

# Uusia menetelmiä järven kunnostushankkeen suunnitteluun

**Kati Martinmäki, Mika Marttunen, Teemu Ulvi,  
Mika Visuri, Mikko Dufva, Ilkka Sammalkorpi,  
Heini Ahtiainen, Eini Lemmelä, Heini Auvinen,  
Marjut Partanen-Hertell, Arto Lehto, Tero Väisänen,  
Jyri Mustajoki ja Raimo Ihme**



# Uusia menetelmiä järven kunnostushankkeen suunnitteluun

**Kati Martinmäki, Mika Marttunen, Teemu Ulvi,  
Mika Visuri, Mikko Dufva, Ilkka Sammalkorpi,  
Heini Ahtiainen, Eini Lemmelä, Heini Auvinen,  
Marjut Partanen-Hertell, Arto Lehto, Tero Väisänen,  
Jyri Mustajoki ja Raimo Ihme**



Suomen ympäristö 19 | 2010  
Suomen ympäristökeskus  
Vesikeskus

Taitto: Pirjo Lehtovaara ja Liisa Lamminpää  
Kansikuva: Milla Popova

Julkaisu on saatavana myös internetistä:  
[www.ymparisto.fi/julkaisut](http://www.ymparisto.fi/julkaisut)

Edita Prima Oy, Helsinki 2010

ISBN 978-952-11-3782-2 (nid.)  
ISBN 978-952-11-3783-9 (PDF)  
ISSN 1238-7312 (pain.)  
ISSN 1796-1637 (verkköj.)



## ALKUSANAT

Ympäristöhallinnossa on pitkään kehitetty monenlaisia menetelmiä ja työkaluja vesienhoidon ja -suojelun ja vesistöjen kunnostuksen suunnitteluprosessien tueksi, mm. erilaisia osallistavan suunnittelun menetelmiä, tietojärjestelmiä sekä luonnon prosesseja ja toimenpiteiden vaikutuksia kuvaavia malleja ja arviointityökaluja. Tämä kehitystyö on kuitenkin ollut hyvin hajanaista. Sitä on tehty lukuisissa eri projekteissa hallinnon eri organisaatioissa ja yksiköissä organisaatioiden sisällä. Projekteissa ei ole yleensä ollut resursseja miettiä laajemmin syntyneiden lopputuotteiden hyödyntämistä erilaisten suunnitteluprosessien osana tai yhteiskäyttöä muiden, vastaavalla tavalla kehitettyjen menetelmien tai työkalujen kanssa.

Vesienhoidon kustannustehokkaat menetelmät ja monitavoitteiset toimintatavat (VeKuMe) -hankkeessa perusajatuksena on ollut, että kehittämällä järvien vesiensuojelu- ja kunnostushankkeiden suunnitteluprosesseja ja -menetelmiä ja tehostamalla erilaisten suunnittelun apuvälineiden ja työkalujen käyttöä voitaisiin parantaa hankesuunnitelmien laatua ja myös säästää resursseja sekä hankkeiden suunnittelu- että toteutusvaiheessa. Työn päätavoitteena on ollut

- helpottaa ja tarkentaa järven tilan, kuormituksen ja kunnostustarpeen arviointia,
- edistää avoimia ja vuorovaikutteisia suunnitteluprosesseja, joissa otetaan huomioon eri käyttäjäryhmien ja käyttömuotojen tavoitteet,
- parantaa edellytyksiä arvioida vesiensuojelu- ja kunnostustoimenpiteiden sosio-ekonomisia vaikutuksia sekä
- edistää erilaisten suunnittelutyökalujen käyttöä järvien vesiensuojelu- ja kunnostushankkeiden suunnitteluprosesseissa.

VeKuMe-hankkeessa on pohdittu, mitä vaiheita hyvässä, järven vesiensuojelu- ja kunnostushankkeen suunnitteluprosessissa pitäisi olla ja mitä tehtäviä eri vaiheisiin sisältyy. Samalla on mietitty, minkälaisille suunnittelun apuvälineille olisi tarvetta eri suunnittelutehtävissä, mitä käyttökelpoisia apuvälineitä on jo olemassa ja miten niitä voitaisiin suunnitteluprosessissa tehokkaasti hyödyntää. Hankkeessa onkin testattu useita muissa projekteissa kehitettyjä työkaluja sekä kehitetty muutamia uusia, joiden avulla on pyritty vastaamaan joihinkin hankkeen aikana tunnistettuihin tarpeisiin. Näiden suunnittelumenetelmien ja työkalujen käyttöä on testattu Hiidenvedellä ja Karvianjoen vesistöalueella. VeKuMe-hankkeessa on alkuperäisen ajatuksensa mukaisesti koottu hajallaan ollutta tietoa ja suunnitteluun soveltuvia apuvälineitä yhteen, mikä on vaatinut tiivistä yhteistyötä useiden eri hankkeiden kanssa.

Lisäksi VeKuMessa tai tiiviissä yhteistyössä sen kanssa on tehty muutamista tärkeistä vesiensuojeluun ja järvikunnostukseen liittyvistä aihepiireistä erillisiä tutkimuksia, joiden tulokset on jo erikseen aiemmin julkaistu. Hankkeessa tehtiin selvitys järven tilan paranemisesta koituvien hyötyjen arvottamisen tarpeesta ja menetelmistä (Ahtiainen 2008a) ja kunnostuksen hyötyjä arvioitiin maksuhalukkuuskyselyn avulla Hiidenvedellä (Ahtiainen 2008b). Maatalouden vesienhoitotoimenpiteiden kustannustehokkuuden arviointia varten laadittiin Excel-pohjainen työkalu, jota testattiin Vihtijoen valuma-alueella (Kunnari 2008). Väliaikaisen kuivatuksen pitkäaikaisvaikutuksia ja toimivuutta järven kunnostusmenetelmänä selvitettiin Pohjois-Pohjanmaalla (Lehto 2009). Kuusamossa taas tutkittiin sedimentin kemikaloinnin toimivuutta sisäkuormitteisen, rehevän järven kunnostuksessa (Väisänen 2009). Kaikista näistä tutkimuksista on saatu arvokasta lisätietoa käytännön vesienhoitotyön tueksi.

Tämä julkaisu on tarkoitettu pääasiassa suunnitteluprosesseja vetävien asiantuntijatahojen käyttöön. Kohderyhminä ovat lähinnä ELY-keskusten ja kuntien asiantuntijat ja kunnostussuunnitelmia laativat konsultit sekä kunnostushankkeita rahoittavat ja toteuttavat organisaatiot. Julkaisua voidaan hyödyntää myös eri alojen oppilaitoksissa.

Hankkeen päärahoittaja oli Maa- ja metsätalousministeriön (MMM) vesienhoidon tutkimusohjelma (VEHO-ohjelma). Lisäksi hanketta rahoittivat Suomen ympäristökeskus SYKE sekä Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus. Hankkeen tuloksista ovat vastanneet Kati Martinmäki, Mika Marttunen, Teemu Ulvi, Mika Visuri, Mikko Dufva, Ilkka Sammalkorpi, Heini Ahtiainen, Eini Lemmelä (ent. Kunnari), Heini Auvinen, Raimo Ihme ja Marjut Partanen-Hertell SYKEstä, Arto Lehto ja Tero Väisänen Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuksesta sekä Jyri Mustajoki 100Gen Oy:stä. Hankkeen vastuullisena johtajana toimi Raimo Ihme.

Hanke on toteutettu vuosina 2007–2010. Hankkeen aikana tehtiin tiivistä yhteistyötä useiden muiden maa- ja metsätalousministeriön (MMM) ja ympäristöministeriön (YM) rahoittamien vesienhoidon tutkimusohjelman hankkeiden kanssa (mm. HaMe, KuVe, SeMaTo ja MaaMet). VeKuMe-hankkeen tuotoksia testattiin ja pilotoitiin yhteistyössä Karvianjoen tulevaisuustarkastelut -hankkeen ja Hiidenveden kunnostushankkeen kanssa.

Tekijät haluavat esittää lämpimät kiitoksensa kaikille yhteistyöhön osallistuneille asiantuntijoille, yhteistyöhankkeille, hankkeen rahoittajille, VEHO-ohjelman ohjausryhmälle sekä hankkeen toteutusta muuten tukeneille tahoille.

## SISÄLLYS

<b>Alkusanat</b> .....	3
<b>1 Järvien kunnostukset ja niiden suunnittelu</b> .....	7
1.1 Lähtökohdat.....	7
1.2 Suunnittelun tasot .....	8
1.3 Kehittämistarpeita.....	8
<b>2 Yleissuunnittelun vaiheet</b> .....	11
<b>3 Suunnitteluprosessin käynnistäminen</b> .....	13
3.1 Sidosryhmien tunnistaminen .....	13
3.2 Sidosryhmäyhteistyön ja viestinnän suunnittelu.....	15
<b>4 Nykytilan arviointi</b> .....	17
4.1 Tilatekijäkohtainen arviointi .....	19
4.2 Käyttäjien arvio nykytilasta.....	19
<b>5 Järven tilaan vaikuttavien tekijöiden arviointi</b> .....	21
5.1 Ravinnekuormituksen suuruuden arviointi.....	21
5.1.1 Ulkoisen kuormituksen arviointi.....	21
5.1.2 Sisäisen kuormituksen arviointi .....	25
5.2 Tavoitekuormituksen arviointi.....	25
5.3 Ravintoketjun tila.....	25
5.4 Hydrologis-morfologinen tilan arviointi.....	27
5.5 Tilaan vaikuttavien tekijöiden suhteuttaminen .....	28
<b>6 Kunnostustarpeen arviointi ja tavoitteiden asettaminen</b> .....	29
6.1 Kunnostustarpeen arviointi .....	29
6.2 Tavoitteiden asettaminen.....	30
<b>7 Toimenpiteiden tunnistaminen ja arviointi</b> .....	33
7.1 Toimenpiteiden tunnistaminen .....	33
7.2 Toimenpiteiden arviointi.....	36
7.3 Toimenpiteiden toteutettavuus .....	40
<b>8 Toimenpiteiden vertailu</b> .....	41
8.1 Tulevaisuuskuvien muodostaminen ja soveltaminen.....	42
8.2 Kunnostuksen hyötyjen arviointi.....	45
<b>9 Yhteenveto</b> .....	49
<b>10 Jatkotutkimustarpeet</b> .....	52

<b>KIRJALLISUUS</b> .....	53
<b>Liite 1. Veden laadun vaikutuksia virkistyskäyttöön kuvaava Excel-malli (VIRVA) ja sen sovellus Karvianjärvelle</b> .....	55
<b>KUVAILELEHTI</b> .....	62
<b>PRESENTATIONSBLAD</b> .....	63
<b>DOCUMENTATION PAGE</b> .....	64



# 1 Järvien kunnostukset ja niiden suunnittelu

1.1

## Lähtökohdat

Järvien kunnostusta on pidetty pitkään yhtenä vesiensuojelun keinona (mm. Hertell ym. 1988). Kunnostuksen tavoitteena on tavallisesti ollut käyttäjien halu parantaa järven veden laatua ja virkistyskäyttökelpoisuutta. EU:n vesipolitiikan puitedirektiivi (2000/60/EY) on kuitenkin nostanut vesien ekologian merkityksen huomattavasti aiempaa suuremmaksi niin vesistöjen tilan mittarina kuin myös vesiympäristöjen tilatavoitteiden asettelussa. Eri vesieliöiden (planktonlevät, vesikasvit, pohjalevät, pohjaeläimet, kalat) elinolosuhteet on otettava entistä korostetummin huomioon myös järvikunnostushankkeissa. Tulevaisuudessa ekologiset ja virkistyskäyttöön liittyvät tavoitteet pitäisi pystyä sovittamaan kunnostushankkeiden suunnittelussa mahdollisimman hyvin yhteen.

Suomen järvet ovat luonnostaan herkkiä ihmistoiminnasta aiheutuville haitallisille vaikutuksille, koska järvet ovat yleensä matalia, tilavuudeltaan pieniä ja veden puskurikyky on alhainen ja ravinnepitoisuudet pieniä (Niemi ym. 2004). Järven tilan ja virkistyskäyttömahdollisuuksien heikentyminen johtuu useimmiten rehevöitymisestä, joka on seurausta liian suuresta ravinnekuormituksesta. Rehevöityminen ilmenee mm. veden ravinnepitoisuuksien nousuna, kasviplanktonin määrän kasvuna ja lajiston yksipuolistumisena, haitallisina levien massaesiintyminä ja veden happipitoisuuden vähenemisenä sekä näiden seurannaisilmiöinä (mm. Ilmavirta 1990, Rekolainen ym. 2006).

Yhdyskuntien ja teollisuuden jätevesien tehokkaalla puhdistuksella on kuormitusta voitu huomattavasti vähentää, ja jätevesien aiemmin kuormittamissa järvissä onkin havaittu ravinnepitoisuuksien alentuneen. Monilla, erityisesti maatalousalueiden järvillä valuma-alueilta tuleva hajakuormitus on kuitenkin niin suurta, että rehevöityminen jatkuu monista vesiensuojelutoimista huolimatta. Lisäksi kaupunkien keskusta-alueilla

sekä pientaloalueilla hulevesien fosfori- ja typpi-kuormituksen osuus voi olla merkittävä. Hajakuormituksen ennustetaan vain kasvavan tulevaisuudessa ilmastonmuutoksen myötä (Rekolainen ym. 2006). Kuormituksen lisäksi järven tila voi heikentyä myös esimerkiksi liian suurten tai matalien vedenkorkeuksien takia tai jos vedenpinnan luontaisista vaihtelua muutetaan säännöstelemällä. Tällöin esimerkiksi järven vesikasvillisuus voi lisääntyä ja erityisesti järven rantavyöhyke ja siitä riippuvainen eliöstö (ranta- ja vesikasvillisuus, eräät kala- ja lintulajit) saattavat kärsiä.

Järven eri eliölajien elinolosuhteiden parantaminen on ollut kunnostuksen päätavoite yleensä vain lintuvesien kunnostushankkeissa, joissa on usein pyritty säilyttämään voimakkaasti umpeen kasvavassa järvessä olosuhteet eri lintulajeille sopivana elinympäristönä. Virkistyskäyttömahdollisuuksien parantamiseen tähtäävissä kunnostuksissa tavoitteita ei ole välttämättä mietitty ekologian kannalta juuri lainkaan. Kuten edellä jo mainittiin, EU:n vesipolitiikan puitedirektiivin asettamat vaatimukset ja tavoitteet tulee ottaa jatkossa kunnostushankkeiden suunnittelussa huomioon, mikä tullee muuttamaan toimintatapoja hankkeissa ja niiden suunnittelussa joiltain osin.

Vesiensuojelu- ja kunnostushankkeita on toteutettu paljon, mutta niiden tulokset eivät ole aina vastanneet odotuksia. Syitä epäonnistumisiin on monia, esim. ylimitoitettut tavoitteet, väärin arvioitdut syy-seuraussuhteet ja huonosti soveltuvat tai väärin mitoitettut toimenpiteet. Joskus taas valuma-alueen asukkaat ja toimijat ja järven käyttäjät eivät ole riittävästi sitoutuneet suunniteltujen toimenpiteiden toteuttamiseen, jolloin osa toimenpiteistä on saatettu toteuttaa suunnitelmista poiketen tai toimenpidettä ei ole voitu toteuttaa suunnitellussa laajuudessa. Kunnostushankkeiden onnistumismahdollisuuksia voidaan parantaa kehittämällä

suunnitteluprosesseja, käytettäviä suunnittelumenetelmiä ja suunnittelun apuvälineitä, jotta suunnitteluun sisältyviä epävarmuustekijöitä voidaan vähentää ja suunnitteluprosessin avoimuutta lisätä. Hyvässä vesiensuojelu- tai kunnostussuunnitelmassa järvestä esiintyvien ongelmien tärkeimmät syyt ja niiden seuraukset on tunnistettu, valittujen vesiensuojelu- ja kunnostustoimenpiteiden vaikutukset on voitu luotettavasti arvioida ja toimenpiteet ovat oikein mitoitettuja ja kustannustehokkaita. Suunnitteluprosessissa on pystytty sovittamaan yhteen erilaiset tarpeet ja tavoitteet ja siten suunnitelma saa laajasti hyväksyntää eri sidosryhmiltä. Tällaisen suunnitelman aikaansaaminen on monivaiheinen ja erittäin haastava tehtävä. Jotta tätä laajaa suunnittelukenttää voitaisiin paremmin hallita, tarvitaan kokonaisvaltaisia lähestymistapoja, joissa täytyy:

- tunnistaa järven kunnostuksen suunnitteluprosessin keskeiset vaiheet ja tehtävät,
- tunnistaa keskeiset sidosryhmät ja liittää ne tiiviisti mukaan prosessiin,
- tunnistaa suunnitteluprosessin eri vaiheissa käyttökelpoiset apuvälineet (mallit, työkalut yms.) sekä
- liittää taloudelliset tarkastelut ja hyötyjen arviointi osaksi kunnostuksia.

1.2

## Suunnittelun tasot

Vesienhoidon, -suojelun ja vesistöjen kunnostuksen suunnittelua tehdään kolmella tasolla (Kuva 1). Laajin ja yleispiirteisin suunnittelutaso on EU:n vesipolitiikan puitedirektiivin perusteella annetun vesienhoitolain (1299/2004) ja sitä täydentävien asetusten määräämä ja ohjaama vesienhoidon suunnittelu. Se tehdään vesistöaluetasolla eikä tarkastelussa voida siksi ottaa huomioon jokaisen yksittäisen järven tai joen ja niiden valuma-alueiden erityispiirteitä. Vesienhoidon suunnitteluun ja sen kehittämiseen on käytetty viime vuosina paljon voimavaroja. Ensimmäiset vesienhoitosuunnitelmat ja toimenpideohjelmat valmistuivat joulukuussa 2009.

Seuraava suunnittelutaso on vesiensuojelu- tai kunnostushankkeen yleissuunnittelu. Sen päätehtäviä on kartoittaa suunnittelun lähtötilanne, määrittää järven tilaan vaikuttavat tekijät ja kunnostustarpeet, asettaa kunnostukselle tavoitteet ja määrittää tarvittavat toimenpiteet tavoitteiden saavuttamiseksi. Yleissuunnitelmassa on otettava huomioon myös, minkälaisia tilatavoitteita suunnittelukohteelle on asetettu ja mitä toimenpiteitä

on suunniteltu ylemmän tason vesienhoitosuunnitelmissa ja toimenpideohjelmissa. VeKuMe-hankkeessa on pääosin keskitytty tämän yleissuunnittelutason suunnitteluprosessien, -menetelmien ja apuvälineiden kehittämiseen ja testaamiseen. Osa apuvälineistä on alun perin kehitetty vesienhoidon suunnittelun tarpeisiin, mutta ne ovat käyttökelpoisia myös kunnostushankkeiden yleissuunnittelussa.

Kolmas ja yksityiskohtaisin suunnittelutaso on hankkeiden ja toimenpiteiden toteutussuunnittelu. Se sisältää mm. toimenpiteiden teknisten toteutussuunnitelmien laatimisen.

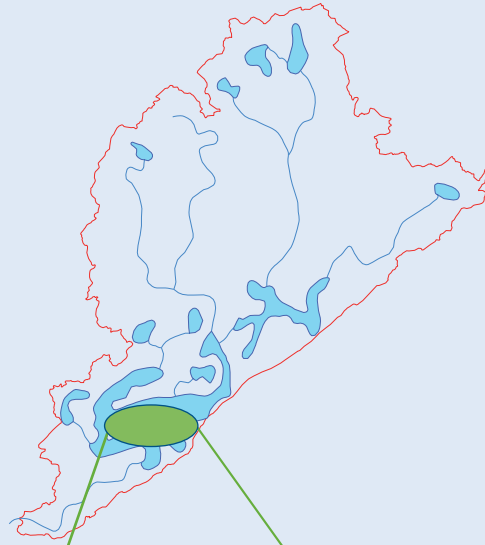
1.3

## Kehittämistarpeita

Vesiensuojelu- ja kunnostushankkeiden yleissuunnittelussa tarvitaan vesiympäristön tilan, kunnostuksen tavoitteiden ja erilaisten toimenpiteiden ympäristövaikutusten, taloudellisten ja sosiaalisten vaikutusten ja toteutettavuuden monipuolista arviointia. Siksi suunnitteluprosessissa onkin monta vaihetta, ja jokaisessa vaiheessa on useita erilaisia tehtäviä, joista moniin liittyy paljon kehittämistarpeita. Kunnostushankkeiden suunnittelua ovat aiemmin julkaisuissa käsitelleet mm. Airaksinen (2004) sekä Vääriskoski ja Ulvi (2005). Niissä näkökulmana on koko kunnostushankkeen läpivienti kunnostusaloitteesta hankkeen valmistumiseen saakka, ja varsinainen hankkeen yleissuunnitteluvaihe on niissä käsitelty melko lyhyesti. Ympäristöhallinto on julkaissut järvikunnostuksesta myös erilaisia painettuja esitteitä ja julkaisuja (mm. Sarvilinna ja Sammalkorpi 2010) sekä tietoa ja ohjeistusta nettisivuillaan, mutta ne ovat suunnattu lähinnä järven kunnostuksesta kiinnostuneille ja perustietoa kaipaaville tavallisille kansalaisille. Lisäksi ympäristöhallinnon Internet-sivuilla on koottu vesienhoitotyön suunnittelua koskevaa opasmateriaalia ja taustadokumentteja (Suomen ympäristökeskus 2010). Edellä mainittuja julkaisuja ja tietoja on kuitenkin käytetty soveltuvin osin tämän työn lähtökohtina.

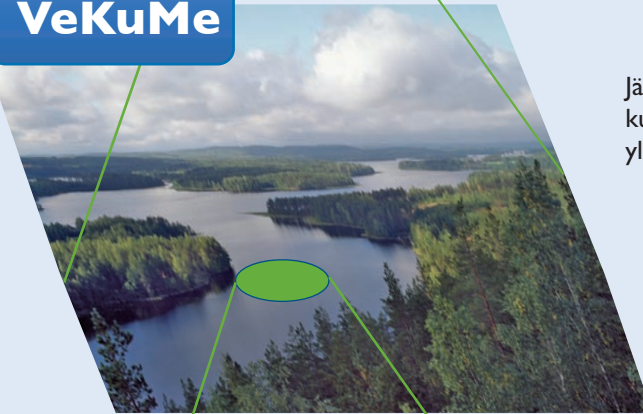
Luonnonprosessien monimutkaiset ja osin heikosti tunnetut vuorovaikutussuhteet ja puutteelliset ympäristön tilan seurantatiedot tekevät kunnostusten suunnittelusta haastavaa. Prosessien luontainen vaihtelu on suurta ja niiden ennustaminen luotettavasti on vaikeaa. Järvien tilan ja siihen vaikuttavien tekijöiden arviointia helpottamaan on kehitetty uusia työkaluja ja laskentamalleja. Tällaisia työkaluja ovat mm. ulkoisen ravinnekkuormituksen arviointiin sekä veden laadun mal-

## Suunnittelun tasot



Vesistöalueen  
vesienhoidon suunnittelu

**VeKuMe**



Järven vesiensuojelu- ja  
kunnostushankkeen  
yleissuunnittelu



Hankkeen toteutuksen suunnittelu

Kuva 1. Vesienhoito- ja kunnostushankkeiden suunnittelun tasot  
(Kuvat: Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry ja Ympäristöhallinnon kuvapankki/ Sannamari Pehkonen).

linnukseen soveltuva vesistömallijärjestelmän vedenlaatuosio (Huttunen ym. 2007) sekä järven taavitekuormituksen arviointiin kehitetty LakeState-malli (Malve 2007).

Yhteistyön ja vuorovaikutuksen merkitys on kasvanut kaikissa vesistöihin liittyvissä suunnitteluhankkeissa. Kansalaisten ympäristötietoisuuden voimistuminen on lisännyt kunnostusaloitteiden määrää ja ihmisten halukkuutta osallistua hankkeiden suunnitteluun ja toteuttamiseen. Eri osapuolilla on kuitenkin usein hyvin erilaisia näkemyksiä järven kunnostustarpeista, ongelmien syistä, kunnostuksen tavoitteista ja käytettävistä toimenpiteistä. Niistä on tärkeää löytää kunnostushankkeissa yhteisymmärrys, koska muuten riittävää yhteistä tahtoa ja sitoutumista ei ehkä synny. Hyvin suunnitellun ja tiiviin yhteistyön tavoitteena on ottaa eri osapuolten eli sidosryhmien mielipiteet ja näkemykset mahdollisimman hyvin huomioon hankkeen alusta alkaen, jotta voidaan turvata tyytyväisyys hankkeen tuloksiin. Ympäristöhallinnossa on kehitetty ja sovellettu useita vuorovaikutteisia suunnitteluprosesseja ja päätösanalyttisiä menetelmiä erilaisten ympäristöhankkeiden suunnittelun tarpeisiin (mm. Marttunen ym. 2008a, Marttunen ym. 2008b).

Toistaiseksi vesistöjen tilan parantamiseen tähtävien vesiensuojelu- ja kunnostustoimenpiteiden kustannustehokkuuteen ei ole kiinnitetty riittävästi huomiota. Ulkoisen kuormituksen osalta on koko valuma-alueen yhtenäisen tarkastelun sijasta pyritty kaavamaisesti vähentämään kunkin sektorin kuormitusta hinnalla millä hyvänsä (Vahala ja Kløve 2008). VeKuMe-hankkeessa on otettu pieni askel eteenpäin kehittämällä KUTOVA-työkälyä, jonka avulla voidaan etsiä kustannustehokkain vesiensuojelutoimenpiteiden yhdistelmä maatalouden, haja-asutuksen ja turvetuotannon fosforikuormituksen vähentämiseksi (Kunnari 2008). Kuitenkin järven vesiensuojelu- ja kunnostusmenetelmien kokonaisvaltainen tarkastelu vaatisi myös järvestä tehtävien toimenpiteiden kustannustehokkuuden arviointia, jota ei ole tutkittu ja kehitetty juuri lainkaan. Kokonaisvaltaiseen kustannustehokkuuden arviointiin, jossa huomioidaan sekä valuma-alueella että järvestä tehtävät toimenpiteet, ei tämän vuoksi nykyisellään vielä pystytä.

Kunnostuksista koituvien taloudellisten hyötyjen arviointiin on panostettu tutkimuksessa ja käytännön hankesuunnittelussa melko vähän, vaikka niiden tuloksia voitaisiin hyödyntää monipuolisesti ympäristöpoliittisessa päätöksenteossa.

