kuitenkaan havaittu.

Surviaissääskiä (Chironomidae) esiintyi varsin tasaisesti kaikilla syvyyssyvyöhykkeillä, mutta selvästi sulkasääskeä vähemmän. Eniten surviaissääskiä esiintyi 7,4–7,7 metrin syvyydellä (800–900 yksilöä/m²). Seuraavaksi runsain oli polttiaissääski (Ceratopogonidae), jota esiintyi eniten syvimmällä ja matalimmilla pisteillä (Kuva 13).

Syvyyssyvyöhykkeittäin ositetun otannan kaavoilla voidaan arvioida sulkasääsken runsautta koko järven mittakaavassa, kun eri syvyyssyvyöhykkeiden pinta-ala järvessä tunnetaan. Tällä tavoin laskien Sompasen yli 3 metriä syvien alueiden keskimääräiseksi toukkatiheydeksi tuli 4151 yksilöä/m² (Kuva 14). Tätä matalammilla alueilla sulkasääskentoukkien esiintyminen on yleensä vähäistä (Liljendahl-Nurminen ym. 2002).

Syksyllä sulkasääskien kokonaistiheydet ovat kevättä korkeampia, sillä sulkasääskiä kuolee talven aikana (Malinen ym. 2008). Useimmat vertailuaineistot ovat alkukesältä. Jos kuolleisuuden oletetaan olevan 50 %, olisi kevääksi jäljelle jäävä tiheys Sompasella 2076 yksilöä/m². Esimerkiksi Hiidenvedellä, jossa sulkasääsken on osoitettu olevan merkittävässä roolissa järven ravintoverkossa, on toukkia kesäaikaan noin 1000 yksilöä/m² (Malinen & Vinni 2013b). Sompasen osalta näyttääkin, että sulkasääskellä on suuri merkitys ravintoverkossa. Sompasella ei ole tehokkaasti hämärässä tai pimeässä sulkasääsken toukkia syövää kalalajia, kuten kuoretta (Horppila ym. 2004). Kalasto koostuu lähinnä särjistä ja ahvenista (ks. Kappale 3.8), jotka eivät pysty saalistamaan tehokkaasti sulkasääsken toukkia pimeässä. Tarkkaa raja-arvoa haitallisen suuresta tiheydestä on kuitenkin vaikea antaa. Alusveden vähähappisuus ja tumma, samea vesi tarjoavat todennäköisesti suojaa sulkasääskelle, ja eläinplanktonnäytteen perusteella se esiintyi etenkin alusvedessä myös päiväaikaan. On mahdollista, että sulkasääskeä esiintyi myös syksyllä vedessä, jos ne olivat aivan lähellä pohjaa. Haavinäytteenotossa pohjan lähelle jää pieni katvealue.



Kuva 14. Sulkasääsken (*Chaoborus flavicans*) keskimääräinen tiheys sekä 95 %:n luottamusväli Sompasen yli 3 metrin syvyisillä alueilla 29.9.2014. Tiheysarvio on laskettu yli 3 metriä syvät alueet kattavalla ositetulla otannalla. Vertailun vuoksi kuvassa on esitetty vastaavalla menetelmällä määritetyt tiheydet muista lähialueen järivistä.

3.8 KALASTO

Sompasen kalastoon perustuvaa tilaluokkaa ei ole määritelty ympäristöhallinnon vuoden 2013 ekologisen tilan määrittelyssä, sillä käytettävissä ei ole ollut koekalastusaineistoa. Hankkeessa tehtiin verkkokoekalastukset Sompasella Nordic-yleiskatsausverkoilla 5.–8.8.2013 15 verkkoyön ponnistuksella. Aikaisempia koeverkkokalastuksia Sompasella ei ole tiettävästi tehty. Verkkokoekalastuksen menetelmät sekä tulokset on kuvattu tarkemmin liitteenä olevassa hoitokalastussuunnitelmassa (Liite 5, Kuisma 2014).

Vuonna 2013 saalista koekalastuksissa kertyi yhteensä 40 kg (2098 kpl), yksikkösaaliin ollessa 2685 g/verkko ja 140 kpl/verkko. Koekalastuksessa tavatut 9 lajia painon mukaisessa runsausjärjestyksessä olivat särki (40 %), ahven (29 %), kuha (16 %), lahna (6,3 %), salakka (2,4 %), sorva (2,2 %), pasuri (2,1 %), suutari (1,4 %) sekä kiiski (0,5 %). Myös kappalemääräisesti tarkastellen ahven (45 %) ja särki (41 %) olivat runsaimmat lajit, seuraavina kiiski, lahna ja salakka (Liite 5, Kuisma 2014). Ahven oli varsin pienikokoista suurimman osan mitatuista kaloista sijoituessa pituusluokkiin 5–11 cm. Särjen kokojakauma oli kaksihuippuinen, runsaimmat kokoluokat olivat 7–9 cm ja 12–14 cm. Lahnoista suurin osa oli 8–17 cm. Petokalojen (> 15 cm ahven, kuha) osuus saaliista oli varsin hyvä (29,9 %). Järvessä esiintyy myös haukea, vaikkei sitä saaliiksi saatukaan. Paikallisten mukaan myös madetta esiintyy, mutta siika olisi hävinnyt 1970-luvun jälkeen.

Vuoden 2013 tulosten perusteella Sompasen kalastoluokitus *Pienille humusjärville (Ph)* määritettyjen raja-arvojen mukaan (Taulukko 4; Vuori ym. 2009; Aroviita ym. 2012) vaihteli kalastomuuttujasta riippuen. Neljästä kalastomuuttujasta lukumäärä- ja painoyksikkösaalis olivat järvityypille korkeita, jolloin luokaksi tuli molempien osalta *huono*. Särkikaloiden osuus painoyksikkösaaliista (54,3 %) oli kuitenkin luokkaa *erinomainen*, sillä luokkarajat *Pienille humusjärville* ovat varsin korkeat. Indikaattorilajien esiintymisen perusteella tilaluokka olisi lähinnä *hyvä* (Vuori ym. 2009).

Taulukko 4. Sompasen koekalastustulokset verrattuna Pienille humusjärville (Ph) määriteltyihin hyvän ja tyydyttävän tilaluokan välisiin raja-arvoihin (H/T luokkaraja) kolmen kalastomuuttujan osalta (Aroviita ym. 2012). Yksikkösaaliit olivat selvästi raja-arvoja korkeammat.

	Painoyksikkösaalis, g/verkko	Lukumäärä yksikkö- saalis, kpl/verkko	Särkikaloiden osuus, (paino) %
H/T luokkaraja	1163	47,4	59,1
Sompanen	2685	139,9	54,3

Sompasta on hoitokalastettu 2000-luvulla nuottaamalla sekä katiskoilla (Liite 5, Kuisma 2014). Vuoden 2013 hoitokalastussaaliin koostumuksesta tehtiin tarkempi selvitys. Kokonaissaaliista (2400 kg) suurimman paino-osuuden muodostivat lahna (53 %) ja särki (37 %). Kappalemääräisesti eniten hoitokalastussaaliissa oli särkiä (49 %), ja seuraavaksi lahnoja (30 %). Muita saaliiksi tulleita lajeja olivat salakka, ahven, kiiski ja pasuri. Kuhat ja

hauet vapautettiin saaliista. Saaliissa oli huomattavan paljon suuria lahnoja, joiden osuus verkkokoekalastuksessa jäi vähäiseksi. Nordic-verkkojen suurin silmäkoko on solmuväliltään 55 mm, minkä vuoksi suuret lahnat jäävät todennäköisesti aliarvioituksi koekalastuksessa.

Järveen on myös istutettu siikaa ja kuhaa (Kaakkois-Suomen ELY-keskuksen istutusrekisteri; ks. Liite 5, Kuisma 2014). Tehtyjen toimenpiteiden ansiosta petokalakanta on vahvistunut hyväksi. Kuhalla esiintyy myös luontaista lisääntymistä, sillä koekalastuksessa havaittiin myös 1-kesäisiä kuhan poikasia. Tarkemmin Sompasen kalastoa ja koekalastuksen tuloksia käsitellään liitteenä olevassa hoitokalastussuunnitelmassa (Liite 5, Kuisma 2014).

3.9 VESIKASVILLISUUS

Myös vesikasvillisuudelle on kehitetty erilaisia indeksiarvoja, joiden perusteella järven tilaa verrataan kyseiselle järvityypille ominaisiin arvoihin. Sompasen vesikasvillisuus on kartoitettu päävyöhykelinjamenetelmällä vuonna 2008, jolloin on tutkittu 10 kasvillisuuslinjaa (Taulukko 5, Inki & Ihaksi 2008). Vesikasvillisuuden perusteella Sompasen tilaluokaksi on arvioitu *hyvä*. Arvioon vaikuttaneista indekseistä tyyppilajien suhteellinen osuus ja referenssi-indeksi ovat antaneet luokan *hyvä*. Sen sijaan prosenttinen mallinkaltaisuus on antanut tilaluokan *tyydyttävä* (OIVA Ympäristö- ja paikkatietopalvelu).

Sompasella vuonna 2008 havaitut lajit ilmentävät pääasiassa keskirehevää tai keskirehevää–rehevää kasvupaikkaa (Taulukko 5). Ilmaversoisista yleisimpiä ovat olleet järviruoko ja terttualpi. Myös leveäosmankäämiä on tavattu varsin yleisesti. Kelluslehtisistä yleisimpiä ovat olleet ulpukka sekä uistinviita. Lisäksi on tavattu jonkin verran vesitartta. Karua kasvupaikkaa ilmentäviä lajeja on tavattu vähän. Tällaisia ovat pohjalehtiset, joista on tavattu hapsiluikka sekä vaalea lahnanruoho (*Isoetes echinospora*). Jälkimmäistä on tavattu vähäisessä määrin kahdella linjalla. Uposlehtisiä Sompasella on ollut vähän, vain muutama ärviä on havaittu. Lisäksi on havaittu vähäisessä määrin vesisammalia sekä näkinpartaislevää. Pohjalehtisten suurin esiintymissyvyys on ollut hieman yli metrin.

Sompasen kasvillisuutta kartoitettiin yleispiirteisesti kesällä 2014 niittotarpeen arvioimista varten (Liite 6, Kokko 2014). Kartoituksen perusteella Sompanen on edelleen varsin vähälajinen järvi. Sompasen pohjoisosa, matala Mutapohja, on melko reheväkasvuinen, jossa valtalajeina ovat ilmaversoisista järviruoko, kelluslehtisistä ulpukka ja uposkasveista paikoin runsaana kasvava ruskoärviä. Rannat ovat monin paikoin luhtaisia: pohjakerroksen rahkasammalten lisäksi niillä esiintyvät mm. pullo-, luhta-, viilto- ja jousisarot, kurjenjalka ja terttualpi. Mutapohjan luoteisosassa kasvillisuus poikkeaa lahden vallitsevasta lajistosta maa-aineksen ottoalueella ja koostuu pääasiassa maa-aineksenotosta jääneillä valleilla kasvavista ranta- ja luhtalajeista. Sompasen itälaita on kasvillisuudeltaan monin paikoin niukkaa, sillä pohja syvenee jyrkästi ja metsäkasvillisuus ulottuu paikoin rantaan asti.

Lounais- ja luoteisrannoilla on sen sijaan yleisesti luhtaisen rantavyöhykkeen jälkeen 5–15 m leveä järviruokovyöhyke, jonka joukossa on laikuittain järvikaislaa. Kelluslehtisistä lajeista runsain on ulpukka.

Taulukko 5. Sompasen kasvillisuus vuonna 2008 päävyöhykelinjamenetelmällä kartoitettuna 10 linjalta (Inki & Ihaksi 2008). Kasvilajien ilmentämät ravinteisuusluokat ovat seuraavat (Toivonen 1981, 1984): i = indifferentti eli esiintyy ravinteisuudeltaan erilaisissa kasvupaikoissa; o = oligotrofia eli karu; m = mesotrofia eli keskiravinteinen; e = eutrofia eli rehevä. Yleisyys tarkoittaa linjafrekvenssiä, eli sellaisten linjojen osuutta tutkimuslinjoista, joilla laji esiintyy. Peittävyys tarkoittaa lajin keskimääräistä peittävyyttä niillä linjoilla, joilla laji esiintyy.

Tieteellinen nimi	Suomenkielinen nimi	Ravinteisuusluokka	Yleisyys %	Peittävyys %
Rantakasvit				
<i>Calla palustris</i>	(suo)vehka	i	40	8
<i>Carex acuta</i>	viiltosara	m-e	10	20
<i>Carex lasiocarpa</i>	jouhisara	o-m	10	3
<i>Carex rostrata</i>	pullosara	i	40	34
<i>Carex vesicaria</i>	luhtasara	m-e	20	21
<i>Cicuta virosa</i>	myrkkyykeiso	m	40	8
<i>Lycopus europaeus</i>	rantayrtti	m-e	40	3
<i>Lysimachia vulgaris</i>	ranta-alpi		40	8
<i>Lythrum salicaria</i>	rantakukka	m	20	4
<i>Potentilla palustris</i>	kurjenjalka	i	60	23
Ilmaversoiset				
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	ratamosarpio	m-e	20	2
<i>Equisetum fluviatile</i>	järvikorte	i	40	1
<i>Lysimachia thyrsoiflora</i>	terttualpi	i	60	4
<i>Phragmites australis</i>	järviruoko	i	80	51
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	järvikaisla	i	10	15
<i>Typha latifolia</i>	leveäosmankäämi	m-e	40	19
* <i>Sparganium</i> sp.	*palpakko		10	20
Kelluslehtiset				
<i>Nuphar lutea</i>	(iso)ulpukka	i	80	38
<i>Nuphar lutea x pumila</i>	pohjanulpukka		10	40
<i>Persicaria amphibia</i>	vesitatar	m-e	10	15
<i>Potamogeton natans</i>	uistinviita	i	50	11
Pohjalehtiset				
<i>Eleocharis acicularis</i>	hapsiluikka	o-m	40	22
<i>Isoetes echinospora</i>	vaalealahnanruoho	o	20	1
Uposlehtiset				
<i>Myriophyllum</i> sp.	ärviä		20	1
Näkinpartaiset				
<i>Nitella flexilis vel opaca</i>	näkinpartaiset		10	5
Vesisammalet				
	vesisammal		10	1

*) Koska palpakkolajia ei ole määritetty, ei kasvin elomuotoryhmää tiedetä.

Kartoituksessa havaittiin samat lajit kuin vuoden 2008 kartoituksessa lukuun ottamatta pohjalehtisiä ja näkinpartaisleviä. Kartoituksen yleispiirteisyyden takia ei voida kuitenkaan sanoa varmaksi, että nämä lajit olisivat Sompaselta kadonneet. Uposkasveihin kuuluva ruskoärviä (*Myriophyllum alterniflorum*, o-m, vrt. Taulukko 5) on mahdollisesti runsastunut, sillä sitä tavattiin useilla paikoilla, mutta vuonna 2008 lajia ei ole määritetty. Tarkemmin Sompasen kasvillisuutta käsitellään tämän kunnostussuunnitelman liitteenä olevassa niittosuunnitelmassa (Liite 6, Kokko 2014).

3.10 SEDIMENTTI

Sedimentti eli kerrostuma on järven pohjalle laskeutunutta ainetta. Sedimentti sisältää kivennäisainetta, kuten savea, sekä eloperäistä ainetta, kuten mutaa ja liejua. Eloperäinen aines voi olla peräisin valuma-alueelta tai järven omasta tuotannosta. Sedimentti on osa järven prosesseja varastoiden tai vapauttaen aineita kuten ravinteita, sekä kuluttamalla happea. Prosessit sisältävät sekä fysikaalisia, kemiallisia, että mikrobien ja muun eliöstön aiheuttamia reaktioita. Sedimentin rooli on keskeinen järven sisäisessä kuormituksessa, jossa ravinteita etupäässä vapautuu veteen, sen sijaan että ne varastoituisivat sedimenttiin ja poistuisivat kierrosta (ks. Kappale 4.4).

Sompasen sedimentin laatua kartoitettiin 29.9.2014 sulkasääskitutumuksen yhteydessä samoilta näytepisteiltä (Kuva 12). Eri syvyysvyöhykkeiltä otettiin viipaloivalla Limnos-näytteenottimella yhteensä 5 näytettä, joista analysoitiin pintasedimentin (0–2 cm) vesipitoisuus, orgaaninen aines (hehikutushäviö SFS 3008), sekä hiili- ja typpipitoisuus (Leco CNS-2000) Helsingin yliopiston AlmaLab ympäristölaboratoriossa. Myös hapettomissa olosuhteissa syntyvien mustien sulfidiraitojen esiintymistä tarkasteltiin koko näytteen pituudelta (Taulukko 6). Näytteenotin upposi syvänealueella sedimenttiin reilun 15 cm:n syvyyteen. Eteläsuomalaisissa järvissä kerrostumisnopeus vaihtelee suuresti, joten ilman luotettavaa ajoitusta on vaikea sanoa, mitä ajanjaksoa tämä edustaa. Keskimääräinen sedimentaationopeus suomalaisissa järvissä on 0,1–0,3 cm vuodessa, mutta rehevöitymisen myötä tämä voi jopa 5–10-kertaistua (Alasaarela & Rantala 1990). Myös järven syvyysuhteet vaikuttavat siihen, kuinka hyvin sedimentti tietylle alueelle kerääntyy. Todennäköisesti sedimenttipatsas edusti vähintään muutamaa vuosikymmentä.

Sompasen pintasedimentti oli kaikilla pisteillä hyvin vesipitoista (vesipitoisuus 86–92 %), joten lähes kaikki näytepisteet olivat todennäköisesti sedimentin kerrostumis- eli akkumulaatioalueella (Håkanson & Jansson 1983). Matalin piste (So7) voisi syvyytensä puolesta olla ns. transportaatiopohjaa, jossa ainesta välillä sedimentoituu, välillä sekoittuu uudelleen veteen. Pohjan laatu ei pisteellä kuitenkaan eronnut syvemmistä näytepisteistä. Hehikutushäviönä määritetty orgaanisen aineen pitoisuus oli näytepisteillä hyvin tasaisesti 12,6–13,2 %, ollen hivenen suurempi matalimmalla (4,2 m) pisteellä. Hehikutushäviön perusteella Sompasen sedimentin laatu on luokiteltavissa saviliejuksi. Sedimentin kuiva-aineen hiilipitoisuus oli myös hyvin tasainen, vaihdellen välillä 5,6–5,9 %, mikä oli hieman

alle puolet orgaanisesta aineesta (Taulukko 6). Sedimentin kuiva-aineen tyypipitoisuus oli niin ikään tasainen, vaihdellen välillä 0,60–0,63 %.

Taulukko 6. Sompasen sedimentinäytteenoton tulokset 29.9.2014, sekä veden syvyys näytteenottopisteillä. Näytepisteiden (tunnus So1–So7) sijainti on esitetty Kuvassa 12. Taulukkoon pisteet on järjestetty syvyyden mukaan.

Tunnus	Syvyys, m	Vesipitoisuus %	Hehkutushäviö %	C %	N %	C/N	Sedimentin kuvailu
So2	8	86	12,8	5,7	0,63	9,1	0-6 cm: Pinnalla punaruskea esilieju. Sen alla saviliejuja, jonka joukossa tummia sulfidiraitoja 7-15 cm. Tasalaatuista saviliejuja, tummat hiput vähenevät.
So3	7,7	89	12,8	5,7	0,62	9,1	0-15 cm: Pinnalla vaalean ruskea esilieju. Sen alla saviliejuja, jonka joukossa tummia sulfidiraitoja.
So1	7,1	89	12,6	5,6	0,63	9,0	0-5 cm: Pinnalla vaalean ruskea esilieju. Alla saviliejuja, jonka joukossa tummia sulfidiraitoja 6-15 cm. Tasalaatuista saviliejuja, tummat hiput vähenevät.
So8	5,5	92	12,9	5,7	0,62	9,3	Pinnassa esilieju. Mustia sulfidiraitoja jonkin verran koko matkalla pintaa lukuun ottamatta.
So7	4,2	92	13,2	5,9	0,60	9,9	0-2 cm: Pinnassa esilieju, ei tummia juovia 3-18 cm: Tummiä juovia esiintyy jonkin verran.

Sedimentin C/N-suhteesta voidaan päätellä orgaanisen aineksen alkuperää, sillä levien korkea tyypipitoisuus heijastuu C/N-suhteeseen (C/N plankton 5,6; humus 10–20; Håkanson & Jansson 1983). Kun suhdeluku on alle 10, voidaan sedimentti luokitella karkeasti autoktoniseksi, eli silloin pääosa pohjalle kertyneestä orgaanisesta aineesta on peräisin järven omasta tuotannosta. Kun suhdeluku on yli 10, on pääosa orgaanisesta aineesta peräisin valuma-alueelta. Sompasen C/N-suhde vaihteli välillä 9,0–9,9 eli se voidaan luokitella vielä autoktoniseksi (Taulukko 6). Pääosa Sompasen sedimentin orgaanisesta aineesta on siis peräisin järven omasta tuotannosta. Korkein C/N-suhde oli pisteellä So7, joka on lähimpänä Saukonoron suuta (Kuva 12). Mahdollisesti Saukonoron suunnalta tuleva humuskuorma heijastuu sedimentissä korkeampana C/N-suhteena (ks. Kappale 4.1)

Sompasen sedimentissä esiintyi hapettomista jaksoista kertovia mustia sulfidiraitoja (Taulukko 6). Syvännealueella (yli 7 m) sedimentin yleisväri oli varsin tumma, etenkin ylimmässä 0–6 cm:ssä (Kuva 15). Syvännealue on todennäköisesti kärsinyt happivajeesta varsin kauan. Pintaosaa syvempänä sedimentissä raitoja esiintyi kuitenkin vähemmän. Sen sijaan 4,2 metrin näytepisteellä tummat raidat painottuivat syvempään sedimenttiin. Pintaosissa niitä oli vähemmän ja pääasiassa sedimentti oli väriltään hapellisissa olosuhteissa kerrostuvaa. Tämä kertoo mahdollisesti matalien alueiden happitilanteen parantuneesta happitilanteesta nykyisin, kun taas syvännealueella tilanne on päinvastainen.



Kuva 15. Sompasen sedimenttinäyte järven syvimmästä pisteestä (So2, 8 m; vasemmalla) sekä matalimmasta pisteestä (So7, 4,2 m; oikealla). Pinnan vaaleaa, vielä hajoamatonta esiliejua lukuun ottamatta syvänteeseen sedimentissä oli runsaasti mustia sulfidiraitoja, etenkin 0-6 cm:n syvyydessä. Matalammalla pisteellä sedimentti oli vaaleampaa, hapekkaissa oloissa kerrostuvaa, mutta myös mustia sulfidiraitoja esiintyi etenkin syvemmällä sedimentissä.

4 SOMPASEN KUORMITUS

Ulkoinen kuormitus tarkoittaa kaikkea järveen sen ulkopuolelta tulevaa kuormitusta, kuten ilmaperäistä laskeumaa sekä valuma-alueelta veden mukana kulkeutuvaa ainesta. Yleisimmin kuormituksella viitataan ravinnekuormitukseen. Ravinteilla tarkoitetaan etenkin levien tarvitsemia pääravinteita, fosforia ja typpeä, jotka aiheuttavat vesistöjen rehevöitymistä ja siihen liittyviä moninaisia ongelmia. Valumavesien mukana järveen tulee myös humusta ja muuta kiintoainesta. Näihinkin partikkeleihin on sitoutuneena ravinteita, mutta ne eivät välttämättä ole leville yhtä nopeasti käyttökelpoisia kuin liukoisessa muodossa huuhtoutuvat ravinteet. Ruskeat humusyhdisteet (partikkelimaiset ja liukoiset) aiheuttavat kuitenkin rehevöitymisen lisäksi veden tummumista, pohjan liettymistä sekä hapen kulumista. Kiintoaineella tarkoitetaan kaikkea partikkelimaista ainesta, sekä orgaanista että epäorgaanista (esim. savea), joka aiheuttaa veden samenemista ja etenkin ranta-alueella mataloitumista. Sompasen ulkoista kuormitusta arvioitiin ojavesinäytteenotolla (Kappale 4.1) sekä laskennallisten mallinnusten perusteella (Kappaleet 4.2 ja 4.3).

Järven hoidossa ulkoisen kuormituksen vähentäminen järven sietokykyä vastaavalle tasolle on ensiarvoisen tärkeää. Kuormituksen vähentämisen vaikutukset voivat kuitenkin olla hitaita, jos järvi on myös sisäkuormitteinen. Tällöin voidaan tarvita myös muita, järven sisäisiä hoitotoimia. Suuri osa järveen tulevista ravinteista laskeutuu järven pohjalle suoraan tai kierrettyään eliöstön kautta. Osa ravinteista poistuu järvestä lasku-uoman kautta tai esimerkiksi kalansaaliin mukana. Sisäisellä kuormituksella tarkoitetaan järvestä jo olevien, eli pohjasedimenttiin tai eliöihin varastoituneiden ravinteiden vapautumista uudelleen kiertoon ja levien käyttöön. Mekanismeja on useita, ja niitä käsitellään Sompasen osalta tarkemmin kappaleessa 4.4.

4.1 OJAVESINÄYTTEENOTTO

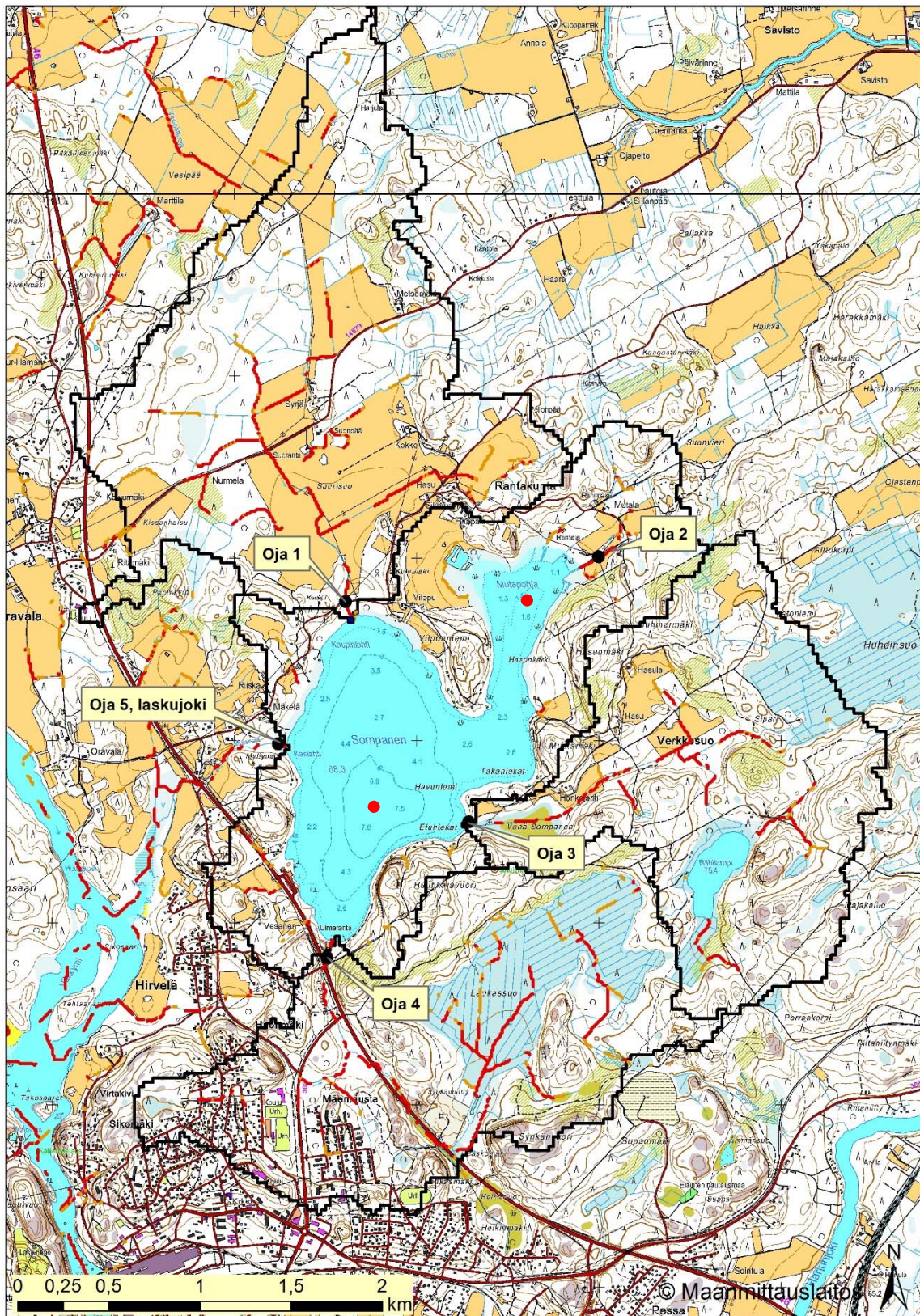
Valuma-alueen vedet laskevat Sompaseen lähinnä neljää puroa pitkin, joiden suhteellista merkitystä järven kuormitukselle pyrittiin arvioimaan ojavesinäytteenotolla. Näytteistä analysoitiin kiintoaines, kemiallinen hapenkulutus, kokonaistyyppi sekä kokonaisfosfori. Samalla mitattiin ojan virtaama ainevirtaamien laskemiseksi. Näytteet otettiin vuonna 2013 lokakuun alussa, jolloin virtaamat ojissa olivat vielä pienet, sekä lokakuun lopussa, jolloin virtaamat ojissa olivat kasvaneet syysateiden myötä. Näytepisteiden sijainti on esitetty Kuvassa 16. Menetelmät on kuvattuna ja tulokset taulukoituna Liitteessä 3. Lokakuun lopun tulokset on raportoitu myös erillisessä Kouvolan järvien tutkimuksessa (Ketola & Raunio 2013).

Virtaama

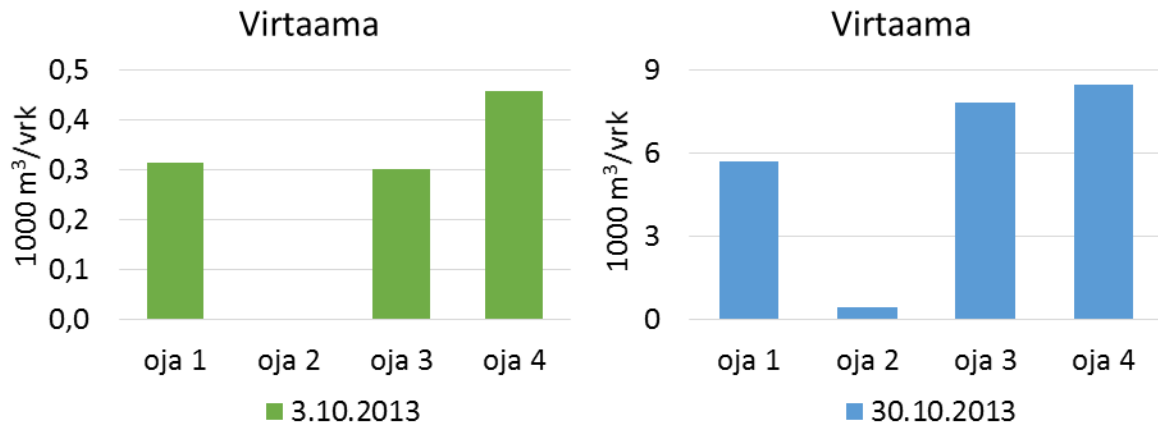
Sompasen ojien virtaamat heijastelivat niiden valuma-alueen laajuutta (Kuvat 16 ja 17). Virtaamalla on merkitystä ojan kuormitusvaikutukselle vesistöön (ainevirtaama = pitoisuus x virtaama). Lokakuun alussa tulo-ojien virtaamat vaihtelivat Mutapohjan nollasta Saukonoron viiteen litraan sekunnissa. Lokakuun lopussa syysateet kasvattivat virtaamia. Suurin virtaama oli Saukonorossa (98 l/s) ja lähes yhtä suuri Etuhiekan ojassa. Seuraavaksi suurin virtaama oli Suurisuonojassa. Mutapohjan ojan valuma-alue on pieni, ja siellä virtaama oli lokakuun lopussakin vain 5 l/s.

Kiintoaines

Savialueilla kiintoaines on lähinnä eroosion irrottamaa mineraaliainesta, joka aiheuttaa mataloitumista. Kiintoainekseen sitoutuneena on myös ravinteita. Metsä- ja suovaltaisilla alueilla kiintoaineessa on todennäköisesti enemmän orgaanista ainesta, joka lisää pohjan liettymistä ja kuluttaa vastaanottavassa vesistössä happea. Sompasen tulo-uomissa kiintoainepitoisuudet vaihtelivat lokakuun alussa välillä 2,5–23 mg/l ja lokakuun lopussa välillä 4–63 mg/l (Kuva 18). Pienimmät kiintoainepitoisuudet olivat molempina näytekertoina Etuhiekanojassa, missä pitoisuudet olivat laskuojankin pitoisuuksia alhaisemmat. Suurimmat pitoisuudet ja silminnähdyn samein vesi oli molempina näytekertoina Suurisuonojassa, jonka valuma-alue on maatalousvaltainen ja maaperä saviaainesta. Suuria arvoja selittää mahdollisesti vastikään syyskynnyiltä pelloilta syysateissa huuhtoutunut kiintoaines. Myös ainevirtaamana kiintoainetta tuli eniten Suurisuonojasta (Kuva 18).



Kuva 16. Sompasen ojanäytteenoton näytenpisteet vuonna 2013. Kuvassa näkyvät myös osavalmualue-erajaukset (value-työkalu) sekä ojien eroosioriski (Metsäkeskuksen eroosioriskiaineisto). Punainen tarkoittaa suurta ja oranssi väri kohtalaista eroosioriskiä. Oja 1) Suurusuoja, 2) Mutapohjan oja, 3) Etuhiekan oja, 4) Saukonoro, 5) Murovoja (laskuoja). Kuvassa on esitetty punaisella pisteellä myös syvänteen pitkäaikainen vedenlaadunseurantapiste (Huuhkajav 054) sekä Mutapohjan vesinäytenpiste (ks. Kappale 3.2).



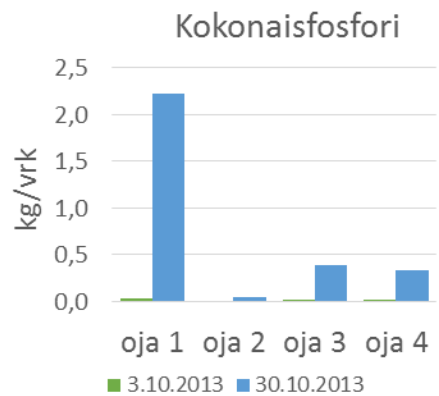
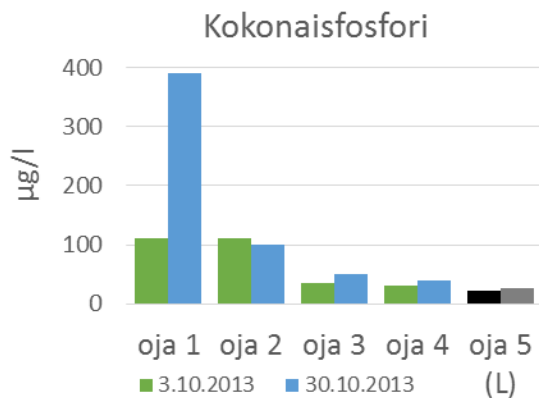
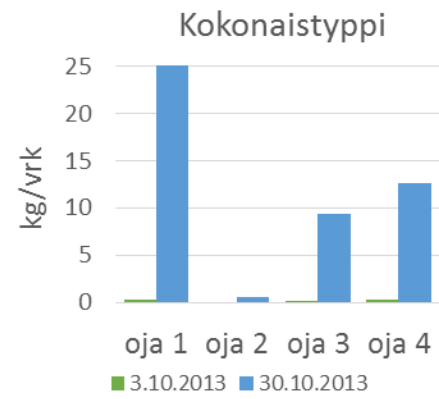
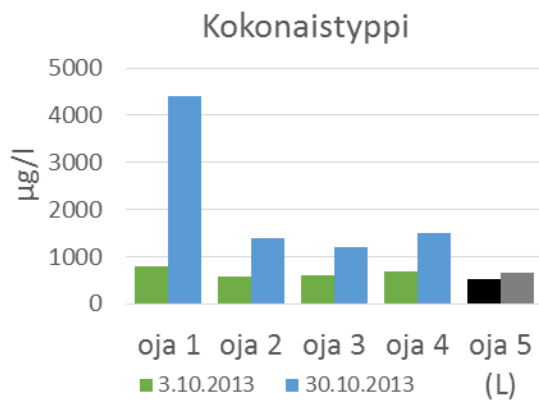
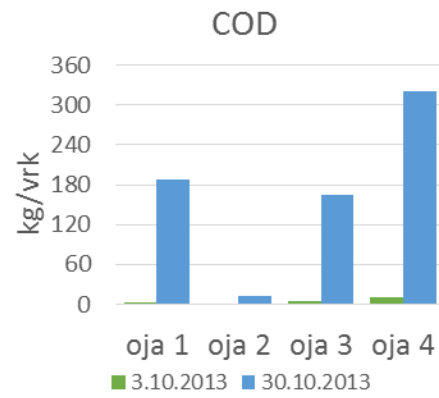
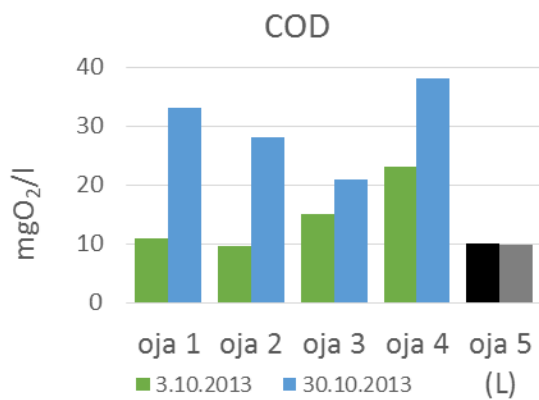
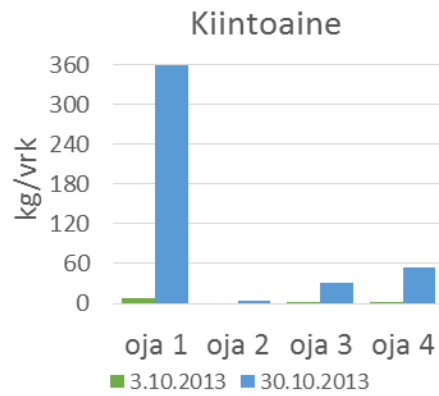
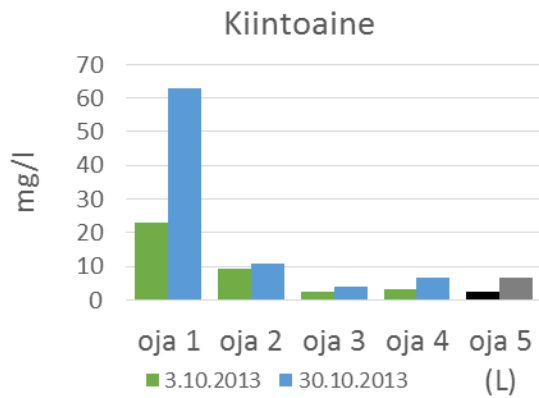
Kuva 17. Sompasen tulouomien virtaamat 3.10.2013 ja 30.10.2013. Oja 1) Suurisuonoja, 2) Mutapohjan oja, 3) Etuhiekan oja, 4) Saukonoro.

Kemiallinen hapenkulutus

Kemiallinen hapenkulutus (COD_{Mn}) mittaa kemiallisesti hapettuvien orgaanisten aineiden määrää. Niitä on jätevesissä, mutta myös humusyhdisteet hapettuvat määrittämisessä. Humus aiheuttaa vastaanottavassa vesistössä veden tummumista ja pohjan liettymistä, mutta myös hapen kulumista, rehevöitymistä sekä muutoksia ravintoverkossa. COD-arvot vaihtelivat lokakuun alussa välillä 9,7–23 mg O₂/l ja kohosivat kuun lopussa välille 21–38 mg O₂/l (Kuva 18; Liite 3). Suurimmat arvot mitattiin molempina näytekertoina Saukonorosta. Seuraavaksi suurin arvo mitattiin lokakuun alussa Etuhiekan ojassa, jossa pitoisuus lokakuun lopussa oli kuitenkin ojista pienin. Lokakuun alussa pienin pitoisuus mitattiin Mutapohjan ojasta, jossa se oli hivenen laskuojaa pienempi. Muutoin COD-arvot tulo-ojissa olivat lasku-ojaa korkeammat, etenkin lokakuun lopussa. Ainevirtaamana selvästi muita ojia suurempi COD-kuorma tuli molempina näytekertoina Saukonorosta. Saukonoroa pitkin Sompaseen tulevat Laukassuon humuspitoiset vedet.

Typpi

Kiintoaineeseen ja humukseen sitoutuneena vesistöön tulee myös vesistöä rehevöittäviä ravinteita. Ojavesiin voi erityisesti runsaasti viljellyiltä alueilta irrota ravinteita myös liukoisessa, epäorgaanisessa muodossa, joka on leville suoraan käyttökelpoista. Kokonaistyyppipitoisuus sisältää kaikki typen muodot. Lokakuun alussa kokonaistyyppipitoisuudet kaikissa ojissa olivat maltillisia (570–790 µg/l), mutta nousivat lokakuun lopussa selvästi (1200–4400 µg/l). Suurin nousu tapahtui Saukonorossa, jossa pitoisuus oli runsaasti viljellylle alueellekin korkea (Oravainen 1999; Kuva 18). Lokakuun lopussa analysoitiin myös typen eri muodot (Liite 3). Nitraatti- ja nitriittitypen (NO₃+NO₂) pitoisuus ja sen osuus kokonaistypestä oli suurin peltovaltaisessa Saukonorossa (2400 µg/l; 55 %). Ammoniumtypen pitoisuus sekä sen osuus kokonaistypestä olivat suurimmat metsätalouksvaltaisessa Saukonorossa (16 µg/l; 1 %). Suurisuonojassa ja Mutapohjan ojassa ammoniumtypen pitoisuudet olivat alle määrittämissärajat. Ainevirtaamana suurin kokonaistyyppi-kuorma tuli Suurisuonojasta. Lokakuun alussa kuormat olivat alhaisten virtaamien takia pieniä verrattuna lokakuun loppuun (Kuva 18).



Kuva 18. Sompasen tulouomien ainepitoisuudet (vasemmalla) sekä ainevirtaamat (oikealla) 3.10.2013 ja 30.10.2013. Kuvassa vertailun vuoksi myös laskuojan ainepitoisuudet (musta/harmaa). Oja 1) Suurisuonoja, 2) Mutapohjan oja, 3) Etuhiekan oja, 4) Saukonoro, 5) Murovoja (laskuoja).

Fosfori

Fosforipitoisuus on tärkeä vesistön rehevyyden arvioinnissa, sillä se on usein perustuotannon minimitekijä, kuten myös Sompasella (vrt. Liite 4, Kotamäki 2014). Kokonaisfosforipitoisuus sisältää vedessä eri muodoissa olevan fosforin kokonaismäärän. Kiintoainekseen sitoutunut fosfori ei ole välttämättä heti levien käytössä, toisin kuin liukoisessa muodossa oleva fostaattifosfori. Kokonaisfosforipitoisuudet lokakuun alussa vaihtelivat välillä 31–110 µg/l (Kuva 18). Korkeat, 100 µg/l ylittävät pitoisuudet mitattiin Suurisuonojassa sekä Mutapohjanojassa. Lokakuun lopussa pitoisuudet kasvoivat hieman myös Saukonorossa ja Etuhiekanojassa ja Mutapohjan ojan pitoisuus pysyi korkeana. Suurisuonojassa pitoisuus kasvoi selvästi ja oli erittäin korkea (390 µg/l). Ojaan huuhtoutuneeseen kiintoainekseen oli todennäköisesti sitoutuneena fosforia. Lokakuun lopussa mitattiin myös liukoisen fosfaattifosforin pitoisuus (PO₄; Liite 3). Suurisuonojaan oli huuhtoutunut myös liukoista fosfaattifosforia, pitoisuuden ollessa 100 µg/l. Tämä oli 26 % ojan kokonaisfosforista. Mutapohjanojassa fosfaattifosforin osuus kokonaisfosforista oli suurin (31 %) ja pitoisuus toiseksi suurin (31 µg/l). Pienin fosfaattifosforin pitoisuus ja osuus kokonaisfosforista mitattiin Saukonorosta. Ainevirtaamana suurin kokonaisfosforin kuorma tuli molempina näytteenotokertoina Suurisuonojasta. Myös fosforin osalta kuormitus kasvoi merkittävästi lokakuun alusta lokakuun loppuun.

Yhteenveto

Pitoisuudet ja virtaamat voivat vaihdella voimakkaasti jopa päivienkin välillä, joten vesinäytteenoton tulokset kuvaavat lähinnä hetkellisiä arvoja. Sompasella kuormitus kasvoi selvästi lokakuun alusta lokakuun loppuun syyssateiden myötä. Yhtä aikaa useassa ojassa toteutettu tutkimus antaa kuitenkin varsin hyvän kuvan eri ojien suhteellisesta merkityksestä Sompasen kuormitukselle. Ravinteiden ja kiintoaineen osalta vesiensuojelutoimenpiteitä kannattaa kohdistaa etenkin peltovaltaiseen Suurisuonojaan, jonka valuma-alue on suurelta osin hienojakoista savimaata. Humuskuorman suhteen huomiota kannattaa kiinnittää metsätalousvaltaiseen Saukonoroon. Etuhiekanojassa Vähä-Sompanen toimii mahdollisesti luontaisena kosteikkona alentaen kuormitusta. Mutapohjassa mitattiin korkeita fosforipitoisuuksia, mutta pienen valuma-alueen vuoksi virtaamat ovat alhaisia.

