



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus

Sipoon Savijärven kunnostussuunnitelma

Sipoon kuntakohtainen järvikunnostusohjelma

Sipoon Savijärven kunnostus- suunnitelma

Sipoon kuntakohtainen järvikunnostusohjelma

Anne-Marie Hagman

20/2011

Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskuksen julkaisuja

ISBN 978-952-257-433-6 (PDF)

ISSN-L 1798-8101

ISSN 1798-8071 (verkkójulkaisu)

Julkaisu on saatavana verkkójulkaisuna:
<http://www.ely-keskus.fi/uusimaa/julkaisut>
<http://www.ely-centralen.fi/nyland/publikationer>

Taitto: Anne-Marie Hagman

Valokuvat: Anne-Marie Hagman

Kartat: Anne-Marie Hagman © Maanmittauslaitos lupa nro 7/MML/11 ja Affecto Finland Oy,
Karttakeskus, lupa L4659.

Sisällys

1 Johdanto	5
2 Aineisto ja menetelmät	6
2.1 Vedenlaatu	6
2.2 Kasvillisuus	6
2.3 Kalasto	6
2.4 Kuormituksen laskeminen Savijärvelle	6
2.4.1 VEPS-tietojärjestelmä.....	6
2.4.2 SYKEN vesistömalli.....	8
2.5 Ulkoisen kuormituksen sietokyvyn arviointi	8
2.6 Sisäisen kuormituksen arviointi	9
3 Savijärven perustila	11
3.1 Veden laatu	11
3.2 Kalasto	17
3.3 Kasviplankton	18
3.4 Eläinplankton	19
3.5 Kasvillisuus	19
3.6 Pohjaeläimet	20
3.7 Linnusto	20
3.8 Sedimentti	21
3.9 Luonnonsuojelualue	21
4 Kuormitus selvitys	22
4.1 Ulkoinen kuormitus	22
4.1.1 Ulkoinen kuormitus VEPS:n mukaan arvioituna.....	22
4.1.2. Ulkoinen kuormitus SYKE:n vesistömallin perusteella arvioituna.....	23
4.1.3 Kuormituksen sietokyvyn arviointi Vollenweiderin mallilla.....	24
4.2 Sisäinen kuormitus	25
4.2.1 Sisäisen kuormituksen arviointi ulkoisen kuormituksen mukaan.....	25
4.2.2 Sisäisen kuormituksen arviointi muihin tekijöihin perustuen.....	25
4.2.3 Sisäinen kuormitus SYKE:n vesistömallin perusteella arvioituna.....	25
5 Tavoitteet	27
6 Savijärvelle soveltuvat kunnostusmenetelmät	28
6.1 Kuormituksen vähentäminen	28
6.1.1 Ulkoinen kuormitus.....	28
6.1.1.1 Maatalouden ulkoinen ravinnekuormitus.....	28
6.1.1.2 Kotieläinten aiheuttama kuormitus.....	30
6.1.1.3 Haja-asutuksen aiheuttama kuormitus.....	30
6.1.1.4 Hulevesien aiheuttama kuormitus.....	31
6.1.2 Sisäinen kuormitus.....	32
6.2 Vesikasvien poisto	32
6.3 Kalaston hoito	34
6.3.1 Tehokalastus.....	34
6.3.2 Petokalaistutukset.....	35
6.3.3 Valtaojien ja purojen kunnostus.....	35
6.3.4 Kalastuksen järjestäminen ja säätely.....	36
6.3.6 Kalaston rakenteen seuranta.....	36
6.4 Happipitoisuuden lisääminen	36
6.4.1 Yleistä hapettamisesta.....	36
6.4.2 Hapettaminen yhtenä Savijärven kunnostusmenetelmänä.....	37

7 Huonosti soveltuvat tai soveltumattomat kunnostusmenetelmät.....	40
7.1 Vedenpinnan nosto.....	40
7.2 Fosforin kemiallinen saostaminen	40
7.2.1 Rauta- tai alumiiniyhdisteet	40
7.2.2 Happikalkki eli kalsiumperoksidi	41
7.2.3 Phoslock	41
7.3 Sedimentin poistaminen.....	42
8 Seuranta.....	43
9 Kunnostuksen vaikutukset luonnonsuojelutavoitteiden kannalta.....	44
9.1 Valuma-alueella tehtävät toimenpiteet	44
9.2 Järvessä tehtävät toimenpiteet.....	44
10 Yhteenveto	45
Kirjallisuus	47
Liitteet	51
Kuvailulehti.....	54
Presentationsblad	55

1 Johdanto

Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus jatkoi vuonna 2010 Uudenmaan ympäristökeskuksen vuonna 2006 aloittamaa järvien kuntakohtaista kunnostusohjelmaa. Sipoon kunta tuli mukaan ohjelmaan loppuvuonna 2010. Tällöin sovittiin, että Savijärvelle tehdään perustilan selvitys, laskennallinen kuormitus selvitys ja niihin pohjautuva kunnostussuunnitelma.

Savijärvelle on tehty kunnostussuunnitelma (Maa ja Vesi Oy 1988) ja hoito- ja käyttösuunnitelma (Vinni 2005) ja järvellä on myös toteutettu erilaisia toimenpiteitä. Vuoden 1988 kunnostussuunnitelmassa Savijärvelle suositeltiin veden pinnan nostoa kasvillisuuden vähentämiseksi. Työssä arvioitiin silloiset toimenpiteen aiheuttamat vahingot. Lisäksi suositeltiin hapettamista ja kolmen pienen alueen ruoppausta virkistyskäytön parantamiseksi. Suuremmalle ruoppaukselle ei löydetty läjitysalueita, joten se todettiin mahdottomaksi toteuttaa. Savijärven ulkoista kuormitusta esitettiin vähennettäväksi. Vuoden 2005 hoito- ja käyttösuunnitelmassa oli samansuuntaisia suosituksia. Kunnostustoimenpiteiksi suositeltiin ulkoisen kuormituksen vähentämistä laskeutusaltaiden ja suo-javyöhykkeiden perustamisella. Työssä ei esitetty näille tarkempia paikkoja vaan todettiin vaan niiden tarve yleisesti. Uutena menetelmänä suositeltiin hoitokalastusten jatkamista ja petokalaistuksia. Myös hapetusta suositeltiin. Ruoppaus todettiin liian kalliiksi toteuttaa. Samoin veden pinnan nosto katsottiin liian kalliiksi sekä tehottomaksi menetelmäksi. Työssä arvioitiin, että 20 cm:n nosto ei riitä parantamaan järven tilaa, eikä ilmeisesti suurempaan nostoon ollut mahdollisuutta.

Vesikasveja on poistettu vuosina 1978 – 1980 ja 1985 kalastuskunnan toimesta (Maa ja Vesi 1988). Savijärvellä tehtiin hapetuskokeilu talvella 1987 – 1988 Vuoden 1987 puolella oli käytössä yksi 4 kw:n laite (Neutrox 4). Alkutilvesta 1988 hankittiin toinen samanlainen laite (Stenberg 1988). Kalakannan rakenteen parantamiseksi on tehty nuottauksia vuosina 2003 -2010.

Savijärvi sijaitsee Sipoossa lähellä Nikkilää (kuva 1). Savijärvi on matala ja hyvin rehevä järvi. Siinä esiintyy säännöllisiä leväkukintoja ja sen kalasto on ruutanavaltainen. Järven pohjoispäässä on kunnan yleinen uimaranta. Savijärvi kuuluu valtakunnalliseen lintuvesien suojeluohjelmaan. Savijärvi jakautuu kahteen yhteiseen vesialueeseen, joiden osakkaat on selvitetty.

Työhön ovat antaneet parannusehdotuksia ja kommentteja Sirpa Penttilä, Jarmo Vääriskoski, Ilpo Huolman (Uudenmaan ELY-keskus) ja Christel Kyttälä (Sipoon kunta).



Kuva 1. Savijärven ja sen valuma-alueen sijainti Sipoossa. Mittakaava 1 : 40 000. Luvat: Maanmittauslaitos lupa nro 7/MML/11 ja Affecto Finland Oy, Karttakeskus, lupa L4659.

2 Aineisto ja menetelmät

2.1 Vedenlaatu

Savijärven vedenlaatua on seurattu Uudenmaan ympäristökeskuksen (nykyisen Uudenmaan ELY-keskuksen) toimesta (Hertta 2011). Järviä on luokiteltu aiemmin vesien yleisen käyttökelpoisuuden perusteella. Vesien yleinen käyttökelpoisuusluokitus kuvaa vesien keskimääräistä veden laatua sekä soveltuvuutta vedenhankintaan, kalavesiksi ja virkistyskäyttöön. Luokkia on viisi: erinomainen, hyvä, tyydyttävä, välttävä ja huono. Vesien hoidon suunnittelun myötä myös luokittelu on uudistunut ja pohjautuu vedenlaatutekijöiden lisäksi biologisiin muuttujiin. Nykyisin määritetään tarkasteltavan vesistön ekologinen tila, sikäli kun se on mahdollista. Ekologinen tila luokitellaan samalla viisiportaisella asteikolla. Leväkukintailmoituksia ja levälajeja selvitettiin ympäristöhallinnon levähaittarekisteristä.

2.2 Kasvillisuus

Vuonna 1978 tehtiin kasvillisuuskartoitus, koska samana kesänä aloitettiin niittokokeilut. Seuraava kartoitus tehtiin vuonna 1985. Savijärven kasvillisuutta on selvitetty myös vuonna 2003. Kasvillisuutta käytiin kartoittamassa myös syyskuussa 2011 tämän työn puitteissa. Mukana maastokäynnillä oli Sipoon kunnan ympäristötarkastaja Ari Sirkka. Savijärvi kierrettiin soutamalla rantoja pitkin. Kartoituksessa tarkasteltiin kasvillisuutta kunnostustarpeen näkökulmasta. Kartoitus kohdistui pääosin ilmaversoisiin ja kelluslehtisiin vesikasveihin. Uposlehtisiä vesikasveja ei etsitty haraamalla. Uposlehtisiä vesikasveja kuitenkin yritettiin havainnoida silmämääräisesti.

2.3 Kalasto

Savijärvellä on nuotattu vuosittain vuodesta 2003 alkaen. Nämä nuottaustiedot antavat hyvän kuvan kalaston rakenteesta. Lisäksi vuonna 1988 ja 2003 on tehty koekalastukset, joiden tiedot on myös esitelty raportissa.

2.4 Kuormituksen laskeminen Savijärvelle

2.4.1 VEPS-tietojärjestelmä

Ympäristöhallinnon VEPS-tietojärjestelmä antaa tiedot kolmannen jakovaiheen vesistö-alueen tarkkuudella (liite 1). Savijärven osalta tietoja tarkennettiin erikseen. Savijärvelle haettiin kuormituksen laskemista varten VEPSistä ominaiskuormitusluvut sekä fosforille että typelle (taulukko 1).

Taulukko 1. Savijärven kuormituksen arvioinnissa käytetyt ominaiskuormitusluvut (kg/km² / kg/as) fosforin ja typen osalta. Maatalouden, luonnonhuuhtouman, haja- ja loma-asutuksen, pistekuormituksen ja turvetuotannon keskiarvo on vuosilta 2000 – 2007, metsätalouden, laskeuman ja hulevesien keskiarvo vuosilta 2000 – 2002.

	Fosfori	Typpi
Peltoviljely	193	1 346
Metsätalous	0,81	13,27
Laskeuma	8,05	580
Luonnonhuuhtouma	6,30	185
Hulevesi	1,61	116
Haja- ja loma-asutus	0,38	2,5
Pistekuormitus	-	-
Turvetuotanto	-	-

Savijärven kohdistuvan kuormituksen arvioinnissa käytettiin VEPS-tietojärjestelmästä saatuja tietoja ja karttatarkastelua. Viljeltyjen peltujen pinta-alat määritettiin Arc Gis -karttaohjelmalla. Haja-asutuksen aiheuttaman kuormituksen arvioinnissa käytettiin Arc Gis-ohjelmasta saatuja tietoja asukasmääristä. Näin saadut haja- ja loma-asutuksen kuormitusta kuvaavat luvut kerrottiin VEP-Sistä saadulla ominaiskuormitusluvulla ja laskettiin yhteen. Metsätalouden kuormitus arvioitiin karttatarkastelun avulla. Metsämaan osuus valuma-alueesta kerrottiin valuma-aluekohtaisella VEPS-tietojärjestelmästä saadulla ominaiskuormitusluvulla.

Luonnonhuuhtoumalle ja laskeumalle haettiin VEPSistä ominaiskuormituslukuarvot. Savijärven valuma-alue on VEPSin vastaavaa pienempi, joten kuormitus suhteutettiin järven valuma-alueelle. Savijärven valuma-alueesta vähennettiin järven ala luonnonhuuhtoumaa laskettaessa. Laskeuma katsottiin kohdistuvan vain vesialueelle.

Savijärven valuma-alueella on kotieläimistä ainoastaan hevosia. Näiden aiheuttaman kuormituksen arvioimiseksi käytettiin Sipoon kunnalta saatuja tietoja eläinyksiköiden määristä. Fosforikuormitusta arvioitiin laskemalla eläinyksikköä kohden hevosten lannassaan tuottama fosforimäärä (taulukko 2). Laskennassa tehtiin oletus, että laitumelle jää 20 % lannasta. Tällöin laskenta kohdistetaan loppuun 80 %:iin. Tästä on arvioitu huuhtoutuvan n. 6 %. Tyypestä ei ollut samanlaista taulukkoa käytettävissä. Toinen arvio antaa kotieläinten kuormitukseksi 12 kg fosforia ja 80 kg typpeä eläinyksikköä kohden vuodessa. Tästä saadaan näiden väliseksi kertoimeksi 6,67. Saadut fosforikuormitukset kerrottiin siis tällä luvulla.

Taulukko 2. Kotieläinten vuosittain lannassaan tuottama fosforimäärä (Ympäristöministeriö 2009).

Eläin	Tuotto (kg P / a)
Lypsylehmä	17
Emolehmä , sonni > 2 v	8,5
Vasikka < 6 kk	1,5
Lehmävasikka 6 -12 kk	3,5
Sonnivasikka 6 -12 kk	4,5
Hieho 12 -24 kk	5
Sonni 12 -24 kk	6
Hevonen 2 v -	12
Poni 2 v-, hevonen 1 v	7
Pienponi 2 v-, poni, hevonen <1 v	5
Pienponi 1 v, poni <1 v	3
Pienponi <1 v	2
Uuhi karitsoineen; kuttu kileineen	2,5
Emakko porsaineen	8,5
Lihasila, siitossika, karju, joutilas emakko	2,5
Vieroitettu porsas	1,0
Kana, broileremo, emokalkkuna, emoankka, emohanhi, emosorsa, emofasaani	0,2
Kukko, lihakalkkuna, lihanhanhi, liha-ankka, lihasorsa, lihafasaani	0,1
Broileri, kananuorikko	0,05

2.4.2 SYKE:n vesistömalli

Suomen ympäristökeskuksessa on kehitetty vesistömallijärjestelmä, jolla on mahdollista arvioida yksittäiseen järveen kohdistuvaa kuormitusta. Kyseinen malli ottaa huomioon sääolot. Nämä vaikuttavat järviin kohdistuvaan kuormitukseen merkittävästi. Mallissa on takana meteorologista ja hydrologista dataa (Vehviläinen & Huttunen 2001). Vesistömallikoulutuksessa (Huttunen ym. 2008) kerrottiin mallista seuraavaa:

"Vesistömallijärjestelmään liitetty vedenlaatuosio laskee kokonaisfosforin, kokonaistypen ja kiintoaineksen kuormitusta vesistöihin maa-alueilta ja aineiden kulkeutumista vesistöissä. Jokaiselle järvelle on jaettu oma valuma-alue, joka on jaettu edelleen peltoalueeseen, vesialueeseen ja muuhun maa-alueeseen.

Mallissa on määritelty järvien hierarkia, eli mistä mihin järveen vedet menevät. Malli sisältää lähes kaikki yli 1 ha järvet, yhteensä hiukan yli 58 000 järveä. Mallissa lasketaan ensin maa-alueelta päivittäin syntyvä kuormitus. Kuormitus lasketaan erikseen peltoalueelle ja muulle maa-alueelle. Muodostuvan valunnan pitoisuus riippuu valunnan määrästä (mm/vrk) ja vuodenajasta. Valunta on jaettu luokkiin alle 1 mm/vrk, 1-3 mm/vrk, 3-6 mm/vrk, 6-10 mm/vrk ja yli 10 mm/vrk. Vuosi on jaettu kausiin: lumipeitteinen aika, lumipeitteetön aika ennen kasvukauden alkua, kasvukausi, lumipeitteetön aika kasvukauden jälkeen. Mallissa on kalibroidut parametrit, jotka määräävät valunnan pitoisuuden jokaisella valuntaluokalla ja vuodenajalla. Nämä parametrit kalibroidaan vesistön vedenlaatuhavaintojen perusteella.

Kun maa-alueelta muodostuva kuormitus on laskettu, lasketaan vesistöalueen järvet yläjuoksulta alkaen, niin että lasketaan jokaiseen järveen tuleva kuormitus, pitoisuus järvessä, sedimentaatio, sisäinen kuormitus ja lopulta lähtävä kuormitus. Kokonaistypen laskennassa lasketaan lisäksi denitrifikaatio vesipinnasta ja kiintoaineen laskennassa sedimentaatio ja eroosio jokiuomassa.

Vedenlaatulaskennan kalibroinnissa mallin laskemia pitoisuuksia verrataan havaittuihin kaikissa vedenlaatuhavaintopisteissä. Siten malli simuloi pitoisuuksia kaikissa havaintopisteissä."

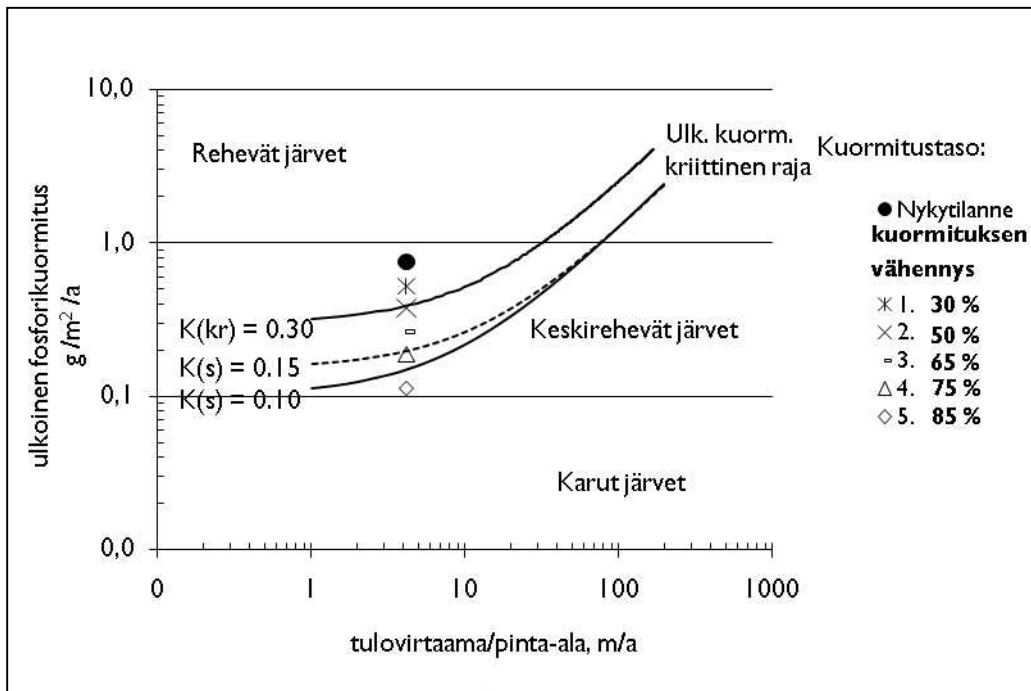
2.5 Ulkoisen kuormituksen sietokyvyn arviointi

Saadun kokonaiskuormituksen merkitystä Savijärven kuormituksen sietokykyyn arvioitiin Vollenweiderin (1976) mallin avulla. Laskennassa käytettiin Vesi-Ekon Erkki Saarijärveltä saatua Excel-tiedostoa.

Ulkoisella kuormituksella tarkoitetaan järven valuma-alueelta järveen valumavesien mukana kulkeutuvaa ravinne- ja kiintoainekuormitusta. Kuormitusta tulee ilmaperäisestä laskeumasta ja luonnonhuuhtoumasta sekä ihmisen toiminnasta kuten maa- ja metsätaloudesta sekä haja-asutuksesta.

Järvien kunnostuksessa on hyvin tärkeää selvittää ulkoiset kuormittavat tekijät ja miten merkittävää kuormitus on. Valuma-alue voidaan jakaa kauko- ja lähivaluma-alueeseen. Tulojoet tuovat yleensä kuormitusta kauempaa. Lähivaluma-alueelta kuormitus tulee pikkupuroissa hajakuormituksena. Lähivaluma-alueella on tyypillistä pitoisuuksien suuri vaihtelu (Lappalainen 1990).

Ulkoisen kuormituksen sietokyvyn arviointiin voidaan käyttää Vollenweiderin (1976) mallia. Siinä tulevaa ulkoista kuormitusta verrataan hydrauliseen pinta-kuormaan. Hydraulinen pintakuorma saadaan jakamalla tulovirtaama järven pinta-alalla tai keskisyvyys viipymällä. Sietorajat on määritetty laajan järvitutkimuksen perusteella. Ns. kriittinen raja ($P_v = 0,174x^{0,469}$) kuvaa tilannetta, jossa kuormitus aiheuttaa rehevöitymisen kiihtymistä. Sallittu raja ($P_s = 0,055x^{0,635}$) taas kertoo kuormitustasosta, jota järvi pystyy sietämään ilman, että se rehevöityy. Yleensä sallitun kuormituksen rajana käytetään katkoviivalla merkittyä käyrää, jossa fosforikuormitus on $0,15 \text{ g/m}^2$ vuodessa (kuva 2). Mallin käytössä on huomioitava sen suuntaa-antavuus ja yleistettävyyys, se ei ota huomioon järven yksilöllisiä ominaisuuksia.



Kuva 2. Vollenweiderin mallin mukainen ulkoisen fosforikuormituksen arviointi. Sallittu kuormitus voidaan ajatella sijaitsevan kohdassa $K_s=0,15$. Numeroilla 1 – 5 on kuvattu erisuuruiset kuormitusvähennykset.

2.6 Sisäisen kuormituksen arviointi

Sisäisellä kuormituksella tarkoitetaan tilannetta, jossa ravinteita alkaa vapautua uudelleen kiertoa pohjan sedimentistä. Järven rehevöityessä sen tuotantotaso kasvaa, jolloin syntyy enemmän hajotettavaa ainesta. Hajotustoiminta kuluttaa sedimentin happivarjoja. Hapen kuluessa loppuun sedimenttiin sitoutuneen fosforin vapautuminen pohjan sedimentistä kiihtyy. Sedimentistä voi myös vapautua ravinteita, kun kalat etsivät ruokaa pohjalta. Tällaisia pohjasta ruokaa etsiviä kaloja ovat särkikaloihin kuuluvat lahna, suutari, pasuri ja ruutana. Myös särjet voivat nostaa ravinteita veteen pohjasta ravintoa etsiessään. Fosforia alkaa myös vapautua, kun veden pH-arvo nousee reilusti emäksiselle puolelle. Rehevissä järvissä kasvien ja levien yhteytystoiminta saattaa nostaa veden pH-arvon yli yhdeksään. Tällöin sisäinen kuormitus voi voimistua edelleen.

Sisäisen kuormituksen suuruutta on vaikeampi arvioida. Jotta sen laskeminen olisi mahdollista, pitäisi tietää järvessä olevan sedimentoituvan aineksen määrä tai sedimentaationopeus. Sisäistä kuormitusta on kuitenkin mahdollista arvioida välillisesti. Järveen tulevan kuormituksen perusteella voidaan laskea vesipatsaan keskimääräinen fosforipitoisuus. Friskin (1978) mukaan tämä lasketaan kaavalla:

$$C = (1-R) * I / Q, \text{ jossa}$$

$$C = \text{keskimääräinen fosforipitoisuus, mg / m}^3$$

$$R = \text{pidättymiskerroin} = 0,370$$

$$I = \text{tuleva kuormitus, mg / s ja}$$

$$Q = \text{virtaama, m}^3 / \text{s}$$

Vertaamalla laskettua kokonaisfosforipitoisuutta mitattuun pitoisuuteen, voidaan arvioida sisäisen kuormituksen suuruutta. Jos havaittu fosforipitoisuus on selvästi laskettua pitoisuutta suurempi, on oletettavaa, että järvi kärsii sisäisestä kuormituksesta. Jos taas havaittu pitoisuus on laskettua pienempi, järveen tuleva aines sedimentoituu helpommin.

Vesipatsaan fosforipitoisuuden perusteella on mahdollista ennustaa klorofyllipitoisuutta. Klorofylli-a- ja kokonaisfosforipitoisuudet korreloivat selvästi Pietiläisen ja Räikkeen (1999) tekemän järvihavaintopaikka-tutkimuksen mukaan. Selityskertoimen kyseisessä tutkimuksessa oli 0,89. Aineistosta saatiin suoran yhtälöksi

$$y = 0,5655x - 1,9312, \text{ jossa}$$

y on klorofyllipitoisuus ja

x on kokonaisfosforipitoisuus.

Klorofylli-a- ja kokonaisfosforipitoisuuden suhde kertoo kalaston vaikutuksesta kasviplanktonin muodostumiseen. Vertaamalla ennustettua klorofyllipitoisuutta havaittuun pitoisuuteen, voidaan arvioida muodostuuko järvessä leväkukintoja helposti. Jos havaittu pitoisuus on selvästi ennustettua korkeampi, myös klorofyllin ja fosforin suhde on suuri. Molemmat seikat puoltavat tällöin kalaston suurta vaikutusta leväkukintojen muodostumiseen. Kunnostustoimenpiteeksi voidaan suositella ravintoketjukurinointia silloin, kun koekalastustulokset osoittavat kalaston rakenteen olevan voinnut.

3 Savijärven perustila

Savijärvi on pinta-alaltaan 39,7 ha ja kuuluu Nevasån vesistöalueeseen. Savijärvi on matala, sen syvin kohta on 2,6 m ja keskisyvyys 1,6 m. Järven valuma-alueen pinta-ala on 298 ha eli 2,98 km² (taulukko 3). Savijärvi sijaitsee Sipoon kirkonkylän itäpuolella. Valuma-alueella on noin 10 % peltoja. Savijärven laskennallinen viipymä on lyhyt eli 262 päivää. Järvi kuuluu valtakunnalliseen lintuvesien suojeluohjelmaan.

Taulukko 3. Savijärven hydrologisia suureita.

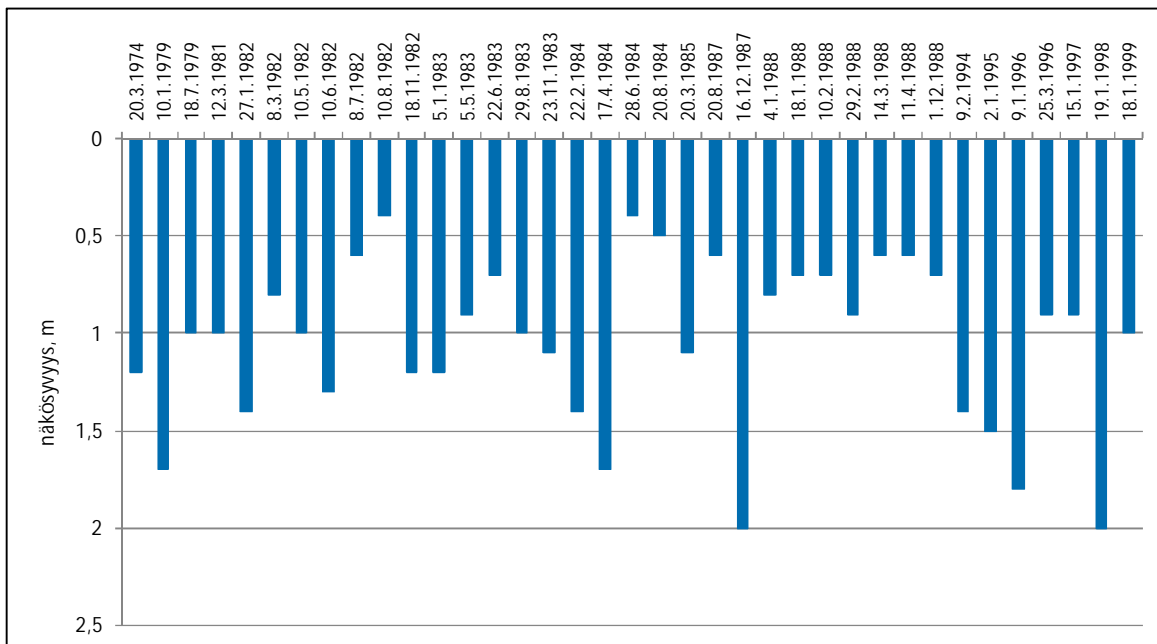
järven pinta-ala	39,7 ha
valuma-alueen pinta-ala	298 ha
keskisyvyys	1,6 m
suurin syvyys	2,6 m
tilavuus	641,25 * 10 ³ m ³
viipymä	262 päivää eli 0,72 vuotta
keskivirtaama	0,028 m ³ /s
rantaviiva	2,926 km
saaria	-

3.1 Veden laatu

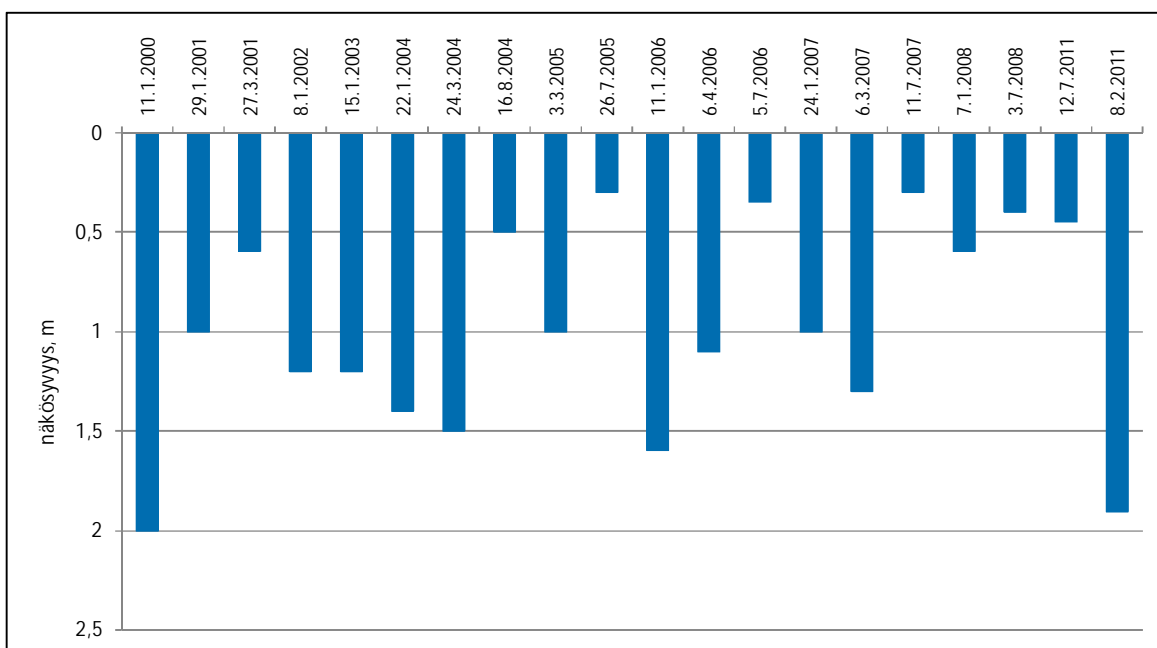
Savijärvi kuuluu runsasravinteiset ja runsaskalkkiset järvet (RrRk) - runsasravinteiset - pintavesityyppiin. Pintavesien yleisen käyttökelpoisuusluokituksen mukaisesti Savijärvi on luokiteltu välttäväksi vuosina 1984 – 1986 ja huonoksi 1994 – 1997 ja 2000 - 2003. Vuosina 1989 – 1992 ja 1998 – 2000 Savijärven käyttökelpoisuutta ei ole luokiteltu. Päätös ekologisen tilan luokittelusta puuttuu. Sen tilalle on tehty muu asiantuntija-arvio, joka perustuu ainoastaan vedenlaatutietoon. Savijärvi on tämän asiantuntija-arvion mukaan tilaltaan huono (Hertta 2010).

Savijärvestä löytyy melko runsaasti vedenlaatutietoja (Hertta 2011). Näytteitä on otettu vuodesta 1969 lähtien vuoteen 2011 saakka. Kaikkina vuosina näytteitä ei ole kuitenkaan otettu tai kaikkia tuloksia ei välttämättä ole rekistereissä. Savijärvestä on ollut useita näytteenottopisteitä. Yhdestä löytyy pitkä aikasarja, osasta näytteenottopisteitä on otettu ainoastaan satunnaisesti näytteitä.

Näkösyvyys on vaihdellut keskimäärin 0,3 – 2 metrin välillä (kuvat 3 ja 4). Alhaisimmillaan näkösyvyys on ollut kesällä 2005 ja 2008 ollen tällöin 0,3 m. Korkeimmat arvot (2 m) ovat talvisia arvoja.

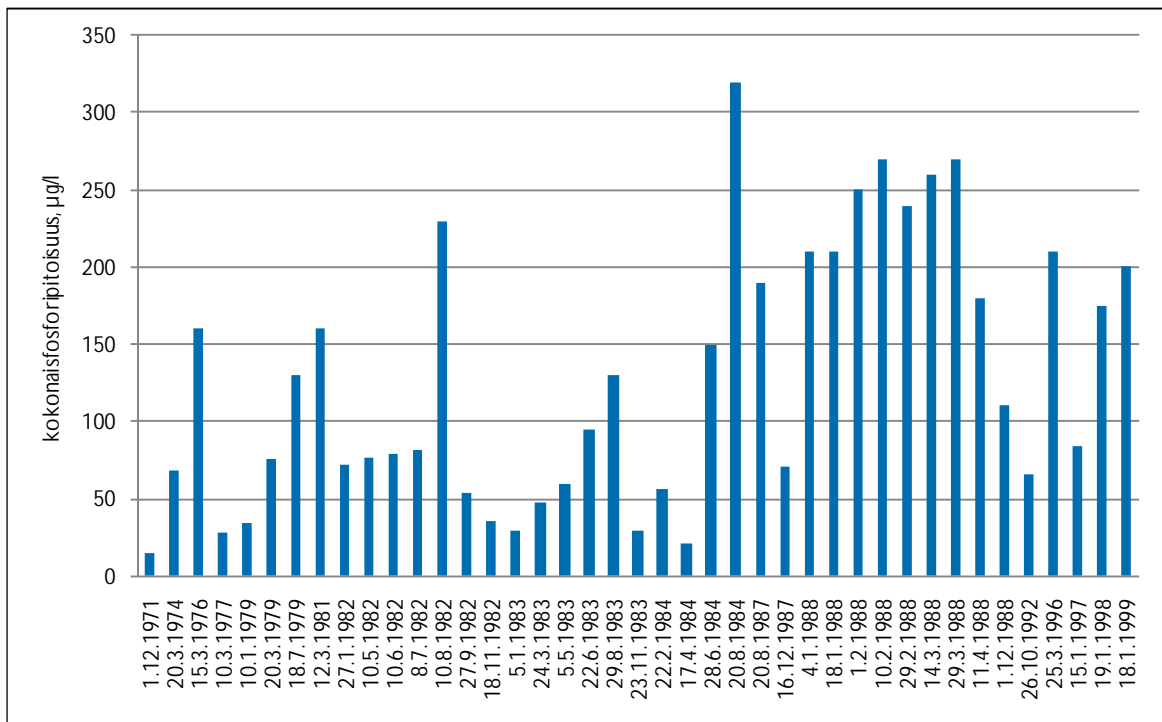


Kuva 3. Savijärven näkösyyvyys eri vuosina ajalla 1974 – 1999.

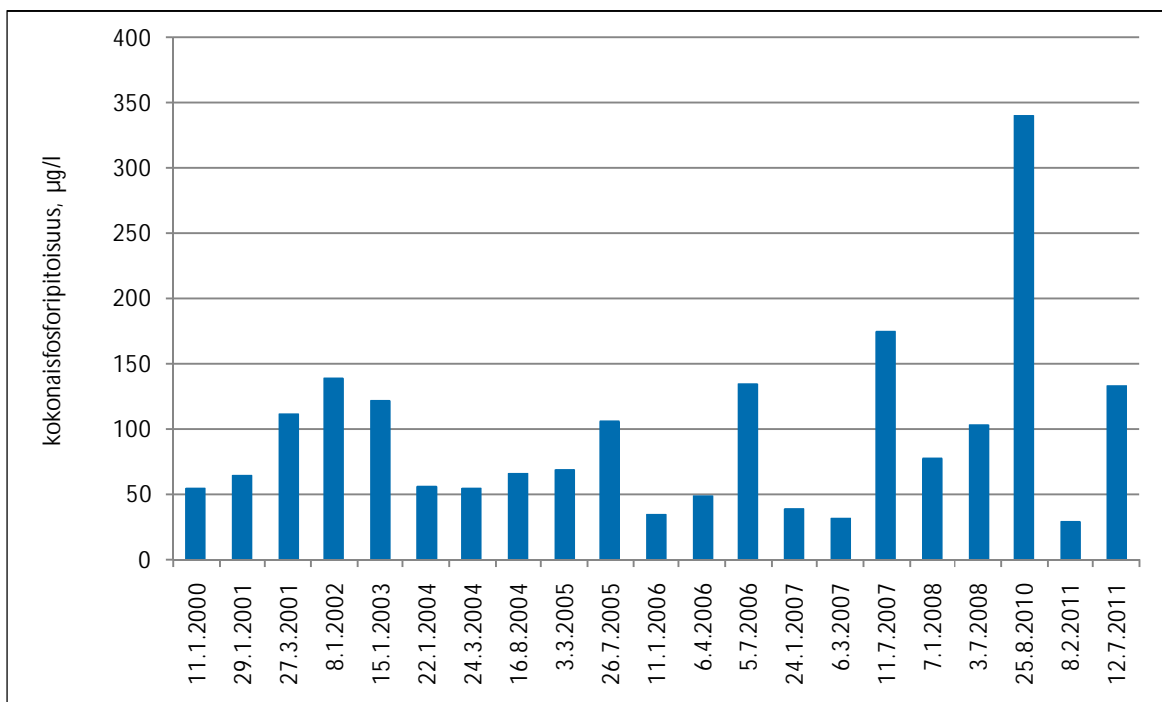


Kuva 4. Savijärven näkösyyvyys eri vuosina ajalla 2000 – 2011.

Savijärven kokonaisfosforipitoisuus on ollut yhden metrin syvyydessä suurimmillaan 320 µg/l vuonna 1984 ja 340 µg/l vuonna 2010 (kuvat 5 ja 6). Kesäisin kokonaisfosforipitoisuus on ollut 2000-luvulla 65 – 340 µg/l (kuva 6). Järvi voidaan luokitella reheväksi, kun sen kokonaisfosforipitoisuus on yli 25 µg/l eli Savijärven voidaan todeta olevan selvästi rehevä. Myös talvisin kokonaisfosforipitoisuudet ovat olleet korkeita. Pohjanläheistä kokonaisfosforipitoisuutta ei ole määritetty 2000-luvulla. Viimeisin määrittäminen on vuodelta 1988 kahden metrin syvyydestä.

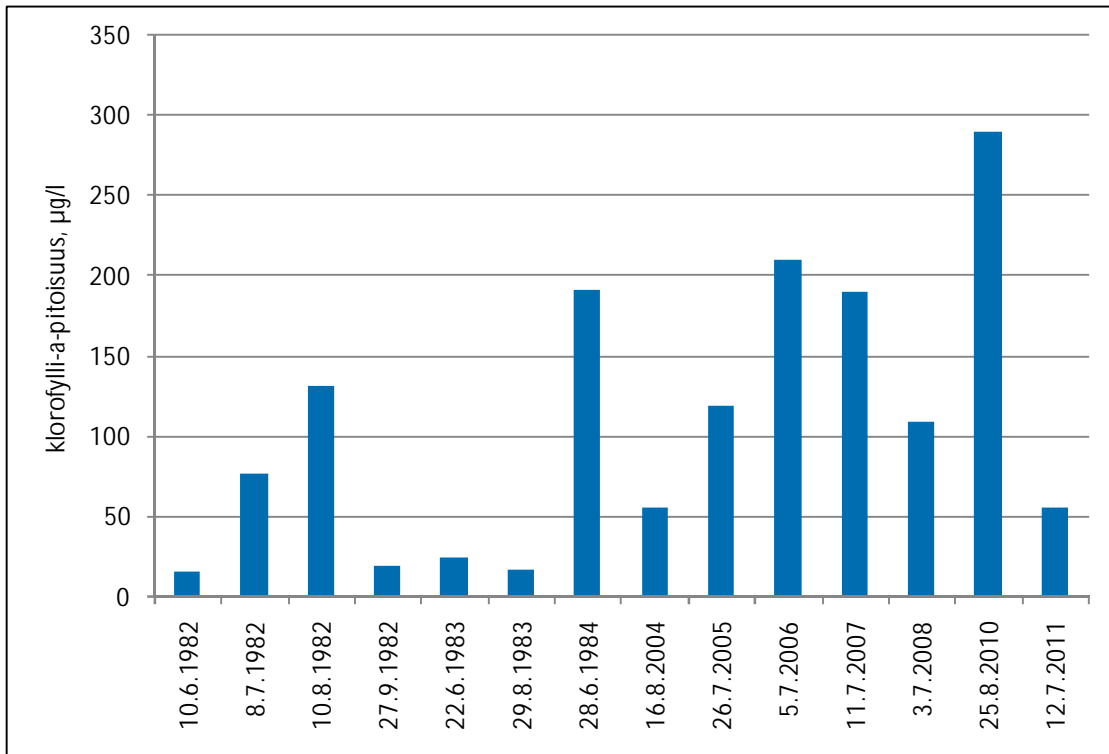


Kuva 5. Savijärven kokonaisfosforipitoisuus yhden metrin syvyydessä eri vuosina ajalla 1971 - 1999.



Kuva 6. Savijärven kokonaisfosforipitoisuus yhden metrin syvyydessä eri vuosina ajalla 2000 - 2011.

Savijärven levämäärää kuvaava klorofylli-a-pitoisuus on ollut korkeimmillaan elokuussa 2010, ollen tällöin 290 µg/l (kuva 7). Kyseinen arvo kertoo erittäin suuresta leväkukinnasta. Pitoisuus on ollut useina vuosina yli 100 µg/l, mikä sekkin kertoo voimakkaasta leväkukinnasta. Klorofylli-a-pitoisuus vaihtelee huomattavasti sääoloista ja vuodenaikasta riippuen.



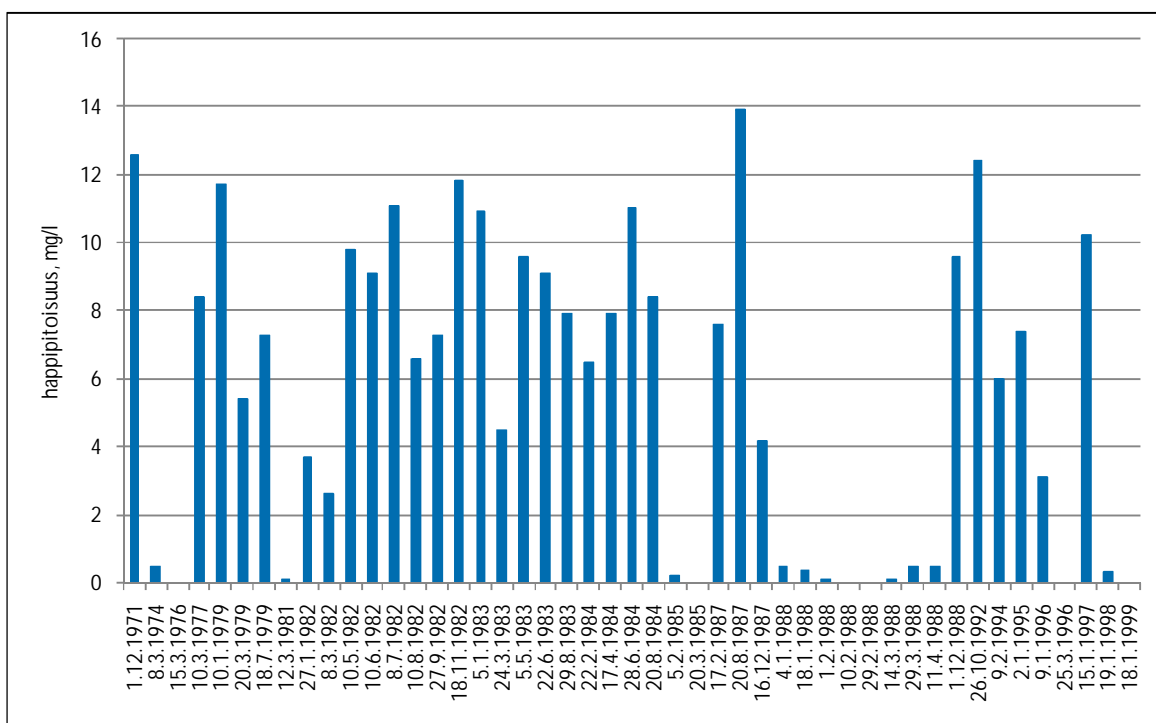
Kuva 7. Savijärven klorofylli-a-pitoisuus eri vuosina.

Savijärven on esiintynyt hyvin usein leväkukintoja (levähaittarekisteri 2010). Havaittavia kukintoja on ollut vuosina 1988, 1997, 2003 ja 2006. Runsaita kukintoja on ollut vuosina 1986, 1989, 1992, 1994, 2000, 2003 – 2005 ja 2007. Erittäin runsaita kukintoja on esiintynyt vuosina 1995, 2002, 2004 ja 2007. Klorofylli-a-pitoisuuden ja kokonaisfosforipitoisuuden suhde on ollut korkeimmillaan (1,57) vuonna 2006 (taulukko 4). Vuosina 2007 ja 2008 suhde oli noin 1. Nämä arvot kertovat kalaston vaikutuksesta veden laatuun. Kalastolla voidaan ajatella olevan veden laatua heikentävää vaikutusta, kun kyseinen suhde on yli 0,4. Lähempänä yhtä vaikutus on jo hyvin selkeä. Tällä perusteella näyttäisi, että Savijärven kalastolla on selvä vaikutus veden laatuun.

Taulukko 4. Savijärven klorofylli-a- ja kokonaisfosforipitoisuus sekä niiden suhde eri vuosina.

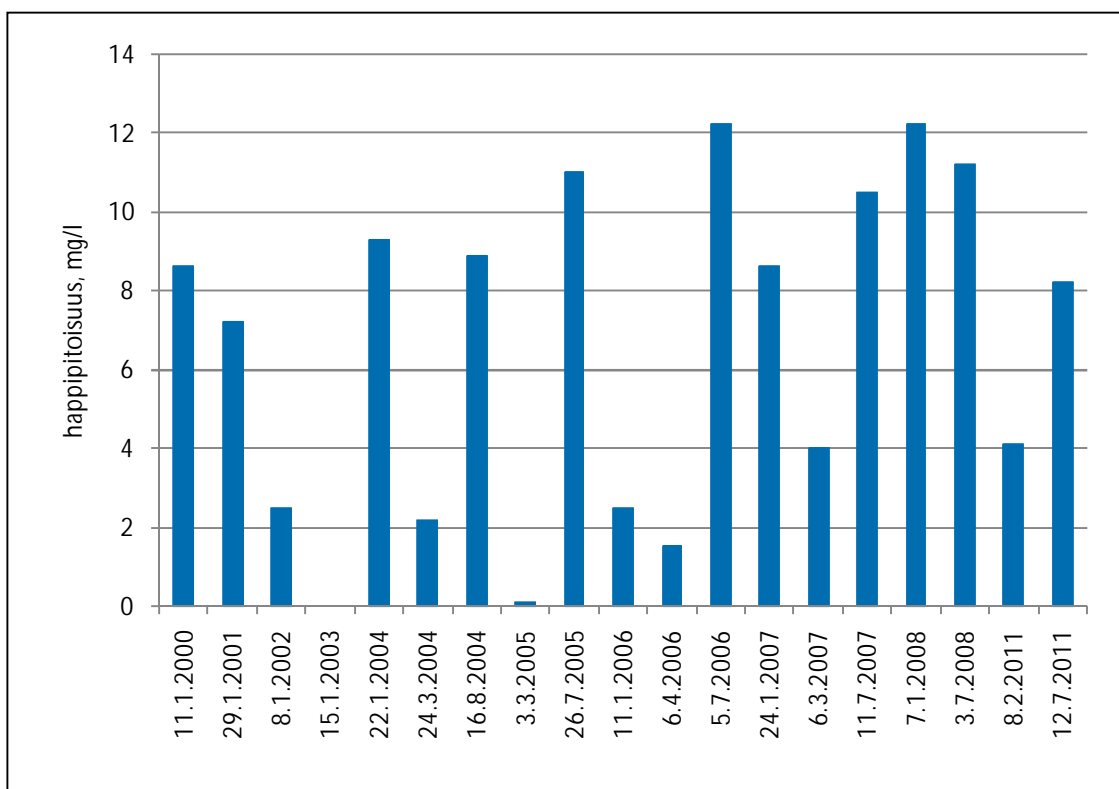
Vuosi	Klorofylli-a, µg/l	Kokonaisfosfori, µg/l	Klorofylli-a- ja kokonaisfosforipitoisuuksien suhde
10.6.1982	16,4	79	0,21
8.7.1982	77,2	81	0,95
10.8.1982	132	230	0,57
27.9.1982	19,9	54	0,37
22.6.1983	24,9	95	0,26
29.8.1983	17,4	130	0,13
28.6.1984	192	150	1,28
16.8.2004	56	65	0,86
26.7.2005	120	106	1,13
5.7.2006	210	134	1,57
11.7.2007	190	174	1,09
3.7.2008	110	103	1,07
25.8.2010	290	340	0,85
12.7.2011	56	133	0,42

Savijärvässä on ollut usein happikatoja jo yhden metrin syvyydessä (kuva 7). Pääosin happikadot ovat olleet talviaikaan.



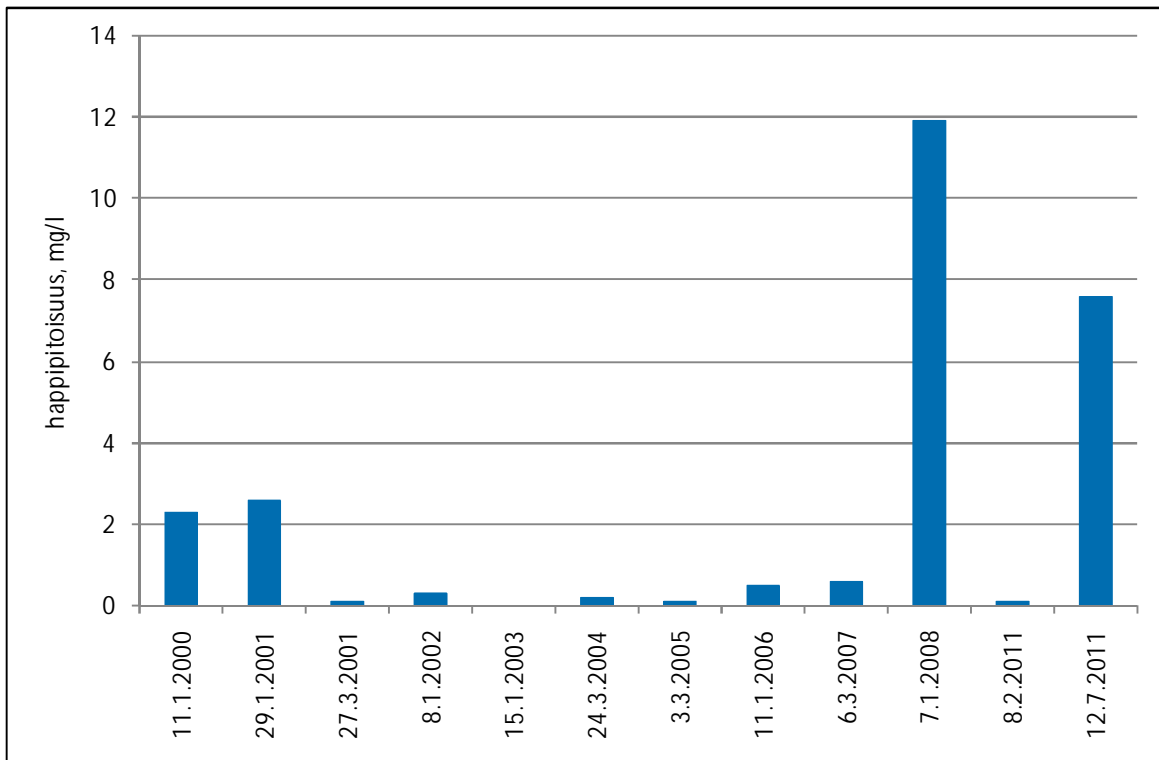
Kuva 7. Savijärven happipitoisuuksia yhden metrin syvyydessä eri vuosina ajalla 1971 – 1999.

Savijärvässä on ollut happikatoja 2000-luvulla yhden metrin syvyydessä vuosina 2003, 2004, 2005 ja 2006 (kuva 8.).



Kuva 8. Savijärven happipitoisuuksia yhden metrin syvyydessä eri vuosina ajalla 2000 – 2011.

Savijärven pohjanläheisessä vedessä on ollut 2000-luvulla lähes vuosittain happikatoja (kuva 9). Happikadot ovat olleet talviaikaan.



Kuva 9. Savijärven happipitoisuus pohjanläheisessä vedessä 2000-luvulla.

3.2 Kalasto



Kuva 10. Savijärven nuottaussaalista syyskuussa 2011. Kuva: Anne-Marie Hagman.

Vuonna 1988 (Maa ja Vesi 1988) tehdyn kalastaselvityksen mukaan Savijärven kalastoon ovat kuuluneet hauki, ahven, lahna, särki, ruutana ja suutari. Selvityksen mukaan näistä alkuperäisiä ovat olleet hauki, ahven ja särki. Vuonna 1988 vain suutari ja ruutana muodostivat pysyvän kannan talvisten happikatojen seurauksena, särki- ja haukikannasta osa on selvinnyt hengissä. Kala-kuolemia on esiintynyt vuosina 1962, 1967, 1974, 1976, 1981 ja 1985. Savijärveen on istutettu ankeriaita, peledsiikoja, suutareita, haukia, lahnoja, karppeja, järvitaimenia, mateita ja rapuja.

Vuonna 2003 tehdyn koekalastuksen mukaan Savijärvestä esiintyi ruutanaa, suutaria ja särkeä (Vinni 2005). Kalasto oli ruutanavaltainen (95 %). Poikasnuottauksessa vuonna 2003 saatiin saaliiksi ainoastaan ruutanoiden poikasia (Vinni 2005). Savijärveen on istutettu ahvenia vuonna 2004 (Vinni 2005). Keväällä 2008 järveen istutettiin 99 haukea ja 11 000 hauenpoikasta (Lappalainen ym. 2010)

Savijärvestä on tehty hoitokalastuksia vuosina 2003 – 2011 (Savola 2011). Saalis on koostunut lähes ainoastaan ruutanoista. Muita lajeja ovat olleet suutari, särki ja ahven. Näiden osuus saaliista on kuitenkin ollut alle 0,5 % (Savola 2005). Kyseisinä vuosina on pyydetty yhteensä noin 40 000 kg kalaa, mikä vastaa 1 000 kg/ha (taulukko 5). Tuhannessa kalakilossa on arvioitu olevan sitoutuneena 6 – 8 kg fosforia (Pohjoisen Puulan kunnostushanke 2011). Tämän mukaan pyydettyjen kalojen mukana on järvestä yhteensä poistunut noin 240 – 320 kg fosforia. Vuonna 2008 Savijärvestä on pyydetty 7 310 kg kalaa, mikä vastaa noin 45 – 60 kg fosforivähennystä. Vuonna 2009 kalojen mukana on poistunut 43 – 57 kg fosforia ja vuonna 2010 fosforia on poistunut 38 – 50 kg.

Taulukko 5. Savijärven hoitokalastusten saaliit vuosina 2003 – 2010 (Savola 2011).

	kokonaissaalis		saalis koko järven pinta-alalta	
	kg	kpl	kg/ha	kpl/ha
24. – 26.9.2003	5 500	56 350	138	1 409
1. – 3.9.2004	3 200	20 645	80	516
23. – 25.2.2005	360	43 760	9	1 094
5. – 7.9.2005	3 700	23 418	93	585
10. – 11.8.2006	2 050	29 680	51	742
14.7.2007	2 400	36 900	60	923
7.9.2007	2 300	35 400	58	885
25. – 26.8.2008	2 900	64 444	73	1 611
17. – 18.9.2008	4 410	58 800	110	1 470
12. – 13.8. ja 2.9. ja 4.9.2009	7 100	91 025	178	2 276
9. – 10.8. ja 15. – 16.9.2010	6 253	102 560	156	2 564
Yhteensä	40 173	562 982	1 004	9 235
Keskiarvo	3 652	51 180	91	1 280

Muutos kalastossa

Savijärven kalaston rakenteessa on tapahtunut sekä kalastuksesta että olosuhteista johtuvia muutoksia. Kalaston muutosta pohtivan tekstin on kirjoittanut pääsääntöisesti Petri Savola.

Nuottasaaliit ovat vaihdelleet jonkin verran vuosien varrella. Yksikkösaaliit alkoivat laskea alkuvuosien jälkeen, kunnes ne taas nousivat vuonna 2007. Sama muutos näkyi pituusjakaumissa. Vuosien 2003 – 2005 saaliissa oli lähes pelkästään 18 – 24 cm:n pituisia yksilöitä. Vuonna 2006 saaliissa esiintyi myös 2 – 4 cm:n pituusluokka ja 10 – 15 cm:n pituusluokka (Vinni 2008).

Kalamäärän lisääntymistä avovesialueella voi selittää aiempina vuosina tehdyt kalaistutukset. Vuonna 2004 Savijärveen siirtoistutettiin ahvenia lähivesistöistä. Siirretyt ahvenet kasvoivat hyvin ensimmäisenä kesänä ja selvisivät talven hengissä. Lisääntyminen onnistui keväällä ja syksyn 2005 nuottasaaliissa oli kohtalaisen paljon pieniä ahvenia. Seuraava talvi tappoi kaikki ahvenet, koska vuoden 2006 saaliissa niitä ei havaittu.

Vuonna 2008 keväällä Savijärveen istutettiin 99 kpl haukia. Haukien selkäevään oli kiinnitetty merkit. Lisäksi istutettiin 11 000 kpl samana keväänä kuoriutunutta hauenpoikasta (Lappalainen ym. 2010).

Tehdyt toimet ovat vaikuttaneet ruutanoiden nuotattavuuteen. Savijärvestä on paljon soistuvia rantoja ja kelluvia turvelauttoja, joiden alle ruutanoiden on ollut mahdollista mennä suojaan nuottausta. Haukien istuttamisen jälkeen ruutanat ovat todennäköisesti siirtyneet enemmän avoveteen. Syksyllä 2011 nuottauksessa saatiin saaliiksi 950 kpl vuoden 2008 istutuksista peräisin ollutta haukea tai niiden jälkeläistä.

Kolmen vuoden aikana ruutanoiden tiheys on alentunut vuoden 2008 tasosta 243 kg/ha vuoden 2010 tasoon 136 kg/ha. Samaan aikaan haukien määrä on kasvanut tasosta 0,1 kg/ha tasoon 5,7 kg/ha (Lappalainen ym. 2010). Näiden kolmen vuoden aikana Savijärvestä on poistettu noin 20 000 kg ruutanoita, mikä vastaa 517 kg/ha. Vuositasolla ruutanoita on poistettu noin 172 kg hehtaarilta. Yksikkösaalis nuotattua aluetta kohden oli 190 kg/ha.

3.3 Kasviplankton

Savijärven kasviplanktonia on tutkittu vuosina 2003 ja 2004 (Vinni 2005 ref. Tallberg 2003, Tallberg 2004). Sinilevät olivat vuonna 2003 kesäkuuta lukuun ottamatta aina biomassaltaan suurin lajiryhmä. Yleisimpiä sinileväsukuja olivat *Aphanizomenon*, *Anabaena* ja *Microcystis*. Piileviä esiintyi runsaasti kesä- ja syyskuussa. Lisäksi Savijärven kasviplanktonissa tavattiin nieluleviä, panssa-

rileviä, kultaleviä ja viherleviä. Savijärvi voitiin luokitella vuoden 2003 kasviplanktonkoostumuksensa perusteella reheväksi tai erittäin reheväksi järveksi. Vuosi 2004 oli hyvin vuoden 2003 kaltainen. Vuosi 2004 oli kuitenkin koleampi ja sinilevien maksimikukinto oli jo kesäkuussa.

3.4 Eläinplankton

Savijärven eläinplanktonia on selvitetty vuosina 2003 ja 2004 (Vinni 2005). Tutkimuksessa keskitettiin vesikirppuihin ja hankajalkaisiin. Vuonna 2003 vallitseva eläinplanktonlaji oli *Bosmina longirostris*. Hankajalkaisista esiintyi *Copepoda* -lajien eri kehitysvaiheita. Muita vesikirppulajeja olivat *Daphnia longispina*, *Daphnia cucullata*, *Daphnia cristata*, *Chydorus sphaericus*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *Diaphanosoma brachyurum* ja *Sida crystallina*. Vuonna 2004 eläinplanktonin koostumus oli hyvin samanlainen kuin vuonna 2003. Molempina vuosina *Bosmina longirostris* -vesikirput olivat erittäin pienikokoisia. Yleisesti ottaen eläinplanktonin tiheydet olivat tiheitä, mutta niiden keskikoko pieni. Tämä kertoo siitä, että niihin kohdistuisi suurta saalistuspainetta.

3.5 Kasvillisuus



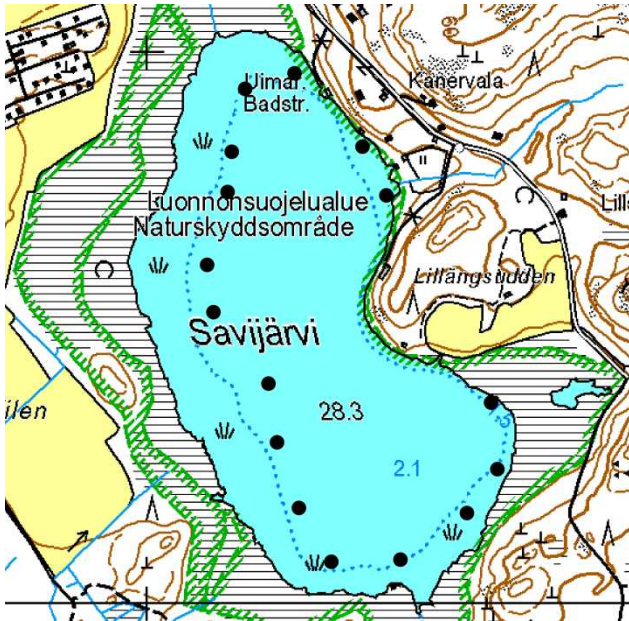
Kuvat 11 ja 12. Savijärven järviruoko- ja ulpukkakasvillisuutta loppukesällä 2011. Kuvat: Anne-Marie Hagman.

Savijärven vesikasvillisuutta on selvitetty vuonna 1985 (Nybom 1986). Tällöin ylivoimainen valtalaji oli ulpukka. Myös uistinviita oli yleinen, mutta sitä esiintyi niukasti. Lummetta oli vähän. Vuonna 1978 Savijärven kasvillisuutta oli kartoitettu aiemmin. Tällöin järven pohjoispäässä oli suurehko vesisammalkasvusto ja hieman typpälehtivita sekä pikkulimaskaa (Nybom 1986). Rantakasvillisuudessa esiintyi vuonna 1985 järviruokoa, vehkaa ja pajuja. Lisäksi oli rahkasammalta ja kapea- ja leveälehtiosmankäämiä. Myös saroja esiintyi.

Vuonna 2003 tehdyssä kasvillisuuskartoituksessa havaittiin, että Savijärvellä esiintyy rehevyydestä ja savisameudesta hyötyviä kasvilajeja (Vinni 2005). Kasvillisuus koostui järviruokosta, ulpukasta, pohjanlumpeesta, uistinvidasta, suovehkasta ja saroista. Pohjoispäässä oli myös vesisammalta.

Syyskuussa 2011 tehdyssä kasvillisuuskartoituksessa Savijärvellä esiintyi ilmaversoisiin kuuluvaa järviruokoa, saroja, kapealehtistä osmankäämiä ja pieni esiintymä järvikortetta. Leveälehtistä osmankäämiä ei havaittu, mutta myöhäinen ajankohta saattoi vaikuttaa tähän. Näiden edessä oli kelluslehtisiin kuuluvia ulpukkaa ja uistinviitaa. Vesi oli väriltään sameaa, minkä vuoksi uposlehtisiä vesikasveja ei havaittu. Näitä ei hyvin todennäköisesti järvessä esiinny juuri veden sameuden takia. Rantavyöhykkeessä oli pajuja, koivuja ja saniaisia. Pääosin kasvillisuus koostui ulpukoista. Kasvillisuuden esiintyminen painottui järven länsirantaan. Ruovikot eivät olleet kovin laajoja.

Savijärven kasvillisuusrajat piirrettiin karttaan maastokäynnin ja ilmakuviin perusteella (kuva 13).



Kuva 13. Savijärven vesikasvillisuuden rajat. Luvat: Maanmittauslaitos lupa nro 7/MML/11.

Muutos kasvillisuudessa

Verrattaessa syksyn 2011 kasvillisuuskartoituksen tuloksia aikaisempiin selvitykseen, voidaan huomata joitakin muutoksia Savijärven kasvillisuudessa. Luultavasti rantavyöhykkeen puusto on lisääntynyt ja myös pensoittuminen on kasvanut umpeenkasvun myötä. Arvio perustuu silmämääräiseen tarkasteluun.

3.6 Pohjaeläimet

Savijärven pohjaeläimistöä on tutkittu vuonna 2003 (Vinni 2005 ref. Vinni 2004). Tutkimuksen mukaan pohjaeläimissä esiintyy sulkasääsken, polttiaisten ja surviaissääsken toukista. Valtalajeina olivat polttiaiset ja harvasukasmadot. Pohjaeläinlajisto kuvaa hyvin Savijärven hapettomia olosuhteita.

3.7 Linnusto

Savijärven linnustoon on kuulunut 1980-luvulla mm. punajalkaviklo, kurki, punasotka, tukkasotka, silkkiuikku, telkkä, sinisorsa ja taivaanvuohi. Myös lapasorsa on pesinyt muutaman kerran järvellä. Varpuslinnuista on esiintynyt ruoko- ja rytikertunen, pajusirkku ja satakieli. Alueella on esiintynyt myös pensassirkkalintu, viita-, luhta- ja rastaskertunen (Maa ja Vesi 1988).

Vuonna 2002 Savijärven linnustoa on selvitetty uudestaan (Jokela & Venetvaara 2002). Tällöin havaittiin kaikkiaan 43 lajia. Selvityksessä keskityttiin vesistöissä, kosteikoissa ja niiden lähistöllä eläviin ja muihin vähälukuisempiin lajeihin. EU:n lintudirektiivin lajeista alueella tavattiin pyy, kurki ja kalatiira. Näistä yksikään ei pesinyt tarkastelualueella, mutta kurki ja kalatiira ruokailevat Savijärvellä. Uhanalaisista lajeista esiintyi naurulokki ja rastaskertunen, silmälläpidettävistä pensastasku ja kottarainen. Rastaskertunen ja pensastasku pesivät alueella. EU:n lintudirektiivin indikaattorilajeista esiintyi pensastaskun ja rastaskerttusen lisäksi rytikertunen. Nämäkin pesivät Savijärvellä. Muita huomionarvoisia lajeja olivat selvityksen mukaan lehtopöllö ja nuolihaukka. Savijärvellä havaittiin nuolihaukan ravinnoksi sopivan vaskikorenon massakuoriutumisen toukokuussa 2002. Lisäksi Savijärvellä tavattiin isoja harmaalokkiparvia.

Muutos linnustossa

Uudenmaan ELY-keskuksen Ilpo Huolman arvioi, että linnustossa on tapahtunut seuraavanlaisia muutoksia.

- Vesilinnusto on yksipuolistunut.
- Vaateliaat lajit, kuten punasotka ja lapasorsa ovat hävinneet tai vähentyneet selvästi.
- Rantaniittyjen umpeenkasvun myötä punajalkaviklo on hävinnyt.
- Ruovikoissa pesivät lajit (kertuset, kaulushaikara) ovat runsastuneet.

3.8 Sedimentti

Savijärven sedimenttiä on tutkittu vuonna 1988 (Maa ja Vesi 1988). Tutkimuksen mukaan Savijärven pohja koostui pääosin hienojakoisesta detritusliejusta ja paikoin myös saviliejusta. Sedimenttiä tutkittiin 2,5 m syvyyteen asti. Pääosin liukoisen fosforin pitoisuus kasvoi syvemmälle mentäessä. Eräässä näytteenottopisteessä liukoisen fosforin pitoisuus oli kuitenkin suurimmillaan 1 – 1,5 m:n syvyydessä, muissa 2 – 2,5 m:n syvyydessä. Yhdessä näytepisteessä oli ohut, musta sulfidikerros. Happea ei ollut pohjanläheisessä vesikerroksessa juuri lainkaan. Liukoisten ravinteiden määrät olivat pieniä. Sedimenttiä on ilmeisesti tutkittu myös 2000-luvulla. Tähän raporttiin ei kuitenkaan onnistuttu löytämään kyseisen tutkimuksen tietoja.

3.9 Luonnonsuojelualue

Savijärvi kuuluu valtioneuvoston 3.6.1982 hyväksymään valtakunnalliseen lintuvesien suojeluohjelmaan. Savijärvi on luokiteltu valtakunnallisesti arvokkaaksi lintuvedeksi.

Uudenmaan ympäristökeskus on perustanut 60,4 ha:n kokoisen luonnonsuojelualueen lintuvesiohjelman alueelle. Päätös on annettu vuonna 2006. Alueen pesimälajistoon kuuluvat säännöllisesti muun muassa luhtahuitti, luhtakana, kaulushaikara, lapasorsa, tukkasotka, haapana ja tavi.

Alueella ovat voimassa seuraavat rauhoitusmääräykset:

I Yleiset rajoitukset

Alueella on kielletty:

- rakennuksien tai rakennelmien ja teiden rakentaminen;
- vesien perkaaminen ja patoaminen sekä kaikenlainen muu maaperän vahingoittaminen ja maa-ainesten ottaminen;
- oijen kaivaminen ja veneväylien ruoppaaminen.

II Sallitut toimenpiteet ja hoito- ja käyttösuunnitelma

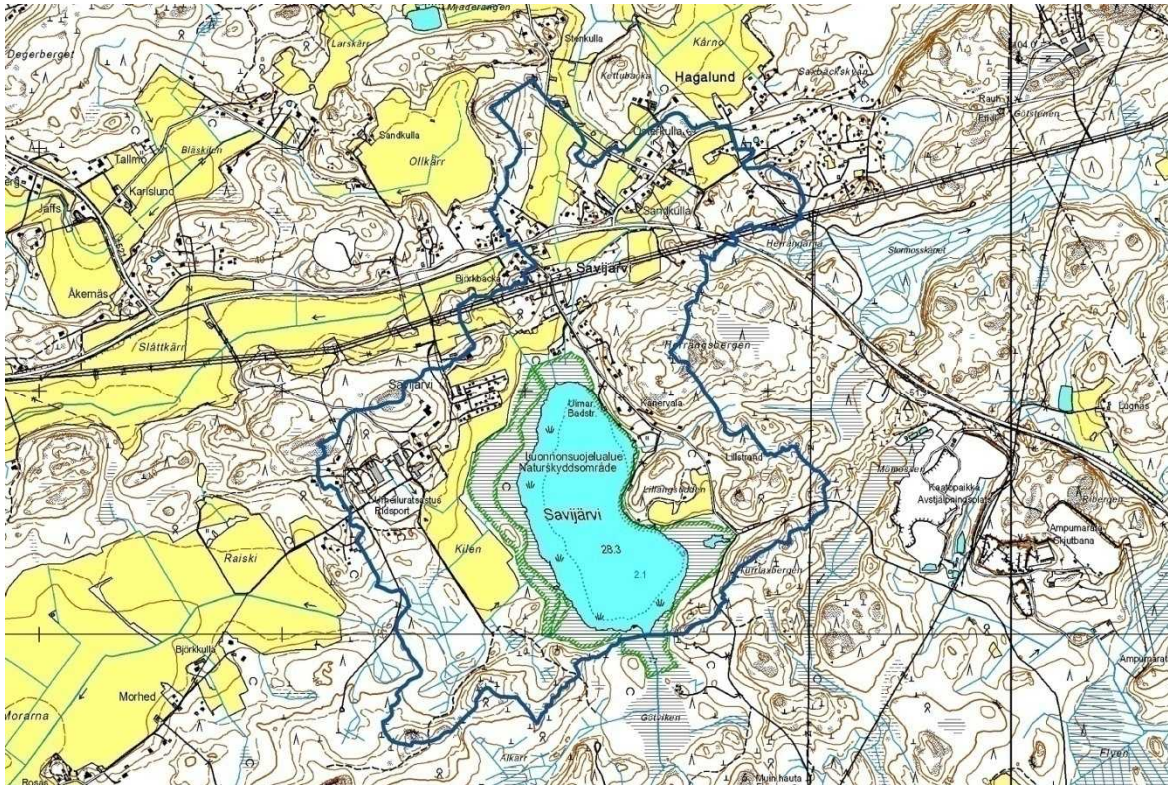
Edellä olevien määräysten estämättä alueella on sallittu:

- laiduntaminen ja siihen liittyvät rakenteet ja niiden kunnossapito;
- olemassa olevien oijen kunnossapito ympäröivien alueiden kuivatustilanteen ylläpitämiseksi. Kaivumassat on läjitettävä suojelualueen ulkopuolelle;
- olemassa olevien laituriin, rakennusten, rakennelmien, veneväylien ja uimarantojen kunnossapito. Kaivumassat on läjitettävä suojelualueen ulkopuolelle;
- vedenlaadun parantamiseen tähtäävät toimenpiteet, kuten veden hapettaminen ja siihen liittyvät rakennelmat sekä vesikasvien niitto;
- Uudenmaan ympäristökeskuksen hyväksymän hoito- ja käyttösuunnitelman mukaiset toimenpiteet, jotka ovat tarpeellisia alueen suojeluarvojen säilyttämiseksi;
- muut Uudenmaan elinkeino- liikenne- ja ympäristökeskuksessa erikseen hyväksyttävät toimenpiteet, jotka eivät vaaranna luonnonsuojelun tavoitteita.

4 Kuormitus selvitys

Savijärven valuma-alueella on peltoja vajaa 10 %. Vuonna 1988 peltojen osuus valuma-alueesta oli 12 % (Maa ja Vesi 1988). Hevosia on tällä hetkellä lähes sata. Asutus on pääosin haja-asutusta. Järveen ei tule pistekuormitusta, eikä valuma-alueella ei ole jätevedenpuhdistamoja (kuva 14).

Savijärveen tulevaa kuormitusta on arvioitu vuosina 1988 ja 2002. Vuoden 1988 arvion mukaan Savijärveen on tullut vuodessa 78 kg fosforia (Maa ja Vesi 1989). Uudemman selvityksen mukaan ulkoinen fosforikuormitus oli 122 kg vuodessa vuonna 2002 (Harjula ym. 2002).

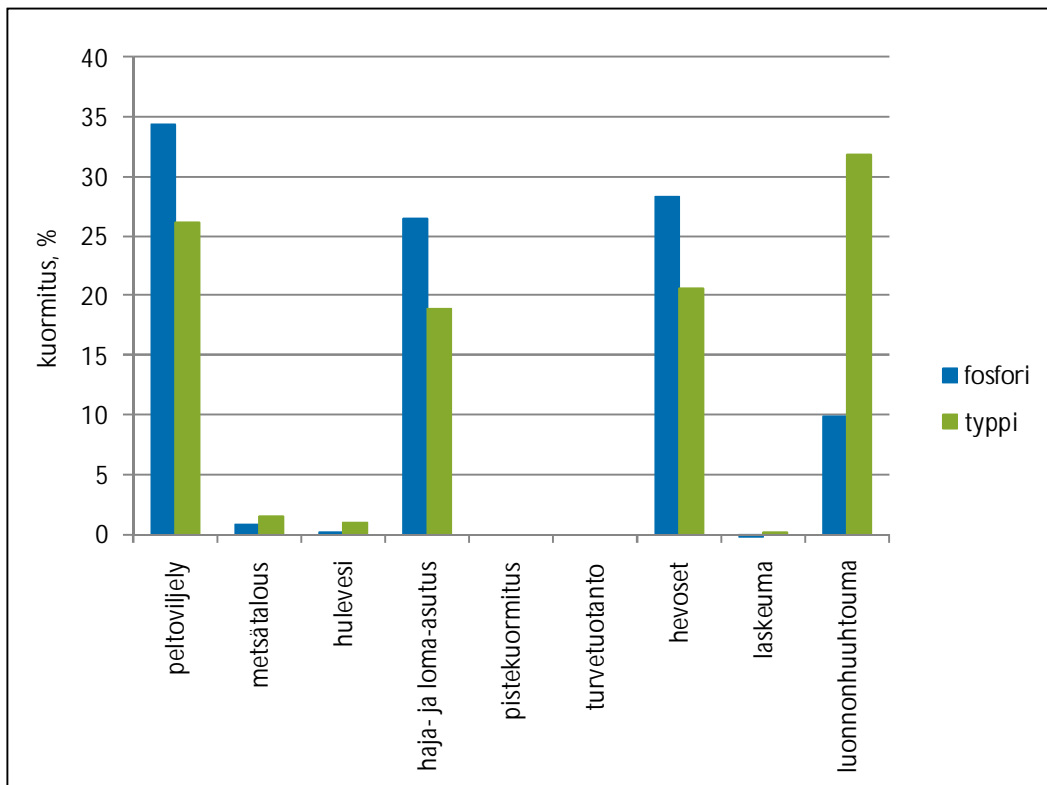


Kuva 14. Savijärven valuma-alue. Mittakaava 1 : 15 000. Luvat: Maanmittauslaitos lupa nro 7/MML/11.

4.1 Ulkoinen kuormitus

4.1.1 Ulkoinen kuormitus VEPS:n mukaan arvioituna

Savijärveen tulevasta laskennallisesta kokonaisfosforikuormituksesta aiheutuu vajaa 35 % peltoviljelystä (kuva 15). Haja- ja loma-asutuksen osuus on hieman yli neljännes. Samoin alueella sijaitsevat hevostallit aiheuttavat yli neljänneksen fosforin kokonaiskuormituksesta. Tyypeä tulee eniten luonnonhuuhtoumana (29 %). Peltoviljely aiheuttaa vajaan neljänneksen laskennallisesta typpi-kuormituksesta.



Kuva 15. Savijärven ulkoinen kuormitus eri kuormituslähteisiin jaettuna.

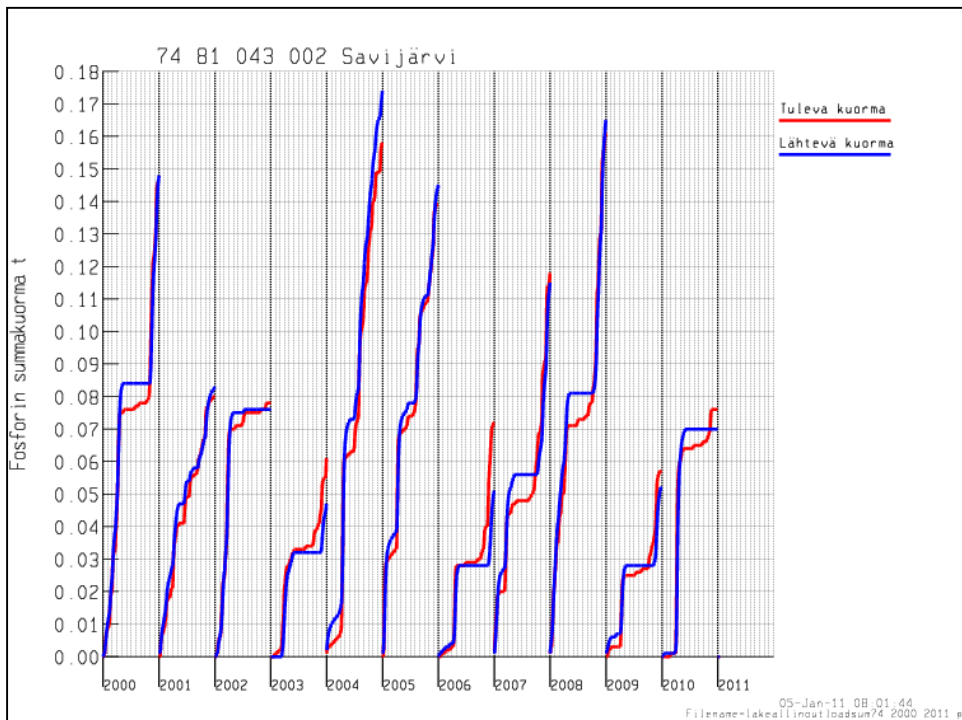
Savijärveen tulee fosforia eniten (56 kg) peltoviljelystä (taulukko 6). Hevoset aiheuttavat 47 kg ja haja-asutus aiheuttaa 43 kg fosforikuormituksesta. Tyypeä tulee eniten luonnonhuuhtoumana (480 kg). Peltoviljelystä tulee tyypeä noin 390 kg. Hevoset aiheuttavat 310 kg:n typpikuormituksen.

Taulukko 6: Savijärveen tuleva ulkoinen kuormitus jaettuna eri kuormituslähteisiin.

	fosfori, kg/vuosi	typpi, kg/vuosi
peltoviljely	56,36	393
metsätalous	1,45	24
hulevesi	0,19	14
haja- ja loma-asutus	43,32	285
pistekuormitus	0,00	0
turvetuotanto	0,00	0
hevoset	46,56	310
laskeuma	0,03	2
luonnonhuuhtouma	16,27	478
Yhteensä	164,19	1 506

4.1.2. Ulkoinen kuormitus SYKE:n vesistömallin perusteella arvioituna

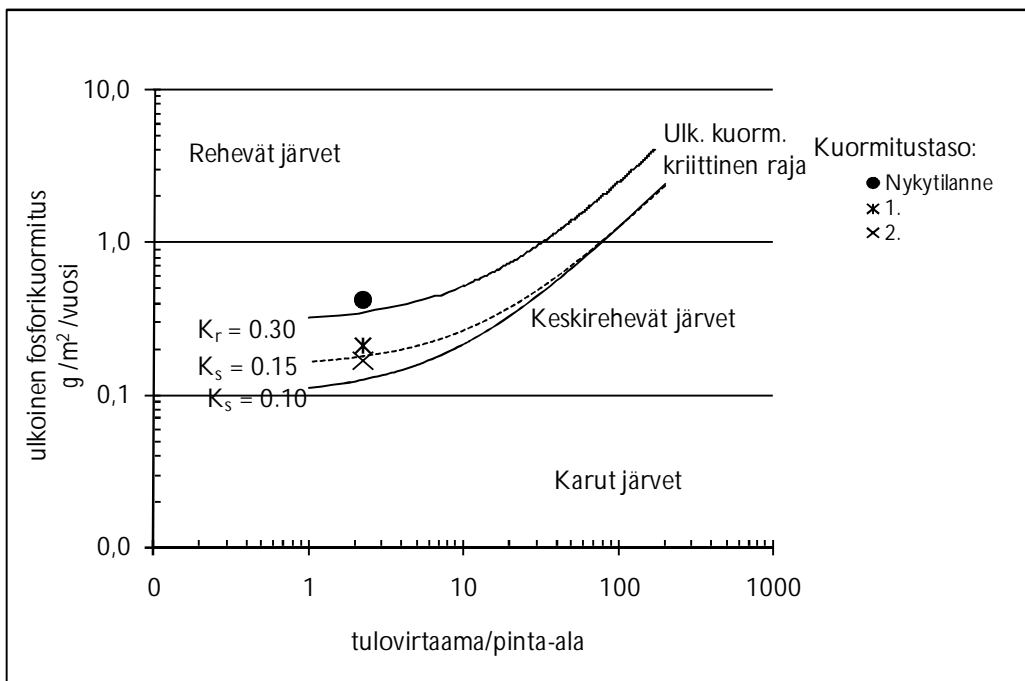
SYKEN vesistömallin mukaan Savijärveen on tullut vuosittain fosforia 57 – 161 kg vuosina 2000 – 2010 (kuva 16). Keskiarvoksi näiltä vuosilta saadaan 104 kg fosforia vuodessa. Malli ei huomioi hevosten vaikutusta, mikä selittää VEPS:n avulla lasketun suuremman arvion.



Kuva 16. Savijärveen tuleva fosforikuormitus SYKE:n vesistömallin mukaan.

4.1.3 Kuormituksen sietokyvyn arviointi Vollenweiderin mallilla

Savijärveen tulee liikaa ulkoista kuormitusta. Vollenweiderin (1976) mallin mukaan kuormitus ylittää sallitun mutta on kriittisen kuormituksen alapuolella. Jos kuormitusta vähennetään noin 80 kg eli 50 %, ollaan sallitun kuormituksen rajalla. Sallitun tason alapuolelle päästään vähentämällä kuormitusta noin 100 kg eli 60 % (kuva 17).



Kuva 17. Savijärven ulkoinen fosforikuormitus ylittää järven sietokyvyn selvästi nykytilanteessa Vollenweiderin (1976) mallilla arvioituna. Jos kuormitusta vähennetään 50 % (1.), ollaan sallitun tason rajalla. Kuormituksen vähentäminen 60 % (2.) tuo kuormituksen sallitun tason alapuolelle.

4.2 Sisäinen kuormitus

4.2.1 Sisäisen kuormituksen arviointi ulkoisen kuormituksen mukaan

Savijärveen tulevan fosforikuormituksen perusteella laskettu vesimassan kokonaisfosforipitoisuus oli havaittua pitoisuutta selvästi alhaisempi vuosina 2006 – 2008 (taulukko 7). Tämä viittaa siihen, että mallin mukaan Savijärvestä on sisäistä kuormitusta ja ravinteita vapautuu pohjan sedimentistä. Savijärvestä on ollut lopputalvisin happikatoja, mikä kertoo myös sisäisestä kuormituksesta.

Taulukko 7. Savijärven lasketut keskimääräiset ja mitatut fosforipitoisuudet.

Tuleva fosforikuormitus, kg/a	Keskimääräinen laskettu fosforipitoisuus, µg/l	Mitattu fosforipitoisuus, µg/l
164	117	134 (heinäkuu 2006)
82 (50 % vähennys)	59	174 (heinäkuu 2007)
65 (60 % vähennys)	47	103 (heinäkuu 2008)

4.2.2 Sisäisen kuormituksen arviointi muihin tekijöihin perustuen

Savijärven havaittujen kokonaisfosforipitoisuuksien perusteella lasketut klorofylli-a-pitoisuudet olivat vuosina 2006 – 2008 havaittua klorofylli-a-pitoisuutta alhaisempia (taulukko 8). Mallin mukaan levää näyttäisi syntyvän selvästi enemmän kuin tietyllä kokonaisfosforipitoisuudella voisi syntyä. Klorofylli-a- ja kokonaisfosforipitoisuuden suhde oli 1,57 vuonna 2006 ja 1,1 vuosina 2007 ja 2008. Kaikki luvut kertovat, että kalastolla olisi suuri veden laatua heikentävä vaikutus. Savijärvestä on esiintynyt runsaita leväkukintoja, mikä kertoo sekä sisäisestä kuormituksesta että etenkin kalaston veden laatua heikentävästä vaikutuksesta.

Taulukko 8. Savijärven lasketut klorofylli-a-pitoisuudet.

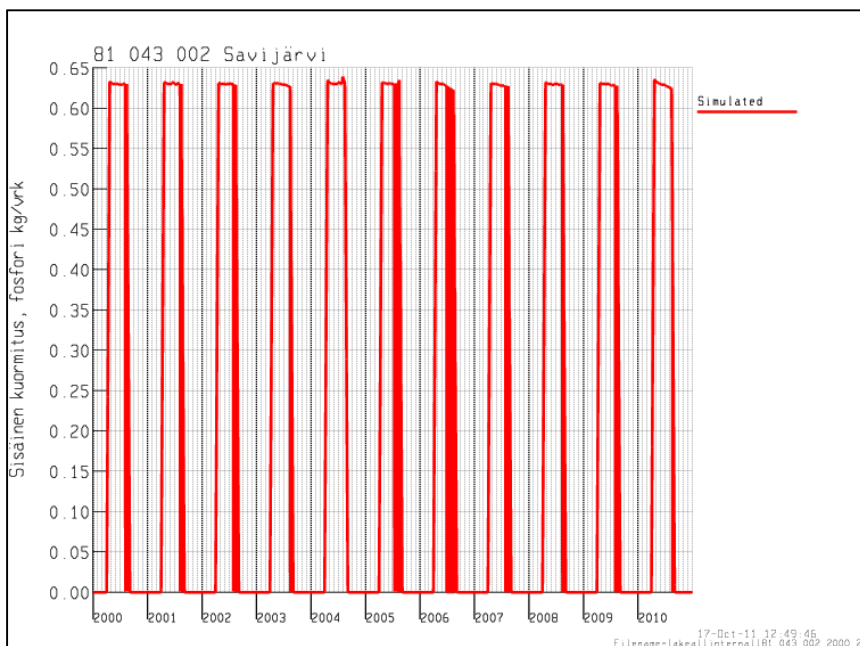
Havaitun kokonaisfosforipitoisuuden perusteella lasketut klorofylli-a-pitoisuudet, µg/l	Havaitut klorofylli-a-pitoisuudet, µg/l
74	210 (heinäkuu 2006)
96	190 (heinäkuu 2008)
56	110 (heinäkuu 2009)

4.2.3 Sisäinen kuormitus SYKE:n vesistömallin perusteella arvioituna

SYKE:n vesistömallin mukaan Savijärven pohjasta vapautuu fosforia enimmillään 0,60 – 0,65 kg vuorokaudessa (kuva 18). Sisäistä kuormitusta vapautuu keskimäärin huhti – syyskuussa. Vesistömallin mukaan Savijärven ulkoinen fosforikuormitus on 57 – 161 kg vuodessa. Sisäisen kuormituksen suuruuden keskiarvoksi vuosilta 2000 – 2010 saatiin 83 kg fosforia vuodessa. Vuonna 2010 Savijärven sisäinen kuormitus oli noin 85 kg fosforia.

Taulukko 9. Savijärven sisäisen kuormituksen suuruus SYKE:n vesistömallin mukaan.

Vuosi	Fosforia, kg/vuosi
2000	80
2001	80
2002	77
2003	84
2004	139
2005	70
2006	64
2007	77
2008	83
2009	79
2010	85
Keskiarvo	83



Kuva 18. Savijärven sisäinen kuormitus SYKE:n vesistömallin mukaan.

5 Tavoitteet

Tavoitteena Savijärven kunnostukselle olisi parempi vedenlaatu. Järvellä ei esiintyisi haitallisia leväkukintoja. Kalaston rakenne olisi tasapainoinen. Petokalojen osuus olisi suurempi. Kasvillisuus tarjoaisi linnuille hyvän elinympäristön ja mahdollistaisi järven virkistyskäytön.

Savijärveen kohdistuvaa laskennallista ulkoista fosforikuormitusta tulisi vähentää 50 - 60 % eli 80 – 100 kg. Myös sisäistä kuormitusta tulisi vähentää. Veden kokonaisfosforipitoisuutta olisi hyvä saada alhaisemmaksi. Tehokalastuksessa ravinteita poistuu kalojen mukana. Kokonaisfosforipitoisuuden alentumisen myötä myös klorofylli-a-pitoisuuden pitäisi alentua ja siis leväkukintojen vähentyä.

Happipitoisuus pysyisi hyvänä sekä kesäisin että talvisin. Alusveden happipitoisuuden pitäisi olla yli 2 mg/l, jolloin pohjasta ei pääsisi vapautumaan ravinteita. Tämä vähentäisi sisäistä kuormitusta. Suurin osa kalalajeistamme välttää alueita, joilla happipitoisuus on alhaisempi kuin 5 mg/l. Laajoja kalakuolemia esiintyy järvissä kun happipitoisuus laskee alle 3 mg/l (ympäristöhallinto 2009b). Lohikalat viihtyvät parhaiten runsashappisissa vesissä, joiden happipitoisuus on 8 - 10 mg/l. Ne alkavat kärsiä hapen puutteesta, kun pitoisuus laskee ollen 3,5 - 4 mg/l. Särki- ja ahvenkaloille, hauelle ja mateelle riittävä happipitoisuus on 6 - 8 mg/l. Niillä alkaa esiintyä hapenpuutosoireita, kun pitoisuus on lähelle 2 mg/l. Ruutana ja lahna tulevat toimeen hyvinkin vähähappisissa oloissa (< 1 mg/l) (Ympäristöhallinto 2011). Kalojen kannalta veden happipitoisuuden pitäisi olla 4 mg/l. Tällöin myös suuret hauet selviäisivät talven ylitse.

6 Savijärvelle soveltuvat kunnostusmenetelmät

6.1 Kuormituksen vähentäminen

Savijärveen tulee liian paljon ulkoista ravinnekuormitusta. Järvi on selvästi sisäkuormitteinen ke-säaikaan. Savijärveen tulevan fosforikuormituksen perusteella arvioitu veden kokonaisfosforipitoisuus oli jonkin verran havaittua pitoisuutta alhaisempi. Samoin kalaston rakenne, leväkukinnat ja happikadot kertovat sisäisestä kuormituksesta. Jotta järven kunnostus olisi pitkälläkin aikavälillä kannattavaa ja järven tilaa parantavaa, täytyy ulkoinen kuormitus saada mahdollisimman pieneksi. Jos ulkoinen kuormitus on liian suurta, myös järven sisäinen kuormitus voimistuu. Savijärven ta-pauksessa tuleekin vähentää sekä ulkoista että sisäistä kuormitusta monin menetelmin.

6.1.1 Ulkoinen kuormitus

Vollenweiderin mallin mukaan järveen tuleva ulkoinen fosforikuormitus ylittää kriittisen kuormitus-tason. Savijärveen kohdistuvaa laskennallisesti arvioitua fosforikuormitusta pitäisi vähentää 50 – 60 % eli n. 80 – 100 kg, jotta sallittu taso saavutettaisiin. Ulkoisen kuormituksen vähentämiseksi pitääkin tehdä paljon toimenpiteitä. Valuma-alueella on noin 10 % peltoja. Peltoviljelyn osuus las-kennallisesta fosforikuormituksesta on vajaa 35 %. Toimenpiteitä pitäisi kohdistaa pelloilta tulevan ravinnekuormituksen vähentämiseen.

6.1.1.1 Maatalouden ulkoinen ravinnekuormitus

Maatalouden aiheuttamaa kuormitusta voidaan estää sellaisilla toimenpiteillä, jotka estävät pelto-jen pintaeroosiota. Etenkin kuormituksen syntymisen estäminen on tärkeää. Jo syntynyttä kuormi-tusta voidaan yrittää pidättää muodostumisalueellaan erilaisten toimenpiteiden, kuten suoja-vyöhykkeiden avulla. Ulkoisen kuormituksen vähentämiseen tähtääviin toimenpiteisiin voi saada ympäristötukea.

Suojavyöhykkeet vähentävät sekä ravinne- että kiintoainekuormitusta vesistöihin. Suojavyöhykkei-den kokonaisfosforivähennyksen on todettu olevan 30 %, kokonaistypen osalta vähennys on 40 – 50 % ja kiintoainevähennys 50 % (Uusi-Kämpä & Palojärvi 2006). Suojavyöhyke on peltomaille vesistön varteen perustettava vähintään 15 m leveä pysyvän heinämäisen kasvillisuuden peittämä alue. Suojavyöhykkeitä perustetaan erityisesti jyrkille ja kalteville pelloille. Samoin sortuvat tai hel-posti tulvivat pellot ovat suositeltavia kohteita.

Toimiakseen kunnolla suojavyöhykettä tulee hoitaa. Hoito tapahtuu ensisijaisesti niittämällä tai laiduntamalla. Vesiensuojelun kannalta laajat, useamman tilan yhteiset suojavyöhykkeet ovat par-haita kuormituksen vähentäjiä. Suojavyöhykkeen perustamista ja hoitoa olisikin hyvä suunnitella yhteistyössä naapurien kanssa. Tällöin saadaan yhtenäisinä suojavyöhykekokonaisuuksia, jolloin niiden vaikutus kuormituksen vähentämiseen kasvaa (Valpasvuo-Jaatinen 2003). Savijärven va-luma-alueelle ei ole perustettu suojavyöhykkeitä. Mutta niiden perustaminen on suositeltavaa. Suojavyöhykkeiden tarkemmat paikat ja tarpeellisuus tulee varmistaa maastokäynnein. Savijärven vesistöalueelle ei ole myöskään tehty suojavyöhykkeiden yleissuunnitelmaa. Tämä olisi suositelta-vaa tehdä.

Peltojen sisältämä fosforimäärä voidaan määrittää viljavuusanalyysin avulla. Lannoituksen vähen-täminen on helpompaa, jos maan voidaan osoittaa olevan fosforikyllästeinen. Lannoitusmäärien saamiseksi oikealle tasolle voidaan laskea lohkokohtaisia ravinnetaseita. Ravinnetaseen avulla selvitetään maatalan ravinteiden käytön tehokkuutta ja saadaan tietoa ravinteiden vuotokohdista. Taselaskennalla voidaan tunnistaa hyvin menestyvät ja kehittämistä kaipaavat tuotannon osat ja toimenpiteet voidaan kohdistaa kriittisille alueille. Tällöin on mahdollista säästää kustannuksia ja parantaa tilan taloutta (Rajala 2001).

Pelto-ojien luiskien loiventamisessa uoman tulvatilavuus kasvaa (Mattila 2005). Tästä seuraa uo-maeroosion määrän vähentymistä. Myös luiskien vahvistaminen vähentää eroosiota. Pelto-ojien käsittelyssä pitäisi huomioida myös toimenpiteiden vaikutukset kalastoon. Monet kalalajit käyttävät järveen laskevia oja kuttupaikkoinaan. Erityisesti hauki kutee tällaisissa ojissa, jos vain ojan veden

laatu ja kasvillisuus mahdollistavat sen. Tämän takia suojavyöhykkeen perustaminen ja kalastolliset kunnostukset tukevat toisiaan. Ojassa oleva kasvillisuus antaa suojaa ja ravintoa kalanpoikasille. Jos kasvillisuus on liian tiheää, veden virtaus estyy ja tämä aiheuttaa veden laadun heikentymistä. Tällöin voi esiintyä happikatoja tai veden lämpötilan liiallista nousua (Aulaskari ym. 2003.)

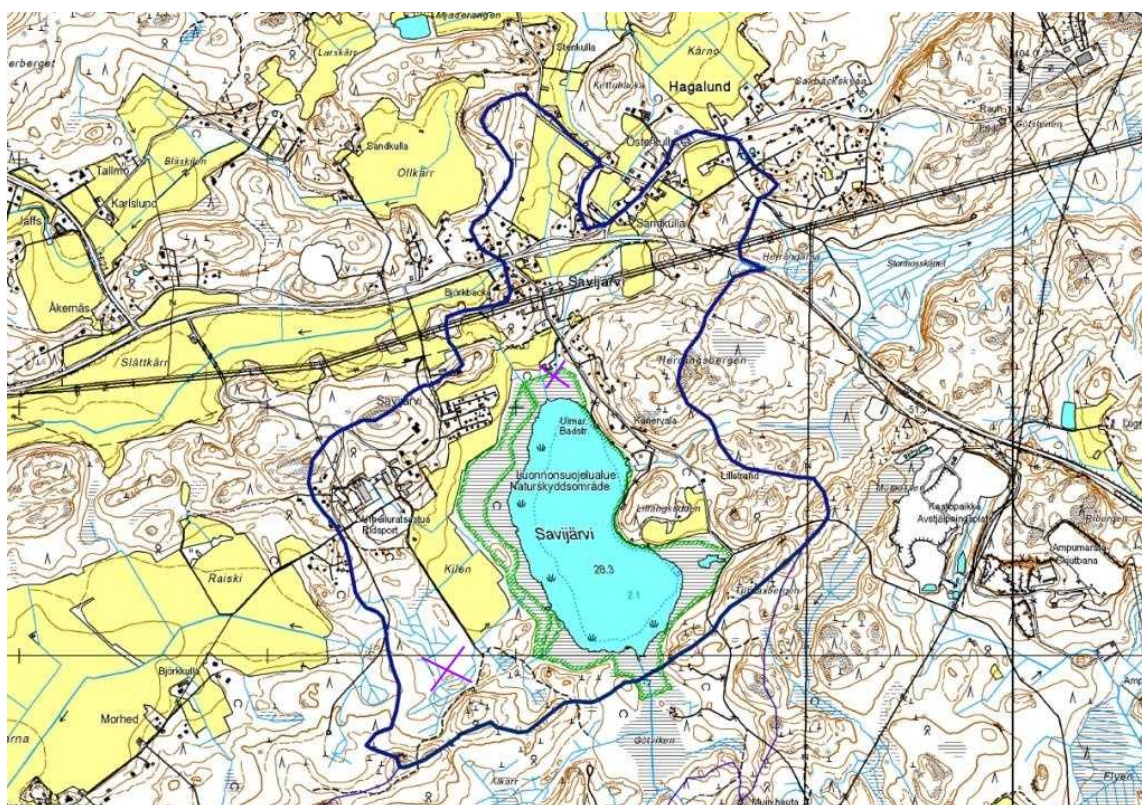
Kuormitusta voidaan vähentää myös viljelyteknisillä toimenpiteillä. Jos pelto kynnetään rantojen ja oijen suuntaisesti vähenee fosforikuormitus huomattavasti. Suorakylvössä eroosion määrä vähenee paljon pellon ollessa ympärivuotisesti kasvipeitteinen. Tällöin kasvusto kylvetään suoraan sänkieltoon ilman erillistä muokkausta (Mattila 2005 ref.. Alakukku 2004). Toisaalta kasvinsuojeluaineiden käyttö lisääntyy. Myös keinolannoitteiden tai karjanlannan annostelu suoraan maan pintakerroksen alle on mahdollista (Mattila 2005 ref. Tulisalo 1998).

Lisätietoa maatalouden ympäristötuista löytyy Maaseutuviraston Internet-sivuilta (www.mavi.fi) kohdasta viljelijätuet.

Kosteikot

Ennen pelto-oijen varsilla oli painanteita ja altaita, mutta nykyinen viljelykulttuuri on hävittänyt nämä luontaiset kosteikot. Kosteikoilla on tarkoitus estää veteen joutuneen kiintoaineen ja ravinteiden kulkeutuminen alapuoliseen vesistöön. Kosteikoiden kasvillisuus poistaa myös vedessä liuenneina olevia ravinteita kiinto-aineksen lisäksi (Puustinen & Jormola 2003).

Suomen ympäristökeskuksen vesistömalli ehdottaa Savijärven valuma-alueelle kahta kosteikkoa (kuva 19). Mallin ehdottamiin paikkoihin tulee suhtautua varauksella. Maastokäynti paikoilla saattaa osoittaa ne sopimattomiksi. Toinen paikka sijaitsee Savijärven pohjoispäässä ja toinen järven länsipuolella olevan suoalueen alajuoksulla. Molemmat paikat tulee tarkistaa tarkemmassa kosteikkosuunnittelussa.



Kuva 19. Suomen ympäristökeskuksen vesistömallin Savijärven valuma-alueelle ehdottamat kosteikot. Kosteikkopaikat näkyvät kartassa violetilla X:llä. Mittakaava 1 : 15 000. Luvat

Kosteikon sijoittaminen suuren valuma-alueen alajuoksulle on suunnittelun ja mitoituksen kannalta haasteellista. Tällaiseen kosteikkoon tulevat vesimäärät ovat suuria ja kosteikon tarvitsema pinta-

ala on suuri. Jos tällaisen suuren kosteikon suunnittelu onnistuu, voi sillä olla merkittävä vaikutus vesiensuojelulle (Puustinen ym. 2007).

Ei-tuotannollisella investointituella voidaan rahoittaa kosteikkojen perustamiskustannukset. Ehtona on, että maatalous on merkittävä kuormittaja ja kosteikon valuma-alueen peltoisuus on yli 20 %. Kosteikon pinta-alan on oltava 0,5 % valuma-alueensa pinta-alasta. Investointituella perustetun kosteikon hoitoon on haettava maatalouden ympäristötukea. Viljelijöiden lisäksi myös rekisteröidyt yhdistykset voivat hakea molempia tukia.

Jotta mahdollisten kosteikkojen toteuttaminen onnistuisi ja niiden vaikutukset Savijärveen olisivat veden laatua parantavia, täytyy kosteikko rakenteineen suunnitella huolella. Tämän takia ehdotetaan tarkempaa kosteikkosuunnittelua, jossa etsitään mahdolliset kosteikkopaikat ja selvitetään mm. kosteikkoalueen mitoitus, toimivuus, rakenteet ja veden virtaussuunnat. Samoin vaikutukset vesiensuojelullisessa mielessä täytyy arvioida. Lisäksi suunnittelun yhteydessä tulee arvioida, tarvitaanko kosteikon rakentamiseen vesilain mukainen lupa.

6.1.1.2 Kotieläinten aiheuttama kuormitus

Savijärven valuma-alueella on noin 100 hevosta. Kotieläinten tuottama fosforikuormitus on vajaa 30 % kokonaiskuormituksesta. Tähän kuormituslähteeseen tulee kiinnittää yhtäläillä huomiota.

"Kotieläintalouden vesistökuormitusta vähennetään käyttämällä ympäristönsuojelullisesti tehokkaita lannan käsittely-, varastointi- ja levitystapoja. Hevostalleilla syntyy paljon lantaa, joka kuivutetaan sahanpuruun, turpeeseen, olkeen tai kutterinlastuun. Samoin karjatalous tuottaa lantaa. Lanta on varastoitava tiivispohjaisessa lantalassa, joka on mitoitettu 12 kuukauden aikana kertyvälle lantamäärälle. Nitraattiasetus kieltää lannan levityksen 15.10. - 15.4. välisenä aikana. Jos maa on sula ja kuiva, lantaa voidaan levittää 15.11. asti ja lannan levitys voidaan aloittaa keväällä aikaisintaan 1.4. Lantaa ei saa levittää routaantuneeseen tai lumipeitteeseen eikä veden kyllästämään maahan. Lannan levitys on kielletty viisi metriä lähempänä vesistöä. Seuraavan viiden metrin leveydellä lannan pintalevitys on kielletty, jos pellon kaltevuus ylittää kaksi prosenttia. Lannan pintalevitys on aina kielletty pellolla, jonka keskimääräinen kaltevuus ylittää 10 prosenttia" (Ympäristöministeriö 2009).

"Syksyllä pelto on lannan levityksen jälkeen välittömästi, viimeistään vuorokauden kuluessa, mullattava tai kynnettävä. Suosituksena on mullata pelto noin neljän tunnin kuluessa levityksestä. Tärkeätä on poistaa hevosten sonta kasvipeitteettömistä ulkotarhoista ja tarvittaessa myös muilta ulkoilualueilta riittävän usein. Mitä enemmän hevonen oleskelee ulkona, sitä enemmän ulosteita ja niiden mukana ravinteita jää maastoon. Hevosten jaloitellessa ympärivuotisesti on vaarana erityisesti kasvipeitteettömillä alueilla, että ravinteita huuhtoutuu vesiuomiin sade- ja sulamisvesien mukana" (Ympäristöministeriö 2003).

"Eläinsuojan toimintaan kuuluvat maitohuoneen ja eläintilojen pesuvesien varastointi, käsittely ja hyödyntäminen (YSA 11 §). Eläinsuojassa syntyvät pesu- ja jätevedet on johdettava ja käsiteltävä siten, ettei niiden johtamisesta aiheudu ympäristön pilaantumista" (Ympäristöministeriö 2009). "Talleilla jätevesiä syntyy tallitilojen pesusta ja mahdollisesta hevosten pesupaikasta sekä henkilökunnan pesu- ja käymälävesistä. Tallin jätevedet voidaan johtaa joko yhteiskäsittelyyn asuinrakennuksen jätevesien kanssa tai vaihtoehtoisesti erilliseen järjestelmään. Asetuksen mukaan pelkkä sakokaivokäsittely ei ole enää riittävän tehokas jätevesien puhdistusmenetelmä. Hyväksyttävä käsittely silloin, kun järjestelmään johdetaan myös vesikäymälän jätevesiä, on olosuhteista ja jäteveden laadusta riippuen esimerkiksi maasuodatin tehostettuna fosforin poistolla tai vastaava pienpuhdistamo. Mikäli rakennuksessa on kuivakäymälä tai kompostoiva käymälä, muille jätevesille riittää esimerkiksi pelkkä maasuodatin" (Ympäristöministeriö 2003).

6.1.1.3 Haja-asutuksen aiheuttama kuormitus

Haja- ja loma-asutuksen osuus ulkoisesta fosforikuormituksesta on hieman yli 25 %. Tämä vastaa laskennallisesti arvioituna 43 kg fosforia vuodessa. Myös tähän kuormituslähteeseen pitää kiinnittää huomiota ja vähentää sitä. Haja-asutuksen jätevesien fosfori on suoraan leville käyttökelpoisessa muodossa, minkä vuoksi jätevesikuormitus rehevöittää järveä hyvin helposti.

Lainsäädäntö muuttui jätevesien käsittelyn osalta vuonna 2011. Tällöin annettiin valtioneuvoston asetus 209/2011 talousvesien käsittelystä vesihuoltolaitosten viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla. Asetus tuli voimaan 15.3.2011 ja se korvasi aiemman asetuksen (542/2003). Asetuksen 3 §:ssä annetaan vähimmäisvaatimukset jätevesien puhdistustasolle. Sen mukaan 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.

Asetuksen 4 §:ssä määritetään ohjeellinen puhdistustaso pilaantumiselle herkillä alueilla. Alueella, jota koskevat ympäristönsuojelulain 19 §:n nojalla annettavat kunnan ympäristönsuojelumääräykset ympäristöön johdettavien jätevesien enimmäiskuormituksesta, tulisi talousjätevesien puhdistustason olla sellainen, että ympäristöön aiheutuva kuormitus vähenee orgaanisen aineen osalta vähintään 90 prosenttia, kokonaisfosforin osalta vähintään 85 prosenttia ja kokonaistypen osalta vähintään 40 prosenttia verrattuna haja-asutuksen kuormitusluvun avulla määritettyyn käsittelemättömän jäteveden kuormitukseen. Kunta voi lieventää tai tiukentaa kyseisiä määräyksiä. Vesiensuojelun kannalta tärkeälle alueelle voidaan myös antaa määräys jätevesien johtamisesta alueen ulko-puolelle tai kokonaan pois kuljettamisesta (Mattila 2005).

Vesiensuojelun kannalta kiinteistökohtaisten kuivakäymälöiden käyttö on erittäin suositeltavaa. Kuivakäymälä on käymälä, joka ei käytä vettä virtsan eikä ulosteiden kuljettamiseen. Kuivakäymälän on oltava tiiviillä pohjalla, eikä käymälästä saa valua nesteitä maahan (Hinkkanen 2006).

Suosittelavaa on, että myös haja-asutusalueella kiinteistöt liitetään vesihuoltolaitosten viemäriverkostoon missä se on mahdollista. Alueet, jotka on tarkoituksenmukaista saattaa viemäroinnin piiriin, tulee esittää kunnan vesihuollon kehittämissuunnitelmassa. Sipoon kunnan viimeisin vesihuollon kehittämissuunnitelma on vuodelta 2009 (Pöyry 2009). Monissa kunnissa viemäriverkostoa laajennetaan jatkuvasti. Savijärven valuma-alueelle järven länsipuolelle on rakennettu viemäriverkosto (Korpitie). Kehittämissuunnitelmassa on esitetty myös toinen alue viemäroitäväksi. Tämä Leolan alue on merkitty suunnitelmaan kiireellisyysnumerolla yksi eli hyvin tärkeä kohde. Kun molemmat alueet saadaan valmiiksi, niin valuma-alueen haja-asutuksen kuormitus vähenee merkittävästi. Kehittämissuunnitelman mukaan Sipoon kunnan voimavarat keskitetään kuitenkin uusien asemakaava-alueiden kunnallistekniikan rakentamiseen, jolloin kunnan resurssit eivät riitä verkostojen merkittäviin laajentamisiin haja-asutusalueilla. Pelkkä vesijohtoverkoston laajennus ei ole hyvä asia vesiensuojelulle vaan se kasvattaa vesistöön kohdistuvaa kuormitusta, jos vesijohdon lisäksi ei ole viemärointiä.

6.1.1.4 Hulevesien aiheuttama kuormitus

Tiivis kaupunkirakentaminen muuttaa merkittävästi veden luontaista kiertoa. Pintavalunnan osuus kasvaa päällystettyjen pintojen lisääntyessä. Sade- ja sulamisvedet eivät pääse imeytymään maaperään, vaan valuvat sadevesiviemäriin ja niistä useimmiten käsittelemättöminä vesistöihin. Vesistöissä veden laatu heikkenee, koska vesi huuhtoo mukaansa pinnoilta ravinteita, kiintoainetta, raskasmetalleja ja muita haitta-aineita (Tornivaara-Ruikka 2006).

Asemakaava-alueilla pitäisi pyrkiä siihen, ettei niillä aiheutettaisi virtaamien kasvua. Tämän seurauksena kaavoitettavien alueiden selvitysten määrät kasvaisivat. Maaperäselvitysten avulla pitää selvittää maaperän imemiskyky ja suunnitella tarvittavat viivytysaltaat ja kosteikot. Kunnan kannalta hulevesien imeyttäminen tai huleveden johtaminen viherpainanteisiin voi pienentää hulevesiviemäreiden mitoituksia ja lisärakentamisia (Tornivaara-Ruikka 2006).

Sipoon kunnassa ei ole vielä hulevesiohjelmaa. Tarkoituksena on tehdä sellainen jossain vaiheessa.

Savijärven valuma-alueelle ei ole tulossa kaavoitushankkeita (Sipoon kaavoituskatsaus 2011). Jos tilanne muuttuu, niin uusissa kaavoitushankkeissa on tärkeää huomioida hulevesien hallinta. Samoin valuma-alueen tiestön hulevedet tulee huomioida suunnittelussa. Mitä lähempänä järveä tai siihen suoraan johtavaa valtaojaa kaavoitushanke on, sitä tärkeämpää on miettiä alueen hulevesien käsittely. Suunnittelun pitäisi ulottua jo alueen rakennusaikaan. Oikeastaan hulevesien hallinnassa käytettävät menetelmät ja paikat pitäisi olla tehtyinä ennen alueen rakentamisen aloittamista. Valuma-alueen uusille kaavoituskohteille ja myös vanhalle kaava-alueelle tulee laatia hulevesi-

en hallinta-suunnitelmat. Suunnitelmassa selvitetään hulevesien määrä ja valumareitit ja esitetään näiden hallintamenetelmät.

Vaikutukset luonnonsuojelutavoitteiden kannalta

Ulkoisen kuormituksen vähentämisellä on tarkoitus parantaa Savijärven vedenlaatua pitkällä tähtäimellä. Tämä edistää luonnonsuojeluarvojen toteutumista.

6.1.2 Sisäinen kuormitus

SYKE:n vesistömalli arvio Savijärven sisäisen kuormituksen suuruudeksi keskimäärin 80 kg fosforia vuodessa. Tämä vastaa noin puolta järveen vuosittain tulevasta ulkoisesta fosforikuormituksesta. Tehokalastussaaliissa saadaan poistettua fosforia 6 – 8 kg tuhatta kalakiloa kohti (Pohjoisen Puulan kunnostushanke 2011). Arvion mukaan Savijärvestä on saatu poistettua 43 – 57 kg fosforia vuonna 2009 ja 38 – 50 kg vuonna 2010.

Sisäistä kuormitusta voidaan vähentää tehokalastuksella, hapetuksella ja kemiallisilla menetelmillä. Näistä tehokalastus ja hapetus sopivat Savijärven kunnostukseen. Molempia menetelmiä käsitellään jäljempänä.

6.2 Vesikasvien poisto

Vesikasvien poistamisella ei yleensä paranneta veden laatua vaan tarkoituksena on lisätä avointa vesialaa ja näin helpottaa uimista, veneilyä ja kalastusta. Veden laatu voi kuitenkin parantua, jos veden virtaus alueella paranee vesikasvien poiston jälkeen. Tällöin esim. tiiviissä kasvustossa esiintyvät happikadot saattavat vähentyä. Vesikasveja voidaan myös poistaa maisemallisista syistä siten, että avovesi ja kasvillisuus muodostavat mosaiikkimaisen kuvion. Vesikasveilla on suuri merkitys eläinplanktonille, koska ne tarjoavat suojapaikkoja niille kalojen saalistusta vastaan (Perrow ym. 1999; Hagman 2005). Eläinplankton koostuu mm. vesikirpuista, jotka syövät leviää. Jos eläinplanktoniin kohdistuu suurta saalistusta, kasviplanktonin eli levien määrä voi kasvaa. Lisäksi vesikasvien pinnoilla on kiinnittyneinä epifyyttisiä leviää, joiden käyttämät ravinteet jäävät poiston jälkeen kasviplanktonille. Vesikasvit tarjoavat myös suojaa ja ravinnonhankintapaikkoja kalanpoikasille ja kutupaikkoja aikuisille kaloille. Samoin vesikasvien merkitys vesilinnuille on ilmeinen. Yliitehän kasvillisuuden harvennus on usein tärkeää kalaston ja linnuston elinolojen kannalta. Järveen laskevien ojien suissa vesikasvillisuus on tärkeä ravinteiden pidättäjä. Etenkin peltovaltaisilla rannoilla ja ojien suistoissa tulee liiallista vesikasvien poistoa varoa. Vesikasvien niitossa on erittäin tärkeää kerätä kasvijätteet järvestä, jottei järveen jää hajoavaa ainesta, joka kuluttaa happea ja vapauttaa ravinteita.

Vesikasveista uposlehtiset ottavat osan ravinteistaan vedestä lehdillään, kun taas ilmaversoiset ja kelluslehtiset ottavat ravinteet sedimentistä (Wetzel 2001). Kaikki vesikasvit tarvitsevat valoa yhteyttämiseensä. Sameissa vesissä ei yleensä tästä syystä ole uposlehtisiä (Hyytiäinen 2000). Uposlehtisiin kuuluvien vesikasvien häviäminen kertookin veden laadun huonontumisesta.

Savijärven linnustollisesti tärkeimmät alueet on määritetty vuonna 2002 (Jokela ja Venetvaara 2002). Selvityksen mukaan pohjoispään ruovikossa pesivät rastas- ja rytikerttunen, joista molemmat indikoivat edustavaa kosteikkoympäristöä. Ruovikko ja siihen rajautuvaa rantametsä on paras yksittäinen lintupaikka. Myös järven lounaispuolella oleva suo reunusmetsineen ja luhtarantoinen on tärkeä linnustollinen alue. Savijärven itäpuolen suoaukea on sekin tärkeä, samoin kuin eteläpuolen laskuojan varsi. Selvityksessä suositellaan avosuoalueiden ja ruovikkoalueen jättämistä koskemattomiksi.

Savijärven kasvillisuus koostuu aikaisemmin pääosin järviruo'osta, ulpukasta, pohjanlumpeesta, uistinvidasta, suovehkasta ja saroista. Pohjoispäässä oli myös vesisammalta (Vinni 2005). Syyskuussa 2011 havaittiin eniten ulpukkaa ja jonkin verran uistinvitaa. Myös järviruokoa ja saroja sekä kapealehtistä osmankäämiä esiintyi. Ruovikko ei vielä ole kovinkaan laaja, eikä aiheuta haittaa virkistyskäytölle. Muutenkaan kasvillisuus ei aiheuta suurempaa haittaa Savijärvellä. Yleisen uimarannan edessä ei ollut paljoa kasvillisuutta. Jos siihen alkaa ilmestyä virkistyskäyttöä haittaavaa kasvillisuutta, voidaan sitä silloin poistaa. Seuraavissa kappaleissa annetaan yleisiä kasvilajikohtaisia poisto-ohjeita, joiden huomioiminen on suositeltavaa, jos poistotarvetta ilmenee. Samoin

mahdollisissa poistoissa tulee ottaa huomioon toimenpiteen vaikutukset linnustolle, kuten jäljempänä esitetään.

Järviruo'on poisto on tuloksellista, kunhan niitetään tarpeeksi usein. Paras ruovikon niittoajankohta on heinäkuun puolestävälisestä elokuun puoleenväliin. (Kääriäinen & Rajala 2005). Uistinvidan niitto on hieman hankalampaa, koska sen varret taipuvat helposti niittoterän edessä. Kyseisen kasvin niitosta on sekä onnistuneita että epäonnistuneita kokemuksia. Linnuston kannalta paras ajankohda toimenpiteelle on heinäkuun puolen välin jälkeen. Rytikerttunen ja kaulushaikara ovat järviruoosta riippuvaisia lajeja, mikä pitää huomioida jos kyseistä kasvia harkitaan niitettävän.

Ulpukalla ja lumpeella on hyvin paksu juurakko, josta versoaa uusia lehtiä. Tämän vuoksi sitä ei suositella niitettävän (Kääriäinen & Rajala 2005). Ulpukkaa ja lummetta voidaan poistaa juurakoi-neen eräänlaisen harauslaitteen avulla. Savijärvelle ei suositella laajamittaista ulpukoiden poistoa, jottei saada aiheutettua massiivisia leväkukintoja. Koska menetelmä aiheuttaa pohjan pölyämistä, sitä ei voi tehdä kesäaikaan. Paras ajankohta ulpukoiden ja lumpeiden poisharaukselle on syys – lokakuu, jolloin järven virkistyskäyttö on vähäisempää. Tällöin ravinteita on myös enemmän kasvi-en juurakoissa. Poiston aiheuttama veden samentuminen on yleensä ohimenevää, mutta työnaikaisia veden laadun ja näkösyvyyden muutoksia kannattaa seurata (Kääriäinen & Rajala 2005).

Osmankäämien poisto tehdään useimmiten kaivinkoneella. Savijärvellä oli syyskuussa 2011 lähtenyt osmankäämilautta liikkeelle. Tällaisen liikkuvan lautan poisotto on mahdollista pitkäpuomisella kaivinkoneella. Muuten kyseinen kasvi ei tällä hetkellä näyttäisi aiheuttavan haittaa järvelle.

Vesikasvien poistosta voi aiheutua leväkukintoja. Tämä johtuu siitä että, niittäminen saattaa jättää ravinteita kasviplanktonin käyttöön, kun kasvien pinnoilla kiinnittyneinä olleet epifyytiset levät poistuvat niittojätteen mukana. Leviä kontrolloiva eläinplankton saattaa myös menettää niitossa suoja-paikkansa ja altistuu kalojen saalistukselle, minkä seurauksena levien määrä voi kasvaa. Vesikasvillisuus saattaa myös korvautua toisilla, vaikeammin poistettavilla lajeilla.

Vesikasvien niiton laajuus vaikuttaa luvantarpeeseen. Pienimuotoinen niitto ei vaadi lupia, vähäistä suuremmasta niitosta on tehtävä ilmoitus kuukautta ennen toimenpiteeseen ryhtymistä vesialueen omistajalle ja ympäristökeskukselle. Vesikasvien poistolle arvioidaan kustannuksiksi 85 – 500 euroa niitettyä hehtaaria kohden vuodessa (Airaksinen 2004).

Vesikasvien vähäistä suuremmasta poistosta kannattaa tehdä tekninen suunnitelma, josta ilmenee mistä kasveja on poistettu, mitä kasveja poistetut kasvit ovat lajiltaan ja paljonko niitä on poistettu. Suosittelavaa on, että poisto olisi vain paikallista ja osittaista. Vesikasvien poiston vaikutuksia tulee seurata vuosittain. Tärkeää olisi seurata, miten kasvillisuuden levinneisyys muuttuu. Tämä kannattaa tehdä piirtämällä karttaan kasvillisuusrajat. Seuranta tulee tehdä aina samaan vuoden aikaan. Seurannassa tulee myös kirjata ylös havainnot kasvilajien korvautumisista toisilla lajeilla.

Vaikutukset luonnonsuojelutavoitteiden kannalta

Savijärvellä ei suositella suuriin, laajamittaisiin vesikasvien poistotoimenpiteisiin ryhtymistä. Suuret poistot aiheuttavat hyvin todennäköisesti haittaa veden laadulle synnyttäen leväkukintoja. Jos kuitenkin tarvetta poistoon ilmenee, niin toimenpide on ajoitettava lintujen pesimäajan jälkeiseen aikaan. Järviruo'on niittoajankohdaksi ehdotettu heinäkuun puolenvälin jälkeinen aika toteuttaa tämän reunaehdon. Linnuista uhanalainen rytikerttunen (VU) ja kaulushaikara ovat riippuvaisia ruovikosta, joten sen niittämisessä pitää tämä ottaa huomioon. Samoin syksyinen ulpukan haraus tapahtuu pesimäajan ulkopuolella. Sivuuomissa voidaan niittää kasvillisuudesta vapaa vyöhyke keskelle uomaa. Tämä lisää virtausta ja helpottaa kalojen kudulle nousua. Muutenkaan vesikasvillisuutta ei pidä poistaa aivan rannasta, koska se toimii eräänlaisena suojavyöhykkeenä pidättäen ravinteita ja kiintoainesta.

6.3 Kalaston hoito

6.3.1 Tehokalastus

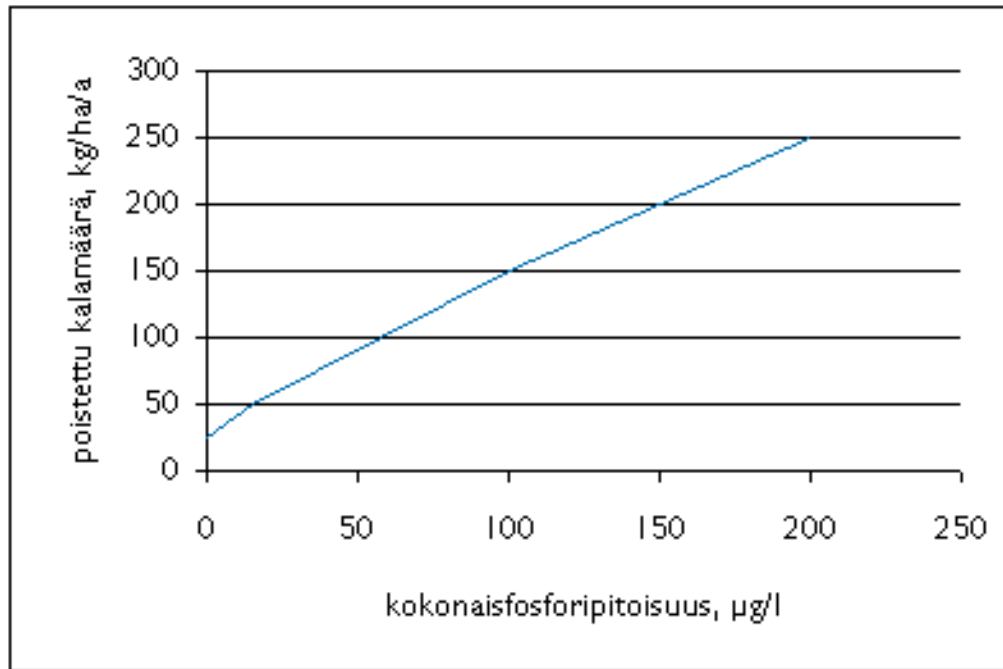
Järven eliöyhteisön rakennetta on mahdollista muuttaa tehokalastamalla. Tällöin kasviplanktonin määrän pitäisi vähentyä. Eliöyhteisön jäsenillä on keskinäisiä vuorovaikutuksia toisiinsa. Kun yhdestä lajista tulee runsas, niin joku vähenee - ja päinvastoin (Shapiro 1980). Tähän ajatukseen perustuu tehokalastus.

Kasviplanktonin eli levän määrää kontrolloivat toisaalta vedessä olevat ravinteet ja valo, toisaalta eläinplankton laidunnuksensa kautta. Sellaiset kalat ja selkärangattomat pedot, jotka käyttävät eläinplanktonia ravinnokseen voivat säädellä eläinplanktonin määrää. Eläinplanktonin määrän pitäisi kasvaa, kun kalastetaan eläinplanktonia syöviä kaloja. Tällöin vastaavasti kasviplanktonin määrän pitäisi vähentyä. Tehokalastusta voidaan tukea istuttamalla petokaloja. Petokalat kontrolloivat eläinplanktonia syövien kalojen määrää. Menetelmällä voidaan myös vähentää järven sisäistä kuormitusta. Pohjalta ravintonsa hankkivat kalat pölyttävät pohjaa ja näin vapauttavat ravinteita yläpuoliseen vesimassaan (Sammalkorpi ja Horppila 2005). Pyyntiin kohdistuessa näihin kaloihin, niiden aiheuttama pohjan pölytyks vähenee ja kasviplanktonin käytettävissä olevat ravinnemäärät vähentyvät. Tehokalastuksen seurauksena vesi voi kirkastua ja siitä taas saattaa seurata vesikasvillisuuden voimakasta leviämistä. Jottei järven kalasto ala muuttua uudelleen särkikalavaltaiseksi, tehokalastuksen on oltava tarpeeksi tehokasta ja sen jälkeen on jatkettava tarpeeksi tehokasta ja jatkuvaluonteista hoitokalastusta. Muutama lämmin kesä ilman kalastusta voi jo alkaa hivuttaa kalastoa särkien suuntaan. Petokalakannoissa muutosta ei välttämättä näy, jos niitä kalastetaan paljon. Periaatteessa petokalakantojen pitäisi vahvistua, kun niiden poikasilla ei olisi niin suurta ravintokilpailua särkikalajien poikasten kanssa. Tämä on usein pätenyt kuhan poikasten kohdalla. Jos petokaloja kuitenkin kalastetaan paljon, ne eivät välttämättä kerkeä lisääntymään ennen poistamistaan, minkä takia kannan koko ei pääse kasvamaan.

Savijärvelle on suositeltu tehokalastusta jo vuonna 1988 (Maa ja Vesi 1989). Vuosina 2003 – 2010 tehdyissä nuottoauksissa on poistettu yli 40 000 kg kalaa. Keskimäärin vuosittain on pyydetty 3 650 kg. Kalaston tämän hetkinen rakenne edellyttää nuottoauksien jatkamista. Koekalastuksen (Vinni 2003) mukaan kalasto oli ruutanavaltainen. Tehokalastuksen tavoitteena voi olla veden laadun parantaminen tai pelkästään sen huonontumisen pysäyttäminen. Samoin voidaan haluta parantaa ainoastaan kalaston rakennetta. Savijärven tehokalastuksen tavoitteena on sekä parantaa kalaston rakennetta että veden laatua.

Kuinka paljon Savijärvestä on poistettava kaloja?

Järvelle suositellaan tehokalastusta nuottaamalla. Samalla saadaan selville kalaston tila. Jos rakenne osoittautuu paremmaksi, voidaan siirtyä nopeammin hoitokalastusvaiheeseen. Veden kokonaisfosforipitoisuuden mukaan voidaan arvioida saalistavoitetta (kuva 25). Jos kokonaisfosforipitoisuus on alle 50 µg/l, sopiva saalistavoite on 50 – 100 kg/ha vuodessa (Sammalkorpi ym. 1999). Vuoden 2006 heinäkuisen kokonaisfosforipitoisuuden (134 µg/l), vuoden 2007 heinäkuisen kokonaisfosforipitoisuuden (174) ja vuoden 2008 heinäkuisen kokonaisfosforipitoisuuden (103 µg/l) mukaan saalistavoitteiksi tulisi n. 175 kg/ha, 225 kg/ha ja 150 kg/ha vuodessa. 2000-luvun kesäaikaisten kokonaisfosforipitoisuuden keskiarvon mukaan (116 µg/l) saalistavoitteeksi tulee noin 160 kg/ha vuodessa (kuva 20).



Kuva 20. Poistettavan kalabiomassan (kg/ha vuodessa) arvioiminen veden kokonaisfosforipitoisuuden perusteella (Sammalkorpi ym. 1999).

Jeppesenin ja Sammalkorven (2002) mukaan poistettavan kalabiomassan (kg/ha) voi laskea yhtälön $16,9 * TP^{0,52}$ mukaan, jossa TP = kokonaisfosforipitoisuus µg/l. Poistettavaksi kalabiomassaksi tulee tällä menetelmällä 215 kg/ha vuodessa, kun käytetään heinäkuun 2006 kokonaisfosforipitoisuutta (134 µg/l), 250 kg/ha vuodessa, kun käytetään heinäkuun 2008 kokonaisfosforipitoisuutta (174 µg/l) ja 190 kg/ha vuodessa, kun käytetään heinäkuun 2009 kokonaisfosforipitoisuutta (103 µg/l).

Ravintoketjukunnostus vaatii vesialueen omistajan luvan. Samoin tehokalastusta tekevillä talkoolaisilla tulee olla valtion kalastuksenhoitomaksu suoritettuna.

Ravintoketjukunnostus maksaa noin 1,5 – 2,5 euroa/ poistettu kalakilo.

Saaliskalojen mukana on arvioitu poistuneen noin 240 – 320 kg fosforia. Vuonna 2008 fosforia saatiin pois kalojen mukana 45 – 60 kg, vuonna 2009 noin 43 – 57 kg fosforia ja vuonna 2010 noin 38 – 50 kg.

Yhteenveto: Vaikka mallit antavat suuria poistomääriä, kannattaa Savijärven tehokalastusta jatkaa jo tehtyjen nuottausten antamien poistoarvioiden mukaisena. Nuottauksen perusteella tehty arvio on luultavasti tarkempi kuin pelkkään kokonaisfosforipitoisuuteen perustuvat mallit. Lisäksi mallit sopivat useimmiten tilanteeseen, jossa kalastus vasta aloitetaan. Savijärvellä on jo toteutettu hoitokalastusta, joten pyyntimäärät voivat olla alkutilannetta alhaisempia. Jos tehokalastuksessa ilmenee jotain uutta kannan koosta, voidaan pyyntiponnistuksen suuruutta arvioida uudelleen.

6.3.2 Petokalaistutukset

Savijärveen olisi kannattavaa istuttaa ahvenia ja haukia petokaloiksi. Jotta ne selviäisivät, tulee varmistaa, että järvessä on tarpeeksi happea talvella. Tällä hetkellä Savijärven talvinen happipitoisuus on petokalojen kannalta liian alhainen.

6.3.3 Valtaojien ja purojen kunnostus

Savijärveen johtavat valtaojat ja purot voivat toimia kalojen kutupaikkoina. Niiden kasvillisuus myös pidättää ravinteita ja kiintoainesta. Jos valtaojien ja purojen varsille perustettaisiin suoja-vyöhykkeet, vähentyisi ravinteiden ja kiintoaineen kulkeutuminen vesistöön. Ojat ovat useimmiten

suoria, leveitä ja matalia. Virtausolosuhteista tulee monipuolisempia, kun uomaan lisätään mutkaisuutta ja syvyyssuhteiden vaihtelua. Mataluus aiheuttaa uoman umpeenkasvua. Kasvillisuus ei saisi olla liian tiheää, jolloin vesi ei pääse virtaamaan riittävästi. Kasvillisuutta ei saa kuitenkaan poistaa kokonaan vaan tehdä kasvuston sekaan kasvillisuudesta vapaa kapea uoma. Jos kasvillisuutta poistetaan liikaa, sen ravinteiden pidättämiskyky heikkenee. Kapeassa kasvillisuudesta vapaassa uomassa virtaus pysyy hyvänä, vaikka ajankohtaan nähden virtaama olisi alhainen. Kasvillisuutta voidaan myös poistaa laikuittain. Niittojätteet on kerättävä aina tarkasti pois vesistöistä. Valtaojien ja purojen uomiin voidaan myös lisätä soraa, kiviä ja puuainesta, jotta uomasta tulisi parempi ja monipuolisempi elinympäristö niin kaloille kuin muillekin eliöille (Aulaskari ym. 2003).

6.3.4 Kalastuksen järjestäminen ja säätely

Petokaloja tulisi suosia käyttämällä hyväksi pyyntirajoituksia, kutualue ja -aika rauhoituksia ja istutuksia. Myös kutualueita voidaan kunnostaa. Näillä toimenpiteillä on myönteistä vaikutusta järven haukien kasvuun ja määrään.

6.3.6 Kalaston rakenteen seuranta

Tehokalastuksen vaikutuksia kalaston rakenteeseen tulee seurata vuosittain tai joka toinen vuosi koekalastuksin. Samoin tehokalastuksen saalistiedot tulee kirjata ylös. Näistä saa paljon tietoa kalamääristä, kun taas koekalastukset kertovat enemmän kalojen lajisuhteista. Koekalastuksessa suositellaan käytettävänä Nordic-yleiskatsausverkkoja tai kurenuottausta. Nordic-verkkojen avulla on mahdollista havaita pienten, 5 – 10 cm mittaisten särkikalajien osuus kalayhteisössä. Verkko-koekalastuksen tuloksiin pitää suhtautua tietyllä varauksella pyydyksen valikoivuuden takia. Isokoiset särkikalat jäävät usein kokonaan huomaamatta, niin kuin hauetkin. Ahventen määrä taas voi korostua, koska ne jäävät piikkisten eviensä takia verkkoihin helpommin kiinni. Kurenuottaus on vähemmän valikoiva ja antaa paremman käsityksen kalaston rakenteesta. Paras ajankohta koekalastukselle on loppukesä, jolloin järven olosuhteet ja kalojen käyttäytyminen ovat vakaita. Tällöin on erittäin tärkeää kirjoittaa ylös veden lämpötila, verkkojen lukumäärä ja pyyntiaika. Koekalastamalla voidaan arvioida vesistön kalakannan kokoa, kalayhteisön rakennetta ja eri kalalajien runsaussuhteita. Näissä tapahtuvia muutoksia on mahdollista seurata, kun verrataan eri koekalastusten yksikkösaaliita toisiinsa. Yksikkösaaliit ilmoitetaan joko kalojen lukumääränä tai massana verkkoa kohden. Yksikkösaaliissa tapahtuvien muutosten perusteella voidaan arvioida kalakannan suhteellista runsautta. Saaliin keskipaino otetaan ylös lajikohtaisesti. Myös poistopyynnin yksikkö- tai päiväsaaliista on hyvä pitää kirjaa ja tehdä tarkat saalisotannot (Kurkilahti & Rask 1999).

Yhteenveto

Tehokalastusta suositellaan jatkettavan. Toimenpide tulisi suorittaa asiantuntijatyönä. Kalastuksella voidaan vähentää järven sisäistä kuormitusta. Paras ja toimivin tapa Savijärvelle on syysnuottaus. Katiskoiden käyttö voi haitata vesilintuja.

Vaikutukset luonnonsuojelutavoitteiden kannalta

Kalaston rakenteen muuttaminen parantaa luonnonsuojeluarvoja. Tehokalastus tulee tehdä asiantuntijatyönä. Pyydykset tulee valita luonnonsuojeluarvot huomioiden. Käytännössä paras menetelmä on nuottaus. Toimenpide tulee tehdä lintujen pesimisajan jälkeen.

6.4 Happipitoisuuden lisääminen

6.4.1 Yleistä hapettamisesta

Hapettaminen estää fosforin vapautumisen sedimentistä. Fosfori sitoutuu rauta- ja mangaaniryhdyksiin hapellisissa olosuhteissa (Lappalainen & Lakso 2005). Hapetuksella voidaan rikkoa järven lämpötilakerrostuneisuus joko tarkoituksella tai tahattomasti. Kesäaikana tästä saattaa seurata sekä hyviä että huonoja vaikutuksia veden laatuun. Voimakas kerrostuneisuus estää ravinteiden siirtymisen alusvedestä pintaveteen, jolloin esimerkiksi leväkukintojen syntyminen on epätodennäköisempää. Kerrostumattomassa järvessä koko vesimassa voi sekoittua jatkuvasti, jolloin myös resuspensio kasvaa (Evans 1994). Resuspensiolla tarkoitetaan sedimentin sekoittumista vesimas-

saan eli järven pohjaan sedimentoituneet ainekset tulevat käyttöön uudelleen. Kerrostuneessa järvessä tyyni sää voi johtaa vesimassan vakauden kautta sinilevien parempaan kilpailukykyyn (Cooke ym. 2005). Sinilevät voivat säädellä esiintymissyvyyttään kaasuvakuoliensa avulla. Kaasuvakuoli on sinileväsolun sisällä oleva kaasurakkula. Kerrostuneisuuden purkautuminen lisää veden sekoittumista ja nopeasti vajoavat kasviplanktonilajit (esim. piilevät) tulevat kilpailukykyisemmiksi (Cooke ym. 2005).

Hapetuksella on vaikutuksia eliöyhteisön rakenteeseen. Kerrostuvissa järvissä alusvedessä voi olla selvästi pintakerrosta alhaisempi happipitoisuus. Myös matalissa järvissä voi esiintyä selvästi alhaisempia happipitoisuuksia pohjanläheisissä vesissä, vaikka kerrostuneisuus olisikin heikko. Osa vesikirpuista voi hakea suojaa vähähappisuudesta. Toisaalta hapetus on lisännyt vesikirpujen määriä selvästi toisissa tutkimuksissa (Cooke ym. 2005). Näiden tutkimusten mukaan alusveden hapellisuus mahdollistaa eläinplanktonin vaeltamisen syvemmälle suojaan saalistusta.

Jungon ym. (2001) mukaan sekoittumisella voidaan vaikuttaa kasviplanktonin koostumukseen, jos kasviplanktonilajien esiintymistä rajoittaa valon puute. Jos ravinteet ovat rajoittavana tekijänä kasviplanktonille, niin sekoittuminen voi lisätä levien määriä, jos ravinnepitoisuus kasvaa sekoittumisen myötä. Kerrostuneessa järvessä päällysvedessä yhteyttäminen johtaa alhaiseen hiilidioksidipitoisuuteen ja sitä kautta korkeaan pH-arvoon. Alusvedessä on vastaavasti korkea hiilidioksidipitoisuus ja alhainen pH-arvo. Sekoittumisen myötä alusveden pH-arvo voi nousta, jolloin fosforia saattaa alkaa vapautua sedimentistä.

6.4.2 Hapettaminen yhtenä Savijärven kunnostusmenetelmänä

Savijärvessä on esiintynyt happikatoja talvisin. Laajimmillaan happikadot ovat esiintyneet käytännössä koko vesipatsaassa. Usein vesi on ollut lähes hapetonta 1,5 m:n ja sitä syvemmällä. Tämä vastaa yli 70 % koko järven tilavuudesta ja vajaa 70 % pinta-alasta (taulukot 9 ja 10).

Taulukko 9. Savijärven syvyyksiluokat.

	tilavuus, 10 ³ m ³	osuus, %
0	640	100
1 m ja sitä syvempää	555	87
1,5 m ja sitä syvempää	460	72
2 m ja sitä syvempää	380	59
2,5 m ja sitä syvempää	40	6,3
yli 2,5 m ja sitä syvempää	0	0

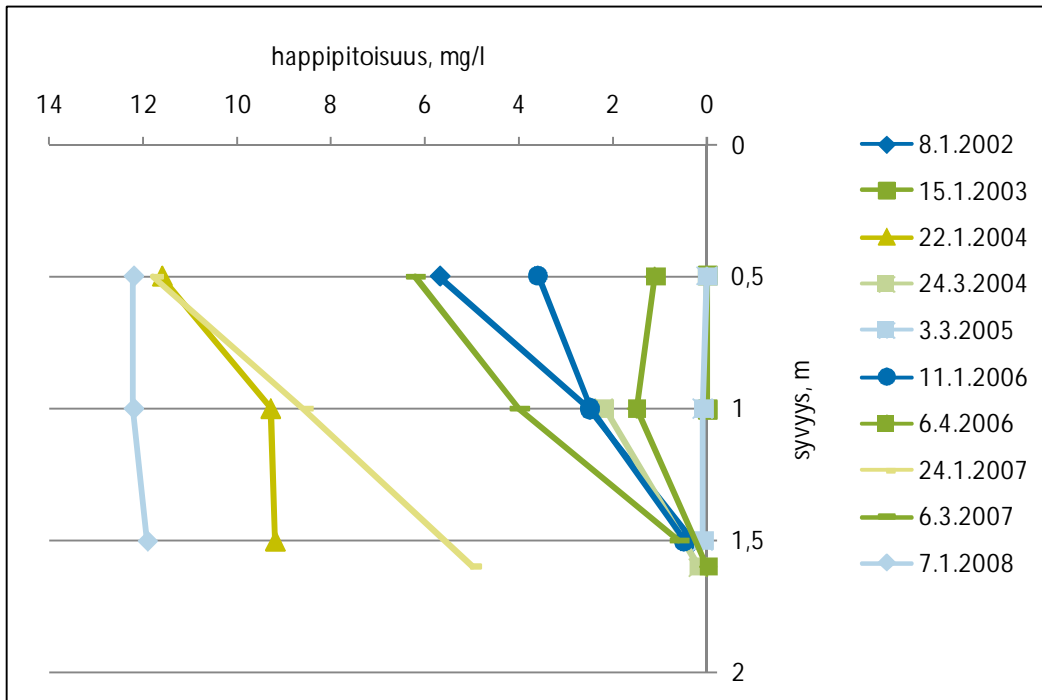
Taulukko 10. Savijärven pinta-alat ja niiden osuudet eri vesisyvyyksissä

	pinta-ala, ha	osuus koko alasta
0	40	100
1	36	90
1,5	27	68
2	10	10
2,5	1	1
yli 2,5	0	0

Savijärvi ei kerrostu mataluutensa takia. Kokonaisfosforipitoisuudet ovat nousseet talvella joinakin vuosina hapettomina ajanjaksoina. Kesällä sedimentistä todennäköisesti vapautuu fosforia. Vapautunut fosfori pääsee sekoittumaan koko vesimassaan ja ylläpitää leväkukintoja.

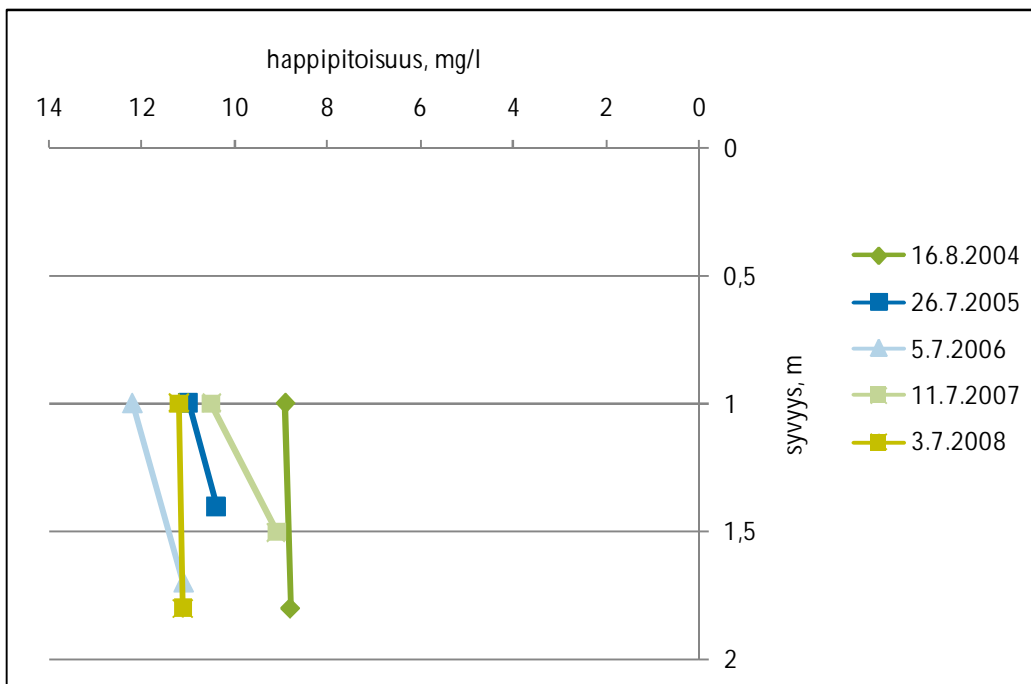
Sedimenttitutkimuksen (Maa ja Vesi 1989) mukaan Savijärven pohjan läheisessä vesikerroksessa ei ollut happea juuri lainkaan. Sedimentti oli pääosin hienojakoista detritusliejua ja paikoin myös saviliejua. Yhdessä näytepisteessä oli ohut, musta sulfidikerros. Liukoisten ravinteiden määrät olivat vähäisiä.

Savijärven happipitoisuudet ovat olleet 2000-luvulla erittäin alhaisia loppupalvisin (kuva 21).



Kuva 21. Savijärven happiprofiilit loppupalvisin 2000-luvulla.

Happipitoisuudet ovat olleet loppukesäisin pääosin hyviä (kuva 22). Todennäköisesti kuitenkin aivan sedimentin pintaosa on hapeton, jolloin ravinteita voi vapautua veteen. Savijärven mataluuden vuoksi ravinteet pääsevät sekoittumaan helposti koko vesimassaan. Sekoittuminen myös pitää veden hapellisena.



Kuva 22. Savijärven happiprofiilit loppukesäisin vuosina 2004 - 2008.

Savijärveä on hapetettu talvella 1987 – 1988. Tällöin eri ajankohtina johdettiin happea veteen 100 – 350 kg päivässä (Isteri 1988). Keskiarvona happea syötettiin 178,2 kg päivässä. Kyseisen hapetuskokeen arvioitiin onnistuneen tyydyttävästi. Jatkossa mitoitus kannattaa tehdä suuremmaksi (Isteri 1988). Savijärvestä on hapetettu myös talvella 2006.

Savijärvässä on esiintynyt hapettomuutta talvisin hyvin usein 1,5 m:n syvyydessä. Tässä syvyydessä on 68 % järven pinta-alasta ja yli 70 % vesimassan tilavuudesta. Kyseiset osuudet ovat merkittäviä. Savijärvässä on ollut useina talvena selvää hapetustarvetta. Happipitoisuuden parantuminen edistää luonnonsuojelullisia arvoja sekä lintuvesiohjelman toteutumista. Hapetuksen pitäisi vähentää järven sisäistä kuormitusta ja siten parantaa veden laatua.

Savijärven kunnostamisessa kannattaa harkita hapettamista ja järvelle esitetään tehtäväksi tarkempi hapetussuunnitelma, mistä ilmenee juuri kyseiseen järveen teholtaan ja muilta ominaisuuksiltaan sopiva laitteisto, järven hapetustarve ja laitteen sijainti.

Vaikutukset luonnonsuojelutavoitteiden kannalta

Hapetuksella on tarkoitus nostaa järven veden happipitoisuutta ja näin vähentää sisäistä kuormitusta sekä parantaa veden laatua. Tämä edistää luontoarvojen säilymistä.

7 Huonosti soveltuvat tai soveltumattomat kunnostusmenetelmät

Tässä kappaleessa esitetyt menetelmät ovat joko huonosti soveltuvia tai eivät sovellu nykyisen tiedon valossa Savijärvelle. Tilanne saattaa muuttua etenkin kokeellisten menetelmien kehittymisen myötä. Samoin esimerkiksi ulkoisen kuormituksen vähentyminen voi mahdollistaa jonkun nyt huonosti soveltuvan menetelmän paremman toimivuuden.

Esitellyistä menetelmistä ruoppaus ja vedenpinnannosto ovat Suomessa enemmän käytettyjä menetelmiä. Näistä menetelmistä löytyy myös enemmän tietoa. Kemialliset menetelmät ovat huomattavasti harvemmin käytettyjä. Fosforin saostamisesta rauta- ja alumiiniyhdisteillä on jonkin verran tietoa. Happikalkkia on kokeiltu Suomessa vain muutamassa pienessä kohteessa ja Phoslock-menetelmää yhdessä. Kyseisiä menetelmiä on kuitenkin esitelty lehdissä, minkä vuoksi ne tuodaan tässä suunnitelmassa esille. Esitelyjen menetelmien lisäksi on olemassa muitakin erittäin kokeellisella asteella olevia menetelmiä.

7.1 Vedenpinnan nosto

Savijärvi on matala järvi, joka on aikoinaan laskettu. Mataluus aiheuttaa talvisin happiongelmiä. Kesäisin järvi taas sekoittuu kokonaan eikä happitilanne pääse muuttumaan huonoksi. Järven länsipuoli on luonnonsuojelualuetta. Vedenpinnan nostolla voi olla sekä hyviä että huonoja vaikutuksia kyseisen alueen vesitalouteen ja luontoarvoihin. Jos ympäröivää suoaluetta uhkaa umpeen kasvaminen, voi vedenpinnan nosto parantaa alueen luontoarvoja. Todennäköisesti toimenpiteen seurauksena länsipuolelta irtoaa osmankäämilauttoja, jotka pitää poistaa. Lisäksi suoalue toimii kosteikkona ja pidättää pelloilta tulevia ravinteita. Noston seurauksena ravinteita saattaa vapautua huuhoutumisen seurauksena.

Suurin ongelma kuitenkin Savijärven veden pinnan nostossa on alueen maankäyttö. Pintaa ei ole mahdollista nostaa riittävästi ilman, että yksityisille kiinteistönomistajille aiheutuu haittoja. Vuoden 1988 kunnostussuunnitelmassa on arvioitu millaisia vahinkoja 20 cm:n nosto aiheuttaisi ja laskettu korvaukset omistajille. Vuoden 2005 hoito- ja käyttösuunnitelmassa todetaan, että 20 cm:n nosto ei ole riittävä, jotta veden laatu paranisi.

Näistä syistä johtuen veden pinnan nostaminen nähdään mahdottomana toteuttaa.

7.2 Fosforin kemiallinen saostaminen

7.2.1 Rauta- tai alumiiniyhdisteet

Fosforin kemiallisella saostamisella alennetaan veden kokonaisfosforipitoisuutta ja fosforin vapautumista sedimentistä. Saostuksessa käytetään rauta- tai alumiiniyhdisteitä. Rautayhdisteet vaativat toimiakseen hapelliset olot, alumiiniyhdisteet toimivat hapettomissakin olosuhteissa. Alumiiniyhdisteiden haittana on niiden voimakas happamoittava vaikutus, mistä saattaa seurata kalakuolemia. Veden fosforipitoisuuden alenemisen myötä kasviplanktonin määrä vähenee ja vesi kirkastuu. Tämän seurauksena vesikasvillisuus saattaa levitä voimakkaasti. Etenkin uposlehtiset vesikasvit voivat muodostaa tiheitä kasvustoja. Saostuksen vaikutukset ovat lyhytaikaisia, minkä takia käsittely saatetaan joutua uusimaan muutaman vuoden välein (Oravainen 2005).

Fosforin kemiallista saostamista ei kannata tehdä lyhytviipymäisissä järvissä. Oravaisen (2005) mukaan veden viipymän ollessa alle 1 – 2 vuotta, korvautuu järvessä oleva vesi nopeasti uudella valumavedellä, joka voi olla ravinteikasta ja josta saostuskemikaali puuttuu. Savijärveen kohdistuu paljon ulkoista kuormitusta ja sen viipymä on noin 262 päivää eli 0,72 vuotta. Ulkoisen kuormituksen ollessa liian suurta jäävät saostuksen vaikutukset vähäiseksi. Näistä syistä johtuen rauta- ja alumiiniyhdisteiden käyttöä ei suositella Savijärven kunnostuksessa.

7.2.2 Happikalkki eli kalsiumperoksidi

Happikalkki on kokeellisella asteella oleva menetelmä, jonka vaikutuksia on tutkittu hyvin vähän. Menetelmän toimivuutta on kokeiltu Suomessa Lappajärven kunnostushankkeen yhteydessä laboratoriossa. Happikalkki nosti veden happipitoisuutta aivan sedimentin pinnalla, mutta korkea pH-arvo mitätöi positiiviset vaikutukset (Rautio ja Savola 2003). Happikalkkia on käytetty pienen (2,3 ha) Likolammen kunnostuksessa yhdistettynä pohjan pöyhintään. Käsittelyn jälkeen veden pH-arvo oli aiempaa korkeampi ja fosforipitoisuus alhaisempi (Väisänen 2009). Velox-annos oli Likolammella 35 t/ha ja kemikaalikustannus 1 000 – 2 000 €/ha ja työkustannus oli samaa luokkaa (Keto 2009).

Lohjalla sijaitsevassa Rapulammessa on testattu menetelmän toimivuutta (Nykänen ja Romantschuk 2010). Tutkimuksessa tehtiin sekä laboratoriokokeita että kenttäkokeita. Laboratoriokokeissa huomattiin sama vaikutus kuin Lappajärven kunnostushankkeen yhteydessä, sekä veden että sedimentin pH-arvo nousi merkittävästi. Samoin veden ja sedimentin happipitoisuus nousi. Lampikokeessa ei esiintynyt veden pH-arvon nousua. Tosin annostus oli hieman laboratoriokoea pienempi. Happipitoisuus nousi pinnanläheisessä ja pohjan läheisessä vedessä sekä sedimentissä heti lisäyksen jälkeen. Kokonaisfosforipitoisuudet laskivat. Vaikutus heikkeni lammen jäädyttyä selvästi, ja sedimentti sekä pohjanläheinen vesi olivat käytännössä hapettomia. Jäiden lähdön jälkeen happipitoisuus alkoi taas nousta.

Kalsiumperoksidia (CaO_2) voidaan levittää järveen esimerkiksi veneestä käsin, jolloin se uppoaa sedimentin pintakerrokseen. CaO_2 hajoaa hitaasti reagoiessaan veden kanssa, jolloin vapautuu happea ja kalsiumhydroksidia. Tällöin sedimentin ja veden happipitoisuuden pitäisi nousta ja aerobisten mikrobien määrä kasvaa. Samoin hajotustoiminnan pitäisi vilkastua (Nykänen 2009).

Menetelmän etuja on muutamia. Happikalkki luovuttaa happea pitkän aikaa. Veden pH-arvon nousu ei ole kovin suurta. Menetelmä ei muuta sedimentin rakenteellisia olosuhteita, koska sedimenttiä ei tarvitse pöyhiä koneellisesti. Työkustannukset ovat pieniä, eikä menetelmään liity huoltokustannuksia (Nykänen 2009).

Näyttäisi siltä, että happikalkki toimii parhaiten pienten, ylirehevien ja huonokuntoisten lampien kunnostuksessa. Talviaikaista happikatoa sillä ei kuitenkaan pystytty estämään ainakaan Rapulammen koekohteessa. Annostuksen lisääminen olisi voinut auttaa asiaa, mutta silloin olisi saattanut alkaa esiintyä haitallisia sivuvaikutuksia, kuten veden pH-arvon nousua. Jotta menetelmä toimisi Savijärvessä, pitäisi ulkoisen kuormituksen olla nykyistä vähäisempää. Ravinteikas vesi ylläpitää järven korkeaa perustuotantoa ja synnyttää voimakasta sedimentaatiota. Lisäksi lyhyt viipymä lyhentää menetelmän vaikutusta. Pohjaan levitetty kemikaali voi peittyä lyhyessä ajassa, jolloin sen vaikutus loppuu.

Menetelmästä olisi hyvä saada lisää tietoa, etenkin sen annostuksen määrittäminen pitäisi saada tarkemmaksi. Happikalkkia ei suositella kokeiltavan Savijärven kunnostuksessa. Vaikutukset linnustoon ja luontoarvoihin on hankala arvioida, kun itse menetelmästä ei tiedetä tarpeeksi. Tiedon lisääntyessä menetelmää voidaan mahdollisesti harkita käytettäväksi Savijärven happikatojen ehkäisyssä. Tällä hetkellä menetelmää ei suositella Savijärven kunnostukseen.

7.2.3 Phoslock

Phoslock on hyvin kokeellisella asteella oleva uusi kemiallinen kunnostusmenetelmä. Phoslock (LaCl_3) on savituote, jossa bentoniittisavea ja lantaniumia (La^{3+}). Lantanium sitoo fosforia (LaPO_4). Ainetta käytetään pääosin sinileväkukintojen vähentämiseen. Phoslockin pH-arvo on välillä 7,0 – 7,5. Lantanium ei kerääntyy kalojen lihaksiin. Mutta sillä voi olla toksisia vaikutuksia eliöstöön (esim. *Daphnia*-vesikirput); jos veden alkaniteetti alhainen. Myös veden kovuus ja pH-arvo ovat tärkeitä. Annostelu laskettava vesistökohtaisesti, jotta toksisuusvaikutuksilta vältyttäisiin. Aineen levityksessä on käytettävä suojarusteita, jotka estävät aineen joutumista silmiin, iholle ja hengitysteihin.

Kenttäkokeessa selvisi, että Phoslock sitoo fosforia vedestä (Mäkelä 2010). Se vähensi selvästi vesiruton kasvua. Toisaalta myös tavallinen alumiinikloridikäsittely aiheutti kasvuston vähentymistä. Molemmista menetelmistä näkyi levämäärän kasvua verrattuna käsittelemättömään järvi-veeseen. Kyseisestä menetelmästä tiedetään edelleen liian vähän, jotta sitä voisi suositella Savijärven kunnostukseen. Menetelmää ei ainakaan kannata käyttää järvissä, joissa on uposlehtistä kasvilli-

suutta. Jos aine vähentää näiden kasvua, saavat levät kilpailuedun. Savijärven kasvillisuus koostuu pääosin kelluslehtisistä vesikasveista, joten kasvillisuus ei estä menetelmän käyttöä.

Savijärven viipymä on 262 päivää. Järveen kohdistuu liikaa ulkoista kuormitusta. Kokeellista Phoslock-menetelmää ei suositella Savijärven kunnostukseen. Järveen tuleva vesi on ravinteikasta ja järven vesi korvautuu kuitenkin aika nopeasti uudella valumavedellä, koska viipymä on vain 0,72 vuotta. Lisäksi menetelmän vaikutuksista kaivataan lisätietoa.

7.3 Sedimentin poistaminen

Ruoppauksella tarkoitetaan pohjasedimentin poistamista järvestä. Yleensä menetelmän tavoitteena on järven vesisyvyyden ja -tilavuuden lisääminen, ravinnekierron vähentäminen veden ja sedimentin välillä, kasvillisuuden vähentäminen ja saastuneiden tai myrkyllisten aineiden poistaminen järvestä. Lisäksi ruoppauksilla voidaan parantaa esim. uimarantojen käyttökelpoisuutta (Viinikkala ym. 2005).

Ruoppaus on kallis menetelmä ja ruopattu massa vaatii suuria läjitysalueita. Tästä syystä ruoppausta ei ole käytetty Suomessa veden laadun parantamiseen, vaan virkistyskäytön lisäämiseen. Savijärveen tulee järven sietokyvyn ylittävä määrä ulkoista kuormitusta. Vedenlaadun parantaminen vaatisi todella paljon vähäisempää ulkoista kuormitusta ja suuria läjitysalueita. Toisaalta suurempi vesitilavuus voisi ehkäistä talviaikaisia happikatoja. Samoin huonokuntoisen sedimentin poistaminen voisi parantaa järven tilaa. Toisaalta Savijärveen tulee jatkuvasti liikaa kuormitusta. Ruopatun sedimentin päälle kertyy nopeasti uutta sedimenttiä. Ruoppausta ei tällä hetkellä nähdä suositeltavana kunnostusmenetelmänä. Järkevämpää on vähentää ulkoista kuormitusta ja miettiä happikatojen ehkäisyä sekä kalaston rakenteen korjaamista. Tilanne saattaa muuttua, jos ulkoista kuormitusta saadaan selvästi vähennettyä. Tällöin voidaan harkita menetelmän käyttöä.

Vaikutukset luonnonsuojelutavoitteiden kannalta

Yllä olevia menetelmiä ei suositella Savijärven kunnostukseen. Jos jotakin näistä halutaan myöhemmin käyttää kunnostuksessa, tulee menetelmän vaikutukset linnustoon ja luonnonsuojelualueeseen selvittää.

8 Seuranta

Olisi hyvä, jos vesinäytteitä pystyttäisiin ottamaan vuosittain kolme kertaa kesässä ja kerran talvela. Jos näytteitä ei ole mahdollista ottaa montaa kertaa kesässä, niin paras ajankohta niiden ottamiselle on heinä-elokuu. Talviaikana riittää yksi analyysi (maaliskuu), mutta happipitoisuutta kannattaisi seurata useammin. Jos veden laatua ei ole mahdollista seurata vuosittain, niin joka toinenkin vuosi tehtävä veden laadun seuranta antaa tietoa järven tilan kehityksestä. Kesällä vedestä kannattaa määrittää ainakin kokonaisfosfori- ja kokonaistyppipitoisuus, klorofylli-a-pitoisuus ja happipitoisuus. Myös veden pH, väri ja sameus kannattaa selvittää. Talvella näytteestä kannattaa analysoida ainakin kokonaisfosfori- ja kokonaistyppipitoisuus ja happipitoisuus.

Happipitoisuuden seuranta varten olisi kannattavaa ostaa happimittari. Mittarin avulla happea voidaan seurata vaikka viikoittain. Happea kannattaa seurata kuitenkin vähintään kerran kuukaudessa. Happi kannattaa mitata sekä pinnasta että pohjan läheltä. Pintanäyte kannattaa ottaa 50 – 100 cm:n syvyydestä. Happea voi mitata tämän jälkeen metrin välein ja kirjata lukemat ylös. Syvyyden määrittämistä varten kannattaa merkitä happimittarin kaapeliin pituus 50 cm:n välein ilmastointiteipillä. Happimittari tulee kalibroida laitteen mukana tulevien ohjeiden mukaan sekä huolehtia, että sen mittausanturissa on mittauksen onnistumiseen vaadittavia kemikaaleja. Samoin happimittarin huolto on järjestettävä laitteen ohjeiden mukaisesti.

Ranta-asukkaiden kannattaisi sopia järven näkösyvyyden jatkuvasta seurannasta, koska näkösyvyyden seurannalla saadaan selville helposti muutokset veden laadussa.

Tehokalastuksen tuloksellisuutta tulisi seurata jatkuvilla saalisotoksilla sekä määrääjain tehtävin koekalastuksin.

Kuormituksen seuranta on vaikeampaa, koska luotettavien tulosten saaminen vaatii suuria näytemääriä. Suuntaa-antavia tuloksia voi saada seuraamalla silmämääräisesti veden samentumista sateiden jälkeen.

Vesikasvillisuutta kannattaa seurata, vaikka järvessä se ei aiheuttaisikaan ongelmia. Paikalliset toimijat voisivat hyvin vastata kasvillisuuden seurannasta. Etenkin tehokalastuksen jälkeen on hyvä tarkkailla kasvillisuuden leviämistä. Tärkeää olisi merkitä vuosittain karttaan kasvillisuusrajat ja kasvilajit ja tarvittaessa tehdä tarkempia kasvillisuuskarttoituksia 2 – 3 vuoden välein. Kasvustot kannattaa myös valokuvata, jolloin niiden tunnistamisen voi varmentaa asiantuntijalla.

Linnustoa on suositeltavaa seurata esimerkiksi 3 – 5 vuoden välein. Seuranta tehdään neljän käynnin kiertolaskentana huhti – kesäkuussa, jolloin pesivästä vesi- ja rantalinnustosta saadaan luotettava tulos. Linnuston laskenta vaatii riittävän asiantuntemuksen.

9 Kunnostuksen vaikutukset luonnonsuojelutavoitteiden kannalta

Savijärven kunnostuksessa tulee huomioida kunkin toimenpiteen vaikutukset luontoarvoihin. Toimenpiteiden vaikutuksia tulee seurata, niin itse järven kuin luontoarvojen kannalta.

9.1 Valuma-alueella tehtävät toimenpiteet

Ulkoisen kuormituksen vähentäminen edistää luontoarvojen toteutumista. Toimenpiteellä tähdätään järven tilan paranemiseen pidemmällä aikavälillä. Tällä hetkellä Savijärveen tulee järven sietokyvyn ylittävä määrä ulkoista fosforikuormitusta. Yhdessä järvessä tehtävien toimenpiteiden kanssa on mahdollista parantaa järven tilaa. Tämä taas vaikuttaa luontoarvoihin suotuisasti.

9.2 Järvessä tehtävät toimenpiteet

Savijärven kalasto on särkikalavaltainen ja koostuu pääosin ruutanoista. Nämä aiheuttavat sisäistä kuormitusta etsiessään ravintoa pohjalta. Tehokalastusta suositellaan jatkettavan jokavuotisena toimenpiteenä. Kalaston rakenteen muuttamisella on Savijärvellä tavoitteena veden laadun parantuminen. Toimenpide tulee tehdä asiantuntijatyönä. Katiskakalastus voi haitata vesilintuja, eikä sitä suositella. Järven tilan paraneminen edesauttaa luontoarvojen toteutumista.

Hapetuksella tähdätään veden happipitoisuuden nousuun ja sitä kautta sisäisen kuormituksen vähentymiseen. Savijärvessä on esiintynyt talvisin happikatoja. Toimenpiteen ollessa oikein mitoitettu veden laatu paranee. Tilan parantuminen edistää linnustollisia että luonnonsuojelullisia arvoja.

Savijärvestä ei suositella poistettavan vesikasveja laajamittaisesti. Jos Savijärvestä on tarvetta poistaa vesikasveja virkistyskäytön parantamisen kannalta, pitää poistoajankohta ajoittaa lintujen pesimäajan jälkeiseen aikaan. Järviruo'on niittoajankohdaksi ehdotettu heinäkuun puolenvälin jälkeinen aika toteuttaa tämän reunaehdon. Ruovikon niitossa tulee huomioida "arvolajien" pesimäpaikat. Vesikasvillisuutta ei pidä poistaa aivan rannasta, koska se toimii eräänlaisena suoja-vyöhykkeenä pidättäen ravinteita ja kiintoainesta.

Fosforin kemiallista saostamista eikä muitakaan kemiallisia menetelmiä suositella käytettäväksi Savijärven kunnostuksessa. Järveen kohdistuu liian paljon ulkoista kuormitusta. Viipymä on vain 262 päivää eli 0,72 vuotta laskettuna koko valuma-alueelta.

Ruoppaus ei ole tällä hetkellä järkevä menetelmä Savijärven kunnostamiseen. Myöskään Savijärven vedenpintaa ei ole mahdollista nostaa. Veden pinnan nostolla voi olla sekä hyviä että huonoja vaikutuksia alueen luontoarvoihin.

10 Yhteenveto

Savijärven ulkoista kuormitusta pitäisi saada vähennettyä, koska se ylittää sekä sallitun että kriittisen tason. Sallitun tason ylitys aiheuttaa rehevöitymistä. Kriittisen tason ylittyessä rehevöityminen nopeutuu kiihtyvällä nopeudella. Savijärvestä syntyy myös sisäistä kuormitusta. Järveen tulevaa kuormitusta olisi hyvä saada vähennettyä 80 – 100 kg eli 50 – 60 %.

Ulkoisesta fosforikuormituksesta suurin osa (35 %) aiheutuu peltoviljelystä. Tähän kuormituslähteeseen tulee kiinnittää huomiota ja miettiä sen vähentämistä yhdessä viljelijöiden kanssa. Tärkeää on selvittää, voidaanko valuma-alueelle perustaa suojavyöhykkeitä. Samoin mahdolliset kosteikkopaikat kannattaa kartoittaa. Haja-asutuksen osuus fosforikuormituksesta on noin 25 %. Tämä kuormituslähde on usein kuitenkin hyvin lähellä järveä, minkä vuoksi se päätty nopeammin aiheuttamaan rehevöitymistä. Lisäksi asutuksen jätevesissä fosfori on liukoisessa muodossa ja tästä syystä heti kasveille ja leville käyttökelpoisessa muodossa. Myös valuma-alueella sijaitsevat hevostallit tuovat fosforikuormitusta (28 %) Savijärveen. Tähänkin kuormituslähteeseen olisi hyvä miettiä vähentämismahdollisuuksia.

Savijärvestä on esiintynyt usein lopputalvisin happikatoja. Happikadot ovat olleet suhteellisen laajalla alueella, minkä vuoksi Savijärvelle esitetään tehtäväksi tarkempi hapetus suunnitelma. Happipitoisuutta pitäisi seurata tiiviimmin ja sen seuraamista varten voidaan hankkia happimittari.

Kalaston rakennetta on muutettava vähemmän särkikalavaltaiseen suuntaan. Savijärven nuottauksia suositellaan jatkettavan vuosittain. Happitilanteen parannuttua suositellaan tehtäväksi petokalaistuksia. Lajeina voivat olla ahven ja hauki.

Linnustoa tulee seurata 3 – 5 vuoden välein tehtävillä kiertolaskennoilla. Laskennat tulee tehdä neljä kertaa huhti – kesäkuussa, jotta pesivien lintujen määrät saadaan arvioitua luotettavasti.

Vesikasvillisuutta voidaan poistaa maltillisesti, jos se aiheuttaa haittaa virkistyskäytölle, mutta toimenpiteen vaikutuksia tulee seurata vuosittain. Laajamittaisia poistotoimenpiteitä ei suositella tehtävän. Poistosta tulisi tehdä tekninen suunnitelma, josta ilmenee poistettavien kasvien määrät, lajit ja mistä poisto tehdään. Linnusto on huomioitava toimenpiteen ajankohdassa. Vesikasveja voidaan poistaa vasta lintujen pesimäajan jälkeen eli heinäkuun puolesta välistä eteenpäin.

Veden laatua pitää seurata, jotta kunnostusten vaikutukset tai järven tilan muutokset huonompaan suuntaan nähdään ajoissa. Tällöin voidaan ohjata toimenpiteitä oikeaan suuntaan, jos veden laadussa näkyy muutoksia.

Savijärvelle ei suositella kemiallisia kunnostusmenetelmiä, ruoppausta tai vedenpinnan nostoa.

Savijärvelle suositellaan toimenpiteiksi

- ulkoisen kuormituksen vähentäminen
- tehokalastus ainakin kolmen seuraavan vuoden ajan
- hapetus suunnitelman teettäminen

Savijärvelle suositellaan tehtävän seuraavanlaisia tutkimuksia

- happipitoisuuden seuranta happimittarilla
- veden laadun seuranta
- kasvillisuuden seuranta
- kalaston seuranta
- linnuston seuranta

Näitä toimenpiteitä voidaan tehdä Savijärvellä tarvittaessa, tarkan harkinnan ja suunnittelun jälkeen

- maltillista, virkistyskäyttöä parantavaa vesikasvien poistoa

Näitä toimenpiteitä ei suositella tällä hetkellä tehtävän Savijärvellä

- veden pinnan nosto
- kemialliset menetelmät
- laajamittainen vesikasvillisuuden poisto
- ruoppaukset

Kirjallisuus

- Airaksinen J. 2004. Vesivelho-hankkeen loppuraportti. Suunnitteluohjeistus rehevöityneiden järvien kunnostamiseen. Savonia-ammattikorkeakoulu, Tekniikka, Kuopio. 96 s. ISBN 952-9533-90-X.
- Alakukku L. 2004. Suorakylvö. *Vesitalous* 45 (3): 31 – 32.
- Aulaskari H., Lempinen P. & Yrjänä T. 2003. Kalataloudelliset kunnostukset. Julkaisussa: Luonnonmukainen vesirakentaminen (toim. Jormola J., Harjula H. & Sarvilinna A. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. Suomen ympäristö nro 631.s. 72 – 87. ISBN 952-11-1424-X.
- Bärlund I. & Tattari S. 2001. Ranking of parameters on the basis of their contribution to model uncertainty. *Ecological Modelling*, 142 (1-2): 11 – 23.
- Cooke G. D., Welch E. B., Peterson S. A. & Nichols S. A. 2005. Restoration and management of lakes and reservoirs. Kolmas painos, Lewis Publishers. 591 s. ISBN 1-56670-625-4.
- Evans R. D. 1994. Empirical evidence of the importance of sediment resuspension in lakes. *Hydrobiologia* 284 (1) : 5–12.
- Frisk T. 1978. Järvien fosforimallit. Vesihallitus. Vesihallituksen tiedotus 146, Helsinki. 114 s. ISBN 951-46-3412-8.
- Granlund K., Rekolainen S., Grönroos J., Nikander A. & Laine Y. 2000. Estimation of the impact of fertilisation rate on nitrate leaching in Finland using a mathematical simulation model. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 80 (1-2): 1 – 13.
- Hagman A.-M. 2005. *Sida crystallinan* kesänaikainen sukkessio - kelluslehtikasvuston ja veden laadun merkitys vesikirppupopulaatiolle. Pro gradu -työ. Helsingin yliopisto. 50 s.
- Harjula H., Keränen P. ja Vatanen S. 2002. Savijärven kunnostussuunnitelma. Rehevien järvien kunnostus -kurssi. Harjoitustyö. Helsingin yliopisto. 14 s. [Julkaisematon moniste]
- Hertta 2010. Ympäristöhallinnon tietojärjestelmä Hertta. Savijärven vedenlaatutiedot.
- Hertta 2011. Ympäristöhallinnon tietojärjestelmä Hertta. Vesimuodostumakohtainen asiantuntijarvio koskien Savijärveä.
- Hinkkanen K. 2006. Kuivakäymälän hoito ja käymäläjätteen käsittely. Käymäläseura Huussi ry, Tampere. 10 s. ISBN 952-91-9985-6.
- Huttunen M., Huttunen I. & Vehviläinen B. 2008. Vesistömallin vedenlaatuosio, vesistömallikoulutus 12.2.2008. Lainattu vesistömallijärjestelmän Internet-sivuilta 15.3.2010.
- Hyytiäinen U-M. 2000. Tarkkaile kotijärveäsi. Havaitse ajoissa haitallinen rehevöityminen. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 9 s. [Julkaisematon moniste].
- Isteri P. 1988. Savijärven hapetuskokeen hapensyöttö 1987 – 1988. Neutrox Oy. 2 s. [Julkaisematon muistio).
- Jeppesen E. & Sammalkorpi I. 2002. Lakes. Julkaisussa: Perrow M. R. & Davy A. J. (toim.). Handbook of ecological restoration. Cambridge University Press, New York. s. 297 – 324. ISBN 0-521-79129-4.
- Jokela J. & Venetvaara J. 2002. Sipoon kunnan Savijärven pesimälinnusto 2002. Biologitoimisto Jari Venetvaara ky. 9 s. [Julkaisematon selvitys].
- Jungo E., Visser P. M., Stroom J. & Mur L. R. 2001. Artificial mixing to reduce growth of the blue-green alga *Microcystis* in Lake Nieuwe Meer, Amsterdam: an evaluation of 7 years of experience. *Water Science and Technology: Water Supply* 1 (1): 17 – 23.

- Keto J. 2009. Esitys 4.3.2009 Suomen ympäristökeskuksen innovaatiofoorumissa koskien Likolammen kunnostusta. Suomen ympäristökeskuksen Internet-sivut, www.ymparisto.fi > Vesivarojen käyttö > Vesistöjen kunnostus ja hoito > Järvien kunnostus ja hoito > Järvien kunnostukseen liittyviä videoita ja esityksiä. Päivitetty 11.4.2011, viitattu 20.4.2011.
- Kurkilahti M. & Rask M. 1999. Verkkokoekalastukset. Julkaisussa: Böhling P. & Rahikainen M. (toim.), Kalataloustarkkailu, periaatteet ja menetelmät. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki, s. 151 – 161. ISBN 951-776-187-2.
- Kääriäinen S. & Rajala L. 2005. Vesikasvillisuuden poistaminen. Julkaisussa: Ulvi T. & Lakso E. (toim.), Järvien kunnostus. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. Ympäristöopas 114. s. 249 – 270. ISBN 951-37-4337-3.
- Lappalainen K. M. 1990. Kunnostuksen ja hoidon ekologiset perusteet. Julkaisussa: Ilmavirta V. (toim.), Järvien kunnostuksen ja hoidon perusteet. Yliopistopaino, Helsinki. s. 45 – 53. ISBN 951-570-051-5.
- Lappalainen K. M. & Lakso E. 2005. Järvien hapetus. Julkaisussa: Ulvi T. & Lakso E. (toim.), Järvien kunnostus. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. Ympäristöopas 114. s.151 – 168. ISBN 951-37-4337-3.
- Lappalainen J., Vinni M. ja Malinen T. 2010. Pike stocking as a tool in lake biomanipulation. Helsingin yliopisto. 15 s. [Julkaisematon raportti].
- Levähaittarekisteri. 2010. Tiedot koskien Savijärveä. Haettu 13.12.2010.
- Maa ja Vesi. 1988. Kunnostustoimenpiteiden vaikutus Sipoon Savijärven ravinteisiin. Muistio. 33 s. [Julkaisematon selvitys].
- Mattila H. 2005. Ulkoisen kuormituksen vähentäminen. Julkaisussa: Ulvi T. & Lakso E. (toim.), Järvien kunnostus. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Ympäristöopas 114. s. 137 – 150. ISBN 951-37-4337-3.
- Mattsson T., Finér L., Kortelainen P. & Sallantausta T. 2003. Brook water quality and background leaching from unmanaged forested catchments in Finland. *Water, Air and Soil Pollution* 147 (1 – 4): 275 – 297.
- Mäkelä A. 2010. Raportti koetoiminnasta v. 2010. 6 s. [Julkaisematon raportti]
- Nybom C. 1986. Savijärven (Sipoo) vesi- ja rantakasvillisuus. Vesihallitus, Helsinki. 8 s. [Julkaisematon selvitys].
- Nykänen A. Järvien sedimentin ja veden hapellisuuden nostaminen kalsiumperoksidin avulla. Esitys 4.3.2009 Suomen ympäristökeskuksessa innovaatiofoorumissa. Ympäristöekologian laitos, Helsingin yliopisto. www.ymparisto.fi > Vesivarojen käyttö > Vesistöjen kunnostus ja hoito > Järvien kunnostus ja hoito > Järvien kunnostukseen liittyviä videoita ja esityksiä. Päivitetty 11.4.2011, viitattu 20.4.2011.
- Nykänen A. ja Romantschuk M. 2010. Järven alusveden ja sedimentin happitason nostaminen hitaasti happea luovuttavan peroksidin avulla. 21 s. [Julkaisematon tutkimus]
- Oravainen R. 2005. Fosforin kemiallinen saostus. Julkaisussa: Ulvi T. & Lakso E. (toim.), Järvien kunnostus. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. Ympäristöopas 114. s.191 – 202. ISBN 951-37-4337-3.
- Perrow M. R., Jowitt A. D. J., Stansfield J. H. & Phillips G. L. 1999. The practical importance of the interactions between fish, zooplankton and macrophytes in shallow lake restoration. *Hydrobiologia* 395–396: 199 – 210.
- Pietiläinen O-P. & Räike A. 1999. Typpi ja fosfori Suomen sisävesien minimiravinteina. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 313. 64 s. ISBN 952-11-0503-8.

- Pohjoisen Puulan kunnostushanke. 2011. Hankkeen Internet-sivut. www.pohjoinenpuula.net. Tiedot on haettu 17.10.2011.
- Puustinen M. & Jormola J. 2003. Kosteikat ja laskeutusaltaat. Maatalouden ympäristötuen erityistuet. Maa- ja metsätalousministeriö, Helsinki. 11 s.
- Puustinen M., Koskiaho J., Jormola J., Järvenpää L., Karhunen A., Mikkola-Roos M., Pitkänen J., Riihimäki J., Svensberg M. ja Vikberg P. 2007. Maatalouden monivaikutteisten kosteikkojen suunnittelu ja mitoitus. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 21. 77 s. ISBN 978-952-11-2719-9.
- Pöyry. 2009. Sipoon kunta. Vesihuollon kehittämissuunnitelma. 15 s. [Julkaisematon raportti].
- Rajala J. 2001. Ravinnetaseopas. Kestävä maatalous Vantaanjoella. ISBN 952-5237-71-0. Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki. Art-Print. 31 s.
- Rautio L. M. & Savola E.-M. 2003. Yhteistyöllä vesistöt kuntoon. Lappajärvi Life-projektin tuloksia. Länsi-Suomen ympäristökeskus. [Julkaisematon esite].
- Rekolainen S., Pitkänen H., Bleeker A. & Siettske F. 1995. Nitrogen and phosphorus fluxes from Finnish Agricultural Areas to the Baltic Sea. *Nordic Hydrology* 26 (1): 55 – 72.
- Sammalkorpi I., Horppila J. & Ruuhijärvi J. 1999. Levähaitta vai kala-aitta? Kotijärvi kuntoon hoitokalastuksella. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 15 s. [Julkaisematon moniste].
- Sammalkorpi I. & Horppila J. 2005. Ravintoketjukurinnot. Julkaisussa: Ulvi T. & Lakso E. (toim.), Järvien kunnostus. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Ympäristöopas 114. s.169 – 189. ISBN 951-37-4337-3.
- Shapiro J. 1980. The importance of trophic-level interactions to the abundance and species composition of algae in lakes. *Julk.: Barica J. & Mur L. R. (toim.), Hypertrophic ecosystems*. Dr. W. Junk Publishers, s. 105-116. ISBN 90-6193-752-3.
- Stenberg M. 1987. Savijärven kunnostus. 5 s. [Julkaisematon selvitys].
- Tattari S., Bärlund I., Rekolainen S., Posch M., Siimes K., Tuhkanen H-R. & Yli-Halla M. 2001. Modeling field scale sediment yield and phosphorus transport in Finnish clayey soils. *Transactions of the ASAE* 44 (2): 297 – 307.
- Tornivaara-Ruikka R. 2006. Hulevesien käsittely maankäytön suunnittelussa. Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki. Painotalo Casper Oy, Kurikka. Uudenmaan ympäristökeskuksen raportteja 3/2006. ISBN 952-11-2364-8.
- Tulisalo U. 1998. Taloudellisesti ja ekologisesti kestävään lannoitukseen. *Käytännön Maamies* 47 (2): 4-7.
- Uusi-Kämpä, J. & Palojärvi, A. 2006. Suojakaistojen tehokkuus kevätiljamaalla ja laitumella. Julkaisussa: Virkajärvi, P. & Uusi-Kämpä, J. (toim.). Laitumen ja suojavyöhykkeiden ravinnekierto ja ympäristökuormitus. MTT, Jokioinen. Maa- ja elintarviketalous 76. s.101 – 137.
- Valpasvuo-Jaatinen P. 2003. Suojavyöhykkeiden perustaminen ja hoito. Maatalouden ympäristötuen erityistuet. Maa- ja metsätalousministeriö, Helsinki. 11 s.
- Vehviläinen B. & Huttunen M. 2001. Hydrological forecasting and real time monitoring in Finland: the watershed simulation and forecasting system (WSFS). 27 s. Haettu 15.3.2010 vesistömallijärjestelmän ohjeista -> yleiskuvaus mallista.
- VEPS-järjestelmä: 22.5.2006 (päivitetty) www.ymparisto.fi/palvelut >Tietojärjestelmät ja aineistot > Vesistökuormituksen arviointi- ja hallintajärjestelmä VEPS. [viitattu 17.3.2011]
- Viiikkala J., Mykkänen E. & Ulvi T. 2005. Ruoppaus. Julkaisussa: Ulvi T. & Lakso E (toim.), Järvien kunnostus. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Ympäristöopas 114. s.211 – 226. ISBN 951-37-4337-3.

- Vinni M. 2005. Sipoon Savijärven hoito- ja käyttösuunnitelma. Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki. Uudenmaan ympäristökeskus – Monisteita, nro 154. 40 s. ISBN 952-463-081-8.
- Vinni M. 2008. Savijärven nuottasaaliiden raportointi. [Julkaisematon aineisto]
- Vollenweider R. A. 1976. Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication. *Memorie dell'istituto italiano di idrobiologia* 33 (2): 53 – 83.
- Väisänen T. 2009. Sedimentin kemikalointikäsitely. Tutkimus rehevän ja sisäkuormitteisen järven kunnostusmenetelmän mitoituksesta sekä sen tuloksellisuuden mittaamisesta. Väitöskirja. Teknillinen tiedekunta, prosessi- ja ympäristötekniikan osasto, Oulun yliopisto. 208 s.
- Wetzel R. G. 2001. *Limnology. Lake and river ecosystems*. Academic Press. 1006 s. ISBN 0-12-744760-1.
- Ympäristöhallinto. 2011. Internet-sivut koskien kalakuolemia. www.ymparisto.fi > www.ymparisto.fi > Ympäristön tila > Rehevöityminen > Happikato > Kalakuolemat. Päivitetty 15.4.2009, viitattu 17.2.2011.
- Ympäristöministeriö 2009. Kotieläintalouden ympäristönsuojeluohje. www.ymparisto.fi > Ympäristöministeriö > Ajankohtaista > Tiedotteet > Tiedotteet 2009 > Ympäristöministeriön ohjeella yhtenäistetään kotieläintalouden ympäristönsuojelua. Julkaistu 30.6.2009, viitattu 3.3.2011.
- Ympäristöministeriö 2003. Hevostallien ympäristönsuojeluohje 4.11.2003. Ympäristöministeriö, Helsinki. Ympäristöministeriön moniste 121. 27 s.

Liite 1.

VEPS-järjestelmä

teksti lainattu VEPS:istä

Johdanto

Suomen ympäristökeskuksessa on kehitetty vesistökuormituksen arviointiin VEPS-järjestelmä (<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=185329&lan=FI>), jonka avulla voidaan arvioida 3. jakovaiheen vesistöalueilla eri kuormituslähteiden suuruutta. Vesistöt on jaettu Suomessa 74 päävesistöalueeseen, jotka jakautuvat osa-alueiksi (1. jakovaihe). Nämä taas jakautuvat yhä pienemmiksi (2. jakovaihe) ja pienemmiksi (3. jakovaihe). Neljäs jakovaihe vastaa järven omaa valuma-alueita.

VEPS-järjestelmä arvioi pistekuormituksen, maatalouden, metsätalouden, luonnonhuuhtouman, laskeuman ja haja-asutuksen aiheuttaman kuormituksen. VEPS:llä voidaan arvioida kokonaistypen ja -fosforin kuormat vuositasolla (kg/km² /a).

Erityisen tärkeää on muistaa, että VEPS-järjestelmä pystyy tuottamaan ainoastaan suuntaa-antavaa tietoa eri hajakuormituslähteiden suuruudesta. Maankäyttömuodot saadaan 3. jakovaiheen vesistöalueiden tarkkuudella, kun taas useimmat käytetyt laskentamenetelmät on arvioitu suurempien alueiden aineistojen (esim. metsätillastolliset toimenpiteet) perusteella. Laskennoissa käytetyt regressiokaavat (esim. luonnonhuuhtouma), suorat mittaushavainnot (esim. laskeuma) sekä mallinnustulokset (esim. maatalous) perustuvat suhteellisen suppeaan aineistoon, joka on alueellistettu kattamaan kaikki 3. jakovaiheen vesistöalueet. VEPS ei huomioi ravinteiden sedimentoitumista vesistöihin. Tuloksiin on syytä suhtautua kriittisesti ja hyödyntää tulosten tulkinnassa paikallista asiantuntemusta, Herttatietojärjestelmän vedenlaatutietoa ja karttapohjaista tausta-aineistoa alueen hydrologisista ja morfologisista tekijöistä. Vertailu muiden mallityökalujen antamiin tuloksiin on erittäin suotavaa.

Pistekuormitus

Pistekuormituksen osalta VEPS-järjestelmän lähtötiedot perustuvat Valvonta ja kuormitustietojärjestelmän (VAHTI) tuottamiin laitospohjaisiin tietoihin. VAHTI on osa Ympäristönsuojelun tietojärjestelmää (YSL 27§) ja siihen tallennetaan tietoja mm. ympäristölupavollisten luvista ja päästöistä vesiin ja ilmaan sekä jätteistä. Tietojärjestelmä tuottaa perustiedot valtakunnantason ympäristökuormituksesta ilmaan ja vesiin sekä jätetiedot. Tietojärjestelmä sisältää ympäristökuormitustietoja 1970-luvulta lähtien. Sektori- (jätevesi, ilma, jäte) ja parametrikohtaisesti tietojen esiintyminen vaihtelee runsaasti. Tietojen luotettavuus aikasarjoissa vaihtelee. Ympäristökuormitustiedot ilmoitetaan yleisesti vuosiarvoina, eräiden tietojen osalta kuitenkin kuukausiarvoina. Toimialoja ovat: asutus, jätteenkäsittely, kalankasvatus, saastuneet maa-alueet, teollisuus ja liikenne. Liikenteellä tarkoitetaan lentokenttien jätevesiä. VAHTI-järjestelmään ei ole kattavasti tallennettu vuosikuormituksia turvetuotantoalueista, kaatopaikoista, turkistarhoista ja karjasuojista.

Peltoviljelyn kuormitus

Peltoviljelyn aiheuttaman fosforikuormituksen laskenta perustuu matemaattisella ICECREAM-mallilla (Tattari et al., 2001; Bärlund ja Tattari, 2001) laskettuihin kuormituslukuihin. Kokonaistyyppikuorma perustuu VEPS1-version SOIL-N simulointituloksiin (Granlund et al., 2000). ICECREAM-simulointiajot on tehty viiden, eri puolella Suomea sijaitsevan ilmastoaseman vuosien 1990-2000 meteorologisten havaintojen perusteella. Vesistöalueen kuormituksen laskennassa käytetty ilmasto-asema on valittu lähinnä aseman läheisyyden perusteella. Kuormitustulokset edus-tavat pitkäaikaista (10 v.) keskimääräistä kuormitusta, eikä tuloksia voida käyttää esim. hydrologisesti erilaisten vuosien kuormitusarviointiin.

Peltojen kasvilajitietona on käytetty TIKEn v. 2002 kuntatiloista saatuja kasvitietoja ja maalajitieto perustuu Viljavuuspalvelun peltojen pintamaan maalaji-tietoon. Kullekin kunnalle on määritetty aineiston perusteella vallitseva maalaji, kun taas kasvitiedoista on laskettu kunkin kasvilajin prosenttiosuuden mukaan ns. alueella kasvava keskimääräinen kasvi. Näiden tietojen perusteella on laskettu peltojen kaltevuustiedon avulla (DEM, 25 x 25 m) kullekin 3. jakovaiheen vesistöalueelle ominaiskuormitusarvio hyödyntäen edellä mainittuja mallituloksia. Pitkäaikaisista seurantaprojekteista ja maatalouskoekenttien tuloksista on

laskettu suhteellisen laajat vaihteluvälit sekä fosforin että typen kuormitukselle ja simuloidut kuormitusarviot on skaalattu tähän vaihteluväliin (Rekolainen et al, 1995).

Metsätalouden kuormitus

Metsätaloustoimenpiteiden vesistökuormitus lasketaan VEPS-järjestelmässä metsätilastojen ja eri tutkimuksista saatujen metsätalouden toimenpiteiden ominaishuuhoutuma-arvojen avulla. Vuotuiset metsätalouden toimenpidetiedot on saatu Metsäntutkimuslaitokselta. Kuormituslaskelmat tehtiin erikseen ojituksen, kunnostusojituksen, raskaasti muokattujen uudistushakkuiden, kevyemmin muokattujen uudistushakkuiden, kivennäismaiden typpilannoituksen ja turvemaiden fosforilannoituksen fosfori- ja typpihuuhoutumista.

Vaikka myös muista toimenpiteistä, kuten muokkaamattomista uudistushakkuista ja metsäteiden rakentamisesta voi tulla kuormitusta, katsottiin se tässä tarkastelussa merkityksettömäksi valuma-alueittakaavassa.

Metsäkeskuksittain ilmoitettu metsätilastotieto on muunnettu koskemaan kuutta pää-vesistöaluetta: 4= Vuoksen vesistöalue, 14= Kymijoen vesistöalue, 35= Kokemäenjoen vesistöalue, 59= Oulu-joen vesistöalue, 65= Kemijoen vesistöalue ja 67= Tornionjoen- ja Muonionjoen vesistöalue. Tämän lisäksi laskettiin erikseen Suomenlahteen, Saaristomereen, Selkämereen, Perämereen, Vienanmereen ja Jäämereen laskevien pienempien vesistöjen kuormitus. Toimenpiteiden määrien oletettiin jakautuvan tasaisesti koko metsäkeskuksen maapinta-alalle. Vesistöalueen tai vesistöaluejoukon (esim. Suomenlahteen laskevat pienet vesistöalueet) kokonaiskuormitus metsätaloudesta jaetaan tasaisesti koko vesistöalueen metsätalousmaalle. VEPS-järjestelmä käyttää tätä lukua osa-alueiden kuormituksena. Yksittäisen kuormittavan tapahtuman vaikutuksen oletettiin eräin poikkeuksin kestävän 10 vuotta.

Luonnonhuuhoutuma

Luonnonhuuhoutumalla ymmärretään metsämaaperästä, soilta ja pelloilta luonnontilassa vesistöihin joutuvaa kuormitusta. VEPSissä kokonaisravinteiden luonnonhuuhoutuma arvioidaan perustuen 42 luonnontilaiselta, pieneltä valuma-alueelta mitattuun keskimääräiseen huuhoutumaan Suomen eri osissa (Mattson et al., 2003 ja Kortelainen et al., in prep.). Tässä tehtävä yleistys perustuu siihen, että kokonaisravinteiden huuhoutuminen riippuu turvemaiden osuudesta valuma-alueilla.

Eryityisesti kivennäismaavaltaisilla alueilla (joilla turvemaiden osuus < 30 %) luonnonhuuhoutumassa Etelä- ja Pohjois-Suomen välillä on tasoero. Etelä-Suomessa typen luonnonhuuhoutumaa lisää mm. viljavampi maaperä ja korkeampi typpilaskeuma. Turvemaavaltaisilla alueilla (> 30 %) aineiston hajonta on merkittävää eikä selkeää eroa maan eri osien välillä voitu havaita. Turvemaiden/kivennäismaiden osuutta valuma-alueesta käytetään laskennassa siis indeksinä, johon integroituu monien muidenkin tekijöiden, mm. ilmaston ja hydrologian osuutta alueellisesta vaihtelusta.

Laskeuma

Suomen ympäristökeskus (SYKE) mittaa kansallisena seurantaohjelmassa sadeveden ainepitoisuuksia ja kokonaislaskeumaa (ns. bulk-laskeuma), joka koostuu sateen mukana tulevasta märkälaskeumasta sekä keräimeen laskeutuvista leijuvista hiukkasista eli kuivalaskeumasta. Suurin osa laskeumanäytteen ilmaperäisistä epäpuhtauksista on yleensä märkälaskeumasta peräisin. Koko maan kattavassa asemaverkossa mittausasemat on pääosin sijoitettu haja-asutusalueille. Näillä mittausalueilla ei ole merkittäviä pistemäisiä ilman epäpuhtauksien päästölähteitä, joten mittauksilla on pyritty havainnoimaan ns. tausta-alueille sateen mukana tulevan ainekuormituksen perustasoa. SYKE mittaa tällä hetkellä kokonaislaskeumaa 14 havaintoasemalla. VEPSin laskeumatiedot perustuvat näihin mittauksiin. VEPS:ssä kullekin aluekeskukselle on määritetty ominaislaskeuma perustuen alueella sijaitsevien laskeumaseuranta-asemien vuotuisiin laskeumakeskiarvoihin. Kunkin 3. jakovaiheen vesistöalueen ominaiskuormitusarvo on arvioitu näiden tietojen perusteella.

Laskeuman vuotuiset vaihtelut sekä alueelliset erot voivat olla suuria, kokonaistypen laskeuma-arvot vaihtelevat 188 – 1042 mg /m² /a ja kokonaisfosforin 4 – 25 mg /m² /a. Vaihtelua voi aiheuttaa sadannan vuosien väliset ja vuoden sisäiset vaihtelut sekä typen osalta myös päästöjen vähentyminen viimeisen 10 – 15 vuoden aikana. Korkeimmat laskeuma-arvot mitataan Etelä- ja Länsi-Suomessa, missä Suomen omien päästöjen ja kaukokulkeuman vaikutus on suurin. Laskeuma-arvot, erityisen typen osalta, pienenevät pohjoista kohti mentäessä kun etäisyys suurempiin päästöalueisiin kasvaa.

Turvetuotannon kuormitus

Turvetuotantolaitosten perustiedot löytyvät VAHTI-tietojärjestelmästä, mutta toistaiseksi päästötiedot puuttuvat järjestelmästä. Kuormitustiedot on tarkoitus päivittää VAHTI-tietojärjestelmään v. 2004 aikana. Toistaiseksi, tietojen puuttuessa, kuormitus on VEPS:ssä arvioitu laskennallisesti ominaiskuormitusarvioiden avulla. Nykyisessä VEPS-järjestelmässä turvetuotantoalueiden sijainti ja laajuus arvioidaan satelliittikuviin pohjautuvasta maankäyttö- ja puustotulkinnasta. Kuormituksen laskennassa käytetään turvetuotannon ominaiskuormituksen oletusarvona 0,27 kg/ha/a fosforille ja 10 kg/ha/a typelle. Turvetuotannon aiheuttamalle vesistökuormitukselle on ominaista suuret vuotuiset vaihtelut johtuen tuotannon vaiheesta ja valunolosuhteista. Turpeen erilainen laatu ja kuivatusvesien erilaiset käsittelymenetelmät aiheuttavat myös eroja kuormituksessa.

Haja-asutuksen kuormitus

Uudessa VEPS:ssä haja-asutustiedot perustuvat vuoden 2000 tilastoihin (Rakennus- ja huoneistorekisteri 2000). Tilastoista ilmenee viemäriverkostoon liittymättömien asukkaiden ja asuinhuoneistojen määrä haja-asutusalueilla ja taajamissa.

Haja-asutuksen ominaiskuormitusarvio perustuu tutkimustuloksiin varustetasoltaan erilaisten haja-asutusten kuormituksesta. Vesistökuormitusta vähentävänä tekijänä luvuissa on lisäksi jo otettu huomioon arvioitu keskimääräinen jäteveden purkupaikan etäisyys vesistöä.

Käytetyistä yleistyksistä johtuen näitä ominaiskuormituslukuja on käytettävä varoen, erityisesti kun arvioidaan vesistökuormitusta pienillä, 3. jakovaiheen vesistöalueilla.

Hulevesien kuormitus

Rakennettu ympäristö muuttaa vesistöjä ja lähiympäristön vesiolosuhteita merkittävästi. Kaupunkiympäristössä kadut, pihat ja katot estävät veden imeytymisen maahan ja syntynyt hulevesi aiheuttaa maa-aineksen, ravinteiden, metallien ja haitallisten aineiden huuhtoutumista. VEPS:ssä hulevesien aiheuttamaa ravinnekuormaa arvioidaan havaittujen laskeumatietojen perusteella. Järjestelmässä oletetaan, että 20 %:ia laskeuman typpi- ja fosforikuormasta kulkeutuu vesistöihin hulevesien mukana. VEPS-järjestelmän hulevesien ravinnepäästöjen laskentamenetelmä on epätarkka ja tuloksiin on syytä suhtautua varauksella.

KUVAILULEHTI

Julkaisusarjan nimi ja numero Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen julkaisu 20/2011				
Vastuualue Ympäristö ja luonnonvarat				
Tekijät Anne-Marie Hagman		Julkaisuaika Joulukuu 2011		
		Julkaisija Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus		
		Hankkeen rahoittaja/toimeksiantaja Sipoon kunta ja Uudenmaan ELY-keskus		
Julkaisun nimi Sipoon Savijärven kunnostussuunnitelma Sipoon kuntakohtainen järvikunnostusohjelma				
Tiivistelmä Uudenmaan Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus jatkoi vuonna 2010 Uudenmaan ympäristökeskuksen vuonna 2006 aloittamaa järvi- en kuntakohtaista kunnostusohjelmaa. Sipoon kunta tuli mukaan ohjelmaan loppuvuonna 2010. Tällöin sovittiin, että Savijärvelle tehdään perustilan selvitys, laskennallinen kuormitus selvitys ja niihin pohjautuva kunnostussuunnitelma. Savijärvi sijaitsee Sipoossa lähellä Nikki- läää. Se on matala ja hyvin rehevä järvi. Savijärvessä esiintyy säännöllisiä leväkukintoja ja sen kalasto on ruutanavaltainen. Savijärvi kuuluu valtakunnalliseen lintuvesien suojeluohjelmaan, mikä tulee huomioida kunnostustoimia tehtäessä. Savijärven ulkoista kuormitusta pitäisi saada vähennettyä 80 – 100 kg eli 50 – 60 %, koska se ylittää sekä sallitun että kriittisen tason. Savijärvessä syntyy myös sisäistä kuormitusta. Toimenpiteitä tulisi suunnata kaikkien kuormituslähteiden vähentämiseen. Savijärvessä on esiintynyt usein loppupalvisin happikatoja. Happikadot ovat olleet suhteellisen laajalla alueella, minkä vuoksi Savijärvelle esitetään tehtäväksi tarkempi hapetus suunnitelma. Happipitoisuutta pitäisi seurata tiiviimmin ja sen seuraamista varten voidaan hankkia happimittari. Kalaston rakennetta on muutettava vähemmän särkikalavaltaiseen suuntaan. Savijärven nuottauksia suositellaan jatkettavan vuosittain. Happitilanteen parannuttua suositellaan tehtäväksi petokalaistutuksia. Lajeina voivat olla ahven ja hauki. Vesikasvillisuutta voidaan poistaa maltillisesti, jos se aiheuttaa haittaa virkistyskäytölle, mutta toimenpiteen vaikutuksia tulee seurata vuosittain. Linnusto on huomioitava toimenpiteen ajankohdassa. Veden laatua pitää seurata, jotta kunnostusten vaikutukset tai järven tilan muutokset huonompaan suuntaan nähdään ajoissa. Tällöin voidaan ohjata toimenpiteitä oikeaan suuntaan, jos veden laadussa näkyy muutoksia.				
Asiasanat Sipoon, Savijärvi, vesistöjen kunnostus, järvet, rehevöityminen, kuormitus, seuranta				
ISBN (painettu)	ISBN (PDF) 978-952-257-433-6	ISSN-L 1798-8101	ISSN (painettu)	ISSN (verkkojulkaisu) 1798-8071
Kokonaissivumäärä 55		Kieli suomi		Hinta (sis. alv 8%) -
Julkaisun myynti/jakaja Julkaisu on saatavana vain verkossa: www.ely-keskus.fi/uusimaa/julkaisut				
Julkaisun kustantaja				
Painopaikka ja -aika				

PRESENTATIONSBLAD

Publikationens serie och nummer Närings-, trafik- och miljöcentralen i Nylands publikationer 20/2011				
Ansvarsområde Miljö och naturresurser				
Författare Anne-Marie Hagman		Publiceringsdatum December 2011		
		Utgivare Närings-, trafik- och miljöcentralen i Nyland		
		Projektets finansiär/uppdragsgivare Sibbo kommun och Närings-, trafik- och miljöcentralen i Nyland		
Publikationens titel Sipoon Savijärven kunnostussuunnitelma Sipoon kuntakohtainen järvikunnostusohjelma (Iståndsättningsplan för sjön Savijärvi i Sibbo, Programmet för iståndsättning av sjöar i Sibbo)				
Sammandrag Nylands närings-, trafik- och miljöcentral fortsatte 2010 det arbete inom programmet för iståndsättning av sjöar i kommunerna som Nylands miljöcentral inledde 2006. Sibbo kommun kom med i samarbetet i slutet av 2010 och då beslöt parterna att först utreds tillståndet i och belastningen på sjön Savijärvi och utgående från dem ta fram en iståndsättningsplan. Sjön Savijärvi ligger nära Nickby i Sibbo. Det är en grund och mycket näringsrik sjö där blågrönalgbloomingar förekommer regelbundet och där fiskbeståndet domineras av ruda. Savijärvi ingår i det nationella skyddsprogrammet för fågelrika sjöar och havsvikar, vilket ska beaktas i iståndsättningen. Den yttre belastningen på Savijärvi bör minskas med 80-100 kg, dvs. med 50-60 %, för den överstiger såväl den tillåtna som den kritiska nivån. Sjön lider även av inre belastning. Åtgärderna bör inriktas på att minska belastningen från alla källor. Savijärvi lider ofta av syrebrist under vintern. I rapporten föreslås att en syrsättningsplan utarbetas, eftersom rätt stora delar av sjön lider av syrebrist. Syrgashalten bör följas upp och för det ändamålet kunde en syrgasmätare införskaffas. Fiskbeståndet bör ändras från karpdominans till större mångfald. Rekommenderas att de årliga notdragningarna i sjön fortsätter. Rovfisk, tex gädda och abborre, kan med fördel planteras ut när syreförhållandena förbättrats. Måttliga mängder vattenvegetation kan tas bort om växtligheten stör friluftslivet, men effekterna av åtgärden bör årligen följas upp. Vattenvegetationen ska avlägsnas under en sådan tid att det inte stör fågellivet. Vattenkvaliteten bör följas upp så att iståndsättningens påverkan eller en negativ förändring i sjöns status noteras i tid. Om vattenkvaliteten förändras kan man utifrån mätresultaten styra åtgärderna i rätt riktning.				
Nyckelord Sibbo, Savijärvi, restaurering av vattendrag, sjöar, eutrofiering, belastning, uppföljning				
ISBN (tryckt)	ISBN (PDF) 978-952-257-433-6	ISSN-L 1798-8101	ISSN (tryckt)	ISSN (webbpublikation) 1798-8071
Sidantal 55		Språk finska		Pris (inneh. moms 8%) -
Beställningar/distribution Publikationen finns endast på webben: www.ely-centralen.fi/nyland/publikationer				
Förläggare				
Tryckeri, ort och tidpunkt				

Uudenmaan elinkeino-,
liikenne- ja ympäristökeskus
PL 36, 00521 Helsinki
puh. 020 63 60070
www.ely-keskus.fi/uusimaa

ISBN 978-952-257-433-6 (PDF)

ISSN-L 1798-8101
ISSN 1798-8071 (verkkójulkaisu)