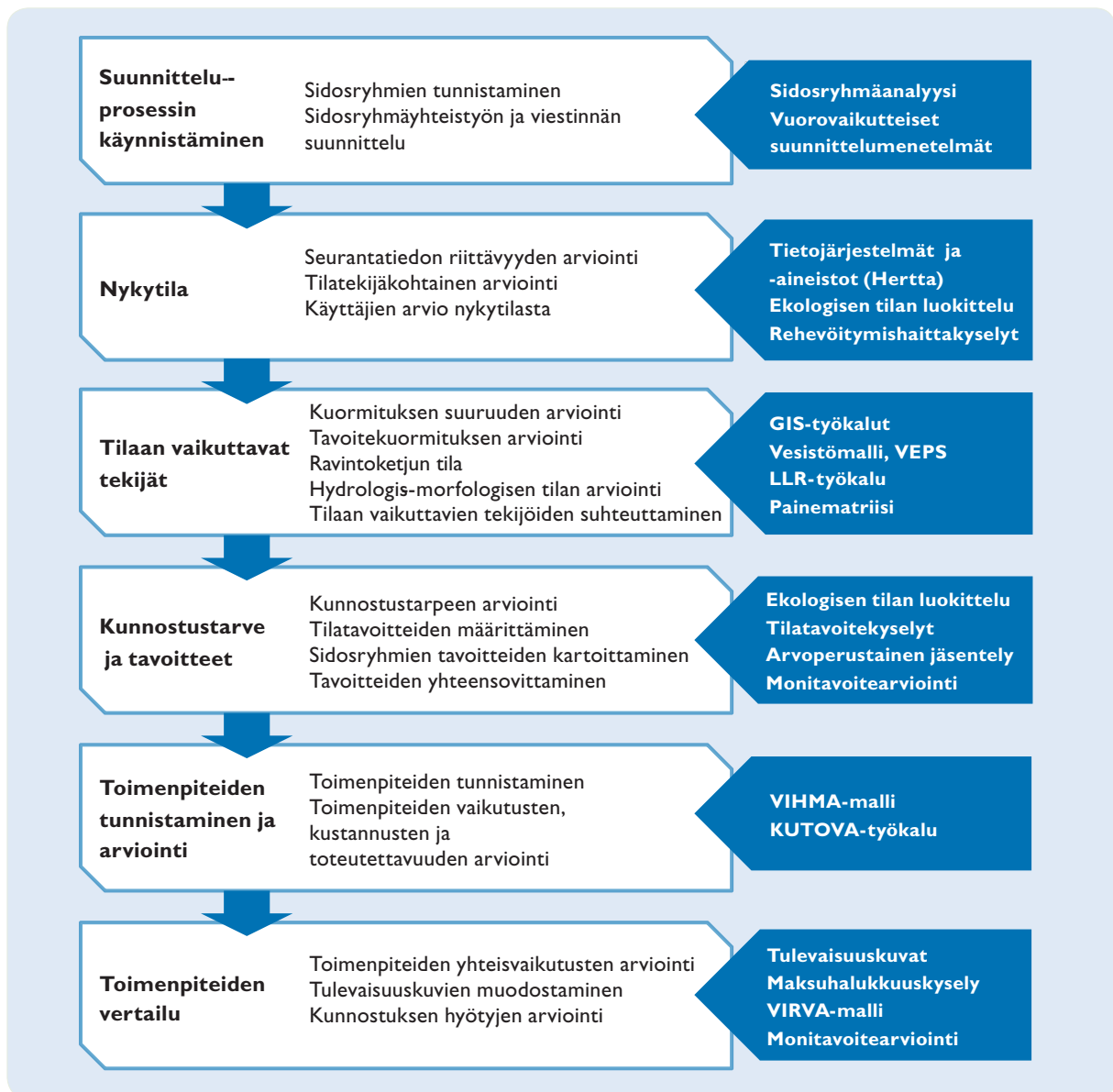
Vesistön virkistyskäyttöarvoa samoin kuin järven kunnostuksesta ja vedenpinnan vaihtelusta virkistyskäytölle koituvia taloudellisia hyötyjä on arvioitu Suomessa ensimmäisiä kertoja jo 1970-luvulla (Partanen 1975). Silloin arvioita kustannuksista ja niitä vastaavista hyödyistä verrattiin toisiinsa ja tuloksia käytettiin vesihallinnossa kunnostushankkeiden rahoituksen perusteluina. Laskutapojen epävarmuus, vakiintumattomuus ja tuolloisen tietojenkäsittelyn raskaus kuihduttivat sittemmin tämän käytännön. Joitakin yksittäisiä tutkimuksia hyötyjen arvioimisesta on Suomessa tehty myöhemminkin (mm. Luoto 1998, Majuri 2001), mutta kokonaisuhyötyjen ja hankkeen kannattavuuden arvioinnin käytännön menettelytavat eivät ole kunnostushankkeiden osalta juurikaan kehittyneet. Virkistyskäytölle tai järven muille käyttömuodoille koituvia hyötyjä on arvioitu hankesuunnitelmissa pääosin vain sanallisesti, jos niinkään. VeKuMe-hankkeessa tehtiin selvitys järven tilan paranemisesta koituvien hyötyjen arvottamisen tarpeesta ja menetelmistä (Ahtiainen 2008a) ja kunnostuksen hyötyjä arviointiin maksuhanalukkuuskyselyn avulla Hiidenvedellä (Ahtiainen 2008b). Lisäksi Hiidenvedellä ja Karvianjärvellä on kehitetty ja testattu VIRVA-mallia, joka soveltuu vesistön tilan paranemisesta syntyvien hyötyjen arvottamiseen ja virkistyskäyttöhyötyjen arviointiin.

Moniin järvikunnostusmenetelmiin liittyy myös paljon tutkimus- ja kehittämistarpeita. Viime vuosina erityistä kiinnostusta ovat herättäneet järven tilapäisen kuivatuksen ja sedimentin kemikaloinnin soveltuvuus rehevöityneiden järvien kunnostukseen. Tilapäistä kuivattamista on kokeiltu useilla järvillä Pohjois-Pohjanmaalla 2000-luvun alkupuolelta lähtien, mutta tietoa kuivatuksen pitkäaikaisista vaikutuksista ei ole ollut saatavilla. Järven vesimassan kemikalointia on käytetty kunnostusmenetelmänä vuosikymmeniä, mutta sen ongelmana on vaikutusten lyhyt kesto-aika. On pohdittu, voitaisiinko kunnostuksen vaikutusaikaa pidentää sekoittamalla saostuskemikaalit vesimassan sijasta järven pohjasedimenttiin. VeKuMe-hankkeessa on tehty yhteenveto tilapäisen kuivatuksen pitkäaikaisvaikutuksista (Lehto 2009). Läheisessä yhteistyössä VeKuMen kanssa puolestaan tutkittiin pohjasedimentin kemikaloinnin vaikutuksia järven sisäisen kuormituksen (Väisänen 2009). Lisäksi VeKuMe-hanke osallistui kalaston vedenlaatuvaikutusten arvioimiseen Karvianjoen vesistöalueella yhteistyössä KarTuTa-hankkeen kanssa.

## 2 Yleissuunnittelun vaiheet

Kunnostussuunnitelmien laadun ja hankkeiden tulosten parantamiseksi tarvitaan kokonaisvaltaista, avointa, vuorovaikutteista ja tavoitelähtöistä suunnittelua, jotta erilaiset vesistön tilaa, käyttöä ja suojelua koskevat tavoitteet voitaisiin ottaa huo-

mioon paremmin. Kuvassa 2 on esimerkki tällaisesta suunnitteluprosessista, jossa on tunnistettu suunnittelun vaiheet, tehtävät sekä eri tehtäviä tukevia työkaluja, malleja ja menetelmiä. Kaavion viimeisen vaiheen jälkeen valitaan toimenpiteet



Kuva 2. Kunnostushankkeen yleissuunnittelun vaiheet ja niihin sisältyvät tehtävät sekä olemassa tai kehitteillä olevat työkalut, apuvälineet ja menetelmät eri tehtävien tukemiseen.

ja aloitetaan niiden yksityiskohtainen toteutus-suunnittelu. Tässä raportissa on keskitytty niihin tehtäviin, joihin on löydetty tai kehitetty uusia lähestymistapoja, työkaluja ja apuvälineitä. Kuvassa esitetyn suunnitteluprosessin lähtökohtana on, että on päätetty käynnistää järven kunnostushankkeen yleissuunnittelu. Kunnostushankkeen käynnistäjänä voi olla esim. suojeluyhdistys, kunta, osakas- tai kylätoimikunta tai kalastusalue. Hankkeen suunnittelutyö voidaan teettää esim. tilaustyönä kunnostusalan konsultilla, palkkaamalla hankkeeseen suunnittelija tai omana työnä. Kunnostussuunnitelman laatiminen edellyttää joka tapauksessa eri asiantuntijoiden yhteistyötä.

Kunnostuksen yleissuunnittelun lähtökohtana on järven nykytilan ja tilaan vaikuttavien tekijöiden tunnistaminen. Seurantatiedot ja aikaisemmat tutkimukset ovat tässä merkittävässä roolissa. Nykytilaa arvioitaessa täytyy olemassa oleva tieto koota yhteen ja arvioida, onko tietoa riittävästi suunnittelun toteuttamisen kannalta ja tarvitaanko mahdollisesti lisää erilaisia mittauksia tai näytteenottoa maastossa. Kun ongelmat on tunnistettu, täytyy pohtia, mitkä tekijät vaikuttavat järven tilassa havaittujen ongelmien syntyyn ja millä tavoin. Näiden edellä mainittujen vaiheiden avulla määritetään järven kunnostustarve ja asetetaan kunnostukselle tavoitteet. Ekologisten tilatavoitteiden lisäksi eri sidosryhmillä on omat odotuksensa järven

tilan parantamiselle. Tavoitteiden asettamisessa on tärkeää pyrkiä kaikkia osapuolia tyydyttävään ratkaisuun unohtamatta tavoitteiden realistisuutta. Tavoitteet tulee laatia riittävän yksityiskohtaisiksi, jotta niiden toteutumista voidaan myöhemmin mitata. Usein kunnostushankkeet ovat pitkäkestoisia ja tavoitteita voidaan joutua muuttamaan hankkeen edetessä ja lisätiedon karttuessa.

Asetetut tavoitteet ohjaavat valuma-alueella ja järvessä tehtävien toimenpiteiden valintaa. Ensiksi tarkastellaan yksittäisiä valuma-alueella ja järvessä tehtäviä toimenpiteitä. Sen lisäksi, että suunnittelussa arvioidaan toimenpiteiden vaikutuksia järven tilaan, on tärkeää myös arvioida yksittäisten toimenpiteiden ja niiden yhdistelmien hyväksyttävyyttä, hyötyjä, haittoja ja kustannuksia. Lisäksi tulisi arvioida toimenpiteisiin liittyviä mahdollisia reunaehtoja, kuten ympäristöluvan tarvetta ja luvan saannin edellytyksiä. Kunnostussuunnittelun päämääränä on muodostaa paras toimenpideyhdistelmä, joilla kunnostukselle asetetut useat erilaiset tavoitteet voidaan saavuttaa. Suunnittelun loppuvaiheessa olisi hyvä toteuttaa ulkopuolinen hankkeen arviointi, joka tuo esille mahdolliset puutteet suunnittelussa. Arviointivaiheessa voidaan vielä pohtia hankkeen toteuttamiskelpoisuutta sekä tehdä tarvittaessa parannuksia suunnitelmaan.

## 3 Suunnitteluprosessin käynnistäminen

Vesienhoito- ja kunnostushankkeiden suunnittelu ja toteuttaminen eivät ole ainoastaan asiantuntijoi- ta ja ympäristöviranomaisia koskettava asia vaan niihin merkittävänä osana kuuluvat myös vesistö- jen ranta-asukkaat, maanomistajat, virkistyskäyt- täjät, yritykset, erilaiset yhdistykset yms. Järven kunnostushankkeen suunnittelua aloitettaessa on tärkeää käynnistää yhteistyö tärkeimpien sidos- ryhmien kanssa. Tehokkaan ja tuloksiltaan kestä- vän hankkeen takaamiseksi on ensiarvoisen tär- keää, että yhteistyö ja tiedonkulku eri osapuolten välillä on avointa ja sujuvaa. On myös tärkeää, että mahdolliset rahoittajat saadaan suunnitteluun mu- kaan. Kunnostuksia ovat rahoittaneet 2000-luvulla valtion ja EU:n lisäksi lähinnä kunnat, paikalliset asukkaat, yritykset, yhdistykset ja säätiöt.

Maassamme toteutetuissa järvien kunnostus- hankkeissa vuorovaikutus on yleisesti ollut hyvää. Kuitenkin tiedonkulun toimimattomuus, asiantun- tijoiden ja talkoolaisten kommunikointiongelmat ja niistä johtuva motivaation heikkeneminen on kunnostushankkeissa koettu suurimmiksi on- gelmiksi (Lähtenmäki ja Rotko 2005). Laajoissa suunnitteluhankkeissa tulisi luoda erillinen sidos- ryhmästrategia, jossa määritellään hankkeen sidos- ryhmäyhteistyön toiminta-ajatus, toimintaperiaat- teet ja arvot sekä päämäärä ja strategiset tavoitteet. Sidoryhmästrategian perusteella tehdään sidos- ryhmäanalyysi sekä siitä edelleen suunnitelmat sidoryhmäyhteistyölle ja viestinnälle (Partanen- Hertell 2008).

3.1

### Sidosryhmien tunnistaminen

Sidosryhmät ovat tahoja, joihin hankkeen toteut- taminen tai sen tulokset saattavat vaikuttaa ja/tai jotka voivat vaikuttaa hankkeeseen. Näitä tahoja voivat olla hankkeen toteuttamiseen tai rahoituk- seen osallistuvat henkilöt, hyödyn saajat tai haitan kärsivät tai muut vaikuttajat, kuten media. Hank- keen kannalta on olennaista tunnistaa tärkeimmät sidoryhmät, luoda kuva hankkeen toimintaym- päristöstä ja sen tarpeista, hyödyllisistä kumppa- neista, sidoryhmien keskinäisistä suhteista sekä mahdollisista riskeistä. Tämä voidaan tehdä esi- merkiksi sidoryhmäanalyysin avulla.

Sidoryhmäanalyysissä tutkitaan eri sidosryh- mien kiinnostusta hankkeeseen, heidän voimava- rojaan sekä vaikutusvaltaansa muihin toimijoihin. Analyysillä saadaan kuva eri toimijoiden ja hank- keen välisistä sidoksista, joiden pohjalta voidaan arvioida toimijoiden hankkeeseen osallistumisen perusteita ja toivottavaa laajuutta. Analyysi auttaa muodostamaan hankkeelle paremmin perustel- tuja tavoitteita ja päätöksiä sekä menettelytapoja. Tietolaatikossa 1 on kuvattu sidoryhmäanalyysin eteneminen, keskeinen sisältö ja tehtävät. Yksityis- kohtaisempi selvitys menetelmän hyödyntämisestä on tehty osana Karvianjoen tulevaisuustarkastelut - hanketta (Partanen-Hertell 2008).

## TIETOLAATIKKO I: SIDOSRYHMÄANALYYSI JA SEN VAIHEET

Sidosryhmäanalyysissä on selkeät osat, joita voidaan tarvittaessa toistaa useaan kertaan.

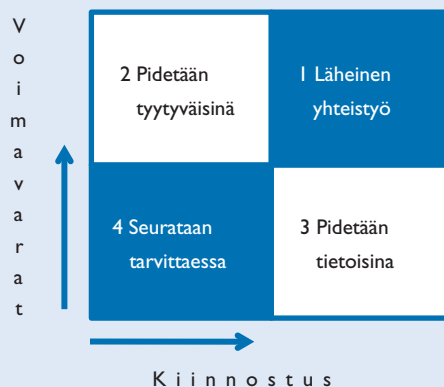
Tärkeimmät analyysin osat ovat:

- Sidosryhmien tunnistaminen ja luokittelu
- Keskeisten sidosryhmien nimeäminen
- Sidosryhmien erityispiirteiden tarkastelu
- Hankkeen toteuttamisen ja tulosten vaikutus sidosryhmiin
- Sidosryhmien vaikutus hankkeeseen
- Sidosryhmien sitouttaminen
- Analyysin johtopäätökset
- Sidosryhmäyhteistyön seuranta ja analyysin tarkistaminen.

Sidosryhmäanalyysin ensimmäisessä vaiheessa tunnistetaan hankkeen kannalta keskeiset sidosryhmät vapaamuotoisella luetteloinnilla. Tärkeintä on listata kaikki ne tahot, joita hanke voi tavalla tai toisella koskettaa, myös mahdolliset konfliktitahot. Tämän jälkeen sidosryhmiä voidaan luokitella usealtakin näkökannalta. Esimerkiksi ensisijaisia sidosryhmiä ovat ne, joihin hanke kohdistuu suoraan kuten alueen omistajat, asukkaat, viranomaiset jne. Toissijaisiin voidaan luokitella sellaiset sidosryhmät, joihin hanke kohdistuu epäsuorasti kuten hankkeen suunnittelijat ja toteuttajat, eri järjestöt, media jne.

Tunnistetuista sidosryhmistä nimetään avainsidosryhmät eli ne, jotka osallistuvat tai joiden tulisi osallistua suoraan hankkeen suunnitteluun tai toteuttamiseen. Avainsidosryhmiä ovat myös ne, joiden edut tai oikeudet ovat suoraan sidoksissa hankkeeseen. Avainsidosryhmiä voidaan tarkastella mm. nelikenttäanalyysin avulla. Nelikentässä voidaan vertailla keskenään esimerkiksi sidosryhmän voimavaroja ja kiinnostusta hankkeeseen (kuva 1.1.). Kenttään 1 sijoittuneiden tahojen kanssa pyritään tiiviiseen yhteistyöhön ja kyseiset toimijat pyritään sitouttamaan täysin hankkeeseen. Tähän kenttään sijoittuvat esimerkiksi sellaiset sidosryhmät, joilla on paljon voimavaroja ja kiinnostusta hankkeen suunnitteluun. Kenttään 3 sijoittuneiden sidosryhmien kanssa taas riittää väljempi yhteistyö ja tähän kenttään kuuluville toimijoille pyritään lähinnä tiedottamaan hankkeesta.

Usein nelikenttäanalyysi on hyvä tehdä myös sidosryhmien juridisen vallan merkittävyyden suhteen esimerkiksi rannan ja vesialueen omistajien tai ympäristöluvan myöntäjien kohdalla. Hyödyksi voi olla myös kunnostustarpeen aiheuttajien kuten vesialueen kuormittajien haittavaikutusten ja niiden vähentämismahdollisuuksien suuruuden tarkastelu nelikentässä.



Kuva 1.1. Nelikenttäanalyysi sidosryhmien tarkastelussa.

Sujuvan yhteistyön perustaksi on tarpeellista selvittää avainsidosryhmien arvot, päämäärät, tarpeet, toimintakulttuuri ja vuorovaikutuksen tapa. Ne vaikuttavat sidosryhmän motiiveihin ja yhteistyöhaluun. Arvot edustavat sidosryhmän käsitystä siitä, mikä on tärkeää ja päämäärät on luotu arvojen toteuttamiseksi. Tarpeet taas kuvaavat sitä, mitä näiden päämäärien saavuttamiseksi tarvittaisiin. Sidosryhmien arvojen kunnioittaminen on tärkeää, jotta yhteistyö sujuisi. Vuorovaikutuksen tapa saattaa myös olla sidosryhmillä sängen vakiintunut, eikä esimerkiksi sähköpostin käyttö ole kaikille itsestään selvää.

Suunnitteluhankkeissa on yleensä useita sidosryhmiä, joilla kaikilla on odotuksia hankkeen suunnittelun, toteutuksen ja tulosten suhteen. Kaikkia odotuksia ei luonnollisestikaan voida tyydyttää, joten keskitytään tärkeimpiin sidosryhmiin ja pyritään mahdollisuuksien mukaan huomioimaan ja yhdistämään myös muiden sidosryhmien tarpeet. Sidosryhmät vaikuttavat oleellisesti hankkeen toteutumiseen sekä onnistumisen mahdollisuuksiin ja tulosten käyttöön. Toteutumiseen vaikuttavat tahot on hyvä pyrkiä liittämään jo varhain osaksi hanketta. Hankkeen onnistumisen mahdollisuuksiin ja tulosten käyttöön vaikuttavia sidosryhmiä ovat mm. virkistyskäyttäjät, jotka ottavat hankkeen hyödyt käyttöönsä.



## Sidosryhmäyhteistyön ja viestinnän suunnittelu

Sidosryhmäyhteistyötä varten voidaan laatia erillinen suunnitelma, jossa määritellään käytettävät vuorovaikutusmenetelmät, sidosryhmien roolit sekä osallistumisen ajoitus. Lisäksi tulisi laatia viestintäsuunnitelma, jolla ohjataan sitä, kenelle, milloin ja miten hankkeesta tiedotetaan. Koska sidosryhmien merkitys hankkeen etenemiselle ja tuloksille vaihtelee työn eri vaiheissa, on tärkeää, että yhteistyön sujumista seurataan hankkeen edetessä. Tärkeää on myös optimoida yhteistyön ja tarjottavan tiedon määrä, jottei sidosryhmien kiinnostus laske.

Sopivien vuorovaikutusmenetelmien avulla ja hyvällä tiedottamisella saadaan koottua sidosryhmät yhteen ja lisättyä niiden osallistumisaktiivisuutta. Vuorovaikutteisia suunnittelumenetelmiä, joissa toiminta eri yhteistyötahojen välillä on kaksisuuntaista, voivat olla esimerkiksi työpaikatyoiskentely, monitavoitearviointi ja hankkeelle perustettu ohjausryhmä. Viestintämenetelmät, kuten lehtitiedotteet ja www-sivut sen sijaan ovat yksisuuntaista tiedon jakelua ja välitystä. Sidosryhmäyhteistyötä suunniteltaessa on tutustuttava sidosryhmien taustoihin ja tarpeisiin ja niiden perusteella valittava sopivat menetelmät, joilla sidosryhmät saataisiin osallistumaan hankkeeseen.

Erilaiset päätösanalyysimenetelmät tarjoavat mahdollisuuksia yhteiseen ongelmanratkaisuun ja oppimiseen sekä yhteisymmärryksen löytämiseen vuorovaikutteisessa suunnittelutilanteessa. Päätösanalyysiprosessin läpivienti vaatii menetelmän soveltajalta vankkaa kokemusta ja asiantuntemusta. Lisäksi menetelmän soveltamiseen on varattava tarpeeksi resursseja, jotta prosessi todella palvelee hanketta. Suomen ympäristökeskuksessa päätösanalyttisiä menetelmiä on sovellettu osallistuvassa suunnittelussa mm. vesistö säännöstelyn kehittämishankkeissa ja järvien kunnostustarpeen arvioinnissa (esim. Marttunen ym. 2008a ja 2008b). Kokemukset päätösanalyysimenetelmien soveltamisesta vesistösuunnitteluhankkeissa ovat olleet positiivisia ja sidosryhmien tiivis osallistuminen prosessiin on lisännyt hankkeissa tehtyjen ratkaisujen hyväksyttävyyttä. Taulukossa 1 on arvioitu eri vuorovaikutusmenetelmien soveltuvuutta erilaisten tavoitteiden edistämiseen.

Sidosryhmäsuunnitelman runko voi olla esimerkiksi seuraavanlainen:

- Sidosryhmäanalyysin tulokset:
  - Tärkeimmät sidosryhmät, niiden ominaispiirteet, suhteet toisiinsa ja hankkeeseen.
- Hankkeen onnistumisen edellytysten arviointi:
  - Mitkä sidosryhmät parantavat osallistumisellaan hankkeen onnistumismahdollisuuksia? (Tarvitaanko rahoittajia, suunnitteluapua, eri suunnitelmien koordinoijia (esim. maankäytön suunnittelijoiden kanssa), lupia ja suostumuksia, puolesta-puhujia, kuten eri ryhmien avainhenkilöitä tai mediaa)
  - Minkälaisia rooleja eri sidosryhmät voisivat saada?
  - Minkälaisia riskejä hankkeelle saattaa nousta esiin?
- Hankkeen aikataulut:
  - Missä suunnittelun vaiheessa kunkin sidosryhmän tulisi olla aktiivinen parhaan lopputuloksen kannalta?
- Yhteydenotot eri sidosryhmiin:
  - Ajoitus, viestin sisältö, tarpeiden kuuntelu, alustava neuvottelu jne.
- Viestinnän ja yhteistyön suunnittelu yhdessä sidosryhmien edustajien kanssa. Sovittu yhteistyö liitetään hankkeen suunnitelmaan ja asiakirjoihin.
- Sidosryhmäyhteistyön toteutumisen seuranta ja tarkistaminen.
- Yleisen sidosryhmäviestinnän tulisi vastata ainakin seuraaviin kysymyksiin (Partanen-Hertell 2008):
  - Keneen hanke vaikuttaa?
  - Mitkä tahot hanketta suunnittelevat ja toteuttavat?
  - Minkälainen muutos on hankkeen tavoitteena ja kuinka laajasti se vaikuttaa?
  - Milloin suunnittelu ja toimenpiteet on tarkoitus toteuttaa?
  - Miten hankkeen etenemiseen ja sisältöön voi vaikuttaa?
  - Kuinka hankkeen vaikutuksen kohteille ja muille kiinnostuneille asiasta viestitään?

Erityisesti laajoissa kunnostushankkeissa viestintä on syytä suunnitella huolella. Apuna viestinnän tavoitteellisessa ja järjestelmällisessä toteutuksessa toimii viestintäsuunnitelma, jossa määritellään viestinnän tavoitteet, tunnistetaan viestintäkeinot sekä selkeytetään viestintävastuut ja toimintatavat. Viestijän on pohdittava kunkin viestin sisältö, muoto, viestintäkanava ja ajankohta siten, että viesti tavoittaa kohdejoukkonsa tehokkaalla ja myönteisellä tavalla. Viestintäsuunnitelman laa-

timinen on tärkeää, koska siinä voidaan päättää, miten informoidaan myös niitä sidosryhmiä, jotka eivät osallistu kiinteästi hankkeen varsinaiseen suunnitteluun ja toteuttamiseen. Hyvällä viestinnän suunnittelulla voidaan turvata tiedon kulku ja näin voidaan välttyä turhilta väärinkäsityksiltä hankkeen aikana. Pienissä hankkeissa, joissa yhteistyötahoja on vähän, voidaan viestintä hoitaa kevyemmällä suunnittelulla.

Taulukko 1. Vuorovaikutusmenetelmien soveltuvuus erilaisten tavoitteiden edistämiseen. ++ = Menetelmä soveltuu hyvin tavoitteen edistämiseen, + = Menetelmä soveltuu tavoitteen edistämiseen, - = Menetelmä ei juuri tue tavoitteen edistämistä (Marttunen ym. 2008a).

Vuorovaikutusmenetelmä	Tiedottaminen	Kansalaisten tietämyksen ja arvojen sisällyttäminen suunnitteluun	Ymmärryksen lisääminen	Sosiaalisen oppimisen edistäminen	Luottamuksen lisääminen	Yhteisymmärrykseen pääseminen
Internet, sanomalehdet	++	-	+	-	+	-
Kyselyt	+	+	-	-	-	-
Yleisötilaisuudet	++	+	+	+	+	-
Asiantuntija-työpajat	+	++	+	+	+	-
Haastattelut	+	++	+	+	++	-
Päätösanalyysi-haastattelut	-	++	++	++	++	+

## 4 Nykytilan arviointi

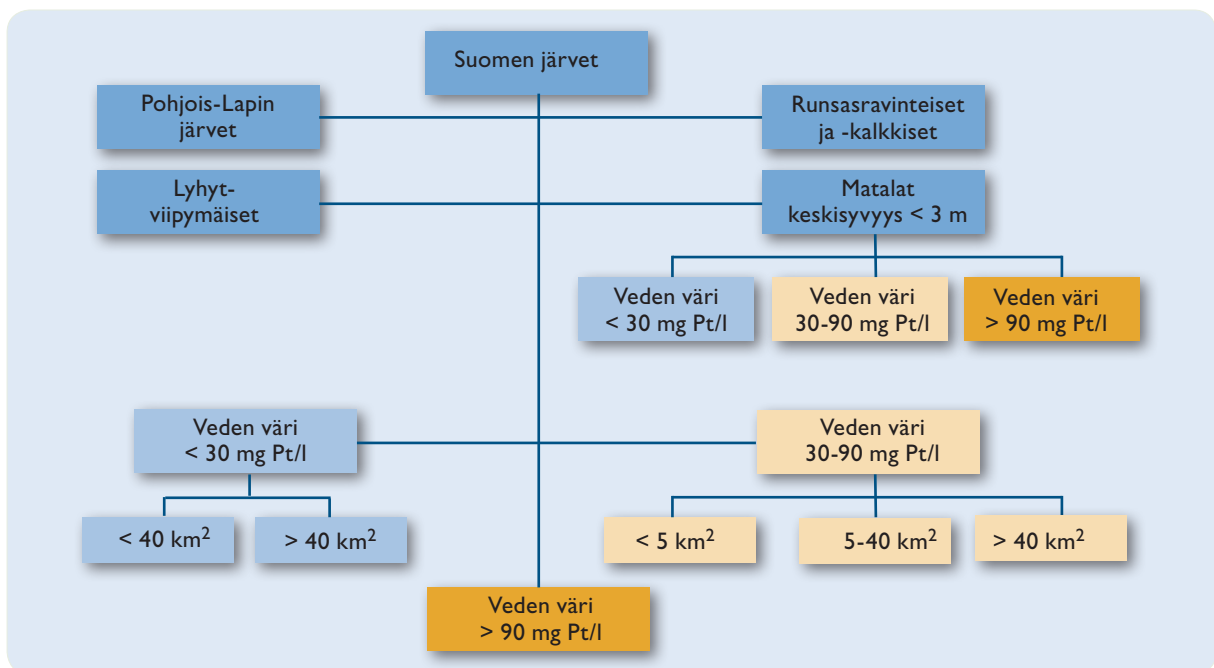
Järven kunnostuksen perustaksi tarvitaan tietoa järven ominaisuuksista, nykytilasta ja tilan kehitys-suunnasta. Kunnostustavoitteiden asettaminen ja menetelmien valinta on sitä luotettavampaa, mitä enemmän tietoa järven veden laadusta, kalastosta ja kasvillisuudesta on käytettävissä. Usein kunnostuksissa koetut epäonnistumiset ovat johtuneet puutteellisesta tilan arvioinnista ja sen seurauksena väärästä toimenpiteen valinnasta tai riittämättömästä mitoituksista.

Järven nykytilaa voidaan tarkastella usealla eri tavalla. Aikaisemmin järvien tilan arviointi on perustunut vesistöjen käyttökelpoisuusluokitukseen (Vesi- ja ympäristöhallitus 1988), joka kuvasi veden käyttökelpoisuutta käyttäjien kannalta ja joka perustui pääasiassa veden fysikaalis-kemiallisiin ominaisuuksiin. Biologisista ominaisuuksista on yleensä analysoitu vain klorofylli-a:n ja eräiden asumajätevesi- tai muuta ulosteperäistä kuormitusta indikoivien bakteerien pitoisuuksia.

Vesienhoitolain myötä pintavesien tila-arvioinnin perusteet ovat muuttuneet. Uudessa luokittelujärjestelmässä tarkastelun kohteena ovat ensisijaisesti veden biologiset laatutekijät ja vesien tilaa arvioidaan eliöstön kannalta suhteutettuna luonnontilaisiin ekosysteemeihin (Vuori ym. 2009, Vuori 2009).

Tila-arviointia varten suomalaiset järvet on jaettu maantieteellisten ja luonnontieteellisten ominaispiirteiden mukaan 14 eri tyyppiin (kuva 3). Jokaiselle järvityypille on määritetty sellaiset ekologista tilaa kuvaavat muuttuja-arvot, joiden perusteella järven tila voidaan luokitella erinomaiseksi, hyväksi, tyydyttäväksi, välttäväksi tai huonoksi. Tyypittely muodostaa perustan realistisille tilatavoitteille luontaisesti erilaisissa vesissä. Järven luontaisen tyyppin tunnistaminen tulee huomioida myös järvikunnostusta suunniteltaessa.

Lisäksi arvioidaan myös hydrologis-morfologista tilaa kuvaavia laatutekijöitä, esimerkiksi veden



Kuva 3. Järvien tyypittely (Suomen ympäristökeskus 2008).

korkeuden muutoksia, muutetun ja rakennetun rantaviivan osuutta ja rakennettuja vaellusesteitä, sekä veden fysikaalis-kemiallista laatua.

Järven käyttäjän kannalta suurin ongelma on usein järven käyttökelpoisuuden heikkeneminen järven rehevöitymisen myötä. Veden ravinnepitoisuuksien kasvun takia huonontunut tila näkyy, näkösyvyyden pienenemisenä, alusveden hapettomuutena ja levähaittoina. Yleensä järven rehevöitymisen edetessä särkikalajien määrä kasvaa ja petokalajien osuus vähenee. Kun kalasto muuttuu särkikalavaltaiseksi ja kalabiomassa moninkertaistuu, voi ravintoketjusta tulla keskeinen rehevyyden ylläpitäjä (Sammalkorpi ja Horppila 2005).

Sisävesien tilaa seurataan ympäristöhallinnon seurannoilla sekä yhdyskuntien, teollisuuslaitosten ja muiden toiminnanharjoittajien velvoitetarkkailuilla. Myös kunnat ja paikalliset toimijat kuten kyläyhdistykset ja osakaskunnat seuraavat järviensä tilaa. Ennen uutta luokittelujärjestelmää vesien tilan seuranta on painottunut selvästi fysikaalis-kemialliseen näytteenottoon ja biologista seuranta on ollut vähän. Usein varsinkin pienten järvien nykytilan arviointia rajoittaa ja vaikeuttaa seurantatiedon vähäinen määrä. Jos taustatietoa ei ole tilan arviointia varten tarpeeksi, joudutaan kunnostettavalla kohteella järjestämään veden laa-

dun ja biologisten laatutekijöiden seuranta, ennen kuin suunnittelu voidaan aloittaa. Vedenlaatu- ja tulisi kunnostettavalta järveltä olla suosituksen mukaan vähintään kahden vuoden ajalta ja näytteitä tulisi ottaa vähintään kerran kevättalvella ja vähintään neljä kertaa kasvukaudella (Saarijärvi ja Sammalkorpi 2005). Automatisoinnilla voitaisiin olennaisesti tehostaa seuranta sekä muiden uusien menetelmien kuten erilaisten vesistö- ja huuhtoumavälineiden kehitystyötä (Huttula ym. 2009).

Seuranta on tärkeää jatkaa myös kunnostuksen aikana sekä kunnostustoimenpiteiden toteuttamisen jälkeen, jotta saadaan tietoa kunnostuksen vaikutuksista (mm. Sammalkorpi ym. 1995, Tanskanen 2005). Kunnostuksen jälkeinen seuranta toimenpiteiden vaikutusten arvioimiseksi on toteutetuissa hankkeissa ollut yleensä vähäistä.

Ympäristöhallinnon seurantojen ja kuntien tai konsulttien tekemien velvoitetarkkailujen tietoja kootaan valtakunnalliseen HERTTA-tietojärjestelmään, jonka tietoja voivat tietyin rajoituksin käyttää myös hallinnon ulkopuoliset asiantuntijatahot OIVA-palvelun (Ympäristö- ja paikkatietopalvelu asiantuntijoille) käyttöönoton myötä. Tietolaatikkossa 2 on esitelty tarkemmin ympäristöhallinnon ylläpitämiä tietojärjestelmiä ja -rekistereitä sekä niiden sisältöjä.

## TIETOLAATIKKO 2: HERTTA-TIETOJÄRJESTELMÄ

Ympäristöhallinto tuottaa ja ylläpitää monipuolisia asiantuntija- ja tietopalveluja sekä omaan että ulkopuolisten asiakkaiden käyttöön. Ympäristöhallinnon tietojärjestelmiin<sup>1)</sup> tallennetut aineistot ovat keskeinen työväline ympäristön tilan tutkimuksessa ja seurannassa, yritysten päästöjen valvonnassa sekä ympäristövaikutusten arvioinnissa.

**Hertta** on ympäristöhallinnon ylläpitämä tietojärjestelmä, joka koostuu ympäristön kuormituksen ja valvonnan, vesivarojen ja ympäristön seurannan, luonnonsuojelun sekä alueiden käytön perustietojärjestelmästä. Herttaan kootaan ympäristöhallinnon keräämää ja tuottamaa tietoa ympäristöstä. Hertta-tietojärjestelmä on tarkoitettu ympäristötietoa tehtävissään tarvitsevien perustyövälineeksi ja sen rakentamisen keskeisenä tavoitteena on ympäristötietojen hyödyntämisen tehostaminen. Esimerkiksi Pintavesien tila-tietojärjestelmän vedenlaatuosio sisältää vesiviranomaisten ja julkisen valvonnan alaisten vesitutkimuslaitosten veden laadun tarkkailuissa analysoimia fysikaalis-kemiallisia määrittelytuloksia järvistä, joista ja rannikkovesistä sekä pohjaeläinseurannoissa ja tarkkailuissa tuottamia pohjaeläinaineistoja sisä- ja rannikkovesistä. Uusimpina osajärjestelminä Herttaan on liitetty Vesistötyöt-osio, joka on tehty avustamaan ympäristöhallinnon toimijoita vesistöjen käyttöön, hoitoon ja valvontaan liittyvissä tehtävissä sekä Vesimuodostuma-osio, johon tallennetaan vesienhoitotyön aikana kertyvää tietoa. Hertta on vapaasti kaikkien ympäristöhallinnon työntekijöiden käytössä. Sen lisäksi ympäristöhallinnon yhteistyöasiakkaiden on mahdollisuus saada suorakäyttöpalvelu käyttöönsä. Palvelusta veloitetaan käyttöliittymämaksu.

Tietojärjestelmien suorakäyttömahdollisuudet ovat lisääntyneet **ympäristö- ja paikkatietopalvelu Oivan**<sup>2)</sup> käyttöönoton myötä. Palvelu on perustettu ympäristötiedon saatavuuden ja käytön edistämiseksi. OIVA-palvelu tarjoaa ympäristöhallinnon tietojärjestelmiin tallennettua tietoa vesivaroista, pintavesien tilasta, pohjavesistä, eliölajeista, ympäristön kuormituksesta ja alueiden käytöstä sekä ympäristöön liittyviä paikkatietoaineistoja. Palvelulla ympäristöhallinto haluaa edistää ympäristötiedon saatavuutta ja käyttöä. Palvelu on maksuton, mutta sen käyttö vaatii rekisteröitymisen, jossa käyttäjä hyväksyy palvelun käyttöehdot ja sitoutuu noudattamaan niitä.

1) [www.ymparisto.fi/tietojarjestelmat](http://www.ymparisto.fi/tietojarjestelmat) [Viitattu 14.6.2010]

2) <http://www.p2.ymparisto.fi/scripts/oiva.asp> [Viitattu 14.6.2010]

## Tilatekijäkohtainen arviointi

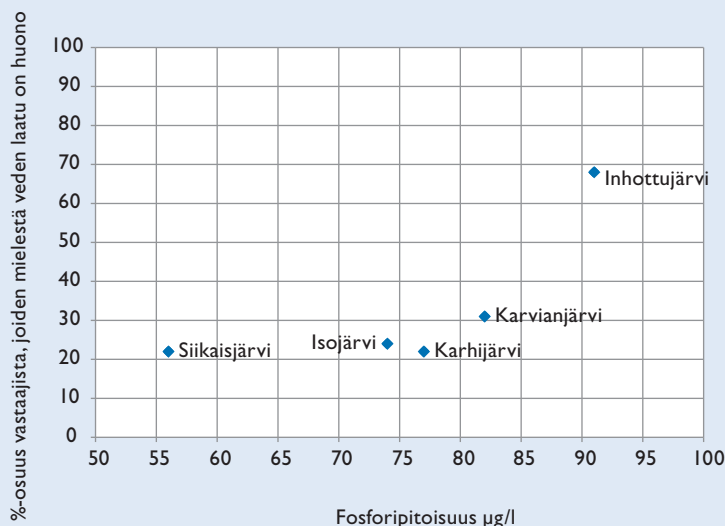
Vesienhoitolaki asettaa selkeät mittarit, joiden perusteella pintavesien kokonaistilaa arvioidaan. Ekologisen tilan mittareina ovat muutokset vesieliöstössä, kuten kala-, pohjaeläin-, kasviplankton-, pohjalevä- ja vesikasviyhteisössä. Luokittelussa huomioidaan myös eliöstön tilan kannalta oleelliset veden fysikaalis-kemialliset tekijät (ravinteet, happi, happamuus ja ympäristömyrkyt). Lisäksi uutena tila-arvioinnin elementtinä ovat mukana sellaiset hydrologis-morfologiset tekijät, joilla on merkitystä eliöstölle. Koska biologista seurantatietoa monista vesistöistä on vähän, tarkastellaan ekologisten tekijöiden lisäksi myös ihmistoiminnan ympäristövaikutuksia, kuten ravinnekuormitusta (Vuori 2009). Pintavesien ekologinen tila luokitellaan viiteen luokkaan: erinomaiseen, hyvään, tyydyttävään, välttävään ja huonoon. Keinotekoinen ja hydrologialtaan tai morfologialtaan voimakkaasti muutettu pintavesi luokitellaan saavutettavissa olevalta ekologiselta tilaltaan myös viiteen luokkaan. Jokaiselle mittarille, hydrologis-morfologisia mittareita lukuun ottamatta, on järvi-tyypeittäin määritetty luokkarajat, jotka on muodostettu olemassa olevan seuranta-aineiston avulla (Vuori ym. 2009).

Järvien osalta tyypittelyt ja luokittelut on tehty pääsääntöisesti yli 5 km<sup>2</sup> suuruisille järville. Ensimmäinen vesimuodostumien luokittelu vuonna 2008 perustuu monilta osin suppeaan havaintoaineistoon. Ekologisen tilan arviointiin tarvittavia biologisia aineistoja on vain harvoista pintavesistä ja sen vuoksi luokittelussa on käytetty apuna vedenlaatutietoja, erityisesti kokonaisfosforin ja a-klorofyllin pitoisuuksia ja asiantuntija-arvioita.

## Käyttäjien arvio nykytilasta

Järven kunnostussuunnittelun yhteydessä voidaan kartoittaa vesistön eri käyttäjäryhmien näkemyksiä järven nykytilasta ja sen kehittymisestä. Järven käyttäjillä on usein hyvä käsitys siitä, mihin suuntaan järven tila on kehittynyt. Asiantuntijoiden tekemä arvio nykytilasta voi perustua vain muutama näytteidenottoajankohtiin ja mittareihin, jotka eivät välttämättä riittävästi kerro käytölle syntyvistä haitoista. Tämän vuoksi järven rannalla asuvien näkemykset voivat antaa huomattavasti kattavamman kuvan tilanteesta. Käyttäjät myös kiinnittävät huomionsa osin eri asioihin kuin mitä seurannassa tehdään. Käyttäjät arvioivat järven tilaa yleensä virkistyskäytölle tai vedenotolle koettujen rehevöitymishaittojen perusteella. Eri käyttäjäryhmien arviot nykytilasta voivat poiketa toisistaan. Uimari kiinnittää huomiota leväkukintoihin ja liialliseen vesikasvillisuuteen, kun taas kalastaja voi kokea tiettyyn pisteeseen asti vesikasvillisuuden kalojen lisääntymisen kannalta hyvänä asiana.

Käyttäjät voivat ajan mittaan myös sopeutua tai turtua veden laadun heikkenemiseen ja erityisesti silloin, kun se on tapahtunut vähitellen. Näissä tilanteissa asiantuntijoiden käsitys vesistön tilasta voi olla huomattavasti huonompi kuin käyttäjien näkemys. Kuvassa 4 on esitetty Karvianjoen vesistöalueen järvien käyttäjien näkemyksiä oman järvensä veden laadusta. Käyttäjien mielipidettä on verrattu järvestä mitattuun avovesikauden keskimääräiseen kokonaisfosforipitoisuuteen. Tehdystä vertailusta voidaan todeta, että käyttäjien kokema haitta ei kasva lineaarisesti järvestä mitattujen fosforipitoisuuksien kanssa. Siikaisjärven tilanteessa yli 20 % vastaajista kokee järven veden laadun huono



Kuva 4. Käyttäjien arvio järven tilasta verrattuna järvien fosforipitoisuuksiin erällä Karvianjoen vesistöalueen järvillä.

noksi, vaikka keskimääräisen fosforipitoisuuden perusteella järvi on lähellä hyvää tilaa. Siikaisjärven vastaustuloksiin todennäköisesti vaikuttavat järven mataluus ja vesikasvit, jotka eivät heikennä järven veden laatua, mutta vähentävät järven virkistyskäyttöarvoa, minkä vuoksi käyttäjät kokevat järven veden laadun huonoksi.

Käyttäjien näkemyksiä järven rehevöitymistä aiheutuvista virkistyskäyttöhaitoista voidaan selvittää erilaisten kysely- ja haastattelututkimusten avulla. Kyselyjen avulla voidaan saada tietoa helposti jopa tuhansilta vesistön käyttäjiltä. Tavoitteista riippuen kysely voidaan toteuttaa otannalla tai koko perusjoukolle. Jos halutaan tiedottaa kunnostushankkeesta, aktivoida kansalaisia mukaan päätöksentekoon tai ilmoittaa hankkeen yleisötilaisuuksista, on kysely hyvä lähettää kaikille lähimmille sidosryhmille kuten kiinteistöjen ja maa-alueiden omistajille. Suomen ympäristökeskuksen säännöstelyhankkeiden yhteydessä tekemissä kyselytutkimuksissa vastausprosentti on

ollut 35–80 %. Haastattelujen avulla voidaan saada monipuolisempaa ja syvällisempää tietoa vesistön tilasta ja sen kehittymisestä. Kohdejoukko niissä on kuitenkin huomattavasti suppeampi kuin kyselytutkimuksissa, yleensä 10–30 henkeä.

Kyselyn suunnitteluvaiheessa on syytä miettiä sen tavoitteita sekä kerätyn tiedon hyödyntämismahdollisuuksia hankkeessa. Asioiden kysyminen ilman, että kyselyn tavoitteita on tarkoin mietitty etukäteen, on pahimmillaan vastaajien ja asiantuntijoiden ajan ja resurssien hukkaamista. Jos kysely toteutetaan siinä vaiheessa, kun erilaisia tavoite- tai toimenpidevaihtoehtoja ei ole vielä olemassa, voi olla vaarana, että tulosten hyödyntäminen vaihtoehtojen arvioinnissa ja vertailussa ei ole mahdollista. Osa kyselytutkimuksilla saatavasta tiedosta on sellaista, että sitä voidaan käyttää taustatietona kunnostustarvetta arvioitaessa ja mahdollisesti perusteluna hankkeen toteuttamiselle. Vastauksia voidaan hyödyntää myös tarkempien seurantojen ja maastotarkastelujen kohdentamisessa.

# 5 Järven tilaan vaikuttavien tekijöiden arviointi

Järven tilaan vaikuttavat useat tekijät sekä valuma-alueella että itse järvessä. Järvet eroavat jo luontaisestikin toisistaan mm. koon, muodon, syvyyssuhteiden, valuma-alueen maaperäominaisuuksien ja maantieteellisen sijainnin perusteella. Pitkäaikainen valuma-alueelta järveen kohdistuva ulkoinen kuormitus on yksi merkittävimmistä järviemme tilaa heikentävistä tekijöistä, koska se kiihdyttää järven rehevöitymistä, jonka seurauksena järven eliöyhteisö muuttuu ja sisäisen kuormituksen riski kasvaa. Veden laadun parantamiseen tähtäävä järven kunnostus edellyttää tietoa kuormituksen lähteistä, määrästä ja vähennystarpeesta. Lisäksi vesienhoitolain mukainen vesistön kokonaisarviointi vaatii yhdenmukaista tarkastelua, jossa biologisten tekijöiden, yleisen veden laadun, haitallisten aineiden pitoisuuksien ja hydrologis-morfologisen muuttuneisuuden lisäksi tarkastellaan vesistöön kohdistuvaa kuormitusta ja sen riskitasoa. Kuormituksen määrän ja riskitason arvioimiseksi on kehitetty erilaisia työkaluja, malleja ja menetelmiä, jotka ovat hyviä apuvälineitä järven tilan, kuormituksen vähentämisen ja kunnostustarpeen arvioinnissa sekä toimenpiteiden vaikutusten ennustamisessa. Kuormituksen lisäksi järven tilaan vaikuttavat ravintoketjut, muutokset järven hydrologiassa ja morfologiassa.

VeKuMe-hankkeessa testattiin, miten miellekarttatarkastelut (Axelrod 1976, Kosko 1986) soveltuvat järven tilaan vaikuttavien tekijöiden kuvaamiseen ja tekijöiden välisten vaikutussuhteiden tunnistamiseen. Menetelmää sovellettiin Hiidenveden kunnostustoimenpiteiden vaikutusten arvioinnissa ja Karvianjärven tilaan vaikuttavien tekijöiden hahmottamisessa (tietolaatikko 3).

## 5.1

### Ravinnekuormituksen suuruuden arviointi

#### 5.1.1

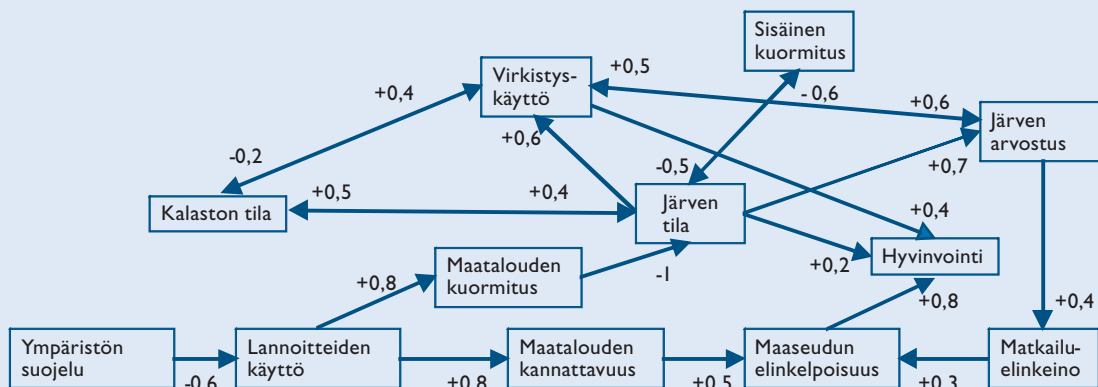
#### Ulkoisen kuormituksen arviointi

Kaikki ihmistoiminta valuma-alueella aiheuttaa luonnonolosuhteista poikkeavia ainevirtoja eli ulkoista kuormitusta. Kuormitus tulee piste- ja hajakuormituksena. Pistekuormittajia ovat mm. yhdyskunnat ja teollisuuslaitokset, joita koskee usein velvollisuus tarkkailla omaa vesistökuormitustaan. Nämä kuormitustiedot löytyvät VAHTI-tietojärjestelmästä (Valvonta- ja kuormitustietojärjestelmä). Valtakunnan tasolla vesistöjen merkittävimmät hajakuormittajat ovat maa- ja metsätalous sekä haja-asutus (Rekolainen ym. 2006).

Ensisijaisesti järveen tuleva ravinnekuormitus tulisi arvioida tulouomien virtaaman ja ravinnepitoisuuksien perusteella erilaisilla matemaattisilla menetelmillä (Frisk 1978, Kauppila ja Koskiahon 2003). Koska sekä virtaama että ravinnepitoisuudet ovat molemmat ajallisesti vaihtelevia muuttujia, tulisi seurannan olla mahdollisimman tiheää tai perustua vesinäytteillä kalibroituun jatkuviin automaattimittauksiin (Huttula ym. 2009, Linjama ym. 2009), jotta kuormituksen laskenta olisi luotettavaa. Vesistöjen seuranta on kohdennettu erityisesti avovesikaudelle, jolloin biologinen tuotanto on vilkkainta. Yleensä näytteenottotiheys ei kuitenkaan riitä kuormituspiikkien havaitsemiseen, esimerkiksi kesän rankkasateiden aikana tai viime vuosien leutojen talvien tilanteessa, jolloin talvivaluntojen ja ravinnehuuhtoumien osuus on merkittävästi kasvanut (Huttula ym. 2009). Tiheiden veden laadun seurantatietojen avulla voidaan arvioida, kohdistuuko järveen merkittävää ulkoista tai sisäistä kuormitusta (Saarijärvi ja Sammal-korpi 2005).

### TIETOLAATIKKO 3: FCM-MENETELMÄ JA KARVIANJÄRVEN SOVELLUSESIMERKKI

Sumea miellekartta (Fuzzy Cognitive Map, FCM) on havainnollinen menetelmä monimutkaisten ongelmien hahmottamiseen ja analysointiin. Sen avulla voidaan kuvata ja tunnistaa ongelmaan liittyvien tekijöiden välisiä vaikutussuhteita ja niiden suuruuksia sekä pyrkiä niiden avulla ymmärtämään systeemin käyttäytymistä. FCM-kartassa systeemin eri muuttujat kuvataan yleensä laatikoina ja niiden vaikutukset toisiinsa nuolina. Systeemin muuttujat voivat olla esimerkiksi tehtäviä päätöksiä tai muita kokonaisuuteen vaikuttavia muuttujia (Kuva 3.1). Vaikutusnuolilla kuvattavat systeemin eri osien kausaaliset vaikutukset toisiinsa voivat olla joko positiivisia tai negatiivisia, yleensä asteikolla [-1, 1]. Jos esimerkiksi muuttuja A vaikuttaa muuttujaan B positiivisesti, A:n arvon suureneminen kasvattaa ja pieneminen vähentää B:n arvoa, kun taas negatiivisella arvolla on päinvastaiset vaikutukset.



Kuva 3.1. Esimerkki KarTuTa -hankkeessa luodusta järven tilaan vaikuttavien tekijöiden FCM-kartasta.

Systeemin hahmottamisen lisäksi FCM-mallilla voidaan laskea systeemin eri muuttujille arvot systeemin tasapainotilassa. Nämä kuvaavat muuttujien suuruutta systeemin vaikutusten seurauksena. Varioimalla systeemissä olevien ohjausmuuttujien arvoja voidaan menetelmällä myös tutkia ohjausmuuttujien vaikutuksia systeemin muihin muuttujiin. Esimerkiksi Hiidenvedellä testattiin, miten erilaiset hoitotoimenpiteet ja niiden laajuudet vaikuttavat vesistön tilamuuttujiin.

FCM soveltuu useisiin sellaisiin tilanteisiin, joissa perinteisten tarkkaa vaikutus- ja tutkimustietoa vaahtivien mallien soveltamisessa on ollut ongelmia. FCM:ssä vaikutustieto annetaan tyypillisesti asiantuntija-arvioina. Tosin varjopuolena on, että tämän myötä tieto ei välttämättä ole kovin tarkkaa ja arvioiden välillä saattaa olla ristiriitoja. Asiantuntija-arvioiden käyttö on perusteltua, koska FCM:n tarkoitus on lähinnä saada yleiskuva systeemistä ja sen sisältämistä syy-seuraus -suhteista ja niiden johdannaisvaikutuksista. FCM on suunniteltu poliittisen ja sosiaalisen päätöksenteon apuvälineeksi, mutta sitä on jonkin verran sovellettu myös ympäristöpäätöksenteossa. Poliittisten päätösten seurauksia ei usein ole mahdollista tietää tarkasti, joten näihin FCM:n kaltainen asiantuntija-arvioihin perustuva menetelmä soveltuu hyvin. Sen sijaan Hiidenvedellä ja KarTuTa-hankkeessa tehtyjen tarkastelujen perusteella voidaan todeta, ettei FCM-menetelmä sovellu järven tilan eikä kunnostustoimenpiteiden vaikutusten arviointiin.

Perinteisesti vesistöihin kohdistuvaa kuormitusta on arvioitu valuma-alueen maankäytön ja eri käyttömuodoille määritettyjen ominaiskuormituslukujen perusteella. Erilaiset paikkatietotyökälyt ja -aineistot ovat hyviä apuvälineitä käytettäessä ominaiskuormituslukumetelmää, esim. erityisesti valuma-alueen analysointiin kehitetty RiverLifeGIS-työkalu (Lauri ja Virtanen 2002, Rintala ym. 2006, Alahuhta ym. 2007, tietolaatikko 4).

Ominaiskuormituslukuihin perustuu myös Suomen ympäristökeskuksessa kehitetty VEPS-huuhoutoumamalli (Tattari ja Linjama 2004, tietolaatikko 5). Osaksi Suomen ympäristökeskuksen laatimaa ja ylläpitämää vesistömallijärjestelmää (Vehviläinen ym. 2005) on kehitetty vedenlaatumalli (Huttunen ym. 2007, Huttunen ym. 2008), joka laskee kokonaisfosforin, kokonaistypen ja kiintoaineksen kuormitusta vesistöihin maa-alueilta ja aineiden



kulkeutumista vesistöissä (tietolaatikko 6). Koska vesistömallijärjestelmän kuormituslaskenta perustuu jatkuviin simuloituihin pitoisuuksiin ja jatkuvien hydrologisten havaintojen perusteella tarkistettuun vuorokautiseen valuntaan, ovat sen kuormitusarviot realistisempia kuin niiden menetelmien, jotka käyttävät arvioinnissa vain ravinteiden pitoisuuksien havaintoarvoja (Huttula ym. 2009). Kuormituksen arviointimenetelmiä ja -malleja on käsitelty myös mm. VEHO-ohjelman rahoittamissa KuVe- ja SeMaTo-hankkeissa.

Hajakuormituksen arvioinnissa tarvittavaa maankäyttöön liittyvää tilastotietoa tuottavat, keräävät ja julkaisevat useat eri organisaatiot, esimerkiksi Metsäntutkimuslaitos (Metla), Maanmittauslaitos (MML), Tilastokeskus (TK), Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus (Tike) ja Suomen ympäristökeskus (SYKE). Tilastotietoja julkaistaan mm. Ympäristötilastossa, Metsätilastollisessa vuosikirjassa ja Maatilatilastollisessa vuosikirjassa (Jauni 2004). Tiken tuottamia maatalous- ja elintarvikealan tilastoja voi ostaa tutkimuskäyttöön ja rajoitetusti ladata ilmaiseksi Internetistä Matilda-tietopalvelusta. Tiken pelto-lohkokohtainen paikkatietoaineisto on käytössä ympäristöhallinnossa ja sitä voidaan hyödyntää tutkimustyössä sekä vesienhoitolain mukaisten

toimenpideohjelmien laadinnassa. Ympäristöhallinnossa käytössä olevat maankäyttöaineistot SLICES (Separated Land Use/Land Cover Information System) ja CORINE Land Cover ovat koottu useista eri lähdeaineistoista (Mikkola 1997, Finnish Environment Institute 2003). Nämä aineistot ovat yleistyksiä eri organisaatioiden keräämistä tilastoista ja siksi luokkajaoiltaan karkeita.

Kuormituksen arvioinnin luotettavuuden parantamiseksi aineistoja voidaan tarkentaa esimerkiksi toimijoilta saatavilla peltokasvitiedoilla sekä toteutetuilla metsätaloustoimenpiteillä. Maankäyttöluokkien tarkentaminen tulee tehdä siten, että niille voidaan löytää luotettavia ominaiskuormituslukuja. Ominaiskuormitusluvut perustuvat eri tutkimuksissa tehtyihin mittauksiin sekä mallinnettuihin tuloksiin. Ominaiskuormitusluvut eivät koskaan ole täysin tarkkoja ja niiden soveltamiseen sisältyy aina epävarmuutta. Saman maankäyttömuodon aiheuttama kuormitus voi vaihdella alueellisesti paljonkin, joten sopivien ominaiskuormituslukujen valinta täytyy tehdä aina tapauskohtaisesti. Esimerkiksi peltoviljelystä aiheutuva kuormitus on riippuvainen mm. pellon kaltevuudesta, maaperästä sekä viljelykäytännöstä ja viljeltävistä lajeista (Puustinen ym. 2010).

#### TIETOLAATIKKO 4: RiverLifeGIS-TYÖKALU JA MAANKÄYTTÖÖN LIITTYVÄT PAIKKATIEOAINIESTOT

RiverLifeGIS on Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuksen (nyk. Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus) koordinoimassa RiverLife-projektissa kehitetty paikkatietotyökalu, jolla voidaan käsitellä rasteri- ja vektoripohjaisia paikkatietoaineistoja. Työkalulla voidaan maaston korkeusmallin perusteella laskea mm. veden virtaussuunnat, mikä mahdollistaa yläpuolisen valuma-alueen määrittämisen mille tahansa valitulle pisteelle. Työkalulla voidaan myös laskea valuma-alueelta järveen tai jokipisteeseen kohdistuva hajakuormitus maankäyttöaineistojen ja ominaiskuormituslukujen perusteella myös pienemmille kuin 3. jakovaiheen valuma-alueille, joka on VEPS-järjestelmässä pienin tarkastelutaso (tietolaatikko 5). Ominaiskuormitukseen perustuva laskentamenetelmä on yksinkertainen ja sillä saadaan suuntaa antavaa tietoa eri hajakuormituslähteiden suuruudesta. Lopputulokseen täytyy lisätä piste- sekä haja- ja loma-asutuksen kuormitus. Kuormituslaskennan tarkkuus riippuu käytettävien maankäyttöaineistojen ja ominaiskuormituslukujen tarkkuuksista. Työkalu ei ota huomioon ravinteiden sedimentoitumista yläpuolisiin järvi-altaisiin eikä hydrologisia vaihteluja. Työkaluna RiverLifeGIS tarjoaa osittain samoja ominaisuuksia kuin ESRI:n ArcGIS-ohjelmisto laajennusosineen. Työkalua on kehitetty edelleen EU:n Itämeri Interreg-ohjelman rahoittamassa Watersketch-hankeessa (2004–2007). Lisätietoja ohjelmasta ja sen lataamisesta löytyy RiverLife-hankkeen sivuilta<sup>(1)</sup> sekä Watersketch-hankkeen toolbox-osiosta<sup>(2)</sup>.

1) [www.ymparisto.fi/riverlife](http://www.ymparisto.fi/riverlife) [Viitattu 14.6.2010]

2) <http://toolbox.watersketch.net/> [Viitattu 14.6.2010, toimii vain Internet Explorer-selaimella]

## TIETOLAATIKKO 5: VEPS-JÄRJESTELMÄ

Suomen ympäristökeskuksessa on kehitetty vesistökuormituksen arviointia varten VEPS-järjestelmä, jolla saadaan suuntaa antavaa tietoa hajakuormituslähteiden suuruudesta ja jakautumisesta eri kuormituslähteisiin 3. jakovaiheen vesistöalueen tarkkuudella. Tätä pienempien valuma-alueiden kuormitustarkasteluihin kyseinen työkalu ei sovellu.

VEPS:llä voidaan arvioida kokonaisfosforin- ja typen kuormat vuositasolla. Maankäyttö eli maatalousmaan, metsämaan, rakennettujen alueiden ja vesistöjen osuudet lasketaan SLICES-aineiston pohjalta. VEPS-järjestelmä ei huomioi ravinteiden sedimentoitumista vesistöihin.

Pistekuormituksen lähtötiedot perustuvat VAHTI-tietojärjestelmään, joka on tarkoitettu ympäristösuojelulainsäädännön mukaisten lupa- ja ilmoitusvelvollisten ympäristöä kuormittavien asiakkaiden seurantaan. Ympäristökuormitustiedot ilmoitetaan VAHTI:in yleensä vuosiarvoina. Maatalouden osalta laskenta perustuu empiirisiin huuhtoutumatutkimuksiin ja erilaisiin matemaattisiin malleihin. Maatalouden kuormitustulokset edustavat pitkäaikaista (10 v) keskimääräistä kuormitusta. Metsätalouden kuormitus lasketaan metsätilastojen ja eri tutkimuksissa saatujen metsätalouden toimenpiteiden ominaishuuhtoumarvojen avulla. VEPS:n arviot luonnonhuuhtoumasta perustuvat 42 luonnontilaisen, pienen valuma-alueen keskimääräisiin luonnonhuuhtouma-mittauksiin eri puolilla Suomea (Mattson ym. 2003). Laskeuma perustuu laskeumaseuranta-asemien vuotuisiin keskiarvoihin. Haja-asutustiedot ovat rakennus- ja huoneistorekisterin vuoden 2000 tilastoja. Hulevesien aiheuttamaa ravinnekuormaa arvioidaan havaittujen laskeumatietojen perusteella. Laskennassa oletetaan, että 20 % laskeuman typpi- ja fosforikuormasta kulkeutuu vesistöihin rivi- ja erillispientalojen alueiden hulevesien mukana. VEPS-järjestelmän kuormitusarvioiden on todettu olevan hulevesien osalta liian pieniä. Turvetuotannon kuormitukset ovat vuodesta 2004 lähtien olleet saatavilla VAHTI-tietojärjestelmästä pistekuormitustietona. VEPS-järjestelmä on käytössä ympäristöhallinnossa. Lisätietoa vesistökuormituksen arviointijärjestelmästä löytyy ympäristöhallinnon tietojärjestelmät -sivustolta<sup>(1)</sup>.

1) [www.ymparisto.fi/tietojarjestelmat](http://www.ymparisto.fi/tietojarjestelmat) [Viitattu 14.6.2010]

## TIETOLAATIKKO 6: VESISTÖMALLIJÄRJESTELMÄN VEDENLAATUOSIO

Suomen ympäristökeskuksen laatimaa ja ylläpitämää vesistömallijärjestelmää<sup>(1)</sup> käytetään reaaliaikaisten vedenkorkeus- ja virtaamaennusteiden laatimiseen. Vesistömallijärjestelmään liitetty 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. Malli sisältää lähes kaikki yli 1 ha järvet, eli yhteensä hiukan yli 58 000 järveä.

Vedenlaatuosion kuormituslaskenta on dynaaminen. Mallin perusoletuksena on, että kuormitus on riippuvainen valunnasta. Mallissa lasketaan maa-alueelta päivittäin syntyvä kuormitus peruskartan maankäytön perusteella sekä määritetään muodostuvan valunnan määrä vuodenajoittain. Mallissa on kalibroidut parametrit, jotka määräävät valunnan pitoisuuden jokaiselle valuntaluokalle ja vuodenaikalle. Parametrit kalibroidaan vesistön vedenlaatuhavaintojen perusteella. Kun maa-alueelta muodostuva kuormitus on laskettu, lasketaan vesistöalueen yläjuoksulta alkaen jokaiseen järveen tuleva kuormitus, pitoisuus järvestä, sedimentaatio, sisäinen kuormitus ja lopulta lähtevä kuormitus. Kokonaistypen laskennassa otetaan huomioon lisäksi denitrifikaatio vesipinnasta ja kiintoaineen laskennassa sedimentaatio ja eroosio jokiuomassa. Vedenlaatulaskennan kalibroinnissa mallin laskemia pitoisuuksia verrataan havaittuihin arvoihin kaikissa vedenlaatuhavaintopisteissä. Siten malli simuloi pitoisuuksia kaikissa havaintopisteissä. Tarkemmat tiedot kalibroiduista vesistöalueista ovat vedenlaatuosion käyttöliittymässä.

Vesistömallijärjestelmän vedenlaatuosio tarjoaa hyvän työkalun kuormituksen arviointiin ja veden laadun ennustamiseen. Mallin kehittämistarpeet suuntautuvat erityisesti fosforin, typen ja kiintoaineen valuma-alueelta tapahtuvan huuhtouman kuvaukseen sekä ravinteiden kulkeutumiseen ja pidättymiseen liittyvien joki- ja järvi prosessien kuvaukseen sekä valuma-alueella ja järvestä tehtävien toimenpiteiden vaikutusarviointiin.

1) [www.ymparisto.fi/vesistoennusteet](http://www.ymparisto.fi/vesistoennusteet) [Viitattu 14.6.2010]

### 5.1.2

## Sisäisen kuormituksen arviointi

Järven sisäisen kuormituksen määrän mittaaminen ja arviointi on vaikeampaa kuin valuma-alueelta tulevan kuormituksen arviointi, koska sedimentin ja veden välinen ainevirta on kaksisuuntainen. Sisäisen kuormituksen syntymekanismeja on useita, mm. fosforin diffuusio sedimentistä veteen, tuuliresuspensio, kaasukonvektio ja bioturbaatio, ja niihin vaikuttavat järven ominaispiirteet (mm. Krogerus ja Ekholm 2003, Søndergaard ym. 2003, Nürnberg 2004, Väisänen 2009).

Sisäisen kuormituksen yhtenä tunnusmerkkinä voidaan pitää sitä, että vaikka ulkoinen kuormitus on selkeästi pienentynyt, kasvukauden ravinnepitoisuudet ovat selvästi suurempia kuin valuma-alueelta tuleva kuormitus antaisi olettaa. Myös kasvukauden aikana, kun tulovirtaamat ovat pieniä, tapahtuva järven veden fosforipitoisuuden kasvu on yleensä merkki sisäisestä kuormituksesta (Saarijärvi ja Sammalkorpi 2005). Rehevässä järvessä saattaa olla samanaikaisesti esim. tiheästä särkikalakannasta ja hapettomuudesta johtuvaa sisäistä kuormitusta. Tämän vuoksi suunnitteluvaiheessa on tärkeää järvikohtaisesti selvittää edes kohtalaisella tarkkuudella järven sisäistä kuormitusta aiheuttava mekanismi, jotta kunnostuksessa käytettävät toimenpiteet pystytään kohdistamaan oikein.

### 5.2

## Tavoitekuormituksen arviointi

Järvien kyky sietää kuormitusta riippuu sen luontaisesta tyypistä ja herkkyydestä kuormitukselle. Haasteena on, miten voidaan ennustaa kuormituksen vaikutuksia järven veden laatuun sekä mitoittaa riittävällä varmuudella tavoiteltava kuormitusvähennys, jotta toimenpiteiden ylimitoituksesta johtuvilta turhilta kustannuksilta vältytään ja asetettujen tavoitteiden saavuttamisesta voidaan olla varmempia. Ulkoisen kuormituksen riskitason ar-

vioinnilla voidaan haarukoida sitä, onko kunnostustoimenpiteitä järkevä kohdentaa ensisijaisesti valuma-alueelle vai järveen.

Tehokkaimmin kuormitusvähennyksen vaikutuksia voidaan ennustaa erilaisten mallien avulla. Paljon käytettyjä yksinkertaisia kuormitusmalleja ovat kehittäneet mm. Vollenweider (1968), Chapra (1975) ja Frisk (1987). Näillä mekanistisilla malleilla voidaan ennustaa järviveden ravinnepitoisuuksia tulevan kuormituksen perusteella. Tilastollisia menetelmiä on käytetty syy-seuraussuhteiden ennustamiseen, esim. järven leväbiomassan määrän riippuvuus ravinnepitoisuuksista. LakeState-mallilla voidaan ennustaa, miten muutokset järveen tulevassa kokonaisfosfori- ja kokonaistyyppikuormassa vaikuttavat järviveden ravinne- ja a-klorofylli-pitoisuuksiin sekä kasviplanktonbiomassaan (Malve 2007, Malve ym. julkaisematon). Tästä voidaan edelleen määrittää sellaiset ravinteiden tavoitekuormat, joilla tarkasteltavan järven veden laatu saataisiin vastaamaan hyvää tilaa (Pätynen 2009). Mallista on kehitetty Internet-selainpohjainen LakeLoadResponse (LLR)-työkalu, joka on käytössä ympäristöhallinnossa (tietolaatikko 7).

### 5.3

## Ravintoketjun tila

Järven ravintoketjut voivat vaikuttaa merkittävästi järven tilaan ja rehevyyteen. Särkikalat syövät suurikokoisia eläinplanktonlajeja, joiden biomassan vähentyessä suurikokoisten kasviplanktonien, esim. sinilevien, määrä saattaa kasvaa. Eläinplanktonin vähentyessä särkikalat alkavat etsiä ravintoa pohjasedimentistä ja sitä pöyhinessään vapauttavat ravinteita takaisin vesimassaan (Helminen ym. 1995). Ravintoketjukunnostuksen vaikutuksesta fosforipitoisuuden on havaittu laskeneen jopa 15–20 % (Søndergaard ym. 2000, Jeppesen ja Sammalkorpi 2002). Tietolaatikossa 8 on esitelty yhteistyössä KarTuTa-hankkeen kanssa tehdyn Karvianjärven ravintoketjutarkastelun ja Karvianjärvellä toteutetun allaskokeen tuloksia.

## TIETOLAATIKKO 7: LLR-TYÖKALU TAVOITEKUORMITUKSEN ARVIOINTIIN

LakeLoadResponse (LLR) -työkalu on kehitetty helpottamaan kuormituksen vaikutuksen arviointia. Työkalun taustalla on mekanistis-tilastollinen LakeState (LS)-malli, jolla voidaan ennustaa järvikohtaiset kuormitus-ravinnepitoisuus-klorofylli-biomassa-vasteet sekä estimoida järvikohtaiset tavoitekuormitukset. LakeState-mallissa yhdistyvät Chapran (1975) pääravinteiden pidättymismalli sekä a-klorofyllin ja kasviplanktonin biomassan regressiomallit (Malve 2007). LS-mallissa mekanistinen ja tilastollinen lähestymistapa on yhdistetty käyttäen Bayes-päätelyä ja MCMC-simulointimentelmiä (Markov Chain Monte Carlo). Näin ollen veden laadun ennustaminen ja ennusteen virheen arvioiminen sekä mallin avulla tehtävä järven hoitotoimenpiteiden mitoitus voidaan tehdä tilastollisin perustein (Malve ym. julkaisematon).

LLR-työkalu sisältää viisi erilaista mallia tavoitekuormituksen laskemiseksi eri parametrien suhteen ja se soveltuu yhden järvialtaan tavoitekuormituksen tarkasteluun. Mallin optimaalinen käyttö edellyttää, että tarkasteltavasta järvestä on vedenlaatuhavainnoja ja että järveen tuleva fosfori- ja typpikuorma voidaan määrittää. Mallin syöttötietoina käytetään havaintoaineiston pohjalta laskettuja viipymääjan keskiarvoja järveen tulevasta kuormituksesta (kg/d), järven ravinnepitoisuuksista ( $\mu\text{g/l}$ ) sekä järven luusuan virtaamasta ( $\text{m}^3/\text{s}$ ). Lisäksi kohdejärvestä tarvitaan tieto järven tilavuudesta, keskisyvyydestä ja järvityypistä. A-klorofylliennusteen laskemista varten tarvitaan myös kaikki yksittäiset kasvukauden kokonaisravinne- ja a-klorofyllipitoisuushavainnot (Pätynen 2009). Jos kohdejärvestä ei ole riittävästi havainnoja, mallin tulokset ovat epävarmempia.

Ravinnekuormituksen tarkka arvioiminen on usein työlästä tai jopa mahdotonta, mutta LakeState-mallin avulla voidaan saada käsitys kuormituksen prosentuaalisesta vähennystarpeesta jo melko karkeillakin kuormitusarvioilla (Pätynen 2009). Kuormitusvähennyksen vaikutus järven ravinnepitoisuuksiin ja muihin veden laadun mittareihin ei ole todellisuudessa niin suoraviivainen, vaikka useissa malleissa suhdetta käsitelläänkin lineaarisena. Erittäin rehevissä sisäkuormitteisissa järvissä ulkoisen kuormituksen vähentämisellä ei välttämättä pelkästään saada parannettua järven tilaa, vaan tarvitaan myös erilaisia järvessä tehtäviä kunnostustoimia. Sisäisen kuormituksen ei pitäisi aiheuttaa ongelmia LLR-malliajoissa, jos sen suuruus noudattelee ulkoisen kuormituksen vaihteluita. Jos sisäinen kuormitus on voimakasta ja epätasapainossa ulkoiseen kuormitukseen verrattua, voi mallissa esiintyä ongelmia (Pätynen 2009). LakeState-mallin kehitystyön kannalta aineiston saatavuus on oleellinen seikka, sillä järvissä tapahtuvan ravinteiden pidättymisen parametrisointia varten tarvitaan ravinnetase- ja järven ravinnepitoisuustiedot valtakunnallisesti kattavasta järvijoukosta (Huttula ym. 2009).

## TIETOLAATIKKO 8: KALASTON VAIKUTUS KARVIANJÄRVEN TILAAN

Karvianjoen vesistöalueen latvaosalla sijaitseva Karvianjärvi on matala ja runsasravinteinen järvi, jossa kesäisin esiintyy leväkukintoja. Järven keskimääräinen kasvukauden fosforipitoisuus on 2000-luvulla ollut  $85 \mu\text{g/l}$  ja järven kokonaistila-arvio on välttävä. Havainnot Karvianjärven heikosta veden laadusta sekä Karvian kalastuskunnan aikaisemmin tekemistä hoitokalastuksista viittaavat suureen särkikalojen määrään. Kun järven klorofylli-fosfori-suhde on korkea, kalat yleensä vaikuttavat järven veden laatuun ja ovat siten yksi tekijä, jonka kautta järven rehevyytasoon voidaan vaikuttaa.

Karvianjärvellä tehtiin allaskoe sekä koenuottoaus 2009 kesän ja alkusyksyn aikana yhteistyössä Suomen ympäristökeskuksen, Jyväskylän yliopiston ja Karvianjärven kalastuskunnan kanssa. Tutkimuksessa käytettiin kahta allasta tilavuudeltaan  $5 \text{ m}^2$ . Toiseen altaaseen lisättiin kahden viikon tyhjillään olon jälkeen (15.7.) 12 -17 cm:n mittaisia ja 19 - 36 g painavia särkiä 7 kpl ( $14\,000 \text{ kpl/ha}$ ), jotka olivat painoltaan noin 175 g. Toisessa altaassa ei ollut kaloja. Kalat siirrettiin tyhjänä olleeseen altaaseen 13.8. Altaiden veden laatua ja eläinplanktonin määrää seurattiin kokeen ajan. Kokeen tavoitteena oli selvittää, millainen vaikutus kalastolla on järven veden laatuun ja näkykö kalaston vaihto altaiden veden laadussa ennakoitulla tavalla.

Allaskokeen yhteydessä määritetyt eläinplanktonnäytteet osoittivat, että järven eläinplanktonissa oli erittäin vähän vesikirppuja ja kalojen saalistuksen väheneminen kalattomassa altaassa voimisti vesikirppuja ja kirkasti vettä. Nuottoauksen ja saalisotoksien tulos vahvisti allaskokeesta tehtyä johtopäätöstä siitä, että Karvianjärven leväkukintojen yksi tärkeä syy on ollut liian tiheä särkikalakanta. Edellä kuvattua koejärjestelyä voidaan käyttää hyväksi arvioitaessa kalaston vaikutusta järven tilaan.

## Hydrologis-morfologinen tilan arviointi

Kuormituksen lisäksi muu ihmistoiminta, kuten vesistöarokentaminen (padot, penkereet, ruoppaukset, yms.) sekä vesistöjen säännöstely, ovat muuttaneet elinympäristöjä järvissä. Ihmistoimin-

nan aiheuttamia muutoksia järven hydrologiassa ja morfologiassa voidaan tarkastella hydrologis-morfologisten kriteerien ja pisteytysten avulla (taulukko 2 ja 3).

Taulukko 2. Järvien hydrologis-morfologisen muuttuneisuuden arviointiasteikko. Prosenttiluvut ovat viitteellisiä ja vaativat tapauskohtaista harkintaa (Vuori ym. 2009).

	1. Keskimääräinen talvi- alenema <sup>(1)</sup> (m)	2. Keskimääräinen talvi- aleneman suhde keski- syvyyteen / vesipinta- alan muutos (%) <sup>(2)</sup>	3. Lasku <sup>(3)</sup> ja nosto <sup>(4)</sup> (m)		4. Muutetun/ rakennetun rantaviivan osuus järven rantaviivan kokonaispi- tuudesta (%)	5. Siltojen ja penke- reiden vaikutus	6. Vaellusesteet <sup>(5)</sup>
			Keskisyvyys nyt				
			< 1,2 m	> 1,2 m			
Erittäin suuri (4 pistettä)	> 3,0	> 50	> 1	> 1,5	> 20	Tapaus- kohtainen arviointi	Kalojen vaellus täysin estynyt
Suuri (3 pist.)	1,5-3	30-50	0,5-1	1-1,5	20-50	Tapaus- kohtainen arviointi	Kalojen vaellus lähes täysin estynyt
Melko suuri (2 pist.)	1,0–1,5	10-30	0,1-0,5	0,5-1	10-20	Tapaus- kohtainen arviointi	Kalojen vaellus osin estynyt tai vain jotkut kalat esim. lohi ja taimen voivat vaelttaa
Vähäinen (1 pist.)	0,5-1,0	< 10	< 0,1	< 0,5	< 10	Tapaus- kohtainen arviointi	Vain joidenkin lajien vaellukset ovat es- tynyt
Ei lainkaan (0 pist.)	< 0,5	0	0	0	< 5	Tapaus- kohtainen arviointi	Kaikki kalat ja vesi- eliöt voivat vaelttaa

- 1) Jäätymispäivän vedenkorkeudesta vähennetään jääpeitteisen kauden alin vedenkorkeus. Lasketaan keskiarvo esim. vuosilta 1995–2005. Vaikutusten arvioinnin pisteytyksessä otetaan huomioon vain jos tekijää 2 ei huomioida.
- 2) Molemmat tekijät arvioidaan. Vaikutusten arvioinnin pisteytyksessä otetaan huomioon vain jos tekijää 1 ei huomioida.
- 3) Vähintään vuoden 1970 jälkeen lasketut järvet otetaan huomioon. Tapauskohtaisesti arvioidaan tarve tarkastella myös vanhempiä järvien laskuja.
- 4) Tekojärvien kohdalla arviointiperusteena on veden nosto kuivalle maalle. Muutosten suuruus on kaikilla tekojärvilla erittäin suuri.
- 5) Arvioidaan tarvittaessa eri virtaamatilanteissa. Arvioinnissa voidaan ottaa huomioon myös se, kuinka suuri vaikutus vaellusesteellä on kalaston tilaan.

Taulukko 3. Järvien muuttuneisuusluokan määräytyminen hydrologis-morfologisten muutosten kokonaispisteiden perusteella (Vuori ym. 2009).

Muutospisteet	Hydrologis-morfologisen tilan muutos	Muuttuneisuusluokka
0-2	Erittäin vähäinen	0 erinomainen
3-5	Vähäinen	1 hyvä
6-7	Melko suuri	2 tyydyttävä
8-9	Suuri	3 välttävä
10-	Erittäin suuri	4 huono

Tietoa järvien rakenteellisista ja hydrologisista muutoksista on koottu ympäristöhallinnon Vesistötyöt (VESTY) -tietojärjestelmään. VESTY:ssä on hankekohtaisia tietoja vesistöissä tehdyistä toimenpiteistä ja rakenteista, kuten järvikunnostuksista, padoista, penkereistä ja pumppaamoista. Tietojärjestelmä toimii rakenteiden ja toimenpiteiden tietovarastona. Siinä on tehokkaat ja monipuoliset tiedonhakuominaisuudet ja karttapohjainen käyttöliittymä. Tällä hetkellä VESTYyn tallennettujen rakenteiden ja toimenpiteiden kokonaismäärä on lähes 40 000 kappaletta (Järvenpää 2009).

5.5

## Tilaan vaikuttavien tekijöiden suhteuttaminen

Painematriisilla voidaan arvioida ihmistoiminnan suhteellista merkitystä järven veden laatuun, biologisiin, hydrologisiin ja morfologisiin tekijöihin (taulukko 4). Tarkastelun tavoitteena on tunnistaa sellaiset järven tilaa muuttaneet tekijät, joihin vaikuttamalla voidaan parhaiten parantaa vesistön ekologista tilaa ja käyttökelpoisuutta. Arviointia voidaan käyttää apuna suunnittelun edetessä toimenpiteiden kohdentamisessa ja suunnittelussa.

Taulukko 4. Kuvitteellinen esimerkki matriisitarkastelusta ihmistoiminnan aiheuttamista muutoksista järven tilatekijöissä (muokattu Suomen ympäristökeskus 2009b pohjalta). (Keltainen = paineella on vähäinen haitallinen vaikutus tilatekijään, Punainen = paineella on merkittävä, konkreettinen vaikutus tilatekijään).

Ihmistoiminnan aiheuttamat muutokset		Fysikaalis-kemialliset laatutekijät						Biologiset laatutekijät			HyM-tekijät		
		Happipitoisuus	Fosforipitoisuus	Typpipitoisuus	Kiintoaineen määrä	Humus	Happamuus	Haitalliset aineet	Kasviplankton	Pohjaeläimet	Kalat	Hydrologia	Morfologia
<b>Haja-kuormitus</b>	Haja-asutuksen jätevedet												
	Maatalous												
	Metsätalous												
	Hulevedet												
	Laskeuma												
<b>Piste-kuormitus</b>	Turvetuotanto												
	Teollisuuden jätevedet												
	Yhdyskuntien jätevedet												
	Karjatalous												
<b>Morfologia ja hydrologia</b>	Padot												
	Tulvasuojelupenkereet												
	Rantojen suojaus												
	Vedenpinnan säännöstely												
<b>Vedenotto</b>	Yhdyskunnat												
	Teollisuus												
	Maatalous												
<b>Muu ihmis-toiminta</b>	Matkailu												
	Virkistyskäyttö												
	Kalastus												
	Maankuivatus												
	Tulokaslajit												

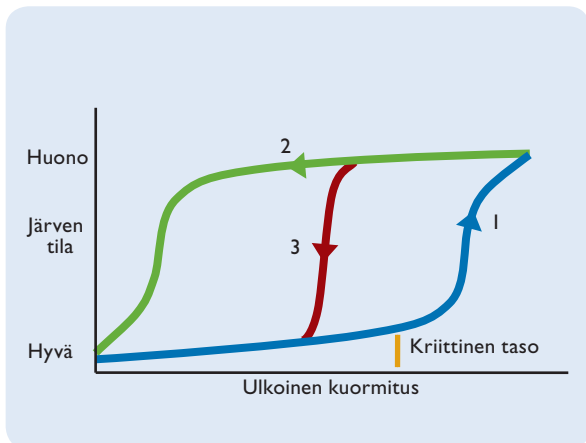
# 6 Kunnostustarpeen arviointi ja tavoitteiden asettaminen

6.1

## Kunnostustarpeen arviointi

Jos nykytilan arvioinnin perusteella järvi on hyvässä ekologisessa tilassa, ei kunnostukselle ole vesienhoidon näkökulmasta tarvetta, vaikka heikentyneiden virkistyskäyttömahdollisuuksien vuoksi kunnostustarvetta voi kuitenkin olla (esim. rantakunnostukset). Jos järven tila on hyvää huonompi, täytyy vesienhoitolain tavoitteiden mukaan tehdä toimenpiteitä tilan parantamiseksi.

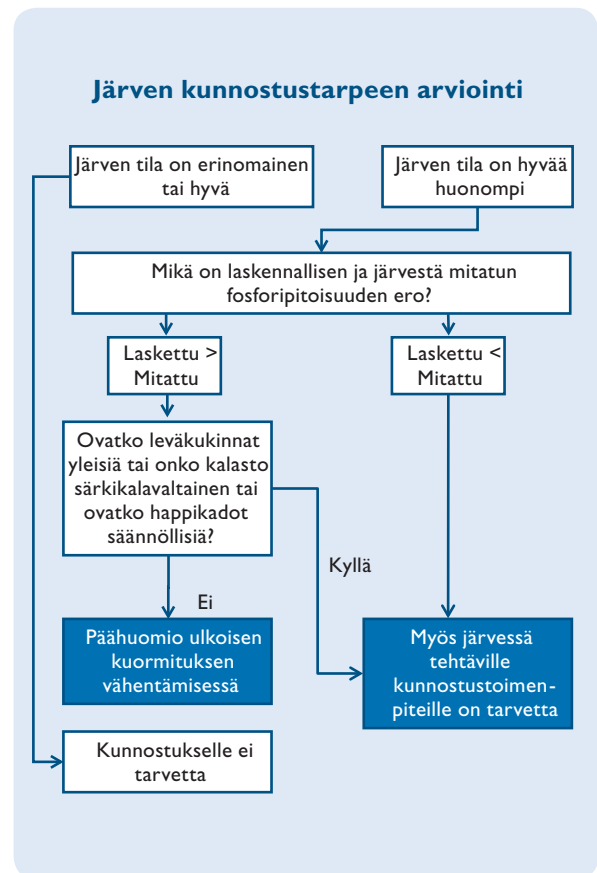
Järven tilan parantaminen vaatii usein toimenpiteitä sekä valuma-alueella että järvessä. Rehevöitymisongelmia alkaa esiintyä, kun järveen kohdistuva kuormitus ylittää kriittisen tason (kuva 5, nuoli 1). Vaikka ulkoista kuormitusta vähennetään alle kriittisen tason, järven tila ei välttämättä parane lineaarisesti kuormituksen pienenemisen myötä, vaan järven ravinnepitoisuudet voivat pysyä korkeampina, kuin ulkoisen kuormituksen perusteella laskettuna pitäisi olla. Tämä johtuu siitä, että järven pohjasedimentti ei enää pysty sitomaan enempää ravinteita tai pohjasedimentistä alkaa vapautua sinne jo sitoutuneita ravinteita takaisin veteen eli



Kuva 5. Järven rehevöitymiskehityksen ja toipumisen viiveet (muokattu Hosper 2005 pohjalta).

järvessä on sisäistä kuormitusta. Järven tila saattaa alkaa parantua vasta paljon kriittistä kuormitusta alhaisemmalla tasolla (kuva 5, nuoli 2). Järvessä tehtävillä toimenpiteillä voidaan nopeuttaa järven tilan paranemista (kuva 5, nuoli 3).

Seuraavan kaavion (kuva 6) avulla voidaan arvioida, pitäisikö kunnostustoimenpiteissä keskittyä valuma-alueelle vai tehdä toimenpiteitä myös järvessä.



Kuva 6. Menettelytapa kunnostustarpeen arvioimiseksi.

## Tavoitteiden asettaminen

Selkeiden ja realististen tavoitteiden asettaminen on järvikunnostuksen onnistumisen edellytys. Jos tavoitteet jäävät suunnitteluvaiheessa epämääräisiksi ja ristiriitaisiksi, ei kunnostuksen lopputulos yleensä vastaa sitä, mitä siltä odotettiin. Kunnostuksen tavoitteiden asettamista ohjaavat vesienhoitolain asettama hyvän ekologisen tilan tavoite, alueen luonto- ja suojeluarvot sekä sidosryhmien toiveet ja näkemykset. Usein eri lähtökohdista arvioidut tavoitteet voivat olla ristiriitaisia ja tavoitteiden asettamisessa joudutaankin tekemään kompromissiratkaisuja. Kunnostukselle asetettavien tavoitteiden tulee olla realistisia ja yhteisesti hyväksytyjä, eivätkä tavoitteet saa vaarantaa järven hyvää tilaa tai alueen suojelu- ja luontoarvoja. Tärkeää on, että asetettujen tavoitteiden toteutumista pystytään myöhemmin arvioimaan ennalta sovitulla mittareilla.

Kunnostukselle asetettujen tavoitteiden tulee kuvastaa etenkin järven vesi- ja ranta-alueiden omistajien, vesistön käyttäjien sekä myös rahoittajina toimivien tahojen näkemyksiä. Sidoryhmien järven kunnostukselle asettamia tavoitteita voidaan kerätä kyselyjen ja/tai haastattelujen

avulla esimerkiksi tilatavoitekyselyllä (Hagman ym. 2008). Kyselyssä sidosryhmiä pyydetään kuvaamaan omia toiveita ja odotuksia liittyen järven tavoiteltavaan tilaan, jonka saavuttaminen siintää ranta-asukkaiden mielessä huolimatta siitä, onko tilan saavuttaminen rahoituksen tai muiden tekijöiden kannalta edes mahdollista.

Järven hyvä ekologinen tila, järven eri käyttömuodot ja sidosryhmien tarpeet asettavat kunnostukselle erilaisia reunaehtoja ja tavoitteita, jotka voivat usein olla keskenään ristiriidassa. Järvien kunnostussuunnittelussa onkin erittäin tärkeää ensin pohtia tavoitteita ja vasta sen jälkeen keinoja, joilla tavoitteisiin voitaisiin päästä. Muun muassa Väisänen ja Lakso (2005) ovat esittäneet erään tavan arvioida niitä. Myös arvoperustaisen jäsentelyn (Keeney 1992) avulla voidaan tunnistaa ja jäsentää eri sidosryhmien tavoitteita (tietolaatikko 9). Menetelmä ottaa huomioon eri osapuolten tavoitteet ja tukee laajalti hyväksyttävissä olevien ratkaisujen löytymistä. Menetelmän avulla voidaan yhteensovittaa ristiriitoja eri lähtökohdista (ekologinen tila, järven virkistyskäyttäjä, vesivoiman tuottaja yms.) asetettujen tavoitteiden välillä. VeKuMe-hankkeessa jäseneltiin Hiidenveden kunnostuksen tavoitteita alustavasti arvoperustaisen ajattelumallin mukaisesti (tietolaatikko 10).

### TIETOLAATIKKO 9: ARVOPERUSTAINEN JÄSENTELY

Arvoperustainen jäsentely on systemaattinen menetelmä eri sidosryhmien tavoitteiden tunnistamiseen ja jäsentämiseen. Lähestymistavan lähtökohtana ovat ihmisen arvot. Olennainen kysymys on, kuinka niitä pitäisi käsitellä, jotta suunnittelun tai päätöksenteon laatu paranisi. Analysoimalla vaikeissa suunnittelutilanteissa jo varhaisessa vaiheessa arvoja perusteellisesti on mahdollista päätyä parempaan lopputulokseen kuin perinteisellä suunnittelulla. Siksi vesistön kunnostushankkeen suunnittelussa kannattaa lähteä liikkeelle eri osapuolten arvostuksista ja tavoitteista.

Arvoperustainen ajattelu tarjoaa vastakohtan ja vaihtoehdon ihmiselle luonteenomaiselle keino- tai vaihtoehtokeskeiselle ajattelulle. Keinokeskeisessä ajattelussa lähdetään liikkeelle joistakin ennalta määritetyistä ratkaisuvaihtoehdoista. Tällöin ongelmana on, että katsantokanta jää helposti kapeaksi, mikä vaikeuttaa uusien ratkaisujen löytämistä. Se voi myös kärjistä vastakkainasettelua ja johtaa ristiriitailanteen lukkiintumiseen, koska eri osapuolet etsivät perusteluita oman suosikkivaihtoehdonsa tueksi eivätkä niinkään pyri löytämään ratkaisua, joka olisi mahdollisimman hyvä kaikkien kannalta. Joissakin tapauksissa ristiriitailanteet eivät ole laenneet eri osapuolten sinnikkäistä yrityksistä huolimatta, koska eri ryhmittymät on muodostettu jonkin asian vastustamiseksi eikä osapuolten tavoitteiden edistämiseksi. Arvoperustaisessa jäsentelyssä keskeisiä tehtäviä ovat:

- tavoitteiden tunnistaminen,
- tavoitteiden jäsentäminen,
- tavoitteiden toteutumista kuvaavien mittareiden määrittäminen,
- vaihtoehtojen muodostaminen sekä
- vaikutusten suhteellisen toivottavuuden arviointi.

Tavoitteita tunnistettaessa voidaan hyödyntää muun muassa havaittuja ongelmia, yleisiä tavoitteita, esillä olevia vaihtoehtoja sekä eri näkökulmia ongelmaan.



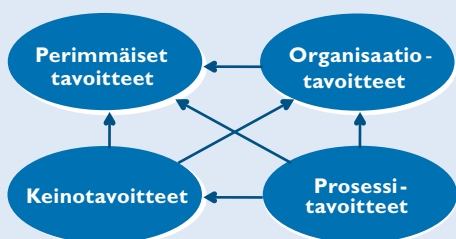
Seuraavat kysymykset ovat käyttökelpoisia tavoitteiden tunnistamisessa:

- minkälaisia ongelmia nykytilanteessa esiintyy tai mitä pitäisi muuttaa?
- miksi nykyinen tilanne ei ole hyvä?
- minkälaisia alueellisia tai valtakunnallisia tavoitteita on tarpeen ottaa huomioon?
- mikä tekee jostakin vaihtoehdosta toista vaihtoehtoa paremman?

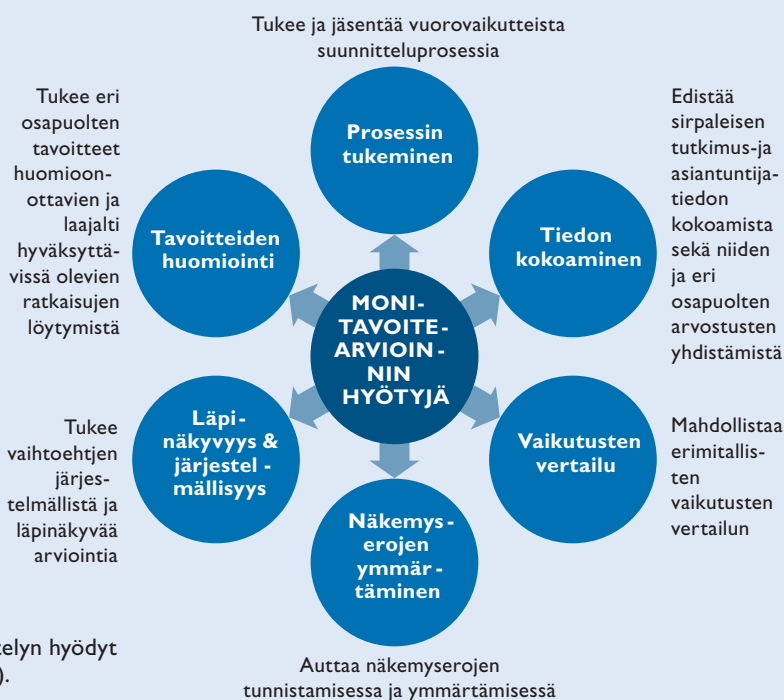
Tavoitteet voidaan jäsentää *perimmäisiin tavoitteisiin* sekä *keinotavoitteisiin*. *Perimmäiset* tavoitteet määrittävät keskeiset syyt sille, että henkilö on kiinnostunut päätöksen kohteena olevasta asiasta. Ne ovat usein itseisarvoja, ts. niiden kohdalla on vaikea vastata kysymykseen *Miksi?* Ne saattavat myös toistua samoina monissa eri päätöksentekotilanteissa. Esimerkiksi useimmissa ympäristöpäätösten tekotilanteissa yhtenä perimmäisenä tavoitteena on ihmisten terveyden turvaaminen. *Keinotavoitteet* ovat tavoitteita, joilla pyritään perimmäisiin tavoitteisiin. Ne kuvaavat sitä, missä määrin perimmäinen tavoite voidaan päätöksentekoympäristössä saavuttaa. Ympäristön pilaantumista koskevassa päätöksenteossa keinotavoitteena voi olla esimerkiksi jonkun ravinnosta ihmisten saaman haitallisen aineen määrän vähentäminen, jolla pyritään ihmisten terveyden turvaamisen perimmäiseen tavoitteeseen. Perimmäiset tavoitteet sekä keinotavoitteet on tärkeää tunnistaa ja erottaa toisistaan. Kun tähän on päästy, on ongelma jo hyvin pitkälle jäsenneilty. Keinotavoitteita voidaan käyttää hyödyksi ongelman mallintamisessa. Tärkeää on kuitenkin, että perimmäiset tavoitteet ohjaavat päätöksentekoa ja eri vaihtoehtojen vertailua.

Perimmäisten tavoitteiden ja keinotavoitteiden lisäksi voidaan tunnistaa myös suunnitteluun liittyviä *prosessitavoitteita*. Ne koskevat sitä, miten päätös tehdään. Vesistöjen kunnostuksessa tällaisia tavoitteita ovat esimerkiksi ajantasaisen tiedon käyttäminen ja paikallisten asukkaiden osallistaminen suunnitteluun. Neljäs tavoitetyyppi ovat *organisaatiotavoitteet*, jotka tarkoittavat sellaisia tavoitteita, joita osallistujan edustama organisaatio asettaa ratkaisulle esimerkiksi strategian, politiikan tai vakiintuneen käytännön muodossa. Tällainen tavoite voi olla esimerkiksi yhtiön imagon parantaminen, tai päätöksentekijän edustaessa valtiota yleisesti hyväksyttävissä olevan ratkaisun löytäminen. (Kuva 9.1)

Vaihtoehtojen muodostaminen on tärkeä ja usein liian vähälle huomiolle jäänyt vaihe. Tyypillistä on ankkuroituminen nykytilaan tai itsestään selviin ja tuttuihin vaihtoehtoihin, jolloin uudet ja mahdollisesti innovatiiviset vaihtoehdot voivat jäädä tunnistamatta. Arvoperustaisessa jäsentelyssä aikaisemmissa vaiheissa tunnistettuja tavoitteita voidaan hyödyntää vaihtoehtojen muodostamisessa esimerkiksi niin, että ensiksi määritetään kullekin tavoitteelle vaihtoehto, joka olisi sen kannalta erittäin toivottava. Tutkimusten mukaan yksittäisistä tavoitteista lähtevällä ja niitä yhdistelevällä lähestymistavalla voidaan luoda enemmän vaihtoehtoja kuin tarkastelemalla tavoitteita kokonaisuutena. Seuraavaksi tarkastellaan kahta tavoitetta kerrallaan ja luodaan vaihtoehto, joka olisi hyvä molempien kannalta jne. Lopuksi arvioidaan vaihtoehtoja ja vähennetään niiden määrää muodostamalla niistä toimenpideyhdistelmiä. Tällä tavalla edeten varmistetaan se, että kaikki tavoitteet otetaan huomioon muodostettavissa vaihtoehtoissa tai toimenpideyhdistelmissä. Arvoperustaisen jäsentelyn tuloksena syntyneitä tavoitteiden hierarkiaa, mittareita ja vaihtoehtoja voidaan analysoida esimerkiksi tietokoneavusteisen päätösanalyysin avulla. Lähestymistapa edesauttaa mm. vaihtoehtojen muodostamista ja vertailua, tiedon keruuta, sidosryhmäyhteistyön järjestämistä ja osapuolten välistä kommunikaatiota. (Kuva 9.2)



Kuva 9.1. Arvoperustaisessa ajattelussa tavoitteet jäsennellään perimmäisiin tavoitteisiin sekä niitä tukeviin keino-, prosessi- ja organisaatiotavoitteisiin.



Kuva 9.2. Arvoperustaisen jäsentelyn hyödyt (muokattu Keeney 1992 pohjalta).

## TIETOLAATIKKO 10: TAVOITTEIDEN JÄSENTELY HIIDENVEDEN KUNNOSTUSHANKKEESSA

Hiidenvesi-hankkeessa *perimmäiset tavoitteet ja keinotavoitteet* on jaettu kolmeen osa-alueeseen: (1) Taloudelliset ja poliittiset tavoitteet, (2) Sosiaaliset/terveys tavoitteet sekä (3) ympäristötavoitteet:

Perimmäiset tavoitteet ja keinotavoitteet		
1. Taloudelliset ja poliittiset tavoitteet	2. Sosiaaliset/terveys tavoitteet	3. Ympäristötavoitteet
1.1. Alueen taloudellisen hyvinvoinnin lisääminen 1.1.1. Yritystoiminnan edellytysten parantaminen 1.1.2. Kuntien verotulojen lisääminen 1.2. Alueen houkuttelevuuden/ vetovoimaisuuden lisääminen 1.2.1. Alueen maineen kohentaminen 1.3. Vesistön tilasta riippuvien omaisuusarvojen lisääminen/säilyttäminen 1.3.1. Rantakiinteistöt, maan arvo 1.4. Kunnostustoimenpiteiden kustannustehokkuuden maksimointi	2.1. Virkistyskäyttöarvon parantaminen 2.1.1. Kalastus, veneily, uinti, retkeily 2.2. Terveyshaittojen vähentäminen 2.3. Leväkukintojen vähentäminen 2.4. Hiidenveden tilaa ja siihen vaikuttavia tekijöitä koskevan tietoisuuden parantaminen	3.1. Monipuolisten luonto- ja maisema-arvojen ylläpitäminen ja parantaminen Hiidenveden valuma-alueella ja alapuolisessa vesistössä 3.1.1. Kalasto, linnusto, muu eläimistö, kasvisto, suojelualueet 3.2. Hiidenveden hyvän ekologisen tilan saavuttaminen ja säilyttäminen 3.2.1. Pohjaeläimet, kalat, vesikasvit, kasviplankton 3.3. Vedenoton turvaaminen 3.3.1. Helsingin veden varavesilähteen laadun turvaaminen 3.4. Tuotetaan uutta tietoa/parannetaan ymmärrystä vesistöjen tilasta ja niihin vaikuttavista tekijöistä

Näiden lisäksi kunnostushankkeen suunnitteluun liittyy myös *prosessi- ja organisaatiotavoitteita*, jotka kuvaavat niitä tekijöitä, jotka edesauttavat hankkeen onnistumisessa ja sitä kautta vaikuttavat perimmäisten tavoitteiden saavuttamiseen:

### Prosessi- ja organisaatiotavoitteita

1. Pysyvän toimintamallin luominen järven ja valuma-alueen kunnostukseen ja ylläpitoon
  - 1.1. Riittävän rahoituspohjan varmistaminen kunnostukselle ja ylläpidolle
  - 1.2. Selvittää kunnostuksen jatkamismahdollisuuksia säätiömallin mukaisesti
2. Kaikkien merkittävien tahojen sitouttaminen kunnostustoimintaan (systemaattinen tunnistaminen)
  - 2.1. Kunnat ja viranomaiset
  - 2.2. Kalastusalue, osakaskunnat
  - 2.3. Maanomistajat, yhdistykset, yritykset, yksityiset
3. Merkittävän valtakunnallisen kunnostushankkeen statuksen saavuttaminen
4. Osallistuminen ja yhteistyö merkittävien valtakunnallisten tutkimushankkeiden kanssa
5. Ulkopuolisella rahoituksella toimivien tutkimushankkeiden ja -projektien kohdentuminen Hiidenvedelle
6. Osallistuminen ennaltaehkäisevään vesienpuhdistukseen (maankäytön suunnittelu, maatalous)
7. Valmiuksien parantaminen erilaisten uhkien torjuntaan/muutoksiin yllättävissä tilanteissa
8. Yhteistyön lisääminen maatalousharjoittajien kanssa uusien ympäristötuen muotojen käytön lisäämiseksi
9. Intressi- ja vaikuttajatahojen osallistuminen työryhmään ja suunnitteluun
  - 9.1. Teema/infotilaisuuksien järjestäminen

## 7 Toimenpiteiden tunnistaminen ja arviointi

7.1

### Toimenpiteiden tunnistaminen

Kunnostustoimenpiteiden, joita kunnostettavalle kohteelle suunnitellaan, on sovelluttava juuri kyseiselle järvelle ja niiden on tuettava asetettuja tavoitteita. Jos kunnostustarvetta arvioitaessa (kts. esim. kuva 6) on todettu, että järven tila voisi parantua vähentämällä pelkästään ulkoista kuormitusta, voidaan kunnostustoimenpiteet suunnata pääosin valuma-alueelle. Jos taas on todettu järven kärsivän myös sisäisestä kuormituksesta, järven tilan parantamisen nopeuttamiseksi joudutaan suunnittelemaan toimenpiteitä myös järveen.

Vesienhoidon suunnittelua varten on koottu kattavat taulukot erilaisista vesiensuojelu- ja kunnostusmenetelmistä (Suomen ympäristökeskus 2010). VEHO-ohjelman hankkeista uutta tietoa maa- ja metsätalouden kuormituksesta ja niiden vähentämismenetelmistä saadaan mm. KuVe-, SeMaTo- ja HaMe-hankkeista. Seuraavissa taulukoissa (5 ja 6) on esitetty yhteenveto järvikunnostusmenetelmistä, niiden tavoitteista, soveltuvuudesta ja tärkeimmistä vaikutuksista.

Taulukko 5. Järvikunnostusmenetelmien tavoitteet, soveltuvuus ja tärkeimmät vaikutukset.

Toimenpide	Tavoite	Soveltuvuus	Tärkeimmät vaikutukset
<b>Rehevyyttä vähentävät toimenpiteet</b>			
<b>Hapetus</b>	Sisäisen kuormituksen vähentäminen.	Rehevät järvet.	Fosforin vapautuminen järven pohjasta vähenee ja happipitoisuus paranee.
<b>Ravintoketju-kunnostus</b>	Levien määrän ja sisäisen kuormituksen vähentäminen ja kalakannan rakenteen parantaminen.	Rehevät ja lievästi rehevät järvet. Ennaltaehkäisevä toimenpide lievästi rehevissä järvissä.	Levämäärä vähenee, fosforipitoisuudet pienenevät ja näkösyvyys kasvaa.
<b>Fosforin kemiallinen saostus</b>	Veden fosforipitoisuuden vähentäminen.	Järvet, joilla on pitkä viipymä.	Fosforipitoisuus pienenee, levät vähenevät, vesi kirkastuu, uposlehtiset vesikasvit leviävät.
<b>Alusveden poistaminen</b>	Alusvedessä olevien ravinteiden poistaminen ja alusveden happitalouden parantaminen.	Soveltuu lämpötilakerrostuneisiin järviin, joissa alusveden tilavuus on suuri suhteessa järven tilavuuteen.	Alusveden fosforipitoisuus alenee ja täyskiertojen aikana siirtyy vähemmän fosforia päällysveteen.
<b>Lisävesien johtaminen</b>	Veden vaihtuvuuden ja laadun parantaminen.	Järvet, joilla on pitkä viipymä.	Veden ravinnepitoisuus pienenee ja happipitoisuus voi kasvaa. Viipymä lyhenee.

Taulukko jatkuu

Toimenpide	Tavoite	Soveltuvuus	Tärkeimmät vaikutukset
<b>Monitavoitteiset toimenpiteet</b>			
<b>Vesikasvillisuuden vähentäminen</b>	Umpeenkasvun estäminen, veneily-, uinti- ja kalastusmahdollisuuksien parantaminen.	Kaikki järvet.	Veden vaihtuvuus paranee ja elinolosuhteet kalanpoikasille ja pieneliöstölle voivat parantua. Rantavyöhykkeen hapenkulutus voi pienentyä.
<b>Rantojen ruoppaus</b>	Vesisyvyyden lisääminen, vesikasvien poistaminen ja veden virtauksen parantaminen.	Kaikki järvet.	Vesisyvyys lisääntyy, veden vaihtuvuus paranee ja vesikasvillisuus vähenee.
<b>Avovesialueiden syventäminen, ruoppaus</b>	Liettymien poisto, liettymisen estäminen.	Mataloituneet tai umpeenkasvatat järvet.	Vesisyvyys lisääntyy, veden vaihtuvuus paranee ja vesikasvillisuus vähenee.
<b>Vedenpinnan nosto</b>	Umpeenkasvun estäminen ja happitalouden parantaminen, veneily-, uinti- ja kalastusmahdollisuuksien ja vesilintujen olosuhteiden parantaminen.	Lasketut ja matalat järvet, lintujärvet.	Vesikasveista vapaa pinta-ala lisääntyy ja järven happivaranto kasvaa. Veden vaihtuvuus voi parantua.
<b>Tilapäinen kuivattaminen</b>	Tiivistää ja kiinteyttää järven pohjasedimenttiä.	Pienet ja matalat järvet, joissa tulovirtaama on pieni ja pohjassa ei ole runsaasti orgaanista ainetta.	Kalaston rakenne muuttuu, vesikasvillisuus ja resuspensio vähenevät.
<b>Voimakasta sisäistä kuormitusta aiheuttavien pohjasedimenttien käsittely</b>			
<b>Sedimentin kipsaus</b>	Sisäisen kuormituksen vähentäminen.	Rehevät syvät ja pienet järvet, joissa ongelmat johtuvat pääasiassa sisäisestä kuormituksesta.	Veden ravinne- ja kiintoainepitoisuudet alenevat.
<b>Savipeitto</b>	Sisäisen kuormituksen vähentäminen.	Rehevät järvet, joissa ongelmat johtuvat pääasiassa sisäisestä kuormituksesta.	Fosforin sisäinen kuormitus vähenee.
<b>Pohjasedimentin pöyhintä</b>	Sisäisen kuormituksen vähentäminen.	Erittäin rehevät pienet ja matalat järvet, joissa pohjan orgaanisen aineen pitoisuus on korkea.	
<b>Happamoitumisen torjunta</b>			
<b>Kalkitus</b>	Happamoitumisen torjunta.	Happamoituneet järvet, joilla on pitkä viipymä.	Veden pH nousee ja metallien vapautuminen sedimentistä vähenee. Eliöyhteisön rakenne, lajimäärät ja monimuotoisuus palautuvat ja sammat vähentyvät.

Taulukko 6. Arvio eri kunnostusmenetelmien soveltuvuudesta järven suurimman syvyyden ja teoreettisen viipymän mukaan (Väisänen ja Lakso 2005). Syvällä järvellä tarkoitetaan kauttaaltaan syvää ja lämpötilakerrostuvaa järveä, jossa ei ole käyttöä haittaavia laajoja matalia ranta-alueita. Pitkän ja lyhyen viipymän raja on noin vuosi. Taulukon merkinnät: ++ = Menetelmä soveltuu hyvin kyseisen tyyppiselle järvelle, + = Menetelmä soveltuu kyseisen tyyppiselle järvelle. - = Menetelmä ei soveltune kyseisen tyyppiselle järvelle, ? = Menetelmän soveltuvuudesta kohteeseen ei ole varmuutta.

Kunnostusmenetelmä	Syvä		Matala	
	Pitkä viipymä	Lyhyt viipymä	Pitkä viipymä	Lyhyt viipymä
Hapetus	++	+	+	?
Ravintoketjukunnostus	+	+	++	+
Fosforin kemiallinen saostus	++	?	+	?
Alusveden poistaminen	++	+	-	-
Ruoppaus	-	-	+	+
Vedenpinnan nosto	-	-	+	+
Vesikasvillisuuden poistaminen	-	-	+	+
Kalkitus	++	+	+	-

VeKuMe-hankkeessa on tehty lisätutkimuksia tilapäisen kuivatuksen pitkäaikaisvaikutuksista (Lehto 2009, tietolaatikko 11) ja yhteistyössä VeKuMen

kanssa on tutkittu pohjasedimentin kemikaloinnin vaikutuksista järven sisäisen kuormituksen (Väisänen 2009, tietolaatikko 12).

## TIETOLAATIKKO 11: JÄRVEN TILAPÄINEN KUIVATTAMINEN

Arto Lehto tutki opinnäytetyössään (2009) Utajärvellä sijaitsevan Särkijärven väliaikaisen kuivatuksen vaikutuksia järven tilaan ja virkistyskäyttöön. Järvi tyhjennettiin talvella 2000–2001 ja vesitettiin uudelleen keväällä 2002. Tutkimus kunnostuksen vaikutuksista toteutettiin viisi vuotta uudelleen vesittämisen jälkeen.

Tutkimustulosten perusteella Särkijärvi on yleistilaltaan parempi kuin ennen kuivatusta, vaikka järvi edelleen on matala, tummavetinen ja ravinnepitoisuuksiltaan rehevä. Kuivatuksen jälkeen Särkijärven sedimentti on tiivistynyt, kiinteytynyt ja sedimentin resuspensio on vähentynyt. Selkeimmin kuivatuksen vaikutukset näkyvät Särkijärven veden samentumisen ja veden kiintoaineksen vähentymisenä sekä keskimääräisen fosforitason laskuna. Myös kasvillisuus on selkeästi vähentynyt.

Uudelleen vesittämisen jälkeen Särkijärveen on muodostunut särkikalavaltainen kalakanta, joka tutkimusten mukaan todennäköisesti nostaa järven kesäaikaisia fosfori- ja a-klorofyllipitoisuuksia. Kuivatuksen jälkeen tulisivat erityisesti kiinnittää huomioita kalaston istutuksiin sekä tarvittaessa tehdä jatkuvia hoito- toimenpiteitä, kuten hoitokalastusta ja vesikasvien niittoa.

Kuivattamisen jälkeen on tärkeää analysoida järven sedimentin laatua. Sedimentin rauta-fosforisuhdetta tarkastelemalla, voidaan arvioida sedimentin kykyä sitoa fosforia. Särkijärvellä tehdyissä sedimenttitutkimuksissa havaittiin, että liukoisen fosforin määrä sedimentissä lisääntyi, kun sedimentin rauta-fosforisuhde laski alle 20:n.

Tehdyn tutkimuksen mukaan väliaikainen kuivatus on tehokas menetelmä pienten, matalien järvien kunnostamiseen, kunhan ulkoista kuormitusta vähennetään riittävästi ja huolehditaan uuden kalaston rakenteesta järven kunnostuksen jälkeen.

## TIETOLAATIKKO 12: POHJASEDIMENTIN KEMIKALOINTI

Tero Väisänen tutki väitöskirjatyössään (2009) sedimentin kemikaalikäsitteilyn soveltuvuutta sisäkuormitteisen järven kunnostusmenetelmäksi. Tutkimuksessa keskityttiin sedimentin kemikaalikunnostuksen mitoituksen optimointiin sekä kunnostuksen tuloksellisuuden arvioimiseen.

Tutkimustulosten mukaan sedimentin kemikaloinnilla voidaan sitoa järvessä kiertävää fosforia sedimenttiin, mutta pysyvää sedimentin fosforinsidontakykyä kertaluontoisella kemikaloinnilla ei saavuteta. Järven sisäinen kuormitus hetkellisesti hidastuu, mutta ei lopu sedimentin kemikalointiin. Kemikalointi tulee tehdä pienin kerta-annoksina useana vuonna peräkkäin ja sedimentin pH:n tulisi olla 6–8 läpi vuoden. Tällöin kemikaali varastoi sitomansa fosforin sedimenttiin. Kemikaalikunnostuksen tärkeimmät mitoitustekijät ovat kemikaalin pH-vaste vesimassaan ja sedimenttiin sekä sidottavissa oleva fosforimäärä kunnostettavassa järvessä.

Tutkimuksen mukaan PAX-18-kemikaali ja vastaavat liuosmaiset alumiini- ja rautakemikaalit eivät ole ensisijaisia järvikunnostuskemikaaleja. Ne on kehitetty juoma- ja jäteveden puhdistamiseen, eli sitomaan nopeasti fosforia ja orgaanista ainetta. Sitä vastoin laboratoriokokeen tulosten perusteella rakeiset adsorptio-kemikaalit, kuten Kemiran CFH0818, sitovat sedimentin fosforia itseensä ilman merkittäviä happamointivaikutuksia.

Järvikunnostuksen tuloksellisuutta voidaan arvioida mittaamalla sedimentissä vapaana oleva fosfaattimäärä ja sedimentin hapetustila, happamuus sekä määrittämällä sedimentin fosforinsidontakyky. Mittaukset on tehtävä ennen kunnostustoimia ja niiden jälkeen. Näiden mittausten perusteella voidaan kunnostustoimien tuloksellisuutta arvioida varsin luotettavasti. Tulosten käyttöä rajoittavat lähinnä muuttuvat prosessiolosuhteet eri vuodenaikoina ja toistaiseksi riittävän vertailuaineiston puute. Järvikunnostuksen tuloksellisuuden arvioimiseksi on tiedettävä kohdekohtaisesti, miksi, milloin ja mistä mitataan, jotta arvio on luotettava.

## Toimenpiteiden arviointi

Toimenpiteiden valinta vaatii yksittäisten toimenpiteiden vaikutusten, kustannusten ja toteutettavuuden monipuolista tarkastelua. Järven rehevyyttä vähentävien vesiensuojelu- ja kunnostus-

toimenpiteiden alustavassa arvioinnissa voidaan hyödyntää samanlaista matriisitarkastelua kuin ihmistoiminnan vaikutusten arvioinnissa (taulukko 7, vrt. luku 5.4).

Taulukko 7. Esimerkkitaulukko järven kunnostustoimenpiteiden vaikutusten arviointiin eri laatutekijöiden suhteen (muokattu Suomen ympäristökeskus 2009b pohjalta). Vaikutusarvioissa voi käyttää esim. asteikkoa + = toimenpide on melko tehokas, ++ = toimenpide on tehokas. Taulukkoon voi merkitä myös, jos jollakin toimenpiteellä on negatiivisia vaikutuksia johonkin laatutekijään.

← Toimenpiteet	Vaikutukset tilamuuttujiin→	Fysikaalis-kemialliset						Biologiset				HyMo-	
		laatutekijät						laatutekijät				tekijät	
		Happipitoisuus	Fosforipitoisuus	Typipitoisuus	Kiintoaineen määrä	Happamuus	Haitalliset aineet	Vesikasvit	Kasviplankton	Pohjelaimet	Kalat	Hydrologia	Morfologia
Peltoviljely	Alunamaat	Optimaalinen lannoitus											
		Kevennetty muokkaus											
		Suojavyöhykkeet											
		Laskeutusaltaat											
	Kosteikot												
	Kalkkisuodinojitus												
	Säätösalaajitus												
	Kuivatusolojen säätö												
Turve- tuotanto	Kuivatettujen alueiden vesittäminen												
	Peltojen käyttötarkoituksen muutos												
Metsä- talous	Sarkaojat												
	Laskeutusaltaat												
	Pintavalutus												
	Kemiallinen käsittely												
	Virtaaman säätö												
Haja- asutus	Kevennetyt muokkausmenetelmät												
	Suojavyöhykkeet												
	Pintavalutus												
	Laskeutusaltaat ja -kuopat												
	Kosteikot												
Järvikunnostus	Kuivakäymälät												
	Liittyminen viemäriin												
	Kylien yleispuhdistamot												
	Maaperäkäsittely												
	Pienpuhdistamot												
	Hapetus												
	Ravintoketjukunnostus												
	Fosforin kemiallinen saostus												
	Alusveden poistaminen												
Lisävesien johtaminen													
Vesistö- raken- teet	Vesikasvillisuuden vähentäminen												
	Vedenpinnan nosto												
	Tilapäinen kuivattaminen												
	Sedimentin kipsaus												
Vesistö- raken- teet	Kalkitus												
	Kalojen kulkumahdollisuuksien parantaminen												
Vesistö- raken- teet	Säännöstelyn muutos												

Valuma-alueella tehtävien viljelykäytäntöjen muutosten ja maatalouden vesiensuojelutoimenpiteiden vaikutuksia kuormitukseen voidaan arvioida esimerkiksi VIHMA-mallin avulla (Puustinen ym. 2010, tietolaatikko 13). Sillä voidaan myös vertailla ja priorisoida maatalouden toimenpiteitä (viljelykäytännöt, suojavaoähykkeet, kosteikot, laskeutusaltaat).

Vesienhoidon suunnittelua varten kootuista taulukoista (Suomen ympäristökeskus 2010) ja Järvien kunnostus-oppaasta (Ulvi ja Lakso 2005) löytyy tietoa vesiensuojelu- ja kunnostusmenetelmien kustannuksista. Arvioita järvikunnostusmenetelmien investointi- ja käyttökustannuksista on esitetty taulukossa 8.

### TIETOLAATIKKO 13: VIHMA-TYÖKALU

VIHMA-työkalulla voidaan arvioida valuma-alueen pelloilta tulevan kiintoaine- ja ravinnekuormituksen tasoa ennen vesiensuojelutoimenpiteiden käyttöönottoa, jo toteutetuilla toimenpiteillä sekä arvioida lisätoimenpiteiden tarvetta ulkoisen kuormituksen vähennystavoitteen saavuttamiseksi. Toimenpiteiden vaikutuksia arvioidaan lisäämällä ja/tai kohdentamalla valuma-alueella uusia toimenpiteitä.

VIHMA laskee peltoalueilta tulevan kuormituksen peltojen kaltevuusluokittain sekä viljelymenetelmin. Työkalulla voidaan arvioida eri toimenpiteiden ympäristötukikustannuksia. Laskentamallissa käytetyt kuormitusarvot perustuvat pitkäaikaisiin suomalaisiin koekenttä- ja kosteikkotutkimuksiin. Työkalussa pellot on luokiteltu maalajin, kaltevuuden, viljelykasvien ja P-luvun mukaan erilaisiin luokkiin, joille kullekin on asetettu kiinteä kuormitusarvo. Lähtötietoina työkalun käyttäjän täytyy selvittää seuraavat tarkasteltavan valuma-alueen ominaisuudet:

- peltojen kaltevuusjakauma
- peltojen käyttömuodot
- peltojen fosforiluvut (P-luvut)
- peltojen maalaji ja
- nykyiset vesiensuojelumenetelmät (suojavaoähykkeet ja kosteikot)

Peltojen kaltevuusjakauma voidaan arvioida esimerkiksi kansallisen, tällä hetkellä tarkimman koko maan kattavan korkeusmallin DEM:in (25\*25 m<sup>2</sup>) sekä Corine Land Cover -maankäyttöaineiston peltopinta-alan avulla eri paikkatietoanalyysillä. Peltojen käyttömuodot voidaan arvioida Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskuksen (Tike) tilastoiman tiedon avulla. Viljelykasvien peltolohkokohtainen paikkatietoaineisto on saatu ympäristöhallinnon käyttöön ja aineistoa voi soveltaa tietyin rajoituksin vesienhoidon suunnittelussa sekä tutkimushankkeissa. Tiken tuottamia yleistettyjä maatalous- ja elintarvikealan tilastoja työvoima- ja elinkeinokeskuksittain voi ladata ilmaiseksi sähköisestä Matilda-tietopalvelusta<sup>1)</sup>. Paikkatiedon puuttuessa peltojen viljelykäytön voi olettaa jakautuvan samalla tavalla kaikissa kaltevuusluokissa. Peltojen P-luku on saatavissa mm. Viljavuuspalvelusta. Suuntaa-antavaa tietoa kuntakohtaisesta P-lukujakaumasta ja vallitsevasta maalajista voi ladata ilmaiseksi käyttöönsä Viljavuuspalvelun Tuloslaarista<sup>2)</sup>. P-lukujen voi olettaa jakautuvan kaltevuusluokkiin suhteellisesti samalla tavalla, ellei tarkempaa tietoa ole saatavilla. Tulosten tarkkuuden parantamiseksi P-lukujen kuntakohtaisen tiedon sijasta olisi tärkeää saada käyttöön tarkemmassa mittakaavassa olevat P-luvut.

Työkalun kuormitusarvot ovat mallin tietopohja ja se laskee kuormituksen ja toimenpiteiden vaikutusten suuruusluokkia. Kovin pienillä alueilla arviot luonnollisesti voivat poiketa todellisesta kuormituksesta. Puutteita lähtöarvoissa on mm. eloperäisissä maissa. Työkalun käyttöliittymä on toteutettu Excel-pohjaisena ja se on vielä kehitysvaiheessa. SeMaTo- ja KuVe-hankkeissa on VIHMA-mallia sovellettu kolmelle valuma-alueelle ja arvioitu niillä erilaisten toimenpiteiden vaikutuksia valuma-alueen kuormitukseen.

1) [www.matilda.fi](http://www.matilda.fi) [Viitattu 14.6.2010]

2) [www.tuloslaari.fi](http://www.tuloslaari.fi) [Viitattu 14.6.2010]

Taulukko 8. Eri järvikunnostusmenetelmien investointi- ja käyttökustannuksia.

Toimenpide	Menetelmän käyttötarve	Investointikustannukset	Käyttökustannukset
<b>Rehevyyttä vähentävät toimenpiteet</b>			
Hapetus	Jatkuva	1000-5000 €/kW	100-200 €/ha
Ravintoketjukunnostus	Toistuva	Sis. käyttökustannuksiin	100-350 €/ha
Fosforin kemiallinen saostus	Toistuva	2000-3000 €/ha/saostuskerta	Ei käyttökustannuksia
Alusveden poistaminen	Jatkuva	Tapauskohtainen	Painovoimaisessa alusveden johtamisessa ei ole käyttökustannuksia
Lisävesien johtaminen	Jatkuva	Tapauskohtainen	Painovoimaisessa lisävesien johtamisessa ei ole käyttökustannuksia
<b>Monitavoitteiset toimenpiteet</b>			
Vesikasvillisuuden vähentäminen	Toistuva	Sis. käyttökustannuksiin	300-400 €/ha
Rantojen ruoppaus	Kertaluonteinen	2-20 €/m <sup>3</sup>	Ei käyttökustannuksia
Avovesialueiden syventäminen, ruoppaus	Kertaluonteinen	2-20 €/m <sup>3</sup>	Ei käyttökustannuksia
Vedenpinnan nosto	Kertaluonteinen	1000 € /patoharjametri	Ei käyttökustannuksia
Tilapäinen kuivattaminen	Kertaluonteinen	Tapauskohtainen	Ei käyttökustannuksia
<b>Voimakasta sisäistä kuormitusta aiheuttavien rajattujen alueiden käsittely</b>			
Sedimentin kipsaus	Toistuva	3500 €/ha (järvestä käsitellään vain hapeton pohja)	Ei käyttökustannuksia
Savipeitto	Toistuva	14000 €/ha (järvestä käsitellään vain hapeton pohja)	Ei käyttökustannuksia
Pohjasedimentin pöyhintä	Toistuva	Sis. käyttökustannuksiin	1200-1500 €/ha (anaerobisella menetelmällä) 400 €/ha (yhdistettynä kemikaalikäsittelyyn)
<b>Happamoitumisen torjunta</b>			
Kalkitus	Toistuva	75 €/tonni	Ei käyttökustannuksia

Aiemmin kunnostushankkeita suunniteltaessa ei ole juurikaan kiinnitetty huomiota toimenpiteiden kustannustehokkuuteen. Taloustieteellisen määrittelyn mukaan kustannustehokkuus on asetetun tavoitteen saavuttamista vähimmillä mahdollisilla kustannuksilla. Eri hankkeissa on kehitetty menetelmiä ulkoisen kuormituksen vähentämistoimenpiteiden kustannustehokkuuden arvioimiseen. Tieto ja arviointimenetelmät ovat kehittyneet selvästi viime aikoina. Kuitenkin kattavassa vesistön tilan parantamishankkeessa pitäisi ottaa kustannustehokkuustarkastelussa huomioon valuma-alue-toimenpiteiden lisäksi myös järvestä tehtävät kunnostustoimenpiteet. Tämä on kuitenkin erittäin hankalaa, koska ulkoinen ja sisäinen kuormitus poikkeavat luonteeltaan hyvin paljon toisistaan. Ulkoisen kuormituksen määrä ja eri toimenpiteiden vaikutukset kuormitukseen on melko helppo

arvioida tai mitata. Sisäinen kuormitus on taas kaksisuuntaista ravinteiden kiertokulkua järven veden ja sedimentin välillä, ja on hyvin vaikea yksiselitteisesti arvioida jonkin kunnostustoimenpiteen vaikutus, esim. pysyvästi kiertokulusta poistuneen ja sedimenttiin sitoutuneen fosforin määrä. Lisäksi järvikunnostuksissa käytetään usein eri toimenpiteiden yhdistelmiä, jolloin yksittäisen toimenpiteen vaikutusta on erittäin hankalaa arvioida. Siksi tällä hetkellä järvestä tehtävien toimenpiteiden kustannustehokkuutta ei voida arvioida luotettavasti, vaan tarvitaan lisätutkimuksia.

Osana VeKuMe-hanketta on kehitetty KUTOVA-työkalua, jolla voidaan arvioida valuma-alueella tehtävien maatalouden, haja-asutuksen ja turvetuotannon vesiensuojelutoimenpiteiden kustannustehokkuutta yli sektoreiden (Kunnari 2008, tietolaatikko 14).



## TIETOLAATIKKO 14: KUTOVA-työkalu

Kustannustehokkaiden toimenpiteiden valintatyökalu (KUTOVA) on Excel-työkalu, jonka tarkoituksena on tukea kustannustehokkaan vesienhoitotoimenpiteiden yhdistelmän muodostamista yli sektoreiden (Kunnari 2008). KUTOVA-työkalun avulla voidaan määrittää eri toimenpideyhdistelmiä, joiden avulla haluttu fosforikuormituksen vähentämistavoite saavutetaan pienimmin mahdollisin kustannuksin. Työkalu pyrkii siis muodostamaan kustannustehokkaan toimenpideyhdistelmän minimoimalla siitä aiheutuvia kokonaiskustannuksia. Kustannustehokkuusanalyyseissä on mukana maatalouden, haja-asutuksen jätevesienkäsittelyn ja turvetuotannon vesienhoitotoimenpiteitä. Maatalouden toimenpiteitä ovat suorakylvö, suojavyöhykkeet, säätösalaajitus ja edustava kosteikko, ja niiden kuormitusarviot perustuvat VIHMA-malliin. Haja-asutuksen jätevedenkäsittelyn toimenpiteinä ovat kiinteistökohtaiset laitepuhdistamot ja maasuodattamot sekä viemäriverkkoon liittyminen. Turvetuotannossa toimenpiteinä ovat virtaamansäätöpadot, kemiallinen puhdistus ja pumppaamon tai painovoiman avulla toimiva pintavalutuskenttä.

Kustannustehokkuusanalyysi on jaettu eri vaiheisiin, joista ensimmäisessä syötetään laskentaa varten tarvittavat lähtötiedot. Maatalouteen liittyen lähtötietoina tarvitaan tarkasteltavan alueen peltopinta-ala, joka on jaettu pellon kaltevuuden ja kasvilajien perusteella. Haja-asutuksen osalta lähtötietoina tarvitaan viemäriverkoston ulkopuolella olevien kiinteistöjen määrä sekä arvio niiden kiinteistöjen lukumäärästä, jotka olisi mahdollista liittää viemäriverkoston. Turvetuotannon osalta työkalun lähtötiedoksi riittää valuma-alueen turvetuotantoalueiden yhteispinta-ala. Ensimmäinen vaihe sisältää myös analyysin oletukset. KUTOVA-työkalun alkutilanne tarkoittaa aina tilannetta ilman mitään toteutettuja vesiensuojelutoimia. Se ei siis kuvaa vallitsevaa tilannetta, mikäli alueella on jo toteutettu kuormitusta vähentäviä toimenpiteitä.

Seuraavassa vaiheessa arvioidaan toimenpiteiden toteuttamiskelpoisuutta. Toimenpide-taulukkoon käyttäjä voi syöttää arvon nolla (ei toteutettavissa) tai yksi (toteutettavissa) sen mukaan, onko kyseinen vesienhoitotoimenpide mahdollista toteuttaa tarkasteltavalla alueella. Työkalun yksinkertaistamiseksi laskennassa otetaan huomioon vain yksi kosteikko, vaikka valuma-alueelle voitaisiin perustaa useampikin. Kosteikon osalta tarvitaan syöttötietoina kosteikon pinta-ala, tuotannosta poistuva peltoala, tuotannosta poistuvan peltoalan kasvilaji sekä kosteikon yläpuolinen valuma-alue. Kolmannessa vaiheessa käyttäjän tarvitsee syöttää työkaluun vain fosforikuormituksen vähennystavoite prosentteina, jonka jälkeen valitaan ”Laske” ja työkalu ratkaisee toimenpideyhdistelmän, jonka avulla fosforikuormituksen vähennystavoitteeseen päästään pienimmin mahdollisin kustannuksin. Huomioitavaa on, että KUTOVA laskee vain kokonaiskustannusten (€/v) arvion, yksikkökustannukset (€/kg) on käyttäjän laskettava erikseen. Työkalussa käytetyt eri toimenpiteiden kustannukset on koottu taulukkoon 14.1.

KUTOVA:n laskemat tiedot toimenpiteiden vaikutuksista ja kustannuksista sekä tarkasteltavan alueen kuormituksesta ovat vain suuntaa antavia. Kustannustehokkuusanalyyseissä käytettyjä lukuja ei voida käyttää arvioina toimenpiteiden todellisista kustannuksista tai vaikutuksista eikä kuormituksesta. KUTOVA:n tarkoituksena on siis vain osoittaa kustannustehokkaimmat toimenpiteet suuntaa-antavasti. KUTOVA-työkalusta on olemassa versio, jossa partikkelifosforin osuutta kokonaisfosforista voidaan muuttaa nollasta yhteen. Kun partikkelifosforin osuus on nolla, työkalu huomioi vain liukoisen fosforin kuormituksen ja kun partikkelifosforin osuus on yksi, työkalu huomioi myös partikkelifosforin kuormituksen täysimääräisesti. Kyseisessä työkalun versiossa ei kuitenkaan ole mukana turvetuotannon vesiensuojelutoimenpiteitä vaan ainoastaan maatalouden ja haja-asutuksen toimenpiteet. KUTOVA-työkalu on testikäytössä ympäristöhallinnossa.

Taulukko 14.1. KUTOVA-työkalun kustannuksia.

Toimenpide	Kustannukset	Huomioitu
<b>Maatalous</b>		
Kyntö	155 €/ha/v	Investointi-, vaihtoehtois- ja muuttuvat kustannukset
Suorakylvö	99 €/ha/v	
Suojavyöhykkeet	360 €/ha/v tai 30 - 320 €/kg PP	Vaihtoehtois- ja ylläpitokustannukset. Kuormituksen vähennämä riippuu pellon kaltevuudesta ja muokkaustavasta
Säätösalaajitus	150 €/ha/v	Investointi- ja vaihtoehtoiskustannukset
Kosteikot	2 053 - 2 276 €/ha	Perustamiskustannukset ja menetetyt maan (pelto tai metsä) arvo
<b>Haja-asutus</b>		
Laitepuhdistamot	760/ 1 180/ 1 600 €/v	Investointi- ja käyttökustannusten kustannusluokat
Maasuodattamot	620/ 760/ 900 €/v	
Viemäriverkkoon liittyminen	870/ 1 030/ 1 190 €/v	
<b>Turvetuotanto</b>		
Virtaaman säätö	60 €/ha/v	
Kemiallinen puhdistus	431 €/ha/v	Sähkölän osuus 147€/ha/v, huoltotien osuus 147€/ha/v
Pintavalutuskenttä	154 / 190 €/ha/v	Painovoimainen / pumppaamollinen kenttä, huoltotien osuus 147€/ha/v, vaihtoehtoiskustannukset

## Toimenpiteiden toteutettavuus

Järven vesiensuojelu- ja kunnostustoimenpiteiden toteutettavuuden arvioinnissa voidaan hyödyntää vesienhoidon suunnittelua varten laaditussa ohjeistossa esitettyjä tekijöitä (Suomen ympäristökeskus 2009b):

- Tekninen toteutettavuus:
  - Onko menetelmä teknisesti soveltuva kyseisen alueen ominaispiirteiden kannalta ja kuinka laajasti toimenpiteitä voidaan soveltaa esim. löytyykö järven valuma-alueelta kosteikoille sopivia sijoituspaikkoja?
- Yhteiskunnallinen toteutettavuus:
  - Aiheuttaako toimenpiteen mahdollinen toteuttaminen ristiriitoja maan- tai vesialueen omistajien keskuudessa?
  - Onko toimenpiteellä positiivisia vaikutuksia vesistön käyttöarvoon?
- Lainsäädännöllinen toteutettavuus:
  - Vaatiiko toimenpide ympäristö- tai rakennusluvan?
  - Edellyttääkö lupa YVA-menettelyä?

- Vaikutuksen aikajänne:
  - Joudutaanko toimenpide uusimaan tietyn määräajoin?
  - Millaisella viiveellä toimenpiteiden vaikutukset ovat havaittavissa?
- Toivottuihin tilatavoitteisiin liittyvä epävarmuus:
  - Onko toimenpiteen vaikutuksista aikaisempaa tieteellistä tulosta?
  - Onko menetelmää sovellettu aikaisemmin vastaavassa tilanteessa?
- Ei-toivottuihin vaikutuksiin liittyvä epävarmuus:
  - Onko toimenpiteellä mahdollisesti haitallisia "sivuvaikutuksia"?

Toimenpiteiden toteutettavuuden arviointi voidaan tehdä taulukkotarkasteluna, jossa kaikki tilaja käyttötavoitteita edistävät toimenpiteet listataan sarakkeisiin ja tarkastellaan toimenpiteittäin eri toteutettavuustekijöitä ja arvioidaan niitä sanallisesti (taulukko 9). Tarkoituksena ei ole vastata yllä oleviin kysymyksiin vaan niiden avulla voidaan arvioida toteutettavuutta eri tekijöiden kannalta.

Taulukko 9. Esimerkki kuvitteellisen järven toimenpiteiden toteutettavuuden arviointitaulukosta. Teknisen, yhteiskunnallisen ja lainsäädännöllisen toteutettavuuden arviointiasteikkona voidaan käyttää hyvä, neutraali tai huono. Vaikutuksen aikajänteen tarkastelussa voidaan käyttää arviointiasteikkona lyhyt, keskimääräinen, pitkä ja epävarmuuden sekä sivuvaikutusten suuri, pieni tai ei ole.

Toteutettavuus	Toimenpide 1	Toimenpide 2	Toimenpide 3	Toimenpide 4
<b>Tekninen</b>	hyvä	hyvä	hyvä	huono
<b>Yhteiskunnallinen</b>	hyvä	huono	hyvä	neutraali
<b>Lainsäädäntö</b>	hyvä	hyvä	hyvä	huono
<b>Vaikutuksen aikajänne</b>	pitkä	pitkä	lyhyt	keskimääräinen
<b>Epävarmuus</b>	ei ole	ei ole	ei ole	suuri
<b>Ei-toivotut vaikutukset</b>	ei ole	ei ole	ei ole	pieni

## 8 Toimenpiteiden vertailu

Kunnostushankkeiden suunnittelun päämääränä on muodostaa paras toimenpideyhdistelmä, jolla kunnostukselle asetetut useat erilaiset tavoitteet voidaan saavuttaa. Haasteena on valita parhaat toimenpiteet ottaen huomioon useita kriteereitä, kuten toimenpiteiden vaikuttavuus, hyväksyttävyyys, toteutettavuus, kustannukset ja kustannustehokkuus sekä hyödyt ja haitat. On mahdollista, että joidenkin toimenpiteiden vaikutukset tukevat toisiaan ja toisaalta joitain toimenpiteitä ei kannata toteuttaa yhtä aikaa. Tätä voidaan arvioida esimerkiksi seuraavan taulukkotarkastelun avulla (taulukko 10, Suomen ympäristökeskus 2009b). Erilaisia toimenpideyhdistelmiä voitaisiin verrata keskenään esimerkiksi monitavoitearvioinnin avulla, mutta sitä ei ole tässä hankkeessa tutkittu.

Järvien kunnostaminen on pitkäjänteistä toimintaa ja sen vuoksi suunnittelussa on tarpeen ottaa huomioon myös toimintaympäristön muuttuminen ajan myötä. Esimerkiksi ilmastonmuutoksen vaikutuksesta vesistöjen ravinnekuormituksen on arvioitu lisääntyvän merkittävästi. Myös valuma-alueen maankäytön muutoksilla voi olla huomattava vaikutus vesistöjen tilaan. Tulevaisuutta ei voi ennustaa varmasti, mutta sitä voidaan hahmotella esim. luomalla erilaisia tulevaisuuskuvia ja arvioimalla niitä. Ne voivat olla hyödyllisiä kunnostustoimenpiteiden valinnassa ja niiden mitoituksessa ja sitä kautta on mahdollista parantaa järven kunnostushankkeen vaikutuksia pitkällä aikavälillä.

Taulukko 10. Esimerkkimatriisi toimenpiteiden välisten yhteisvaikutusten tunnistamiseksi.

Asteikko: + + = toimenpiteillä on suuri yhteisvaikutus, + = toimenpiteillä on yhteisvaikutus, 0 = toimenpiteillä ei ole yhteisvaikutusta, - = toimenpiteitä ei kannata toteuttaa samanaikaisesti.

	Toimenpide 1	Toimenpide 2	Toimenpide 3	Toimenpide 4	Toimenpide 5
Toimenpide 1		++	0	-	0
Toimenpide 2			-	+	++
Toimenpide 3				0	+
Toimenpide 4					-
Toimenpide 5					

## Tulevaisuuskuvien muodostaminen ja soveltaminen

Tulevaisuuskuvat eli skenaariot ovat kuvauksia mahdollisesta tulevaisuuden tilasta ja siitä, miten sinne on päästy. Niiden avulla voidaan tunnistaa toimintaympäristössä tapahtuvia kehityssuuntia ja arvioida niiden vaikutuksia. Lisäksi voidaan pohtia, miten jokin tietty tulevaisuuskuva saavutettaisiin (toivottu tulevaisuuskuva), miten jokin tulevaisuuskuva voidaan välttää (epämieluisa tulevaisuuskuva) tai miten niihin kyetään sopeutumaan (vääjäämätön muutos toimintaympäristössä). Tulevaisuuskuvat eivät ole ennusteita, eikä niihin yleensä liitetä todennäköisyyttä. Tulevaisuuskuvat eivät kuitenkaan anna kattavaa kuvaa kaikista tulevaisuuden kehittymismahdollisuuksista (Mustajoki ja Marttunen 2008).

Tulevaisuuskuvien muodostaminen voidaan jakaa seuraaviin vaiheisiin:

- Tunnistetaan ja määritellään kiinnostuksen kohde
- Määritellään muuttujat, jotka keskeisesti vaikuttavat siihen, minkälaiseksi tulevaisuus muodostuu
- Tunnistetaan tulevaisuuskuvien teemat
- Luodaan tulevaisuuskuvat
- Kirjoitetaan tulevaisuuskuvat
- Tulevaisuuskuvien arviointi ja tarkentaminen

Karvianjoen tulevaisuustarkastelut - hankkeessa (KarTuTa) on Karvianjoen vesistölle muodostettu erilaisia tulevaisuuskuvia. Hankkeessa tulevaisuuskuvien muodostamisessa ja arvioinnissa käytetty vuorovaikutteinen menettelytapa muotoutui lukuisten selvitysten sekä erilaisissa työryhmissä käytyjen keskustelujen perusteella. Hankkeen ensimmäisenä pilottikohteena oli Karvianjärvi, jossa arvioitiin tulevaisuuskuvien ja toimenpideyhdistelmillä saavutettavien kuormitusvähennysten vaikutuksia järven veden laatuun.

Järven kunnostusta suunniteltaessa tulevaisuuskuvien muodostamisen ensimmäinen vaihe koostuu järveen ja sen lähiseutuihin nykyisin ja tulevaisuudessa vaikuttavien asioiden tunnistamisesta ja niiden vuorovaikutuksen hahmottelusta. Tässä voidaan käyttää apuna esim. miellekarttoja (kts. luku 6), jotka muodostetaan joko sidosryh-

mien kanssa yhdessä tai asiantuntijahaastatteluiden pohjalta. Tunnistetuista tekijöistä rajataan tarkastelun kannalta oleellimmat. Järven kunnostuksessa päähuomio on usein veden laadussa, jolloin tunnistetuista tekijöistä jatkotarkasteluun valitaan vain sellaiset tekijät, joilla on vaikutusta veden laatuun. Tulevaisuuteen vaikuttavien tekijöiden mahdollisia kehityssuuntia voidaan arvioida trendien ja asiantuntijahaastatteluiden avulla. Taulukossa 11 on esimerkkejä KarTuTa-hankkeessa asiantuntijahaastattelujen ja pienryhmäkeskustelujen pohjalta maataloudelle, matkailulle, vesistön virkistyskäytölle ja ilmastolle muodostetuista kehityssuunnista.

Kun tarkasteltavat tekijät on tunnistettu, tulevaisuuskuvien rungot muodostetaan tekemällä yhdistelmiä niiden kehityssuunnista. Yhdistelmät voidaan muodostaa arpomalla, hankkeen sidosryhmistä kootun paneelin voidaan antaa vapaasti valita kehityssuunnat tai asiantuntijat voivat valita ne. Jotta tarkastelusta on eniten hyötyä, tulee luoda riittävän erilaisia tulevaisuuskuvia, sekä mieluisia että epämieluisia. Tulevaisuuskuvien runkoja voidaan luoda esimerkiksi 3-6 kpl.

Seuraavassa vaiheessa tulevaisuuskuvista muodostetaan tarinat. Tämä vaihe on hyödyllistä tehdä alueen asukkaiden kanssa, jotta tarinoihin saadaan paikallisväriä ja uskottavuutta. Tarinoissa kuvataan, millainen alue on tulevaisuudessa ja miten tilanteeseen on päädytty. Tekijöiden kehityssuuntien taustoja voidaan selittää tarkemmin ja kuvata tekijöiden yhteisvaikutuksia. Tarinan tarkoituksena on selvittää tulevaisuuskuva ja tehdä siitä helpommin kuviteltavissa oleva ja helpommin viestittävä. Tietolaatikossa 15 on esimerkkinä KarTuTa-hankkeen asiantuntijapaneelin laatima tulevaisuuskuva "Matkailu kukoistaa".

Tulevaisuuskuvia voidaan hyödyntää toimenpidevaihtoehtojen luomisessa ja vaikutusten tarkastelussa. Tulevaisuuskuva kuvaa toimintaympäristön muutosta, joten se vaikuttaa osaltaan siihen, mitä toimenpiteitä voidaan valita ja mitkä niiden vaikutukset ovat. Esimerkiksi maatalousteknologian kehitys vaikuttaa osaltaan viljelykäytäntöihin ja niiden kustannuksiin ja sitä myötä maatalouden kuormitukseen, kun taas ilmastonmuutos vaikuttaa eri toimenpiteiden tehokkuuteen. Lisäksi veden laadun parantumisesta saatavat hyödyt riippuvat esimerkiksi virkistyskäytön ja ranta-asutuksen määrän kehittymisestä.

Taulukko II. Esimerkkejä KarTuTa-hankkeessa tarkastelluista tekijöistä ja niiden kehityssuunnista tulevaisuudessa. Hankkeessa on tehty tarkasteluja myös muiden tekijöiden osalta, mutta niitä ei ole esitetty tässä taulukossa.

Tarkasteltava tekijä	Esimerkkejä kehityssuunnista		
<b>Maatalous</b> - Tukijärjestelmä - Peltopinta-ala - Tuotantosuunnat - Teknologia	<b>Tukijärjestelmä:</b> Maatalouden tukijärjestelmää muutetaan niin, että vesiensuojelutoimenpiteet kohdentuvat alueille, joissa siihen on tarvetta. <b>Peltopinta-ala:</b> Tulvaohjelmat rantapellot otetaan pois viljan viljelystä ja suorakylvö on lisääntynyt merkittävästi. Kokonaispeltopinta-alassa ei suuria muutoksia. <b>Tuotantosuunnat:</b> Energiakasvien viljely on lisääntynyt merkittävästi. <b>Teknologia:</b> Uutta vesistökuormitusta vähentävää teknologiaa otetaan käyttöön erityisesti vesistökuormituksen kannalta ongelmallisimmilla alueilla.	<b>Tukijärjestelmä:</b> Maatalouden tukijärjestelmä muuttuu enemmän tarjouskilpailuun perustuvaksi ja luonnonarvokauppa yleistyy entisestään. <b>Peltopinta-ala, tuotantosuunnat:</b> Peltopinta-ala lisääntyy energiakasvinviljelyn myötä. Bioenergialle on määritetty syöttötariffi. Peltojen kuivatustilaan kiinnitetään erityistä huomiota. <b>Teknologia:</b> Uutta vesistökuormitusta vähentävää teknologiaa otetaan laajamittaisesti käyttöön. Suorakylvö on käytössä kaikille soveltuvilla pelloilla.	<b>Tukijärjestelmä:</b> Maatalouden tuista luovutaan kokonaan, ja viljelijät pyrkivät saamaan pellostaan mahdollisimman suuren tuoton. <b>Peltopinta-ala, tuotantosuunnat:</b> Peltopinta-ala vähenee ja karjatalous yleistyy. Karjatalouden tuotantoyksiköt ovat suuria ja niiden vesiensuojelu on tehokasta. <b>Teknologia:</b> Lantaa hyödynnetään energiantuotannossa ja kuivalannoitteena. Lannoitusta tarkennetaan edelleen uuden teknologian avulla.
<b>Matkailu</b> - Matkailijoiden määrä	<b>Nykytila</b> Alueen matkailussa ei tapahdu muutoksia.	<b>Lisääntyy</b> Matkailijoiden määrä kaksinkertaistuu alueella ja seudulle tulee vierailijoita kauempaakin. Laajamittaisten koskikunnostusten sekä järvien ja kalaston parantuneen tilan seurauksena kalastusmatkailu lisääntyy.	<b>Vähenee</b> Matkailijoiden määrä romahtaa puoleen nykyisestä mm. kansantalouden heikkenemisen ja luontomatkailun kysynnän vähenemisen takia.
<b>Vesistön virkistyskäyttö</b> - Määrä	<b>Nykytila</b> Virkistyskäyttö säilyy nykyisen kaltaisena.	<b>Lisääntyy</b> Vesistöjen virkistyskäyttö kaksinkertaistuu luonnonvesissä uimisen, melonnan, kalastuksen, matkailun ym. suosion myötä.	<b>Vähenee</b> Vesistön virkistyskäyttö vähenee puoleen väestön ikääntymisen ja "urbanisoitumisen" takia. Lisäksi ihmiset suosivat rakennettuja harastuspaikkoja kuten uimahalleja.
<b>Ilmasto</b> - Lämpötila - Sadanta	<b>Keskiennuste</b> Keskilämpötila nousee 1,5 astetta vuosien 1971-2000 tasosta, sadanta kasvaa 5%. Talvitulvat yleistyvät. Kesän kuivuus lisääntyy, koska kesät pidentyvät ja haihdunta lisääntyy. Muutokset vaikuttavat elinkeinoin ja ympäristöön.		<b>Maksimiennuste</b> Keskilämpötila nousee 2,5 astetta vuosien 1971-2000 tasosta, sadanta kasvaa 15%, talvet muuttuvat sateisiksi. Suuremmat muutokset talvitulvissa ja kuivuudessa kuin keskiennusteessa. Muutoksilla merkittäviä vaikutuksia elinkeinoin ja ympäristöön.

## TIETOLAATIKKO 15: TULEVAISUUSKUVA ”MATKAILU KUKOISTAA”

### **Yleiskuvaus tulevaisuudesta**

Karvianjoen alueella on vahvasti panostettu vesistöjen kunnostukseen. Erityisesti koskien kunnostus ja kalakantojen tilan parantaminen ovat tuoneet alueelle paljon matkailijoita. Myös sorsastuskohteita on kunnostettu.

Alueen ulkoilureittejä ja -palveluja on kehitetty vastaamaan kasvavaan kysyntään. Majoituspalveluita on runsaasti saatavilla. Matkailu Karvianjoen alueella ei kuitenkaan ole suurten massojen turismia vaan aktiivista kalastus-, metsästys- ja luontomatkailua.

### **Alueen kehityskulut**

**Maatalous** ei muutu nykyisestään määrällisesti merkittävästi. Tuotannon ympäristönhoidossa otetaan huomioon matkailun edut.

**Metsätalous** ottaa nykyistä paremmin matkailun edut huomioon sekä metsänhoidon käytännöissä että vesienhoidossa.

**Turvetuotanto** ei merkittävästi muutu nykyisestään, mutta matkailun etujen vuoksi vesienhoitoa tehostetaan.

**Kalatalous** kokee merkittäviä muutoksia kalastusmatkailun kehittymisen myötä.

**Matkailu** on keskeinen alueen kehitystä ajava tekijä, vaikka talouden kokonaisuuden kannalta maa- ja metsätalous ovat edelleen tärkeimmät elinkeinot. Matkailijoiden määrä on kasvanut huomattavasti (50 %) ja se tuo tuloja alueelle. Yleistä infrastruktuuria kehitetään matkailun ehdoilla.

**Asutus** keskittyy entistä enemmän taajamiin.

**Virkistyskäyttö** kasvaa alueen matkailupainotusten mukana.

**Ilmaston** lämpenemisen myötä etelän matkakohteista tulee sietämättömän kuumia. Ne menettävät matkailijoita, jotka ovat kiinnostuneita pohjoisemmista matkakohteista. Karvianjoen seudun matkailu hyötyy ilmaston lämpenemisestä.



## TIETOLAATIKKO 16: VESISTÖJEN TILAN PARANTAMISEN HYÖTYJEN ARVOTTAMINEN – HIIDENVEDEN MAKSUHALUKKUUSSKYSELY

Hiidenveden tilan parantamisen rahallisia hyötyjä selvitettiin ehdollisen arvottamisen menetelmällä (Ah-tiainen 2008b). Hiidenvesi on rehevöitynyt vesistö, jonka ekologinen tila on tyydyttävä. Vaikka järven kunnostamiseksi on tehty paljon töitä, ei huomattavia parannuksia järven tilassa ole tapahtunut. Järven tilan parantamisen hyötyjä selvitettiin ranta-asukkaille suunnatulla kyselyllä, jonka tavoitteena oli saada vastaus siihen, paljonko ihmiset ovat valmiita maksamaan järven tilan parantumisesta. Maksuhalukkuuden ohella kyselyllä selvitettiin Hiidenveden virkistyskäytön laajuutta sekä paikallisten ihmisten näkemyksiä Hiidenveden tilasta ja sen parantamisesta.

Arvottamistutkimuksen teossa kyselyn laatiminen on tärkeässä asemassa, koska tutkimuksen hyötyarviot perustuvat juuri kyselyllä saatuihin vastauksiin. Hiidenvedellä käytetty kysely koostui kuudesta osasta, jotka koostuivat vesiensuojeluun, Hiidenveden veden laatuun ja virkistyskäyttöön sekä Hiidenveden tilan parantamiseen ja maksuhalukkuuteen sekä vastaajan Hiidenvesi-yhteyksiin liittyvistä kysymyksistä. Kyselyn tärkeimmässä eli skenaario-osassa esiteltiin ne tiedot, joita vastaaja tarvitsi tehdessään päätöksen maksuhalukkuudesta. Osan alussa kerrottiin Hiidenveden nykyisestä tilasta sekä tavoitteesta parantaa järveä nykyistä laajemmilla toimenpiteillä. Lisäksi siinä kuvattiin tavoitetilat eri muuttujille, jotka kunnostustoimilla pyrittäisiin saavuttamaan sekä erot tavoitetilan ja nykytilan välillä.

Tilatavoitteiden kuvaamisen jälkeen kyselyssä kerrottiin, miten tavoitetila saavutettaisiin ja miten toimenpiteet rahoitettaisiin. Tässä vaiheessa esiteltiin mahdollisuus perustaa Hiidenvedelle ns. hoitorahasto, joka rahoittaisi osaltaan järvellä tehtäviä kunnostustoimenpiteitä. Kotitalouksilta kysyttiin, olisivatko he ennen kaikkea valmiita seuraavan viiden vuoden aikana maksamaan jotain tällaiseen hoitorahastoon ja mikä olisi enimmäissumma kuukaudessa. Sen jälkeen kysyttiin syitä maksuhalukkuuteen tai -haluttomuuteen. Kyselyn viimeisissä osissa selvitettiin vastaajan yhteyksiä Hiidenvedeen sekä taustatietoja.

Postikysely lähetettiin 1900 lähialueen kotitaloudelle. Vastausprosentti kyselyssä oli 48 %. Kyselyn tulosten perusteella valtaosa alueen asukkaista suhtautuu positiivisesti Hiidenveden tilan parantamiseen. Vastaajien kotitalouksista 64 % olisi valmiita maksamaan jotain Hiidenveden hoitorahastoon seuraavien viiden vuoden aikana. Yleisin maksuhalukkuuden syy oli, että vastaajat halusivat Hiidenveden säilyvän tuleville sukupolville. Toiseksi yleisin syy oli Hiidenveden käyttö ja kolmanneksi yleisin Hiidenveden, sen eläinten ja kasvien olemassaolon turvaaminen. Yleisesti alueen asukkaat vaikuttivat kyselyn tulosten perusteella hyötävän järven tilan parantamisesta, koska silloin asukkaiden yleinen viihtyvyys ja järven virkistyskäyttömahdollisuudet paranevat.

Maksuhalukkuuskyselyn perusteella lähialueen kuntien asukkaille ja siellä vapaa-ajan asunnon omistajille laskettu kokonaismaksuhalukkuus oli 600 000 – 7 700 000 euroa laskentatavasta ja oletuksista riippuen. Järkevillä ja perustelluilla oletuksilla kokonaismaksuhalukkuus viidelle vuodelle on 3,0 – 5,7 miljoonaa euroa. Suurin osa lasketuista kokonaismaksuhalukkuusarvioista ylitti summan, joka on budjetoitu Hiidenveden kunnostushankkeeseen vuosille 2008–2011, joten järven kunnostuksen jatkorahoitusta voidaan pitää perusteltuna kunnostamisesta saatavien hyötyjen perusteella.



## TIETOLAATIKKO 17: VIRVA-MALLI

Vesistöjen veden laadun muutoksilla on monenlaisia niin ekologisia, sosiaalisia kuin taloudellisiakin vaikutuksia. Veden laadun itsessään voidaan katsoa olevan jo jonkinlainen itseisarvo, sillä vesienhoitolaissa tavoitteeksi on määritetty vähintään hyvä ekologinen tila. Vesistöjen virkistyskäyttö edellyttää myös riittävän hyvää veden laatua, joka vaikuttaa asuinympäristön viihtyisyyteen. Esimerkiksi sinileväkukintoihin liittyy myös veden käyttöä koskevia rajoituksia ja terveydellisiä vaikutuksia. Laajemmin ajateltuna veden laadulla on vaikutuksia järven maineeseen ja lähialueen vetovoimaan, ja näiden heikentyminen puolestaan alentaa rantakiinteistöjen arvoa ja vähentää matkailun edellytyksiä. Lisäksi rehevän järven ranta-asukkaille voi syntyä kustannuksia siitä, että he pitävät kunnossa omaa rantaansa.

Veden laadun vaikutuksia eri virkistyskäyttömuodoista saataviin hyötyihin ei ole helppo määrittää, sillä hyödyt perustuvat osin vesistön käyttäjien arvostuksiin ja kokemuksiin. Eräs lähestymistapa on arvioida vaikutuksia rahallisesti, jolloin niiden vertailu helpottuu. Tätä menetelmää on perinteisesti käytetty esimerkiksi kustannus-hyötyanalyysissä, jossa vaihtoehtojen rahaksi muutettuja hyötyjä ja haittoja vertaillaan keskenään.

VeKuMe-hankkeessa on kehitetty VIRVA-laskentamalli, joka tarjoaa työkalut veden laadun vaikutuksista johtuvien arvonmuutosten laskentaan ja tuloksena saatavien rahallisten kokonaishyötyjen visuaaliseen tarkasteluun. Malli arvioi veden laadun muutoksen rahallisia vaikutuksia neljän eri virkistyskäyttömuodon osalta, jotka ovat mökkeily, uinti, kalastus ja veneily. Tämän lisäksi mallin avulla voidaan arvioida veden laadun muutoksen vaikutuksia alueen kiinteistöjen arvoihin.

Laskentaa varten malliin syötetään kunkin eri virkistyskäyttömuodon osalta käyttäjien määrät sekä kunkin käyttäjän keskimääräiset vuotuiset käyttömäärät. Kun näiden lisäksi arvioidaan, kuinka paljon yhden käyttökerran arvo on, saadaan kaikille käyttäjille kyseisestä virkistyskäyttömuodosta yhteensä koitua hyöty kertomalla kaikki nämä tekijät keskenään. Veden laadun vaikutukset virkistyskäyttöhyötyihin huomioidaan arvioimalla käyttökerran arvo ideaalitulanteessa ja kuvaamalla veden laadussa tapahtuvien muutosten vaikutuksia niin sanotun laatukertoimen avulla. Tällöin kullekin virkistyskäyttömuodolle koitua vuotuinen kokonaishyöty saadaan kaavasta:

$$\text{Kokonaishyöty} = \text{Käyttäjien määrä} * \text{Käyttäjän keskimääräinen vuotuinen käyttömäärä} * \text{Käyttökerran arvo ideaalitulassa} * \text{Veden laadusta johtuva kerroin}$$

Veden laadusta johtuvat kertoimet saadaan kaksiulotteisesta kuvaajasta eli eräänlaisesta arvofunktiosta. Arvofunktio kertoo, kuinka paljon kullakin veden laadun kuvaamiseen käytettävän mittarin arvolla järven käytöstä saatava virkistyskäyttöhyöty on suhteessa ideaalitilaan. Kokonaisuudessaan virkistyskäytöstä koitua hyöty saadaan laskemalla eri virkistyskäyttömuodoista koituvat hyödyt yhteen. Veden laadun muutosten vaikutuksia tutkitaan mallissa erilaisten skenaarioiden avulla. Kussakin skenaariossa arvioidaan, kuinka paljon oletettu veden laadun muutos lisäisi järven virkistyskäyttöä ja käyttäjien määrää sekä muuttaisi vedenlaatueroita. Vertaamalla tuloksia nykytilan arvoon voidaan laskea tilan muutoksesta koituvia rahallisia kokonaishyötyjä tai -haittoja. Mallissa näitä voidaan vertailla numeerisesti taulukkomuodossa tai graafisesti pylväiden avulla.

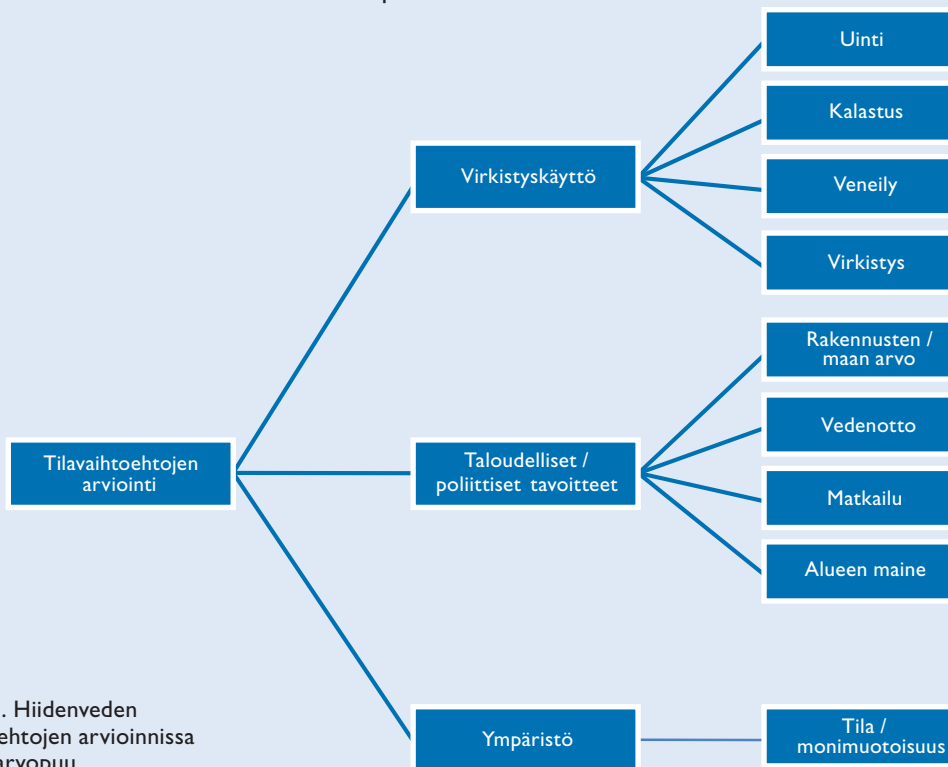
Malli on suunniteltu järvetasolle, mutta sitä voidaan käyttää myös laajemmin vesistötasolla. Vesistön eri osien erilaisuudesta johtuen voi kuitenkin olla vaikeaa määrittää keskimäärin virkistyskäytöstä koko alueella saatavia hyötyjä. Tällöin tarkastelu voidaan tehdä erikseen kullekin järvelle tai vesistön osa-alueelle ja laskea kokonaishyödyt näiden osa-alueittaisten tarkastelujen summana.

## TIETOLAATIKKO 18: ARVOPUUANALYYSI HIIDENVEDEN TILAN PARANEMISESTA SYNTYVIEN HYÖTYJEN ARVOTTAMISESSA

Hiidenveden kunnostushankkeessa tutkittiin monitavoitearvioinnin soveltuvuutta järven tilaa koskeviin tarkasteluihin. Yleensä monitavoitearviointia sovelletaan erilaisten toimenpiteiden tai toimenpideyhdistelmien hyötyjen, haittojen ja kustannusten arviointiin. Nämä tarkastelut edellyttävät kuitenkin selvityksiä veden laadun ja kuormituksen suuruuden välisistä riippuvuuksista. Hiidenvedellä kokeiltiin yksinkertaisempaa lähestymistapaa, jossa keskityttiin ainoastaan tilan paranemisesta syntyvien hyötyjen arviointiin. Tällaisessa tarkastelussa tavoitteet ovat keskenään ristiriidattomia, sillä vesistön tilan paraneminen on eduksi kaikkien tavoitteiden saavuttamisen kannalta. Täten tarkastelussa oli kyse lähinnä erilaisten hyötylajien keskinäisen tärkeyden arvioinnista, mikä palvelee kunnostuksella aikaansaatuja hyötyjen kokonaisvaltaista hahmottamista. Lisäksi selvitettiin sitä, kuinka muutos rehevyydasossa heijastuu vesistön tilalle ja eri käyttömuodoille syntyvään hyötyyn. Kyseessä oli pilottiluonteinen tarkastelu, sillä monitavoitearviointia ei juuri ole käytetty tämäntyyppisten ongelmien analysointiin. Tavoitteena oli tukea keskustelua siitä, kuinka suuriin vesiensuojelupanostuksiin on tarvetta. Tarkastelun painopiste oli menetelmän soveltamismahdollisuuksien arvioinnissa ja havainnollistamisessa. Tarkastelu tehtiin osin kuvitteellisella aineistolla.

Monitavoitearvioinnissa vaihtoehdoiksi valittiin neljä erilaista Hiidenveden tilaa vuonna 2020: 1) nykytila, 2) tavoitetila eli vesipuidedirektiivin mukainen hyvä tila, 3) erinomainen tila ja 4) tila, johon päädytään, mikäli mitään toimenpiteitä ei tehdä. Tilavaihtoehtoja arvioitiin virkistyskäyttöön, taloudellisiin ja poliittisiin sekä ympäristöön liittyvien tavoitteiden suhteen (Kuva 18.1). Mittareina tavoitteiden saavuttamiselle käytettiin esimerkiksi ravinteiden määrää kuvaamaan eri virkistyskäyttömuodoista saatavia hyötyjä eri tiloissa. Tarkastelun tuloksena saatiin tilavaihtoehtojen kokonaisarvot, jotka kuvaavat sitä, kuinka hyvin eri tilat menestyvät niille määriteltyjen tavoitteiden ja arvioijan näille antamien tärkeysrajojen suhteen. Kokonaisarvot voitiin jakaa osiin eri tavoitteiden suhteen saadun arvon perusteella ja näitä tarkastelemalla voitiin nähdä, mistä eri tekijöistä tilavaihtoehtojen kokonaisarvot muodostuvat.

Saatujen kokemusten perusteella monitavoitearviointi koettiin tässä tarkastelussa hyödylliseksi, mutta samalla todettiin, että tarvetta olisi myös laajempaan toimenpidetasolla tapahtuvaan tarkasteluun. Se vaatisi kuitenkin huomattavan paljon resursseja ensinnäkin toimenpiteiden vaikutusten ja kustannusten arviointiin ja toiseksi monitavoitearvioinnin toteuttamiseen. Yksi mahdollinen lähestymistapa on tilatarkastelun jälkeen karkeasti arvioida eri toimenpiteillä saavutettavaa veden laadun parannusta ja niiden kustannuksia. Mikäli näiden tarkastelujen perusteella jotkin toimenpiteet osoittautuvat lupaaviksi, voidaan monitavoitearviointia tarkentaa näiden toimenpiteiden kohdalta. Toinen mahdollisuus on ottaa tarkasteluun vain jonkin tietyn sektorin, esimerkiksi maatalouden, toimenpiteitä.



Kuva 18.1. Hiidenveden tilavaihtoehtojen arvioinnissa käytetty arvoapu.

## 9 Yhteenveto

Kunnostuksen yleissuunnittelun lähtökohtana on järven nykytilan ja tilaan vaikuttavien tekijöiden tunnistaminen, joiden perusteella voidaan määrittää järven kunnostustarve ja asettaa kunnostukselle tavoitteet. Ekologisten tilatavoitteiden lisäksi eri sidosryhmillä on omat odotuksensa järven tilan parantamiselle. Tavoitteiden asettamisessa onkin tärkeää pyrkiä kaikkia osapuolia tyydyttävään ratkaisuun unohtamatta tavoitteiden realistisuutta.

Asetetut tavoitteet ohjaavat valuma-alueella ja järvessä tehtävien toimenpiteiden valintaa ja mitoitusta. Ensiksi tarkastellaan yksittäisiä valuma-alueella ja järvessä tehtäviä toimenpiteitä. Sen lisäksi, että suunnittelussa arvioidaan toimenpiteiden vaikutuksia järven tilaan, on tärkeää myös arvioida yksittäisten toimenpiteiden ja niiden yhdistelmien hyväksyttävyyttä, hyötyjä, haittoja ja kustannuksia. Lisäksi tulisi arvioida toimenpiteisiin liittyviä mahdollisia reunaehtoja, kuten ympäristöluvan tarvetta ja luvan saannin edellytyksiä. Kunnostussuunnittelun päämääränä on muodostaa paras toimenpideyhdistelmä, joilla kunnostukselle asetetut useat erilaiset tavoitteet voidaan saavuttaa.

Ympäristöhallinnossa on pitkään kehitetty monenlaisia menetelmiä ja työkaluja vesienhoidon ja -suojelun ja vesistöjen kunnostuksen suunnitteluprosessien tueksi, mm. erilaisia osallistavan suunnittelun menetelmiä, tietojärjestelmiä sekä luonnonprosesseja ja toimenpiteiden vaikutuksia kuvaavia malleja ja arviointityökaluja. VeKuMe-hankkeessa on kehitetty järven kunnostuksen yleissuunnitteluprosessi (kuva 2), johon on yhdistetty ympäristöhallinnossa kehitettyjä ja kehitteillä olevia menetelmiä ja malleja vesistön kuormituksen ja nykytilan arviointiin, toimenpiteiden tunnistamiseen, vaikutusten ja kustannusten arviointiin sekä toimenpidevaihtoehtojen hyötyjen arviointiin.

Järven kunnostuksen perustaksi tarvitaan tietoa järven ominaisuuksista, nykytilasta ja tilan kehityssuunnasta. Aikaisemmin järvien tilan arviointi on perustunut vesistöjen käyttökelpoisuusluokitukseen, mutta uudessa luokittelujärjestelmässä

tarkastelun kohteena ovat ensisijaisesti veden biologiset laatutekijät.

Järven kunnostushankkeen suunnittelua aloitettaessa on tärkeää käynnistää yhteistyö sidosryhmien kanssa. Hankkeen kannalta on olennaista tunnistaa tärkeimmät sidosryhmät, luoda kuva hankkeen toimintaympäristöstä ja sen tarpeista, hyödyllisistä kumppaneista, sidosryhmien keskinäisistä suhteista sekä mahdollisista riskeistä. Tämä voidaan tehdä esimerkiksi sidosryhmäanalyysin avulla. Tehokkaan ja tuloksiltaan kestävän hankkeen takaamiseksi on ensiarvoisen tärkeää, että yhteistyö, tiedonkulku ja vuorovaikutus eri osapuolten välillä on avointa ja sujuvaa. Ainakin laajoissa suunnitteluhankkeissa on tarpeellista tehdä sidosryhmä- ja viestintäsuunnitelmat.

Järven tilaan vaikuttavat useat tekijät sekä valuma-alueella että itse järvessä. Liian suuri ulkoinen kuormitus kiihdyttää järven rehevöitymistä, jonka seurauksena järven eliöyhteisö muuttuu ja sisäisen kuormituksen riski kasvaa. Kunnostus edellyttää tietoa kuormituksen lähteistä, määrästä ja vähennystarpeesta. Kuormituksen määrän ja riskitason arvioimiseksi on kehitetty erilaisia työkaluja, malleja ja menetelmiä, jotka ovat hyviä apuvälineitä järven tilan, kuormituksen vähentämisen ja kunnostustarpeen arvioinnissa sekä toimenpiteiden vaikutusten ennustamisessa, esimerkiksi VEPS, RiverLifeGIS, Vesistömallijärjestelmä ja Lake Load Response-työkalu. Järven kunnostussuunnittelun yhteydessä on syytä kartoittaa myös vesistön eri käyttäjäryhmien näkemyksiä järven nykytilasta ja sen kehittymisestä.

Jos nykytilan arvioinnin perusteella järvi on hyvässä ekologisessa tilassa, ei kunnostukselle ole vesienhoidon näkökulmasta tarvetta, vaikka heikentyneiden virkistyskäyttömahdollisuuksien vuoksi kunnostustarvetta voi kuitenkin olla. Ensisijaisesti pitää miettiä ulkoisen kuormituksen vähentämismahdollisuuksia. Usein pelkät toimenpiteet valuma-alueella eivät kuitenkaan riitä vaan on pyrittävä vähentämään myös sisäistä kuormitusta.

Toimenpiteiden kohdentamistarvetta voidaan arvioida mm. vertaamalla ulkoisen kuormituksen perusteella ennustettua fosforipitoisuutta järvestä mitattuun fosforipitoisuuteen.

Järven hyvä ekologinen tila, järven eri käyttömuodot ja sidosryhmien tarpeet asettavat kunnostukselle erilaisia reunaehtoja ja tavoitteita, jotka voivat usein olla keskenään ristiriidassa. Järvien kunnostussuunnittelussa on erittäin tärkeää ensin pohtia tavoitteita ja vasta sen jälkeen keinoja, joilla tavoitteisiin voitaisiin päästä. Tavoitteita voidaan tunnistaa, arvioida ja sovittaa yhteen esim. arvoperustaisen jäsentelyn avulla.

Kunnostustoimenpiteiden, joita kunnostettavalle kohteelle suunnitellaan, on sovelluttava juuri kyseiselle järvelle ja niiden on tuettava asetettuja tavoitteita. Toimenpiteiden valinta vaatii yksittäisten toimenpiteiden vaikutusten, kustannusten ja toteutettavuuden monipuolista tarkastelua. Mahdollisten toimenpiteiden tunnistamisessa voidaan käyttää apuna esim. erilaisia taulukkotarkasteluja ja vaikutusten arvioinnissa esimerkiksi VIHMA-mallia.

Moniin järvikunnostusmenetelmiin liittyy edelleen paljon tutkimus- ja kehittämistarpeita. Viime vuosina erityistä kiinnostusta ovat herättäneet järven tilapäisen kuivatuksen ja sedimentin kemikaloinnin soveltuvuus rehevöityneiden järvien kunnostukseen. VeKuMe-hankkeen yhteydessä on tehty yhteenveto tilapäisen kuivatuksen pitkäaikaisvaikutuksista ja tutkittu pohjasedimentin kemikaloinnin vaikutuksia järven sisäiseen kuormitukseen.

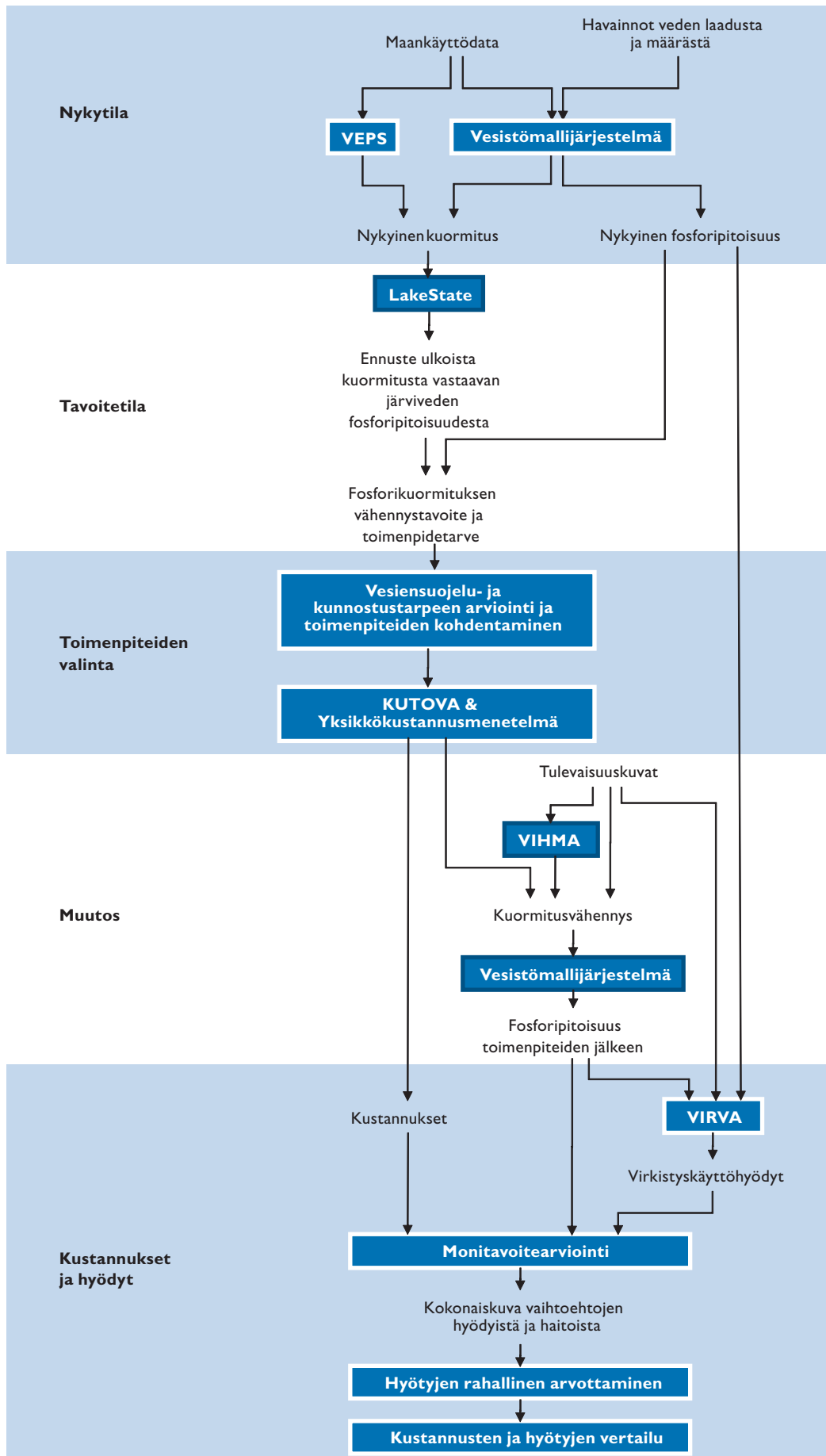
Aiemmin kunnostushankkeita suunniteltaessa ei ole juurikaan kiinnitetty huomiota toimenpiteiden kustannustehokkuuteen. Eri hankkeissa on kehitetty menetelmiä ulkoisen kuormituksen

vähentämistoimenpiteiden kustannustehokkuuden arvioimiseen. Esimerkiksi maatalouden, haja-asutuksen ja turvetuotannon vesiensuojelutoimenpiteiden kustannustehokkuuden arviointiin on kehitetty KUTOVA-työkalu. Tällä hetkellä ei ole riittävästi tietoa, jotta järvikunnostusmenetelmien kustannustehokkuutta voitaisiin arvioida.

Järvikunnostuksista koituu monipuolisia hyötyjä, jotka voivat liittyä esim. vesistön ekologisen tilan ja virkistyskäyttömahdollisuuksien parantamiseen tai kiinteistöjen arvon nousuun. Hyötyjen arvioimiseen on olemassa erilaisia menetelmiä, mutta yhtenäistä käytäntöä sille ei Suomessa ole. Hyötyjä voidaan arvioida esimerkiksi maksuhallukkuuskyselyllä. Veden laadun muutokset vaikuttavat eri virkistyskäyttömuodoista saataviin hyötyihin. Virkistyskäytölle aiheutuvien hyötyjen arviointiin on kehitetty VIRVA-laskentamalli. Hyötyjen arvioinnissa voidaan soveltaa myös monitaitearviointia.

Järvien kunnostaminen on pitkäjänteistä toimintaa ja sen vuoksi suunnittelussa on tarpeen ottaa huomioon myös toimintaympäristön muuttuminen ajan myötä. Esimerkiksi ilmaston ja valuma-alueen maankäytön muutoksilla voi olla huomattava vaikutus vesistöjen tilaan. Tulevaisuuskuvat voivat olla hyödyllisiä kunnostustoimenpiteiden valinnassa ja niiden mitoituksessa.

VeKuMe-hankkeen suunnitteluprosessia on testattu ja kehitetty edelleen Karvianjoen tulevaisuustarkastelut-hankkeessa. Kuvassa 8 on esitetty, miten KarTuTa-hankkeessa on käytetty eri menetelmiä ja työkaluja Karvianjärven kunnostuksen suunnittelussa, mitä tietoja mallit antavat tulokseen ja miten niitä on hyödynnetty suunnittelun seuraavissa vaiheissa.



Kuva 8. Mallien hyödyntäminen KarTuTa-hankkeessa.

## 10 Jatkotutkimustarpeet

Tässä raportissa esitetyssä järven kunnostuksen suunnitteluprosessissa on pyritty ottamaan huomioon, että yleissuunnittelussa tarvitaan vesiympäristön tilan, kunnostuksen tavoitteiden ja erilaisten toimenpiteiden ympäristövaikutusten, taloudellisten ja sosiaalisten vaikutusten ja toteutettavuuden monipuolista arviointia. Tämä on kuitenkin vain yksi esimerkki suunnitteluprosessin läpiviemiseksi ja sitä voidaan käyttää suunnittelussa sellaisenaan, soveltaa osittain tai muokata tarpeen mukaan. Mo- niin suunnitteluprosessin vaiheisiin ja niissä apuna käytettyihin työkaluihin ja apuvälineisiin liittyy vielä kehitystarpeita.

Usein vesistöjen seurantatietoa on vähän ja se edustaa ajallisesti ja paikallisesti suppeaa aluetta vesistössä. Siksi helpokäyttöisille vesistön tilaa ennustaville ja kuormitusta arvioiville malleille on vesiensuojelu- ja kunnostushankkeiden suunnittelussa tarvetta. Luonnonprosessien monimutkaisuuden ja osin heikosti tunnettujen vuorovaikutussuhteiden vuoksi mallit eivät kuitenkaan voi ennustaa luonnonprosesseja täysin luotettavasti, mutta ne voivat olla oikein käytettyinä hyviä apuvälineitä.

Yhteistyön ja vuorovaikutuksen merkitys on kasvanut kaikissa vesistöihin liittyvissä suunnitteluhankkeissa. Perinteisesti vesistösuunnitteluhankkeissa yhteistyö on rajoittunut yleisötilaisuuksiin ja tiedottamiseen paikallisissa sanomalehdissä, jolloin tiedonkulku on usein yksisuuntaista ja varsinainen vuorovaikutus sidosryhmien kesken saattaa jäädä vähäiseksi. On kuitenkin olemassa monia menetelmiä, joilla hankkeen vuorovaikutusta voidaan parantaa. Osaa näistä on helppo soveltaa kenen tahansa, mutta osa menetelmistä vaatii vielä kehittämistä, jotta niiden käyttö voisi yleistyä.

Toistaiseksi vesistöjen tilan parantamiseen tähtäävien vesiensuojelu- ja kunnostustoimenpiteiden kustannustehokkuuteen ei ole kiinnitetty riittävästi huomiota. Kattavassa vesistön tilan parantamis-

hankkeen kustannustehokkuuden tarkastelussa pitäisi ottaa huomioon valuma-alue-toimenpiteiden lisäksi myös järvessä tehtävät kunnostustoimenpiteet. Tämä on kuitenkin erittäin hankalaa, koska ulkoinen ja sisäinen kuormitus poikkeavat luonteeltaan hyvin paljon toisistaan. Ulkoisen kuormituksen määrä ja eri toimenpiteiden vaikutukset kuormitukseen on melko helppo arvioida tai mitata. Sisäinen kuormitus on taas kaksisuuntaista ravinteiden kiertokulkua järven veden ja sedimentin välillä, jonka määrää on hyvin vaikea arvioida tarkasti. Vielä vaikeampaa on arvioida kunnostustoimenpiteiden vaikutuksia sisäiseen kuormitukseen, esim. pysyvästi kiertokulusta poistuneen ja sedimenttiin sitoutuneen fosforin määrä. Kun järvikunnostuksissa käytetään usein eri toimenpiteiden yhdistelmiä, on yksittäisen toimenpiteen vaikutusta vaikea erottaa kokonaisuudesta. Kokonaisvaltaiseen kustannustehokkuuden arviointiin, jossa huomioidaan sekä valuma-alueella että järvessä tehtävät toimenpiteet, ei näiden syiden vuoksi nykyisellään vielä pystytä vaan tarvitaan lisätutkimuksia.

Kunnostuksista koituvien taloudellisten hyötyjen arviointiin on panostettu tutkimuksessa ja käytännön hankesuunnittelussa melko vähän, vaikka niiden tuloksia voitaisiin hyödyntää monipuolisesti ympäristöhankkeissa. Joitakin tutkimuksia aiheesta on Suomessa tehty, mutta kokonaisuhyötyjen ja hankkeen kannattavuuden arvioinnin käytännön menettelytavat eivät ole kunnostushankkeiden osalta vakiintuneet. Hyötyjen arvottaminen perustuu yleensä ihmisten maksuhalukkuuden selvittämiseen joko kysymällä tai pääättelemällä se ihmisten käyttäytymisen perusteella. Yksittäisen hankkeen hyötyjen arviointi kyselytutkimuksilla on kuitenkin työlästä, eikä siihen yleensä ole resursseja. Kevyemmille arviointimenetelmille olisi tarvetta, mutta niiden kehittäminen luotettaviksi vaatisi paljon lisätietoa ja -tutkimuksia.

## KIRJALLISUUS

- Ahtiainen, H. 2008a. Vesistöjen tilan parantamisen hyötyjen arvottaminen. Tarve ja menetelmiä. Suomen ympäristö 7/2008. Suomen ympäristökeskus. 55 s.
- Ahtiainen, H. 2008b. Järven tilan parantamisen hyödyt: esimerkkinä Hiidenvesi. Suomen ympäristö 47/2008. Suomen ympäristökeskus. 79 s.
- Airaksinen, J. 2004. Vesivelho -hankkeen loppuraportti. Suunnitteluohjeistus rehevöityneiden järvien kunnostamiseen. Savonia AMK. 96 s.
- Alahuhta, J., Rintala, J. & Martinmäki, K. 2007. RiverLifeGIS vesiensuojelun tukena. Vesitalous 6/2007: 19-23.
- Axelrod, R. 1976. Structure of Decision: The Cognitive Maps of Political Elites. Princeton University Press.
- Chapra, S. C. 1975. Comment on "An empirical method of estimating the retention of phosphorus in lakes" by W.B. Kirchner and P.J. Dillon. Water Resources Research 11: 1033-1034.
- Finnish Environment Institute. 2003. Corine Land Cover 2000 and Image 2000 in Finland. Final Report of the First Part of the Project Corine Land Cover 2000 Finland (CLC2000). Finnish Environment Institute, Geoinformatics and Land Use Division. 34 s.
- Frisk, T. 1987. Järvien fosforimallit. Vesihallitus. Tiedotteita 146. 114 s.
- Hagman, A.-M., Serenius, K. & Rajajärvi, S. 2008. Mäntsälän järvien kunnostuksen yleissuunnitelma. Uudenmaan ympäristökeskuksen raportteja 3/2008. 158 s.
- Helminen, H., Hirvonen, A. & Sarvala, J. 1995. Ravintoketju-kunnostuksen ekologiset perusteet. Vesitalous 3/1995: 1 - 4.
- Hertel, M., Kleemola, P., Ruohtula, J. & Vuontela, J. 1988. Valtion osallistuminen vesistöjen kunnostushankkeisiin.
- Hosper, H. 2005. Lake Management in Netherlands. What did we learn from integrated ecological monitoring in the IJsselmeer lake area? Vesistökunnostuspäivät 31.8. - 2.9.2005, Kotka.
- Huttula, T., Bilaletdin, E., Härmä, P., Kallio, K., Linjama, J., Lehtinen, K., Luotonen, H., Malve, O., Vehviläinen, B. & Villa, L. 2009. Ympäristön seurannan menetelmien kehittäminen. Automatisointi ja muut uudet mahdollisuudet. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 13. 73 s.
- Huttunen, I., Huttunen, M., Vehviläinen, B. & Tattari, S. 2007. Large scale phosphorus transport model. Julkaisussa: Heckrath, G., Rubaek, G. H. & Kronvang, B. (eds.). Diffuse Phosphorus Loss : Risk Assessment, Mitigation options and Ecological Effects in River Basins. The 5th International Phosphorus Workshop (IPW5), 3-7 September 2007 in Silkeborg, Denmark. Aarhus Universitet, Faculty of Plant Science. DJF Plant Science 130. S. 215-217.
- Huttunen, M., Huttunen, I. & Vehviläinen, B. 2008. Vesistömallin vedenlaatuosio. Vesistömallikoulutus 12.2.2008. Suomen ympäristökeskus.
- Ilmavirta, V. (toim.) 1990. Järvien kunnostuksen ja hoidon perusteet. Yliopistopaino. 479 s.
- Janse, J., De Senerpont Domis, L., Schefferc, M., Lijklemac, L., Van Lierea, L., Klinged, M. & Mooij, W. 2008. Critical phosphorus loading of different types of shallow lakes and the consequences for management estimated with the ecosystem model PCLake. Limnologia 38 (3-4): 203-219.
- Jauni, M. 2004. Suomen maankäyttöluokkien pinta-alatiedot ja maankäytön tietojärjestelmät. Taustaselitys Suomen maankäyttöluokkien vertailtavuutta, maankäyttöluokkien pinta-alatietoja ja maankäytön muutoksen seurantajärjestelmiä tarkastelevalle työryhmälle. Maa- ja metsätaloustieteiden tutkimuskeskus. 96 s.
- Jeppesen, E. & Sarmalkorpi, I. 2002. