



Sipoon Mörträsketin kunnostussuunnitelma

Sipoon kuntakohtainen järvikunnostussuunnitelma

ANNE-MARIE HAGMAN, | ANNA HAKALA



Sipoon Mörtrträsketin kunnostussuunnitelma

Sipoon kuntakohtainen järvikunnostusohjelma

ANNE-MARIE HAGMAN
ANNA HAKALA

RAPORTTEJA 1 | 2013
SIPOON MÖRTTRÄSKETIN KUNNOSTUSSUUNNITELMA
SIPOON KUNTAKOHTAINEN JÄRVIKUNNOSTUSOHJELMA

Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

Kansikuva: Anna Hakala, Ramboll Finland Oy
Kartat: MML

ISBN 978-952-257-365-0 (PDF)

ISSN 2242-2846

ISSN 2242-2854 (verkkajulkaisu)

URN:ISBN:978-952-257-365-0

www.ely-keskus.fi/julkaisut | www.doria.fi/ely-keskus

Sisältö

Johdanto	2
Mörträsketin perustila	3
Veden laatu	3
Vedenlaatu purkuojassa	6
Kasvillisuus	7
Koillisosan lahti	9
Pohjoisranta	9
Muut rannat	11
Avovesialue	11
Mörträsket kasvillisuuden perusteella	11
Kasviplankton	12
Kalasto	13
Muut tekijät	13
Kuormitusselvitys	14
Ympäristönsuojelun tietojärjestelmän (VAHTI) mukainen kuormitus	15
Ympäristöhallinnon VEPS-mallin mukainen kuormitus	15
SYKE:n vesistömallin mukainen kuormitus	16
Kuormituksen sietokyvyn arviointi	17
Sisäinen kuormitus	18
Kunnostuksen tavoitteet	20
Mörträsketille soveltuvat kunnostusmenetelmät	21
Sisäisen kuormituksen vähentäminen	21
Fosforin kemiallinen saostaminen	21
Hapettaminen	22
Virkistyskäytön parantaminen	23
Vesikasvien poisto	23
Vesikasvien poisto Mörträsketin kunnostuksessa	24
Sedimentin poistaminen	25
Muut kunnostusmenetelmät	27
Kalojen nousu- ja kutumahdollisuuksien parantaminen	27
Ulkoisen kuormituksen vähentäminen	27
Haja-asutuksen aiheuttama kuormitus	27
Tutkimustarpeet	29
Kalaston rakenne	29
Pohjaeläinyhteisön koostumus	29
Sedimentin koostumus	29
Yhteenveto tutkimustarpeista	29

Seuranta	30
Yhteenveto ja suositukset	31
Lähteet	33

Johdanto

Uudenmaan Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus ja Sipoon kunta jatkoivat vuonna 2012 Uudenmaan ympäristökeskuksen vuonna 2006 aloittamaa järvien kuntakohtaista kunnostusohjelmaa. Sipoon kunta tuli mukaan ohjelmaan loppuvuonna 2010. Ohjelmassa on tehty sekä Savijärvelle että Byträsketille perustilan selvitys, laskennallinen kuormitus selvitys ja niihin pohjautuva kunnostussuunnitelma. Ohjelmaa jatkettiin vuonna 2012 tekemällä Mörträsketille perustilan selvitys, laskennallinen kuormitus selvitys ja näihin pohjautuva kunnostussuunnitelma.

Mörträsket on matala, rehevä ja umpeenkasvava järvi, joka sijaitsee Sipoossa (kuva 1). Vesialueen omistaa Kuusfiskelag-niminen osakaskunta. Järvessä ei ole tehty kunnostustoimenpiteitä. Järven rannoilla on asutusta, jotka käyttävät järveä virkistykseen.

Työn on laatinut limnologi Anne-Marie Hagman ja limnologi Anna Hakala Ramboll Finland Oy:stä. Työhön ovat esittäneet parannusehdotuksia ja kommentteja Jarmo Vääriskoski, Sirpa Penttilä ja Petri Savola Uudenmaan ELY-keskuksesta sekä Christel Kyttälä Sipoon kunnasta.



Kuva 1. Mörträsketin sijainti Sipoossa. Mittakaava 1 : 40 000. Luvat: Maanmittauslaitos lupa nro 7/MML/2012 ja Karttakeskus, lupa L4659.

Mörträsketin perustila

Mörträsket (järvinumero 20.001.1.001) on pinta-alaltaan 4,1 ha ja se kuuluu Suomenlahden rannikkoalueeseen. Järven keskisyvyyttä ei ole määritetty, mutta näytteenottosyvyyksien pohjalta arvioituna se on enimmillään 1 m ja suurin syvyys on samalla perusteella 2 m. Järven tilavuus on laskennallisesti arvioiden $41,3 \cdot 10^3 \text{ m}^3$. Laskennallinen keskivirtaama on $0,003 \text{ m}^3/\text{s}$ ja viipymä 154 vrk. Valuma-alue on kooltaan 32,6 ha (taulukko 1). Järvellä ei ole tehty kunnostustoimenpiteitä.

Mörträsket sijaitsee Sipoossa, Uuden Porvoontien ja Porvoonväylän kulmauksessa, Porvoonväylän kaakkoispuolella. Valuma-alueella ei ole peltoja ja asutustakin on suhteellisen vähän. Järven rannalla sijaitsee Ahtilan toipilassairaala, jonka puhdistetut jätevedet johdetaan Mörträsketistä laskevaan ojaan (Yrjölä 2011).

Taulukko 1. Mörträsketin hydromorfologisia suureita (Oiva 2012 ja laskelmat).

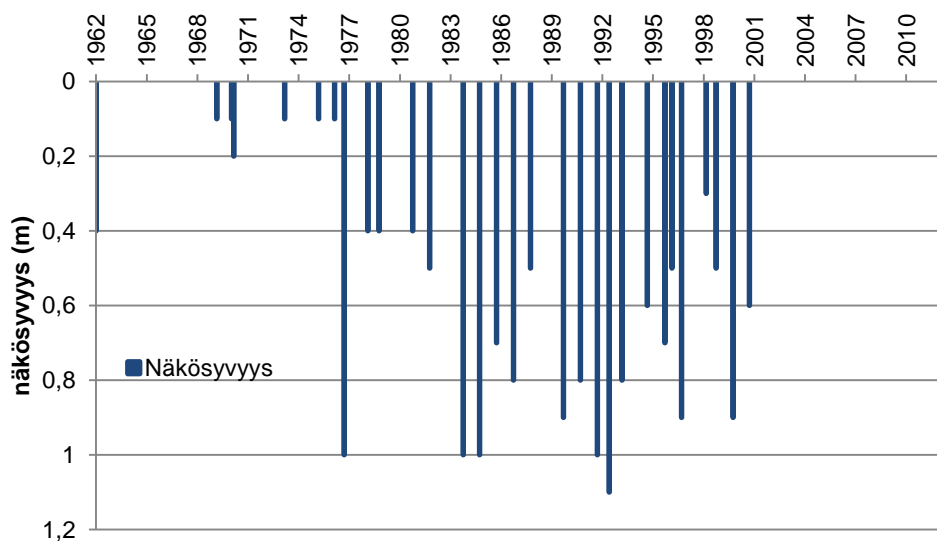
järven pinta-ala	4,1 ha
valuma-alueen pinta-ala	32,6 ha
keskisyvyys	1 m
suurin syvyys	2 m
tilavuus	$41,3 \cdot 10^3 \text{ m}^3$
viipymä	154 päivää
keskivirtaama	$0,003 \text{ m}^3/\text{s}$
rantaviiva	1,06 km
saaria	ei

Vesienhoidon suunnittelun myötä myös vesien luokittelujärjestelmä on uudistunut ja pohjautuu vedenlaatu-tekijöiden lisäksi biologisiin muuttujiin. Ekologinen tila luokitellaan viisiportaisella asteikolla: erinomainen, hyvä, tyydyttävä, välttävä ja huono. Mörträsketille ei ole tehty ekologista luokittelua (Oiva 2012b).

Veden laatu

Mörträsketin tilaa on seurattu Ahtilan toipilaskodin jätevedenpuhdistamon vesistötarkkailuna (esim. Yrjölä 2011 ja 2012). Mörträsketistä on otettu vesinäytteitä vuosina 1962, 1969, 1970, 1972–2012 (Oiva 2012a). Näytteitä on otettu pääosin keväisin maaliskuussa ja loppukesällä elokuussa.

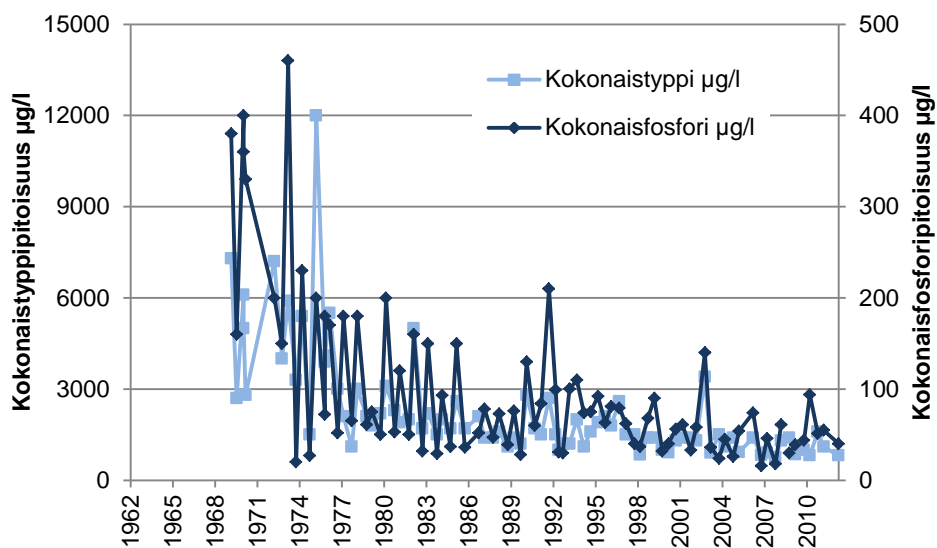
Näkösyyvyshavainnot on vuosilta 1962–2001. Näkösyyvyys on vaihdellut Mörträsketissä 0,4 m:n ja 1 m:n välillä (kuva 2). Kesäaikaan näkösyyvyys on ollut pienempi ($< 0,4 \text{ m}$) kuin kevättalvella (0,4–1,0 m), joskin kesäaikaiset havainnot ovat pääosin vanhoja (vuosilta 1962–1998). Veden väri on vaihdellut välillä 15–460 mg Pt/l ja keskiarvoksi yksittäisiltä vuosilta välillä 1962–2012 saadaan 120 mg Pt /l. Arvot kertovat Mörträsketin olevan ruskeavetinen eli runsaasti humusta sisältävä.



Kuva 2. Mörträsketin näkösyvyys vuosina 1962 – 2001.

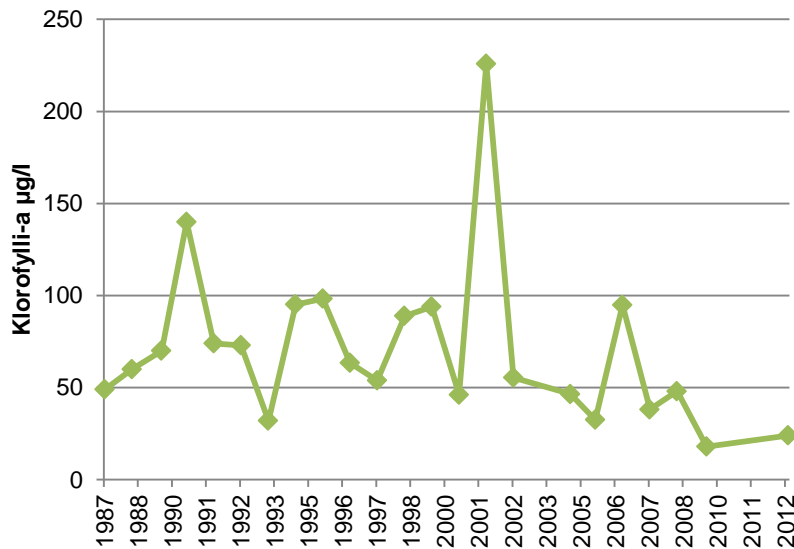
Mörträsketin kokonaisfosforipitoisuus oli pintavedestä (0 m) 61 µg/l elokuussa 2008, 39 µg/l syyskuussa 2009, 94 µg/l syyskuussa 2010, 55 µg/l syyskuussa 2011 ja 40 µg/l syyskuussa 2012 (kuva 3). Talviaikaan fosforipitoisuudet ovat olleet hieman tätä alhaisempia. Viime vuosina pintakerroksen näytteiden kokonaistyyppipitoisuudet ovat olleet 760–1600 µg/l.

Järvi voidaan luokitella reheväksi, kun sen kokonaisfosforipitoisuus on yli 25 µg/l, keskireheväksi, jos sen kokonaisfosforipitoisuus vaihtelee välillä 15–25 µg/l ja karuksi kokonaisfosforipitoisuuden ollessa alle 15 µg/l. Tältä pohjalta Mörträsket voidaan luokitella selvästi reheväksi, ajoittain jopa ylireheväksi järveksi. Näytteet on otettu pääsääntöisesti pintavedestä, vain muutamia kertoja löytyy tietoja 0,5–1 m:n syvyydessä ja vielä harvemmin 1,5 m:n syvyydestä. Vuonna 1976 näyte on otettu 2 m:n syvyydestä. Tällöin pinnan lähellä kokonaisfosforipitoisuus oli 72 µg/l ja 2 m:n syvyydessä 180 µg/l mikä viittaa sisäiseen kuormitukseen.



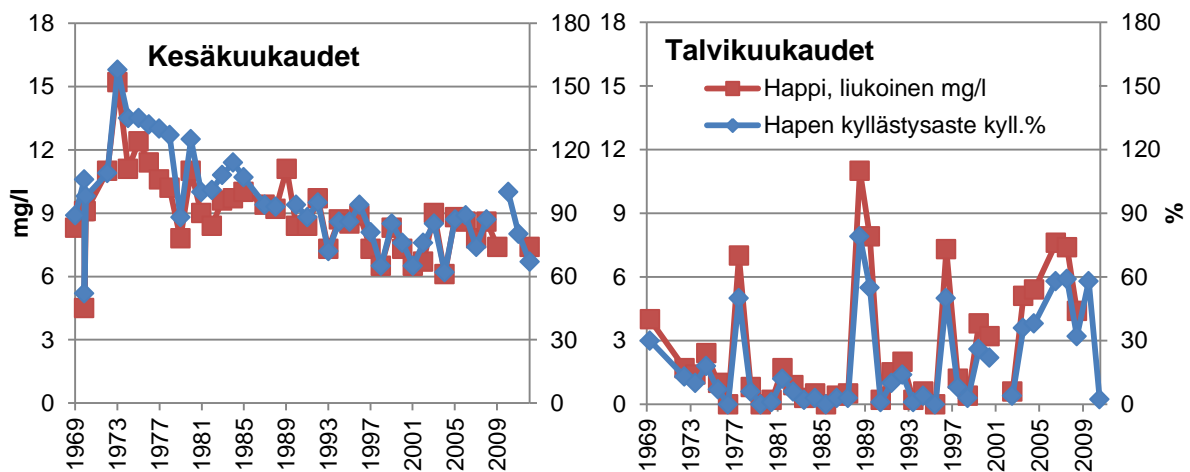
Kuva 3. Mörträsketin kokonaistyyppi- ja kokonaisfosforipitoisuus eri vuosina pintakerroksessa.

Klorofylli-a-pitoisuus kuvaa vesistön yhteyttävien planktonlevien määrää ja sen avulla voidaan kuvata järven rehevyytystasoa. Mörträsketin klorofylli-a-pitoisuus on vaihdellut välillä 18–226 µg/l (kuva 4). Usein klorofylli-a-pitoisuudet ovat olleet lähes 100 µg/l. Järveä voidaan pitää rehevänä, jos klorofylli-a-pitoisuus ylittää 10 µg/l ja ylirehevänä jos klorofylli-a-pitoisuus on yli 50 µg/l. Klorofylli-a-pitoisuuden perusteella Mörträsket on ylirehevä.



Kuva 4. Mörträsketin klorofylli-a-pitoisuus vuosina 1987-2012.

Mörträsketin happipitoisuus on ollut lopputalvisin erittäin huono vuoteen 2004 asti, jonka jälkeen tilanne on hieman parantunut (kuva 5). Alle 2 mg/l olevia happipitoisuuksia on esiintynyt useina vuosina. Happipitoisuuden laskiessa alle 2 mg/l voi pohjan sedimentistä alkaa vapautua fosforia. Kesäisin happipitoisuus ja hapenkyllästys on pysynyt hyvällä tasolla. Tosin aiempina vuosina on esiintynyt leväkukinnoista kertovaa ylikyllästystilaa (kuva 5).



Kuva 5. Mörträsketin happitilanne kesäaikaan (kk 6-9, vasemmalla) ja talviaikaan (kk 3-4, oikealla).

Vedenlaatu purkuojassa

Mörträsketistä lähtee Skräddarbybäcken niminen laskuoja. Vähävetinen laskupuro kulkee osan matkastaan Porvoon moottoritien ja Vanhan Porvoontien maantieojissa ja yhtyy Sipoonjokeen jonkin matkaa joen suun yläpuolella. Porvoon moottoritien alituksen luona puroon yhtyy etelästä Ormträskistä tuleva puro.

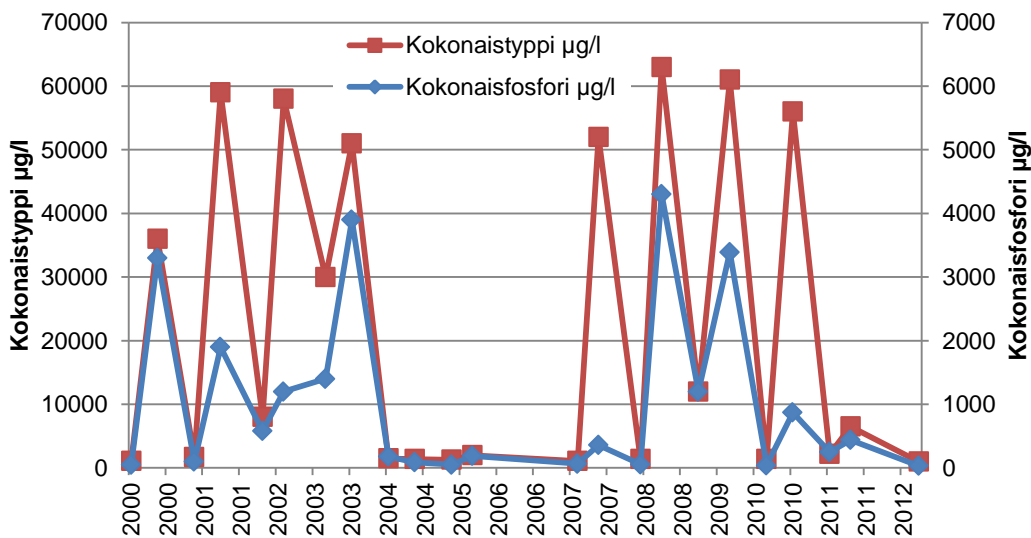
Skräddarbybäckenistä on Ahtilan toipilaskodin jätevedenpuhdistamon vesistötarkkailun vedenlaatumittaus- ja kahdelta pisteeltä. Pisteet sijaitsevat Ahtilan toipilaskodin jätevedenpuhdistamon purkupisteen alapuolella lähellä järven luusuaa (piste Skräddarbybäcken 3,3) ja noin 400 metriä alavirtaan (piste Skräddarbybäcken 2,6) (kuva 6).



Kuva 6. Lasku-uoman näytteenottopisteiden sijainti. Lupa Logica/MML.

Järveä lähinnä olevalla pisteellä on tehty säännöllistä vedenlaadun seuranta kaks kertaa vuodessa vuosina 1973–2011. Viimeisin näyte on syksyiltä 2012. Pisteeltä Skräddarbybäcken 2,6 on 1–2 havaintoa vuodessa vuosilta 1976–2007.

Kesällä veden laatu on useina vuosina ollut Skräddarbybäckenissä huono, sillä virtaama Mörträsketin luusuaasta on yleensä alhainen ja puron vesi puhdistamon purkupisteen alapuolella on pääasiassa puhdistamon purkuvettä. Puroon tulee vasta alempana vesistössä jonkin verran muita valumavesiä. Pisteellä Skräddarbybäcken 3,3 kiintoaineen, kokonaisfosforin, kokonaistypen sekä bakteerien määrät ovat huomattavan suuria (kuva 7) verrattuna Mörträsketin vastaaviin pitoisuuksiin.



Kuva 7. Mörträsketin laskuojan Skräddarbybäckenin kokonaistyyppi- ja kokonaistyyppi-pitoisuuksia.

Skräddarbybäckenin hygieeninen laatu on ollut joinakin vuosina erittäin huono. Puroveden bakteeripitoisuus on verrannollinen puhdistamolta lähtevän veden bakteeripitoisuuksien kanssa.

Sipoon kunnan vesihuoltoasioista vastaavan henkilön mukaan Mörträsketin ympäristön kiinteistöt, toipilassairaala mukaan lukien, liitetään kunnalliseen viemärintiin vuonna 2012. Vesihuollon rakennusurakka käynnistyy marraskuun loppuun mennessä. Koko valuma-alueen kiinteistöt eivät tässä vaiheessa kuitenkaan ole liittymässä. Itäpuolen kiinteistöt eivät todennäköisesti liity viemäriverkostoon.

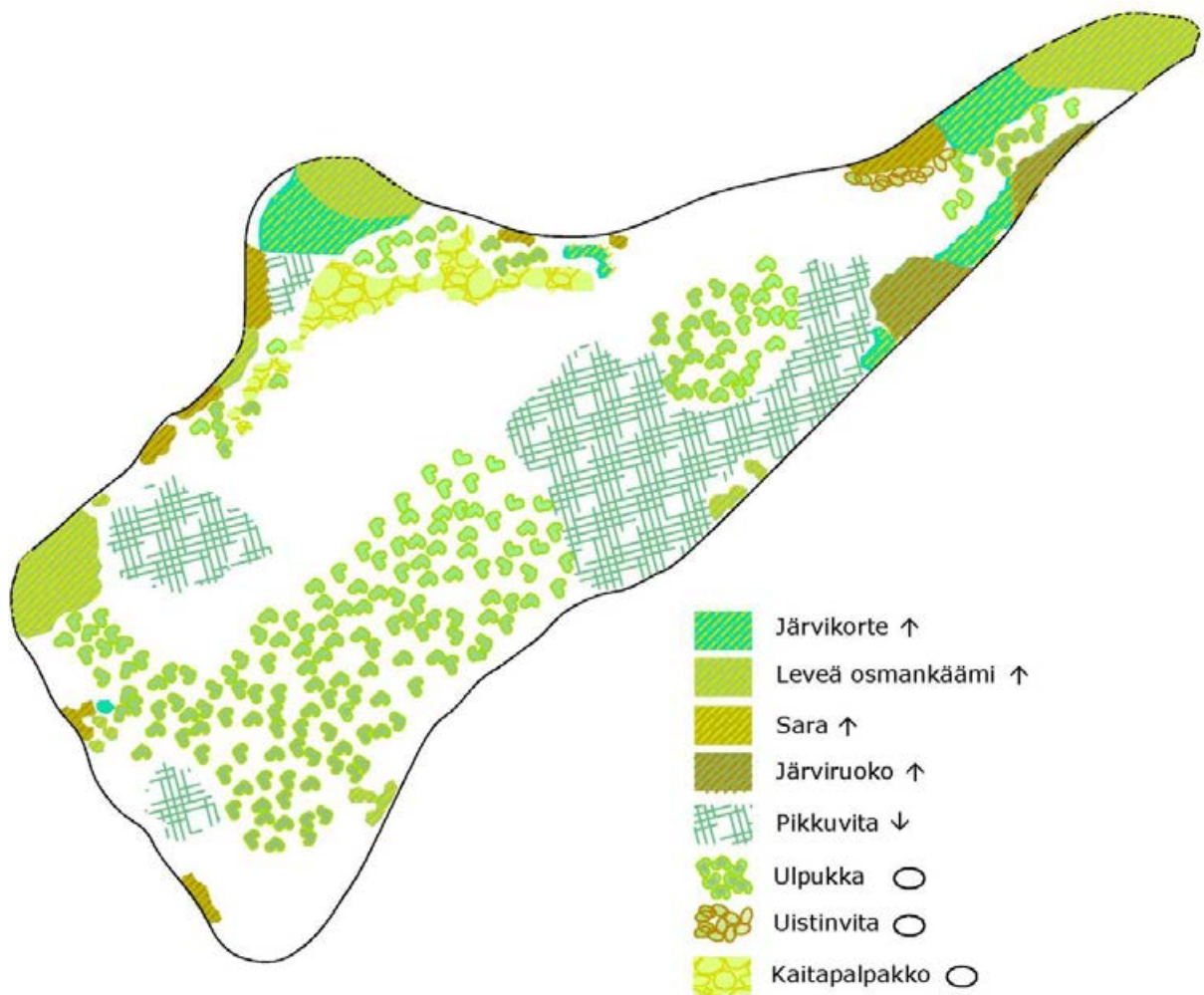
Kasvillisuus

Mörträsketin kasvillisuus määritettiin lokakuun 2012 alussa maastokäynnin perusteella. Määritys koski pääosin ilmaversoisia ja kelluslehtisiä vesikasveja. Uposlehtisiä vesikasveja etsittiin pistokokein haran avulla ja niiden esiintymistä tarkasteltiin silmämääräisesti. Kasvillisuus tunnistettiin lajilleen tai ainakin suvulleen. Kasvillisuusmäärittäminen perustuu lisäksi valokuviin ja ilmakuviin.

Mörträsketin vesikasvillisuutta inventoitiin kasvillisuuden vuodenaikaiseen sukkessiokehitykseen nähdessä varsin myöhään syksyllä, jolloin osa vesikasveista oli jo ehtinyt lakastua, mutta kasvillisuuden pääpiirteet olivat silti hyvin havaittavissa. Havaittu lajisto koottiin taulukoksi (taulukko 2) ja kasvillisuuden jakautuminen ja peittävyys on esitetty kartalla (kuva 8). Rantoja ja lahdelmia hallitsi ilmaversoiskasvillisuus, joista valtalajeina esiintyivät leveäosmankäämi (*Typha latifolia*), järvikorte (*Equisetum fluviatile*) ja sara (*Carex* sp.).

Taulukko 2. Mörträsketin vesikasvillisuuden inventoinnissa tavattu lajisto elomuodoittain.

Ilmaversoinen vesikasvillisuus	
järvikorte	<i>Equisetum fluviatile</i>
järviruoko	<i>Phragmites australis</i>
leveäosmankäämi	<i>Typha latifolia</i>
sara	<i>Carex</i> sp.
suokurjenjalka	<i>Potentilla palustris</i>
suovehka	<i>Calla palustris</i>
Kelluslehtinen ja uposlehtinen kasvillisuus	
ulpukka	<i>Nuphar lutea</i>
kaitapalpakko	<i>Sparganium angustifolium</i>
pikkuvita	<i>Potamogeton berchtoldii</i>
uistinvita	<i>Potamogeton natans</i>
heinävita	<i>Potamogeton gramineus</i>



Kuva 8. Mörträsketin kasvillisuuskartta.

Avovesialueella kelluslehtisten kasvustojen vallitsevana lajina oli ulpukka (*Nuphar lutea*), lisäksi havaittiin tiheitä kaitapalpakkokasvustoja (*Sparganium angustifolium*) järven pohjoisosassa. Pohjan uposlehtistä kasvillisuutta inventoitiin pistokokein. Uposlehtisistä pikkuvitaa (*Potamogeton berchtoldii*) esiintyi runsaana sellaisilla pohjilla, joilla ulpukka- tai palpakkokasvustoa ei ollut varjostamassa. Kelluslehtisen kasvillisuuden varjostamilla alueilla pohjasta ei löytynyt merkkejä uposlehtisestä kasvillisuudesta.

Koillisosan lahti

Mörträsketin luusua ja koko koillisosan lahti on selkeästi vesikasvien valtaama ja kasvamassa umpeen (kuva 9). Lahden pohjukka oli täyttynyt massiivisella osmankäämikasvustolla ja edempänä lahden pohjoisrannalla oli selkeinä vyöhykkeinä järvikortetta ja saraa. Lahden etelärannalla kasvoi puolestaan järviruokoa ja kortetta sekä osmankäämiä tiiviinä, mutta vyöhykkeisenä kasvustona. Lahden avovesialueella kasvoi harvakseltaan ulpukoita ja sarakasvuston ulkoreunalla selkeä muutaman metrin levyinen uistinvitakasvusto.



Kuva 9. Mörträsketin luusua on kasvamassa umpeen.

Pohjoisranta

Mörträsketin pohjoisrannalla ja rannan tuntumassa kasvoi laikuittain saraa ja järvikortetta ja paikoitellen ulpukkaa. Rannassa havaittiin myös yksittäisenä kasvina suovehkaa. Rannasta ulommas mentäessä pinnan alla näkyi tiheää kaitapalpakkokasvustoa (kuva 10). Palpakko oli jo lakastumassa ja oli sen vuoksi painunut pinnan alle. Tiheimmillään palpakkokasvuston peittävyys oli lähellä 100 %.



Kuva 10. Pinnanalaista kaitapalpakokasvustoa.

Mörträsketin pohjoisrannan lahdelta on kasvamassa umpeen. Aivan rannan tuntumassa oli kapea (n. 1 m) kaistale avovettä, josta pohjasta haraamalla löytyi runsaasti pikkuvitaa (kuva 11). Ilmaversoisen kasvillisuuden osmankäämi-, järvikorte- ja sarakasvustot ovat peittävyyksiltään lähellä 100 %:a. Ilmaversoisyöhykkeen ulkoreunalla kasvusto jatkui kelluslehtisellä ulpukan ja palpakon sekakasvustolla tai uposlehtisellä pikkuvitakasvustolla. Luoteisrannan kasvillisuusvyöhyke oli kapeahko. Rannassa oli ilmaversoista kasvillisuutta (osmankäämi, sara) ja niiden ulkopuolella hajanaisesti palpakkoa ja ulpukkaa (peittävydet 10–30 %).



Kuva 11. Pohjoisrannan lahdelta rannan tuntumasta avovesialueelta löytyi uposlehtistä pikkuvitaa.

Muut rannat

Järven läntisin lahdella oli täynnä osmankäämiä. Osmankäämikasvuston eteläpuolella rannassa kasvoi noin 4 m² laajuinen vehkakasvusto (*Calla palustris*), jonka seassa oli myös kurjenjalkaa (*Potentilla palustris*). Länsirannalla laikuttaisen ilmaversoiskasvillisuuden vyöhykkeen leveys vaihteli 0-10 metriin ja koostui vuoroin sara-, osmankäämi- ja kortekasvustoista. Eteläisin lahdella oli silmiinpistävän tyhjä kasvillisuudesta sekä rannan että avovesialueen osalta.

Itäpuoleisella rannalla ei kasvanut merkittäviä kasvustoja, vaan kasvillisuus oli pääosin kelluslehtistä ulpukkaa tai uposlehtistä pikkuvitaa.

Avovesialue

Mörträsketin avovesialueella on laaja ulpukkasvusto, joka peittää noin puolet järven vesialasta (kuva 12). Kasvusto on jakautunut ulapalla kahteen suurempaan selkeään ulpukkasvustoon ja lisäksi ulpukkaa esiintyy muiden kasvien seassa lähellä rantaa. Ulpukkasvustojen ulkopuolella havaittiin laajoilla alueilla pohjassa runsaana esiintyvää pikkuvitaa. Ulapalla ajalehti myös yksittäisinä havaintoina heinävitaa, jota todennäköisesti esiintyy pikkuvidan kasvustojen seassa.



Kuva 12. Avovesialuetta hallitsee laaja ulpukkasvusto.

Mörträsket kasvillisuuden perusteella

Mörträsketin kasvillisuus on kokonaisuutena runsasta ja järven voi kasvillisuuden perusteella tulkita kärsivän rehevöitymisestä ja umpeenkasvusta. Selvää umpeenkasvua on jo havaittavissa erityisesti lahdelmissa, mutta myös avovesialueella. Avovesialue on laajoilta alueilta ulpukan valtaamaa ja missä ulpukka ei ole varjostamassa, kasvaa pohjassa uposlehtisiä vesikasveja. Runsa vesikasvillisuus alentaa järven virkistyskäyttöarvoa sekä voi haitata veneellä liikkumista ja kalastusta. Vesikasvien hajoaminen talvella kuluttaa runsaasti järven happivarastoja ja voi siten aiheuttaa talvisia happiongelmia.

Kasviplankton

Ahtilan toipilassairaalan tarkkailuraporteista löytyy tietoa Mörtträsketin kasviplanktonista vuosilta 2004 – 2006 (Yrjölä 2004–2006). Vuonna 2004 syyskuussa klorofylli-*a*-pitoisuus oli 46,5 µg/l. Eniten esiintyi kultaleviä, viherleviä ja piileviä. Kultalevistä eniten esiintyi *Dinobryon sertulariaa*, viherlevistä *Monoraphidium contortum*-levää ja piilevistä *Fragilariaa*. Kasviplanktonissa esiintyi myös sinileviä, nieluleviä, tarttumaleviä, limalevää ja silmäleviä, mutta näiden määrät olivat vähäisiä.

Elokuun lopussa 2005 Mörtträsketin klorofylli-*a*-pitoisuus oli 32,5 µg/l ja kasviplankton koostui pääosin kultalevistä ja yhtymälevistä. Myös sinileviä esiintyi jonkin verran. Kultalevistä eniten esiintyi *Dinobryon sertulariaa*, yhtymälevistä *Closterium acutum var. variabile* -levää. Kasviplanktonissa esiintyi myös viherleviä, piileviä ja vähän silmäleviä.

Elokuun lopussa 2006 klorofylli-*a*-pitoisuus oli peräti 103 µg/l. Kasviplanktonissa oli eniten kultaleviä ja sinileviä. Kultalevistä esiintyi *Uroglena* sp -suvun edustajia. Sinilevistä esiintyi eniten leväkukintoja aiheuttavaa *Anabaena cf. viguieri* -levää. Sekä korkea klorofylli-*a*-pitoisuus että sinilevälaji kertovat sen hetkisestä leväkukinnasta. Kasviplanktonissa tavattiin myös runsaasti limalevää (*Gonyostomum semen*). Lisäksi Mörtträsketin kasviplanktonissa esiintyi myös panssarisiimaleviä, silmäleviä, yhtymäleviä ja piileviä sekä vähän nieluleviä ja keltaleviä.

Vesipatsaan fosforipitoisuuden perusteella on mahdollista ennustaa klorofyllipitoisuutta. Klorofylli-*a* ja kokonaisfosforipitoisuudet korreloivat selvästi Pietiläisen ja Räikkeen (1999) tekemän järvihavaintopaikkatutkimuksen mukaan. Selitysaste 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. Osa kaloista syö eläinplanktonia, joka taas käyttää ravintonaan leviä. Kun kaloja on liikaa, eläinplanktonin määrä vähenee ja aiheuttaa kasviplanktonin määrän lisääntymistä. Klorofylli-*a* ja kokonaisfosforipitoisuuden suhteen ollessa yli 0,4, voidaan olettaa kalastolla olevan veden laatua heikentäviä vaikutuksia. Suhteen ollessa yli 1 voidaan kalastolla olettaa olevan selvä veden laatua heikentävä vaikutus. Tällöin leviä syntyy enemmän kuin tietyllä ravinnepitoisuudella yleensä. Kalasto vaikuttaa myös veden laatuun välillisesti etsiessään pohjasta ravintoa. Tällöin pohjasta vapautuu ravinteita yläpuoliseen vesimassaan, mikä voi aiheuttaa leväkukintoja.

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. Usein rehevissä järvissä on selvästi särkikalavaltainen kalasto. Sellaisissa järvissä, joissa esiintyy jokavuotisia happikatoja, kalasto saattaa koostua ainoastaan ruutanoista. Kunnostustoimenpiteeksi voidaan suositella ravintoketjukurannostusta silloin, kun koekalastustulokset osoittavat kalaston rakenteen olevan vinoutunut.

Mörtträsketin havaittujen kokonaisfosforipitoisuuksien perusteella ennustetut klorofylli-*a*-pitoisuudet olivat vuosina 2007 ja 2008 havaittua klorofylli-*a*-pitoisuutta selvästi alhaisempia (taulukko 3). Vuosien 2009 ja 2012 havaitut klorofylli-*a*-pitoisuudet olivat samaa suuruusluokkaa lasketun pitoisuuden kanssa.

Levää näyttäisi olleen vuosina 2007 ja 2008 Mörtträsketissä enemmän kuin mallin perusteella tietyllä kokonaisfosforipitoisuudella olisi ennustettavissa. Klorofylli-*a* ja kokonaisfosforipitoisuuden suhde oli 0,83 vuonna 2007, 0,79 vuonna 2008, 0,46 vuonna 2009 ja 0,60 vuonna 2012. Klorofylli-*a* ja kokonaisfosforipitoisuuden suhde vuosina 2007 ja 2008 viittaa siihen, että kalastolla olisi veden laatua heikentävä vaikutus. Vuoden 2009 luku puolestaan kuvastaa, että kalaston vaikutus olisi suhteellisen vähäinen. Vuoden 2012 luku kertoo kalaston taas hieman suuremmasta vaikutuksesta veden laatuun.

Vuosien 2007 ja 2008 klorofylli-*a*-pitoisuudet sekä klorofylli-*a* ja kokonaisfosforipitoisuuksien suhteet kertovat, että Mörtträsketissä olisi esiintynyt selviä leväkukintoja. Tämä taas kuvastaa sekä sisäistä kuormitusta että etenkin kalaston veden laatua heikentävää vaikutusta.

Taulukko 3. Mörträsketin lasketut ja havaitut klorofylli-a-pitoisuudet kolmena perättäisenä vuotena.

Aika	Havaitun kokonaisfosforipitoisuuden perusteella lasketut klorofylli-a-pitoisuudet, µg/l	Havaitut klorofylli-a-pitoisuudet, µg/l
30.8.2007	24	38
27.8.2008	33	48
3.9.2009	20	18
24.9.2012	21	24

Kalasto

Mörträsketin kalastosta ei ole tietoa Uudenmaan ELY-keskuksen Petri Savolan (2012) mukaan.

Muut tekijät

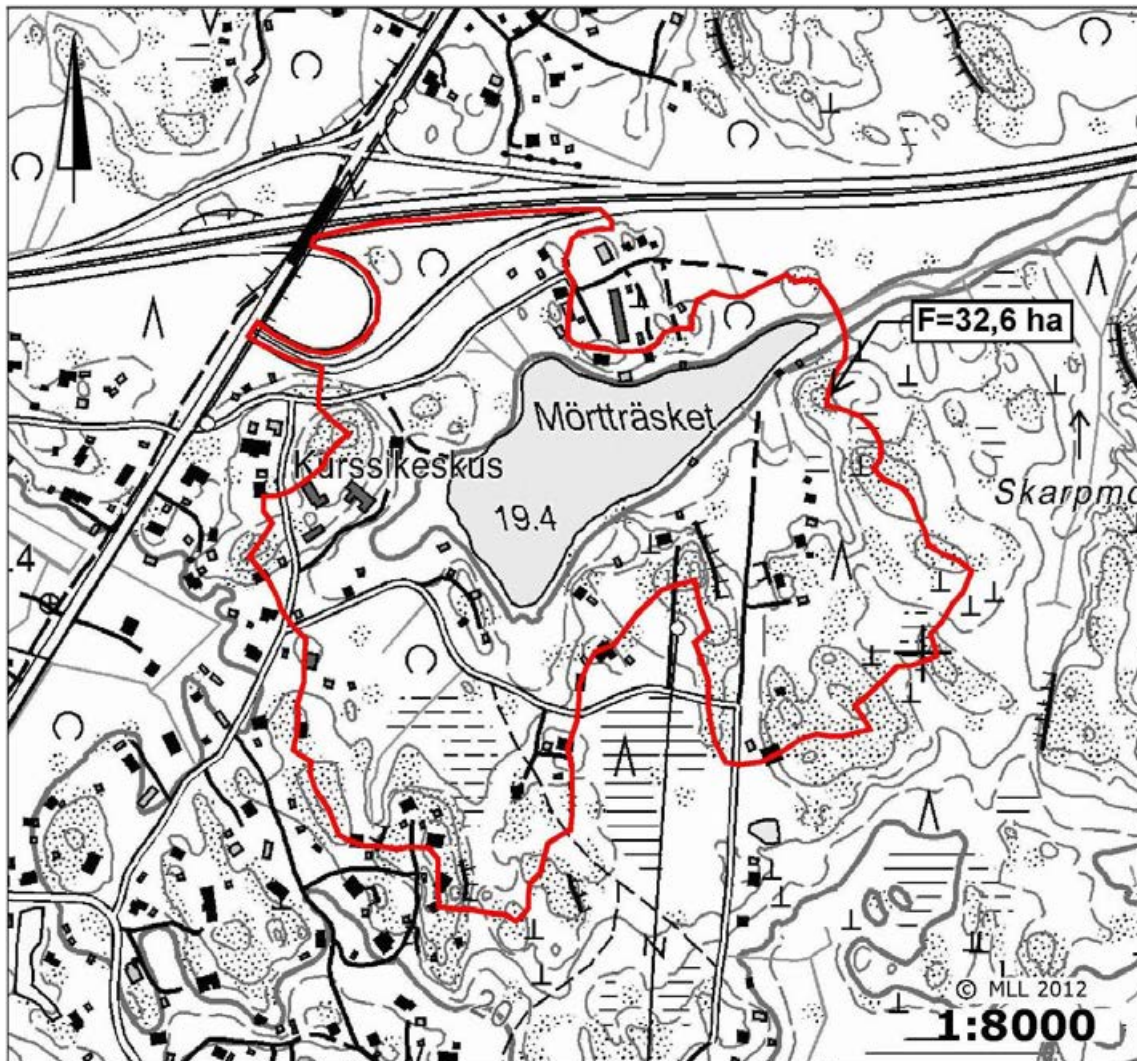
Mörträsketin pohjaeläimistöä ei ole tutkittu OIVA-tietojärjestelmän (2012) mukaan.

Kuormitus selvitys

Mörträsketiin kohdistuvaa ulkoista kuormitusta arvioitiin useilla käytävissä olevilla menetelmillä. Lupavollisten kuormittajien velvoitetarkkailutietoja on koottu ympäristönsuojelun tietojärjestelmään (VAHTI). Mörträsketiin kohdistuvan kuormituksen arvioimista varten järjestelmästä poimittiin Ahtilan toipilaskodin jätevedenpuhdistamon vesistökuormitustietoja. Toipilaskodin kuormitus ei kuitenkaan kohdistu itse Mörträsketiin vaan puhdistetut jätevedet on johdettu Mörträsketin laskuojaan. Mörträsketin valuma-alueella ei ole peltoja eikä kotieläimiä. Valuma-alueen pinta-ala on 32,6 ha (kuva 13).

Mörträsketin ulkoista kuormitusta arvioitiin ensisijaisesti käyttäen ympäristöhallinnon VEPS-mallin käyttämiä ominaiskuormituslukuja suhteuttaen niitä Mörträsketin valuma-alueen kokoon. Ulkoisen kuormituksen arviota tarkennettiin tekemällä kuormitusarvio myös ympäristöhallinnon vesistömallijärjestelmällä. Vesistömallijärjestelmä käyttää lähtötietoinaan VEPS-mallin ominaiskuormituslukuja.

Sisäistä kuormitusta tarkasteltiin laskennallisesti erilaisin keinoin sillä kuormituksen arviointiin ei ollut käytävissä lähtöaineistoja.



Kuva 13. Mörträsketin valuma-alue (pinta-ala 32,6 ha). Mittakaava 1:5 000.

Ympäristönsuojelun tietojärjestelmän (VAHTI) mukainen kuormitus

Ympäristönsuojelun tietojärjestelmä Vahtiin tallennetaan tietoja mm. ympäristönsuojelulainsäädännön mukaisista luvista ja ilmoituksista sekä päästöistä vesiin ja ilmaan sekä jätteistä. VAHTI-järjestelmään tallennettujen jätevesipuhdistamotietojen perusteella Ahtilan toipilaskodin jätevedenpuhdistamon Mörträsketin laskuojaan aiheuttamaa kuormitusta on tarkkailtu vuodesta 1975.

Lupapäätöksen (UUS 22.1.2008) mukaan Länsi-Suomen vesioikeus on 29.10.1971 antamallaan päätöksellä Nro 107/1971 myöntänyt jätevedenpuhdistamolle luvan johtaa puhdistetut jätevedet Mörträsketistä lähtevään, Sipoonjokeen johtavaan uomaan, Skräddarbybäckeniin, 50 m:n päähän järven luusuasta. Toipilassairaalan jätevedenpuhdistamo on vuonna 1971 valmistunut rinnakkaissaostukseen perustuva pienpuhdistamo.

Vesistöön johdettu kokonaistypen kuormitus on 2000-luvulla ollut välillä 52–279 kg, kokonaisfosforin 2,15–47,6 kg ja BOD-kuorma 17,7–124 kg vuodessa. Vesistöön johdetun jäteveden määrä on vaihdellut 2000-luvulla välillä 2586–10 321 m³/v.

Ympäristöhallinnon VEPS-mallin mukainen kuormitus

Ympäristöhallinnon VEPS-tietojärjestelmä antaa tiedot kolmannen jakovaiheen vesistöalueen tarkkuudella. Mörträsketin osalta tietoja tarkennettiin erikseen. Kuormituksen laskemista varten saatiin Uudenmaan ELY-keskuksesta VEPSin ominaiskuormitusluvut sekä fosforin että typen osalta (taulukko 4).

Taulukko 4. Mörträsketin kuormituksen arvioinnissa käytetyt ominaiskuormitusluvut (kg/km²/ kg/as) fosforin ja typen osalta. Luonnonhuuhtouman sekä haja- ja loma-asutuksen keskiarvo on vuosilta 2000–2007, metsätalouden, laskeuman ja hulevesien keskiarvo vuosilta 2000–2002.

	Fosfori, kg/km ² / kg/as	Typpi, kg/km ² / kg/as
Metsätalous	0,86	13
Laskeuma	8,05	580
Luonnonhuuhtouma	6,64	195
Hulevesi	1,61	116
Haja- ja loma-asutus	0,37	2,48

Mörträskettiin kohdistuvan kuormituksen arvioinnissa käytettiin VEPS-tietojärjestelmästä saatuja tietoja ja karttatarkastelua. Valuma-alue määritettiin laserkeilausaineistosta ja karttatarkastelun perusteella todettiin, ettei valuma-alueella ole peltoja.

Haja-asutuksen aiheuttaman kuormituksen arvioinnissa käytettiin Arc Gis -ohjelmasta saatavia tietoja loma- ja haja-asuntojen määrästä. Näin saadut haja- ja loma-asutuksen kuormitusta kuvaavat luvut kerrottiin VEPS:stä 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 VEPS:stä ominaiskuormituslukuarvot. Mörträsketin valuma-alue on VEPS:n vastaavaa pienempi, joten kuormitus suhteutettiin järven valuma-alueelle. Mörträsketin valuma-alueesta vähennettiin järven ala luonnonhuuhtoumaa laskettaessa. Laskeuman katsottiin kohdistuvan vain vesialueelle.

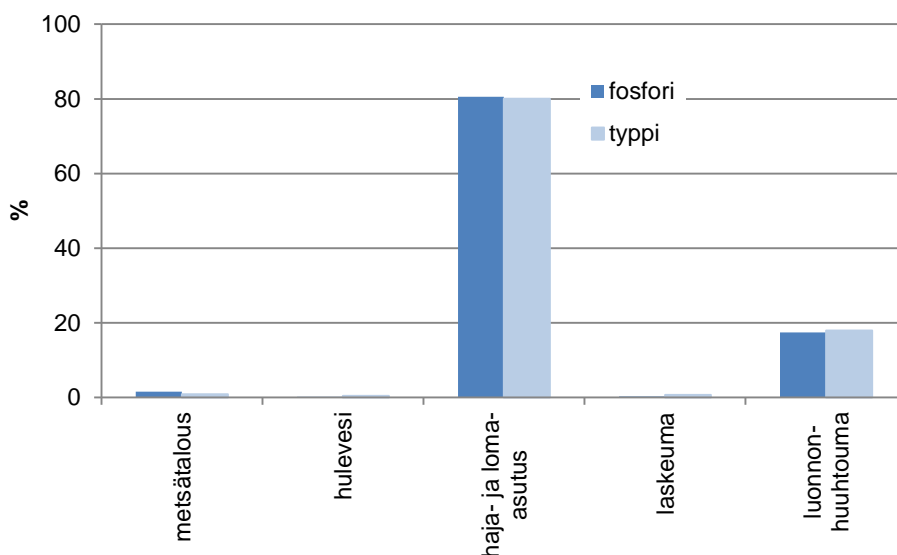
Karjatalouden ja kotieläinten aiheuttaman kuormituksen arvioimiseksi pyydettiin Sipoon kunnalta tietoja eläinyksiköiden määrästä. Mörträsketin valuma-alueella ei ole kotieläimiä, joten kuormitusta ei ole.

Mörtträsketiin tulisi laskennallisesti arvioiden noin 12 kg fosforia vuodessa (taulukko 5). Fosforia tulee eniten (10 kg) haja- ja loma-asutuksesta. Fosforin luonnonhuuhtouma on noin 2,2 kg vuodessa. Typpeä tulee yhteensä noin 350 kg, josta valtaosa on peräisin haja- ja loma-asutuksesta (280 kg). Luonnonhuuhtoumana tulee n. 60 kg typpeä Mörtträsketiin.

Taulukko 5. Mörtträsketin ulkoinen fosfori- ja typpikuormitus.

	fosfori, kg/a	typpi, kg/a
metsätalous	0,2	3
hulevesi	0,02	2
haja- ja loma-asutus	10	283
laskeuma	0,03	2
luonnonhuuhtouma	2,2	63
Yhteensä	12,4	353

Haja- ja loma-asutus aiheuttaa noin 80 % Mörtträsketiin tulevasta fosfori- ja typpikuormituksesta (kuva 14). Luonnonhuuhtouman osuus typen kuormituksesta on 18 % ja fosforin kuormituksesta 17 %.



Kuva 14. Mörtträsketiin tuleva ulkoinen fosfori- ja typpikuormitus jaettuna eri kuormituslähteisiin.

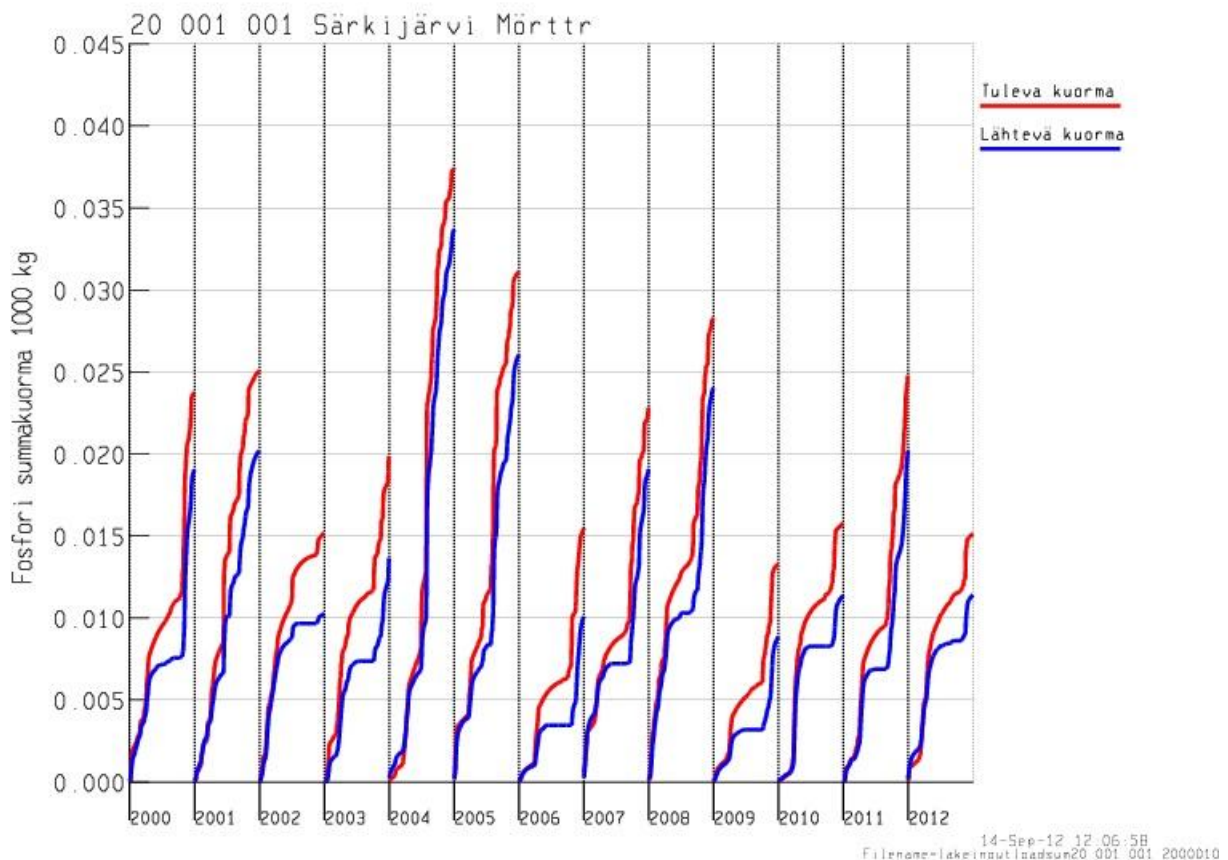
SYKE:n vesistömallin mukainen kuormitus

Suomen ympäristökeskuksessa (SYKE) on kehitetty vesistömallijärjestelmä, jolla on mahdollista arvioida yksittäiseen järveen kohdistuvaa kuormitusta. Kyseinen malli ottaa huomioon sääolot, mitkä vaikuttavat järviin kohdistuvaan kuormitukseen merkittävästi. Mallissa on takana meteorologista ja hydrologista dataa (Vehviläinen & Huttunen 2001). Vesistömallikoulutuksessa (Huttunen ym. 2008) kerrottiin että vesistömallijärjestelmän vedenlaatuosio laskee kokonaisfosforin, kokonaistypen ja kiintoaineksen kuormitusta vesistöihin maa-alueilta ja aineiden kulkeutumista vesistöissä. Jokaiselle järvelle on määritetty oma valuma-alue, joka on jaettu edelleen peltoalueeseen, vesialueeseen ja muuhun maa-alueeseen.

Mallissa lasketaan ensin maa-alueelta päivittäin syntyvä kuormitus erikseen peltoalueelle ja muulle maa-alueelle. Muodostuvan valunnan pitoisuus riippuu valunnan määrästä (mm/vrk) ja vuodenajasta. Mallissa on vedenlaatuhavaintojen perusteella kalibroidut parametrit, jotka määräävät valunnan pitoisuuden

jokaiselle valuntaluokalle ja vuodelle. 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.

SYKEN vesistömallin mukaan Mörträsketiin on tullut vuosittain fosforia 13–38 kg vuosina 2000–2011 (kuva 15). Keskiarvoksi näiltä vuosilta saadaan 25,2 kg fosforia vuodessa. Malli antaa myös suoran arvion tulevan fosforikuormituksen määrästä (22 kg). Vesistömallin antamat kuormitusarviot ovat noin kaksinkertaisia verrattuna VEPS:n ominaiskuormituslukujen avulla laskettuun kuormitusarvioon, mikä lienee seurausta valuma-alueerajauksen eroista. SYKE:n mallissa käytetty automaattisesti luotu valuma-alueerajaus on pinta-alaltaan huomattavasti suurempi kuin tässä työssä käytetty laserkeilausaineistoon perustuva raja. Laserkeilausaineistoon perustuva raja on huomattavasti tarkempi kuin SYKE:n mallin raja. Laserkeilausaineiston raja on kuitenkin tehty käymättä maastossa, joten on mahdollista, että siinä esiintyy virheitä. Siitä huolimatta kuormituslaskenta, jossa käytetään kyseistä rajausta antaa todennäköisesti oikeamman arvion Mörträsketiin tulevan kuormituksen määrästä.



Kuva 15. Mörträsketiin tuleva fosforikuormitus SYKEN vesistömallin mukaan.

Kuormituksen sietokyvyn arviointi

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).

Mörtträsketiin kohdistuvan kuormituksen merkitystä Mörtträsketin tilan kannalta voidaan arvioida laskennallisesti vertaamalla kuormitusta vesistön kykyyn vastaanottaa ravinteita rehevöitymättä. Yksi keino ulkoisen kuormituksen sietokyvyn arviointiin on Vollenweiderin (1976) malli. Siinä tulevaa ulkoista kuormitusta verrataan hydrauliseen pintakuormaan.

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 fosforikuormitus on $0,15 \text{ g/m}^2$ vuodessa. Mallin käytössä on huomioitava, että se on suuntaa-antava ja että se ei ota huomioon järven yksilöllisiä ominaisuuksia.

Vollenweiderin (1976) mallin mukaan Mörtträsketin fosforikuormitus ylittää sallitun kuormituksen tason. Jos fosforikuormitusta vähennetään 40 % eli n. 5 kg, päästään sallitun tason alapuolelle. Mörtträsketin osalta voidaan kuitenkin todeta ulkoisen kuormituksen olevan käytännössä erittäin pientä. Haja-asutuksen kuormituksen vähentäminen on ainoa realistinen keino vähentää kuormitusta ja siihen on jo tulossa parannusta kun osa Mörtträsketin valuma-alueen kiinteistöistä liittyy viemäröinnin piiriin. Kuormitusarvion perusteella on todettavissa, että Mörtträsketin tapauksessa kuormitusta vähentämällä ei todennäköisesti voida oleellisesti parantaa järven tilaa.

Sisäinen kuormitus

Sisäisellä kuormituksella tarkoitetaan tilannetta, jossa pohjasedimenttiin sitoutuneita ravinteita alkaa vapautua uudelleen kiertoon. Sisäisen kuormituksen mekanismeja tunnetaan useita. Järven rehevöityessä sen tuotantotaso kasvaa, jolloin syntyy enemmän hajotettavaa orgaanista ainesta. Hajotustoiminta kuluttaa sedimentin happivaroja. 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.

Sähköpostikeskustelussa (Huttunen 2012) SYKE:n asiantuntijan kanssa selvisi, ettei vesistömallin antama arvio ole luotettava, eikä sitä tästä syystä käytetty sisäisen kuormituksen arvioinnissa. Sisäistä kuormitusta arvioitiin vertaamalla ulkoista fosforikuormitusta järven fosforipitoisuuteen.

Friskin (1978) mukaan järveen tulevan kuormituksen perusteella voidaan laskea vesipatsaan keskimääräinen fosforipitoisuus kaavalla:

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

C = keskimääräinen fosforipitoisuus, mg / m^3

R = pidättymiskerroin = 0,370

I = tuleva kuormitus, mg / s ja

Q = virtaama, m^3 / 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.

Mörtträsketiin tulevan fosforikuormituksen (12,4 kg) perusteella laskettu vesimassan kokonaisfosforipitoisuus oli havaittuja pitoisuuksia selvästi korkeampi vuosina 2007–2009 ja 2012 (taulukko 6). Tämä kertoi siitä, että mallin mukaan Mörtträsketin sedimentti pystyisi pidättämään ravinteita.

Taulukko 6. Mörträsketin lasketut keskimääräiset ja mitatut fosforipitoisuudet.

Tuleva fosforikuormitus, kg/a	Keskimääräinen laskettu fosforipitoisuus, µg/l	Mitattu fosforipitoisuus, µg/l
12,4	83	46 (30.8.2007) 61(27.8.2008) 39 (3.9.2009) 40 (24.9.2012)
7,4 (vähennys 40 %)	50	

Vaikka Friskin mallin mukaan näyttäisi siltä, että Mörträsketissä ei olisi sisäistä kuormitusta, kertovat veden laatutulokset ja muut biologiset tekijät muuta. Samoin mallin käytössä on Mörträsketin tapauksessa epävarmuutta, koska Mörträsketin pohjan läheisen vesikerroksen ravinnepitoisuuksia ei ole määritetty. Tällöin ei voida laskea koko vesipatsaan havaittujen kokonaisfosforipitoisuuksien keskiarvoa vaan joudutaan käyttämään pintakerroksen pitoisuutta. Todennäköisesti pohjan lähellä pitoisuudet olisivat korkeammat ja nostaisivat mitatun kokonaisfosforipitoisuuden arvoa. Ulkoinen kuormitus ei ole erityisen suurta, eikä merkittäviä pistekuormittajia ole ja kuitenkin järvessä esiintyy runsasta vesikasvillisuutta, happiongelmiä ja leväkuintoja ja vedenlaatu viittaa selkeästi rehevyysoongelmiin. Tämän perusteella voidaan olettaa, että rehevyyttä ylläpitää sisäinen kuormitus.



Kuva 16. Osmankäämin juurakkoa. Osmankäämin juurta on käytetty tärkkelysjauhon raaka-aineena.

Kunnostuksen tavoitteet

Mörträsketin kunnostuksessa tulisi tavoitella parempaa happitilannetta ja vedenlaatua. Talviaikaiset happiongelmat heikentävät kalojen elinolosuhteita ja ylläpitävät sisäistä kuormitusta. Kalojen kannalta veden happipitoisuus ei saisi alittaa 4 mg/l. Sisäisen kuormituksen kannalta kriittinen happipitoisuus on puolestaan 2 mg/l, jonka alittavissa pitoisuuksissa ravinteita alkaa vapautua pohjasedimentistä.

Happitilanteen parantamiseksi tulisi järvessä hajoavan ja happea kuluttavan orgaanisen aineksen määrää vähentää. Orgaaninen aines on pääosin peräisin leväkukinnoista ja vesikasvillisuudesta. Happipitoisuuden tulisi pysyä hyvänä sekä kesäisin että talvisin. Alusveden happipitoisuuden pitäisi olla yli 2 mg/l, jolloin pohjasta ei pääsisi vapautumaan ravinteita. Tämä vähentäisi sisäistä kuormitusta.

Tavoitteena Mörträsketin kunnostukselle olisi parempi veden laatu. Erityisesti veden happitilanteen saaminen paremmaksi mahdollistaa kalastolle paremmat elinolosuhteet sekä vähentäisi fosforin vapautumista pohjan läheltä.

Erityisen tärkeää on saada vähennettyä järven sisäistä kuormitusta. Mörträskettiin kohdistuvaa laskennallista ulkoista fosforikuormitusta tulisi vähentää 40 %, mikä vastaa noin 5 kg:n vähennystä.



Kuva 17. Yleisnäkymää järvelle Ahtilan toipilaskodin rannasta kuvattuna.

Mörtträsketille soveltuvat kunnostusmenetelmät

Tässä osiossa käydään läpi Mörtträsketille sopivia kunnostusmenetelmiä. Lisätietoja menetelmistä saa esimerkiksi Järvien kunnostuskirjasta (Ulvi ja Lakso 2005) ja Rehevöityneen järven kunnostus ja hoito -oppaasta (Sarvilinna ja Sammalkorpi 2010). Lisäksi ympäristöhallinnon Internet-sivuilta löytyy ajantasaista tietoa järvikunnostuksista (www.ymparisto.fi > vesivarojen käyttö > vesistöjen kunnostus ja hoito).

Sisäisen kuormituksen vähentäminen

Mörtträsketissä esiintyy selvää sisäistä kuormitusta, jonka merkitys järven tilaan on ulkoista kuormitusta suurempi. Järvessä on esiintynyt talvisin happikatoja. Tällöin on ollut havaittavissa veden kokonaisfosforipitoisuuden nousua, mikä kertoo selvästi sisäisestä kuormituksesta.

Sisäistä kuormitusta voidaan vähentää tehokalastuksella, hapetuksella ja kemiallisilla menetelmillä. Näistä kemiallinen saostus ja hapetus ovat periaatteessa mahdollisia menetelmiä Mörtträsketin kunnostukseen. Kaikkia menetelmiä käsitellään jäljempänä.

Fosforin kemiallinen saostaminen

Fosforin kemiallisella saostuksella pyritään sitomaan vesimassan liukoista ja siten kasveille käyttökelpoisessa muodossa olevaa fosforia sedimenttiin sekä parantamaan sedimentin fosforinsitomiskykyä. Fosforin saostamista voidaan pitää varteenotettavana kunnostusmenetelmänä silloin jos järvessä on selvästi havaittavia rehevyyshaittoja, joiden perussyynä on sisäinen kuormitus. Saostaminen soveltuu parhaiten pienille, reheville ja vähähumuksisille järville, joiden viipymä on pitkä.

Fosforin kemiallisella saostamisella alennetaan veden kokonaisfosforipitoisuutta ja vähennetään fosforin vapautumista sedimentistä. Saostuksessa käytetään rauta- tai alumiiniyhdisteitä. Rautayhdisteet vaativat toimiakseen hapelliset olosuhteet, 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. Fosforin kemiallista saostamista ei kannata tehdä lyhytviipymäisissä järvissä, sillä silloin saostuksen vaikutus jää lyhytaikaiseksi. 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.

Fosforin saostaminen Mörtträsketin kunnostusmenetelmänä

Mörtträsketin tilan kannalta sisäisen kuormituksen määrä on ulkoista kuormitusta merkittävämpää. Järven laskennallinen viipymä on noin 154 päivää eli 0,42 vuotta. Ulkoisen kuormituksensa ja muiden ominaisuuksiensa puolesta Mörtträsketissä olisi todennäköisesti mahdollista käyttää kemiallisia menetelmiä. Tosin Mörtträsket voidaan todeta viipymänsä perusteella lyhytviipymäiseksi. Mörtträsketissä on myös humusta, joka vaikuttaa käytettävän kemikaalin valintaan.

Mörtträsketissä on jo tällä hetkellä vesikasvien aiheuttamaa umpeenkasvua. Kemialliset menetelmät usein kirkastavat vettä ja lisäävät kasvillisuuden määrää. Tämä ei ole toivottavaa Mörtträsketillä. Jos samanaikaisesti poistetaan vesikasvillisuutta, voidaan fosforin kemiallista saostamista käyttää Mörtträsketin

kunnostamisessa. Käytettävä yhdisteenä on oltava alumiinipohjainen yhdiste, koska Mörtrasketissä esiintyy hapettomuutta.

Fosforin kemiallinen saostus vaatii aina aluehallintoviraston luvan. Fosforin kemiallisen saostamisen kustannukset riippuvat mm. veden laadusta, käytettävästä kemikaalista ja käsittelykertojen lukumäärästä. Kustannuksiksi on arvioitu 2 000–3 000 €/ha/saostuskerta (Martinmäki ym. 2010) tai alumiinikloridisaostuksessa 280–1400 €/ha (Oravainen, R. teoksessa Ulvi & Lakso 2005). Jos saostus tehtäisiin koko järvelle, tulisi toimenpiteen kustannuksiksi 4,1 ha * 2 000–3 000 €/ha/saostuskerta = 8200–12 300 €.

Mörtrasketille suositellaan tehtäväksi yksityiskohtainen fosforin kemiallisen saostamisen suunnitelma, jossa valitaan Mörtrasketille sopiva saostuskemikaali, arvioidaan käytettävien kemikaalien määrät ja niiden vaikutukset Mörtrasketin veden laatuun, kasvillisuuteen, kalastoon ja pohjaeläimiin. Jotta suunnitelma voidaan laatia, tulee pohjaeläimistön ja kalaston rakenne selvittää. Suunnitelmassa tulee olla myös tarkemmat ohjeet toimenpiteen seurannasta.

Hapettaminen

Vesimassan pitämällä hapellisena hapettamalla voidaan vähentää fosforin vapautumista sedimentistä, koska fosfori sitoutuu rauta- ja mangaaniyhdisteisiin hapellisissa olosuhteissa (Lappalainen & Lakso 2005). Lisäksi hapettamalla voidaan parantaa eliöstön elinolosuhteita. Kerrostumattomassa järvessä, kuten Mörtrasket, koko vesimassa voi sekoittua jatkuvasti, jolloin myös resuspensio kasvaa (Evans 1994). Resuspensiolle tarkoitetaan sedimentin sekoittumista vesimassaan eli järven pohjaan sedimentoituneet ainekset tulevat käyttöön uudelleen. Hapettaminen voi osaltaan sekoittaa vettä, minkä takia matalien järvien kesäaikainen hapetus on suunniteltava erittäin huolellisesti. Talviaikana hapettaminen ei aiheuta ongelmia.

Hapetuksella on vaikutuksia eliöyhteisön rakenteeseen. Matalissa järvissä voi esiintyä selvästi alhaisempia happipitoisuuksia pohjanläheisissä vesissä, vaikka kerrostuneisuus olisikin heikko.

Jungon ym. (2001) mukaan sekoittumisella voidaan vaikuttaa kasviplanktonin koostumukseen, jos kasviplanktonilajien esiintymistä rajoittaa valon puute. Valon puutteen ollessa rajoittava tekijä, voivat sinilevät saada kilpailuetua, koska ne pystyvät säätelemään esiintymistään vesipatsaassa muita leviä paremmin. Jos ravinteet ovat rajoittavana tekijänä kasviplanktonille, niin sekoittuminen voi lisätä levien määriä yleisesti, mikäli pinnan läheisen veden ravinnepitoisuus kasvaa sekoittumisen myötä.

Hapettaminen yhtenä Mörtrasketin kunnostusmenetelmänä

Mörtrasketin happipitoisuus on ollut lopputalvisin erittäin huono vuoteen 2004 asti, jonka jälkeen tilanne on hieman parantunut (kuva 5). Alle 2 mg/l olevia happipitoisuuksia on esiintynyt useina vuosina. Järven mataluudesta johtuen vesinäytteet on otettu ainoastaan päällysvedestä, eli happikadot ovat esiintyneet laajimmillaan käytännössä koko vesipatsaassa. Happikatoja on esiintynyt pääosin talvisin, mutta myös loppukesällä on ollut havaittavissa alhaisia happipitoisuuksia.

Toisaalta veden kokonaisfosforipitoisuus on ollut silloin tällöin hyvin korkea sekä alhaisten happipitoisuuksien että hapen ylikyllästystilojen vallitessa. Kesäaikaan leväkukinnot ovat nostaneet hapen kyllästysprosenttia ja veden pH-arvoa, mistä on seurannut kokonaisfosforipitoisuuden kasvua liukoisen fosforin vapautumisen myötä. Talviset happikadot ovat samoin vapauttaneet liukoista fosforia vesimassaan. Esimerkiksi vuonna 2003 huhtikuussa happipitoisuus oli 0,6 mg/l, hapenkyllästysaste 4 % ja kokonaisfosforipitoisuus 140 µg/l. Vuonna 2011 huhtikuussa hapenkyllästysaste oli 2,4 % ja kokonaisfosforipitoisuus 440 µg/l.

Korkea kokonaisfosforipitoisuus ei suoraan kuvasta liukoisen fosforin määrää. Se kuitenkin kertoo todennäköisyydestä, että liukoista fosforia on vapautunut talven aikana. Kokonaisfosforipitoisuus kattaa sekä leviin että eläinplanktoniin sitoutuneen fosforin. Kevään ja kesän kuluessa levät sitovat liukoisen fosforin tehokkaasti. Samoin eläinplankton hyödyntää kasvaneita levämääriä. Osa eliöistä kuolee ja sen myötä kesällä hapellisissa olosuhteissa osa ravinteista sitoutuu sedimenttiin. Jos happikato syntyy kesäaikaan, alkaa ravinteita jälleen vapautua sedimentistä, jolloin myös kokonaisfosforipitoisuus kasvaa.

Mörtträsket ei kerrostu mataluutensa takia. Luultavasti aivan sedimentin pintaosa on usein hapeton, jolloin ravinteita voi vapautua veteen. Ravinteet sekoittuvat helposti koko vesimassaan järven mataluuden takia. Toisaalta sekoittuminen pitää veden todennäköisesti kesäaikaan hapellisena.

Mörtträsketin kunnostamisessa hapetus on yksi mahdollinen menetelmä. Hapetuksella saataisiin vähennettyä järven sisäistä kuormitusta ja parannettua kalojen elinolosuhteita. 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 2012a). Lohikalat viihtyvät parhaiten runsashappisissa vesissä, joiden happipitoisuus on 8–10 mg/l. Ne alkavat kärsiä hapen puutteesta, kun pitoisuus laskee tasolle 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 lähellä 2 mg/l. Ruutana tulee toimeen hyvinkin vähähappisissa oloissa (< 1 mg/l) (Ympäristöhallinto 2012b). Kalojen kannalta veden happipitoisuuden pitäisi olla 4 mg/l. Tällöin myös suuret hauet selviäisivät talven ylitse.

Hapetuksen kustannuksiksi on arvioitu investointikustannusten osalta 1 000–5000 €/kW ja käyttökustannusten osalta 100–200 €/ha (Martinmäki ym. 2010). Kustannukset selviävät tarkemmin yksityiskohtaisessa hapetussuunnitelmassa. Jotta hapetussuunnitelmassa pystyttäisiin laskemaan hapetustarve, pitää Mörtträsketin happipitoisuutta seurata tarkemmin. Seurantaa voidaan toteuttaa vesianalyysin tai happimitarin avulla.

Mörtträsketille suositellaan tehtäväksi tarkempi hapetussuunnitelma, mistä ilmenee juuri kyseiseen järven teholtaan ja muilta ominaisuuksiltaan sopiva laitteisto, järven hapetustarve ja laitteen sijainti. Suunnitelman laatiminen edellyttää tarkempaa happipitoisuuden seurantaa. Hapetussuunnitelman laatiminen kannattaa ajoittaa fosforin kemiallisen saostamisen jälkeiseen aikaan. On mahdollista, että kemiallinen käsittely parantaa järven tilaa, eikä hapetukseen olekaan tarvetta.

Virkistyskäytön parantaminen

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 kalojen saalistusta vastaan (Perrow ym. 1999; Hagman 2005). Eläinplankton koostuu mm. vesikirpuista, jotka syövät leviä. Jos eläinplanktoniin kohdistuu suurta saalistusta, kasviplanktonin eli levien määrä voi kasvaa. Lisäksi vesikasvien pinnoilla on kiinnittyneinä epifyyttisiä leviä, joiden käyttämät ravinteet jäävät poiston jälkeen kasviplanktonille.

Vesikasvit tarjoavat myös suojaa ja ravinnonhankintapaikkoja kalanpoikasille ja kutupaikkoja aikuisille kaloille. Samoin vesikasvien merkitys vesilinnuille on ilmeinen. Ylitiheän kasvillisuuden harvennus on usein tärkeää kalaston ja linnuston elinolojen kannalta. Järveen laskevien ojien suissa vesikasvillisuus on tärkeä ravinteiden pidättäjä. Tästä johtuen 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 keluslehtiset ottavat ravinteet sedimentistä (Wetzel 2001). Kaikki vesikasvit tarvitsevat valoa yhteyttämiseensä. Sameissa vesissä ei yleensä tästä syystä ole uposlehtisiä (Hyytiäinen 2000). Uposlehtisiin kuuluvien vesikasvien häviäminen kertoo veden laadun huonontumisesta.

Vesikasvien poisto Mörtrasketin kunnostuksessa

Mörtrasketin kasvillisuus muodostuu pääosin ulapalle levinneestä ulpukasta, kaitapalpakosta, järvikorte-, osmankäämi- sekä sarakasvustoista. Myös uposlehtistä pikkuvitaa esiintyy laajoilla alueilla. Kaikkiaan lajimäärä on vähäinen. Mörtrasketin muutamissa lahdelmissa on runsastunutta ja tiheää ilmaversoiskasvillisuutta, avovesialue on puolestaan kelluslehtisen ulpukan tai uposlehtisen pikkuvitaidan peittämää.

Mörtrasketin rannoilla on pysyvää asutusta, vapaa-ajanasutusta, leirikeskus sekä toipilaskoti. Järveen kohdistuu virkistyskäyttöpaineita lähinnä uimisen, pienimuotoisen kalastuksen ja soutelun kautta. Mörtrasketin maisemallinen merkitys on paikallisesti suuri.

Seuraavissa kappaleissa annetaan yleisiä kasvilajikohtaisia poisto-ohjeita, joiden huomioiminen on suositeltavaa, jos poistotarvetta ilmenee.

Ulpukalla on hyvin paksu juurakko, josta uudet lehdet versoavat. Tämän vuoksi sitä ei suositella niitettävän (Kääriäinen & Rajala 2005). Ulpukkaa voidaan poistaa juurakoineen eräänlaisen harauslaitteen avulla. Mörtrasketillä voidaan harkita ulpukakasvustojen hillitsemistä ja "pilkkomista". Laajamittaista ulpukoiden poistoa ei kuitenkaan suositella, jottei aikaan saada runsaita leväkukintoja. Menetelmä aiheuttaa pohjan pölyämistä, joten poiston yhteydessä sedimentistä vapautuu runsaasti ravinteita ja happea kuluttavaa ainesta.

Paras ajankohta ulpukoiden ja lumpeiden poisharaukselle on syys-lokakuu, jolloin järven virkistyskäyttö on vähäistä. Tällöin ravinteita on myös enemmän kasvien juurakoissa. Poiston aiheuttama veden samentuminen on yleensä ohimenevää, mutta työnaikaisia veden laadun ja näkösyvyyden muutoksia kannattaa seurata (Kääriäinen & Rajala 2005).

Järviruo'on poisto on tuloksellista, kunhan niitetään tarpeeksi usein. Paras ruovikon niittoajankohta on heinäkuun puolestavälistä elokuun puoleenväliin (Kääriäinen & Rajala 2005). Järviruo'koa esiintyy Mörtrasketissä vain luusuan alueella. Osmankäämien poisto tehdään useimmiten kaivinkoneella. Mörtrasketissä ei ole tarpeen lähteä massiivisiin poistoihin.

Poistamalla vesikasveja säännöllisesti ja suunnitelmallisesti, voidaan järven talviaikaisia happiongelmiä pitkällä aikavälillä vähentää kun järvessä hajoavan orgaanisen aineksen määrä vähenee. Vesikasvien poistosta voi aiheutua leväkukintoja. Tämä johtuu siitä että, niittäminen saattaa jättää ravinteita kasviplanktonin käyttöön, kun sedimentistä on liuennut veteen ravinteita ja kasvien pinnoilla kiinnittyneinä olleet epifyytiset levät poistuvat niittojätteen mukana. Leviä kontrolloiva eläinplankton saattaa myös menettää niitossa suojapaikkansa 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 300–400 € hehtaaria kohden vuodessa (Martinmäki ym. 2010). Mörtrasketin pinta-ala on n. 4,1 ha. Jos järven vesikasvillisuudesta poistettaisiin kolmannes, olisi toimenpidealueen pinta-ala 1,3 ha. Tämä on suurin suositeltava poistoala. Parempi olisi poistaa vesikasveja vähemmän ja tehdä poistot laikuttaisina alueina. Noin 1,3 ha poiston kustannukseksi tulisi 3 900–5 200 €.

Vesikasvien vähäistä suuremmasta poistosta kannattaa tehdä tekninen suunnitelma, josta ilmenee mitä kasveja poistetaan, mitä lajeja poistettavat kasvit ovat ja paljonko niitä poistetaan. Suositeltavaa 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.

Mörtrasketille suositellaan maltillista, virkistyskäyttöä parantavaa vesikasvien poistoa enintään 1,3 ha:n alalta. Ennen poistoa tulee tehdä tarkempi suunnitelma. Suunnitelmassa on hyvä ottaa huomioon myös fosforin mahdollinen saostaminen ja toimenpiteen samanaikaisuus vesikasvien poiston kanssa.

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.

Ruoppaus ei sovellu Mörtrasketille laajassa mittakaavassa. Sitä voidaan käyttää kuitenkin pieni-muotoisissa vesikasvien poistoissa, joissa on tarkoitus hidastaa järven umpeenkasvua. Ruoppaus aiheuttaa veden samentumista ja kiintoainepitoisuuden nousua. Myös veden ravinnepitoisuudet voivat kasvaa. Tästä syystä johtuen ruoppauksen vaikutuksia veden laatuun tulee seurata ennen ja jälkeen toimenpiteen. Samoin on otettava huomioon toimenpiteen vaikutukset alapuoliseen vesistöön

Vaikutukset

Ruoppauksen aiheuttama veden samentuminen ja kiintoaineksen sedimentoituminen voivat vaikuttaa haitallisesti vesikasvillisuuteen. Vaikutukset näkyvät eniten ruoppausalueiden ympärillä olevilla matalilla alueilla ja niiden pohjakasvillisuudessa. Toimenpiteen ajankohta vaikuttaa hyvin paljon kasvillisuudelle aiheutuviin vaikutuksiin. Kesällä tehtävät toimenpiteet ovat haitallisimpia, koska tällöin tuulten vettä sekoittava vaikutus on alhaisimmillaan.

Ruoppaus voi aiheuttaa haittaa kalojen kudulle. Toimenpide aiheuttaa kiintoainespitoisuuden kasvua, mikä voi peittää mätää ja vähentää poikastuotantoa. Lisäksi ruoppaus tuhoaa pohjakasvillisuutta ja kalojen ravintonaan käyttämää pohjaeläimistöä. Mörtrasketin kalastosta ei ole tietoa, mutta todennäköisesti siellä esiintyy ainoastaan kevätkutuisia lajeja. Toimenpiteen vaikutus kalastolle on vähäistä, mikäli työ tehdään loppusyksyllä tai talviaikaan.

Ruoppaus aiheuttaa hienojakoisen kiintoaineksen sedimentoitumista järven pohjalle ruoppausalueelle ja sen läheisyyteen. Tämä aiheuttaa haitallisia vaikutuksia järven pohjaeliöstöön. Vaikutukset näkyvät ruoppausalueella ja sen läheisyydessä. Pohjaeläinlajisto voi tuhoutua tai köyhtyä, sen yksilömäärät tai biomassa voivat vähentyä. Samoin eliöiden lisääntyminen saattaa häiriintyä. Yleensä pohjaeläimistö palautuu 2–4 vuoden kuluttua ruoppaustöiden lopettamisesta (Ympäristöministeriö 2004). Toimenpiteen ajankohta vaikuttaa merkittävästi myös pohjaeläimistöön. Kesällä tuulten vettä sekoittava vaikutus on heikkoa, minkä takia ajankohta on vuodenaajoista haitallisin.

Ruoppaus voi haitata linnustoa kasvillisuuden ja pohjaeläimistön häiriintymisen kautta. Osa vesilinnuista käyttää pohjaeläimiä ja vesikasveja ravintonaan. Lisäksi toimenpiteen ajoittuminen lintujen pesimäkaudelle aiheuttaa haittaa lintujen lisääntymiselle. Linnut voivat käyttää Mörtrasketiä myös levähdysalueenaan. Ruoppauksen aiheuttamat haitalliset vaikutukset jäävät Mörtrasketillä vähäisiksi, jos toimenpide toteutetaan loppusyksyllä tai talvityönä, jolloin pesintään ei vaikuteta.

Luvat

Ruoppaukselle tulee aina hakea vesilain mukainen lupa aluehallintovirastosta, kun ruoppausmassan määrä ylittää 500 m³. Lisäksi kaikista, myös alle 500 m³:n ruoppauksista, on ilmoitettava kirjallisesti elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselle (ELY-keskus) vähintään 30 vuorokautta ennen työhön ryhtymistä. Ilmoitusta ei tarvitse tehdä ns. vähäisistä toimista, kuten esimerkiksi kivien tai muiden esteiden raivaamisesta lihasvoimin. Lisäksi ruoppaamisesta on ilmoitettava vesialueen omistajalle. (Ympäristöministeriö 2012).

"Oma kunta on lähin valvontaviranomainen, joten luvan tai ilmoituksen tarve kannattaa aina tarkistaa kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselta tai rakennusvalvonnalta. Myös ELY-keskus neuvoo lupa-asioissa, ja aluehallintovirasto kertoo, mitä tietoja hakemuksessa tarvitaan. Vesilain mukaisten lupien lisäksi hankkeet saattavat edellyttää myös muita lupia." (Ympäristöministeriö 2012).

Kustannukset

Ruoppauksen kustannuksiin vaikuttavat ruoppausmenetelmä sekä ruopattavan sedimentin laatu ja määrä. Mörtrräsketin ala on 4,1 ha. Jos ruopataan järven alasta noin puolet ja syvennetään pohjaa 0,5 m, tulisi massamääräksi peräti $20\,000\text{ m}^2 * 0,5\text{ m} = 10\,000\text{ m}^3$. Jos ruopattava ala olisi neljännes järven pinta-alasta, saataisiin poistettavaksi massaksi $10\,000\text{ m}^2 * 0,5\text{ m} = 5\,000\text{ m}^3$ (taulukko 7).

Ruopattu massa tulee läjittää tarpeeksi kauas Mörtrräsketistä. Läjitysaltaan koko voidaan arvioida ruopattavan massan perusteella. Allas tulee mitoittaa vähintään yllämainitulle $10\,000\text{ m}^3$:lle. Esimerkiksi kaksi metriä korkean altaan pinta-ala on noin 0,5 ha. Tällaisen alueen löytäminen Mörtrräsketin läheisyydestä voi olla hankalaa.

Eri ruoppaustekniikoiden kustannukset vaihtelevat välillä 2–20 €/m³ (Martinmäki ym. 2010). Kustannukseksi tulisi tällöin noin 20 000–200 000 € (alan ollessa $10\,000\text{ m}^2$) ja 10 000–100 000 € (alan ollessa $10\,000\text{ m}^2$) (taulukko 7). On todennäköistä, että kustannukset pysyvät hintahaarukan alaosassa, mutta tarkempia laskelmia voidaan tehdä vasta erillisessä ruoppaussuunnitelmassa.

Taulukko 7. Poistettavien ruoppausmassojen vertailu ja arvioidut kustannukset.

Pinta-ala (ha)	Poistettava määrä (m ³), syvyys 0,5 m	Kustannukset, 2 €/m ³	Kustannukset, 20 €/m ³
20	10 000	20 000	200 000
10	5 000	10 000	100 000

Yhteenveto

Tekemällä ruoppaustoimenpiteet lintujen pesintäkauden sekä kalojen kutukauden ulkopuolella voidaan vähentää mahdollisia haittavaikutuksia merkittävästi. Samoin työstä virkistyskäytölle aiheutuvia haittoja voidaan ehkäistä, kun ruoppaus tehdään lomakausien ulkopuolella. Tekemällä ruoppaus- ja läjitystyö tehokkaasti ja mahdollisuuksien mukaan yhtäjaksoisesti, saadaan haitat mahdollisimman vähäisiksi.

Mörtrräsketin ruoppausmahdollisuuksia suositellaan selvittävän tarkemmin. Erillisessä ruoppaussuunnitelmassa lasketaan tarkemmin eri vaihtoehdoissa poistettavan massan määrät. Lisäksi selvitetään läjitysmahdollisuudet. Suunnitelmassa tulee esittää mihin poistettava massa olisi mahdollista läjittää. Suunnitelmassa annetaan myös neuvoja menetelmän vaikutuksen seurannasta. Suunnitelma mahdollistaa hankkeen konkreettisen toteutuksen ja mahdollisten lupien haun.

Muut kunnostusmenetelmät

Kalojen nousu- ja kutumahdollisuuksien parantaminen

Mörtrräsketiin laskee kolme uomaa ja sieltä lähtee yksi uoma mereen. Järveen laskevat uomat ovat pieniä ja niissä voi havaita virtaamaa ainoastaan korkean virtaaman aikaan. Järven laskuoja puolestaan on tällä hetkellä jätevesien kuormittama ja sen tila on huono. Uoman tila tulee paranemaan, kun sitä kuormittavan Ahtilan toipilaskodin jätevedet ohjataan alueelle tulevaan kunnan viemäriin. Uomien kasvillisuus myös pidättää ravinteita ja kiintoainesta. Uomat voivat toimia kalojen kutupaikkoina.

Uomien monimuotoisuutta voidaan lisätä ja virtausolosuhteita monipuolistaa, kun uomaan lisätään murtaisuutta ja syvyysuhteiden 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. Niittojätteen on kerättävä aina tarkasti pois vesistä. Uomiin voidaan myös lisätä soraa, kiviä ja puuainesta, jotta siitä tulisi parempi ja monipuolisempi elinympäristö niin kaloille kuin muillekin eliöille (Aulaskari ym. 2003).

Mörtrräsketin lasku-uoman tilasta ei ole tietoa. Olisi hyvä selvittää, onko uomassa mahdollisia kalojen nousuesteitä. Lasku-uoma osalta olisi tehtävä inventointi, jossa selviää uoman nykyinen tila ja tarvittavat kalataloudelliset kunnostustoimpiteet.

Ulkoisen kuormituksen vähentäminen

Mörttäsketiin tulee Vollenweiderin mallin mukaan ulkoista ravinnekuormitusta yli sallitun määrän. Ulkoisen kuormituksen merkitys järven tilaan katsotaan kuitenkin vähäiseksi. Siksi tehtävien ulkoisen kuormituksen vähentämistoimpiteiden merkitys järven tilaan jäänee vähäiseksi. Järvi on tehtyjen veden laadun ja muiden biologisten tekijöiden perusteella sisäkuormitteinen ja toimenpiteiden pitäisikin vähentää sisäistä kuormitusta. Kalaston rakenteesta ei ole tietoa. Mörtrräsketissä on esiintynyt alhaisia happipitoisuuksia ja leväkukintoja, jotka kertovat sisäisestä kuormituksesta.

Haja-asutuksen aiheuttama kuormitus

Haja- ja loma-asutuksen osuus Mörtrräsketin ulkoisesta fosforikuormituksesta on 80 %. Tämä vastaa 10 kg fosforia vuodessa. Tähän kuormituslähteeseen tulee muutoksia asutuksen liittyessä rakennettavaan viemäriverkostoon. Jätevesien fosfori on suurelta osin suoraan leville käyttökelpoisessa muodossa, minkä vuoksi jätevesikuormitus rehevöittää järveä hyvin helposti. Todennäköisesti tilanne paranee jo ensi vuoden aikana.

Lainsäädäntö muuttui jätevesien käsittelyn osalta vuonna 2011. Tällöin annettiin valtioneuvoston asetus 209/2011 talousvesien käsittelystä vesihuoltolaitosten viemäriverkoston 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 määritetyn 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 viemäröinnin piiriin, tulee esittää kunnan vesihuollon kehittämissuunnitelmassa. Monissa kunnissa viemäriverkostoa laajennetaan jatkuvasti. Sipoon kunnan viimeisin vesihuollon kehittämissuunnitelma on vuodelta 2009 (Pöyry 2009). Kehittämissuunnitelman mukaan Sipoon kunnan voimavarat keskitetään pääosin uusien asemakaava-alueiden kunnallistekniikan rakentamiseen, mutta kunta on laajentanut verkostoaan myös haja-asutusalueilla. Mörtrasketin valuma-alueelle ollaan rakentamassa viemäriverkostoa. Verkostoon on liittymässä kiinteistöt järven pohjoispuolella, mukaan lukien Ahtilan toipilaskoti.

Kun Mörtrasketin valuma-alueella sijaitsevat kiinteistöt voivat liittyä viemäriverkostoon, tulee valuma-alueen haja-asutuksen kuormitus vähentymään merkittävästi. Verkostoon liittyminen on vapaaehtoista, mutta Sipoon kunnalta saatujen tietojen mukaan pohjoispuolen kiinteistöt ovat liittymässä verkostoon.

Hulevesien aiheuttama kuormitus

Tiivis kaupunkirakentaminen muuttaa merkittävästi veden luontaista kiertoa. Pintavalunnan osuus kasvaa päälylystettyjen pintojen lisääntyessä. Sade- ja sulamisvedet eivät pääse imeytymään maa-perään, 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 viivytyksaltaat 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.

Mörtrasketin valuma-alueelle ei ole tulossa kaavoitushankkeita (Sipoon kaavoitusohjelma 2012–2015). Tilanteen muuttuessa uusissa kaavoitushankkeissa tulisi huomioida hulevesien hallinta. Samoin valuma-alueen tiestön hulevedet tulee huomioida suunnittelussa. Mörtrasketin valuma-alue rajautuu suuriin teihin, joilta saattaa tulla kuormitusta järveen. 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 hulevesien hallintasuunnitelmat. Suunnitelmassa selvitetään hulevesien määrä ja valumareitit ja esitetään näiden hallintamenetelmät. Erityisen tärkeää on selvittää, tuleeko tiealueilta kuormitusta järveen.

Tutkimustarpeet

Kalaston rakenne

Mörtträsketin kalastosta ei ole tietoja. Järvelle suositellaan tehtäväksi koekalastus joko Nordic-koeverkkosarjalla tai nuottaamalla.

Koekalastuksessa suositellaan käytettävän Nordic-yleiskatsausverkkoja tai kurenuottausta. Nordic-verkkojen avulla on mahdollista havaita pienten, 5–10 cm mittaisten särkikalajien osuus kalayhteisössä. Verkkokoekalastuksen 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 poistopyyntin yksikkö- tai päiväsaaliista on hyvä pitää kirjaa ja tehdä tarkat saalisotannot (Kurkilahti & Rask 1999).

Pohjaeläinyhteisön koostumus

Mörtträsketin pohjaeläimistön rakennetta ei tiedetä. Jotta järvessä voisi käyttää kemiallisia menetelmiä tai ruoppausta, olisi hyvä tietää pohjan eliöstön lajistoa. Tällöin on helpompi arvioida kyseisen toimenpiteen vaikutuksia myös pohjaeläimistön kannalta.

Sedimentin koostumus

Sekä ruoppauksessa että kemiallisissa menetelmissä on olennaista tietää pohjan sedimentin koostumus. Koostumus vaikuttaa valittaviin tekniikoihin ja käytettäviin kemikaaleihin. Lisäksi sedimentin koostumuksen perusteella voidaan arvioida tarkemmin sisäisen kuormituksen merkitystä Mörtträsketillä.

Yhteenveto tutkimustarpeista

Mörtträsketin kalaston tilaa suositellaan selvittävän. Järvelle suositellaan tehtäväksi koekalastus ensi kesänä. Kalaston rakenteen selvittyä voidaan myös miettiä hapetuksen tarpeellisuutta kalaston kannalta. Myös Mörtträsketin pohjaeläinten lajistoa ja sedimentin koostumusta suositellaan selvittävän, jotta ruoppauksen ja fosforin kemiallisen saostamisen soveltamista voidaan suunnitella tarkemmin.

Seuranta

Mörträsketin tilan seuraamiseksi ja kunnostuksen vaikutusten selvittämiseksi olisi tärkeää, että Mörträsketistä otettaisiin vesinäytteitä jatkossakin kesällä ja talvella. Tähän saakka näytteenotto on liittynyt Ahtilan toipilaskodin jätevedenpuhdistamon tarkkailuun, joka päättyy kun toipilaskoti liitetään viemäriverkostoon.

Paras ajankohta kesänäytteen ottamiselle on heinä-elokuu. Talviaikana vesinäyte on hyvä ottaa maaliskuussa, 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.

Jos järvellä on aktiivisia paikallisia henkilöitä, voisi happipitoisuuden seuranta varten ostaa happimittarin. 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.

Vesikasvillisuutta kannattaa seurata, etenkin sen aiheuttaessa järvessä umpeenkasvua. Paikalliset toimijat voisivat hyvin vastata kasvillisuuden seurannasta. Tärkeää olisi merkitä vuosittain karttaan kasvillisuusrajat ja kasvilajit ja tarvittaessa tehdä tarkempia kasvillisuuskartoituksia 2–3 vuoden välein. Kasvustot kannattaa myös valokuvata, jolloin niiden tunnistamisen voi varmentaa asiantuntijalla.

Mörträsketin kalaston rakennetta suositellaan selvitetävän koekalastuksella tai koenuottauksella.

Yhteenveto ja suositukset

Mörtträsketin sisäinen kuormitus on ulkoista kuormitusta merkittävämpää. Pääpaino valituissa toimenpiteissä on tästä syystä järvessä tehtävillä menetelmillä.

Mörtträsketissä on esiintynyt happikatoja talvisin. Hapetus vähentäisi Mörtträsketin sisäistä kuormitusta ja parantaisi sitä kautta veden laatua. Tämä mahdollistaisi kalastolle paremmat elinolosuhteet. Samoin leväkukintojen pitäisi vähentyä, kun liukoista fosforia ei vapautuisi järven sedimentistä happitilanteen parannuttua. Hapetuksella voidaan hidastaa tätä kautta järven rehevöitymistä. Mörtträsketin happipitoisuuksia tulisi seurata tarkemmin ja laatia näiden pohjalta hapetussuunnitelma, mistä ilmenee juuri kyseiseen järveen tehoon ja muilta ominaisuuksiltaan sopiva laitteisto, järven hapetustarve ja laitteen sijainti.

Mörtträsketin sisäistä kuormitusta voisi vähentää kemiallisella fosforin saostamisella. Tämä edellyttää samanaikaista vesikasvien poistoa, koska veden kirkastuminen johtaa helposti vesikasvien lisääntymiseen järvessä. Fosforin saostaminen edellyttää erillisen suunnitelman laadintaa ja luvan hakemista aluehallintovirastosta.

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

Ruoppaus ei sovellu Mörtträsketille laajassa mittakaavassa. Menetelmällä voidaan kuitenkin poistaa vesikasveja ja lisätä vesisyvyyyttä. Mörtträsketille suositellaan tehtäväksi erillinen tarkempi ruoppaussuunnitelma.

Mörtträsketiin tulee jonkin verran liikaa ulkoista kuormitusta. Sen määrä tulee vähentymään osan kiinteistöistä liittyessä viemäriverkostoon. Valuma-alueen tuleville kaavoituskohteille ja myös vanhalle kaava-alueelle tulee laatia hulevesien hallintasuunnitelmat. Suunnitelmassa selvitetään hulevesien määrä ja valumareitit ja esitetään näiden hallintamenetelmät. Erityisen tärkeää on selvittää, tuleeko tiealueilta kuormitusta järveen.

Veden laatua pitää seurata, jotta kunnostusten vaikutukset tai järven tilan muutokset huonompaan suuntaan nähdään ajoissa. Näin menetellen voidaan ohjata toimenpiteitä oikeaan suuntaan.

Mörtträsketin kalaston rakenne tulisi selvittää koekalastuksella. Jos kalasto osoittautuu koekalastuksen perusteella rakenteeltaan särkikalavaltaiseksi, voidaan siihen kohdistaa hoitotoimenpiteenä tehokalastusta. Tämä tulee tehdä kuitenkin vasta, kun järven muu tila mahdollistaa kalojen hyvät elinolosuhteet. Käytännössä Mörtträsketin happitilanteen on oltava hyvä joko hapetuksen ja/tai ruoppauksen seurauksena. Lisäksi olisi tärkeää varmistaa, että kalat pääsevät nousemaan merestä kudulle Mörtträsketiin. Lasku-uoman tämänhetkisestä tilasta ei ole tietoa. Siksi lasku-uoman kunnostustarvetta olisi hyvä selvittää tarkemmin.

Mörtträsketin kunnostuksessa suositellaan käytettävien useita kunnostusmenetelmiä. Yleisesti on todettu, että usein joudutaan käyttämään useampaa kuin yhtä menetelmää yhtäaikaaisesti.

Mörtträsketin kunnostamisessa suositellaan fosforin kemiallista saostamista yhtä aikaa vesikasvien maltillisen poistamisen kanssa. Poistot voidaan tehdä joko niittämällä tai ruoppaamalla. Molemmat edellyttävät tarkempia suunnitelmia. Samaan aikaan kannattaa lisätä happipitoisuuden seurantaa, jotta hapetussuunnitelman tekeminen olisi mahdollista. Lisäksi saostuksen vaikutuksia tulee arvioida vedenlaatu-äytteen avulla. Tässä vaiheessa voidaan miettiä hapetuksen tarpeellisuutta uudelleen hapetussuunnitelman yhteydessä.

Mörtträsketille suositellaan toimenpiteiksi seuraavassa järjestyksessä

- Fosforin kemiallinen saostaminen yhtä aikaa vesikasvien poiston kanssa
- maltillinen, virkistyskäyttöä parantava vesikasvien poisto
- pienimuotoiset ruoppaukset umpeenkasvun hidastamiseksi
- hapetussuunnitelman teettäminen ja hapetus

Mörtrräsketille suositellaan tehtävän seuraavanlaisia tutkimuksia

- happipitoisuuden seuranta happimittarilla
- veden laadun seuranta
- kasvillisuuden seuranta
- kalaston rakenteen selvittäminen koekalastuksella lasku-uoman inventointi
- sedimentin koostumuksen selvittäminen
- pohjaeläinyhteisön rakenteen selvittäminen

Näitä toimenpiteitä ei suositella tällä hetkellä tehtävän Mörtrräsketillä

- laajamittainen vesikasvillisuuden poisto
- massiiviset ruoppaukset

Lähteet

- 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.
- 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.
- Hagman A-M. 2005. Sida crystallinan kesänäikainen sukessio - kulluslehtikasvuston ja veden laadun merkitys vesikirppupuulaatiolle. Pro gradu -työ. Helsingin yliopisto. 50 s.
- 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.
- Huttunen M. 2012. Sähköpostitiedonanto (20.9.2012) koskien VEMALA-mallin ominaisuuksia.
- Hyttiäinen U-M. 2000. Tarkkaile kotijärveäsi. Havaitse ajoissa haitallinen rehevöityminen. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 9 s. [Julkaisematon moniste].
- 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. > Järvien kunnostus ja hoito > Järvien kunnostukseen liittyviä videoita ja esityksiä. Päivitetty 13.5.2009, viitattu 16.9.2010.
- 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.
- Nykanen 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 > Järvien kunnostus ja hoito > SYKE:n Innovaatioseminaari 4.3.2009 . Viitattu 29.6.2010, päivitetty 20.7.2009.
- Oiva 2012a. Ympäristöhallinnon tietojärjestelmä Oiva. Mörttrasketin vedenlaatutiedot.
- Oiva 2012b .Ympäristöhallinnon tietojärjestelmä Oiva. Vesimuodostumakohtainen asiantuntija-arvio koskien Mörttrasketiä
- 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.
- Sarvilinna A. ja Sammalkorpi I. 2010. Rehevöityneen järven kunnostus ja hoito. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Ympäristöopas 2010. ISBN 978-952-11-3722-8. 64 s.
- Savola P. 2012. Sähköposti 17.9.2012 koskien Mörttrasketin kalastotietoja.
- Tornivaara-Ruikka R. 2006. Hulevesien käsittely maankäytön suunnittelussa. Uudenmaan ympäristö-keskus, Helsinki. Painotalo Casper Oy, Kurikka. Uudenmaan ympäristökeskuksen raportteja 3/2006. ISBN 952-11-2364-8.
- Ulvi, T ja Lakso E. (toim.) 2005. Järvien kunnostus. Ympäristöopas nro 114. Suomen ympäristökeskus. ISBN 951-37-4337-3, ISBN 952-11-1847-4 (PDF), ISSN 1238-8602
- UUD-ELY/Penttilä 2012. Sähköpostitse saatu tieto Mörttrasketin kasviplanktontuloksista.
- Viinikkala 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.
- 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 kemikalointikäsittely. Tutkimus rehevän ja sisäkuormitteisen järven kunnostusmenetelmän mitoituuksesta 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.
- Wetzel R. G. 2001. Limnology. Lake and river ecosystems. Academic Press. 1006 s. ISBN 0-12-744760-1.

- Ympäristöhallinto. 2012a. Internet-sivut koskien kalakuolemia. 25.10.2012 (päivitetty) www.ymparisto.fi > www.ymparisto.fi > Ympäristön tila > Rehevöityminen > Happikato > Kalakuolemat. [viitattu 5.11.2012]
- Ympäristöhallinto. 2012b. Internet-sivut koskien happikatoa. www.ymparisto.fi > Ympäristön tila > Rehevöityminen > Happikato. Päivitetty 16.10.2012, viitattu 5.11.2012.
- Yrjölä R. 2004-2006. Ahtilan jätevedenpuhdistamon ja purkuvesistön velvoitetarkkailun yhteenvetoraporttien kasviplanktonituloset. Uudenmaan ELY-keskus.
- Yrjölä R. 2011. Ahtilan jäteveden puhdistamon ja purkuvesistön tarkkailun yhteenveto vuonna 2010. [julkaisematon raportti]. 11s.
- Yrjölä R. 2012. Ahtilan jäteveden puhdistamon ja purkuvesistön tarkkailun yhteenveto vuonna 2011. [julkaisematon raportti]. 11s.

Julkaisusarjan nimi ja numero Raportteja 1/2013				
Vastuualue Ympäristö ja luonnonvarat				
Tekijät Ramboll Finland Oy / Anne-Marie Hagman Anna Hakala		Julkaisuaika Tammikuu 2013		
		Kustantaja Julkaisija Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus		
		Hankkeen rahoittaja toimeksiantaja Sipoon kunta ja Uudenmaan ELY-keskus		
Julkaisun nimi Sipoon Mörtrräsketin kunnostussuunnitelma Sipoon kuntakohtainen järvikunnostusohjelma				
Tiivistelmä Mörtrräsketin perustilaselvitys, laskennallinen kuormituselvitys ja näihin pohjautuva kunnostussuunnitelma tehtiin osana Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen ja Sipoon kunnan järvien kuntakohtaista kunnostusohjelmaa. Mörtrräsket on matala, rehevä ja umpeenkasvava järvi, jossa ei ole toteutettu kunnostustoimenpiteitä. Järveä käytetään virkistyskäyttötarkoitukseen. Mörtrräsketin tilaa on seurattu Ahtilan toipilaskodin jätevedenpuhdistamon vesistötarkkailuna säännöllisesti vuodesta 1969. Mörtrräsket on ruskeavetinen ja runsashumuksinen sekä luokiteltavissa ravinteisuuden perusteella ylireheväksi, lisäksi se kärsii talviaikaisista happiongelmista sekä sisäisestä kuormituksesta. Mörtrräsketin kasvillisuus on runsasta ja järven voi kasvillisuuden perusteella tulkita kärsivän rehevöitymisestä ja umpeenkasvusta. Selvää umpeenkasvua on jo havaittavissa erityisesti lahdelmissa, mutta myös avovesialueella. Merkittävimmät kasvilajit ovat ulpukka, järvikorte, leveäosmankäämi, kaitapalpakko ja sarat. Myös uposlehtistä pikkuvitaa esiintyy laajoilla alueilla. Ulkoinen kuormitus ei ole erityisen suurta, eikä merkittäviä pistekuormittajia ole. Kuitenkin Mörtrräsketissä esiintyy runsasta vesikasvillisuutta, happiongelmiä ja leväkukintoja ja vedenlaatu viittaa selkeästi rehevyysongelmiin. Tämän perusteella voidaan olettaa, että rehevyyttä ylläpitää sisäinen kuormitus. Mörtrräsketin kunnostuksessa tulisi tavoitella parempaa happitilannetta ja vedenlaatua. Erityisen tärkeää on saada vähennettyä järven sisäistä kuormitusta. Sisäistä kuormitusta voidaan vähentää tehokalastuksella, hapetuksella ja kemiallisilla menetelmillä. Mörtrräsketin kunnostamisessa suositellaan fosforin kemiallista saostamista yhtä aikaa vesikasvien maltillisen poistamisen kanssa. Poistot voidaan tehdä joko niittämällä tai ruoppaamalla. Molemmat edellyttävät tarkempia suunnitelmia. Samaan aikaan kannattaa lisätä happipitoisuuden seurantaa, jotta hapetus suunnitelman tekeminen olisi mahdollista. Lisäksi saostuksen vaikutuksia tulee arvioida vedenlaatuäytteiden avulla. Tässä vaiheessa voidaan miettiä hapetuksen tarpeellisuutta uudelleen hapetus suunnitelman yhteydessä.				
Asiasanat (YSA:n mukaan) Mörtrräsket, Sipoo, kunnostussuunnitelma, rehevöityminen, sisäinen kuormitus				
ISBN (painettu) 978-952-257-	ISBN (PDF) 978-952-257-365-0	ISSN-L 2242-2846	ISSN (painettu) 22 -	ISSN (verkkojulkaisu) 2242-2854
www www.ely-keskus.fi/julkaisut www.doria.fi		URN URN:ISBN:978-952-257-365-0	Kieli Suomi	Sivumäärä 34
Julkaisun myynti/jakaja Julkaisu on saatavana vain verkossa: www.ely-keskus.fi/julkaisut sekä www.doria.fi				
Kustannuspaikka ja aika Helsinki 2013			Painotalo	

PRESENTATIONSBLAD

Publikationens serie och nummer Rapporter 1/2013				
Ansvarsområde Miljö och naturresurser				
Författare Ramboll Finland Oy / Anne-Marie Hagman Anna Hakala		Publiceringsdatum Januari 2013		
		Utgivare Förläggare Närings-, trafik- och miljöcentralen i Nyland		
		Projektets finansör uppdragsgivare Sibbo kommun och Närings-, trafik- och miljöcentralen i Nyland		
Publikationens titel Sipoon Mörtråsketin kunnostussuunnitelma Sipoon kuntakohtainen järvikunnostusohjelma (Saneringsplanen för Mörtråsket i Sibbo)				
Sammandrag Saneringsplanen för Mörtråsket, som baserar sig på en grundtillståndsutredning och en beräknad näringsbelastningsutredning, gjordes som en del an Nylands närings-, trafik- och miljöcentralen och Sibbo kommuns program för iståndsättandet av sjöar i Sibbo. Mörtråsket är ett grunt, näringsrikt och igenväxande träsk där inga saneringsaktiviteter har genomförts. Tråsket används till rekreation. Mörtråskets tillstånd har uppföljts regelbundet sedan 1969 i en vattendragsuppföljning som gjorts vid Ahtila Toipilaskotis (konvalescenthem) avloppsreningsverk. Vattnet i Mörtråsket är brunt och humusrikt samt klassificeras på basen av näringshalterna till övergött. Hårtill lider Mörtråsket vintertid av syreproblem samt av intern näringsbelastning. Vegetationen är rik i Mörtråsket och lider på basen av vegetationen av övergödning och igenväxning. Tydlig igenväxning kan redan ses i speciellt vikar men också på öppna vattenområden. De mest betydelsefulla växtarterna är gul näckros, sjöfräken, bredkaveldun, plattbladig igelknopp och starrgräs. Även långskottsväxten gropnate påträffas på stora områden. Den externa näringsbelastningen är inte särskilt stor och det finns inte heller några betydande punktbelastningskällor. I Mörtråsket finns dock en rik vegetation, syreproblem samt algbloomingar och vattenkvaliteten tyder klart på övergödningens problem. Utifrån detta kan man anta att övergödningen upprätthålls av den interna näringsbelastningen. I Mörtråskets sanering bör målet vara att förbättra syreförhållandet och vattenkvaliteten. Speciellt viktigt är det att minska på träskets interna näringsbelastning. Den interna näringsbelastningen kan minskas med intensivfiske, syresättning och kemiska metoder. I Mörtråskets sanering rekommenderas en kemisk utfällning av fosfor samtidigt som man måttligt avlägsnar vegetation. Avlägsnandet kan göras antingen genom avskärning av växterna eller genom muddring. Båda metoderna kräver noggrannare planering. Samtidigt bör man intensifiera uppföljningen av syrehalten i syfte att möjliggöra en plan för syresättningen. Hårtill bör man bedöma den kemiska utfällningens konsekvenser med hjälp av vattenkvalitetsprover. I samband med syresättningsplanen kan man på nytt överväga behovet av en syresättning.				
Nyckelord (enligt Allärs) Mörtråsket, Sibbo, saneringsplanen, övergödning, intern näringsbelastning				
ISBN (tryckt) 978-952-257-	ISBN (PDF) 978-952-257-365-0	ISSN-L 2242-2846	ISSN (tryckt) 22 -	ISSN (webbpublikation) 2242-2854
WWW www.ely-centralen.fi/publikationer www.doria.fi		URN URN:ISBN:978-952-257-365-0		Språk Finska
Beställningar www.ely-centralen.fi/publikationer www.doria.fi		Sidantal 34		
Förläggningsort och datum Helsingfors 2013			Tryckeri	

DOCUMENTATION PAGE

Publication serie and number Reports 1/2013				
Publication serie and number Environment and Natural Resources				
Author(s) Ramboll Finland Oy / Anne-Marie Hagman Anna Hakala		Date January 2013		
		Publisher Centre for Economic Development, Transport and the Environment for Uusimaa		
		Financier/commissioner Yleensä oma virasto, hanke tai yhteistaho		
Title of publication Sipoon Mörträsketin kunnostussuunnitelma Sipoon kuntakohtainen järvikunnostusohjelma (Restoration plan for Lake Mörträsket i Sipoo, Southern Finland)				
Abstract Lake Mörträsket is situated in community of Sipoo in Southern Finland. Lake Mörträsket's restoration plan was made as part of municipality-specific lake restoration program of the Uusimaa Centre for Economic Development, Transport and the Environment and the Municipality of Sipoo. Lake Mörträsket is shallow and eutrophicated and no remedial measures have been conducted. Lake is used mainly for recreational purposes. Lake Mörträsket water quality has been monitored since 1969 as part of the Ahtila remedy centre wastewater treatments monitoring. Lake water is brown and humic and can be classified as highly eutrophic. It also suffers from the wintertime oxygen depletion problems and high internal nutrient load. Aquatic vegetation in Lake Mörträsket is dense and lake seems to be slowly filling up with plants, especially in the bays but also in the open water area. Most important plants are yellow water lily, horsetails, cattail, sedge and bur-reed. Also subsurface species small pondweed is common. External nutrient load is not remarkable nor load from point sources. However dense vegetation, oxygen depletion problems, algal blooms and water quality indicate problems with eutrophication. On this basis, it can be assumed that internal load is the cause for eutrophication. Mörträsket restoration should aim to better water quality and improved oxygen conditions. Internal load reduction is the most important process. Internal load can be diminished by intensive fishery, mowing and chemical treatment. It is suggested in Mörträsket's restoration that chemical precipitation of phosphorus is combined with planned mowing. Both methods need further planning prior to activities. Oxygen conditions should be monitored more intensively before lake water oxidation plan can be made. Effects of chemical precipitation on water quality needs to be monitored after treatment.				
Keywords Mörträsket, Sipoo, restoration plan, eutrophication, internal nutrient load				
ISBN (print) 978-952-257-	ISBN (PDF) 978-952-257-365-0	ISSN-L 2242-2846	ISSN (print) 22 -	ISSN (online) 2242-2854
www www.ely-keskus.fi/julkaisut www.doria.fi		URN URN:ISBN:978-952-257-365-0	Language Finnish	Number of pages 34
For sale at/distributor www.ely-keskus.fi/julkaisut www.doria.fi				
Place of publication and date Helsinki 2013			Printing place	

Uudenmaan Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus ja Sipoon kunta jatkoivat vuonna 2012 Uudenmaan ympäristökeskuksen vuonna 2006 aloittamaa järvien kuntakohtaista kunnostusohjelmaa. Sipoon kunta tuli mukaan ohjelmaan loppuvuonna 2010. Ohjelmassa on tehty sekä Savijärvelle että Byträsketille perustilan selvitys, laskennallinen kuormitus selvitys ja niihin pohjautuva kunnostussuunnitelma. Ohjelmaa jatkettiin vuonna 2012 tekemällä Mörträsketille perustilan selvitys, laskennallinen kuormitus selvitys ja näihin pohjautuva kunnostussuunnitelma.

RAPORTEJA 1 | 2013

**SIPOON MÖRTTRÄSKETIN KUNNOSTUSSUUNNITELMA
SIPOON KUNTA KOHTAINEN JÄRVIKUNNOSTUSOHJELMA**

Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

ISBN 978-952-257-365-0 (PDF)

ISSN-L 2242-2846

ISSN 2242-2854 (verkkojulkaisu)

URN:ISBN:978-952-257-365-0

www.ely-keskus.fi/julkaisut | www.doria.fi/ely-keskus