4.2 VEMALA-KUORMITUSLASKENTA

Suomen ympäristökeskuksen kehittämän vesistömallijärjestelmän kuormituslaskentaosion (VEMALA) avulla on mahdollista arvioida yksittäisen järven fosfori- ja typpi- kuormituksen suuruusluokkaa sekä sen jakaantumista kuormituslähteittäin (Taulukko 7; Kuva 19). Malli ottaa huomioon toteutuneen sadannan vaikutuksen valuntaan sekä valuma-alueella esiintyvät maankäyttömuodot. On kuitenkin huomattava, ettei mallilaskennassa ole tietoa siitä, miten esimerkiksi yksittäistä peltoa lannoitetaan tai muokataan. Tämä tuo epävarmuutta tuloksiin. Kuormitusarviot perustuvat useisiin malleihin, joista pelloilta tulevaa kuormitusarviota on kehitetty eniten (Vihma- ja tulevaisuudessa Icecream-mallit). Karjatalous (myös mm. turkistuotanto) on mukana peltojen kuormituksessa pelloille

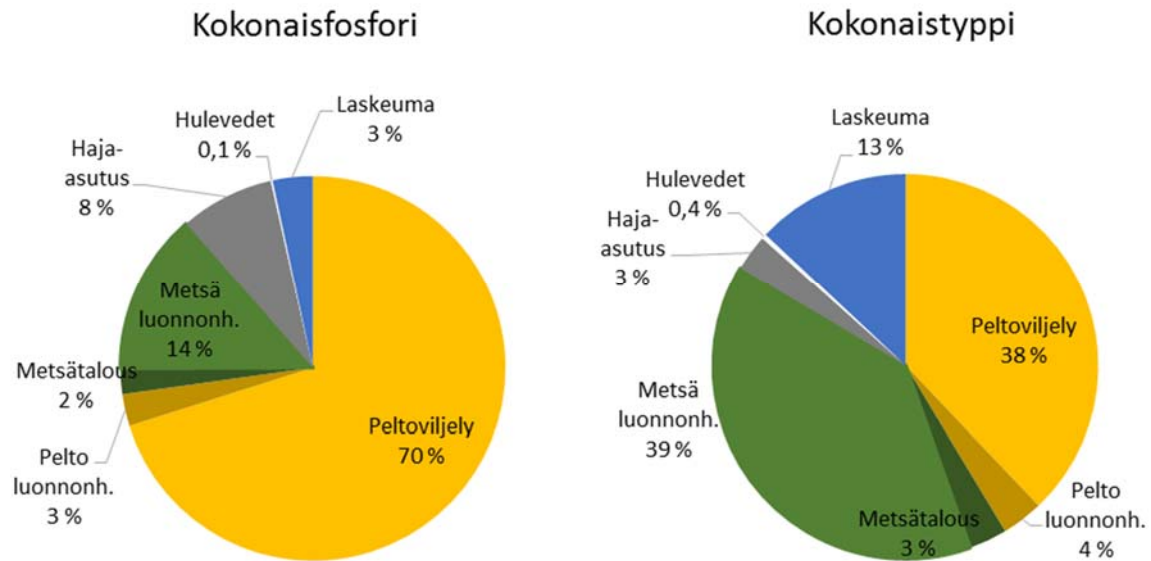
levitettävän lannan kautta tulevana kuormituksena. Lantatiedot perustuvat MYTVAS tutkimuksen (Maatalouden ympäristötuen vaikuttavuuden seuranta tutkimus) tietoihin alueen eläinmääristä. Tarkkaa tietoa lannan levityksestä ei kuitenkaan ole. Metsätalouden kuormitusarvio sekä hajajätevedet tulevat Veps-mallista. Pistekuormitustiedot tulevat VAHTI-järjestelmästä. Pistekuormituksen ja haja-asutuksen tiedot on koottu toistaiseksi vasta 3. jakovaiheen alueille, joten sitä pienemmillä valuma-alueilla tuloksissa on huomattavaa epävarmuutta. Sompasen valuma-alue on vain osa laajemmasta Pyhäjärven valuma-alueesta (14.121).

VEMALassa on arviot myös kiintoaineen ja orgaanisen aineen (TOC) kuormitukselle (Taulukko 7). Nämä mallit ovat yksinkertaisia ja vasta kehitteillä. Mallissa ei ole toistaiseksi huomioitu esimerkiksi maalajeja tai toimenpiteitä valuma-alueella, vaan jako pellon ja metsän välillä on tehty suoraan niiden pinta-alojen suhteessa (Markus Huttunen, SYKE, sähköpostitiedonanto 31.10.2014).

Taulukko 7. Vesistömallijärjestelmän kuormituslaskennan (VEMALA) antamat arvot Sompasen keskimääräiselle (2000–2013) fosfori- ja typpikuormitukselle kuormituslähteittäin. Lisäksi karkeat arviot kiintoaineelle ja orgaaniselle aineelle (TOC) metsien ja peltojen pinta-alojen suhteessa (Suomen ympäristökeskus 2014).

	Fosfori, kg/vuosi	Typpi, kg/vuosi	Kiintoaines, kg/vuosi	TOC, kg/vuosi
Pellot, peltoviljely	336	2830	85120	0
Pellot, luonnonhuuhtouma	13	260	10430	11390
Metsät, metsätalous	10	240	8300	0
Metsät, luonnonhuuhtouma	65	2910	52330	58260
Haja-asutus	38	230	0	0
Hulevesi	0,7	30	0	0
Pistekuormitus	0	0	0	0
Laskeuma	16	970	0	0
Yhteensä	480	7470	156180	69660

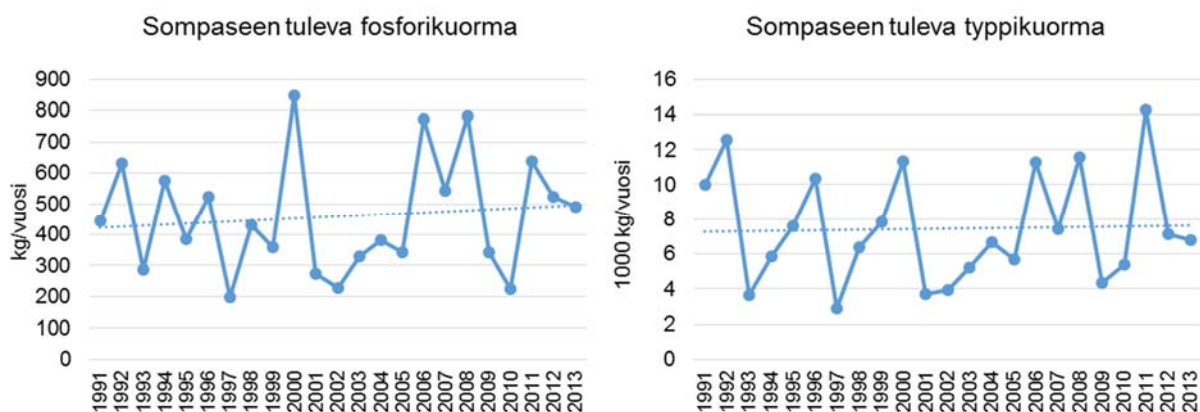
VEMALAn mukaan Sompasen keskimääräinen vuosikuorma ajanjaksolla 2000–2013 on fosforin osalta 480 kg/vuosi ja typen osalta 7 470 kg/vuosi (Taulukko 7). Suurin osa Sompasen fosforikuormituksesta tulee VEMALAn mukaan peltoviljelystä (70 %; Kuva 19). Peltoa Sompasen valuma-alueen maa-alasta on 20 %. Haja- ja loma-asutuksen osuus kokonaisfosforista on karkean arvion mukaan 8 %. Typen osalta peltoviljelyn osuus kuormituksesta on 38 %. Yli puolet typen kuormituksesta tulee luonnonhuuhtouman sekä ilmaperäisen laskeuman kautta. Kiintoaineesta suurin osa huuhtoutuu peltoalueilta. Orgaanisesta hiilestä suurin osa huuhtoutuu Sompaseen pinta-alojen perusteella metsäalueilta.



Kuva 19. Sompasen ravinnekuormituksen jakaantuminen kuormituslähteittäin vesistömallijärjestelmän kuormituslaskennan (VEMALA) mukaan (Suomen ympäristökeskus 2014).

4.3 LLR-KUORMITUSVAIKUTUSMALLINNUKSEKSI

LLR (Lake Load Response) on Suomen ympäristökeskuksessa kehitetty mallinnustyökalu kuormitusvaikutusten arviointiin. LLR auttaa arvioimaan, minkä verran järveen tulevaa ravinnekuormitusta tulisi vähentää, jotta hyvä ekologinen tila voitaisiin saavuttaa. Malli hyödyntää kuormituksen osalta Suomen ympäristökeskuksen vesistömallijärjestelmää (VEMALA; Kuva 20), sekä järvestä mitattuja vedenlaatutietoja mahdollisimman pitkältä ajalta. Mallinnuksella lasketaan, miten ulkoinen kuormitus ja sen muutokset vaikuttavat vesimuodostuman kokonaisravinne- ja a-klorofyllipitoisuuksiin. Malli antaa arvion myös sisäisen kuormituksen merkityksestä järvestä.



Kuva 20. Sompaseen tuleva ravinnekuormitus vesistömallijärjestelmän kuormituslaskennan (VEMALA) mukaan ajanjaksolla 1991–2013 (Suomen ympäristökeskus, 2014). LLR-mallinnus käyttää viipymäajakselle keskiarvoistettuja kuormitusarvoja niiltä vuosilta, joilta on vedenlaatuaineistoa.

LLR-mallinnuksen periaatteet sekä tulokset ovat kokonaisuudessaan Liitteenä 4 (Kotamäki 2014). Mallinnuksen mukaan fosforin ns. nykykuorma (1994–2013) Sompasessa on 1,1 kg/vrk (järven pinta-alaan suhteutettuna 0,25 g/m²/vuosi). Tällä kuormituksella järvi on todennäköisimmin *tyydyttävässä* tilassa. Keskimääräinen kuormitus, jolla hyvään tilaan päästäisiin on 0,8 kg/vrk (0,18 g/m²/vuosi), mikä on noin 27 % vähemmän kuin nykyinen keskimääräinen kuormitus. Tällä vähennyksellä järvi olisi fosforin osalta hyvässä tilassa pitkällä aikavälillä 50 %:n todennäköisyydellä (Liitteen 4 Kuva 1, Kotamäki 2014). Jos hyvässä tilassa halutaan olla suuremmalla todennäköisyydellä, on kuormitusvähennystarve suurempi. Typen nykykuormalla (16 kg/vrk; 3,84 g/m²/vuosi) typpipitoisuus järvestä on jo *hyvän* tilan puolella. Näin ollen typen osalta kuormitusvähennystarvetta ei ole, mikäli tavoitetilana on *Pienille humusjärville (Ph)* määritetty hyvän tilan raja-arvo.

LLR-mallilla saadaan ulkoisen kuormituksen lisäksi arvio sisäisen kuormituksen suuruusluokasta fosforin osalta. On huomattava, että jos ulkoisen kuormituksen todelliset arvot poikkeavat huomattavasti mallinnetuista, tuo se virhettä myös sisäisen kuormituksen arvioon. Sompasen sisäinen kuormitus oli mallin mukaan noin kaksinkertainen ulkoiseen kuormitukseen nähden, mikä lukuarvoina tarkoittaa 2,2 kg/vrk, ja järven pinta-alaan suhteutettuna 0,52 g/m²/vuosi. Sisäisen kuormituksen puolittamisen vaikutus järven fosforipitoisuuteen oli mallinnuksen suuri, ja sillä päästäisiin hyvään tilaan (Liitteen 4 Kuva 2, Kotamäki 2014). Mahdollisia sisäisen kuormituksen mekanismeja on useita, ja niitä käsitellään tarkemmin kappaleessa 4.4.

Keskimääräisillä fosforin ja typen tulokuormilla sekä arvioidulla sisäisen fosforikuormituksen arvolla levämäärää kuvastava a-klorofyllipitoisuus on järvestä mallinnuksen mukaan 19 µg/l, kun hyvän tilan raja-arvo olisi 11 µg/l. Nykykuormilla järvi on siis a-klorofyllipitoisuuden osalta *tyydyttävässä* tilassa 64 %:n todennäköisyydellä, mutta myös *välttävän* tilan todennäköisyys on 36 %. Mallinnuksen mukaan järvi on fosforirajoitteinen (Liitteen 4 Kuva 5, Kotamäki 2014). Tavoitetilaan voitaisiin klorofyllin osalta päästä, jos sisäinen kuorma puolitettaisiin.

Mallinnus on hyvä ja käyttökelpoinen työkalu kuormituksen vähennystarpeen arviointiin. Silti on huomattava, että mallinnuksessa on myös useita virhelähteitä. Arvio ulkoisesta kuormituksesta perustuu mallinnukseen, ei todellisiin pitoisuusmittauksiin. Mallia voidaan parantaa, kun mittaustietoa ojista ajan myötä karttuu. Mallinnuksen mukaan Sompasen tilaa pystyttäisiin kuitenkin parantamaan tehokkaimmin, jos sekä ulkoista että sisäistä kuormitusta vähennetään.

4.4 SISÄINEN KUORMITUS

LLR-mallinnuksen (ks. Kappale 4.3 sekä Liite 4, Kotamäki 2014) mukaan Sompasen sisäinen kuormitus on kaksinkertainen ulkoiseen kuormitukseen nähden (2,2 kg/vrk). Jos sisäinen kuormitus saataisiin puolitettua, olisi sillä mallinnuksen mukaan suuri vaikutus

järven fosforipitoisuuteen ja sen myötä myös a-klorofyllipitoisuuteen (Liite 4, Kotamäki 2014). Mahdollisia sisäisen kuormituksen mekanismeja on useita, ja seuraavassa niiden merkitystä Sompasen tilalle pyritään arvioimaan.

Tuuli

Järven pohjassa ja pohjasedimentin huokosvedessä on aina huomattavasti enemmän ravinteita kuin yläpuolisessa vesipatsaassa. Matalissa järvissä tuulen sekoittava vaikutus voi ulottua pohjaan saakka, jolloin ravinteita voi sekoittua pohjalta veteen. Näin voi käydä etenkin, jos pohjalla ei ole kasvillisuutta sitomassa löyhää sedimenttiä. Rehevissä järvissä plaktonlevien lisääntynyt kasvu samentaa vettä heikentäen pohjan valaistusolosuhteita, jolloin pohjakasvillisuus tyypillisesti taantuu. Sompasessa pohjalehtistä kasvillisuutta on vähän, osin myös veden tumman värin johdosta.

Järven alttiutta resuspensiolle, eli sedimentin uudelleen sekoittumiselle voidaan arvioida sekoittumisindeksin avulla (Index of mixing; Giziński 1978), mikä on päällysveden paksuus jaettuna järven keskisyvyydellä. Lämpötilan vertikaalimittausten perusteella Sompasen päällysveden paksuus oli pienimmillään 3 m, harppauskerroksen muodostuessa 3–4 metrin välille (Kuva 6). Sompasen teoreettinen päällysveden paksuus on noin 5 metriä laskentakaavalla, jossa käytetään järven suurinta tuulelle tehoisaa pituutta ja leveyttä (Patalas 1960, Mieszczankin & Noryskiewicz 2000 mukaan; $4,4\sqrt{D}$, jossa $D = (\text{pituus} + \text{leveys, km})/2$). Teoreettisella päällysveden paksuudella sekoittumisindeksiksi tulee yli 1, mikä viittaa suureen resuspension todennäköisyyteen. Havaitulla arvolla (3 m) indeksi on lähellä yhtä, mutta tilanne edusti poikkeuksellisen tyyntä ja lämmintä jaksoa. Tähän sisäisen kuormituksen mekanismiin on vaikea puuttua, sillä se riippuu järven muodoista ja syvyyssuhteista. Jos järven ulkoinen kuormitus vähenee ja muiden kunnostustoimien myötä vesi kirkastuu, voivat pohjalehtiset kasvit levitä syvemmälle sitoen sedimenttiä.

pH

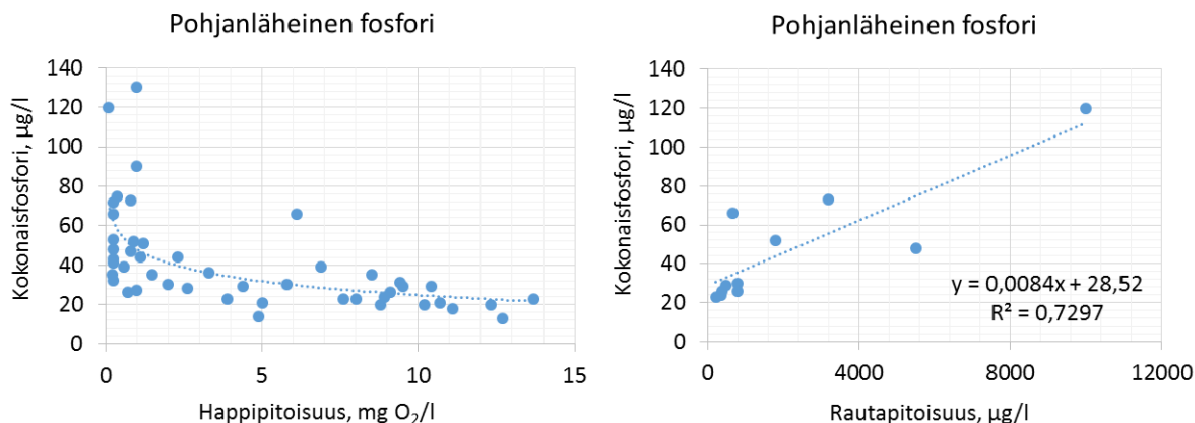
Leväkukintojen aikaan aktiivinen yhteyttäminen voi kohottaa päällysveden pH:n jopa yli 9:ään. Myös hyvin tiheissä vesikasvikasvustoissa pH voi kohota päiväaikaan yhteyttäminen seurauksena (Kairesalo 1980). Syvässä vedessä pH on yleensä matalampi vallitsevien hengitysreaktioiden tuottamasta hiilidioksidista johtuen. Korkeaksi nouseva pH voi lisätä ravinteiden vapautumista sedimentistä etenkin matalilla alueilla, jotka ovat kosketuksissa päällysveden kanssa. Jos pH sedimentin ja veden rajapinnassa nousee yli 8:n, fosforin vapautuminen sedimentistä voi lisääntyä useiden eri prosessien kautta, irrotten mm. rauta- ja alumiiniyhdisteistä (Håkanson & Jansson 1983). Sompasen pitkäaikaisella seuranta-pisteellä syvännealueella pintaveden pH on noussut lähelle arvoa 8 (maksimi pH 7,9 elokuussa 2003), mutta ei ole kertaakaan seurantajakson aikana ylittänyt sitä (Kuva 4). Tähänkään sisäisen kuormituksen mekanismiin ei ole suoraa ratkaisua. Jos järven ulkoinen kuormitus vähenee ja muiden kunnostustoimien myötä rehevyys ja leväkukinnot vähenevät, alenee myös riski pH:n nousuun.

Hapettomuus

Orgaanisen aineen hajotus ja hengitysreaktiot kuluttavat happea. Happi saattaa kulua loppuun etenkin järven syvänteissä, joihin orgaanista, hajoavaa ainesta kertyy. Syvän veden alueella valo ei riitä happea tuottavalle yhteyttämiselle. Kun päällysvesi kesällä lämpenee, tiheyseroista johtuen järvi kerrostuu, eikä tuulen voima pääse sekoittamaan järveä ja tuomaan hapekasta vettä pohjalle. Näin ollen happi voi syvänteissä kulua loppuun. Myös hyvin tiheissä ruovikoissa voi happi käydä vähiin yöllä, kun happea tuova yhteyttäminen on vähäistä ja hengitysreaktiot vallitsevat. Happi voi kulua loppuun myös talviaikana, jolloin ilmasta ei saada happitäydennystä jääkannen alle, eikä valo riitä yhteyttämiselle. Happea kuluttava orgaanisen aineen hajotustoiminta jatkuu hitaasti myös talvella. Hapettomissa olosuhteissa järven pohjaan muodostuvat pelkistävät olosuhteet, jolloin etenkin rautayhdisteisiin sitoutunut fosfaatti voi vapautua. Kemiällisen reaktion lisäksi mikrobitoiminnalla on merkitystä fosfaatin vapautumisessa (Kalff 2003). Mikrobiprosessien muuttuminen anaerobiseksi voi näkyä myös ammoniumtyyppipitoisuuden kohoamisena alusvedessä, kun nitrifikaatio hidastuu. Hapettomissa olosuhteissa voi syntyä myös kaasua, kuten metaania ja rikkivetyä. Kaasukuplien kohoaminen sedimentistä tehostaa ravinteiden siirtymistä pohjalta veteen.

Sompasen syvänealueella tavataan säännöllisesti hapettomuutta sekä talvi- että kesäkerrostuneisuuskausina (Kuva 3). Ajoittain myös pohjanläheisen veden fosforipitoisuudet ovat kohonneet. Fosforipitoisuuden kasvu pohjanläheisessä vedessä näyttäisi olevan yhteydessä veden happipitoisuuden alenemiseen ja rautapitoisuuden kasvuun (Kuva 21). Happipitoisuuden vertikaalimittausten (Kappale 3.3) sekä sedimenttitutkimuksen perusteella (Kappale 3.10) näyttää siltä, että hapettomuus syvänekuopissa on yleistä, ja tilanne näyttäisi syvimmillä alueilla jopa heikentyneen viime vuosina. Tyyneellä jaksolla vähähappinen vesi nousi enimmillään 4 metrin syvyyteen jo heinäkuussa, mikä kertoo nopeasta hapenkulumisesta. Mustat sulfidiraidat vähenivät 5,5 metrin syvyydellä, mutta vielä 4,2 metrin pisteelläkin niitä esiintyi (Taulukko 6). Teoreettinen sekoittumissyvyys Sompasella on 5 metriä, mikä käy yhteen sedimentistä tehtyjen havaintojen kanssa. Kun tarkastellaan järven syvyyssuhteita (hypsografia, Kuva 7), ajoittain vähähappisuudesta kärsivien yli 4 metriä syvien alueiden osuus järven kokonaispinta-alasta on jopa 24 %. Pidempikestoisesta hapettomuudesta kärsivät, yli 6 metriä syvät alueet muodostavat 10 % pohjan alasta.

Järvien happitilanteen parantamiseksi kunnostamiskeinona voidaan käyttää hapetusta (Lappalainen & Lakso 2005). Koska Sompasen syvänteiden happitilanne on heikko ja hapettomuus nousee varsin korkealle koskettaen melko suurta osuutta pohjan pinta-alasta, saattaisi hapettamisella olla mahdollisuuksia vähentää järven sisäistä kuormitusta. Happitilanteen parantamismahdollisuuksista tilattiin Sompaselle tarkempi selvitys (Liite 7, Kauppinen & Saarijärvi).



Kuva 21. Vasemmalla Sompasen kokonaisfosforipitoisuuden yhteys happipitoisuuteen pohjanläheisessä vedessä (1 m pohjasta). Fosforipitoisuudet nousevat, kun happipitoisuus on alhainen. Vasemmalla fosfori- ja rautapitoisuuden välinen yhteys pohjanläheisessä vedessä. Rautapitoisuuden kasvaessa myös fosforipitoisuus nousee. Rautapitoisuudesta mittauksia on vähän.

Särkikalat

Termillä bioturbaatio tarkoitetaan järven eliöstön aiheuttamaa pohjan pöyhintää ja muokkausta, joka vaikuttaa sedimentin rakenteeseen ja ravinteiden vapautumiseen. Pohjaeläimet, kuten surviaissääsken toukat, liikkuvat pohjassa ja kaivavat sinne käytäviä. Sekoitustoiminta voi lisätä ravinteiden vapautumista, mutta pohjaeläinten toiminta voi myös edistää ravinteiden pidättymistä. Kaivamalla käytäviä sedimenttiin pohjaeläimet pitävät sitä hapellisenä ja luovat hapettoman ja hapellisen sedimentin rajapintoja, jotka ovat mikrobitoiminnalle edullisia.

Rehevöitymisen myötä järven ravintoverkon rakenne ja toiminta muuttuu. Särkikalat runsastuvat ahvenkalojen kustannuksella, sillä sameassa vedessä ne pystyvät kilpailemaan ravinnosta paremmin. Särkikalat, etenkin särki ja lahna, käyttävät pohjaeläimiä ravinnokseen, ja ravintoa etsiessään ne pölyttävät sedimenttiä ja vapauttavat siitä ravinteita veteen. Särkikalat ruokailevat pohjalla ja ranta-alueilla, ja siirtyessään ulappa-alueelle ne kuljettavat pohjalta sitomansa ravinteet ja vapauttavat niitä veteen levien käyttöön. Toisaalta myös ahvenkannat voivat olla tiheitä ja koostua pääosin pienistä yksilöistä. Pienet kalat kierrättävät ravinteita nopeammin suhteessa isoihin kaloihin (Tarvainen ym. 2002; Tarvainen 2007). Tiheet, pienistä yksilöistä koostuvat särkikalakannat voivat vaikuttaa merkittävästi veden laatuun (Horppila & Kairesalo 1992; Horppila ym. 1998). Tämä voi näkyä selvänä järven ravinnepitoisuuden nousuna kesän aikana. Sompasella ravinnepitoisuuksia on harvemmin mitattu useana kertana kesän aikana alkukesästä alkaen, joten kesänaikaista nousua on vaikea arvioida (Kuva 3). Vuoden 2013 koekalastustulosten perusteella Sompasen kokonaisyksikkösaaliit olivat tavoitetilaa selvästi korkeammat, ja kalasto oli särkikalavaltaista ja varsin pienikokoista. Petokalojen osuus oli kuitenkin kohtuullinen (Kappale 3.8; Liite 5, Kuisma 2014).

Kalojen aiheuttama ravinteiden siirto sedimentistä veteen aiheuttaa suoraan sisäistä kuormitusta, mutta kaloilla on myös epäsuora vaikutus levämääriin eläinplanktonin kautta. Tiheät kalaparvet saalistavat tehokkaasti eläinplanktonia, jolloin vain pienet lajit ja yksilöt voivat menestyä. Pienikokoisen eläinplanktonin laidunnusteho ja kyky pitää levien kasvua kurissa on suuria lajeja huonompi. Eläinplanktonitutkimuksen perusteella Sompasen yhteisössä vallitsevat varsin pienikokoiset lajit ja yksilöt (Kappale 3.5). Tämä viittaa eläinplanktoniin kohdistuvaan melko voimakkaaseen saalistuspaineeseen. Eläinplanktonin laidunnustehoa voidaan arvioida myös klorofylli/fosfori-suhteen perusteella (Kuva 8). Luku ilmentää hoitokalastuksen tarvetta, jos se on 0,3–0,4 tai suurempi (Sammalkorpi & Horppila 2005; Sarvilinna ja Sammalkorpi 2010). Suhdeluku on heilahdellut voimakkaasti, mutta on ollut yleensä selvästi tätä arvoa suurempi. Sompasella eläinplanktonia saalistavat kuitenkin kalojen lisäksi *Chaoborus*-sulkasääsken toukat, joita syvän veden alueella oli runsaasti (ks. Kappale 3.7).

Tulosten perusteella näyttää siltä, että kaloilla on merkitystä Sompasen sisäiselle kuormitukselle. Kalojen aiheuttamaan sisäiseen kuormitukseen kunnostuskeinona on käytetty ravintoketjukuristusta, eli käytännössä teho- ja hoitokalastusta sekä petokalakantojen vahvistamista istutuksin tai kalastusta sääntelemällä (Sammalkorpi & Horppila 2005). Kalastetun massan mukana järvestä saadaan myös pois kaloihin sitoutuneita ravinteita. Sompasen hoitokalastustarvetta on arvioitu tarkemmin Liitteessä 5 (Kuisma 2014).

5 JÄRVEN ONGELMIEN KUVAUS

Sompasen tila on tällä hetkellä *tydyttävä*. Järven ongelmana on pitkällä aikavälillä tapahtunut rehevöityminen, mikä ilmenee etenkin veden samenessena sekä sinileväkukintoina. Myös ilmaversois- ja kelluslehtinen kasvillisuus on jonkin verran lisääntynyt ranta-alueilla sekä etenkin pohjoisosan matalalla lahtialueella. Ulkoinen kuormitus sekä järven oman tuotannon kasvu lisäävät happea kuluttavaa hajotustoimintaa. Järven keskeisessä syvänteessä havaitaan kerrostuneisuuskausina säännöllisesti hapettomuutta. Järven mataluudesta johtuen kerrostuminen voi tuulilla osittain purkaantua kesäaikaan, mutta tyynillä jaksoilla hapeton vesi voi nousta korkealle ilmentäen suurta hapenkulumisnopeutta. Kalasto on rehevöitymisen myötä muuttunut tiheäksi ja särkikalavaltaiseksi. Hoitokalastuksella ja petokalaistutuksilla järven petokalakantaa on saatu vahvistettua, mutta kalakanta on edelleen tiheää ja varsin pienikokoista.

Rehevöitymisen taustalla on pitkään jatkunut järven sietokykyyn nähden liian suuri ulkoinen kuormitus. Sompasen ulkoinen kuormitus on hyvän tilan saavuttamiseen nähden liian korkealla tasolla. Sompasen valuma-alueella on aktiivista maa- ja metsätaloutta sekä viemäröinnin ulkopuolella olevaa haja- ja loma-asutusta. Järven tämän hetkiseen tilaan vaikuttaa kuitenkin merkittävästi myös sisäinen kuormitus, joka LLR-mallinnuksen mukaan on ulkoiseen kuormitukseen nähden jopa kaksinkertainen. Ilmastonmuutos ei tule

helpottamaan järven tilan kehitystä, jos ulkoinen kuormitus kasvaa lisääntyneen sadannan myötä, ja samaan aikaan kesäkerrostuneisuus voimistuu pintaveden lämpötilojen noustessa.

6 HANKKEEN TAVOITTEET

Sompasen kunnostamisen tavoitteena tulisi olla *Pienille humusjärville (Ph)* määritelty hyvä ekologinen tila. Lisäksi tavoitteena on järven virkistyskäyttöarvon paraneminen, mikä on tavoitteena yhteneväinen ekosysteemin tilan parantamisen kanssa. Konkreettisena tavoitteena on veden laadun paraneminen, eli käytännössä veden kirkastuminen, sinileväkukintojen harventuminen sekä limoittumishaittojen väheneminen. Järven kalaston osalta tavoitteena on särkikalavaltaistumisen estäminen ja petokalakantojen tukeminen, mikä osaltaan lisää järven kalastuksellista arvoa. Ranta-alueiden ja etenkin matalan Mutapohjan lahden osalta tavoitteena on umpeenkasvun hidastaminen, mikä hyödyttää järven virkistyskäyttöä. Pitkän aikavälin tavoitteena on myös happitilanteen parantuminen.

7 SOMPASELLE SUOSITELTAVAT TOIMENPITEET

7.1 SOVELTUVAT TOIMENPITEET

Hyvään tilaan pääsemiseksi Sompasen kuormitusta tulisi vähentää sekä ulkoisen että sisäisen kuormituksen osalta. Ulkoisen kuormituksen vähentämistarve hyvään tilaan pääsemiseksi on varsin suuri, joten sitä voi olla vaikeaa vähentää riittävästi, ellei sisäiseen kuormitukseen samalla puututa. Ulkoisen kuormituksen vähentäminen kannattaa, sillä järven sisäisten toimenpiteiden vaikutukset ovat palautuvia, jos ulkoinen kuormitus ylittää jatkuvasti järven sietokyvyn. Sisäisen kuormituksen vähentämisellä on kuitenkin mallinnuksen mukaan suuri merkitys järven tilaan, joten todennäköisimmin lähemmäksi hyvää tilaa päästäisiin kohdentamalla toimenpiteet sekä valuma-alueelle että järven sisäisiin prosesseihin.

Arvio erilaisten kunnostusmenetelmien soveltuvuudesta Sompaselle on esitetty tiivistettynä Taulukossa 8. Sompaselle ensisijaisena toimenpiteenä suositellaan ulkoisen kuormituksen vähentämiseen tähtäviä toimenpiteitä valuma-alueella. Järven sisäisistä, rehevyyttä vähentävistä toimenpiteistä Sompaselle suositellaan ravintoketjukunnostusta, jota on jo toteutettukin. Ravintoketjukunnostuksen tehoa voi kuitenkin vähentää järven runsas sulkasääskikanta. Toinen mahdollinen sisäistä kuormitusta vähentävä menetelmä on hapetus. Monitavoitteisista menetelmistä tarvetta on lähinnä vesikasvillisuuden niitoille.

Taulukko 8. Eri kunnostusmenetelmien soveltuvuus Sompaselle: +++ suositeltava toimenpide, +- hyödyt eivät selviä haittoihin tai kustannuksiin nähden, - ei suositella.

Menetelmä	Soveltuvuus	Perustelut
<u>Ulkoisen kuormituksen vähentäminen</u>		
Kuormituksen synnyn vähentäminen	+++	Ulkoisen kuormituksen vähentämistarve, myös mahdollinen toteuttaa
Kuormituksen alentaminen syntypaikan ulkopuolella	+++	Ulkoisen kuormituksen vähentämistarve, myös mahdollinen toteuttaa
<u>Rehevyyttä vähentävät, järven sisäiset kunnostusmenetelmät</u>		
Ravintoketjukunnostus	+++(-)	+ Hoitokalastus ja petokalaistutukset ovat jo tuottaneet tuloksia: petokalojen osuus kasvanut. Leväkukinnot kuitenkin jatkuvat ja eläinplankton pienikokoista → hoitokalastukselle edelleen tarvetta - Riskinä sulkasääsken runsastuminen, jolloin eläinplanktonin kautta välittyvät kalan poiston positiiviset vaikutukset menetetään.
Hapetus	+-	+ Sisäisen kuormituksen vähentämisellä on suuri vaikutus järven tilaan, syvänealueen merkitys järven kokonaisuuden kannalta melko suuri. - Hapetuksen kustannukset suuret. +- Vaikutukset sulkasääsken epäselviä; voivat vähentyä, jos vähähappinen pakopaikka häviää, mutta lisääntyminen voi myös tehostua, kun alusvesi lämpenee.
Fosforin kemiallinen saostus	-	Soveltuu Sompasta paremmin pidempiviipymäisiin järviin, joissa ulkoinen kuormitus alhainen
Alusveden poisjohtaminen	-	Ei pysyvä ratkaisu, haittavaikutukset alapuolisessa vesistössä.
<u>Monitavoitteiset menetelmät</u>		
Vesikasvillisuuden vähentäminen	++	Jonkin verran tarvetta etenkin Mutapohjassa sekä tiheimmissä ruovikoissa.
Ruoppaus	+-	Ei välitöntä tarvetta. Aiheuttaa samentumista ja ravinteiden irtoamista. Ei ensisijainen.
Säännöstelyn kehittäminen	-	Ei tarvetta.

7.2 ULKOISEN KUORMITUKSEN VÄHENTÄMINEN

Sompaselle tehdyn LLR-mallinnuksen (Liite 4, Kotamäki 2014) mukaan ulkoisen kuormituksen vähennystarve on fosforin osalta 27 %. Tällä vähennyksellä järvi olisi pitkällä aikavälillä hyvässä tilassa 50 %:n todennäköisyydellä. Mikäli todennäköisyyttä halutaan kasvattaa, on kuormitusvähennystarve suurempi. Typen osalta järvi on jo tavoitetilassa. Jos myös levämäärää indikoivan a-klorofyllin halutaan laskevan hyvän tilan tasolle, on kuormituksen vähennystarve em. suurempi. Jos samalla vähennetään sisäistä kuormitusta, on ulkoisen kuormituksen vähennystarve pienempi. Mallinnus koskee pelkästään ravinteita,

mutta myös humus- ja kiintoainekuormitukseen kannattaa kiinnittää huomiota, sillä sameus sekä veden väri- ja kemiallisen hapenkulutuksen arvot Sompasella nousseet.

Kuormitusta voidaan vähentää useilla eri menetelmillä, jotka voidaan jakaa kuormituksen synnyn vähentämiseen sekä kuormituksen vähentämiseen syntypaikan ulkopuolella. Kaikkein tehokkainta on kuormituksen synnyn vähentäminen, sillä suureen vesimäärään liuennutta kuormitusta on vaikea pysäyttää myöhemmin. Kuormituksen vähentäminen syntypaikan ulkopuolella tarkoittaa erilaisia vesiensuojelurakenteita, joilla kuormitusta pyritään pidättämään ennen sen päätymistä järveen. Seuraavaan on koottu yleisiä, kirjallisuudesta löytyviä ohjeita kuormituksen vähentämiseen.

7.2.1 Kuormituksen synnyn vähentäminen

Maatalous

Sompasen valuma-alueella on aktiivista maataloutta. Maatalouden aiheuttamaa kuormitusta voidaan estää parhaiten sellaisilla toimenpiteillä, jotka estävät peltojen pintaeroosiota ja ravinteiden huuhtoutumista. Ravinteiden ja pintamaan pysyminen pellossa sekä maan hyvä kasvukunto ja kuivatustila ovat myös viljelyn kannattavuuden kannalta olennaisia asioita ja siten yhteneväisiä kuormituksen vähentämistavoitteiden kanssa. Eroosion määrä vaihtelee paljon pellon maalajista, kaltevuudesta, kasvipeitteestä sekä sääoloista riippuen. Suurin kiintoaine- ja ravinnekuormitus tapahtuu yleensä keväällä lumien sulaessa tai kesällä ja syksyllä rankkasateiden aikaan. Ilmastonmuutoksen myötä lauhtuvat, lumettomat talvet voivat lisätä talviaikaista valuntaa samalla, kun lumen sulamisesta johtuvat kevättulvat jäävät pois. Voimakkainta eroosio on silttipitoisilla mailla, kun taas runsas orgaanisen aineen määrä maaperässä rajoittaa eroosiota (Peltonen 1996, Mattilan 2005 mukaan).

Lannoitusmäärien saamiseksi oikealle tasolle peltojen fosforitaso voidaan määrittää viljavuusanalyysillä. Nykyään tehdään myös lohkokokohtaisia ravinnetaselaskelmia, joilla pyritään mahdollisimman tehokkaaseen lannoituksen käyttöön, mikä vähentää myös ravinnehuuhtoumia (Rajala 2001, Hagmanin 2012 mukaan; Mattila 2005). Karjanlannan aiheuttamaa kuormitusta vähentää lannan levittäminen vain kokonaan sulaan maahan mieluiten kasvukauden alussa, hehtaaria kohti määritetyn enimmäismäärän mukaisesti. Tämä edellyttää tiivistä lantala ja 12 kk:n varastotilavuutta (Mattila 2005). Ympäristöministeriön ohjeet kotieläintalouden ympäristönsuojelusta antaa ohjeita myös lannanlevityksestä (Ympäristöministeriö 2010).

Kuormitusta voidaan vähentää myös viljelyteknisillä toimenpiteillä (Mattila 2005). Jos pelto kynnetään rantojen ja ojien suuntaisesti, vähenee fosforikuormitus huomattavasti verrattuna ojaan kohtisuorasti tehtyyn kyntöön. Maan rakenteen hoito ja kasvipeitteisen ajan lisääminen vähentävät eroosiota ja fosforin huuhtoumaa etenkin eroosioherkillä tai tulvavesien vaivaamilla alueilla (kevätkuokkaus, syysviljat, kerääjäkasvit, nurmiviljely, suorakylvö).

Säätösalojitus on keino parantaa pellon vesitaloutta kasvukauden aikana. Siinä normaaliin salaojitukseen on lisätty säätökaivot, joiden avulla salaojissa olevan veden pinnankorkeutta voidaan säätää vallitsevien sääolosuhteiden mukaan. Tällöin kastelutarve vähenee ja kasvit käyttävät ravinteet tehokkaammin hyväkseen. Menetelmä toimii ja on taloudellisesti kannattava kuitenkin vain hiekka- tai hietapitoisilla, varsin tasaisilla peltomailla (Mattila 2005).

Kuormitusta voidaan pidättää myös muodostumisalueellaan erilaisten toimenpiteiden, kuten suojakaistojen ja -vyöhykkeiden avulla (Harjula ja Sarvilinna 2003; Mattila 2005). Suojavyöhykkeet vähentävät tehokkaasti ravinne- ja kiintoainekuormitusta vesistöihin. Suojavyöhyke on pellolle järven, joen, puron tai valtaojan varrelle perustettu monivuotisen kasvillisuuden peittämä alue, jota ei lannoiteta eikä käsitellä kasvinsuojeluaineilla. Perustamiseen voi saada ympäristötukea, jonka määrittelyn mukaan vyöhykkeen on oltava vähintään 15 m leveä. Hoito tapahtuu ensisijaisesti niittämällä tai laiduntamalla. Suositeltavia kohteita ovat erityisesti kaltevat (kaltevuus yli 10 %), ojaan tai vesistöön viettävät pelot, helposti sortuvat rantapelot, sekä toistuvasti tulvavesien alle jäävät alueet. Suojakaistat ovat kapeampia, 1–3 metrin levyisiä ojan tai vesistön varteen jätettäviä alueita, jotka ovat maatalouden ympäristötuen perustuen edellytyksenä. Sompasen alueelle on tehty suojavaojuhykesuunnitelma, joka on päivitetty vuonna 2010 (Pro Agria Kymenlaakso 2010).

Pelto-ojien uomaeroosiota voidaan vähentää luiskia vahvistamalla tai loiventamalla. Loiventaminen lisää uoman tulvatilavuutta ja vähentää sortumista (Mattila 2005). Jos uoman vedenjohtokykyä on tarvetta parantaa, voidaan se tehdä luonnonmukaisen vesirakentamisen menetelmillä kaivamalla uoman poikkileikkaus kaksitasoiseksi. Vanha mutkittileva uoma säilytetään koskemattomana alivesiuomana, jossa vesi virtaa kuivaan aikaan. Keskivedenkorkeuden yläpuolelle alivesiuoman viereen kaivetaan tulvatasanne, jonka annetaan kasvittaa. Vesi nousee sille korkean veden aikaan hilliten tulvavesien nousua pelloille ja vähentäen luiskien sortumista (Toivonen & Korkiakoski 2014). On myös huomattava, että valuma-alueen yläosaan rakennettavat pato- tai allasratkaisut varastoivat vettä valuma-alueen yläosiin. Tällöin ylivalumat alapuolisilla alueilla pienenevät, jolloin veden hallinta pelto-ojissa helpottuu ja uomaeroosio pienenee.

Asiantuntevaa, tilakohtaista neuvontaa maatalouden tuotantomenetelmien, maaperän kasvukunnon ja vesiensuojelun kehittämiseksi sekä erilaisten ympäristötukien hakemiseksi saa ProAgria Etelä-Suomesta sekä Neuvo 2020-mautilojen neuvontajärjestelmän kautta. Lisätietoa maatalouden ympäristötuista löytyy myös Maaseutuviraston Internet-sivuilta (www.mavi.fi) kohdasta viljelijätuet.

Metsätalous

Sompasen valuma-alueella on myös metsätaloutta. Metsätalouden kuormitukseen vaikuttavat paitsi toteutetut metsänhoitotoimenpiteet, myös niiden etäisyys vesistöön, alueen maaperä ja pinnanmuodot, sekä sääolot (Harjula & Sarvilinna 2003; Ahola &

Hyvärinen 2013). Uusia ojituksia ei nykyään juuri tehdä, joten eniten metsätaloustoimenpiteistä kuormitusta aiheuttaa kunnostusojitus. Peratusta uomasta irtoaa kiintoainetta ja ravinteita, jotka kulkeutuvat valumaveden mukana alapuoliseen vesistöön, etenkin heti perkausta seuraavien vuosien aikana. Ravinteet aiheuttavat rehevöitymistä, orgaaninen kuormitus hapen kulumista ja kiintoaines liettymistä. Vesistökuormitusta aiheuttaa myös muokkaus, jonka tarkoituksena on johtaa vettä pois muokkausalueelta (mm. ojitusmätästys). Muita metsätalouden kuormituslähteitä voivat olla ojiin jääneet hakkuutähteet sekä metsänlannoitus (Ahola & Hyvärinen 2013).

Tehokkain keino kuormituksen synnyn vähentämiseksi on perkaamatta jättäminen. Jos alueen ojustoa täytyy perata, valitaan perattavaksi vain ne ojat, joissa on välitön perkaustarve. Perkaamista tulisi kuitenkin välttää etenkin isoissa laskuojissa, sekä jyrkissä rinteissä olevissa ojissa. Ojia ei myöskään pidä perata järven tai lammen rantaan asti, vaan rantaan jätetään kaivukatko. Myös perattaviin ojiin suositellaan jätettäväksi perkaamattomia kaivukatkoja, jos niiden teko on mahdollista. Tarvittavat vesiensuojelurakenteet rakennetaan ennen perkausta. Suojavyöhykkeet parantavat vesiensuojelua myös metsätalousalueilla. Järven rannalle ja ojien reunoille jätettävässä suojavyöhykkeessä ei muokata, lannoiteta tai poisteta pintakasvillisuutta. Rinnemaastossa suojavyöhykkeiden pitäisi olla leveämpiä kuin tasaisessa maastossa (Liite 8, Ahola 2014). Äestysten osalta kuormitusta voidaan vähentää tekemällä äestys rannan tai ojan suuntaisesti, ei rinteiden laskusuunnassa, eli suoraan kohti vesistöä.

Metsätaloudessa vesiensuojelun tavoitteena on eroosion synnyn estäminen sekä jo syntyneen eroosion vähentäminen erilaisilla vesiensuojelurakenteilla (ks. Kappale 7.2.2). Vesiensuojelun kannalta riskikohteiden tunnistaminen on tärkeää. Oikein tehdyillä, kohteen ominaispiirteisiin parhaiten soveltuvalla ja oikein mitoitettulla vesiensuojeluratkaisuilla voidaan vähentää merkittävästi kiintoaineen ja ravinteiden huuhtoumaa (Ahola & Hyvärinen 2013).

Metsätalouden vesiensuojelua valvotaan vesilaille. Vesilain mukaan kunnostusojitushankkeesta tai muusta ojan perkauksesta vastaavan on ilmoitettava kirjallisesti muusta kuin vähäisestä ojituksesta valtion valvontaviranomaiselle vähintään 60 vuorokautta ennen ojitukseen ryhtymistä. Lisäksi metsätalouden vesiensuojelua valvotaan esimerkiksi kestävän metsätalouden rahoituslain tuella rahoitettavissa kunnostusojitushankkeissa, joissa pitää tehdä kattava, tuen myöntävän viranomaisen tarkastama vesiensuojelusuunnitelma. Hyvän vesiensuojelun toteuttaminen metsätaloudessa on kansallisen metsäohjelman 2015 ja valtioneuvoston periaatepäätöksen tavoite. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio on laatinut yleiset metsätalouden vesiensuojelusuositukset (Joensuu ym. 2012). Lisäksi useilla metsäyhtiöillä on omat suosituksensa omille maille.

Haja-asutuksen ja loma-asuntojen jätevesien hallinta

Sompasen valuma-alueella on viemäriverkon ulkopuolella olevaa haja-asutusta sekä runsaasti loma-asuntoja. Hajajätevesien sisältämä fosfori on suoraan leville

käyttökelpoisessa liukoisessa muodossa, minkä vuoksi jätevesikuormitus rehevöittää järveä hyvin helposti. Lisäksi jäteveden orgaaninen aines kuluttaa happea ja käymälävesien bakteerit ja virukset ovat hygieniariski.

Haja-asutuksen talousjätevesien käsittelystä säädetään ympäristönsuojelulaissa (YSL). Sitä koskeva lakimuutos tuli voimaan maaliskuussa 2011. Tällöin annettiin valtioneuvoston uusittu asetus 209/2011 talousvesien käsittelystä vesihuoltolaitosten viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla. Asetuksen 3 §:ssä annetaan vähimmäisvaatimukset jätevesien puhdistustasolle. Talousjätevedet on puhdistettava siten, että ympäristöön aiheutuva kuormitus vähenee orgaanisen aineen osalta vähintään 80 prosenttia, kokonaisfosforin osalta vähintään 70 prosenttia ja kokonaistypen osalta vähintään 30 prosenttia verrattuna haja-asutuksen kuormitusluvun avulla määritettyyn käsittelemättömän jäteveden kuormitukseen. Kunta voi halutessaan tiukentaa kyseisiä määräyksiä pilaantumiselle herkillä alueilla, kuten vesistöjen läheisyydessä ja pohjavesialueilla. Vuoden 2014 lopussa ympäristöministeri on ilmoittanut, että jätevesiasetusta hieman muutetaan. Merkittävin muutos rantakiinteistöjen osalta on se, että siirtymäajan loppua jatketaan parilla vuodella vuoden 2018 maaliskuuhun.

Jos oma jätevesien käsittelyjärjestelmä ei täytä lain vaatimuksia, on liittyminen vesihuoltolaitoksen tai vesiosuuskunnan viemäriverkoston suositeltavaa myös haja-asutusalueilla. Jos tällaista mahdollisuutta ei ole, on talousvesien käsittelyyn tarjolla useita vaihtoehtoja, mm. sakokaivot ja maahanimeytys tai maasuodattamo, umpisäiliö tai pienpuhdistamo. Vesi-WC:n hyvänä vaihtoehtona voi olla myös kuivakäymälä. Jätevesijärjestelmän toimivuuden kannalta olennaista on valita kiinteistölle oikeantyyppinen järjestelmä. Mahdollisuuksiin vaikuttavat asukkaiden määrä, kiinteistön käyttöaika ja varustetaso sekä tontin koko ja maaperä. Sijainti lähellä vesistöä tai pohjavesialueella tuovat omat puhdistusvaatimukset käsittelyjärjestelmälle. Kiinteistökohtainen selvitys ja ammattilaisten suunnitteluapu auttavat käsittelyjärjestelmän valinnassa. Lisätietoja saa kunnan ympäristöviranomaisilta sekä esimerkiksi ajan tasaisilta internet-sivuilta <http://www.ymparisto.fi/hajajatevesi>.

7.2.2 Kuormituksen alentaminen syntypaikan ulkopuolella

Syntynyttä kuormitusta voidaan vähentää erilaisilla vesiensuojelurakenteilla ennen sen päätymistä järveen (Harjula ja Sarvilinna 2003; Mattila 2005; Ahola & Hyvärinen 2013; Liite 8, Ahola 2014). Sopivan vesiensuojelurakenteen valintaan vaikuttavat ennen kaikkea yläpuolisen valuma-alueen pinta-ala, maaston kaltevuus sekä maalaji. Tulouomaan järven läheisyyteen sijoitettavat rakenteet käsittelevät kaiken järveen tulevan kuormituksen, ja ovat siksi vesiensuojelun kannalta edullisia. Jos yläpuolinen valuma-alue on hyvin suuri, voi ongelmia tulla kuitenkin siitä, että hallittavat vesimäärät kasvavat suuriksi. Tällöin toimivan vesiensuojelurakenteen vaihtoehdot vähenevät, ja esimerkiksi kosteikon vaatimat pinta-alat kasvavat suuriksi. Valuma-alueen yläosaan rakennettavat pato- tai allasratkaisut varastoivat

vettä valuma-alueen yläosiin, jolloin ylivalumat alapuolisilla alueilla pienenevät ja selvittää usein huomattavasti pienemmillä rakenteilla, jotka ovat myös edullisia ja helpommin huollettavia (Mattila 2005).

Lietekuopat ovat metsätalouden yksittäisten sarkaojien vesiensuojelukeino (valuma-alue korkeintaan 5 ha), joiden tarkoituksena on kerätä veden mukana kulkeutuvaa karkeaa kiintoainesta. 1–2 m³ suuruinen syvennys tehdään jokaisen sarkaojan alkuun sekä pidempiin sarkaojiin 100–150 metrin välein.

Laskeutusallas soveltuu sekä metsä- että maatalousvaltaisille alueille. Tarkoituksena on hidastaa veden virtausta niin, että kiintoaines laskeutuu altaan pohjalle. Laskeutusallas soveltuu etenkin karkeiden ja keskikarkeiden maalajien laskeuttamiseen alle 50 hehtaarin valuma-alueilla. Altaan mitoitus tehdään yläpuolisen valuma-alueen koon mukaan (2–5 m³/ha). Lähtöjoaan tehdään kynnyks tai pato, jottei altaan pohjalle kerääntyvä aines lähde liikkeelle.

Putkipato on etenkin ojitettujen suoalueiden tehokas vesiensuojelukeino, sillä siellä padottava vesi voi varastoitua sarkaojiin tulvahuippujen aikana. Putkipadon yhteyteen tehdään usein laskeutusallas. Putkipadon tarkoitus on hidastaa vedenvirtausta padon yläpuolisella valuma-alueella ja siten vähentää uomaeroosiota. Se muistuttaa ojarumpua ja toimii myös ojanylityspaikkana. Putkipato sopii yleensä alle 250 hehtaarin valuma-alueille.

Pohjapato on kivistä tai puusta tehty pato ojassa. Sen tavoitteena on vedenvirtauksen hidastaminen ja siten uomaeroosion vähentäminen. Ojan vesipoikkileikkauksen on oltava riittävän suuri ylivaluman aikaiselle vesimäärälle. Pohjapadot sopivat käytettäviksi erityisesti eroosioherkissä laskuojissa ja rinnemaastossa alle 1 000 hehtaarin valuma-alueilla. Niitä voidaan käyttää myös pienillä valuma-alueilla kohteissa, joissa uomien maalaji on hienojakoista, eikä laskeutusallas sen vuoksi sovi.

Kosteikon tarkoituksena on veden mukana kulkevan kiintoaineksen laskeuttaminen ja ravinteiden sitominen (Puustinen ym. 2007). Kosteikot sopivat alle 1 000 ha:n valuma-alueille. Metsätaloudessa kosteikon suosituspinta-ala on noin 1 – 2 % kosteikon yläpuolisen valuma-alueen pinta-alasta, turvetuotantoalueilla 3 – 4 %. Maatalousalueilla suosituspinta-ala on 1 %, mutta ei-tuotannollista investointitukea kosteikon perustamiseen on myönnetty, kun pinta-ala on ollut vähintään 0,5 % ja yläpuolisen valuma-alueen peltoisuus vähintään 20 %. Veden tavoiteviipymä kosteikossa on 24 – 48 tuntia ylivaluman aikana. Mitä kauemmin vesi viipyy kosteikossa, sitä pienemmät partikkelit ehtivät laskeutua. Kosteikoissa on yleensä laskeutusaltaan kaltainen osa kiintoaineksen laskeuttamiseen, sekä matalampi osa, jossa on myös ravinteita poistavaa kosteikkokasvillisuutta. Kosteikkoja ja altaita suositellaan tehtäväksi mieluiten luontaisiin notkelmiin, jolloin vältytään kaivamiselta. Kaivamalla tehty allas voi kuormittaa vesistöä pitkäänkin, jos altaiden reunoilla tapahtuu eroosiota. Loivat tulvatasanteet vähentävät eroosiota ja edesauttavat kasvillisuuden kehittymistä. Kosteikot

ovat mieluisia elinympäristöjä linnuille, ja niitä voidaan perustaa myös riistakosteikoiksi (Aitto-oja ym. 2010).

Pintavalutuskentän tarkoituksena on kosteikon tapaan kiintoaineksen laskeuttaminen ja ravinteiden sitominen. Pintavalutuskentällä vesi jakautuu tasaisesti kentälle, joka on yleensä ojittamaton suoalue. Vesi suodattuu kentän kasvillisuudessa ja turpeessa. Eniten menetelmää on käytetty turvetuotannon valumavesien käsittelyyn. Pintavalutuskentän suosituspinta-ala on vähintään yksi prosentti yläpuolisen valuma-alueen pinta-alasta, joka on yleensä alle 100 hehtaaria. Oikein mitoitettu ja toteutettu pintavalutuskenttä on tehokas vesiensuojelurakenne.

Sompasen valuma-alueelle tehtiin kahteen kuorituksen kannalta tärkeimpään ojaan vesiensuojelusuunnittelu (Suurisuonoja ja Saukonoro). Soveltuvien vesiensuojelurakenteiden paikat sekä ehdotus niiden toteuttamisjärjestyksestä on esitetty liitteenä olevassa vesiensuojelusuunnitelmassa (Liite 8, Ahola 2014). Koska vesiensuojelurakenteiden rakentamiseen tarvitaan aina maanomistajan lupa, on suunnitteluvaiheessa oltu yhteydessä maanomistajiin. Suunnitelmassa esitetään vain ne rakenteet, joille on saatu maanomistajalta alustava suostumus. Kun suunnitelmat etenevät, on maanomistajiin oltava uudelleen yhteydessä, jotta vesiensuojelurakenteen sijoittamisesta maanomistajan maalle voidaan tehdä kirjallinen sopimus.

Ennen rakennustöitä toteutettavalle vesiensuojelurakenteelle tulee tehdä rakenne-suunnittelu, jotta toteutus onnistuu ja vaikutus on vedenlaatua parantava. Erityisesti pohjapatojen rakentaminen vaatii ojien vaaituksen, jolla selviää padon sopiva korko ja paras sijoituspaikka. Myös putkipadon ja kosteikon teko vaatii suunnitellun alueen vaaituksen. Suunnitteluun kannattaa käyttää asiantuntijaa. Lisäksi suunnittelun yhteydessä tulee arvioida, tarvitaanko esimerkiksi kosteikon rakentamiseen vesilain mukainen lupa. Myös pohjavesialueet voivat vaikuttaa vesiensuojelurakenteiden toteutukseen. Pohjavesialueella kosteikkojen ja patojen yhteyteen tehtävien laskeutusaltaiden teossa voi joutua tinkimään kaivuusyvydestä. Purojen kaltaisten uomien vesiensuojelurakenteissa kannattaa ottaa huomioon myös kalojen kulku, sillä purot voivat toimia tärkeinä lisääntymisalueina. Vesiensuojelurakenteet ja esimerkiksi suojavyöhykkeet tukevat myös kalataloudellisia kunnostuksia, sillä uoman liettyminen vähenee (Harjula & Sarvilinna 2003; Aulaskari ym. 2003). Valmiit vesiensuojelurakennesuunnitelmat pitää tarkastuttaa ELY-keskuksessa, joka kommentoi, jos muutoksiin on tarvetta.

Vesiensuojelurakenteet on pyritty suunnitelmassa sijoittamaan mahdollisuuksien mukaan tien tai pellon reunaan niin, että vesiensuojelurakenteita pääsee tarvittaessa kunnostamaan. Rakenteet tulisi tarkistaa aina runsaiden virtaamien jälkeen mahdollisten vuotojen varalta. Laskeutusaltaat tulee tyhjentää laskeutuneesta lietteestä ajoittain. Kertynyt liete voidaan mahdollisuuksien mukaan hyödyntää viereisillä pelloilla. Pienet altaat voi tyhjentää traktorikaivurilla, suuriin altaisiin tarvitaan iso kaivinkone. Jos kerrostunut aines on hyvin

löyhää, kannattaa tyhjennys tehdä lietepumpulla ja viedä putki riittävän kauas maa-alueelle, ettei aines pääse valumaan takaisin järveen tai altaaseen. Tyhjennys olisi toteutettava mahdollisimman alhaisen virtaaman aikaan (talvi, keskikesä). Kosteikkojen kasvillisuutta voi joutua ajoittain niittämään tai pajukoita poistamaan liiallisen umpeenkasvun estämiseksi.

7.3 RAVINTOKETJUKUNNOSTUS

Ravintoketjुकunnostuksella eli biomanipulaatiolla tarkoitetaan menetelmää, jolla pyritään parantamaan vedenlaatua vähentämällä rehevöitymisen seurauksena vesistöön muodostunutta särkikalavaltaista kalastoa (Shapiro ym. 1975; Shapiro & Wright 1984; Sammalkorpi & Horppila 2005; Niinimäki & Penttinen 2014). Kalamassan mukana järvestä poistuu ravinteita, kalojen ruokailusta aiheutuva ravinteiden kierrätysvaikutus pienenee, eläinplankton muuttuu tehokkaammin laiduntavaksi ja näin ollen myös veden laatu paranee ja sinileväkukinnot vähenevät. Veden kirkastuminen voi saada aikaan myönteisiä, itseään vahvistavia vaikutuksia (Scheffer ym. 1993). Veden kirkastuessa pohjakasvillisuus voi levitä syvemmälle ja edesauttaa veden pysymistä kirkkaana mm. sitomalla sedimenttiä ja kilpailemalla ravinteista levien kanssa. Ravintoketjुकunnostus soveltuu järviin, jotka ovat rehevöityneet ulkoisen kuormituksen vaikutuksesta, mutta joiden tila ei ole parantunut merkittävästi kuormituksen alentamisen jälkeen, koska sisäinen kuormitus pitää yllä korkeaa rehevyystasoa (Sammalkorpi & Horppila 2005). Sompasessa sisäisen kuormituksen merkitys on suuri.

Yleisin toimenpide ravintoketjुकunnostuksessa on särkikalojen, joskus myös kuoreen ja pienten ahvenkalojen poistopyynti troolaamalla, nuottaamalla, rysillä tai katiskoilla. Poistopyynnin vaikutusta vahvistetaan lisäämällä petokalojen kantoja istutuksin sekä kalastusta säätelemällä. Jos särkikalakanta on runsas, aloitetaan ravintoketjुकunnostus tehokalastuksella, jonka tavoitteena on saada selkeä muutos kalakantoihin. Tämän jälkeen pyyntiä jatketaan hoitokalastuksena, jolla ylläpidetään saavutettua muutosta kunnostuksen jälkeen. Rehevissä järvissä liian pieneksi jäävä saalis ei tuo merkittäviä muutoksia veden laatuun. Lisäksi kalojen lisääntymiskyky on suuri, joten ne täyttävät tehokkaasti vapautuneen tilan ravintokilpailun hellittäessä. Tällöin vain kohotetaan kalakannan tuottavuutta, ja kalaston rakenne saattaa muuttua jopa haitallisesti pienten kalojen suuntaan. Pienet kalat syövät tehokkaasti eläinplanktonia ja kierrättävät ravinteita nopeammin suhteessa isoihin kaloihin (Tarvainen ym. 2002; Tarvainen 2007). Kalastusta onkin varauduttava jatkamaan useana vuonna, jotta uusien vuosiluokkien runsastuminen ehkäistään. On myös erittäin tärkeää, että järveen muodostuu riittävän vahva petokalakanta, joka pystyy pitämään särkikalojen lisääntymisen kurissa.

Tarkan saalistavoitteen määrittely on vaikeaa, sillä se riippuu useasta tekijästä. Yleensä saalistavoite suhteutetaan järven pinta-alaan ja veden fosforipitoisuuteen. Sammalkorpi ja Horppila (2005) esittävät fosforitasoon suhteutetun kaavan, jonka mukaisella poistetun särkikalan määrällä Jeppesen ja Sammalkorpi (2002) ovat havainneet ainakin lyhytaikaisia

vedenlaatuvaikutuksia. Sompasen viime vuosien (2011–2014) pintaveden kokonaisfosforipitoisuuden (TP) kesäajan keskiarvo on 31 µg/l. Kaavan ($16,9 * TP^{0,52}$) mukaan Sompasella tehokalastuksen poistotarve olisi 100 kg/ha vuodessa, jotta selviä vedenlaatuvaikutuksia näkyisi. Tämä kuvaa tilannetta, jolloin kalastusta ei ole vielä aloitettu. Sompanen on ollut mukana Valkealan väliväylän järvien kunnostushankkeessa (2004-2006), jossa järveä on hoitokalastettu nuottaamalla sekä talkootyönä katiskoilla (Valkealan kalastusalue 2006). Hoitokalastusta on tehty myös tämän jälkeen ja järveen on istutettu kuhaa. Hoitokalastusten hehtaarisaaelit vuosien 2004–2013 välillä (neljänä vuotena) ovat olleet suurimmillaan 76 kg/ha ja pienimmillään 16 kg/ha. Yhteensä järvestä on 10 vuoden jaksolla poistettu 21 400 kg vähäarvoista kalaa (ks. Liite 5, Kuisma 2014). Jos kalamassan tuorepainosta 0,6–0,8 % on fosforia ja 2,5 % typpeä (Sammalkorpi & Horppila 2005), on hoitokalastussaaeliin mukana 10 vuoden jaksolla järvestä poistettu yhteensä 128–171 kg fosforia ja 535 kg typpeä.

Sompaselle on laadittu hoitokalastussuunnitelma (Liite 5, Kuisma 2014). Siinä siinä järven fosforitaso ja koekalastustulokset huomioiden tehokalastusvaiheen saalistavoitteeksi asetetaan 75 kg/ha/vuosi ja hoitokalastusvaiheen tavoitteeksi 30 kg/ha/vuosi. Saalistavoitetta tulee tarvittaessa tarkentaa seurannan perusteella.

Sompasella esiintyy runsaasti sulkasääskeä (ks. Kappale 3.7), jota kalat käyttävät ravinnokseen. Syvänealueella sulkasääskeä esiintyi eläinplanktonnäytteiden perusteella myös vesipatsaassa päiväaikaan, jossa ne saavat suojaa alusveden pimeydestä ja vähähappisuudesta. Jos kaloja vähennetään, saattaa sulkasääski runsastua. Koska sulkasääski käyttää ravinnokseen eläinplanktonia, voi sulkasääsken runsastuminen heikentää hoitokalastuksen myönteisiä vaikutuksia. Tällöin eläinplankton ei runsastu toivotulla tavalla, eikä niiden laidunnusvaikutus leviin kasva (Liljendahl-Nurminen ym. 2003, Horppila & Liljendahl-Nurminen 2005). Järvissä, joissa sulkasääski on hyvin runsas, ei hoitokalastusta välttämättä suositella lainkaan (Malinen & Vinni 2013a). Kalanpoistolla on kuitenkin myös suoria vaikutuksia vedenlaatuun, ja Sompasella on runsaasti matalia alueita (keskisyvyys 3,1 m), joilla sulkasääskeä esiintyy vähemmän. Kirkas vesi vähentää sulkasääsken mahdollisuuksia välttyä kalojen saalistukselta vedessä. Näin ollen kaikki vesiensuojelutoimenpiteet valuma-alueella, jotka edistävät veden kirkastumista, heikentävät sulkasääsken mahdollisuuksia nousta päällysveteen päiväaikaan. Myös hapetus saattaisi vaikuttaa sulkasääskeä vähentävästi (ks. Kappale 7.4).

7.4. HAPETUS

Järvien happitilanteen parantamiseksi kunnostamiskeinona käytetään hapetusta, joka voi olla hapen liuottamista ilmasta (tai happisäiliöstä) veteen, hapekkaan veden johtamista vähähappiseen alusveteen, tai hapen lisäämistä veteen kemikaalina (Lappalainen & Lakso 2005). Hapetuksen tavoitteena on sisäisen kuormituksen vähentäminen parantamalla pohjasedimentin pintakerroksia ja siellä tapahtuvaa aineen ja energian kiertoa siten, että sedimentti sitoisi paremmin ravinteita. Kun mikrobiprosessit ovat aerobisia, vähenee

haitallisten yhdisteiden, kuten ammoniumin, rikkivedyn sekä metaanin syntyminen, typen kierto paranee ja orgaanisen aineen hajoaminen tehostuu. Myös fosforin liukeneminen veteen vähenee. Hapellinen vesi parantaa myös kalojen ja pohjaeläinten elinolosuhteita. Kaloista hapentarve on suurin lohikaloilla. Myös made, ahven ja kuha tarvitsevat särkikaloja enemmän happea. Särkikaloista lahna, pasuri, karppi, suutari ja ruutana sietävät jopa alle 2 mg/l:n happipitoisuuksia (Koli 1984). Happitilanteen heikkeneminen voi edesauttaa kalaston särkikalavaltaistumista.

Happipitoisuuden mittaustulosten sekä syvänesedimentissä esiintyneen mustan värin perusteella Sompasen syvänteeseen happitilanne on säännöllisesti heikko. Koska hapettamisella saattaisi olla mahdollisuuksia vähentää järven sisäistä kuormitusta, tilattiin happitilanteen parantamismahdollisuuksista tarkempi selvitys (Liite 7, Kauppinen & Saarijärvi). Selvityksen mukaan Sompasen alusvedessä hapenkulutus on voimakasta. Järvelle suositeltiin Mixox-kierrätyshapetusta, jossa hapekasta pintavettä johdetaan pohjalle. Menetelmä aiheuttaa alusveden lämpenemistä kesäisin, mikä lisää hapen kulumista. Riittävän vaikutuksen aikaan saamiseksi täytyisi lämpötilakerrostuneisuus purkaa normaalia aiemmin. Aikainen purku saattaisi lisätä päällysveden ravinnepitoisuuksia ainakin hapetuksen alkuvaiheessa. Talviaikaisessa hapetuksessa tarkkailua puolestaan vaatisi kokonaishappivarannon riittävyys kierrätyshapetukseen, etenkin pitkinä talvina.

Hapettamisella olisi todennäköisesti vaikutuksia myös ravintoverkkoon. Vaikutusten ennustaminen on kuitenkin erittäin vaikeaa. Alusveden vähähappisuus tarjoaa sulkasääskien toukille suojaa kalojen saalistusta vastaan. Sulkasääsken toukat säätelevät tehokkaasti eläinplanktonia ja vaikuttavat siten epäsuorasti sinileväkukintojen syntyymiseen. Hapetus saattaisi vähentää sulkasääskeä ja sen haitallisia vaikutuksia ravintoverkossa. Toisaalta alusveden lämpeneminen saattaisi myös johtaa sulkasääsken lisääntymisen tehostumiseen (Malinen & Vinni 2013a). Sompasella ei ole tehokkaasti hämärässä tai pimeässä sulkasääsken toukkia syövää kalalajia, kuten kuoretta (Horppila ym. 2004), joka viileää vettä vaativana saattaisi kärsiä hapetuksesta (Malinen ym. 2012).

Hapetuksen vaikutukset eläinplanktoniin riippuisivat todennäköisesti niitä syövien petojen, sekä sulkasääsken että kalojen, määrien muutoksista. Eläinplankton voisi vahvistua, jos alusveden happitilanne paranee ja sulkasääski vähenee. Eläinplanktonin runsastumisen edellytyksenä kuitenkin on, että myös kalojen saalistus olisi alhainen. Eläinplanktonista kohtuullisen suuri osuus oli *Daphnia*-vesikirppuja, jotka ovat tehokkaita levien laiduntajia. Niiden keskikoon kasvu lisäisi eläinplanktonin laidunnustehoa. Parhaiten veden sekoittamisen vuoksi pyörteisessä vesimassassa selviäisivät mahdollisesti rataseläimet ja kyklooppihankajalkaiset, jotka ovat heikkoja laiduntajia (Cantin ym. 2011).

Jos eläinplanktoniyhteisön laidunnusteho on alhainen ja veden sekoittaminen tuo ravinnelisäyksen tuottavaan, valaistuun vesikerrokseen, voi seurauksena olla kasvi- ja bakteeriplanktonin lisääntyminen (Weithoff ym. 2000). Toisaalta päällysveden levämäärä voi myös vähentyä, kun levät joutuvat vesimassojen sekoituksen myötä heikosti valaistuun

vesikerrokseen. Kerrostuneessa järvessä tyyni sää voi johtaa vesimassan vakauden kautta sinilevien parempaan kilpailukykyyn, sillä ne voivat säädellä esiintymissyvyyttään kaasuvakuoliensa avulla. Kerrostuneisuuden purkautuminen lisää veden sekoittumista, jolloin nopeasti vajoavat kasviplanktonlajit, kuten piilevät tulevat kilpailukykyisemmiksi (Cooke ym. 2005).

Hapetuksen vaikutukset kalastoon olisivat todennäköisesti vähäisiä. Sompasella ei ole viileää alusvettä suosivia lajeja, kuten kuoretta, muikkua tai siikaa, jotka voisivat kärsiä alusveden lämpenemisestä. Tällä hetkellä alusvesi ei ole kaloille sopiva elinympäristö myöskään hapettomuuden vuoksi. Hapellisten pohja-alueiden lisääntyminen voi elvyttää pohjaeläimistöä, mikä tarjoaa kaloille enemmän ravintoa ja vähentää siten eläinplanktoniin kohdistuvaa saalistusta.

Täytyy huomata, että vaikka hapettamisella saataisiin parannettua syvänealueiden ravinteiden pidätyskykyä, se ei välttämättä johda vielä sisäisen kuormituksen puolittamiseen. Myös matalien alueiden prosesseilla ja kaloilla on todennäköisesti suuri merkitys järven sisäiselle kuormitukselle. Jos järven ulkoista kuormitusta saadaan vähennettyä sekä ravinteiden että humuksen osalta, ja kunnostustoimien myötä järven oma tuotanto laskee, vähenee happea kuluttavan orgaanisen, hajotettavan aineen määrä. Tämä voisi pitkällä aikavälillä parantaa happitilannetta. Veden kirkastuessa myös sulkasääsken mahdollisuudet nousta päiväaikaan kohti päällysvettä vähenevät. Hapettaminen ei todennäköisesti sovellu Sompasella ainoaksi kunnostusmenetelmäksi, vaan toimisi parhaiten muiden menetelmien tukena.

7.5 VESIKASVILLISUUDEN NIITOT

Kasvillisuuden lisääntyminen ja vähittäinen umpeenkasvu kuuluvat järven luontaiseen kehitykseen, mutta ihmistoiminta voi nopeuttaa tätä kehitystä huomattavasti. Liiallinen vesikasvillisuus koetaan usein virkistyskäyttöä ja maisema-arvoa alentavana. Vesikasvillisuuden niiton tavoitteena on torjua vesikasvien liiallista runsastumista ja umpeenkasvua, ei poistaa kaikkia kasveja. Rehevöitymisen myötä ilmaversoiset kasvillisuusalueet (järviruoko, järvikaisla, osmankäämi, järvikorte) tyypillisesti laajenevat ja tihenevät. Myös kelluslehtiset kasvit (etenkin lumme ja ulpukka) saattavat lisääntyä haitallisesti. Sen sijaan upos- ja etenkin pohjalehtinen kasvillisuus yleensä taantuu pohjan liettyessä, veden samentuessa ja leväkasvun lisääntyessä rehevöitymisen myötä. Joskus ongelman kuitenkin muodostavat nimenomaan uposlehtiset kasvit, kuten rehevissä vesissä menestyvät vesirutto tai karvalehti (Kääriäinen & Rajala 2005; Laita ym. 2007). Sompasen kasvillisuus on pääosin suhteellisen vähäistä, osittain jyrkistä rannoista johtuen. Sompasen vesi on myös varsin tummaa ja uposkasvillisuutta on vähän. Matalilla lahtialueilla ilmaversoinen ja kelluslehtinen kasvillisuus on kuitenkin alkanut runsastua (ks. Kappale 3.9; Liite 6, Kokko 2014).

Jokien ja ojien mukanaan tuoma liete mataloittaa etenkin ojien suulla olevia lahtialueita, joille kehittyvät laajat ilmaversoisista koostuvat kasvustot. Tiheissä kasvustoissa edellisvuotinen, kuollut kasvusto ei pääse huuhtoutumaan pois, vaan jää maatumaan uuden kasvuston alle muodostaen turvetta ja liejua, mikä edesauttaa rannan mataloitumista ja umpeenkasvua. Tiheässä kasvustossa happi voi ajoittain kulua loppuun. Tämä voi aiheuttaa haitallisia ilmiöitä sedimentissä, kuten ravinteiden vapautumista sekä hajuhaittoja, jos pohjalla kehittyvät rikkivetyä. Niitoilla pyritään ehkäisemään näitä haitallisia vaikutuksia. Vesikasvillisuuteen niitetyt väylät parantavat veden kiertoa alueella ja hidastavat umpeenkasvukehitystä. Vesikasvillisuuden mukana järvestä poistuu myös ravinteita, tosin suurimman osan niistä kasvit ovat sitoneet juuriston avulla sedimentistä, joten vaikutus vedenlaatuun on sitä kautta pieni.

Vesikasvillisuudella on myös myönteisiä vaikutuksia veden laatuun, mikä tulee muistaa kasvillisuuden poistossa. Ilmaversoiskasvillisuuden laaja juuristo ehkäisee aallokon aiheuttamaa ranta-alueen eroosiota. Ranta-alueiden kasvillisuus sitoo tehokkaasti pintavalunnan mukana tulevaa kuormitusta. Etenkin tulouomien suulla kasvillisuus sitoo kiintoainetta ja ravinteita ennen kuin ne päätyvät ulapalle samentamaan vettä ja lisäämään planktonlevien kasvua. Tämän vuoksi kaikkea ranta-alueen kasvillisuutta ei tule poistaa, etenkin tulouomien suulta. Pohjaan juurtuva kasvillisuus vähentää tuulen ja virtausten aiheuttamaa resuspensiota, eli ravinteikkaan pohjasedimentin sekoittumista veteen. Vesikasvillisuuden läheisyydessä vesi on usein kirkkaampaa kuin kasvustojen ulkopuolella, sillä kasvillisuus tarjoaa leviää laiduntavalle suurikokoiselle eläinplanktonille suojaa kalojen saalistusta vastaan. Vesikasvien pinnoilla kasvavat päällysyvät kilpailevat tehokkaasti ravinteista planktonin leviämisen kanssa edesauttaen veden pysymistä kirkkaana. Laaja-alainen niitto voi joissain tapauksissa johtaa leväkukintaan, kun nämä tekijät poistuvat. Niitettyjen ilmaversoisten kasvien juuret myös jatkavat jonkin aikaa ravinteiden pumppaamista sedimentistä veteen katkaistun verson kautta (Kääriäinen ja Rajala 2005).

Kasvillisuusvyöhyke on myös tärkeä elinympäristö monille selkärangattomille eläimille, kaloille ja linnuille. Osa linnuista, kuten kaulushaikara, tarvitsee nimenomaan ruovikkokasvillisuutta. Hauki tarvitsee sekä ilmaversoisia että uposkasveja kutu- ja poikastuottoalueiksi. Myös ahven hyötyy kasvillisuudesta, sillä se on kasvillisuuden joukossa tehokkaampi saalistaja kuin särki. Kuitenkin, jos rantakasvillisuus käy liian tiheäksi, sopivat kutualueet katoavat. Väylien niittämisellä tiheään kasvustoon voidaan parantaa eliöstön elinolosuhteita. Usein ruovikkoon niitetyt väylät korvautuvat muilla kasveilla, mutta ruovikon monimuotoistuminen on eduksi eliöstölle, myös linnuille.

Vesikasvillisuuden mekaanisella poistolla tarkoitetaan kasvien irrottamista kasvupaikaltaan leikkaamalla, kaivamalla (ruoppaus) tai haraamalla. Maatuneilla, umpeenkasvaneilla rannoilla vesikasvillisuutta voidaan myös murskata ja juurakko jyrsiä, jolloin tavoitteena on yleensä maisemallisesti arvokkaan, vesi- ja rantalinnustolle sopivan rantaniityn luominen (Javanainen ym. 2013). Niitolla tarkoitetaan vesikasvin leikkaamista mieluiten läheltä pohjaa. Tämä on tavallisin, etenkin järviruo'on ja muiden ilmaversoisten poistoon käytetty

menetelmä. Vedessä irrallaan esiintyviä kasveja voidaan myös nuotata pois. Esimerkiksi karvalehti ja vesirutto voivat lisääntyä verson palasista, joten niiden leikkaamista tulisi välttää. Sompasella näitä lajeja ei kuitenkaan havaittu. Kelluslehtisten, kuten ulpukan juurakoita voidaan poistaa haraamalla. Irrotettu kasvijäte on aina poistettava vedestä, sillä hajoavat kasvinjätteet kuluttavat happea ja vapauttavat ravinteita, mikä voi lisätä levämääriä. Ruovikoissa paikoilleen jätetty niittojäte muodostaa mataloittavaa ruokoturvetta, jonka muodostumista niitoilla nimenomaan pyritään vähentämään. Lisäksi kasvimassa voi muualla ajautuessaan aiheuttaa ongelmia laskuojan suulla tai vaikkapa naapurin rannassa.

Tehokkain tulos niitolla saavutetaan, jos se voidaan toistaa 3 kertaa kesässä: ensin kesäkuussa ennen kasvien kukkimista, sitten 3–4 viikon välein. Jos niitto tehdään vain kerran, on paras ajankohta heinä-elokuun vaihe, jolloin suurin osa ravinteista on kasveissa, eikä juurakossa. Tällöin myös lintujen pesintäaika on päättynyt. Niitto on kuitenkin toistettava 3–4 vuotena peräkkäin, jotta vaikutus olisi pysyvämpi. Niittoa voidaan tehdä myös jään päältä, mikä helpottaa seuraavan kesän niittoa ja ehkäisee ruokoturpeen syntymistä (Javanainen ym. 2013).

Niittoon on kehitetty useita erilaisia konetyyppejä, joita on kuvannut mm. Kääriäinen ja Rajala (2005). Konetyypin soveltuvuus kyseessä olevaan tilanteeseen kannattaa varmistaa etukäteen. Jotkut konetyypit soveltuvat myös leikatun kasvijätteen keräämiseen tai työntämiseen rannalle, mutta tähän voidaan käyttää myös erillisiä haravointi-, keräily- tai nostolaitteita. Niittojätteen keräys on oleellinen osa niittoa, ja siitä kannattaa sopia etukäteen työstä mahdollisesti vastaavan urakoitsijan kanssa. Jos niitetty massa voidaan kompostoida tai hyödyntää maanparannusaineena, maatuu se tehokkaimmin esimerkiksi niittosilppurilla silputtuna.

Sompasen kasvillisuutta ja niittokohteita käsitellään tarkemmin liitteenä olevassa niittosuunnitelmassa (Liite 6, Kokko 2014). Sompasen niittotarve ei ole tällä hetkellä akuutti. Mahdollisia niittokohteita on lähinnä Mutapohjassa, Kaslahdessa sekä Kaupinlahdessa ja virkistyskäytön tarpeisiin mahdollisesti uimarannan edustalla.

7.6 RUOPPAUS

Ruoppauksella tarkoitetaan vesistön pohjalle kertyneen pohjasedimentin tai muun maa-aineksen poistamista veden alta. Ruoppauksen tavoitteena on yleensä vesisyvyyden kasvattaminen, ravinnekierron vähentäminen veden ja sedimentin välillä, kasvillisuuden vähentäminen juurineen ja saastuneiden tai myrkyllisten ainesten poistaminen järvestä. Lisäksi ruoppauksilla voidaan parantaa rantojen käyttökelpoisuutta uimapaikkana tai esimerkiksi veneväylänä (Viinikkala ym. 2005).

Sompasen Mutapohjassa on kunnostettu joitakin rantoja ruoppaamalla. Ruoppaus aiheuttaa veden samentumista ja kiintoainepitoisuuden nousua. Myös veden ravinnepitoisuudet voivat

kasvaa, kun niitä irtoaa sedimentistä. Jos tarvetta ruoppaukselle ilmenee, tulee toimenpide ajoittaa mieluiten talviaikaan tai myöhäiseen syksyyn, jolloin sen aiheuttamat haittavaikutukset jäävät vähäisemmäksi. Rantaan ei myöskään kannata kaivaa muuta ympäristöä syvempää kuoppaa, sillä sellainen täyttyy nopeasti.

Ruoppausta varten suositellaan tehtäväksi erillinen ruoppaussuunnitelma, jossa lasketaan poistettavan massan määrä ja selvitetään läjitysalueet. Läjitykset on tehtävä riittävän kauas maalle, ettei massa pääse valumaan takaisin veteen, ja niille on oltava maanomistajan suostumus. Myös maisemoinnista on huolehdittava. Ruoppaukselle tulee aina hakea vesilupa aluehallintovirastosta, kun ruoppausmassan määrä ylittää 500 m³. Pienemmät ruoppaukset eivät vaadi lupaa, mutta niistäkin on ilmoitettava kirjallisesti Kaakkois-Suomen ELY-keskukseen vähintään kuukautta ennen työhön ryhtymistä. Lisäksi ruoppaamisesta on ilmoitettava vesialueen omistajalle. Asiassa kannattaa olla yhteydessä kunnan ympäristönsuojeluviranomaiseen tai rakennusvalvontaan. Myös ELY-keskus neuvoo lupa-asioissa, ja aluehallintovirasto kertoo, mitä tietoja hakemuksessa tarvitaan.

8 SUOSTUMUKSET, SOPIMUKSET JA LUVAN TARVE

Merkittävät, isot kunnostushankkeet vaativat usein ympäristölupaviranomaisen luvan. Pienet hankkeet voidaan usein toteuttaa vesialueen ja rantakiinteistöjen suostumuksiin perustuen. Töiden aloittamisesta ja valmistumisesta on kuitenkin hyvä ilmoittaa aina sekä kunnan ympäristösuojeluviranomaiselle että Kaakkois-Suomen ELY-keskukseen. Taulukkoon 9 on koottu eri toimenpiteiden edellyttämiä lupa- ja ilmoitusasioita.

Taulukko 9. Sompaselle soveltuvien kunnostusmenetelmien luvantarve.

Menetelmä	Luvantarve
Ulkoisen kuormituksen vähentäminen	
Toimenpiteet valuma-alueella	Maa-alueella ja vesistöä pienemmissä uomissa tehtävät toimet saattavat edellyttää ympäristölupakäsittelyä, joten rakennesuunnitelmat tulee tarkistuttaa ELY-keskuksessa Alueen omistajan suostumus useimmiten riittävä Kirjallisen suostumuksen sanamuotoon kannattaa kiinnittää huomiota, mm. omistajan muutoksiin varautuminen
Rehevyyttä vähentävät, järven sisäiset kunnostusmenetelmät	
Ravintoketjukunnostus - troolit, nuotat, rysät, katiskat	Vesialueen omistajan lupa Kalastukseen osallistuvilla valtion kalastuksenhoitomaksu suoritettu Kalamassan sijoitus sovittu ennen kalastuksen aloittamista ja hygienia- ja ympäristösäädökset huomioitu (ohjeita mm. ELY-keskuksesta)
Hapetus	Vesialueen omistajan lupa ja kaapelointeja varten maanomistajan lupa Vesilain mukainen lupa aluehallintovirastosta (AVI). Ohjeita ELY-keskuksesta.

Monitavoitteiset menetelmät

Vesikasvillisuuden niitto	Laajaan niittoon vesialueen omistajan lupa Läjityspaikkoista sovittava maanomistajan kanssa Koneellisesta niitosta aina ilmoitus ELY-keskukseen vähintään kuukautta ennen niittoa Pienimuotoinen käsin niitto omassa rannassa ilman ilmoitusta
Ruoppaus	Ilmoitus ELY-keskukseen vähintään kuukautta ennen toimenpidettä, ELY-keskus päättää hankkeen luvanvaraisuudesta Vähäistä suuremmasta ruoppauksesta (>500 m ³) vesilupa aluehallintovirastosta (AVI)

Sekä ruoppaus- että niittoilmoitus tehdään samalle lomakkeelle, joka löytyy linkin takaa: www.ymparisto.fi/lomakkeet > Vesiasiat. Nykyään ilmoituksen voi tehdä sähköisesti.

9 RAHOITUSMAHDOLLISUUDET

Vesistökunnostuksiin voi hakea rahoitusta useilta eri tahoilta, joita on käsitelty laajasti tuoreessa vesistöjen kunnostus- ja hoitohankeoppaassa (Rahkila ym. 2014), joka löytyy sähköisenä internetistä esimerkiksi vesistökunnostusverkoston sivustoilta (<http://www.ymparisto.fi/vesistokunnostusverkosto>). Tässä on esitelty lyhyesti em. oppaassa esitetyt erilaiset rahoitusmahdollisuudet (Taulukko 10), joista kustakin löytyy tarkempaa tietoa ko. julkaisusta. Hankerahoitusta haettaessa on syytä muistaa, että vaikka myönteisen rahoituspäätöksen jälkeen päästään työt aloittamaan, niin rahat maksetaan takautuvasti vasta toteutuneiden kustannusten mukaisesti. Jos hankkeen rahoituksesta yli 50 % on julkista rahoitusta ja hankkeen hinta ylittää laissa määritetyt kynnsarvot, on tuolloin noudatettava hankintalakia.

Taulukko 10. Vesistökunnostusten erilaisia rahoitusmahdollisuuksia (Rahkila ym. 2014).

Rahoitus	Muuta
Valtion avustus ympäristöministeriön tai ELY-keskusten kautta	Kunnostuksella täytyy olla huomattava yleinen merkitys Avustuksen osuus enintään 50 % Ajantasaista tietoa: Ympäristöministeriön www-sivut TAI s-posti: ympariston.asiakaspalvelu@ely-keskus.fi
KEMERA-rahoitus eli Kestävän metsätalouden rahoituslain mukainen tuki	Metsien luonnonhoitohankkeisiin, jotka pienentävät metsätalouden vesistövaikutuksia. Myös suunnitelmien rahoitukseen
Maatalouden ympäristökorvauksen ympäristösopimukset	Maanviljelijöille ja rekisteröityneille yhdistyksille Myös yhdistykset voivat hakea tukea ei-tuotannollisten investointien tukea kosteikon perustamiseen ja ympäristösopimusta kosteikon hoitoon. Lisää tietoa ELY-keskuksesta.

Valtion tuki peruskuivatus-hankkeeseen ja sen yhteydessä tehtäviin vesiensuojelu-toimenpiteisiin	Ympäristönsuojelu ja –hoitotoimenpiteisiin (kosteikon perustaminen, uoman monipuolistaminen) voi saada 100 % tuen. Tulee olla pätevän suunnittelijan tekemä suunnitelma. Haetaan ELY-keskuksesta.
Kalatalousmaksuvarat	Kertyvät esim. voimalaitosten ja turvetuotantoalueiden ympäristölupiin liittyvistä velvoitteista. ELY laatii varojen käyttösuunnitelman yhdessä toiminnoista haittaa kärsivien kanssa (esim. osakaskunnat)
Kalavesien kunnostukseen tarkoitettu rahoitus	ELY-keskukset hallinnoivat Kalastollisesti merkittävän puron/muun vesistön kunnostuksesta voi tehdä aloitteen ELY-keskuksen kalatalousyksikölle
Alueelliset erityisavustukset kalatalouden edistämishankkeisiin (myönnetään kalastuksenhoito-maksuvaroista eli lupamaksuvaroista)	Kalakantojen kestäväää käyttöä ja hoitoa sekä vapaa-ajan kalataloutta edistävät hankkeet. Hakija rekisteröitynyt yhdistys tai oikeustoimikelpoinen yhteisö Tarvitaan myös muuta rahoitusta. Lisätietoa ELY-keskuksista
Maaseuturahasto (Leader-yhdistysten kautta)	Lisätietoa oman alueen Leader-ryhmästä (leadersuomi.fi) Tuen osuus vaihtelee
ELY-keskusten myöntämä tuki maaseuturahastosta	Maaseutua kehittävät hankkeet Tiedotus, koulutus, mutta myös luonnon monimuotoisuuden lisääminen ja vesistöjen tilan parantaminen Tuen määrä enintään 75–90 % Haetaan ELY-keskuksesta
Euroopan aluekehitysrahasto (EAKR)	Rahoituksen suuntaaminen vaihtelee rahoituskausittain. Haetaan maakuntaliitoilta ja ELY-keskuksilta, joilta saa myös lisätietoa
Maakuntaliittojen rahoitus erityisistä kehittämisrahastoista	Maakunnan kannalta merkittävät hankkeet. Korostetaan yhteistyötä ja maakunnan vetovoimaisuuden edistämistä. tuen määrä yleensä 50–70 %.
Työllisyysmääräraha (valtion virastot/ laitokset) tai palkkatuki (muut työnantajat)	Voi mahdollistaa työttömän henkilön palkkaamisen esim. ympäristöhoito- ja kunnostustyöhön. Lisätietoa oman alueen TE-toimistosta (www.te-palvelut.fi)
Talkootyö	Usein merkittävässä roolissa Voi kattaa osan valtion/EU:n rahoittamien hankkeiden omarahoitusosuudesta.
Osakaskunnat	Voivat osallistua pieniin toimenpiteisiin ja tarvikehankintoihin. Voi olla toteuttajana hankkeissa, joihin haetaan ulkopuolista rahoitusta.
Kalastusalueet	Voivat toteuttaa omalla rahoituksella erilaisia suunnitelmia ja esim. hoitokalastusta. Voivat omistaa kunnostuksessa tarvittavaa kalustoa, esim. niittokoneen

Asukkaat ja rannanomistajat	Talkootyö mutta myös taloudellinen panostus mahdollinen
Kunnat	Voivat olla osallisina ja myös rahoittajina. Lisää tietoa kunnan ympäristöviranomaiselta.
Paikalliset yritykset	Usein hyviä yhteistyötahoja
Yksityiset rahastot ja säätiöt	Voivat myöntää avustuksia vesistöjen kunnostukseen ja virkistyskäytön edistämiseen.

10 JATKOSUOSITUKSET

Sompasen kunnostuksessa ensisijaista on ulkoisen kuormituksen vähentäminen. Kuormitus on laskennallisesti arvioituna liian suuri hyvän ekologisen tilan saavuttamiselle. Järven sisäisten hoitotoimien vaikutukset ovat palautuvia, jos ulkoinen kuormitus ylittää järven sietokyvyn. Ravinnekuormituksen lisäksi huomiota kannattaa kiinnittää humus- ja kiintoainekuormaan. Sompasella sisäisen kuormituksen merkitys oli LLR-mallinnuksessa suuri. Näin ollen järven kuntoutumista voidaan oleellisesti nopeuttaa, jos samalla tehdään toimenpiteitä myös sisäisen kuormituksen vähentämiseksi.

Ulkoisen kuormituksen vähentämisessä tehokkainta on kuormituksen synnyn vähentäminen niin maa- ja metsätalouden kuin hajajätevesienkin osalta (ks. Kappale 7.2.1). Lisäksi kuormitusta voidaan vähentää vesiensuojelurakenteilla, joiden toteuttamista Sompasen valuma-alueelle suositellaan Sompaselle tehdyn vesiensuojelusuunnitelman mukaisesti (Liite 8, Ahola 2014). Suunnitelmassa on ehdotus myös toteutusjärjestyksestä, jos kaikkia rakenteita ei saada tehtyä yhtä aikaa. Suunnittelussa olivat mukana Sompasen kuormituksen kannalta merkittävimmät ojat. Maanomistajilta on saatu alustava hyväksyntä rakenteiden sijoittamisesta heidän mailleensa. Toteutusta varten heihin on oltava uudelleen yhteydessä, otettava kirjallinen suostumus ja tehtävä rakennesuunnittelu.

Järven sisäisen kuormituksen vähentämiseksi Sompaselle suositellaan ravintoketju-kunnostusta. Sompasella on jo tehty jonkin verran hoitokalastuksia ja petokalastuksia. Petokalakanta on varsin hyvä. Särkikalakannat ovat kuitenkin edelleen runsaita. Teho- ja hoitokalastusta suositellaan jatkettavaksi Sompaselle tehdyn hoitokalastussuunnitelman mukaisesti (Liite 5, Kuisma 2014). Samalla kannattaa vaalia petokalakantoja kalastuksen säätelyllä, eli pitämällä verkkojen solmuvälirajoitukset ja alamitat. Jotta kalaston kehitystä voidaan seurata, tulee hoitokalastussaaliista ja sen koostumuksesta pitää mahdollisimman tarkkaa kirjanpitoa. Myös koekalastus suositellaan uusittavaksi tulevaisuudessa, kun kunnostustyöt etenevät.

Järvellä esiintyy runsaasti sulkasääsken toukkaa. Jos sulkasääski runsastuu hoitokalastuksen myötä, voi se kumota hoitokalastuksen eläinplanktonin kautta välittyviä edullisia vaikutuksia veden laatuun. Koska järven vesi on melko tummaa, ulottuu runsastumisriski varsin laajalle, mutta etenkin hapettomuudesta kärsivään

syvänealueeseen. Sulkasääsken runsastumista ehkäisevät veden kirkastumista ja alusveden happitilanteen paranemista edesauttavat toimet. Veden kirkastumiseen vaikuttaa etenkin valuma-alueella tehtävät toimet. Sulkasääsken runsastumista saattaisi myös ehkäistä syvänealueen hapetus. Sulkasääsken runsautta kannattaisi seurata.

Syvänealueen hapetus voi olla käyttökelpoinen kunnostusmenetelmä sisäisen kuormituksen vähentämiseksi Sompasella (Liite 7, Kauppinen & Saarijärvi 2014). Haittapuolena on menetelmän kalleus sekä epävarmuus vaikutuksista. Hapenkulumisnopeus etenkin kesäaikana on suuri, joten kerrostuminen jouduttaisiin purkamaan normaalia aikaisemmin. Tämä voi jopa lisätä ravinnepitoisuuksia päällyksivedessä ainakin hapetuksen alkuaikoina. Hapetus voi kuitenkin vähentää sulkasääsken toukkaa, jolloin ravintoketjukurinostuksella olisi todennäköisemmin odotettavissa positiivisia vaikutuksia. Toisaalta alusveden lämpeneminen saattaa myös nopeuttaa sulkasääsken elinkiertoa ja johtaa useampaan sukupolveen kesän aikana. Hapetusta ei suositella ainoaksi kunnostusmenetelmäksi Sompaselle, mutta sitä voitaisiin harkita sen jälkeen, kun ulkoisen kuormituksen vähentämistoimet on tehty, ja ravintoketjukurinostuksen kautta eläinplanktonin laidunnustehoa on saatu kasvatettua.

Sompasella kasvillisuus on jonkin verran lisääntynyt, mutta niittotarve ei ole kovin suuri. Niittoa suositellaan Sompaselle tehdyn niittosuunnitelman mukaisesti (Liite 6, Kokko 2014). Kasvillisuuden kehittymistä ongelmalliseksi koetuilla alueilla kannattaa seurata esimerkiksi valokuvin.

Sompasen tilanne vedenlaadun seurannan osalta on kohtalainen, sillä ELY-keskus ottaa Sompaselta näytteet kolmen vuoden välein. Tässä ns. rotaatioseurannassa näytteet otetaan maalisi- ja elokuussa. Kunnostuksen vaikutusten seuraamiseksi näytteenoton olisi kuitenkin hyvä olla tiheämpää, mieluiten vuosittaista. Näytteenottokierrokseen olisi myös hyvä lisätä näytteenotto alkukesälle. Tällöin voitaisiin seurata kesänaikaista hapen kulumisnopeutta syvänealueella, sekä arvioida mahdollista sisäisestä kuormituksesta johtuvaa ravinnepitoisuuksien nousua kesän aikana. Syvänteiden happitilannetta kannattaisi myös seurata, mahdollisesti hankkimalla happimittari, jonka käytön ja huollon joku paikallisista opettelee.

Lisätietoja vesistökuunnostuksesta

Erittäin hyödyllinen tietolähde vesistökuunnostajille on Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämän vesistökuunnostusverkoston internet-sivut. Sivuston kautta saa kattavasti tietoa vesistökuunnostusmenetelmistä, menneillä olevista hankkeista ja tapahtumista sekä aiheeseen liittyvästä kirjallisuudesta.

<http://www.ymparisto.fi/vesistokunnostusverkosto>

VIITTEET

- Ahola, M. & Hyvärinen, A. 2013. PISA 2013 Metsätalouden vesiensuojelun yleissuunnitelma läntisen Pien-Saimaan valuma-alueelle. Suomen metsäkeskus, Metsäpalvelut, Kaakkois-Suomi.
- Aitto-oja, S., Rautiainen, M., Alhainen, M., Svensberg, M., Väänänen, V.-M., Nummi, P., Nurmi J. 2010. Riistakosteikko-opas. Metsästäjien Keskusjärjestö.
- Ala-Saarela, E. & Rantala, L. 1990. Mataluus ja vedenkorkeuden muutokset. Teoksessa Ilmavirta, V. (toim.), Järvien kunnostuksen ja hoidon perusteet. Yliopistopaino. s. 152-158.
- 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.
- Aulaskari, H., Lempinen, P. & Yrjänä, T. 2003. Kalataloudelliset kunnostukset. Teoksessa Jormola J., Harjula H. & Sarvilinna A. (toim.) Luonnonmukainen vesirakentaminen. Uusia näkökulmia vesistösuunnitteluun. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. Suomen ympäristö nro 631. s. 72-87.
- Branstrator, D.K. 1998. Predicting diet composition from body length in the zooplankton predator *Leptodora kindtii*. Limnol. Oceanogr. 43: 530-535.
- Brooks, J.L & Dodson, S.I. 1965. Predation, body size, and composition of plankton. Science 150: 28-35.
- Cantin, A., Beisner, B.E., Gunn, J.M., Prairie, Y.T. & Winter, J.G. 2011. Effects of thermocline deepening on lake plankton communities. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 68: 260-276.
- Coffman, W. P. 1973. Energy flow in a woodland stream ecosystem: II. The taxonomic composition and phenology of the Chironomidae as determined by the collection of pupal exuviae. Arch. Hydrobiol. 73: 281-322
- Cooke, G.D., Welch, E.B., Peterson, S.A. & Nichols, S.A. 2005. Restoration and management of lakes and reservoirs. Kolmas painos, Lewis Publishers.
- Giziński A. 1978. Significance of benthal fauna as indicator of eutrophication degree in lakes. Verh. Internat. Verein. Limnol. 20: 997-999.
- Hagman, A.-M. 2012. Sammatin Enäjärven kunnostussuunnitelma. Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Raportteja 27/2012.
- Hall, D.J., Threlkeld, S.T., Burns, C.W., Growley, P.H. 1976. The size-efficiency hypothesis and the size structure of zooplankton communities. Ann. Rev. Ecol. Syst. 7: 177-208.
- Harjula, H. & Sarvilinna A. 2003. Maa- ja metsätalouden vesiensuojelutoimepiteitä. Teoksessa Jormola, J., Harjula, H. & Sarvilinna, A. (toim.) Luonnonmukainen vesirakentaminen. Uusia näkökulmia vesistösuunnitteluun. Suomen ympäristö 631. s. 31-43.
- Helminen, H. & Sarvala, J. 1997. Responses of Lake Pyhäjärvi (southwestern Finland) to variable recruitment of the major planktivorous fish, vendace (*Coregonus albula*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 54: 32-40.

- Hessen, D.O., Elser, J.J., Sterner, R.W. & Urabe, J. 2013. Ecological stoichiometry: an elementary approach using basic principles. *Limnol. Oceanogr.* 58: 2219-2236.
- Hietala, J., Vakkilainen, K. & Kairesalo, T. 2004. Community resistance and change to nutrient enrichment and fish manipulation in a vegetated lake littoral. *Freshw. Biol.* 49: 1525-1537.
- Horppila, J. & Kairesalo, T. 1992. Impacts of bleak (*Alburnus alburnus*) and roach (*Rutilus rutilus*) on water quality, sedimentation and internal nutrient loading. *Hydrobiol.* 243/244: 323-331.
- Horppila, J. & Liljendahl-Nurminen, A. 2005. Clay-turbid interactions may not cascade – a reminder for lake managers. *Restor. Ecol.* 13: 242-246.
- Horppila, J., Liljendahl-Nurminen, A. & Malinen, T. 2004. Effects of clay turbidity and light on the predator-prey interaction between smelts and chaoborids. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 61: 1862-1870.
- 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. *Restor. Ecol.* 6: 20-28.
- Håkanson L. & Jansson M. 1983. Principles of Lake Sedimentology. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg.
- Inki, K. & Ihaksi, T. 2008. Sompasen kasvillisuuskartoitus. Excel-aineisto. Kaakkois-Suomen ELY-keskus.
- Javanainen, K., Kempainen, R., Orjala, M., Perkonoja M. & Saarni, K. 2013. Rytinää ruovikoihin – välkettä vesiin. Ohjeita ranta-alueiden hoitoon. Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Jyväskylä. Opas 3/2013.
- Jeppesen, E. & Sammalkorpi, I. 2002. Lakes. Teoksessa Davy, A.J. & Perrow, M.R. (toim.) Handbook of ecological restoration. Vol II. Restoration in practice. Cambridge University Press. s. 291-324.
- Joensuu, S., Kauppila, M., Lindén, M. & Tenhola, T. 2012. Hyvän metsänhoidon suositukset - Vesiensuojelu. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja.
- Jolly, G. M. & Hampton, I. 1990. Some problems in the statistical design and analysis of acoustic surveys to assess fish biomass. *Rapp. P.-v Réun. Cons. int. Explor. Mer.* 189: 415-420.
- Kairesalo, T. 1980. Diurnal fluctuations within a littoral plankton community in oligotrophic Lake Pääjärvi, southern Finland. *Freshwat. Biol.* 10: 533-537.
- Kalff, J. 2003. Limnology. Inland water ecosystems. Prentice Hall, New Jersey.
- Ketola, M. & Raunio, J. 2013. Kouvolan järvien tutkimukset vuonna 2013. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n tutkimusraportti no 216/2013.
- Koli, L. 1984. Kalat ja ympäristö. Teoksessa: Koli, L. (toim.) Suomen eläimet, osa 3: Kalat, sammakkoeläimet ja matelijat. Weilin+Göös. s. 22-31.
- Kääriäinen, S. & Rajala, L. 2005. Vesikasvillisuuden poistaminen. Teoksessa Ulvi, T. & Lakso, T. (toim.) Järvien kunnostus. Ympäristöopas 114. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. s. 249-270.
- Laita, M., Tarvainen, A., Mäkelä, A., Sammalkorpi, I., Kempainen, E. & Laitinen, L. 2007. Uposkasvien runsastumisesta 2000-luvun alussa. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 20/2007. Helsinki.

- Lappalainen, K.M. & Lakso, E. 2005. Järven hapetus. Teoksessa Ulvi, T. & Lakso, T. (toim.) Järvien kunnostus. Ympäristöopas 114. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. s. 151-168.
- Latja, R. & Salonen, K. 1978. Carbon analysis for the determination of individual biomasses of planktonic animals. Verh. Int. Verein. Limnol 20: 2556-2560.
- Lepistö, L. 1992. Planktonlevien aiheuttamat haitat. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja - sarja A, 88. Vesi- ja ympäristöhallitus, Helsinki.
- Liljendahl-Nurminen, A., Horppila, J., Eloranta, P., Malinen, T. & Uusitalo, L. 2002. The seasonal dynamics and distribution of *Chaoborus flavicans* larvae in adjacent lake basins of different morphometry and degree of eutrophication. Freshwater Biology 47: 1283-1295.
- Liljendahl-Nurminen, A., Horppila, J., Malinen, T., Eloranta, P., Vinni, M., Alajärvi, E., & Valtonen, S. 2003. The supremacy of invertebrate predators over fish – factors behind the unconventional seasonal dynamics of cladocerans in Lake Hiidenvesi. Arch. Hydrobiol. 158: 75-96.
- Luokkanen, E. 1995. Vesikirppuyhteisön lajisto, biomassa ja tuotanto Vesijärven Enonselällä. Helsingin yliopiston Lahden tutkimus- ja koulutuskeskuksen raportteja ja selvityksiä 25.
- Malinen, T. & Vinni, M. 2013a. Sulkasääsken runsaus ja merkitys Hämeenlinnan Tuuloksen Pyhä-, Suoli- ja Pannujärvessä. Hämeenlinnan ympäristöjulkaisuja 23. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos ja Hämeenlinnan kaupunki.
- Malinen, T. & Vinni, M. 2013b. Sulkasääsken runsaus Hiidenvedellä vuonna 2013. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos.
- Malinen, T., Vinni, M. & Antti-Poika, P. 2008. Kaukjärven kalojen sekä sulkasääsken toukkien ja muiden pohjaeläinten runsaus vuonna 2007. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, bio- ja ympäristötieteiden laitos.
- Malinen, T., Antti-Poika, P. & Vinni, M. 2011. Sulkasääsken runsaus Hyvinkään Piilolammissa. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos.
- Malinen, T., Vinni, M., Ruuhijärvi, J. & Ala-Opas, P. 2012. Vesijärven Enonselän ravintoverkkotutkimuksen kalatutkimukset vuosina 2009-2012. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos sekä Riistan- ja kalantutkimus, Evo.
- Mattila, H. 2005. Ulkoisen kuormituksen vähentäminen. Teoksessa Ulvi, T. & Lakso, T. (toim.) Järvien kunnostus. Ympäristöopas 114. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. s.137-150.
- Mazumder, A. 1994. Phosphorus-chlorophyll relationships under contrasting herbivory and thermal stratification: predictions and patterns. Can. J. Aquat. Sci. 51: 390-400.
- Meissner, K., Aroviita, J., Hellsten, S., Järvinen, M., Karjalainen, S.M., Kuoppala, M., Mykrä, H. & Vuori, K.-M. 2013. Jokien ja järvien biologinen seuranta – näytteenotosta tiedon tallentamiseen. Biologisten seurantamenetelmien ohjeet, versio 13.11.2013, Ympäristöhallinnon www-sivut.
- Meriläinen, J.J., Karjalainen, J., Marjomäki, T.J. & Forsius, M. 2014. Suomen järvet ruskettuvat. Suomen luonto 4/2014.
- Mieszcankin, T. & Noryśkiewicz, B. 2000. Processes that can disturb the chronostratigraphy of laminated sediments and pollen deposition. J. Paleolimnol. 23: 129-140.
- Niinimäki J. & Penttinen K. 2014. Vesienhoidon ekologiaa. Ravintoverkkokunnostus. Books on Demand GmbH, Helsinki.

- OIVA Ympäristö- ja paikkatietopalvelu. Hertta-tietokanta. Suomen ympäristökeskus. <https://www.wp2.ymparisto.fi/scripts/oiva.asp>
- Oravainen, R. 1999. Opasvihkonen vesianalyysitulosten 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. Prosilocerus 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.
- Paasivirta, L. 2001. Rantavyöhykkeen surviaissääsket järvien tyypittelyssä. University of Joensuu, Publications of the Karelian Institute 133: 76-81.
- Pahkinen, E. & Lehtonen, R. 1989. Otanta-asetelmat ja tilastollinen analyysi. Gaudeamus. Helsinki.
- Patalas, K., 1960. Stosunki termiczne i tlenowe oraz przezroczystość wody w 44 jeziorach okolic Węgorzewa. Roczn. Nauk. Roln. B 77: 106-182.
- Peltonen, S. 1996. Valuma-alueen vesieroosioon vaikuttavat tekijät Suomen ilmasto-oloissa. Terra 108: 30-39.
- Pro Agria Kymenlaakso 2010: Sompasen ympäristön suojavyöhykkeiden yleissuunnitelma päivitys 2010. Kaakkois-Suomen Tukitieto-hanke. Pro Agria Kymenlaakso.
- Puustinen, M., Koskiahho, J., Jormola, J., Järvenpää, L., Karhunen, A., Mikkola-Roos, M., Pitkänen, J., Riihimäki, J., Svensberg M. & Vikberg, P. 2007. Maatalouden monivaikutteisten kosteikkojen suunnittelu ja mitoitus. Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 21/2007.
- Rahkila R., Liuska L., Pönkkö S., Paakkonen, R. & Satomaa, M. 2014. Vesistöt kuntoon yhdessä. Kunnostus- ja hoitohankeopas. ProAgria Oulu. VYYHTI-hanke. Joutsen Median Painotalo. Oulu.
- Rajala, J. 2001. Ravinnetaseopas. Kestävä maatalous Vantaanjoella. Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki. Art-Print.
- Sammalkorpi, I. & Horppila, J. 2005. Ravintoketjukunnostus. Teoksessa Ulvi, T. & Lakso, T.(toim.), Järvien kunnostus. Ympäristöopas 114. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. s. 169-189.
- Sarvala, J., Helminen, H. & Karjalainen, J. 2000. Restoration of Finnish lakes using fish removal: changes in the chlorophyll-phosphorus relationship indicate multiple controlling mechanisms. Verh. Internat. Verein. Limnol. 27: 1473-1479.
- Sarvala, J., Helminen, H., Saarikari, V., Salonen, S., & Vuorio, K. 1998. Relations between planktivorous fish abundance, zooplankton and phytoplankton in three lakes of differing productivity. Hydrobiol. 363: 81-95.
- Sarvilinna, A. & Sammalkorpi, I. 2010. Rehevöityneen järven kunnostus ja hoito. Ympäristöopas. Suomen ympäristökeskus. Helsinki.
- Scheffer, M., Hosper, S.H., Meijer, M.-L., Moss, B. & Jeppesen, E. 1993. Alternative equilibria in shallow lakes. TREE 8: 275-279.
- SFS 3008:1990. Veden, lietteen ja sedimentin kuiva-aineen ja hehkutusjäännöksen määrittäminen.
- SFS-EN 15196:2006. Water quality. Guidance on sampling and processing of the pupal exuviae of Chironomidae (Order Diptera) for ecological assessment.

- Shapiro, J. & Wright, D.I. 1984. Lake restoration by biomanipulation: Round Lake, Minnesota, the first two years. *Freshwat. Biol.* 14: 371-383.
- Shapiro, J., Lamarra, V. & Lynch, M. 1975. Biomanipulation: an ecosystem approach to lake restoration. Teoksessa Brezonik P.L. & Fox J.L. (toim.) *Proceedings of a symposium on water quality management through biological control*. University Of Florida, Gainesville. s. 85-96.
- Suomen ympäristökeskus 2014. Vesistömallijärjestelmä, SYKE-WSFS-VEMALA, vedenlaatu osio. Luettu syyskuussa 2014.
- Tarvainen, M. 2007. Water quality effects of fish in shallow lakes. *Annales Universitatis Turkuensis, A II* 211. Turku.
- Tarvainen, M, Sarvala, J. & Helminen, H. 2002. The role of phosphorus release by roach [*Rutilus rutilus* (L.)] in the water quality changes of a biomanipulated lake. *Freshwat. Biol.* 47: 2325 - 2336.
- Telesh, I.V., Rahkola, M. & Viljanen, M. 1998. Carbon content of some freshwater rotifers. *Hydrobiologia*, 387/388: 355-360.
- Toivonen, H. 1981. Sisävesien suurkasvillisuus. Teoksessa Meriläinen, J. (toim.) *Suomen Luonto* 4. Vedet. s. 209-225.
- Toivonen, H. 1984. Makrofyttien käyttökelpoisuus vesien tilan seurannassa. *Luonnon Tutkija* 88: 92-95.
- Toivonen, I.-M. & Korhonen, P. 2014. Ojat kuntoon luonnonmukaisin menetelmin. 2. korjattu painos. Hämeen ammattikorkeakoulu, Tampere.
- Vakkilainen, K., Kairesalo, T., Hietala, J., Balayla, D., Bécares, E., van de Bund, W., van Donk, E., Fernández-Aláez, M., Gyllström, M., Hansson, L.-A., Miracle, M. R., Moss, B., Romo, S., Rueda, J. & Stephen, D. 2004. Response of zooplankton to nutrient enrichment and fish in shallow lakes: a pan-European mesocosm experiment. *Freshw. Biol.* 49: 1619-1632.
- Valkealan kalastusalue 2006: Valkealan väliväylän järvien kunnostushanke. Projektin loppuraportti 2004-2006. Valkealan kalastusalue. Kouvola.
- Vasama, A. & Kankaala, P. 1990. Carbon-length regressions of planktonic crustaceans in Lake Ala-Kitka (NEFinland). *Aqua Fennica* 20: 95-102.
- Viinikkala, J., Mykkänen, E. & Ulvi, T. 2005. Ruoppaus. Teoksessa Ulvi, T. & Lakso, T. (toim.) *Järvien kunnostus*. Ympäristöopas 114. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. s. 211-226.
- 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.
- Weithoff, G., Lorke, A. & Walz, N. 2000. Effects of water-column mixing on bacteria, phytoplankton and rotifers under different levels of herbivory in a shallow eutrophic lake. *Oecologia* 125: 91-100.
- Ympäristöministeriö 2010. Kotieläintalouden ympäristönsuojeluohje. Ympäristöministeriö, Luontoympäristöosasto. Ympäristöhallinnon ohjeita 1/2010.

Eläinplanktonin näytteenotto- ja laskentamenetelmä

Näytteet otettiin koko vesipatsaasta puolen metrin välein noin puolen metrin mittaisella Limnos-noutimella 11.7.2013 ja 7.8.2013. Nostot koottiin kokoomanäytteeksi saaviin kahdesta eri vesikerroksesta, jotka olivat heinäkuussa 0–2 m ja 2,5–6,5 m ja elokuussa 0–4 m ja 4,5–6,5 m. Näyte suodatettiin 50 µm:n haavikankaan läpi. Haaviin jäänyt eläinplankton säilöttiin pulloon 70 % etanoliin. Näytteet säilytettiin kylmässä laskentaan saakka.

Kvantitatiiviset ositteet laskeutettiin vähintään 4 tuntia tai yön yli planktonkyvetissä ja laskettiin käänteismikroskoopilla 100x suurennoksella. *Leptodora*- ja *Bythotrepe*-petovesikirput laskettiin ja mitattiin preparointimikroskoopin alla koko näytteestä. Kustakin näytteestä runsaimpana esiintyvien vesikirppujen pituudet mitattiin enimmillään 30 yksilöstä/laji, muita lajeja mitattiin niin monta kuin niitä oli näytteessä. Hankajalkaisia mitattiin 3 yksilöä/kehitysvaihe sekä koiraat ja naaraat erikseen. Samalla laskettiin mahdollisten munien määrä. Äyriäiseläinplanktonin lajikohtaiset biomassat laskettiin pituus-hiilisisältö - regressioyhtälöistä (Vasama & Kankaala 1990, Luokkanen 1995, A. Lehtovaara julkaisematon aineisto. Rataseläinten hiilisisältö saatiin kirjallisuudesta (Latja & Salonen 1978, Telesh ym. 1998). Eläinplanktonnäytteiden laskennasta vastaisi tutkija Kirsi Kuoppamäki, Helsingin yliopisto, Alma Lab.

Eläinplanktonlaskennan tulokset, rataseläimet

Taulukko 1. Sompasen rataseläinten (Rotifera) laskentatulokset, sekä eläinplanktonin kokonaistiheys (ml. äyriäisplankton) ja -biomassa kahdessa eri vesikerroksessa.

Taksoni	yksilöä/l				µg C /l			
	0-2 m	2-7 m	0-4 m	4-7 m	0-2 m	2-7 m	0-4 m	4-7 m
	11.7.	11.7.	7.8.	7.8.	11.7.	11.7.	7.8.	7.8.
<i>Ascomorpha ovalis</i>	13,64	1,98	6,67	3,05	0,34	0,05	0,17	0,08
<i>Ascomorpha saltans</i>	34,55	5,27	1,90		0,86	0,13	0,05	
<i>Asplanchna priodonta</i>			14,29	0,76			5,71	0,30
<i>Collotheca</i> sp.			5,71				0,11	
<i>Conchilus unicornis</i>	38,18	7,24	93,33		1,60	0,30	3,92	
<i>Filinia longiseta</i>		0,66		8,22		0,02		0,25
<i>Gastropus stylifer</i>	29,09	3,95	6,67		0,49	0,07	0,11	
<i>Kellicottia bostoniensis</i>		2,63	10,48	5622		0,06	0,23	123,69
<i>Kellicottia longispina</i>	8,18	4,61	8,57	24,66	0,18	0,10	0,19	0,54
<i>Keratella cochlearis</i>	22,73	15,80	54,29	6,10	0,52	0,36	1,25	0,14
<i>Keratella cochlearis</i> var. <i>tecta</i>		0,66				0,02		
<i>Keratella quadrata</i>		0,66	5,71	33,52		0,03	0,29	1,68
<i>Polyarthra major</i>	80,00	28,31	49,52	9,14	4,08	1,44	2,53	0,47
<i>Polyarthra remata</i>	11,82	0,66	18,10	10,67	0,14	0,01	0,22	0,13
<i>Pompholyx sulcata</i>	6,36	1,32	25,71	1,52	0,13	0,03	0,51	0,03
<i>Synchaeta</i> sp. n. 100 µm			0,95				0,02	
<i>Trichocerca capucina</i>	11,82	11,19	2,86		0,67	0,64	0,16	
<i>Trichocerca longiseta</i>	4,55	3,29		10,67	0,26	0,19		0,61
<i>Trichocerca porcellus</i>			11,43	3,05			0,65	0,17
<i>Trichocerca pusilla</i>		17,12	1,90			0,98	0,11	
<i>Trichocerca similis</i>	5,45	5,93	9,52	3,05	0,31	0,34	0,54	0,17
Rotifera	266,4	111,3	327,6	5736,9	9,6	4,8	16,8	128,3
ELÄINPLANKTON YHT.	462,7	212,7	676,9	5836,8	114,1	54,9	188,9	194,8

Eläinplanktonlaskennan tulokset, äyriäisplankton

Taulukko 2. Sompasen äyriäisplanktonin laskentatulokset (tiheys yksilöä/l, sekä biomassa µg hiiltä/l) kahdesta eri vesikerroksesta. Cladocera, vesikirput; Cyclopoida, kyklooppihankajalkaiset; Calanoida, keijuhankajalkaiset.

Taksoni	yks./l				µg C /l			
	0-2 m 11.7.	2-7 m 11.7.	0-4 m 7.8.	4-7 m 7.8.	0-2 m 11.7.	2-7 m 11.7.	0-4 m 7.8.	4-7 m 7.8.
<i>Bosmina coregoni</i>	3,64	7,08	20,95	5,71	2,40	4,90	10,53	3,12
<i>Daphnia cristata</i>	12,27	4,28	14,29	2,67	6,66	3,09	10,19	1,87
<i>Daphnia longiremis</i>	3,18	1,65			2,01	1,59		
<i>Daphnia cucullata</i>	21,82	9,71	77,14		19,19	9,23	64,10	
<i>Daphnia galeata</i>				34,29				36,16
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	11,36	2,14	7,62		8,58	2,17	9,13	
<i>Limnospira frontosa</i>	2,27	0,66	0,95		5,72	1,08	3,22	
<i>Chydorus sphaericus</i>	1,82	0,49	1,90		0,92	0,33	1,04	
<i>Leptodora kindtii</i>		0,16	0,24	0,10		1,17	3,84	4,36
Cladocera	56,4	26,2	123,1	42,8	45,5	23,6	102,1	45,5
Cyclopoida nauplii	63,64	44,77	152,38	30,48	4,52	3,18	10,82	2,16
Cyclopoida C1	6,36	2,63	9,52	0,76	0,60	0,41	1,35	0,09
Cyclopoida C2	7,27	0,66	0,95	2,29	1,46	0,14	0,16	0,41
Cyclopoida C3	1,82	2,63	14,29	9,14	0,40	0,72	5,10	3,27
Cyclopoida C4	2,73		1,90	3,81	0,81		0,85	1,46
Cyclopoida C5	6,36	1,32	5,71	3,05	3,35	0,57	4,72	2,53
<i>Thermocyclops male</i>	11,82	5,27	0,95		4,41	2,06	0,39	
<i>Thermocyclops female</i>	15,45	2,63	6,67	3,81	10,25	1,64	4,44	2,62
<i>Mesocyclops male</i>		1,32				0,99		
<i>Mesocyclops female</i>	1,82	1,32	0,95	1,52	3,23	2,19	1,80	2,83
<i>Acanthocyclops cop.</i>	0,91				5,13			
Cyclopoida	118,2	62,6	193,3	54,9	34,2	11,9	29,6	15,4
Calanoida (<i>Eudiaptomus</i>) nauplius	10,00	5,93	11,43		2,54	1,51	2,90	
Calanoida spp. C1	0,91	1,15	2,86		0,19	0,25	0,68	
Calanoida spp. C2		0,82	4,76			0,39	1,67	
Calanoida spp. C3	1,82	0,49	1,90	0,38	1,10	0,36	1,12	0,25
Calanoida spp. C4	0,91	0,49	2,86	0,38	1,26	0,67	4,65	0,31
Calanoida spp. C5	2,73	0,33	2,86		5,39	0,74	8,00	
<i>Eudiaptomus male</i>	3,64	1,81	3,81	0,76	9,20	5,02	11,32	2,51
<i>Eudiaptomus female</i>	1,82	1,65	2,38	0,76	5,20	5,69	10,08	2,65
Calanoida	21,8	12,7	32,9	2,3	24,9	14,6	40,4	5,7
ÄYRIÄISPLANKTON YHT.	140,0	75,2	226,2	57,1	59,0	26,5	70,0	21,1

Eläinplanktonlaskennan tulokset, äyriäisplanktonin pituusmittaukset

Taulukko 3. Sompasen äyriäisplanktonin pituusmittaustulokset: keskipituus ja mediaanipituus. Mitattujen yksilöiden määrä vaihtelee 1-30 kpl. Taulukossa on esitetty myös vesikirppujen (*Cladocera*) tiheypainotettu keskipituus.

Taksoni	Keskipituus mm				Mediaanipituus mm			
	0-2 m		2-7 m		0-2 m		2-7 m	
	11.7.	11.7.	7.8.	7.8.	11.7.	11.7.	7.8.	7.8.
<i>Bosmina coregoni</i>	0,35	0,33	0,32	0,34	0,33	0,30	0,30	0,33
<i>Daphnia cristata</i>	0,51	0,60	0,63	0,64	0,51	0,58	0,64	0,65
<i>Daphnia longiremis</i>	0,51	0,64			0,50	0,64		
<i>Daphnia cucullata</i>	0,56	0,60	0,56		0,57	0,56	0,57	
<i>Daphnia galeata</i>				0,80				0,80
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	0,68	0,73	0,72		0,69	0,73	0,76	
<i>Limnospira frontosa</i>	1,00	0,85	1,10		0,99	0,83	1,13	
<i>Chydorus sphaericus</i>	0,24	0,29	0,25		0,23	0,30	0,25	
<i>Leptodora kindtii</i>		3,74	5,08	7,50		3,95	5,08	7,50
Cladocera	0,56	0,56	0,55	0,74				
Cyclopoida C1	0,33	0,40	0,38	0,36	0,34	0,40	0,38	0,36
Cyclopoida C2	0,43	0,44	0,41	0,42	0,42	0,44	0,41	0,42
Cyclopoida C3	0,45	0,48	0,53	0,53	0,45	0,48	0,53	0,51
Cyclopoida C4	0,50		0,57	0,54	0,50		0,57	0,53
Cyclopoida C5	0,60	0,56	0,71	0,71	0,60	0,56	0,67	0,71
<i>Thermocyclops</i> male	0,57	0,58	0,59		0,56	0,58	0,59	
<i>Thermocyclops</i> female	0,69	0,69	0,69	0,71	0,69	0,67	0,69	0,71
<i>Mesocyclops</i> male		0,68				0,68		
<i>Mesocyclops</i> female	0,87	0,90	0,94	0,94	0,87	0,90	0,94	0,94
<i>Acanthocyclops</i> cop.	0,88				0,88			
Calanoida spp. C1	0,45	0,46	0,47		0,45	0,46	0,47	
Calanoida spp. C2		0,58	0,53			0,58	0,53	
Calanoida spp. C3	0,63	0,67	0,62	0,64	0,63	0,67	0,62	0,64
Calanoida spp. C4	0,82	0,82	0,86	0,69	0,82	0,81	0,84	0,69
Calanoida spp. C5	0,92	0,96	1,03		0,92	0,96	1,04	
<i>Eudiaptomus</i> male	1,00	1,03	1,05	1,08	1,01	1,04	1,04	1,08
<i>Eudiaptomus</i> female	1,02	1,06	1,13	1,10	1,03	1,06	1,16	1,10

Sulkasääskitutkimuksen näytteenotto- ja laskentamenetelmä

Kaikilta näytepisteiltä otettiin näytteet sekä nostohaavilla (silmäkoko 183 µm, halkaisija 50 cm) että Ekman-pohjanoutimella (näyteala 231 cm²). Sedimenttinäytteet seulottiin 500 µm:n sankoseulalla. Nostohaavinäytteet säilöttiin 70 % etanoliin. Sedimenttinäytteet säilytettiin kylmässä laskentaan asti, ja eläimet poimittiin elävinä. Sulkasääsken toukkien ja muiden pohjaeläinten lukumäärä haavi- ja sedimenttinäytteissä laskettiin laboratoriossa stereomikroskoopin avulla. Kenttätyöstä ja määrittämisestä vastasi Mirva Ketola.

Saatuisten lukumäärien perusteella laskettiin sulkasääsken toukkien tiheysarviot yli 3 m syville alueille. Laskennassa käytettiin jälkiositusta, jossa ositusperusteena olivat syvyysvyöhykkeet (esim. Pahkinen & Lehtonen 1989, s. 62–63). Arvioille laskettiin myös 95 %:n luottamusvälit Poisson-jakaumaan perustuen (Jolly & Hampton 1990). Tiheysarvioiden laskennasta vastasi Helsingin yliopiston tutkija Tommi Malinen.

Sulkasääskitutkimuksen tulokset

Taulukko 1. Sompasen sulkasääskitutkimuksen tulokset näytettä kohden sekä pinta-alayksikköä kohden. Sulkasääsken osalta tulokset ovat sekä vedestä että sedimentistä, muiden pohjaeläinten osalta sedimentistä. Chaoborus, sulkasääsket; Chironomidae, surviaissääsket; Ceratopogonidae, polttiaissääsket, Acarina, punkit.

Tunnus	Syvyys	Vesi	Sedimentti			
		Chaoborus	Chaoborus	Chironomidae	Ceratopogonidae	Acarina
Yksilöä/näyte						
So 7	4,2	0	58	11	12	
So 8	5,5	0	81	13	8	
So 1	7,1	-	139	13		
So 4	7,2	-	216	11	2	1
So 6	7,4	-	242	19	2	2
So 3	7,7	0	169	21	1	
So 5	7,7	-	200	14		1
So 2	8	0	151	15	12	
Yksilöä/m²						
So 7	4,2	0	2511	476	519	0
So 8	5,5	0	3506	563	346	0
So 1	7,1	-	6017	563	0	0
So 4	7,2	-	9351	476	87	43
So 6	7,4	-	10476	823	87	87
So 3	7,7	0	7316	909	43	0
So 5	7,7	-	8658	606	0	43
So 2	8	0	6537	649	519	0

Ojavesinäytteenoton menetelmät

Näytteenotoista vastasivat Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n sertifioidut näytteenottajat. Vesinäytteet analysoitiin akreditoitussa KCL Kymen laboratoriossa laatuohjeiden sekä olemassa olevien SFS-standardien mukaan. Näytteenottojen yhteydessä mitattiin veden virtausnopeus MiniAir20-siivikolla (m/s) sekä mitattiin uoman leveys ja syvyys. Virtausnopeuden ja uoman pinta-alatietojen avulla laskettiin sen hetkinen uoman virtaama (l/s), mitä käytettiin ainevirtaamia laskettaessa.

Ojavesinäytteenoton tulokset

Taulukko 1. Ainepitoisuudet Sompasen ojissa 3.10.2013 ja 30.10.2013. Kiint.a., kiintoaine CF/C; COD_{Mn}, kemiallinen hapenkulutus; Kok. N, kokonaistyyppi; Kok. P, kokonaisfosfori; NO₃+NO₂, nitraatti- ja nitriittityppi; NH₄, ammoniumtyppi; PO₄, fosfaatti-fosfori.

Pvm	Tunnus	Paikan nimi	Kiint.a. mg/l	COD _{Mn} mgO ₂ /l	Kok.N µg/l	Kok.P µg/l	NO ₃ +NO ₂ µg/l	NH ₄ µg/l	PO ₄ µg/l
3.10.2013	Oja 1	Suurisuonoja	23	11	790	110			
3.10.2013	Oja 2	Mutapohjan oja	9,2	9,7	570	110			
3.10.2013	Oja 3	Etuhiekan oja	2,5	15	610	35			
3.10.2013	Oja 4	Saukonoro	3,2	23	680	31			
3.10.2013	Oja 5	Muronoja	2,6	10	530	21			
30.10.2013	Oja 1	Suurisuonoja	63	33	4400	390	2400	<5	100
30.10.2013	Oja 2	Mutapohjan oja	11	28	1400	100	320	<5	31
30.10.2013	Oja 3	Etuhiekan oja	4	21	1200	49	300	10	10
30.10.2013	Oja 4	Saukonoro	6,5	38	1500	40	450	16	7
30.10.2013	Oja 5	Muronoja	6,7	9,9	650	27	96	11	3

Taulukko 2. Ainevirtaamat Sompasen ojissa 3.10.2013 ja 30.10.2013. Kiint.a., kiintoaine CF/C; COD_{Mn}, kemiallinen hapenkulutus; Kok. N, kokonaistyyppi; Kok. P, kokonaisfosfori; NO₃+NO₂, nitraatti- ja nitriittityppi; NH₄, ammoniumtyppi; PO₄, fosfaatti-fosfori. Lisäksi ojien virtaamat kahdessa eri yksikössä. Lokakuun alussa ei Mutapohjan ojassa ollut lainkaan virtaamaa.

Pvm	Tunnus	Paikan nimi	Kiint.a. kg/vrk	COD _{Mn} kg/vrk	Kok.N kg/vrk	Kok.P kg/vrk	NO ₃ +NO ₂ kg/vrk	NH ₄ kg/vrk	PO ₄ kg/vrk	Virt l/s	Virt m ³ /vrk
3.10.2013	Oja 1	Suurisuonoja	7,2	3,4	0,2	0,03				3,6	314
3.10.2013	Oja 2	Mutapohjan oja	0	0	0	0				0	0
3.10.2013	Oja 3	Etuhiekan oja	0,8	4,5	0,2	0,01				3,5	301
3.10.2013	Oja 4	Saukonoro	1,5	10,5	0,3	0,01				5,3	457
3.10.2013	Oja 5	Muronoja	4,5	17,3	0,9	0,04				20,0	1730
30.10.2013	Oja 1	Suurisuonoja	358,5	187,8	25,0	2,2	13,7	0,028	0,6	65,9	5690
30.10.2013	Oja 2	Mutapohjan oja	4,6	11,8	0,6	0,04	0,1	0,002	0,01	4,9	422
30.10.2013	Oja 3	Etuhiekan oja	31,3	164,2	9,4	0,4	2,3	0,078	0,1	90,5	7821
30.10.2013	Oja 4	Saukonoro	55,0	321,3	12,7	0,3	3,8	0,135	0,1	97,9	8455
30.10.2013	Oja 5	Muronoja	98,4	145,4	9,5	0,4	1,4	0,162	0,04	170,0	14689



Kymijoen
vesi ja ympäristö ry



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

SOMPASEN LLR-KUORMITUSVAIKUTUSMALLINNUS

Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n tutkimusraportti no 268/2014

Niina Kotamäki, Suomen ympäristökeskus, SYKE



JOHDANTO

Tämä työ on osa Kymijoen alueen järvikunnostushankkeessa laadittua Sompasen järven kunnostussuunnitelmaa. Työn tavoitteena on arvioida LLR-mallilla Sompasen ulkoisen kuormituksen määrää ja sen vähentämistarvetta, sekä arvioida sisäisen kuormituksen merkitystä järven tilaan ja kuormitusvähennyksiin. Mallin tuloksista saadaan tukea kunnostussuunnitelman toimenpidesuosituksen mitoittamiseen ja oikein kohdentamiseen.

LLR, eli Lake Load Response, on SYKEssä kehitetty mallinnustyökalu kuormitusvaikutusten arviointiin. LLR auttaa kuormitusvähennystarpeen arvioinnissa ja siten vesistöalueiden hoidon suunnittelussa ja siihen liittyvässä päätöksenteossa. LLR:llä lasketaan, miten ulkoinen kuormitus ja sen muutokset vaikuttavat vesimuodostuman kokonaisravinne- ja a-klorofyllipitoisuuksiin. LLR soveltuu erityisesti huonokuntoisten tai hyvän ja tyydyttävän tilan rajalla olevien järvien ja sisempien rannikkovesialueiden kuormitusvähennystavoitteiden laskemiseen sekä tueksi ekologisen tilan arviointiin.

LLR:n laskelmat perustuvat yksinkertaisiin yhteyksiin ravinnekuormituksen ja vedenlaadun välillä. Tunnettuihin ravinnetaseyhtälöihin perustuvan ravinteiden pidättymismallin avulla voidaan laskea vesimuodostuman kokonaisravinnepitoisuus. LLR:n fosforimalliin on lisätty myös sisäisen kuormituksen aiheuttama vaikutus. Ravinnekuormitusten avulla laskettuja kokonaisravinnepitoisuuksia käytetään vesimuodostuman a-klorofyllipitoisuuden laskentaan. Ravinteiden ja a-klorofyllin pitoisuuksien suhteesta saadaan edelleen johdettua yhteys kuormituksen ja a-klorofyllipitoisuuden välille. LLR:ssä olevien mallien tarkempi kuvaus ja sovellusesimerkkejä löytyy mm. seuraavista lähteistä Kotamäki (2014), Malve (2006) ja Pätynen (2009).

Lisätietoa myös SYKEN mallien ja työkalujen verkkosivuilla: http://www.syke.fi/fi-fi/Tutkimus_kehittaminen/Itameri_vesistot_ja_vesivarat/Mallit_ja_tyokalut/Vesienhoidon_mallit/Kuormitusvaikutusmalli_LLRLR

SYÖTTÖTIEDOT

Laskennan syöttötietoina tarvitaan tarkasteltavan vesimuodostuman keskisyvyys, tilavuus ja pintavesityyppi sekä mahdollisimman pitkät havaitut aikasarjat tulevasta kuormituksesta, lähtövirtaamasta ja edustavimman syvänteen kokonaisravinnepitoisuuksista. Lisäksi tarvitaan arvio sisäisen kuormituksen suuruusluokasta.

Nimi: Sompanen 14.121.1.001

Tyyppi: Pienet humusjärvet (Ph)

Tilavuus: 4,63 milj. m³

Keskisyvyys: 4,35 m

Viipymä: 1 vuosi (362 vrk)

Sisäisen P-kuormituksen alkuarvo: sisäinen kuormitus puolitoistakertainen ulkoiseen kuormitukseen verrattuna, eli tulevan P-kuorman mediaaniarvo 1,1 kg/d x 1,5.

Luokittelu (2006. 2012): Kokonaisluokka=Tyydyttävä, TotP=Hyvä, TotN=Hyvä, chl-a=Tyydyttävä

Kuormitusarvoina käytetään viipymäjaksolta arvioitua, järveen tulevaa keskimääräistä päivittäistä kokonaistyyppi- ja kokonaisfosforikuormaa. Kokonaistyyppi- ja kokonaisfosforipitoisuudeksi lasketaan viipymäjaksos keskiarvo, mutta laskennassa huomioidaan vain kasvukauden aikana tehtyjen näytteenottojen tulokset. Jos järvestä on havaintoja useasta eri paikasta, käytetään sen keskeisimmän syvänteen näytteenottotuloksia (tässä *Sompanen Huuhkajav 054*). Jos näytteenottotuloksia on lisäksi syvänteen eri syvyyksistä, lasketaan jokaiselle näytteenottokerralle niistä ensin erikseen tilavuuspainotettu keskiarvo (Taulukko 1).

Taulukko 1. Havaitut kokonaisfosfori- ja -tyyppipitoisuudet pinnasta (1 m) ja pohjasta (7 m) sekä tilavuuspainotetut pitoisuudet.

vuosi	1m totN µg/l	7m totN µg/l	1m totP µg/l	7m totP µg/l	TILAVUUSPAINOTETUT	
					totN µg/l	totP µg/l
1994	360,0	310,0	32,0	23,0	359,5	31,9
1998	600,0	670,0	30,0	66,0	600,7	30,4
2000	690,0	860,0	34,0	35,0	691,7	34,0
2001	660,0	970,0	36,0	38,0	663,2	36,0
2002	785,0	1450,0	35,0	51,0	791,8	35,2
2003	635,0	1160,0	31,5	79,5	640,4	32,0
2004	980,0	1123,3	42,3	48,7	981,5	42,4
2005	755,0	1675,0	33,5	64,0	764,4	33,8
2006	645,0	580,0	22,5	21,5	644,3	22,5
2010	530,0	520,0	22,5	25,0	529,9	22,5
2013	703,3	1333,3	35,7	71,0	709,8	36,0
2014	610,0	700,0	27,0	48,0	610,9	27,2

Taulukkoon 2 on koottu LLR-mallin syöttötiedot Sompaselle. Kuormitukset (LN ja LP) sekä virtaama (Q) ovat Vemala-mallin laskemia vuosikeskiarvoja ja pitoisuudet (TotN ja TotP) ovat mitatut tilavuuspainotetut kasvukauden (touko. syyskuu) keskiarvot. Kaikki tiedot ovat niiltä vuosilta, jolloin vesinäytteitä on otettu (vrt. Taulukko 1).

Taulukko 2. LLR-mallin syöttötiedot: kokonaistyyppikuormitus (LN, kg/d), kokonaisfosforikuormitus (LP, kg/d), tilavuuspainotettu kokonaistyyppipitoisuus (TotN, µg/l), tilavuuspainotettu kokonaisfosforipitoisuus (TotP, µg/l) ja lähtevä virtaama (Q, m³/s).

LN	LP	TotN	TotP	Q
15,96	1,58	359,49	31,91	0,13
17,46	1,18	600,72	30,37	0,18
31,03	2,33	691,74	34,01	0,19
10,19	0,75	663,17	36,02	0,14

10,82	0,63	791,79	35,16	0,12
14,27	0,90	640,36	31,99	0,09
18,31	1,05	981,46	42,40	0,20
15,64	0,94	764,40	33,81	0,14
30,95	2,12	644,34	22,49	0,14
14,77	0,62	529,90	22,53	0,11
18,53	1,34	709,77	36,03	0,13

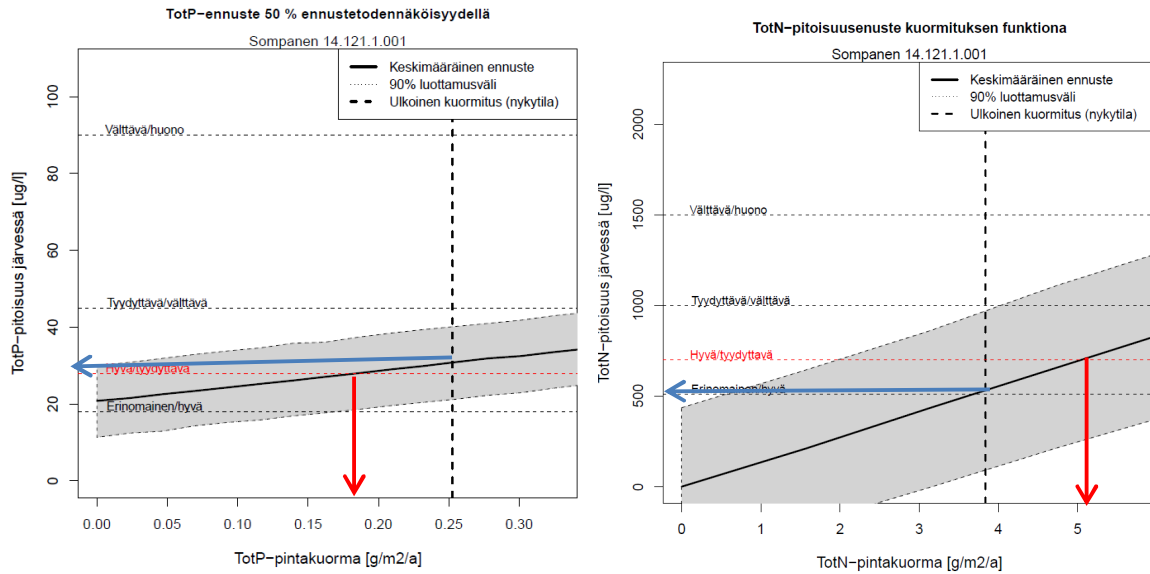
TULOKSET

Taulukon 3 ja Kuvan 1 perusteella Sompasen keskimääräinen fosforipitoisuus on 31 µg/l eli järvi on tyydyttävässä tilassa fosforin perusteella. Kuormitus, jolla hyvään tilaan (H/T-raja-arvo 28 µg/l) päästään on 0,8 kg/d, eli noin 0,3 kg/d (27 %) vähemmän kuin nykyinen keskimääräinen kuormitus (1,1 kg/d). Annetun aineiston (Taulukko 2) ja sisäisen kuormituksen alkuarvon (1,1 kg/d x 1,5) perusteella malli laskee sisäisen kuormituksen arvoksi 2,2 kg/d. Typpipitoisuus on keskimäärin 530 µg/l, eli alle tavoitetaso.

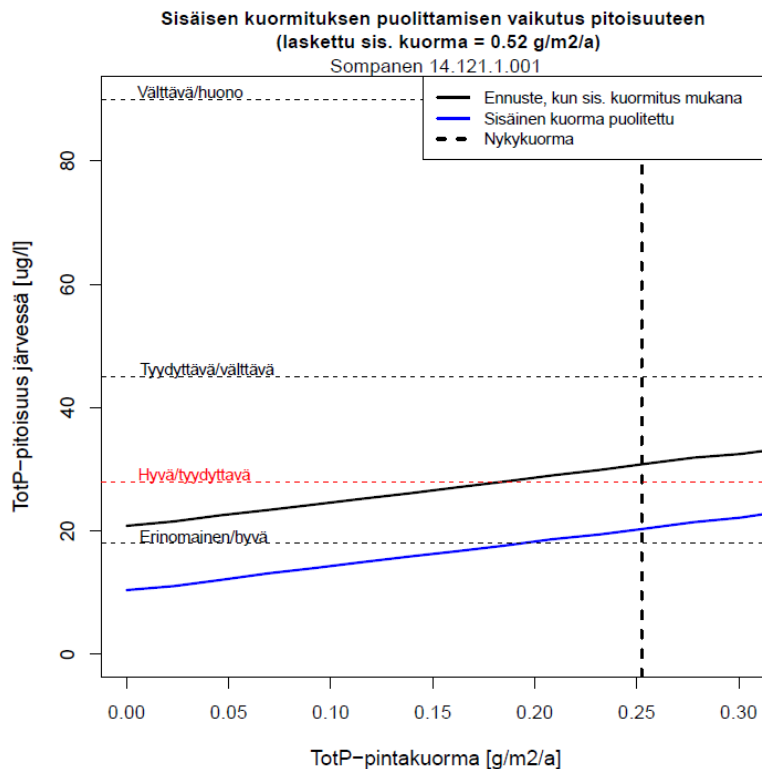
Taulukko 3. LLR:n ravinnemallin tuottama fosfori- ja typpikuormitusten ja -pitoisuuksien nykytila, tavoitetila ja tavoitteeseen pääsemiseksi tarvittava vähennys. Nykytilan ja tavoitetilan ulkoiset kuormitukset on esitetty päiväkuormana (kg/d) ja kuormana järvipinta-alaa kohden (g/m²/a). Pitoisuuden nykytilassa (µg/l) on mallin laskema keskimääräinen pitoisuus annetuilla kuormitustiedoilla. Sisäinen kuormitus on mallin laskema sisäisen kuormituksen arvo sekä päiväkuormana että pintakuormana.

			Fosfori	Typpi	
Nykytila	Ulkoinen kuormitus	kg d ⁻¹	1,1	16	
		g m ⁻² a ⁻¹	0,25	3,84	
	Pitoisuusennuste		µg l ⁻¹	30,9	530
	Sedimentaationopeus (laskettu)		m d ⁻¹	0,061	0,011
	Sisäinen kuormitus	kg d ⁻¹	2,2	-	
g m ⁻² a ⁻¹		0,52	-		
Tavoitetila	Ulkoinen kuormitus	kg d ⁻¹	0,8	20	
		g m ⁻² a ⁻¹	0,18	4,88	
	Pitoisuus (H/T-raja)		µg l ⁻¹	28	700
Vähennystarve	Ulkoinen kuormitus	kg d ⁻¹	0,3	-	
		g m ⁻² a ⁻¹	0,07	-	
		%	27	-	
	Pitoisuusvähennys		µg l ⁻¹	2,9	-

Sompasen sisäisen kuormituksen arvioitiin alustavasti olevan puolitoistakertainen ulkoiseen kuormitukseen verrattuna. Malli arvioi sisäisen kuormituksen annettujen lähtötietojen perusteella kuitenkin vielä jonkin verran suuremmaksi (0,52 g/m²/a, Kuva 2). Ilman ulkoisen kuormituksen vähentämistä mutta sisäisen kuormituksen puolittamisella tavoitetila voitaisiin saavuttaa, ja pitoisuusennuste olisi silloin n. 20 µg/l. Pienemmälläkin sisäisen kuorman vähennyksellä voitaisiin päästä hyvään tilaan.

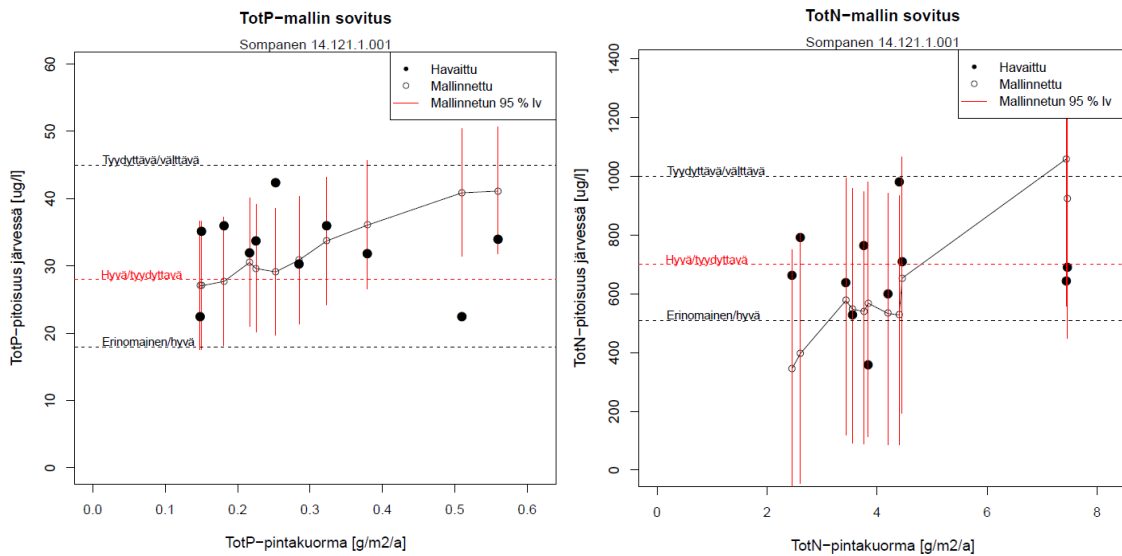


Kuva 1. Kokonaisfosforipitoisuuden (kuva vasemmalla) ja kokonaistyyppipitoisuuden (oikealla) keskimääräinen ennuste ja 90 % luottamusväli ulkoisen kuormituksen funktiona. Punainen nuoli osoittaa kuormaa, jolla tavoitepitoisuuteen päästään ja sininen nuoli kuvaa nykyisellä kuormitustasolla saatavaa pitoisuutta.



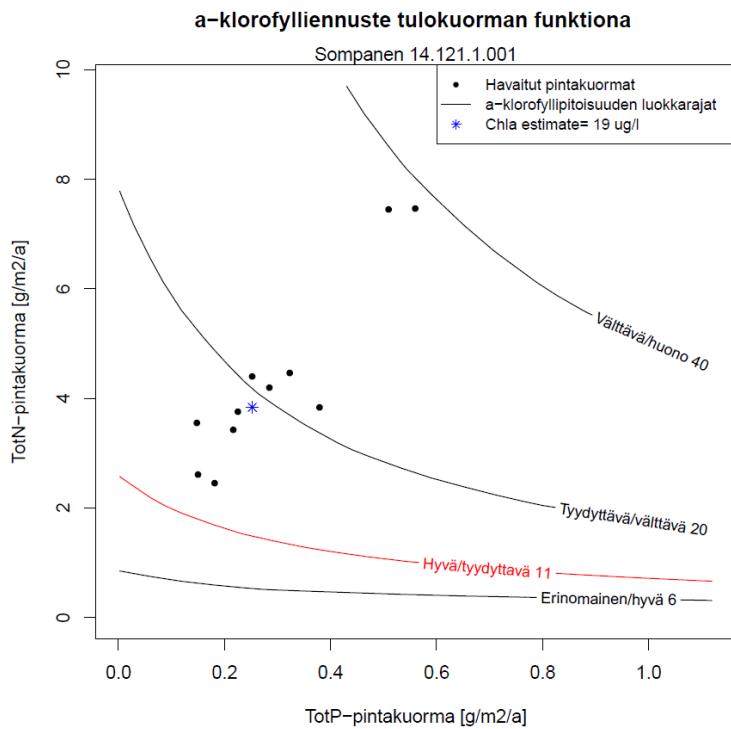
Kuva 2. Sisäisen kuorman puolittamisen vaikutus fosforipitoisuuteen ja kuormitusvähennystarpeeseen.

Kuvassa 3 on esitetty LLR-mallin sovitus annettuun lähtöaineistoon. Fosforimallin kuvasta nähdään, että fosforipitoisuuden vaste ulkoiseen fosforikuormitukseen on hyvin heikko. Näin ollen ulkoisen P-kuormituksen muutokset eivät vaikuta pitoisuuksiin kovin voimakkaasti. Tämä kuvastaa odotetusti sitä tilannetta, jossa sisäisellä kuormituksella on selkeä vaikutus järven fosforipitoisuuteen. Pitkän ajan fosforipitoisuudet vaihtelevat H/T-ajan molemmin puolin, enimmäkseen on mitattu kuitenkin tyydyttäviä pitoisuuksia (28. 45 µg/l). Typen osalta (Kuva 3, oikea) epävarmuus on suurempaa kuin fosforin osalta, heijastaen luonnollista vaihtelua sekä mallin ja havaintojen puutteellisuudesta aiheutuvaa epävarmuutta.

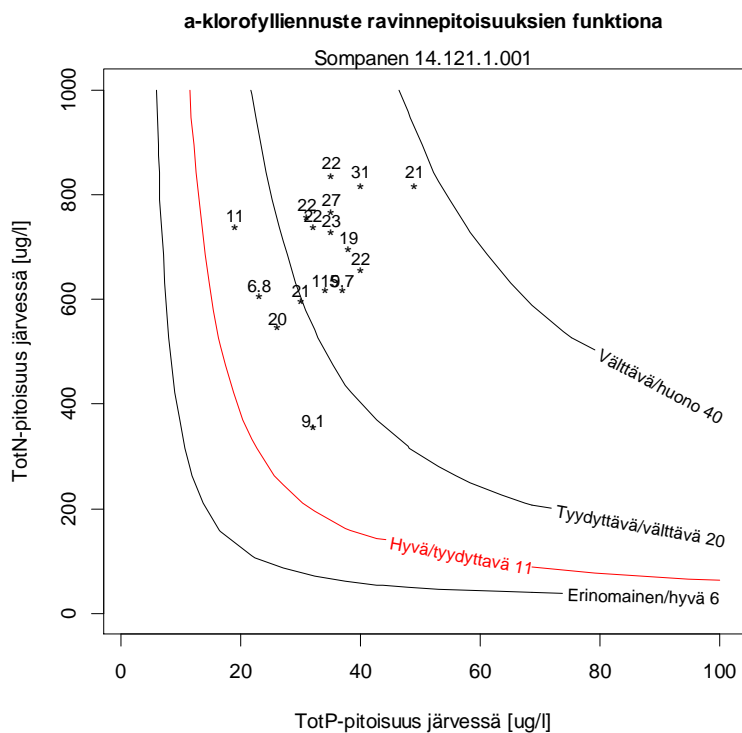


Kuva 3. Mallinnetut ja havaitut fosfori- (vasemmalla) ja typpipitoisuudet (oikealla) eri kuormituksilla. Järvityyppikohtaiset luokkarajat on esitetty vaakasuorina katkoviivoina.

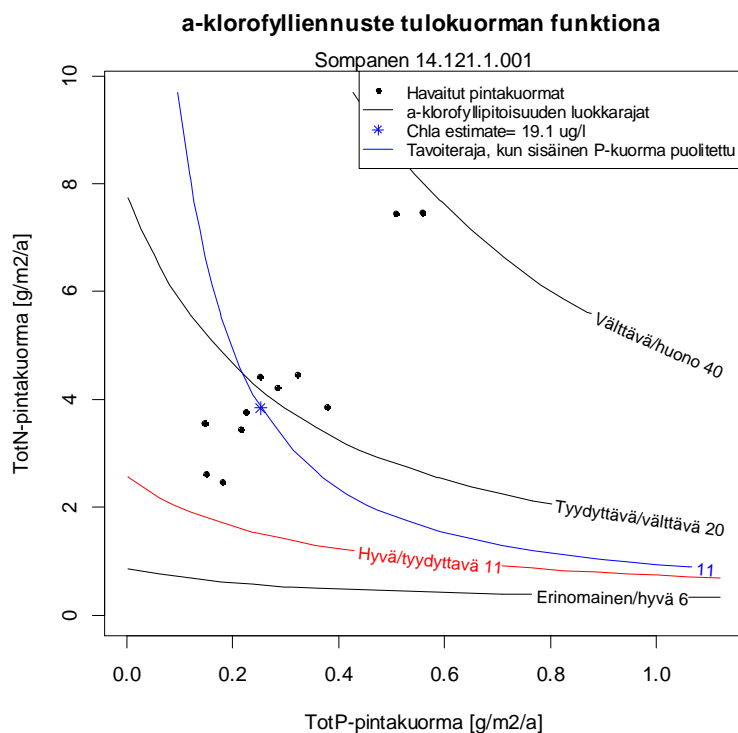
A-klorofyllipitoisuus annetuilla ulkoisen kuormituksen arvoilla on mallin mukaan 19 µg/l, joka siis ylittää selvästi raja-arvon (11 µg/l). Kuvasta 4 voidaan katsoa, minkälaisilla kuormitusyhdistelmillä päästäisiin tavoitettiin keskimäärin (punainen tasa-arvokäyrä). Tulosten mukaan tavoite saavutettaisiin tehokkaimmin vähentämällä typpikuormaa: jos fosforikuormitus ei muutu, niin typpikuormaa pitäisi vähentää yli 50 % nykyisestä. Tämä johtopäätös poikkeaa edellä esitetyistä ravinnepitoisuusvähennystuloksista, joiden mukaan typpikuormaa ei tarvitsisi vähentää lainkaan nykytasosta. Tämä ristiriita johtuu siitä, että sisäinen fosforikuorma puskuroi ulkoisen kuorman vaikutusta. Kuvan 4 mukaan järvi olisi siis typpirajoitteinen, mutta kun a-klorofyllipitoisuutta tarkastellaan ravinnepitoisuuksin suhteen, niin nähdäänkin selvä fosforirajoittuneisuus (Kuva 5). Näin ollen fosforipitoisuutta pienentämällä voidaan saavuttaa a-klorofyllin tavoitetilä. Kuvaan 6 on piirretty myös tavoitekuormituskäyrä tilanteessa, jossa sisäinen fosforikuormitus on puolitetty. Sisäisen kuorman puolittamisella a-klorofyllitavoite pystyttäisiin saavuttamaan.



Kuva 4. A-klorofylliennuste typpi- ja fosforikuormitusten funktiona. Tasa-arvokäyrät ovat a-klorofyllipitoisuuden tyypikohtaiset luokkarajat, punainen käyrä on tavoitetila. Havaitut pintakuormayhdistelmät on merkitty pisteinä ja sininen tähti kuvastaa a-klorofyllipitoisuutta annetuilla keskimääräisillä kuormitusarvoilla.

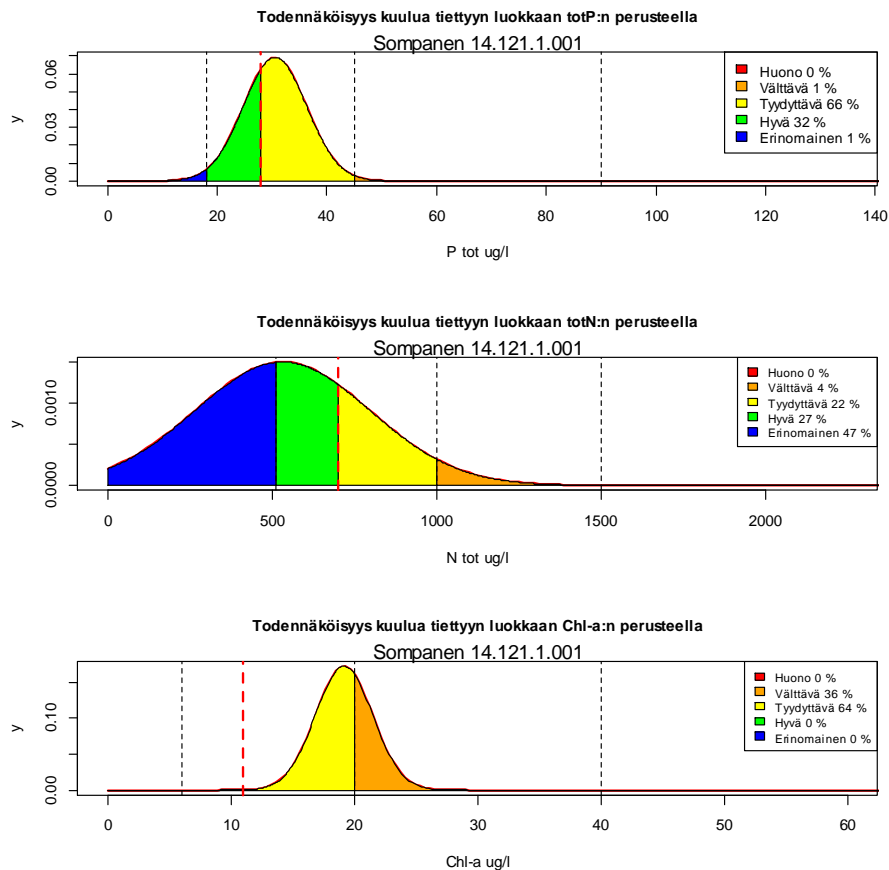


Kuva 5. A-klorofylliennuste typpi- ja fosforipitoisuuksien funktiona. Tasa-arvokäyrät ovat a-klorofyllipitoisuuden tyypikohtaiset luokkarajat, punainen käyrä on tavoitetila. Havaitut ravinnepitoisuusyhdistelmät on merkitty pisteinä ja lukuarvot ovat vastaavia havaittuja a-klorofyllipitoisuuksia.



Kuva 6. A-klorofylliennuste typpi- ja fosforikuormitusten funktiona. Tasa-arvokäyrät ovat a-klorofyllipitoisuuden tyypikohtaiset luokkarajat, punainen käyrä on tavoitetilä alkuperäisillä ulkoisen ja sisäisen kuormituksen arvoilla ja sininen käyrä on tavoitetilä, kun sisäinen fosforikuorma olisi puolitettu. Havaitut pintakuormayhdistelmät on merkitty pisteinä ja sininen tähti kuvastaa a-klorofyllipitoisuutta annetuilla keskimääräisillä kuormitusarvoilla.

Kuvassa 7 on esitetty LLR-mallin tuottamat pitoisuusjakaumat ja eri luokkiin kuulumisen todennäköisyydet nykyisellä kuormitustasolla. Fosforipitoisuuksien perusteella järvi on 66 % todennäköisyydellä tyydyttävässä tilassa, mutta hyväkin tila saavutetaan 32 % todennäköisyydellä. Jotta järvi saataisiin keskimäärin hyvään tilaan, Taulukon 3 mukaiset ulkoisen fosforikuormituksen vähennykset tulisi tehdä (tai sisäisen kuormituksen vähennykset, Kuva 2). Typpipitoisuudet ovat suurimmaksi osaksi hyvää parempia (74 %), mutta tyydyttäviä ja välttäviä arvojakin mitataan annetuilla kuormilla (26 % varmuudella). Typpituloksen epävarmuus näkyy myös tässä leveänä jakaumana. A-klorofyllin osalta annetut kuormitukset aiheuttavat liian suuria pitoisuuksia (tydyttävä 64 % ja välttävä 36 %).



Kuva 7. Kokonaisfosforin, -typen ja a-klorofyllin pitoisuuksien todennäköisyysjakaumat annetuilla kuormituksilla. Luokkarajat esitetty pystyviivoin (tavoiteraja, H/T, punainen katkoviiva) ja luokkien todennäköisyydet eri väreillä

VIITTEET

- Kotamäki, N., Pätynen A., Taskinen, A., Huttula, T. & Malve, O. Statistical Dimensioning of Nutrient Loading Reduction - LLR Assessment Tool for Lake Managers (Lähetetty Journal of Environmental Management -lehteen 8/2014)
- Malve, O. & Qian, S. 2006. Estimating nutrients and chlorophyll *a* relationships in Finnish Lakes. Environ. Sci. Technol. 40:7848. 7853. DOI: 10.1021/es061359b
- Pätynen, A. 2009. Tavoitekuormien määrittäminen vesipuitelaitosten mukaisessa vesialueiden hoidossa. Pro-gradututkielma. Jyväskylän yliopisto, Bio- ja ympäristötieteiden laitos.



Kymijoen
vesi ja ympäristö ry



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

SOMPASEN HOITOKALASTUSSUUNNITELMA

Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n tutkimusraportti no 269/2014

Markku Kuisma



SISÄLLYS

1 TAUSTAA	1
1.1 TARPEEN ARVIOINTI	1
1.2 SUUNNITTELUSSA HUOMIOITAVAA	2
2 SOMPASEN KALASTO	3
2.1 AIEMMAT KALASTOSELVITYKSET	3
2.2 VERKKOKOEKALASTUS 2013	4
2.3 SUORITETUT HOITOKALASTUKSET	8
2.4 SOMPASEN ISTUTUKSET	9
3 SUOSITUS SOMPASEN HOITOKALASTUKSESTA	10
3.1 TEHO- JA HOITOKALASTUKSEN TAVOITTEET JA TOIMENPITEET	11
3.2 SAALISTAVOITE	11
3.3 PYYNTIMENETELMÄT	12
3.4 PETOKALAISTUTUKSET JA KALASTUKSEN OHJAUS	13
3.5 SEURANTA	14
VIITTEET	14

1 TAUSTAA

Sompasen hoitokalastussuunnitelma on osa Kymijoen alueen järvikunnostushankkeessa laadittua Sompasen kunnostussuunnitelmaa. Biomanipulaatiolla eli ravintoketjukunnostuksella tarkoitetaan menetelmää, jossa yleensä pyritään parantamaan kohdevesistön laatua vähentämällä rehevöitymisen seurauksena vesistöön muodostunutta särkikalavaltaista kalastoa tehokalastuksella tai estämään järven tilan heikkenemistä hoitokalastuksella. Teho- ja hoitokalastusten vaikutuksia pyritään yleensä myös tehostamaan särkikalaja ravinnokseen käyttävien petokalojen (mm. kuha, ahven, hauki) kantoja vahvistamalla. Ravintoketjukunnostus soveltuu järviin, jotka ovat rehevöityneet ulkoisen kuormituksen vaikutuksesta, mutta joiden tila ei ole parantunut merkittävästi kuormituksen alentamisen jälkeen. Tällaisissa järvissä sisäinen kuormitus pitää yllä korkeaa rehevyytensä (Sammalkorpi ja Horppila 2005). Eräs sisäistä kuormitusta aiheuttava tekijä on ravintoketjun rakenteen ja toiminnan muuttuminen rehevöitymisen vaikutuksesta. Ylitiheäksi kasvaneet kalakannat saalistavat tehokkaasti etenkin suurikokoista eläinplanktonia, jonka laidunnusteho ja merkitys leväkasvun rajoittajana vähenevät (Brooks & Dodson 1965). Pohjalla ruokaillessaan särkikalavaltainen kalasto (etenkin särki ja lahna) kierrättää tehokkaasti ravinteita järven pohjalta ja ranta-alueilta ulapalle levien käyttöön (Horppila ja Kairesalo 1992; Horppila ym. 1998). Kun kalaston rakenne ja veden laatu paranevat ravintoketjukunnostuksen myötä, nousee myös järven virkistyskäyttöarvo, virkistyskalastus mukaan lukien (Sammalkorpi ja Horppila 2005).

Yleisin toimenpide ravintoketjukunnostuksessa on särkikalojen sekä joissain tapauksissa myös kuoreen ja pienten ahvenkalojen (pieni ahven ja kiiski) poistopyynti. Samalla pyritään myös vahvistamaan poistopyyntien vaikutusta petokalaistutuksella. Poistopyynnit aloitetaan yleisesti tehokalastuksella, joilla pyritään saavuttamaan selkeä muutos kalakantoihin. Tämän jälkeen pyynti jatkuu hoitokalastuksena, jolla yleensä pyritään ylläpitämään saavutettua muutosta kunnostuksen jälkeen ja estämään hyvän tilan heikkeneminen. Teho- ja hoitokalastusten positiiviset vaikutukset ovat erityisen hyvin havaittavissa matalissa ja rehevissä särkikalavaltaisissa järvissä. Näissä särkikalojen tehokas poisto voi johtaa merkittävään veden kirkastumiseen ja sisäisen fosforikuormituksen vähenemiseen (Sammalkorpi ja Horppila 2005).

1.1 TARPEEN ARVIOINTI

Ravintoketjukunnostuksen tarvetta arvioitaessa on hyvä ottaa huomioon monia eri asioita. Selkeä tarve kunnostukselle on, kun järven kalasto on koekalastusten perusteella hyvin runsas ja se heikentää järven tilaa. Kun arvioidaan järven rehevyytensä tai leväkukintojen vähentämismahdollisuuksia ravintoketjukunnostuksella, keskeisiä mittareita ovat suuri koekalastuksen yksikkösaalis, ravinnetasoon nähden korkea levämäärä ja veden laadun selvät vuodenaikaisvaihtelut (Sammalkorpi ja Horppila 2005). Ravintoketjukunnostusta voidaan pitää perusteltuna myös, jos kalaston rakenteessa on havaittavissa epäedullisia muutoksia. Tällöin kalasto on hyvinkin särkikalavaltainen, särkikalat ja ahvenet ovat

pienikokoisia ja särkikalojen kasvu on hidasta. Myös petokalojen (kuha, hauki, iso, yli 15 cm:n ahven) pieni osuus kalakannassa on merkki kalakannan vinoutumisesta, huolimatta siitä, että esimerkiksi kuhan kasvu voi olla nopeaa.

Ravintoketjukurjennostuksen tarvetta voidaan arvioida myös tutkimalla vesinäytteistä klorofylli-a:n ja kokonaisfosforin pitoisuuksien suhdetta. Ravintoketjukurjennostus voi olla tarpeen, mikäli klorofylli-a:n ja fosforin suhde on kasvukaudella keskimäärin 0,3–0,4 tai sitä korkeampi (Sarvilinna ja Sammalkorpi 2010). Myös isojen vesikirppujen puuttuminen eläinplanktonista viittaa ravintoketjukurjennostuksen tarpeeseen. Jos veden fosforipitoisuus on jatkuvasti yli 100 µg/l, on se merkki hyvin korkeasta ulkoisesta ja sisäisestä ravinnekuormituksesta. Ulkoisen kuormituksen saaminen kuriin onkin edellytys hyvin onnistuvalle ravintoketjukurjennostukselle, sillä ilman ulkoisen kuormituksen vähentämistä teho- ja hoitokalastusten vaikutukset jäävät lyhytaikaisiksi ja ohimeneviksi. Tällaisissa tapauksissa tehokalastus olisi uusittava usein (Sammalkorpi ja Horppila 2005).

1.2 SUUNNITTELUSSA HUOMIOITAVAA

Teho- ja hoitokalastuksia suunniteltaessa kannattaa huolehtia siitä, että kaloja poistetaan järvestä riittävästi. Kuitenkin tarkkaa lukemaa tehokalastuksen poistotarpeesta on vaikea antaa esim. koekalastusten perusteella, koska saalistavoite riippuu järven kalamäärän lisäksi monesta muustakin tekijästä. Tehokalastuksen saalistavoite on suhteutettava järven pinta-alaan ja veden fosforipitoisuuteen. Mikäli halutaan, että tehokalastuksilla on vaikutusta vedenlaatuun 1–2 vuoden ajanjaksolla, on Etelä- ja Keski-Suomen rehevissä järvissä järkevä saalistavoite noin 50–100 kg/ha vuodessa, jos järven fosforipitoisuus on alle 50 µg/l. Mikäli fosforipitoisuus on 100 µg/l, tulisi vuoden saalistavoitteen olla tasolla 150–200 kg/ha (Sammalkorpi ja Horppila 2005; Sarvilinna ja Sammalkorpi 2010). Kalastus on tehokkainta, kun se kohdistuu sekä vanhoihin että nuoriin kaloihin. Kuitenkin nuorilla särkikaloilla on yleensä suurin vaikutus ravintoketjun toimintaan. Nuorten särkikaloiden vähentämiseen on myös varauduttava tehokalastushankkeen toisena ja kolmantena vuonna, koska särkikaloiden suuri lisääntymiskapasiteetti tuottaa runsaasti jälkeläisiä, jotka täyttävät kalastuksen tekemää vapaata tilaa. Tällöin eläinplanktoniin kohdistuva saalistus voi jopa kasvaa. Kynnystaso, jonka alle jäävällä saaliilla ei ole vaikutusta veden laatuun, nousee veden fosforipitoisuuden noustessa. Rehevimpien järvien kalamäärä voi olla niin suuri, etteivät edes 100 kg/ha ylittävät vuosisaaliit saa aikaan näkyviä vaikutuksia. Muutos ei myöskään ole pysyvä, mikäli ulkoinen kuormitus on liian korkea. Tällöin kalasto palautuu nopeasti ilman jatkuvaa tehokasta kalastusta ja erittäin vahvaa petokalakantaa (Sammalkorpi ja Horppila 2005).

Kun teho- ja hoitokalastusten määrää vähennetään, on tärkeää, että kohdejärven muodostuu tai on muodostunut vahva petokalakanta. Tämä on tärkeä edellytys sille, että kalakannan rakenne pysyy hyvänä. Mikäli kalabiomassasta noin 30 % on petokaloja, voivat ne säädellä tehokkaasti nuorten särkikaloiden määrää. Pienempikin petokalamäärä

voi hyödyntää järven ravintoketjun hoitotoimia välillisesti, vaikka suora petokalavaikutus jäisikin vähäiseksi. Tavoitteena tulisikin olla runsaat kannat sekä rantavyöhykkeen petoja, kuten haukea, että avovesialueen lajeja, kuten ahventa ja kuhaa. Jos em. vyöhykkeistä vain toisessa on vahvat petokalakannat, pystyvät nuoret särjet siirtymään siihen ympäristöön, jossa petokalojen osuus on vähäisempää. Jos molempien, sekä ranta-alueen haukikanta että avovesialueen ahven- ja kuhakannat ovat riittävän vahvat, voi petokalojen vaikutus ravintoverkkoon nousta merkittäväksi (Berg ym. 1997).

Teho- ja hoitokalastukset voimistavat usein petokalakantoja, koska mm. ahventen koko kasvaa särkikalojen aiheuttaman ravintokilpailun vähenemisen johdosta. Myös ahvenen ja kuhan poikastuoton on usein havaittu paranevan. Veden kirkastuminen ja uposkasvien leviäminen hyödyttävät paitsi ahventa myös haukea (Sammalkorpi ja Horppila 2005). Tämän lisäksi petokalakantoja voi vahvistaa mm. tuki-istutuksin ja kalastuksen ohjauksella. Erityisesti kalastuksen ohjaus on isossa roolissa petokalakantojen vahvistamisessa. Esim. kuhan osalta tulisi alamittaa kohottaa 45 cm:iin, ja verkkojen silmäkoon kuhan pyynnissä tulisi olla vähintään 55 mm. Pienissä vesistöissä myös kalastuksen ajallinen tai alueellinen rajoittaminen olisi usein tarpeellista. Näiden toimenpiteiden tuloksena saavutettaisiin vahvempi, särkikalaja hyödyntävä petokalakanta, ja kalastajatkin saisivat aikaisempaa suurempia saaliskaloja (Sarvilinna ja Sammalkorpi 2010). Lisäksi vesistöissä, joissa on runsaat lahna-, pasuri- tai sulkavakannat, on tärkeää huolehtia haukikannan ja erityisesti suurten haukien kannoista. Tämä siksi, että jo 15 cm:n pituinen lahna on liian korkea profiililtaan esim. 40 cm:n kuhalle, jotta se voisi käyttää lahnaa ravintonaan. Suomalaisista kaloista siis ainoastaan tarpeeksi iso hauki pystyy syömään em. kaloja ja osaltaan pitämään särkikalakantoja kurissa.

2 SOMPASEN KALASTO

2.1 AIEMMAT KALASTOSELVITYKSET

Arvioitaessa ravintoketjukunnostuksen tarvetta on erittäin tärkeää tietää järven kalaston lajisuhteet ja ikä- tai kokojakaumat. Nämä saadaan yleensä selville koeverkkokalastuksin, mutta myös koetroolauksia ja –nuottauksia, kaikuluotausta sekä kalastustiedusteluja voidaan käyttää apuvälineinä arvioitaessa kalaston määrää, lajisuhteita ja ikäjakaumia. Usein pelkkä koeverkkokalastus ei olekaan riittävä tapa saada selville koko lajistoa, sillä esim. hauen ja ison lahnan pyydystettävyyks koeverkoilla on sangen alhainen.

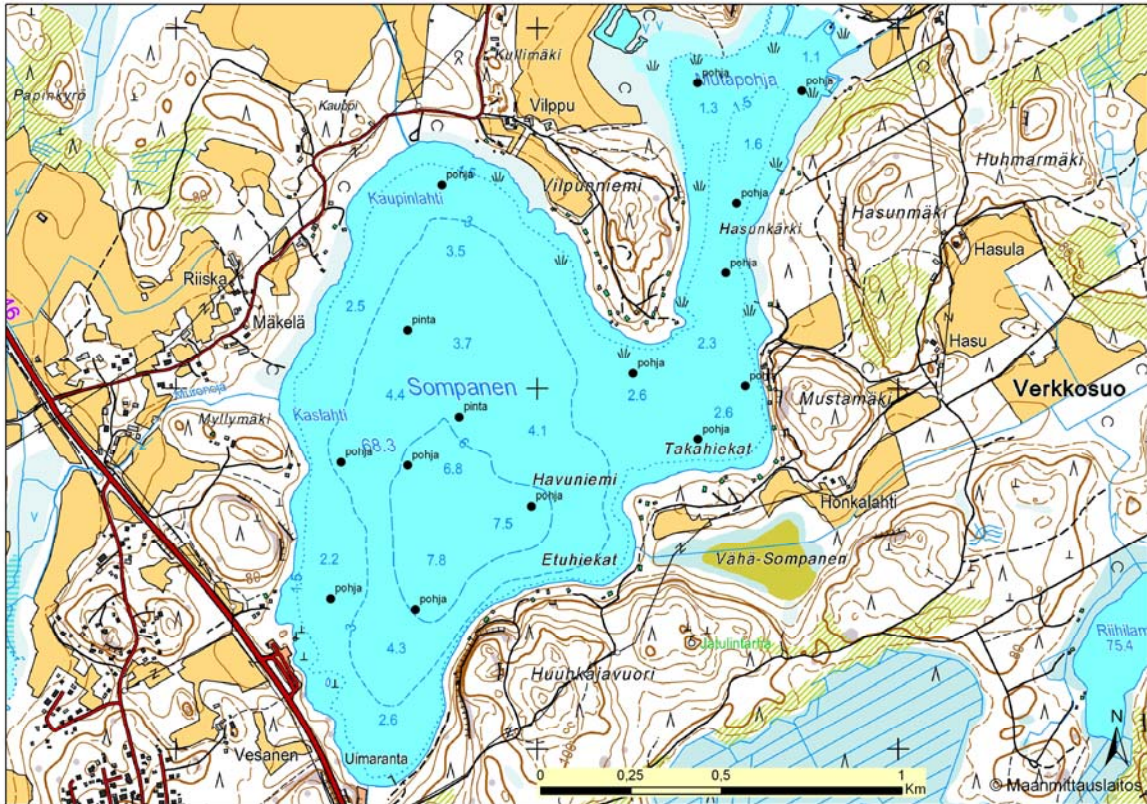
Sompasella ei virallisia koekalastuksia ole tehty, vaan tieto järven kalakannan tilasta on ollut ainoastaan paikallisten kalastajien havaintojen, sekä hoitokalastushankkeen ja osakaskunnan järjestämien hoitokalastusten saalistilastojen varassa. Niinpä vuoden 2013 verkkokoekalastus olikin ensimmäinen virallinen kalastoselvitys Sompasesta.

2.2 VERKKOKOEKALASTUS 2013

Kymijoen alueen järvikunnostushankkeen puitteissa suoritettiin Sompasen verkkokoeikalastukset 5.–8.8.2013. Koekalastus suoritettiin Nordic-yleiskatsausverkoilla 15 verkkoyön ponnistuksella (Kuva 1). Nordic- yleiskatsausverkko on 1,5 m korkea ja 30 m pitkä, kahdestatoista 2,5 m leveästä solmun silmäväliltään eri harvuisesta havaspaneelista koostuva verkko. Verkon paneelien solmuvälit (mm) ja langan paksuudet järjestyksessä ovat seuraavat:

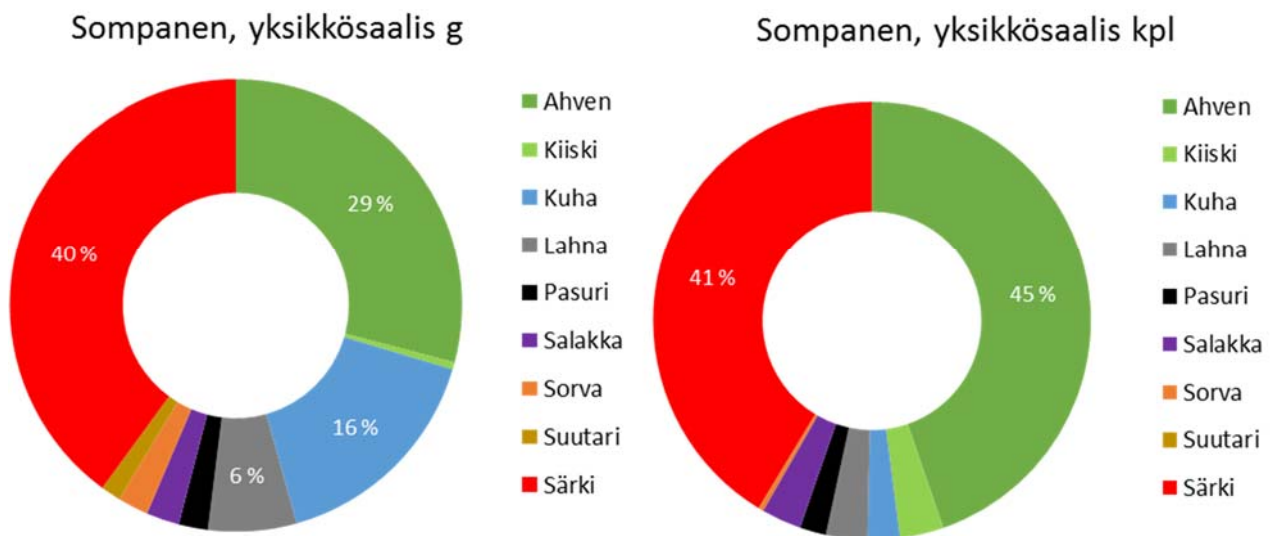
Solmuväli mm	43	19,5	6,25	10	55	8	12,5	24	15,5	5	35	29
Lanka mm	0,20	0,15	0,10	0,12	0,23	0,10	0,12	0,15	0,15	0,10	0,16	0,16

Verkot laskettiin päivän päätteeksi ja nostettiin aamulla. Kalastusajaksi muodostui siten noin 18 tuntia. Koekalastuksia varten Sompasen vesipinta-ala jaettiin 49 koekalastusruutuun, joista satunnaisesti valittiin 15 koealaa. Tällä paitsi varmistettiin havaintojen riippumattomuus, myös pyrittiin saamaan mahdollisimman kattava kuva Sompasen kalastosta. Koealoista kymmenen sijaitsi 0–3 metrin vyöhykkeellä ja viisi kappaletta 3–10 metrin vyöhykkeellä. Syvemmän vyöhykkeen verkoista 2 kappaletta asetettiin pyyntiin pintaan ja 3 kappaletta pohjaan. Kunkin koekalastusverkon saalis lajiteltiin solmuväli- ja lajikohtaisesti, punnittiin sekä suoritettiin yksilökohtaiset pituusmittaukset enintään kahdestakymmenestä satunnaisesti valitusta yksilöstä/laji/solmuväli. Mikäli yksilöitä oli havaspaneelissa alle 20/laji, tällöin mitattiin kaikki lajin yksilöt.



Kuva 1. Sompasen vuoden 2013 verkkokoekalastusten koeverkkojen sijainnit.

Saalista koekalastuksissa kertyi yhteensä noin 40 kg (2098 kpl), yksikkösaaliin ollessa 2685 g/verkko ja 139,9 kpl/verkko. Suurimman osan saaliista muodostivat särki ja ahven (Kuva 2). Myös kuhan osuus oli kohtuullinen painomääräisessä yksikkösaaliissa. Todellisuudessa yksikkösaalis oli hieman korkeampi, sillä koeverkkoista 2 kpl oli pyynnissä hapettomassa vesikerroksessa ja näin ollen verkot olivat tyhjiä. Jos em. verkot jätettäisiin pois yksikkösaalilaskuista, olisi yksikkösaalis 3098 g/verkko.



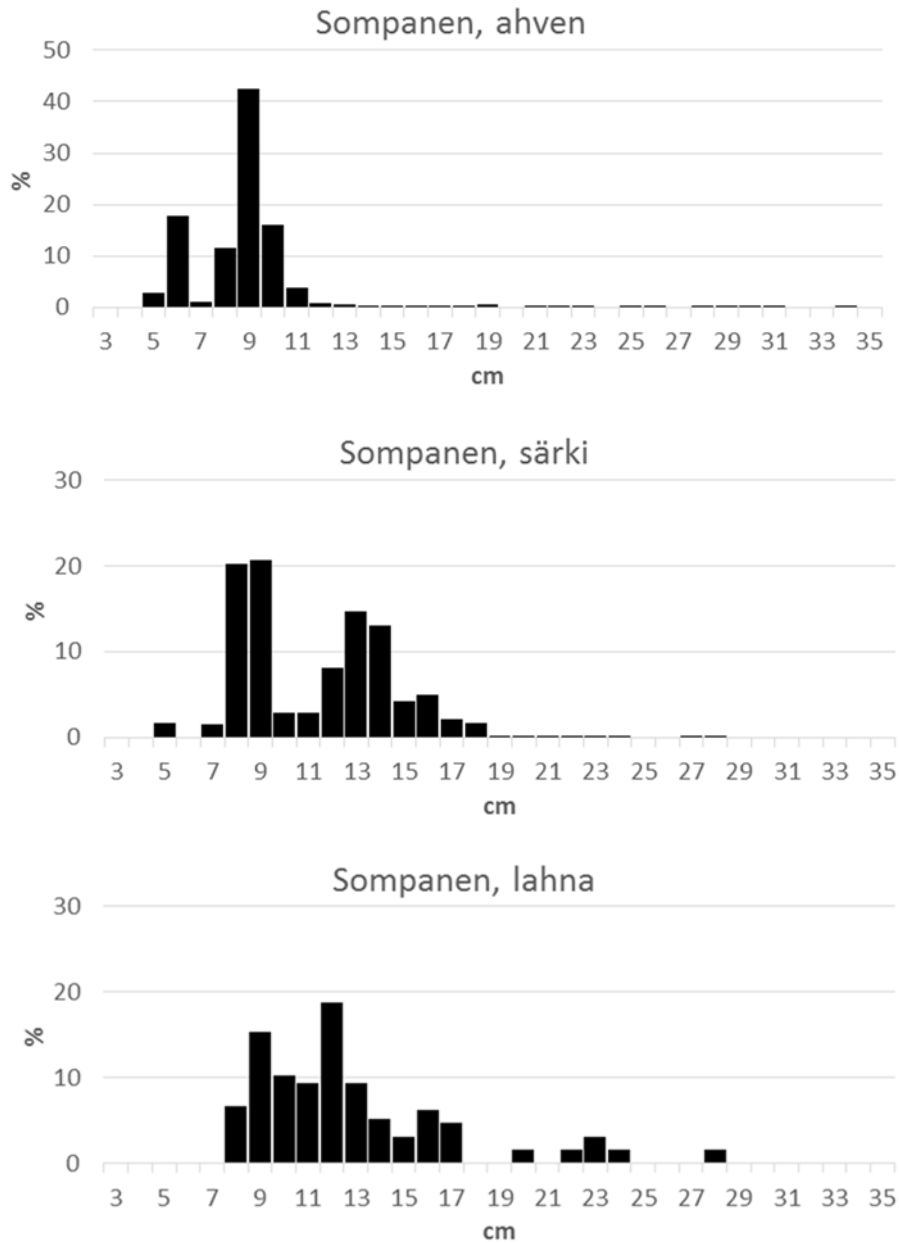
Kuva 2. Sompasen vuoden 2013 verkkokoekalastusten yksikkösaaliit.

Painomääräisesti tarkasteltuna suurimman osuuden saaliista muodosti siis särki 40 %:n osuudella. Ahvenen osuus saaliin biomassasta oli 29 % ja kuhan 16 %. Lukumääräisesti lajisuhteita tarkasteltaessa särkien suhteellinen osuus laskee, sillä kappalemääräisesti tarkasteltuna särkien osuus oli 41 %, kun taas ahvenen osuus nousi 45 %:iin kokonaissaaliista. Petokalojen (> 15 cm ahven, kuha ja hauki) osuus saaliista oli kohtalainen 29,9 %:n osuudella (Taulukko 1).

Taulukko 1. Sompasen kokonaissaaliit, yksikkösaaliit ja prosenttiosuudet kalalajeittain vuonna 2013.

Laji	Kokonais- saalis (g)	Yksikkösaalis g/verkko	Biomassa- osuus %	Kokonais- saalis (kpl)	Yksikkösaalis kpl/verkko	Lukumäärä- osuus %
Ahven	11715	781,0	29,09	938	62,53	44,71
Kiiski	204	13,6	0,51	68	4,53	3,24
Kuha	6475	431,7	16,08	50	3,33	2,38
Lahna	2542	169,5	6,31	64	4,27	3,05
Pasuri	841	56,1	2,09	41	2,73	1,95
Salakka	951	63,4	2,36	62	4,13	2,96
Sorva	881	58,7	2,19	7	0,47	0,33
Suutari	580	38,7	1,44	1	0,07	0,05
Särki	16086	1072,4	39,94	867	57,8	41,33
Yhteensä	40275,0	2685,0	100,0	2098	139,9	100,0
Ahvenkalat	18394	1226,27	45,67	1056	70,4	50,33
Särkikalat	21881	1458,73	54,33	1042	69,47	49,67
Ahven >15 cm	4390,25	292,68	10,9	24,4	1,63	1,16
Petokalat	6475	431,67	16,08	50	3,33	2,38

Koeverkkokalastusten saaliin pituusjakaumia tarkastellessa voidaan havaita, että sekä särki, lahna että ahven ovat Sompasessa kohtalaisen pienikokoisia. Ahvenen osalta suurin osa mitatuista kaloista sijoittui pituusluokkiin 5–11 cm, särjen osalta 7–18 cm ja lahnan osalta 7–17 cm. Kaikista lajeista saatiin isompiakin yksilöitä, mutta niiden osuus saaliista oli sangen vähäinen (Kuva 3).



Kuva 3. Sompasen vuoden 2013 koekalastusten saaliin pituusjakaumat ahvenen, särjen ja lahnan osalta.

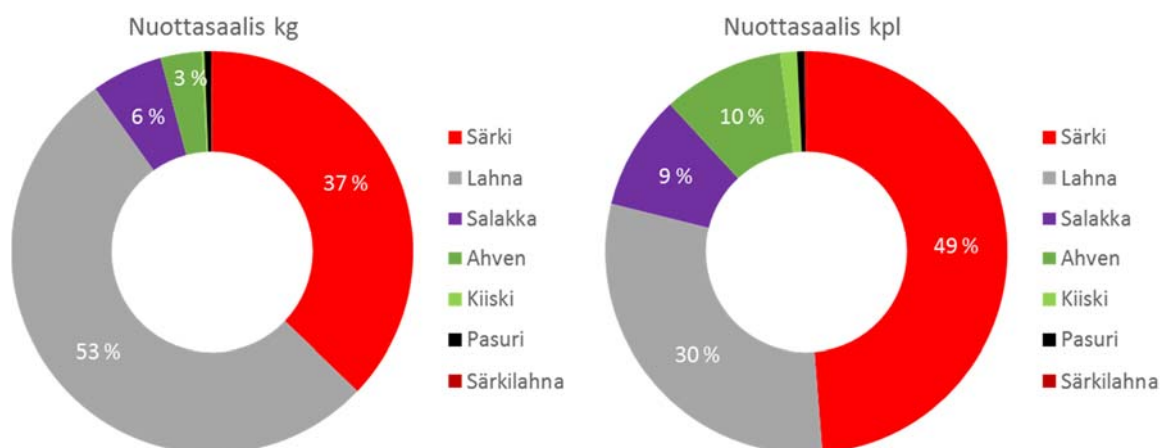
2.3 SUORITETUT HOITOKALASTUKSET

Sompasella on 2000-luvulla suoritettu hoitokalastuksia useaan otteeseen. Sompanen oli mukana 2004–2006 käynnissä olleessa Valkealan väliväylän järvien kunnostushankkeessa. Hankkeen puitteissa Sompasella hoitokalastettiin vuosina 2004 ja 2005. Hankkeen loputtua Sompasella on suoritettu hoitokalastuksia myös vuosina 2011 ja 2013. Hoitokalastuksien saalistiedot on esitetty Taulukossa 2.

Taulukko 2. Sompasen hoitokalastussaaliit 2004–2013.

	2004	2005	2011	2013
nuotta	10400	4150	2500	2400
katiska	1069	393		500
kg/ha	75,5	29,9	16,4	19,1

Vuoden 2013 hoitokalastusten nuottasaaliista otettiin saalisnäytteet kalakannan tilan arvioinnin tueksi. Kuvassa 4 on esitetty saalisnäytteiden perusteella tehty arvio hoitokalastusten saalisjakaumasta. Saaliin lajijakauma poikkeaa koekalastuksissa havaitusta kohtalaisen selkeästi, sillä koekalastuksissa valtalajit olivat särki ja ahven, kun taas hoitokalastuksien valtalaji massamääräisesti tarkasteltuna oli lahna. Myös särjen osuus hoitokalastuksissa oli suuri, kun taas ahvenen osuus oli sängen pieni verrattuna koekalastuksissa havaittuun.



Kuva 4. Sompasen vuoden 2013 hoitokalastusten lajijakaumat saalisnäytteiden perusteella arvioituna.

2.4 SOMPASEN ISTUTUKSET

Sompaseen on suoritettu kalanistutuksia osakaskunnan toimesta. Istutuksia on viime vuosina tehty kohtuullisen vähän. Istutuslajeina on käytetty järvisiikaa ja kuhaa. Taulukossa 3 on listattuna Sompasella viime vuosien istutuksia. Tiedot on poimittu ELY-keskuksen ylläpitämästä istutusrekisteristä.

Taulukko 3. Sompaseen suoritettut kalanistutukset vuosina 2005–2010.

Istutusaika	Laji	Ikä	Kpl
6.10.2005	Järvisiika	1k	1000
5.9.2008	Kuha	1k	13000
22.9.2010	Kuha	1k	5479

Kuhakanta Sompasella onkin kehittynyt kohtalaiseksi, ja myös luontaista lisääntymistä on havaittavissa (koekalastuksissa 2013 saatiin saaliiksi 1-kesäisiä kuhan poikasia).

3 SUOSITUS SOMPASEN HOITOKALASTUKSESTA

Aikaisempien vuosien hoitokalastuksista huolimatta voidaan katsoa, että Sompasella on edelleen tarvetta kalaston rakenteen muokkaamiselle. Vuosina 2004–2005 suoritetuissa tehokalastuksissa järvestä saatiin poistettua hyvä määrä vähempiarvoista kalaa. Tosin nykyisessä tilanteessa toimenpiteellä ei ole enää vaikutusta, sillä tehokalastusten jälkeen kalaston rakenteen muokkaamista ei jatkettu, vaan kalastukseen tuli viiden vuoden tauko. Näin ollen kalaston rakenteen huono tilanne on palautunut nopeasti ennalleen. Järven valtalajeja ovat edelleen särki, lahna ja ahven. Näistä lajeista eritoten särjen ja ahvenen kannat ovat melko pienikokoisia. Järven kuhakanta on kohtuullisella tasolla, samoin isoja petoahvenia ja haukia esiintyy jonkin verran, mutta yksistään nämä eivät riitä ylläpitämään tasapainoa kalaston rakenteessa.

Ympäristöhallinnon ohjeistuksen mukaan (Sammalkorpi ja Horppila 2005) teho- ja hoitokalastukseen tulisi ryhtyä, mikäli tietyt kalaston rakennetta kuvaavat ja veden laadusta kertovat raja-arvot ylittyvät. Raja-arvot ja Sompasella havaitut tulokset on esitetty Taulukossa 3.

Taulukko 4. Hoitokalastuksen tarvetta ilmentävät raja-arvot ja Sompasella havaittuja tuloksia.

	kg/verkko	kpl/verkko	särkikala%	petokala%	keskikoko/ kasvu (särkikalat, ahven)	chl/TP	sinilevät
Raja	> 2 kg	> 100 kpl	> 60 %	< 20 %	pieni/hidas	0,4 tai yli	säännöllinen
Sompanen	2,69 kg	139,9 kpl	54,33 %	26,98 %	pieni/hidas	0,560	säännöllinen

Koekalastuksissa kesällä 2013 havaitut kalamäärät olivat Sompasella kohtalaisen suuret. Sekä kilomääräinen saalis että kappalemääräinenkin saalis ylittivät suositellun raja-arvon selvästi. Särkikalajien osuus saaliista ylsi melkein raja-arvoon. Petokalajien osuus saaliista oli kohtalainen ylittäen suositellun raja-arvon. Kokonaisfosforin ja klorofylli-a:n suhde on myös korkea, joka osaltaan puoltaa tehokalastuksen tarvetta. Sinileväkukintoja Sompasella havaitaan kohtalaisen usein. **Em. tietojen perusteella suosituksemme on,**

että Sompasella on perusteltua ja tarpeellista suorittaa teho- ja hoitokalastuksia osana järven kunnostustoimia.

3.1 TEHO- JA HOITOKALASTUKSEN TAVOITTEET JA TOIMENPITEET

Sompasen kalataloudellisen kunnostuksen tavoitteeksi on hyvä asettaa teho- ja hoitokalastuksilla saavutettava veden laadun paraneminen sekä kalaston rakenteessa tapahtuvat positiiviset vaikutukset. Toteutuessaan nämä tavoitteet auttavat osaltaan parantamaan Sompasen virkistyskäyttöarvoa ja yleistä käytettävyyttä. Tavoitteisiin pyritään toimenpiteillä, jotka sisältävät niin tehokalastusvaiheen kuin hoitokalastusvaiheenkin sekä mahdolliset petokalaistutukset ja kalastuksen säätelytoimia.

Tehokalastusvaiheella (1–3 vuotta) tarkoitetaan pyyntiä, jolla saavutetaan selvä muutos kalakantoihin. Pyynti onkin siis mitoitettava riittävän suureksi jotta haluttu muutos saavutetaan. Hoitokalastusvaiheella tarkoitetaan tilaa, jossa saavutettua muutosta tarkkaillaan sekä saavutettuja positiivisia muutoksia tuetaan ja ylläpidetään hoitokalastuksin.

3.2 SAALISTAVOITE

Teho- ja hoitokalastuksia suunniteltaessa kannattaa huolehtia siitä, että kaloja poistetaan riittävästi. Kuitenkin tarkkaa lukemaa tehokalastuksen poistotarpeesta on vaikea antaa esim. koekalastusten perusteella, koska saalistavoite riippuu järven kalamäärän lisäksi monesta muustakin tekijästä. Tehokalastuksen saalistavoite on suhteutettava järven pinta-alaan ja veden fosforipitoisuuteen. Mikäli halutaan että tehokalastuksilla on vaikutusta vedenlaatuun 1–2 vuoden ajanjaksolla, on Etelä- ja Keski-Suomen rehevissä järvissä, joiden fosforipitoisuus on alle 50 µg/l, järkevä saalistavoite vuodessa noin 50–100 kg/ha. Mikäli fosforipitoisuus on 100 µg/l, on vuoden saalistavoitteen hyvä olla tasolla 150–200 kg/ha (Sammalkorpi ja Horppila 2005; Sarvilinna ja Sammalkorpi 2010).

Sompasen pintaveden kokonaisfosforipitoisuudet ovat vaihdelleet viime vuosina rehevän ja lievästi rehevän tason (20–40 µg/l) välillä (viiden vuoden kesäajan keskiarvo päällysvedessä 31 µg/l). Lisäksi alusveden osalta on havaittu, että varsinkin loppukesästä fosforipitoisuudet kohoavat paikoin sangen suuriksikin (30–120 µg/l). Tämä ja koekalastuksen tulokset huomioiden on järkevää asettaa tehokalastusten saalistavoitteeksi 75 kg/ha/vuosi. Tehokalastusvaiheen jälkeen seuraavan, saavutettua kalakannan rakenteen muutosta tukevan hoitokalastusvaiheen saalistavoitteeksi on järkevää asettaa 30 kg/ha/vuosi. Saalistavoitteet on hyvä asettaa reiluiksi, sillä kalaston rakenteen osalta Sompasen tilanne on edelleen huono. Järven kalasto koostuu suurelta osin pienistä ahvenista ja särjistä. Myös Sompasen lahnakanta on sangen suuri, vaikka sitä ei koekalastuksissa suurissa määrin havaittukaan. Sompasen (151,7 ha) kohdalla nämä saalistavoitteet tarkoittavat seuraavia tasoja: tehokalastusvaiheessa n. 11 500 kg/vuosi ja hoitokalastusvaiheessa n. 4500 kg/vuosi. Lisäksi teho- ja hoitokalastukset tulisi

nimenomaan kohdentaa pienikokoisiin särkikalat- ja ahvenkantoihin sekä lahna- ja pasurikantoihin. Taulukossa 4 on esitetty ehdotus tarkennetusta teho- ja hoitokalastusten toteutussuunnitelmasta. Hoitokalastuksista voi myös pitää taukoja, joiden aikana kalakantojen kehittymistä ja yleistä tilaa voidaan tarkkailla, minkä jälkeen hoitokalastuksia voidaan jatkaa tarpeen mukaan. Suunnitelmia on myös syytä tarkistaa, mikäli havaitaan oleellisia muutoksia vallitsevissa olosuhteissa.

Taulukko 5. Ehdotus Sompasen teho- ja hoitokalastusten toteutussuunnitelmaksi.

1.VUOSI	2.VUOSI	3.VUOSI	4. VUOSI	5.VUOSI	6.VUOSI
Tehokalastus 11 500 kg	Tehokalastus 11 500 kg	Tauko/Seuranta	Hoitokalastus 4500 kg	Hoitokalastus 4500 kg	Seurantavaihe

3.3 PYYNTIMENETELMÄT

Teho- ja hoitokalastuksiin valittavien pyyntimenetelmien valintaan vaikuttavat monet seikat. Huomioon on otettava mm. järven koko, muoto, syvyysuhteet, pohjan laatu ja mahdolliset esteet sekä kalastusten kohdelajit. Tavallisimmat teho- ja hoitokalastuksissa käytettävät pyyntimuodot ovat troolaus, nuottaus, talvinuottaus, rysäpyynti ja katiskapyynti. Pyyntimuotoja on vertailtu tarkemmin Taulukossa 5.

Taulukko 6. Hoitokalastuksissa käytettyjen pyyntimenetelmien vertailua.

PYYNTI-MENETELMÄ	AJANKOHTA	KOHDELAJIT	TYÖPANOS
Troolaus	-loppukesä, syksy	-parveutuvat särkikalat (särki, lahna, pasuri), pieni ahven	-ammattikalastus
Talvinuottaus	-talvi	-särkikalat	-ammattikalastus
Nuottaus	-syksy	-parveutuvat särkikalat (särki, lahna, pasuri), pieni ahven	-ammattikalastus
Rysäpyynti	-kevät, alkukesä	-salakka, pienet särkikalat, pieni ahven, suutari, ruutana	-ammattikalastus, talkootyö ohjattuna
Katiskapyynti	-koko avovesikausi	-särkikalat, pieni ahven	-talkootyö

Sompaselle parhaiten soveltuvat pyyntimuodot ovat nuottaus, rysäpyynti ja katiskapyynti. Troolaus on yleisesti koettu kustannustehokkaaksi pyyntimuodoksi, mutta Sompasen pienen koon vuoksi menetelmän käyttö järvellä ei ole suositeltavaa.

3.4 PETOKALAISTUTUKSET JA KALASTUKSEN OHJAUS

Petokaloilla on tärkeä rooli hyvinvoivan järven kalakannassa. Vahvat petokalakannat kohdistavat voimakasta predaatiota särkikalakantoihin sekä pienikokoisiin ahvenkantoihin. Siksi onkin tärkeää, että hoitokalastetussa järvessä on vahva petokalakanta. Luonnollisen lisääntymisen tueksi onkin mahdollista suorittaa tuki-istutuksia, jotta petokalakannat muodostuvat riittävän vahvoiksi hoitokalastusten varsinaisen kalastusvaiheen jälkeen. Sompasella luontaisesti esiintyvät petokaloista ahven, kuha ja hauki. Muita petokaloja ei järvessä tiedetä esiintyvän. Koeverkkokalastuksissa ei kuitenkaan haukea saatu saaliiksi, joten haukikannan vahvuus on hieman epäselvä, tosin paikallisten mukaan järvessä esiintyy haukea jonkin verran. Varsinkaan ison hauen tärkeyttä hyvinvoivassa kalayhteisössä ei voi olla korostamatta liikaa. Näin ollen haukikannan vahvistamiseksi tulisi järveen istuttaa hauen vasta kuoriutuneita poikasia (vk-poikasia). Kuhakanta Sompasella on istutusten ja osittain luonnollisen lisääntymisen ansiosta kohtalainen. Kuhakannan hyvinvointia voi varmistaa jatkossakin tuki-istutuksilla, jotta taataan elinvoimaisen kuhakannan säilyminen Sompasella. Tilannetta tulee kuitenkin seurata: mikäli luonnollinen lisääntyminen havaitaan voimakkaaksi, kannattaa tuki-istutuksista luopua ja säästyneet resurssit kohdentaa muihin hoitotoimenpiteisiin.

Keskeinen keino petokalakantojen voimistamisessa on kalastuksen ohjaus, jolla turvataan riittävän vahvat petokalakannat. Sompasen kalaston rakenteen huomioon ottaen voidaan katsoa, että tärkeimmät petokalat järvelle ovat hauki, kuha ja isokokoinen ahven. Järvissä, joissa on vahva kuhakanta, on kalastuksen ohjauksella suuri merkitys kannan yksilöiden kokoon ja kannan elinvoimaisuuteen. Nopeakasvuisissa kuhankannoissa kuhan alamitan on hyvä olla vähintään 45 cm, ja käytettävien verkkojen silmän solmuväli vähintään 55 mm. Myös kuhan ajoittaista ja alueellista rauhoittamista on syytä harkita, jotta luontainen lisääntyminen tulee turvattua.

Myös hauen kohdalla olisi hyvä miettiä kalastuksen ohjausta. Jotta petokalojen predaatiota saadaan kohdennettua lahna- ja pasurikantoja kohtaan, tulisi järvessä olla elinvoimainen kanta isoja haukia. Haukikannan voimistamiseksi tulisikin Sompaselle harkita ns. välimitan asettamista hauen kalastuksessa. Tämä tarkoittaa käytännössä välimittaa, jota sekä pienemmät että suuremmat kalat tulisi vapauttaa takaisin vesistöön. Sopiva välimitta-asetus voisi olla esim. 40–90 cm. Tämä tarkoittaisi käytännössä sitä, että saaliiksi saisi ottaa ainoastaan em. välimitaan asettuvia kaloja. Tällä turvattaisiin niin pienten haukien kasvua kuin myös suurten haukien olemassaoloa. Suurten haukien suojeleminen on ensiarvoisen tärkeää niiden suuren lisääntymispotentiaalinsa ja hyvälaatuisten poikasten tuottokyvyn takia, sekä siksi, että ne ovat ainoita kaloja kalayhteisössä, jotka pystyvät

käyttämään ravinnokseen suurikokoista (yli 15 cm:n) lahnaa, pasuria, suutareita ja ruutanoita. Lisäksi haukikanta, joka sisältää suuria yksilöitä, säätelee itse itseään. Mikäli suuret hauet poistetaan kalayhteisöstä, yhteisöstä poistuu itseään haukikantaa säätelevä peto, mikä voi johtaa pienten haukien määrän huomattavaan kasvuun. Nykyisen kalastuslain puitteissa ko. toimenpidettä ei ole kuitenkaan vielä mahdollista suorittaa määräyksenä, mutta uuden, vuonna 2016 vahvistettavan kalastuslain puitteissa myös kalojen välittämääräyksen asettaminen järville on mahdollista. Nykyisen lain puitteissa ko. toimenpide voidaan asettaa voimaan ainoastaan suosituksena.

3.5 SEURANTA

Seuranta on tärkeä osa-alue jokaisessa kunnostusprojektissa. Tehokalastusten jälkeen on tärkeää seurata kalaston rakenteen tilan kehitystä. Riittävä särkikaloiden väheneminen ilmenee mm. näkösyvyyden kasvuna ja järven ravinne ja levämäärien laskuna. Seurantaa voi tehdä mm. hoitokalastusten saaliiden rakennetta ja määrää seuraamalla sekä seuraamalla lajisuhteiden määrien muutoksia verkkokoekalastuksin.

VIITTEET

- Berg, S., Jeppesen, E. & Sondergaard, M. 1997. Pike (*Esox lucius L.*) stocking as a biomanipulation tool. 1. Effects on the fish population in Lake Lyng, Denmark. *Hydrobiologia* 342/343: 311–318.
- Brooks, J.L & Dodson, S.I. 1965. Predation, body size, and composition of plankton. *Science* 150: 28-35.
- Horppila, J. & Kairesalo, T. 1992. Impacts of bleak (*Alburnus alburnus*) and roach (*Rutilus rutilus*) on water quality, sedimentation and internal nutrient loading. – *Hydrobiologia* 243/244: 323-331.
- Horppila, J., Peltonen, H., Malinen, T., Luokkanen, E. & Kairesalo, T. 1998. Top-down or bottom-up effects by fish: issues of concern in biomanipulation lakes. – *Restoration Ecology* 6: 20-28.
- Sammalkorpi, I. & Horppila, J. 2005. Ravintoketjukunnostus. Teoksessa Järvien kunnostus. Ympäristöopas. Ulvi, T. & Lakso, T.(toim). 2005. Suomen ympäristökeskus. Helsinki.
- Sarvilinna, A. & Sammalkorpi, I. 2010. Rehevöityneen järven kunnostus ja hoito. Ympäristöopas. Suomen ympäristökeskus. Helsinki.



Kymijoen
vesi ja ympäristö ry



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

SOMPASEN NIITTOSUUNNITELMA

Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n tutkimusraportti no 270/2014

Laura Kokko



YLEISTÄ

Tämä työ on osa Kymijoen alueen järvikunnostushankkeessa laadittua Sompasen järven kunnostussuunnitelmaa. Sompasen järvellä Kouvolassa tehtiin 23.6.2014 yleispiirteinen kasvillisuuskartoitus, jonka tarkoituksena oli niittosuunnitelman laatiminen. Alueen kasvillisuuskuvaus on esitelty liitteessä 1.

Yleisesti ottaen Sompanen on varsin karu ja vähälajinen järvi. Sompasen pohjoisosa, Mutapohja, on kuitenkin melko reheväkasvuinen ja matala (syvyys keskimäärin 1. 1,5 m) lahti, jonka valtalajeina ovat ilmaversoisista järviruoko, kelluslehtisistä ulpukka ja uposkasveista paikoin runsaana kasvava ruskoärviä. Rannat ovat monin paikoin luhtaisia: pohjakerroksen rahkasammalten lisäksi niillä esiintyvät mm. pullo-, luhta-, viilto- ja jouhisarat, kurjenjalka ja terttualpi. Mutapohjan luoteisperukan maa-aineksenotto- ja läjitysalueen kasvillisuus poikkeaa lahden vallitsevasta lajistosta ja koostuu pääasiassa maa-aineksenotosta jääneillä valleilla kasvavista ranta- ja luhtalajeista (mm. myrkkyykeiso, leveäosmankäämi, kurjenjalka, ranta- ja terttualpi, suoputki, rantayrtti, suovehka, luhtavuohenokka, ratamosarpi, sarat).

Sompasen itälaita on vesi- ja rantakasvillisuudeltaan monin paikoin niukkaa, mikä johtuu osaltaan muuta järveä jyrkemmin syvenevästä pohjasta, osaltaan metsäkasvillisuuden ulottumisesta rantaan asti. Lounais- ja luoteisrannoilla on lähes poikkeuksetta luhtaisen rantavyöhykkeen jälkeen 5. 15 m leveä järviruokovyöhyke, jota rikkovat lähinnä järvikaislalaikut siellä täällä. Kelluslehtisistä lajeista runsain on ulpukka. Kaiken kaikkiaan järven vesikasvilajisto on melko niukka.

Sompasen virkistysarvo Voikkaan taajaman läheisyydessä on merkittävä. Järven eteläosassa on yleinen uimaranta ja koko järven alueella runsaasti kesä- ja myös ympärivuotista asutusta. Moottoriajoneuvoilla liikkuminen järvellä on kielletty osakaskunnan päätöksellä.

NIITON PERIAATTEET

Niitot toteutetaan mahdollisuuksien mukaan heinäkuun puolivälin ja elokuun puolivälin välisenä aikana, jolloin järviruoko on juurakkoon varastoituneiden ravinteiden määrä on alhaisimmillaan ja niitto siten tuloksekkainta. Heinä- elokuun vaihteessa toteutettava niitto ei myöskään vaikuta enää haitallisesti rannan linnustoon pesimäajan ollessa ohi. Niitto toteutetaan pääsääntöisesti mosaiikkimaisesti siten, että rannansuuntaisten, polveilevien niittovyöhylien yhteyteen niitetään sivu-uomia ja pieniä avoimia lampareita, jotka toimivat muun muassa suojapaikkoina kaloille ja lintupoikueille sekä monipuolistavat rannan elinympäristöjä. Laajoja yhtenäisiä niittoalueita vältetään: tavoitteena on vähentää

kasvillisuutta hallitusti, ei poistaa sitä kokonaan. Järveen laskevien ojien edustoja ei tule niittää, koska ranta- ja vesikasvillisuudella on keskeinen merkitys etenkin pelto-ojien kuljettamien ravinteiden pidättämisessä.

Etenkin järviruo'on tapauksessa on tärkeää, että niitto toistetaan useaan kertaan, mieluiten vähintään 3. 4 vuotena peräkkäin. Vain näin aikaansaadaan pysyvämpi tulos. Järvillä, joilla ei esiinny silpoutuneista palasista helposti leviäviä uposkasveja, niitto kannattaa tehdä niin läheltä pohjaa kuin mahdollista. Tämä parantaa osaltaan niiton tuloksellisuutta. Niittojäte on myös korjattava pois vedestä mahdollisimman pian niiton jälkeen, muutoin niittojätteen ravinteita vapautuu takaisin veteen ja tehty työ menettää osan merkityksestään. Paras tapa hävittää niitetty kasvimassa on kompostoida se riittävän kaukana rannasta. Niittojätettä voi myös mahdollisuuksien mukaan tarjota esimerkiksi nautakarjan rehuksi. Tällöin on kuitenkin varmistettava, ettei joukossa ole myrkyllisiä lajeja, ennen kaikkea myrkkyykeisoa. Jos se on mahdollista toteuttaa, myös nautakarjan laiduntaminen ranta-alueella on erittäin hyvä tapa vähentää rantakasvillisuutta ja estää sen leviäminen.

Kelluslehtisten kasvien, kuten ulpukan ja lumpeen, niitosta saatava hyöty on vähäinen, koska niiden juurakoissa on runsaasti varastoravinteita, joiden voimalla kasvi kasvattaa uudet versot niitosta huolimatta. Jos kelluslehtisiä halutaan poistaa, kannattaa se tehdä haraamalla kasvit ylös juurakkoineen. Sompasella tähän ei kuitenkaan ole ainakaan toistaiseksi tarvetta.

On tärkeää muistaa, että koneellinen niitto vaatii niittoilmoituksen paikalliseen ELY-keskukseen vähintään kuukautta ennen suunniteltuja niittoja, mieluiten jo aikaisemmin. Niitot toteutetaan ELY-keskuksen antaman lausunnon mukaan. Niittoilmoitukseen tarvitaan niittosuunnitelman lisäksi vesialueen omistajan suostumus, sekä läjitysalueiden maanomistajien suostumukset. Käsivoimin, esimerkiksi viikatteella toteutettava niitto maanomistajan omassa rannassa on sallittu ilman ilmoitustakin, ja on kannustettava tapa huolehtia vesistön kunnosta. Omatoimisessa niitossa kannattaa tavoitella luonnollisen näköistä, pienipiirteistä lopputulosta ja välttää yhtenäisiä ja jyrkästi ympäristöön rajautuvia niittoalueita. Lisäksi niittojätteen hävittämisestä on yhtä olennaista huolehtia kuin koneniitossa: parasta on tässäkin tapauksessa kompostoida jäte kauempana rannasta. Samoin voi hävittää myös keväisin rantaan ajautuneen kuolleen järviruokomassan, joka muutoin kertyy pohjaan ja voi runsaana esiintyessään heikentää järven kuntoa. Tällainen vuotuinen rantojen siistiminen vähentää osaltaan suurempien kunnostustoimenpiteiden tarvetta.

Niittoa on mahdollista tehdä myös talvella jään päältä. Tämä helpottaa seuraavan kesän niittoa kun ylivuotinen ruokomassa on poistettu. Talviniitto estää alueiden umpeenkasvua, kun ylivuotista mätänevää ruokoturvetta ei pääse syntymään. Seuraavan kesän kasvuun sillä ei kuitenkaan ole juuri merkitystä, koska ravinteet ovat juurakossa. Koneellisesti toteutettava talviniitto vaatii kesäniiton tapaan niittoilmoituksen. Kaikkea ei myöskään kannata niittää, sillä osa ruovikkolinnuista tarvitsee myös ylivuotista kasvustoa.

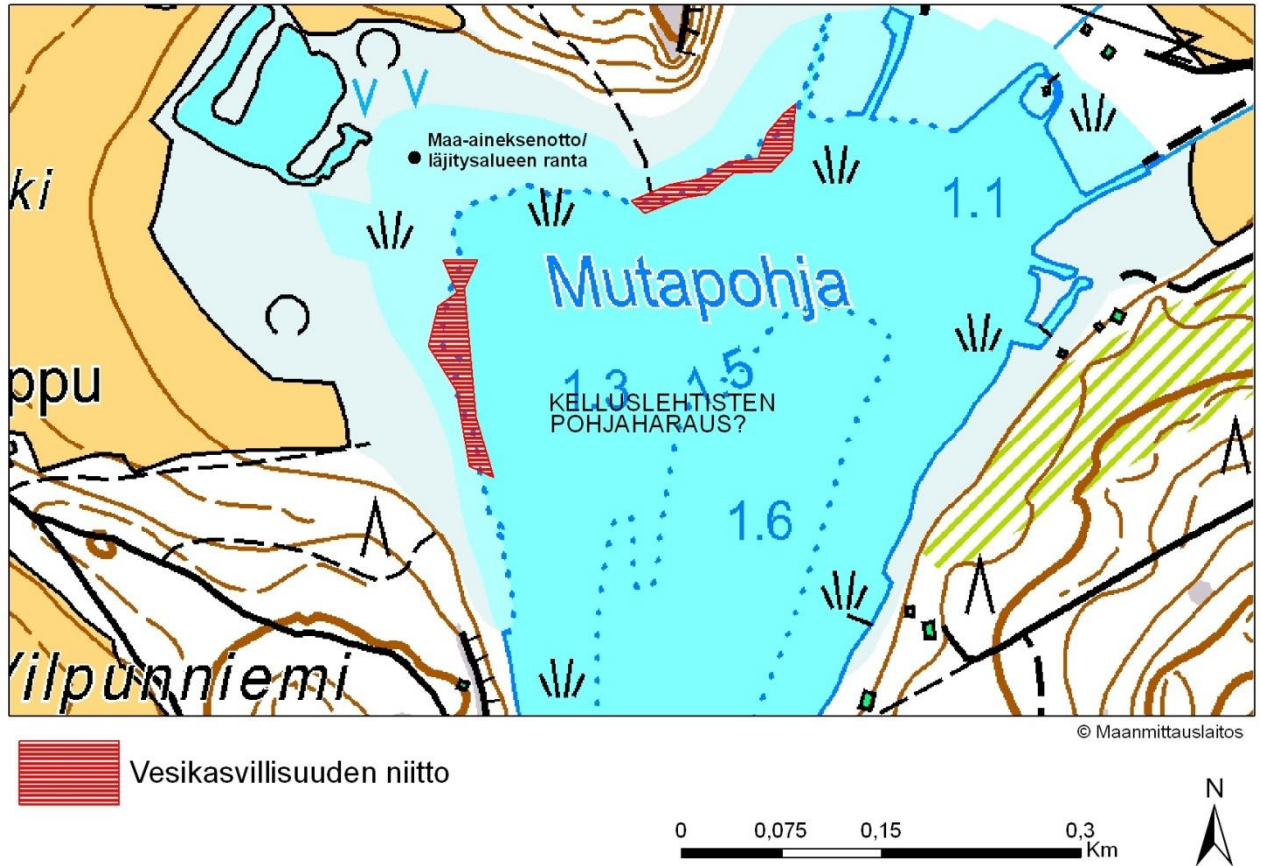
NIITOT SOMPASELLA

Sompasen niittotarve on tällä hetkellä vähäinen eikä erityisen akuutti. Niitto on hyödyllisintä kohdistaa Mutapohjaan, Kaslahteen ja Kaupinlahden perukkaan, joissa sijaitsevat Sompasen laajimmat yhtenäiset järviruokokasvustot. Edellä mainittujen lisäksi niitetään Sompasen eteläkärjessä, uimarannan ympäristössä alueen virkistyskäytön tarpeisiin.

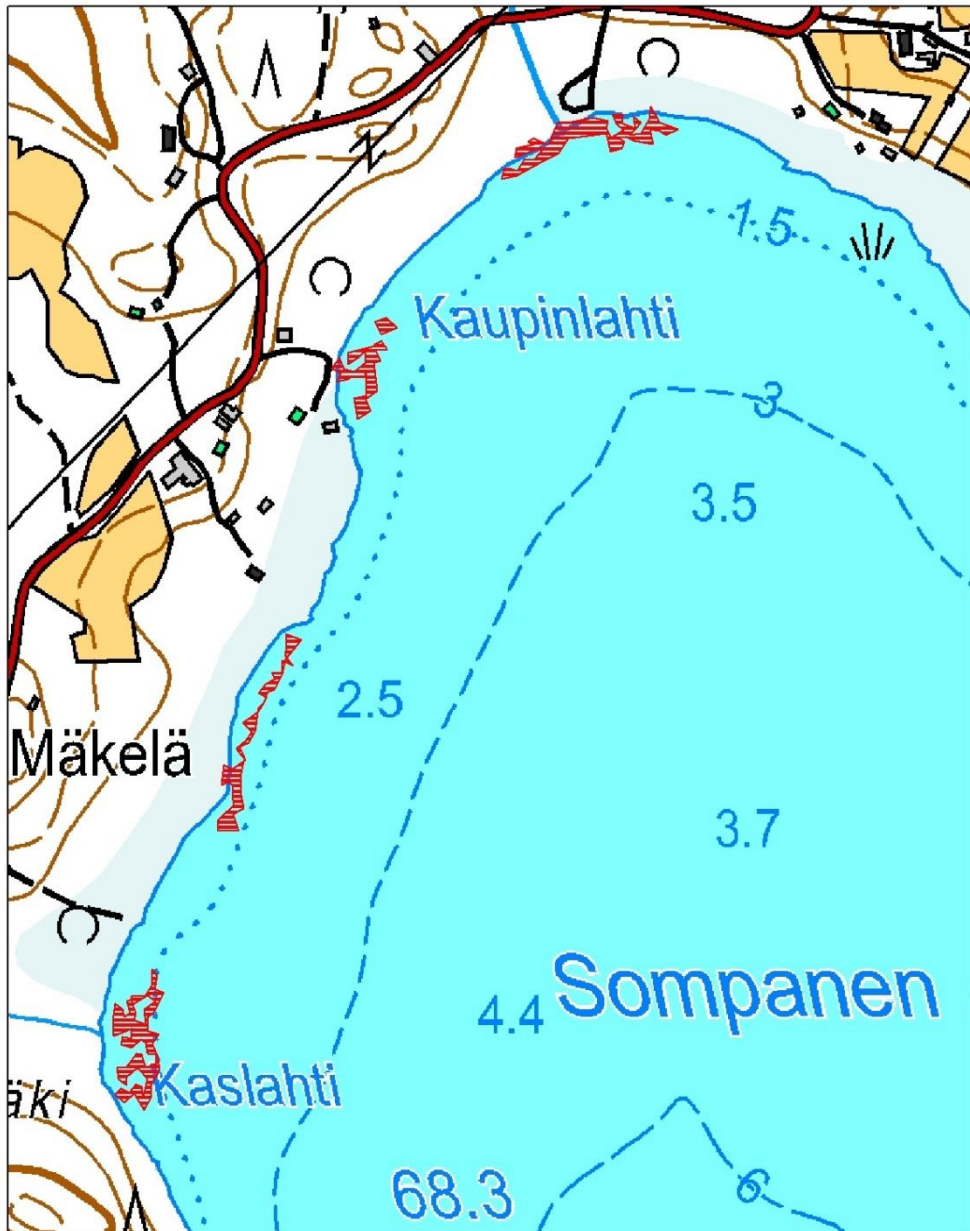
Varsinaisen koneniiton ulkopuolella maanomistajat huolehtivat itsenäisesti mökki- ym. rantojen käsinniitosta tapauskohtaisesti ja tarpeen mukaan. Kuvissa 1.3 esitettyjen niittokuvioiden muoto on suuntaa-antava ja toteutetaan niittoteknisissä rajoissa soveltaen. Kuvioiden täsmällistä kokoa ja muotoa olennaisempaa on noudattaa aiemmin tässä tekstissä esitettyjä niiton yleisperiaatteita.

- 1) Mutapohjan** alueella ruovikon niitto on tarpeen lahden umpeenkasvun estämiseksi. Niitto kohdistetaan järviruokokasvustoihin. Pohjarahauksen käyttöä ulpukan ja muiden kelluslehtisten vähentämiseksi rajoittaa ärviän runsaus alueella: haraus johtaa helposti ärviäkasvustojen leviämiseen haratessa silpoutuvista palasista. Mutapohjan kapeinta kohtaa Hasunkärjen alueella on pidettävä silmällä, jottei tulevana vuosina mahdollisesti laajeneva ruovikko kavenna avointa aluetta nykyisestä ja siten heikennä veden virtausta Mutapohjan perukkaan.
- 2) Kaslahdessa** niitetään polveilevaa niittoväylää ja muutamia avoimia lampareita Sompasesta laskevan ojan edustalle järviruokokasvustoon. Tarkoituksena on luoda yksipuoliseen ruovikkoon muun muassa kaloille soveltuvia lisääntymis- ja suojapaikkoja sekä estää ruovikon laajenemista.
- 3) Kaupinlahdessa** niitetään venerannan ympäristöä, lähinnä venerannan pohjoispuolen ruovikkoa tarpeen mukaan ja ylläpidetään aiemmin niitettyä aluetta. Tavoitteena on estää veneilyä vaikeuttavan kasvillisuuden leviäminen venerannan alueelle. Venerannan itä- ja länsipuolen ruovikkoon niitetään rannansuuntaista, polveilevaa niittoväylää ja siihen mahdollisuuksien mukaan niittokuviota monipuolistavia sivu-uomia. Tavoitteena tässäkin on estää ruovikon laajeneminen ja luoda ruovikon sisään muun muassa kalanpoikasille sopivia suojapaikkoja.
- 4) Sompasen yleisellä uimarannalla** niitetään mutkittilevaa väylää ruovikkoon uimarannan luoteispuolella. Uimarannan välittömässä ympäristössä myös hieman laajempi ruovikon poisto on tarvittaessa perusteltua. Liiallinen niitto voi kuitenkin aiheuttaa uimarannan ajoittaisen sinileväongelman tilapäisen pahenemisen, kun niitossa vapautuvat ravinteet ja suotuisa kasvupaikka suosivat sinilevien kasvua. Tavoitteena uimarannan alueen niitoilla on edistää alueen virkistyskäyttöä ja estää ruovikon laajeneminen huomioiden samalla luonnonarvot.


Sompasen niittoalueiden yhteispinta-ala on noin 1 ha.

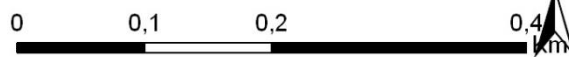


Kuva 1. Kartta Mutapohjan niittoalueista.

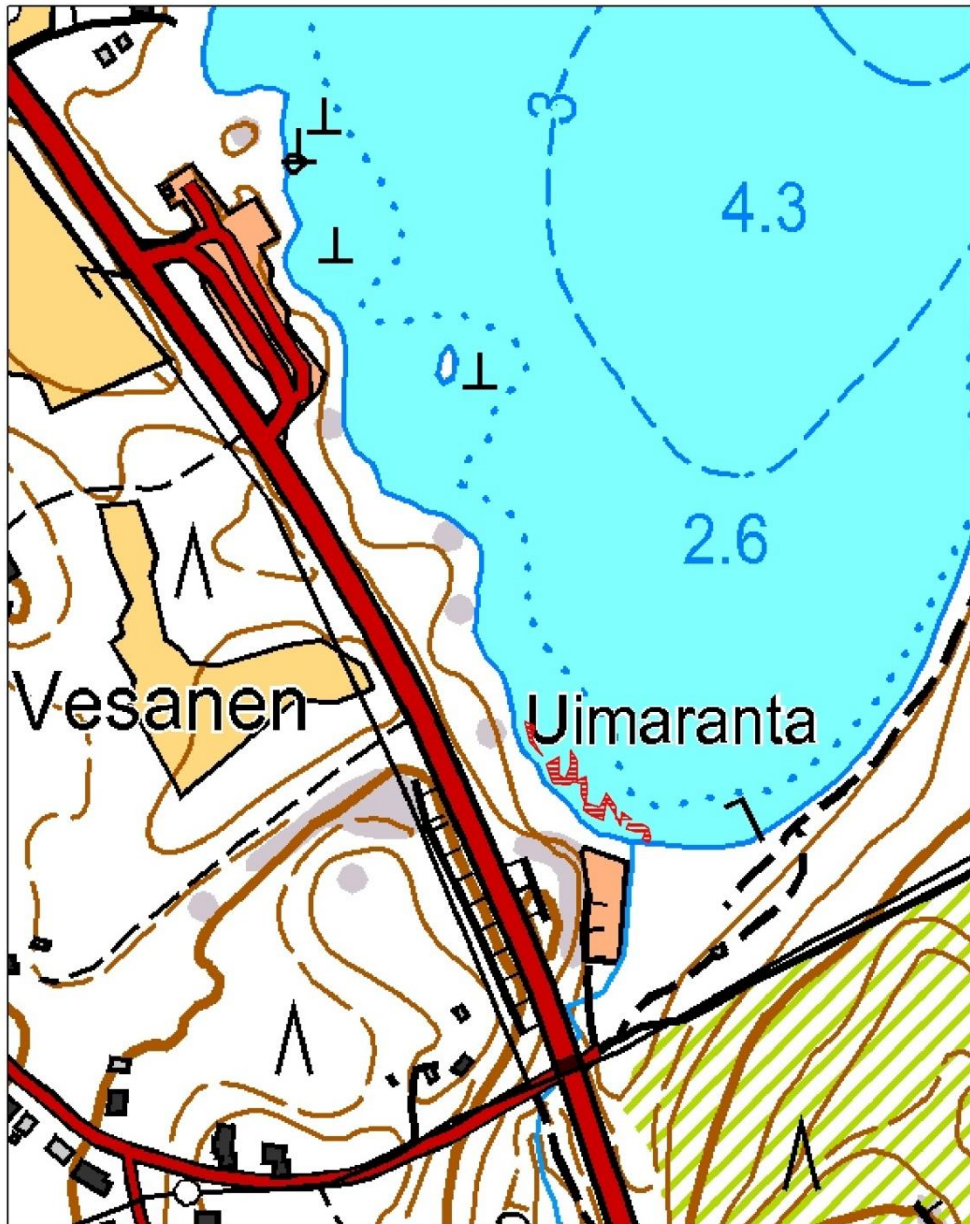


© Maanmittauslaitos

 Vesikasvillisuuden niitto



Kuva 2. Kartta Kaslahden ja Kaupinlahden niittoalueista.



© Maanmittauslaitos



Vesikasvillisuuden niitto

0 0,075 0,15 0,3 Km



Kuva 3. Kartta Sompasen uimarannan niittoalueesta.

LIITE 1. KASVILLISUUSKUVAUKSET

Kasvillisuuskuvaukset ovat yleispiirteisiä ja tehty niittosuunnitelman edellyttämällä tarkkuudella ja ajankohdan mukaisen kasvillisuuden kehitysasteen rajoissa. Mahdollinen alueen kasvilajiston yksityiskohtaisempi kartoitus vaatii lisää maastotöitä ja erillisen kasvillisuus selvityksen. Kuvauspisteiden sijainti on esitetty liitekuvassa 1.

1) Järviruoko (peittävyys 80 %, kasvuston ulkoraja 10. 15 m rannasta, veden syvyys ulkorajalla n. 1 m), järvikaisla, järvikorte, rannassa pullosara (laikkuina, 40 %). Pohjassa paikoin vesisammalta sp. Ilmaversoisvyöhykkeen edustalla ulpukka, ruskoärviä. (paikoin 20- . 30%). Vilpunniemen alueella laajemmin ruovikkoa, mökkien edustoja niitetty.

2) Järvikorte, pullosara, kurjenmiekkä, ulpukka. Veden syvyys 1,2 m.

3) Järviruokovyöhykkeen (80. 90 %, ulkoraja n. 15 m rannasta, veden syvyys ulkorajalla 0,8 m) ulkoreunalla leveäosmankäämi (paikon valtalaji, peittävyys laikuissa 80. 90 %), pullosara; edustalla ruskoärviä (40. 70, paikoin jopa 100 %), ulpukka 20. 40 %, palpakko sp.

4) Mutapohjan luoteisosa: maa-aineksenottoalue, lupa nostaa entistä järvenpohjaa? Vesialueen rajojen hahmottaminen hankalaa. Ei varsinaista ilmaversois- tai kelluslehtis-kasvillisuutta, rannassa/valleilla mm. myrkkyykeiso, kurjenjalka, rantayrtti, ranta- ja terttualpi, vehka, rantakukka, suoputki, luhtavuohennokka, ratamosarpio.

5) Ruovikko (80. 90 %, veden syvyys ulkorajalla n. 1 m), ulpukka (10 %), palpakko sp., uistinviita, ruskoärviä; väylän varressa luhtaa: rahkasammalet, pullosara, kurjenjalka, terttualpi.

6) Luhta perällä: osin puustoinen (tervaleppä, hieskoivu, pajut), lisäksi pullo-, luhta-, viiltosara, osmankäämi, ulpukka (edustalla, 10 %).

7) Mutapohjan itälaita/Hasunkärjen alue laajalti: Pääasiassa hieman harvempaa ruovikkoa (50. 70 %, ulkoraja 5. 10 m rannasta). Mökkien edustoilla niitetty. Ranta paikoin luhtaista (vrt. kohta 6), ruovikon edustalla vaihtelevan levyinen ((0.)5. 10 m) ulpukkavyöhyke, paikoin

runsaasti ärviää.

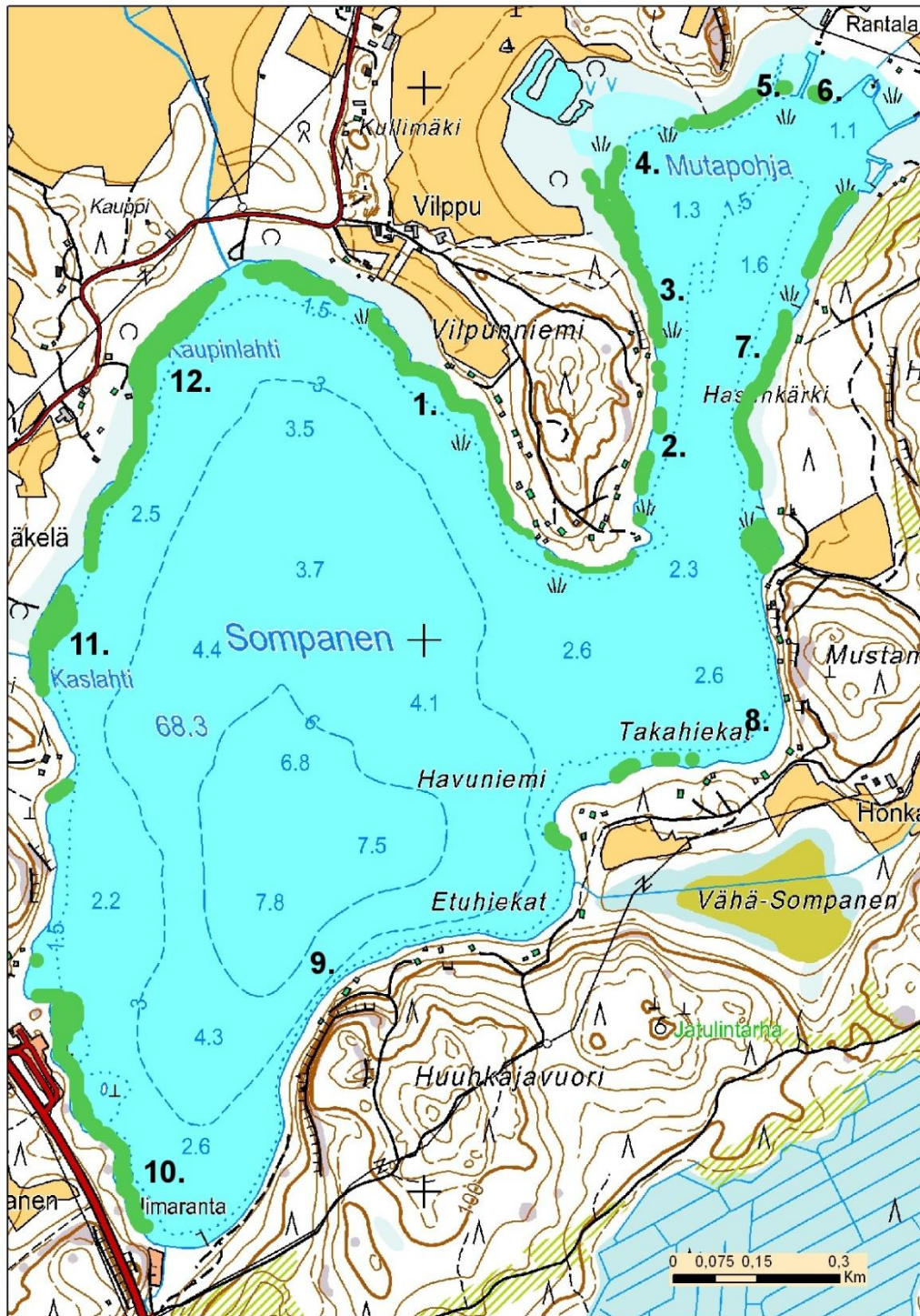
8) Takahiekkojen lahden pohjukassa vesitatar (75 %), järvikorte, järviruoko, osmankäämi, ulpukka. Mustamäen mökkirannoilla niukasti luonnontilaista ranta- ja vesikasvillisuutta. Havuniemen rannassa luhtaisia ruokolaikkuja, ulpukkaa.

9) Huuhkajavuoren ranta laajalti: Metsä rajautuu rantaan ja pohja syvenee nopeasti, joten alueella vain niukasti ranta- ja vesikasvillisuutta.

10) Sompasen uimarannan luoteispuolella ruovikko (70 %, ulkoraja 5. 10(. 15) m rannasta), jonka edustalla vesitatarlaikkuja (70 %), ulpukkaa. Pohjoista kohti ruovikko kapenee ja loppuu ennen Kaslahtea. Alueen kallioluodolla pesiviä kalalokkeja, todennäköisesti muitakin lajeja.

11) Kaslahti: Ruovikko (80 %, veden syvyys edustalla 1,3 m), järvikaisla (lakuin, 40. 50(. 60) %), järvikorte, ulpukka (10 %), uistinviita (n. 10 %), ärviää. Kaslahdesta pohjoiseen rannassa monin paikoin hieman luhtaisuutta: kiilto- ym. pajukkoa ja pullo- ym. saroja.

12) Kaupinlahti: Ruovikko (70. 80 %), ulkoraja (5.)10. 15 m rannasta), jokunen järvikaislalaikku (50. 60 %), venerannassa varsin laajakin. Rannoilla saroja, valtalajeina viilto-, pullo-, luhta-, jouhisarat, lisäksi kurjenmiekka, leveäosmankäämi. Paikoin luhtaisuutta (vrt. kohta 11), tosin varsinainen luhtalajisto vähäistä. Avovedessä ulpukkaa, siellä täällä niukasti ruskoärviää.



Liitekuva. Kasvillisuuskuvauspisteiden (numerot 1. 12) sijainti Sompasella. Vihreällä on esitetty järviruokovaltaiset alueet.



Kymijoen
vesi ja ympäristö ry



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

SOMPASEN HAPPITILANTEEN PARANTAMISMAHDOLLISUUDET

Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n tutkimusraportti no 271/2014

Eeva Kauppinen ja Erkki Saarijärvi
Vesi-Eko Oy Water-Eco Ltd



SISÄLLYS

1. JOHDANTO	1
2. YLEISTÄ	1
3. KERROSTUMISOLOSUHTEET, HAPPITILANNE JA SISÄINEN KUORMITUS	3
4. HAPENKULUMISNOPEUS JA HAPETUSTARVE	6
4.1 Sompasen hapetustarve	7
5. LAITEMITOITUS	8
5.1 Laitemitoitus kesätilanteessa	9
5.1 Laitemitoitus talvitilanteessa	10
6. VAIKUTUSARVIO	12
7. SUOSITUKSET	13
8. KUSTANNUSARVIO	13
9. YHTEENVETO	14
VIITTEET	16

1. JOHDANTO

Kymijoen alueen järvikunnostushanke tilasi lokakuussa 2014 Vesi-Eko Oy:ltä suunnitelman Sompasen (järvinro 14.121.1.001) happitilanteen parantamiseksi.

Järvi valittiin tarkemman suunnittelun kohteeksi Vesi-Eko Oy:n Erkki Saarijärven heinäkuussa 2014 laatiman muistion pohjalta. Muistiossa tarkasteltiin lyhyesti ilmaston ja hapetuksen soveltuvuutta Kymijoen alueen järvikunnostushankkeeseen kuuluvilla järvillä. Hapetuksen soveltuvuutta tarkasteltiin arvioimalla alusveden kokonaisfosfori- ja happipitoisuuden riippuvuutta ja hapettomien alueiden tilavuutta suhteessa järven kokonaistilavuuteen. Lisäksi arvioitiin kuormituksen merkitystä vertailemalla havaittuja fosforipitoisuuksia fosforimallin ja kuormituksen avulla laskettuun pitoisuuteen.

Tässä suunnitelmassa tarkastellaan Sompasen happitilanteen parantamismahdollisuuksia. Vedenlaatua tarkastellaan happitilanteen ja sisäisen kuormituksen kannalta. Hapetustarvetta arvioidaan heikkohappisten alueiden tilavuuden ja hapenkulumisnopeuden avulla, joko havaintoihin perustuen tai niiden puuttuessa myös kirjallisuusarvojen avulla. Lopuksi esitetään soveltuvimmat laitevaihtoehdot ja arvio laitteiden hankintahinnasta, perustamis- ja ylläpitokustannuksista.

2. YLEISTÄ

Pieniä humusjärviä (järvityyppi Ph) edustava Sompanen sijaitsee Kouvolassa ja kuuluu Kymijoen vesistöalueeseen (14).

Sompanen kuuluu Kaakkois-Suomen ELY -keskuksen ympäristövastuualueeseen. Sompasen syvännealueen havaintopaikalta (Sompanen 054) on otettu näytteitä vuodesta 1971 alkaen. Nykyisin järvi kuuluu ns. kolmen vuoden rotaatioseurantaan, jossa ELY-keskus ottaa näytteitä joka 3.vuosi. Näytteitä otetaan maaliskuussa ja elokuussa. Tulokset löytyvät Ympäristöhallinnon OIVA Ympäristö- ja paikkatietopalvelun Hertta-tietokannasta.

Sompanen on luodattu Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen (nykyinen Kaakkois-Suomen ELY) toimesta lokakuussa 2003. Luotaustiedot löytyvät Ympäristöhallinnon Oiva-ympäristö- ja paikkatietopalvelun Hertta-tietokannasta.

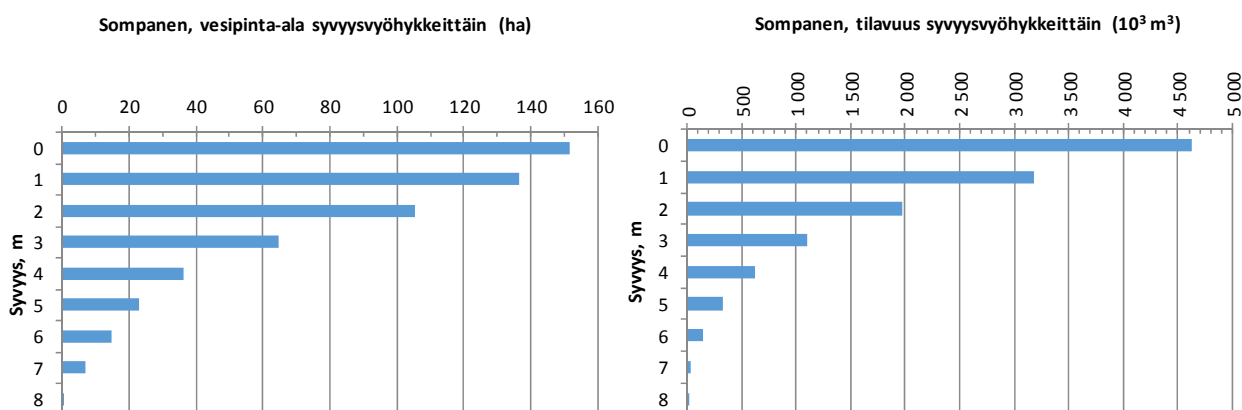
Sompasella on yksi selkeä syvännealue (max. 8,5 m). Sompanen on pinta-ala- ja tilavuussuhteiltaan laakea, alusveden tilavuuden ollessa pieni suhteessa päällysveteen. Sompasen perustiedot on esitetty taulukossa 1 ja 2.

Taulukko 1. Järvien perustiedot (Hertta-tietokanta). Fosforimalli (Lappalainen, 1977) antaa arvion järven fosforipitoisuudesta sisäisen kuormituksen ollessa hyväkuntoisen järven tasolla.

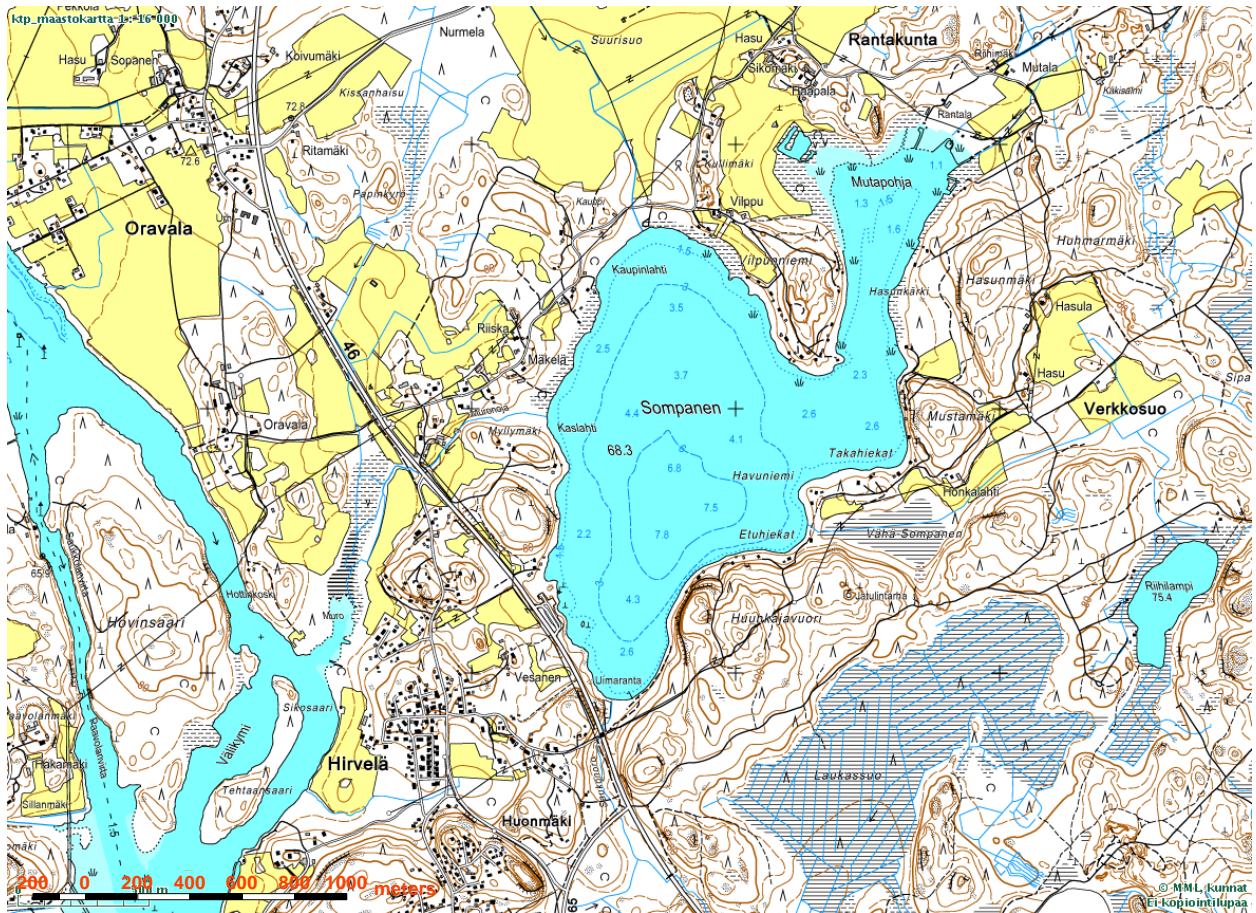
Järvi	Yksikkö	Sompanen 14.121.1.001
Pintavesityyppi		Ph
Keskisyvyys	m	3,05
Suurin syvyys	m	8,53
Pinta-ala	km ²	1,517
Tilavuus	m ³	4,63
Viipymä	vrk	361 (n. 1 vuosi)
Lähtövirtaama	m ³ /s	0,148
Tuleva kuormitus	kg Kok.P/vuosi	n. 480
Valuma-alue	km ²	12,73
Havaittu keskipitoisuus	1 m, Kok.P µg/l (ka. 2000-2014)	28,75
Havaittu keskipitoisuus	koko vesipatsas, Kok.P µg/l	31
Mallin (Lappalainen/Frisk mukainen fosforipitoisuus	Kok.P µg/l	24

Taulukko 2. Tilavuus- ja pinta-aratiedot (Hertta-tietokanta).

Sompanen				
Syvyys m	Pinta-ala ha	Tilavuus m ³	Til%	Ala%
0	151,7	4 629 150	100,00	100,00
1	136,5	3 187 300	68,85	89,98
2	105,3	1 972 050	42,60	69,43
3	64,5	1 105 140	23,87	42,48
4	36,2	620 175	13,40	23,86
5	23,2	324 611	7,01	15,27
6	14,6	141 383	3,05	9,61
7	6,9	32 897	0,71	4,53
8	0,6	1 154	0,02	0,39



Kuva 1. Sompanen pinta-ala ja tilavuus syvyyssyöhykkeittäin.



Kuva 2. Sompanen. Maanmittauslaitos julkaisulupa nro 3441/MML/14.

3. KERROSTUMISOLOSUHTEET, HAPPITILANNE JA SISÄINEN KUORMITUS

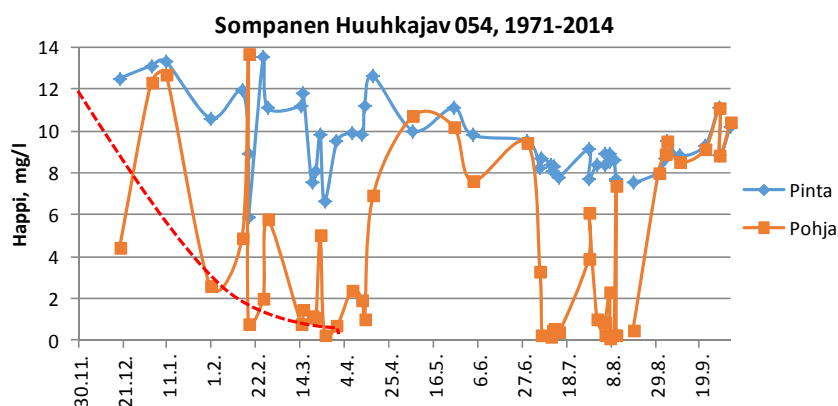
Vedenlaadun tarkastelu perustuu Sompanen 054 havaintopisteen tuloksiin. Suurin osa tuloksista on 2000-luvulta.

Sompanen kerrostuu kesäisin ja talvisin siten, että alusvettä ovat pääasiassa 4 m ja sitä syvemmät alueet (vuosien 2013-2014 vertikaalimittaustulosten perusteella).

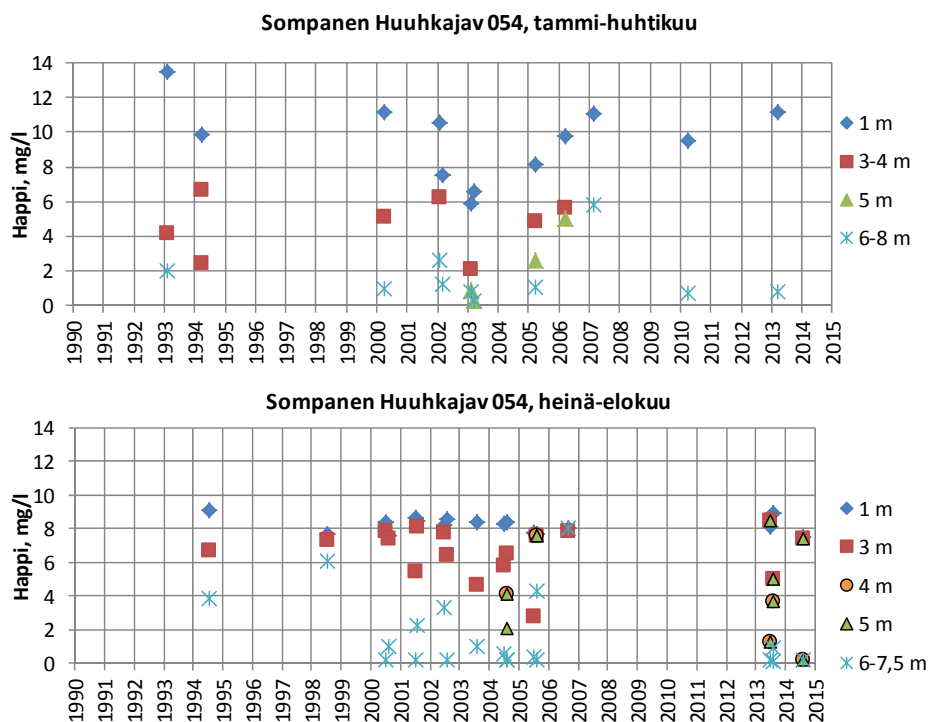
Sompasella pohjanläheisen veden happitilanne on heikko kesällä ja talvella. Kesällä pohjanläheisen veden hapettomuutta on havaittu usein jo kesä-heinäkuun vaihteessa (kuva 3). Täyskierron ajoittuessa syyskuulle, voi pohjan olla hapeton parikin kuukautta. Talvella heikkohappinen jakso on lyhyempi (kuva 3), sillä pohjanläheisen veden hapettomuutta on havaittu lähinnä maaliskuussa.

Happiongelmrat rajoittuvat pitkäaikaisesti lähinnä 5-6 metriä syvemmille osille (kuva 4), jolloin heikkohappisen alueen pinta-ala on luokkaa 19 ha (15-23 ha), eli 10-15 % koko järven pinta-alasta ja 3-8 % kokonaistilavuudesta (120 600-307 600 m³). Lyhytaikaisesti happiongelmia (pitoisuus ≤ 2 mg/l) esiintyy myös 3-4 metrin syvyydellä (kuva 4), jolloin

heikkohappisen alueen pinta-ala on suurimmillaan noin 64 ha (43 % kokonaispinta-alasta) ja tilavuus 1 105 100 m³ (24 % kokonaistilavuudesta).

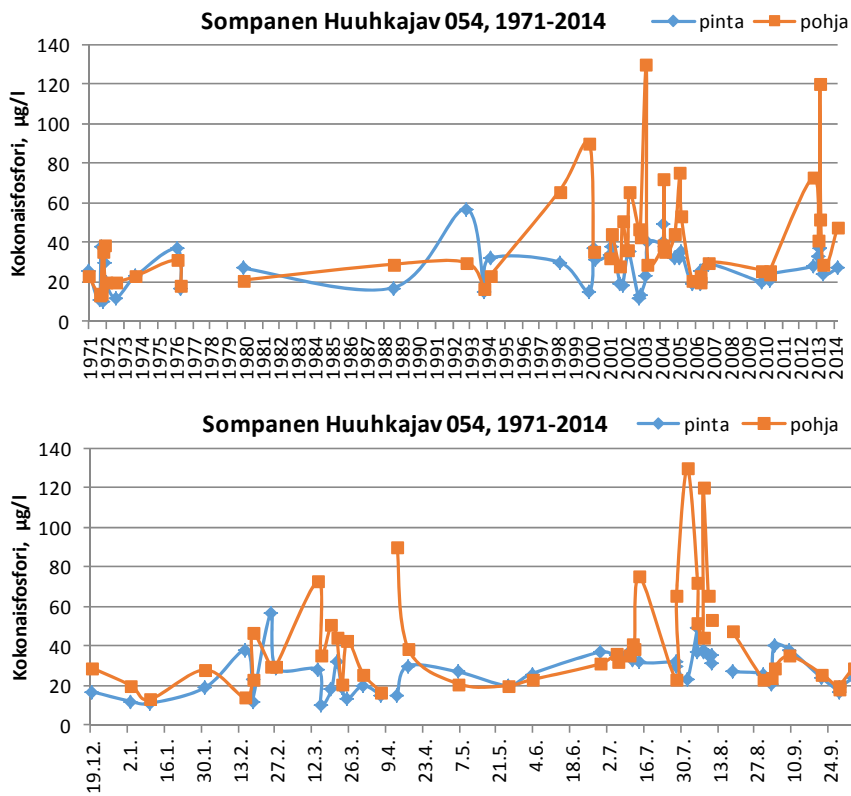


Kuva 3. Sompanen. Päällysveden ja pohjanläheisen veden happitilanne eri kuukausina vuosina 1971-2014.

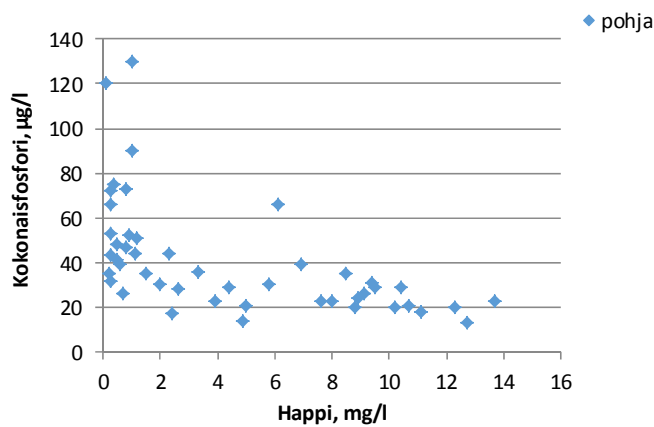


Kuva 4. Sompanen. Happipitoisuus eri syvyyksillä talvella (tammi-huhtikuussa) ja kesällä (heinä-elokuussa) vuosina 1990-2014.

Sompasen päällysveden kokonaisfosforipitoisuus on talvisin luokkaa 12-32 µg/l (ka. 19,5 µg/l, 2000-2014) ja pohjanläheisen veden 26-90 µg/l (ka. 50,25 µg/l, mediaani 40 µg/l). Avovesikaudella (touko-lokakuu, 2000-2014) päällysveden kokonaisfosforipitoisuus on ollut rehevien järvien tasolla: 19-49 µg/l (ka. 32,5 µg/l). Pohjan lähellä pitoisuudet ovat olleet usein päällysvettä korkeampia, 20-130 µg/l (ka. 48 µg/l). Levämääriä heijastavan klorofylli-a:n keskipitoisuus on Sompasella 24,4 µg/l ja mediaanipitoisuus 22 µg/l (2000-2014), ollen siten rehevien-erittäin rehevien järvien tasolla.



Kuva 5. Sompanen. Kokonaisfosforipitoisuus. Vuosien 1971-2014 pällis- ja pohjanläheisveden kokonaisfosforipitoisuudet kuukausitasolla.



Kuva 6. Sompanen. Pohjanläheisen veden kokonaisfosfori- ja happipitoisuudet (1971-2014, kesä- ja talvihavainnot).

4. HAPENKULUMISNOPEUS JA HAPETUSTARVE

Sompasen kesä- ja talviaikaisten vedenlaatumittauksien perusteella ei ole mahdollista laskea luotettavasti alusveden hapenkulumisnopeutta. Samana vuonna otetut näytteet on otettu pääasiassa siten, että molemmilla kesän tai talven havaintokerroilla pohjan lähellä on ollut happea alle 1 mg/l, tai jälkimmäisellä havaintokerralla happitilanne on ollut jo parempi. Lisäksi näytteitä on otettu usein vain yksi talvi- ja avovesikausien aikana.

Hapetustarvelaskelmien osalta on huomioitava Sompasen tilavuussuhteet: järvi on laakea ja syvänealue on pienehkö. Kerrostumisajankohtana vallitsevista lämpötiloista riippuen alusveden yläosan etäisyys syvänteeseen pohjasta vaihtelee 1-2 m, muuttaen alusveden tilavuutta ja alusveden peittämien alueiden pinta-alaa merkittävästi. Myös hapetuspumppaus muuttaa alusveden tilavuutta: hapetettaessa alusveden tilavuus kasvaa. Esim. Sompasella harppauskerroksen muutos 5 metristä 4 metriin merkitsee, että heikkohappisen vyöhykkeen tilavuus kasvaa noin 95 % (tilavuus 307 000 m³ → 602 000 m³) ja pinta-ala 56 % (23 ha → 36 ha).

Hapenkulutus laskettiin kahdella eri tavalla.

1. Sedimentin kuluttama happimäärä

Hapetustarvetta arvioitiin laskemalla sedimentin kuluttama happimäärä, käyttäen sedimentin inkubaatiokokeissa saatuja tuloksia (Liikasen ym. 2002). Liikasen ym. mukaan rehevän Kevättömänjärven syvänealueilla hapenkulutus on hapellisissa olosuhteissa kesällä noin 890 mg/m²/d O₂ ja talvella 400 mg/m²/d O₂. Matalammilla alueilla kulutus on talvella luokkaa 170-180 mg/m²/d O₂. Pinta-alaan perustuvat hapenkulutuksenopeudet on mitattu laboratoriossa sedimentinäytteiden avulla. Mittaus perustuu läpivirtaustekniikkaan (mitataan, kuinka paljon happea sedimentin yli johdettavasta vedestä kuluu), joten saadut arvot vastaavat kohtuullisen hyvin hapettamisen aikaista hapenkulutusta.

Avovesikauden osalta hapenkulutus laskettiin alusveden kattaman pohjapinta-alan perusteella (alueet joilla happiongelmia ja hapettomuutta), käyttäen kulumisnopeutta 890 mg/m²/d O₂. Talven osalta kulutus laskettiin alusveden osalta käyttäen kulumisnopeutta 400 mg/m²/d O₂ ja matalampien alueiden osalta kulumisnopeutta 200 mg/m²/d O₂. Erilaista laskentaperustetta käytettiin siksi että kesäaikana päällysesikerros saa merkittävästi talvea enemmän happitäydennystä.

2. Alusvedestä kuluva happimäärä pitoisuusmuutoksen perusteella

Laskelma voidaan tehdä myös arvioina alusvedestä kuluva happimäärästä eli hapenkulutusnopeudesta.

Kesäaikana alusvedessä tapahtuva happipitoisuuden muutos laskettiin käyttäen kulumisnopeutena 0,2 mg/l/d. Arvio vastaa melko hyvin todellista hapenkulumisnopeutta. Sompasella on havaittu, että alusveden happi loppuu usein jo kesä-heinäkuun vaihteessa, joten kulutus (arvioiden happipitoisuuden olevan toukokuun puolivälissä 10 mg/l) olisi 10 mg/l/45 d=0,22 mg/l/d.

Talviajan osalta kulumisnopeutta arvioitiin jäätymishetken perusteella. Jäätymisajankohtana käytettiin Hertta-tietokannasta löytyviä havaintoja Kymijoen vesistöalueen Ylä-Kivijärveltä ja Ala-Kivijärveltä (Luumäki) vuosilta 1960-2014. Ylä- ja Ala-Kivijärvi ovat havaintojen perusteella jäätyneet keskimäärin 30.11. Laskelmat tehtiin kuitenkin vuositasona, jolloin jäätymisajankohta vaihteli välillä 9.11.-26.12. Jäätymishetkellä alusveden happipitoisuuden oletettiin olevan 12 mg/l.

Sompasella talviaikaiseksi alusveden hapenkulumisnopeudeksi saatiin ka. 0,1 g/m³/d (laskelmat tehtiin 5-7 m syvyydeltä otettujen näytteen tuloksiin perustuen). Arvio voi olla todellista pienempi, koska suurin osa talven havaintokerroista edustaa tilannetta, jossa pohjanläheinen vesi on ollut lähes hapeton.

4.1 SOMPASSEN HAPETUSTARVE

Sompasella talvi- ja kesäaikainen heikko happitilanne rajoittuu useimmiten 5-6 m syvemmille alueille. Ajoittain happiongelmia on havaittu myös 3-4 metrin syvyydellä.

1. Sedimentin kuluttama happimäärä

Talven osalta kulutus laskettiin siten, että huomioitiin koko järven pinta-alalla tapahtuva sedimenttiperäinen hapenkulutus: 1-3 m syvyiset alueet (1 000 000 m²*200 mg/m²/d O₂) ja ≥4 m syvyisten alueiden (360 000 m² * 400 mg/m²/d O₂). Kesän osalta kulutus laskettiin alusveden peittämän pohjapinta-alan perusteella.

- talvella 345 kg/d (200 mg/m²/d O₂*1000 000 m²)+ (400 mg/m²/d O₂*360 000 m²) ja
- kesällä 574 kg/d (≥3m: 890 mg/m²/d O₂*640 000 m²).

Arvioitaessa hapetustarvetta sedimentin hapenkulutuksen perusteella, ei laskelmissa huomioida hapetuksen aiheuttamaa hapenkulutuksen lisääntymistä, sillä sedimentin inkubaatiokokeet vastaavat olosuhteiltaan alusveden hapettamista happipitoisuuden nousun ja sekoittumisen osalta.

2. Alusvedestä kuluva happimäärä pitoisuusmuutoksen perusteella
- talvella ($\geq 4\text{m}$) 62 kg/d ($0,1 \text{ g/m}^3/\text{d} \cdot 620 \cdot 175 \text{ m}^3$) ja
 - kesällä ($\geq 3\text{m}$) 221 kg/d ($0,2 \text{ g/m}^3/\text{d} \cdot 105 \cdot 140 \text{ m}^3$).

Hapettamisen aiheuttama hapenkulumisnopeuden kasvu on tyypillisesti 1,5-3 –kertainen (veden sekoittaminen ja hapen lisäys lisäävät biologista aktiivisuutta). Hapetustarve on siten:

- talvella 90-190 kg/d O_2 (kertoimella 2 laskettuna 125 kg/d O_2) ja
- kesällä 330-660 kg/d O_2 (kertoimella 2 laskettuna 440 kg/d O_2).

Talven osalta hapetustarvetta voidaan tarkentaa huomioimalla ns. sallittu hapenkulutus, eli paljonko happea on kulutettavissa ja kuinka pitkälle se riittäisi, jos veden happipitoisuuden haluttaisiin olevan 4 mg/l vielä loppupalvellakin (lähtöpitoisuuden ollessa 12 mg/l \rightarrow muutos 8 mg/l). Sompasella sallittu happipitoisuuden lasku, alusveden tilavuudella laskettuna ($\geq 4\text{m}$ alueet) on 4 960 kg O_2 ($620 \cdot 175 \text{ m}^3 \cdot 8 \text{ mg/l}$). Talviaikana (n. 150 vrk, n. 5 kk) happea saisi siten kulua 33 kg/d.

Ottaen huomioon sallittu hapenkulutus, on Sompasen talviaikainen hapetustarve

- sedimentin perusteella laskettuna 310 kg/d O_2 ja
- alusveden hapenkulutuksen perusteella laskettuna (kerroin 1,5-3 huomioiden) 60-160 kg/d O_2 .

Sompasen hapetustarve on edellä esitettyjen laskelmien perusteella

- talvella 100-300 kg/d O_2 ja
- kesällä 330-660 kg/d O_2 .

5. LAITEMITOITUS

Järvien hapetus- ja ilmastusmenetelmät voidaan jakaa kahteen luokkaan, menetelmiin, jotka hyödyntävät järven omia happivarantoja sekä ilmakehän happea hyödyntäviin. Ensimmäisiä käytettäessä puhutaan hapettamisesta (hapen siirrosta) ja jälkimmäiset ovat ilmastamista. Yleisenä sääntönä voidaan myös pitää sitä, että mikäli järven omat happivarannot vain riittävät, energia –ym. tehokkuuden kannalta ylivoimaisesti paras keino on hyödyntää järven omia happivarantoja. Jos happivarannot eivät riitä tai toiminnan aiheuttama kerrostuneisuuden sekoittuminen koetaan syystä tai toisesta haitalliseksi, pitää kalustoksi valita jokin ilmastinlaite.

Ottaen huomioon Sompasen suuri hapetustarve, järven koko ja tilavuussuhteet, soveltuu happitilanteen parantamiseen parhaiten Mixox -hapetusmenetelmä. Mixoxien hapetusteho on mallista riippuen 130-700 kg/d O_2 (laitteen sähköteho 0,6-2,5 kW, hyötysuhde 8,9-12,4 kg/kWh O_2). Ilmastimien hyötysuhde on heikompi, noin 1 kg/kWh O_2 .

Sopivan laitteistokokoonpanon löytämiseksi, hapettimien tai niiden eri kokoonpanojen vaikutusta alusveden happipitoisuuteen ja kiertoherkkyyteen arvioitiin karkean hapetusmallin avulla. Vaikutusarvio perustuu alusveden lämpötilan, harppauskerroksen syvyyden ja happipitoisuuden muutoksen. Mitoituslaskelmat tehtiin hapetustarvelaskelmilla saaduilla talvi- ja kesäajan maksimikulutusarvoilla.

Sompasen hapetustarve on edellä esitettyjen laskelmien perusteella kesällä maksimissaan 660 kg/d O₂ ja talvella 330 kg/d O₂. Hapetuskapasiteetin riittävyttä mallinnettiin ≥ 3 m syvisten alueiden tilavuudella (1 105 140 m³), hapenkulumisnopeuden ollessa 0,4 g/m³/d (kulumisnopeuden 0,2 g/m³/d arvioitiin kaksinkertaistuvan hapetuksen vaikutuksesta).

5.1 LAITEMITOITUS KESÄTILANTEESSA

Malli 1.

1 kpl Mixox 1000 (pumppausteho 70 000 m³/d, hapetusteho 560 kg/d O₂)

tai

1 kpl Mixox 1100 (82 000 m³/d, 656 kg/d O₂)

Kesätilanteessa yksi Mixox 1000 -hapetin purkaisi Sompasen lämpötilakerrostuneisuuden aikaisintaan 30 vrk laitteen käynnistämisestä, harppauskerroksen noustua noin 1,5 metriin. Lämpötilaerot tasoittuisivat viimeistään 40 vuorokauden kuluttua, harppauskerroksen noustua yhteen metriin. Jos hapetin käynnistetään kesäkuun alussa, tapahtuisi aikaistettu kierto jo kesäkuun lopulla, mutta viimeistään heinäkuun puolivälissä. Normaalisti kierto tapahtuu syyskuussa, joten kierto aikaistuisi vähintään kahdella kuukaudella. Kierron alkaessa alusveden happipitoisuus olisi mallinnuksen mukaan luokkaa 2-2,5 mg/l. Tuulettomina ja lämpiminä jaksoina Sompanen voisi kerrostua uudelleen, mutta kerrostuneisuus purkautuisi viileämpinä ja tuulisina päivinä.

Kesätilanteessa yksi Mixox 1100 -laite tasoittaisit lämpötilaerot viimeistään 30 vrk laitteen käynnistämisestä, mutta mahdollisesti jo 25 vrk kuluttua. Aikaistetun täyskierron alkaessa alusveden happipitoisuus olisi luokkaa 2,5-3,5 mg/l.

Malli 2.

1 kpl Mixox 1100 (pumppausteho 82 000 m³/d, hapetusteho 656 kg/d O₂)

+ 1 kpl Mixox 750 (35 000 m³/d, 280 kg/d O₂):

Kesätilanteessa, käytettäessä 1 kpl Mixox1100 + 1 kpl Mixox750 -hapetinta (pumppausteho yht. 117 000 m³/d, hapetusteho yht. 940 kg/d O₂), purkautuisi lämpötilakerrostuneisuus 15-23 vrk hapetuksen aloittamisesta, harppauskerroksen noustua 1-1,5 metriin. Alusveden happipitoisuus ei tällöin pääsisi laskemaan alle 4 mg/l ennen aikaistetun syystäyskierron alkua. Kyseessä olisi voimakas kerrostuneisuuden säätely, jonka avulla voidaan varmistaa

alusveden hapellisuus. Tuulettomina ja lämpiminä jaksoina järvi voisi kerrostua uudelleen, mutta kerrostuneisuus purkautuisi viileämpinä ja tuulisina päivinä.

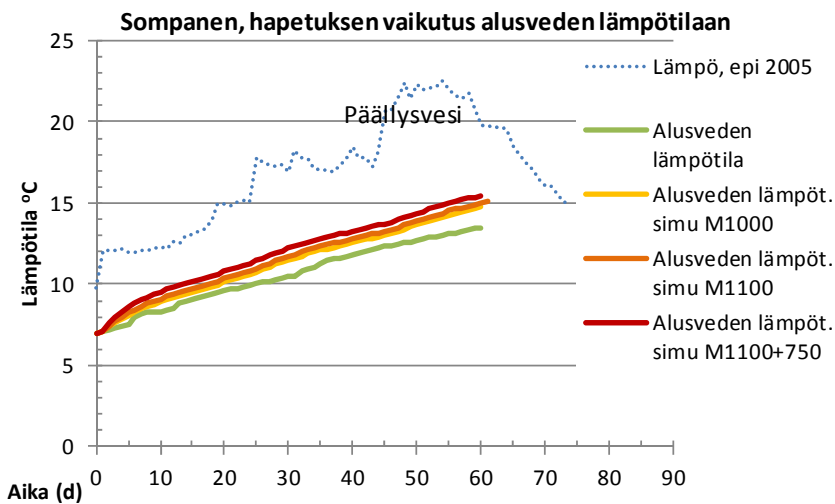
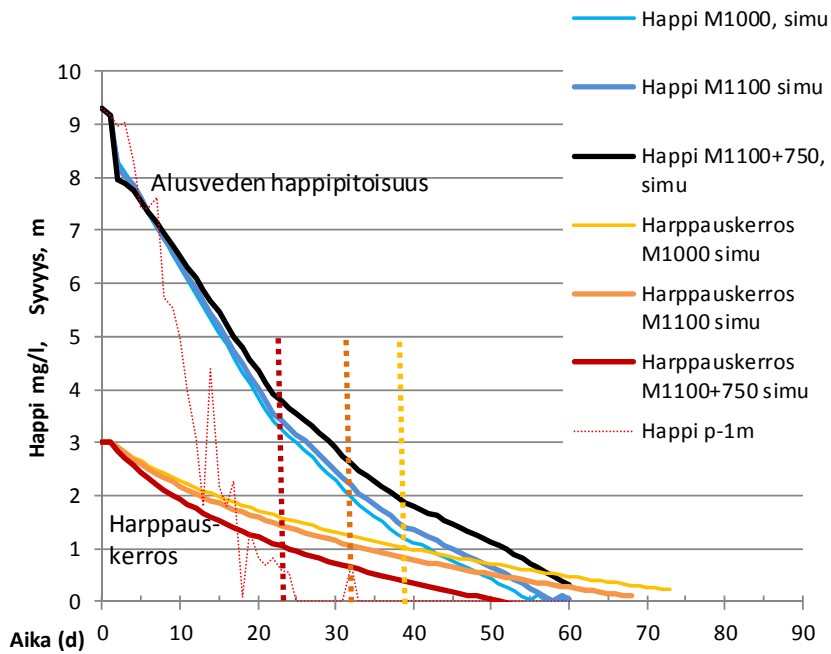
5.2 LAITEMITOITUS TALVITILANTEESSA

Talvitilanteessa Sompasen hapetustarve voidaan kattaa 1 kpl Mixox 1000 tai 1 kpl Mixox 1100 tehoisella hapettimella.

Sompasen talviaikainen kokonaishappivaro 38 248 kgO₂ (≥1 m alueiden tilavuus 3 187 300 m³*12 mg/l), riittää sedimentin hapenkulutuksen (345 kg/d O₂) perusteella huhtikuun alkuun, jolloin koko vesimassa olisi laskennallisesti hapeton. Järveen laskevien ojien mukana voi tulla happitäydennystä, joka normaalin minivirtaaman aikaan on luokkaa 25 kg (2,5 l/s/km²*12,7 km²*9 mg/l O₂). Virtaamien kasvaessa lopputalvella, tai talven ollessa lauha, voi happitäydennys olla suurempikin, helpottaen siten talviaikaista happitilannetta.

Sompasen kokonaishappivaro saattaa joinakin talvina käydä vähiin ennen jäiden sulamista (pitkä talvi, valuma-alueelta tuleva virtaama pieni), jolloin Mixox -hapetinta ei välttämättä voida pyörittää koko talvea. Talvihapetuksen vaikutuksia tulisikin seurata tiiviimmin ensimmäisinä vuosina.

Sompasen tapauksessa talvihapetus tulisi aloittaa syystäyskierron lopulla, tavoitteena laskea alusveden lämpötila mahdollisimman alas, jolloin saavutetaan optimiolosuhteet loppupalvea ajatellen: hajotusprosessit hidastuvat viileässä vedessä ja hapen liukeneminen on tehokkainta kylmään veteen. Talvihapetusta voidaan jatkaa kunnes vesimassan happipitoisuus on 6 mg/l (todennäköisesti tammikuun puolivälin paikkeilla). Huhtikuussa hapetin tulisi käynnistää uudelleen kevättäyskierron varmistamiseksi. Hapetusta voidaan jatkaa kunnes päällisveden lämpötila on noin 10°C. Tämän jälkeen hapetin pysäytetään ja järven annetaan kerrostua normaalisti. Kesähapetus aloitetaan alusveden happipitoisuuden ollessa 4-5 mg/l. Käytännössä kesähapetus tulisi happitulosten valossa aloittaa kesäkuun alkupuolella.



Kuva 7. Mixox 1000, Mixox 1100, sekä Mixox 1100+750 -hapetinlaitteiden vaikutus Sompanen alusveden lämpötilaan, happipitoisuuteen ja kiertoherkkyyteen. Arvioidut kiertoaika on merkitty kuvaan katkoviivoilla (pystyviivat), käyttäen samaa symboliväriä kuin kuvattaessa eri laitevaihtoehtojen aiheuttamaa muutosta harppauskerroksen syvyyteen.

6. VAIKUTUSARVIO

Hapettamisen tarkoituksena on ylläpitää pohjanläheisen veden happipitoisuutta tarpeeksi korkeana, jotta hapettomuudesta johtuvan ns. sisäisen kuormituksen seurauksena sedimentistä veteen vapautuvien ravinteiden määrä vähenisi. Pohjan pysyessä hapellisena, viihtyvät siellä myös järven kannalta tärkeät pohjaeläimet, jotka pohjaa pöyhinessään kuljettavat happea syvemmälle sedimenttiin, parantaen siten edelleen pohjan tilaa. Hapetuksen avulla pyritään myös elvyttämään pohjan aerobista (hapellinen) hajotustoimintaa, ja sitä kautta estämään anaerobisissa prosesseissa syntyvien haitallisten aineiden syntymistä (rikkivety, metaani, ammonium). Sedimentin metaanin tuotannon vähentyessä kaasukuplien aiheuttama sedimentin resuspensio vähenee, vähentäen samalla sedimentistä veteen vapautuvien ravinteiden määrää.

Sompasella alusveden hapettomuus aiheuttaa sisäistä kuormitusta, joka on Suomen ympäristökeskuksen Sompaselle tekemän LLR -mallinnuksen (Kotamäki 2014) mukaan kaksinkertainen (0,52 g/m²/a) ulkoiseen kuormitukseen (0,25 g/m²/a) verrattuna. Mallin mukaan fosforipitoisuuden vaste ulkoiseen fosforikuormitukseen on Sompasella hyvin heikko, joten sisäisellä kuormituksella on selkeä vaikutus järven fosforipitoisuuteen.

LLR -ravinnemallin mukaan Sompasen keskimääräinen fosforipitoisuus on nykyisellä ulkoisen kuormituksen tasolla (1,1 kg/d) ja havaintojen tilavuuspainotetun keskipitoisuuden perusteella 31 µg/l. Fosforin perusteella Sompasen tila on tyydyttävä. Puolittamalla sisäinen kuormitus, vähentämättä kuitenkaan samaan aikaan ulkoista kuormitusta, saavutettaisiin hyvä tila (raja-arvo 28 µg/l). LLR -mallin mukainen pitoisuusennuste olisi sisäisen kuormituksen puolittuessa 20 µg/l, eli reilusti alle tavoiteltavan hyväkuntoisen järven raja-arvon. Puolittamalla sisäinen kuormitus, saavutettaisiin myös a-klorofyllin tavoitetila (hyvä), kun se nyt on tasolla tyydyttävä/välttävä. (Kotamäki 2014).

Lappalaisen/Friskin¹ mallin mukaan, olettaen että ulkoinen kuormitus pysyy nykyisellään ja järven sisäisen kuormitus on hyväkuntoisen järven tasolla, Sompasen fosforipitoisuus voisi olla parhaimmillaan 24 µg/l. Lappalaisen/Friskin mallin mukaan sisäisen kuormituksen vähentäminen voisi siten parhaimmillaan pienentää veden fosforipitoisuutta noin 7 µg/l (31→24 µg/l), eli 22,5 %.

Edellä esitettyjen mallitarkastelujen perusteella, voidaan sisäisen kuormituksen vähentämiseen pyrkivillä menetelmillä saavuttaa Sompasen tapauksessa ns. hyvän luokkaraja, eli saada veden fosforipitoisuus laskemaan tasolle 28 µg/l ja jopa alle. LLR -mallin antama pitoisuusennuste (20 µg/l) on kuitenkin todennäköisesti yliarvio, eikä ole saavutettavissa ilman että myös ulkoista kuormitusta vähennettäisiin.

¹

Hapetuksella voidaan mahdollisesti vaikuttaa myös ravintoketjuun ja edelleen vedenlaatuun. Sompasen syvänealueen hapettomilla pohja-alueilla on havaittu runsas sulkasääskikanta (Chaoborus), joka ilmentää vähähappista pohjaa. Hapettomat alueet suojaavat sulkasääsken toukkia kalojen saalistukselta. Sulkasääsken toukat ovat eläinplanktonia syöviä petoja, jotka voivat säädellä eläinplanktonkantoja runsaiden särkikalakantojen tavoin, jopa tehokkaammin. Runsaat sulkasääskikannat voivatkin siten aiheuttaa tai voimistaa sinileväkukintoja. Jos sulkasääskikanta on tiheä, ei hoitokalastuksella voida parantaa järven tilaa. Hämeenlinnan Pyhäjärvellä, veden kirkkaus, hyvä happitilanne ja kuorekanta säätelevät sulkasääskikantaa, heikentäen toukkien elinolosuhteita (Malinen ja Vinni 2013). Hapetuksen avulla voidaankin todennäköisesti heikentää sulkasääsken elinolosuhteita, sillä pumppauksen aiheuttama virtaus ja alusveden hapellisuus lisäävät sulkasääsken kohdistuvaa kalojen aiheuttamaa saalistuspainetta. Alusveden hapetuksen todellisia vaikutuksia ei kuitenkaan tunneta. Suurin epävarmuus liittyy hapetuksen aiheuttamaan alusveden lämpenemiseen, joka voi parantaa toukkien kasvua ja tuottaa kesässä useampia sukupolvia (Malinen ja Vinni 2013).

7. SUOSITUKSET

Edellä esitettyjen tarkastelujen pohjalta voidaan Sompaselle suositella kesä- ja talviaikaisista hapetusta alusveden happitilanteen parantamiseksi ja sisäisen kuormituksen estämiseksi.

Sompaselle soveltuu mallinnusten perusteella 2,5 kW:n tehoinen Mixox 1100 -hapetin (1 kpl), jonka pumppausteho on 82 000 m³/d ja hapetusteho 656 kgO₂/d (päällysvedenhapipitoisuuden ollessa 8 mg/l). Samaa laitetta voidaan käyttää sekä talvella että kesällä. Laitte tulisi sijoittaa järven syvänealueen syvimpään kohtaan.

Talviaikana Mixox -hapettimen käyttö Sompasella vaatii ainakin muutamana ensimmäisenä vuotena tarkempaa tarkkailua, koska pitkinä talvina, valuma-alueelta tulevien virtaamien ollessa pieniä, vesimassan happipitoisuus voi laskea toivottua alemmas.

8. KUSTANNUSARVIO

Alla on esitetty hapetinlaitteiden myynti- ja urakointihinnat sekä käyttökustannukset. Myynti- ja urakointihinta sisältävät laitteen lisäksi ns. perustamiskulut: asennus, sähkökeskus, varoitusmerkki (poiju) ja harustus (laitteen ankkurointi paikalleen). Hinnat eivät sisällä sähköliittymää, etävalvontalaitetta, kaapelia tai kaapelin upotukseen mahdollisesti tarvittavaa konetyötä (kaapeli on kaivettava maahan rannassa ja rantamatalassa).

HANKINTA- JA URAKOINTIHINTA

Laitteen hankintahinta (alv. 0 %):	58 000 €
1 kpl Mixox 1100	
Urakointihinta/vuosi (vaihtoehtona laitteen ostolle):	16 500 €
1 kpl Mixox 1100	

MUUT PERUSTAMISKULUT

(eivät sisälly myynti- tai urakointihintaan, alv. 0 %):	5 000- 7 000 €
<i>Sähköliittymä</i>	2 500 €
<i>Kaapeli</i>	1 750-3 250 €/laite

Arviohinta 350-650 metrin kaapelointimatkalta. Ei sisällä kaapelin upotukseen mahdollisesti tarvittavaa konetyötä (kaapeli on kaivettava maahan rannassa ja rantamatalassa). Huom! Kaapelin hinta vaihtelee ostohetken hintatason mukaan.

<i>Kaukovalvontalaite</i>	800-900 €
(modeemilaitteiston hankintahinta, ei sis. puhelinliittymää)	

KÄYTTÖKUSTANNUKSET

Energiakustannus/vuosi:	2 000 €
--------------------------------	----------------

Mixox 1100 (60 kWh/d*300 d *0,11 €/kWh)

Huoltokustannus myyntilaitteelle (alv 0 %):	3 000 €
--	----------------

huolto kahden vuoden välein, sis. moottori ja vaihde, työ, matka- ja majoituskulut (arvio)

9. YHTEENVETO

Nopeasti hapettomaksi menevillä järvillä on tyypillistä, että hapetustehon tulee olla etenkin hankkeen alkuaikana suuri, jotta tuloksia saadaan. Periaatteessa kyse on siitä, että vuosi(kymmenten) aikana sedimenttiin on hautautunut ylimääriä helpohkosti hajoavaa orgaanista ainesta, joka kuluttaa hajotessaan happea. Kun happea ei ole ollut tarjolla, on hajotustoiminata hidastunut ja muuttunut osaltaan mätänemiseksi. Kun järvessä aloitetaan kunnostustoimet, tulee niiden olla riittävän voimakkaita, jotta tilanne lähtee korjaantumaan. Hapetustapauksissa tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että suuren pumppauskapasiteetin takia normaali kesäkerrostumisaika (3-4 kk) lyhentyy merkittävästi (1-2 kk). Kun sedimenttiin kertynyttä helposti hajoavan orgaanisen aineksen ylimäärää on saatu vähennettyä (6-10 vuoden aikana), voidaan laitteistokapasiteettia vähentää ja mahdollisesti koko toiminta joissain tapauksissa lopettaa.

Sompasella alusveden hapenkulumisnopeus on suuri, pohjanläheisen veden ollessa hapeton usein jo kesä-heinäkuun vaihteessa. Hapetuspumppaus soveltuu järvelle ilmastusta paremmin. Suuri hapenkulutus huomioiden alusveden hapettaminen ei kuitenkaan ole mahdollista rikkomatta lämpötilakerrostuneisuutta normaalia aiemmin. Toisin sanoen pienillä laitetehoilla ei saada aikaan toivottua parannusta alusveden happitilanteeseen. Sompaselle suositellaan yhtä Mixox 1100 tehoista hapetinlaitetta ympärivuotiseen käyttöön.

Mixox pumppaa pintavettä pohjakerrokseen ja saa aikaan rauhallisen ja varsin laaja-alaisen veden kierron. Yhden laitteen vaikutusalue vaihtelee 50-500 hehtaariin mitoituksista riippuen. Menetelmästä johtuen alusvesi lämpenee kesällä ja viilenee talvella.

Hapetuksen seurauksena Sompasen syystäyskierto aikaistuisi kahdella kuukaudella ja normaalisti parisen kuukautta kestänyt pohjan läheisen veden, ajoittain myös koko alusvedettä koskeva hapettomuus lyhenisi korkeintaan muutamaan päivään. Mallinnuksen perusteella lämpötilakerrostuneisuus purkautuisi viimeistään 1 kk kuluttua hapetuksen aloittamisesta, eli kesä-heinäkuun vaihteessa (hapetuksen alkaessa kesäkuun alussa), jolloin pohjanläheinen vesi on normaalisti jo hapeton. Hapetuksen ollessa käynnissä, pohjan lähellä olisi kierron alkaessa happea vielä noin 2 mg/l. Tuulettomina ja lämpiminä jaksoina järvi voi kerrostua uudelleen, kerrostuneisuuden purkautuessa pienistä tiheyseroista johtuen viileinä ja tuulisina päivinä.

Sompasella sisäisen kuormituksen merkitys kokonaisfosfori- ja klorofylli-a –pitoisuuteen vaikuttaisi olevan merkittävä. Järven tila on nykyisin, fosforipitoisuuden perusteella luokiteltuna, tyydyttävä. LLR -ravinnemallin ja Lappalaisen/Friskin fosforimallin mukaan sisäisen kuormituksen vähentämiseen pyrkivillä toimenpiteillä voidaan saavuttaa hyväksi luokiteltava taso, jolloin fosforipitoisuus olisi alle 28 µg/l. Mallit antavat hieman eri tuloksia, mutta parhaimmillaan voitaneen saavuttaa pitoisuustaso 24-26 µg/l.

Veden fosforipitoisuuteen vaikuttaa myös valuma-alueelta tuleva ravinnekuormitus, eikä sen merkitystä järven tilan kannalta tule unohtaa. Kunnostustoimilla tulisi siten pyrkiä vaikuttamaan myös ulkoisen kuormituksen määrään.

Hapetuksella voi olla vaikutusta myös ravintoverkkoon ja sitä kautta myös leväkukintoihin ja veden laatuun. Sompasella on runsas sulkasääskikanta. Toukkia on havaittu runsaasti hapettomilla pohja-alueilla. Hapettomat olosuhteet tarjoavat toukille suojaa kalojen saalistusta vastaan. Sulkasääsken tiedetään säätelevän eläinplanktonin runsautta särkikalojen tavoin, jopa kaloja tehokkaammin, aiheuttaen tai voimistaen sinileväkukintoja. Alusveden hapettamista on pidetty yhtenä mahdollisuutena vähentää runsaista sulkasääskikantoja ja sitä kautta myös sinileväkukintoja. Alusveden hapetuksen todellisia vaikutuksia ei kuitenkaan tunneta. Epävarmuutta liittyy hapetuksen aiheuttamaan alusveden lämpenemiseen, joka voi parantaa toukkien kasvua ja tuottaa kesässä useampia sukupolvia.

VIITTEET

Frisk, T. 1978. Järvien fosforimallit. Tiedotus 146. Vesihallitus, Helsinki.

Lappalainen, K.M. 1975. Järvien ravinnekuormituskapasiteetti. Eripainos Ympäristö ja Terveyslehestä no 2/75.

Lappalainen, K.M. 1977. Matemaattisia apukeinoja vesistö tutkimuksen tulosten käsittelyyn. Teoksessa: Lehmusluoto, P (toim.). Fysikaaliset- ja kemialliset analyysimenetelmät. Helsinki, Vesi- ja kalatalousmiehet ry. s. 107-121.

Lappalainen ym. 1979. A phosphorus retention model and it's application to Lake Päijänne. Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja 34. Vesihallitus, Helsinki.

Kotamäki, N. 2014. Sompasen LLR-kuormitusvaikutusmallinnus. Suomen ympäristökeskus, SYKE. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n tutkimusraportti 257/2014.

Malinen, T. ja Vinni, M. 2013. Sulkasääsken runsaus ja merkitys Hämeenlinnan Tuuloksen Pyhä-, Suoli- ja Pannujärvessä – Hämeenlinnan ympäristöjulkaisuja 23. 21 sivua. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos ja Hämeenlinnan kaupunki.

OIVA Ympäristö- ja paikkatietopalvelu, Hertta –tietokanta. Suomen ympäristökeskus. <https://wwwp2.ymparisto.fi/scripts/oiva.asp>.

Salonen, S., Frisk, T., Kärmeniemi, T., Niemi, J., Pitkänen, H., Silvo, K. ja Vuoristo H. 9.4.1992. Fosfori ja typpi vesien rehevöittäjinä – vaikutusten arviointi. Vesi- ja ympäristöhallituksen julkaisuja, sarja A 96. Vesi- ja ympäristöhallitus, Helsinki. s. 57.



Kymijoen
vesi ja ympäristö ry



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

SOMPASEN VALUMA-ALUEEN VESIENSUOJELUSUUNNITELMA

Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n tutkimusraportti no 272/2014

Marjo Ahola, OTSO Metsäpalvelut



SISÄLLYS

1 SOMPASEN VALUMA-ALUE	1
2 SOMPASEN VALUMA-ALUEEN VESIENSUOJELUSUUNNITELMAN TAUSTAA	1
3 SOMPASEN VALUMA-ALUEEN VESIENSUOJELUKEINOJA	2
4 SUURISUONOJAN VALUMA-ALUE	3
4.1 Suurisuonojan valuma-alueen kuvaus	3
4.2 Suurisuonojan valuma-alueen vesiensuojeluehdotus	5
5 SAUKONORON VALUMA-ALUE	6
5.1 Saukonoron valuma-alueen kuvaus	6
5.2 Saukonoron valuma-alueen vesiensuojeluehdotus	7
6 EHDOTUS VESIENSUOJELURAKENTEIDEN TOTEUTUSJÄRJESTYKSEKSI	8

1 SOMPASEN VALUMA-ALUE

Sompasen valuma-alueen pinta-ala on 1 485 hehtaaria. Sompasen valuma-alueella on peltoa ja metsää, josta osa on ojitettua suometsää. Lounaassa valtatie kulkee järven rannan lähellä. Sompasen pohjoispuolella on laaja peltoalue, jonka halki virtaa yksi iso laskuoja. Peltoalueen yläpuolella on metsää. Sompasen länsi- ja itäpuolella on pienempiä peltoja sekä metsää. Järven eteläpuoli on metsää. Järven eteläpuolella on iso, ojitettu Laukassuon suometsäalue. Saukonoron ojan purkupisteen lähellä on kaupungin uimaran- ta.

Sompasen valuma-alueella laadittiin alustava vesiensuojelusuunnitelma kahdelle ojalle, jotka ovat Suurisuonoja ja Saukonoro.

2 SOMPASEN VALUMA-ALUEEN VESIENSUOJELUSUUNNITELMAN TAUSTAA

Tämä työ on osa Kymijoen alueen järvikunnostushankkeessa laadittua Sompasen järven kunnostussuunnitelmaa. Sompasen valuma-alueelle ehdotetuista vesiensuojelurakenteista on keskusteltu maanomistajien kanssa ja maanomistajilta on saatu alustava suostumus vesiensuojelurakenteiden suunnitteluun. Maanomistajille on kerrottu, että jos suunnitelmat etenevät, maanomistajiin ollaan uudelleen yhteydessä ja tällöin mahdollisesta vesiensuojelurakenteen sijoittamisesta maanomistajan maalle tehdään kirjallinen sopimus.

Sompasen valuma-alueen vesiensuojelusuunnitelma on alustava, koska suunnitelmaa tehtäessä ei ole tehty vesiensuojelurakenteiden tarkkoja rakennemitoituksia. Erityisesti pohjapatojen rakentaminen vaatii ojien vaaituksen. Tätä kautta saadaan selville padon sopiva korko ja padolle parhaiten sopiva sijoituspaikka. Myös putkipadon ja kosteikon teko vaatii suunnitellun alueen vaaituksen. Tässä suunnitelmassa vesiensuojelurakenteet on pyritty sijoittamaan mahdollisuuksien mukaan tien tai pellon reunaan niin, että vesiensuojelurakenteita pääsee tarvittaessa kunnostamaan helposti.

Vesiensuojelusuunnitelman teossa käytettyjä tausta-aineistoja ovat ojien valuma-alueiden pinta-aratiedot, suunniteltujen vesiensuojelurakenteiden yläpuolisten valuma-alueiden pinta-aratiedot, eroosioriskianalyysi sekä maaperätieto. Vesiensuojelurakenteen yläpuolisen valuma-alueen pinta-ala ja ojaston maalaji vaikuttavat suoraan sopivan vesiensuojelurakenteen valintaan, koska eri vesiensuojelurakenteet sopivat erikokoisille valuma-alueille ja erilaisille maalajeille. Ojien valuma-alueiden rajaukset sekä vesiensuojelurakenteiden yläpuolisten valuma-alueiden rajaukset on tehty RLGis-ohjelmalla. Eroosioriskianalyysi ohjaa sijoittamaan vesiensuojelurakenteita niihin uomien kohtiin, joissa on keskimääräistä suurempi eroosioriski. Eroosioriski liittyy usein suureen valuma-alueen pinta-alaan, hienojakoiseen maalajiin tai maaston jyrkkyyteen. Sompasen valuma-alueen maaperätiedot on

saatu Paikkatietoikkunan tietopalvelusta. Taustakarttoina on käytetty Maanmittauslaitoksen peruskarttoja vuodelta 2014.

3 SOMPASEN VALUMA-ALUEEN VESIENSUOJELUKEINOJA

Lähes jokaisen järven valuma-alueen vesiensuojelua voidaan parantaa monilla usein helposti toteutettavilla keinoilla. Järvien rannoille ja ojien reunoilla pitää jättää käsittelemätön suojavyöhyke, jossa maata ei muokata ja pintakasvillisuutta ei poisteta. Rinnemaastossa suojavyöhykkeiden pitäisi olla leveämpiä kuin tasaisessa maastossa. Ojia ei pidä perata järven tai lammen rantaan asti, vaan rantaan pitää aina jättää kaivukatko. Perattaviin ojiin suositellaan jätettäväksi perkaamattomia kaivukatkoja, jos kaivukatkojen teko on mahdollista.

Ojien turhaa perkaamista pitää välttää. Jos alueen ojastoa aiotaan perata, perattavaksi pitää valita vain ne ojat, joissa on välitön perkaustarve. Jyrkissä rinteissä olevia ojia ei pitäisi perata lainkaan. Isojen laskuojien perkaamista kannattaa välttää, jos perkaaminen ei ole aivan välttämätöntä.

Lietekuopat ovat yksittäisiin sarkaojiin tehtäviä vesiensuojelurakenteita. Lietekuoppien tarkoituksena on kerätä veden mukana kulkeutuvaa karkeaa kiintoainesta. Lietekuoppia suositellaan tehtäväksi sarkaojien alkumetreille. Pitkiin sarkaojiin suositellaan tehtäväksi useita lietekuoppia 100 . 150 metrin välein.

Laskeutusaltaan tarkoituksena on hidastaa veden virtausta niin, että kiintoaines laskeutuu altaan pohjalle. Laskeutusallas on tarkoitettu karkeiden ja keskikarkeiden maalajien laskeuttamiseen. Laskeutusallas sopii alle 50 hehtaarin valuma-alueille. Laskeutusaltaasta lähtevän ojan suulle suositellaan tehtäväksi pohja- tai putkipato tai vaihtoehtoisesti ojan suulle voidaan jättää padoksi maa-aineksesta muodostuva kynnys.

Putkipadolla hidastetaan vedenvirtausta padon yläpuolisella valuma-alueella ja siten estetään tai vähennetään uomaeroosiota. Putkipato sopii ojitetuille soille, joilla on sarkaojia, joihin padottava vesi voi varastoitua tilapäisesti tulvahuippujen aikana. Tutkimusten mukaan hetkellisestä tulvahuippujen aikaisesta sarkaojien vedenpinnannoususta ei ole haittaa suoalueen puustolle. Putkipato sopii yleensä alle 250 hehtaarin valuma-alueille. Putkipadon yhteyteen tehdään usein laskeutusallas.

Pohjapadon tavoitteena on vedenvirtauksen hidastaminen pohjapadon yläpuolisella valuma-alueella ja siten uomaeroosion estäminen tai vähentäminen. Pohjapato sopii yleensä alle 1 000 hehtaarin valuma-alueille. Pohjapadot sopivat käytettäväksi erityisesti laskuojissa ja rinnemaastossa. Pohjapatoja voidaan käyttää myös pienillä valuma-alueilla kohteissa, joissa uomien maalaji on hienojakoista, koska esimerkiksi laskeutusallas ei sovi hienoja-

koisten maiden vesiensuojelurakenteeksi. Peräkkäiset pohjapadot muodostavat patoportaat.

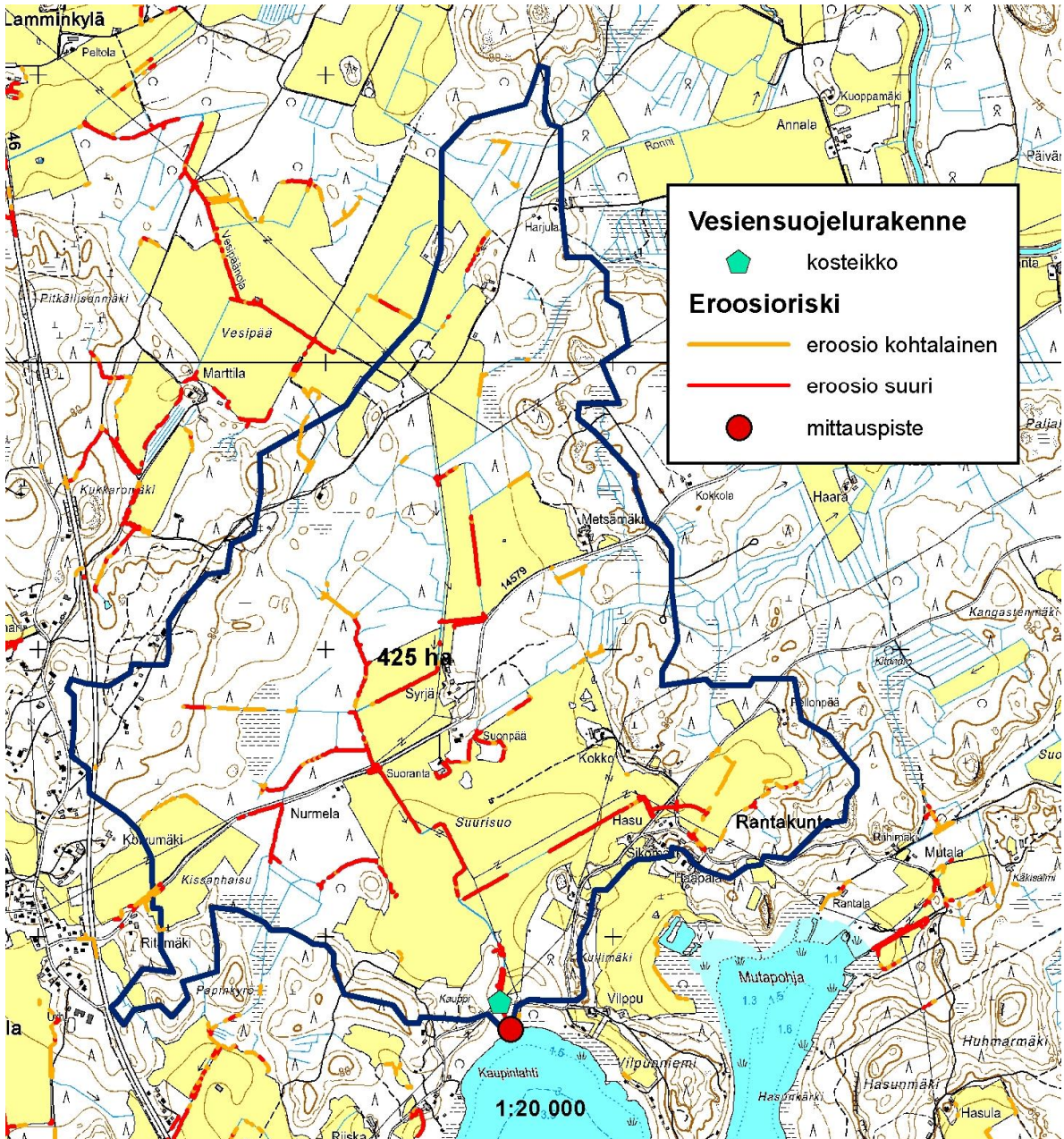
Kosteikon tarkoituksena on veden mukana kulkevan kiintoaineksen laskeuttaminen ja ravinteiden sitominen. Kosteikot sopivat yleensä alle 1 000 hehtaarin valuma-alueille. Metsätaloudessa kosteikon suosituspinta-ala on noin 1 . 2 % kosteikon yläpuolisen valuma-alueen pinta-alasta. Veden tavoiteviipymä kosteikossa on 24 . 48 tuntia ylivaluman aikana. Kosteikkoja suositellaan tehtäväksi luontaisiin paikkoihin kuten vanhoihin järviuivioihin.

Pintavalutuskentän tarkoituksena on kiintoaineksen laskeuttaminen ja ravinteiden sitominen. Pintavalutuskentällä vesi jakautuu tasaisesti kentälle ja suodattuu kentän kasvillisuudessa ja turpeessa. Pintavalutuskentät sopivat yleensä käytännössä alle 100 hehtaarin valuma-alueille. Pintavalutuskentän suosituspinta-ala on vähintään yksi prosentti yläpuolisen valuma-alueen pinta-alasta. Oikein mitoitettu ja toteutettu pintavalutuskenttä on tehokas vesiensuojelurakenne.

4 SUURISUONOJAN VALUMA-ALUE

4.1 SUURISUONOJAN VALUMA-ALUEEN KUVAUS

Suurisuonojan valuma-alueen pinta-ala on 425 hehtaaria. Suurisuonojan rannassa on kapea metsäkaistale. Metsäkaistaleen yläpuolella on Suurisuon laaja peltoalue. Suurisuon peltoalueen reunoilla on metsää, joka on osittain ojitettua. Metsäalueella kulkee myös muutamia yksittäisiä, pieniä oja. Suurisuonoja on iso laskuoja, joka virtaa koko laajan peltoalueen halki. Suurisuonojaan liittyy alajuoksun pellolla yksi sivuoja ja ylempänä useita sivuojia. Valuma-alueen ojat ovat pääosin vakiintuneessa tilassa ja reunoiltaan heinittyneitä. Heinittyneet ojanreunat vähentävät ojien uomaeroosiota.



Kuva 1. Suurisuonojan valuma-alue, ehdotettu vesiensuojelurakenne sekä uomien erosioriski. Valuma-alueen pinta-alan mittauspiste on merkattu punaisella ympyrällä rannan lähelle.

Suurisuonojan uomien maaperä on lähes pelkästään savea. Suurisuonojan valuma-alueen suurimpien uomien erosioriski on pääosin suuri.

Suurisuonojassa on välitön vesiensuojelutarve. Mittausten mukaan Sompaseen tulee Suurisuonojaan pitkin runsaasti kiintoainetta sekä ravinteita.



Kuva 2. Suurisuonoja rannan lähellä.

4.2 SUURISUONOJAN VALUMA-ALUEEN VESIENSUOJELUEHDOTUS

Suurisuonojan pääuoman perkaamista pitäisi välttää. Jos ojaa perataan tulevaisuudessa, rantaan pitää jättää perkaamaton kaivukatko. Myös sivu-uomien perkaamista pitäisi mahdollisuuksien mukaan välttää. Lähes koko valuma-alueen maaperä on hienojakoista savea. Mahdollisen ojan perkaamisen yhteydessä liikkeelle lähtevää savea on erittäin vaikea pysäyttää.

Peltoalueella uomien reunoille pitää jättää riittävän levyiset suojavyöhykkeet. Mahdollisuuksien mukaan uomien reunoilla olevia peltoja suositellaan hoidettavaksi luonnonhoitopeltoina.

Suurisuonojaan ehdotetaan tehtäväksi kosteikko tien yläpuolelle. Kosteikon yläpuolisen valuma-alueen pinta-ala on 424 hehtaaria. Alustavan suunnitelman mukaan kosteikon pinta-ala olisi todennäköisesti reilu hehtaari. Kosteikon pinta-ala jää alle mitoitusohjeiden pinta-alan, mutta hieman pienikin kosteikko tehostaa ojan vesiensuojelua nykytilanteeseen verrattuna. Ehdotetun kosteikon paikalla on tällä hetkellä lähinnä pusikkoa.

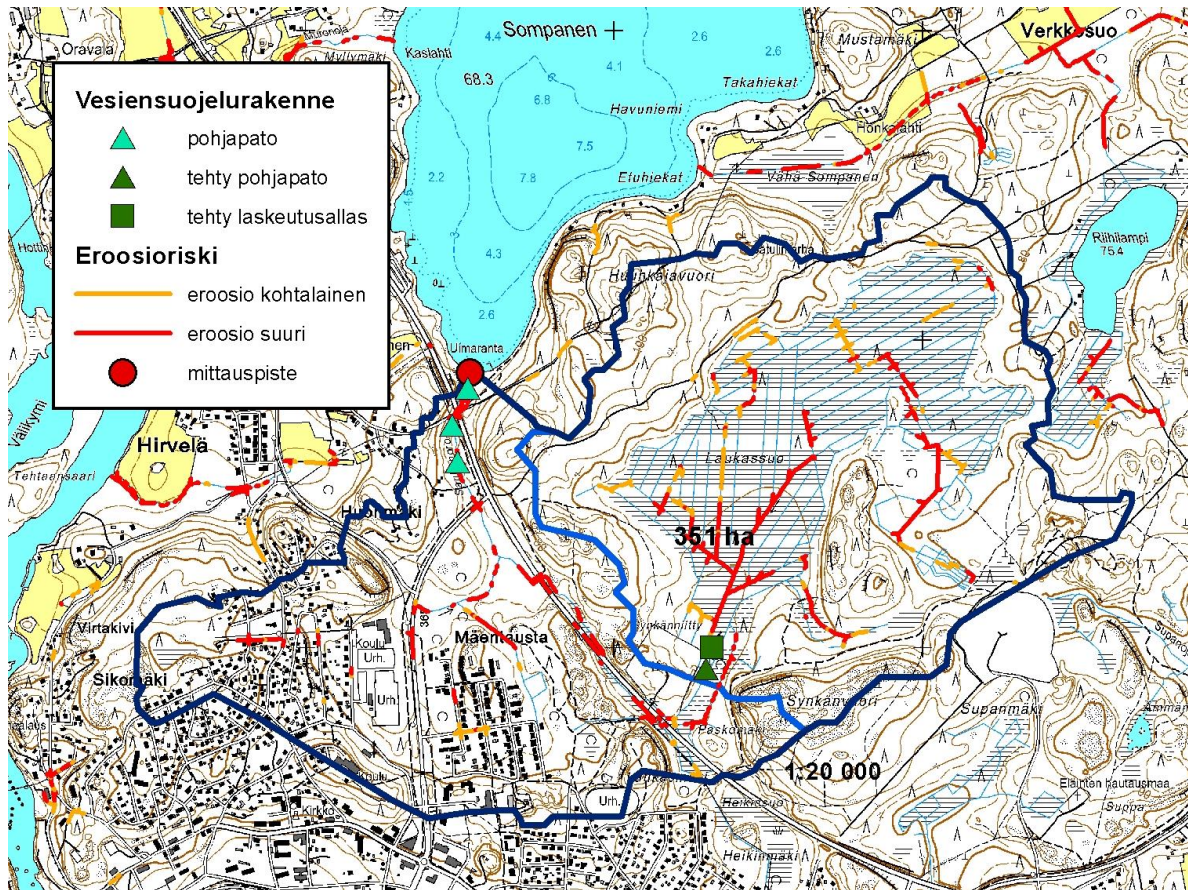


Kuva 3. Suurisuonojaan ehdotetun kosteikon paikka on kylätien pohjoispuolella.

5 SAUKONORON VALUMA-ALUE

5.1 SAUKONORON VALUMA-ALUEEN KUVAUS

Saukonoron valuma-alueen pinta-ala on 351 hehtaaria. Saukonoron valuma-alueella on kangasmetsää, ojitettua suometsää sekä taajama-asutusta. Saukonoron valuma-alueella ei ole peltoa. Saukonoron purkupisteen vieressä on kaupungin uimaranta. Saukonoro kulkee rannan lähellä notkelman pohjalla. Alajuoksun jälkeen oja haarautuu kahteen osaan. Länteen päin johtava uoma kulkee metsäalueen halki asutuksen reunalle. Itään päin johtava oja kulkee aluksi metsässä valtatie molemmilla puolilla ja oja johtaa Laukassuon laajalle, ojitetulle suometsäalueelle. Laukassuon metsäalueen kunnostusojituksen yhteydessä suon laskuojaan on tehty iso laskeutusallas ja laskeutusaltaasta lähtevään ojaan on tehty pohjapato. Laskeutusaltaalla on pituutta noin sata metriä.



Kuva 4. Saukonoron valuma-alueet, ehdotetut vesiensuojelurakenteet, toteutetut vesiensuojelurakenteet sekä uomien eroosioriski. Saukonoron valuma-alue on rajattu kartalle tummansinisellä ja Laukassuon valuma-alue on rajattu keskisinisellä. Valuma-alueen pinta-alan mittauspiste on merkattu punaisella ympyrällä rannan lähelle.

Saukonoron maaperä on rannassa hiekkaa. Rannan yläpuolella laskuojan maaperä on savea. Mäentaustan asuinalueen ja Laukasmäen välillä uomien maaperä on kalliomaata. Laukassuon maaperä on sara- ja rahkaturvetta. Laukassuon kaakkoispuolella olevan pienen ojaston maaperä on savea ja saraturvetta.

Saukonoron eroosioriski on osittain suuri ja osittain keskimääräinen. Laukassuon pääuoman eroosioriski on suuri. Saukonoron vesiensuojelutarve on kohtalainen.

5.2 SAUKONORON VALUMA-ALUEEN VESIENSUOJELUEHDOTUS

Saukonoron perkaamista pitää mahdollisuuksien mukaan välttää. Jos uoma perataan tulevaisuudessa, pitää rantaan jättää perkaamaton kaivukatko.

Saukonoron uoman purkupiste suositellaan siirrettäväksi kauemmas uimarannasta. Uoma voitaisiin johtaa laskemaan Sompaseen uimarannan länsipuolella.

Saukonoroon ehdotetaan tehtäväksi vähintään kolme peräkkäistä pohjapatoa hidastamaan

veden virtausnopeutta. Kun veden virtausnopeus hidastuu, vesi pystyy irrottamaan aiempaa vähemmän kiintoainetta ojan pohjalta ja reunoilta. Pohjapatojen tarpeellinen määrä ja parhaat sijoituspaikat saadaan selville mahdollisen jatkosuunnittelun yhteydessä tehtävällä vaaituksella. Pohjapatojen yläpuolelle voidaan tarvittaessa tehdä laskeutusaltaat.

Laukassuolle tehtyä pohjapatoa ja laskeutusallasta suositellaan kunnostettavaksi tarpeen mukaan. Laukassuon pohjapadon yläpuolisen valuma-alueen pinta-ala on 206 hehtaaria.

6 EHDOTUS VESIENSUOJELURAKENTEIDEN TOTEUTUSJÄRJESTYKSEKSI

Vesiensuojelurakenteille ehdotetaan seuraavaa toteuttamisjärjestystä:

1. Suurisuonojan kosteikko
2. Saukonoron pohjapadot

Ehdotus vesiensuojelurakenteiden toteuttamisjärjestykseksi perustuu arvioon siitä, millä ehdotetuista vesiensuojelurakenteista pystyttäisiin parhaiten parantamaan Sompasen valuma-alueen vesiensuojelua.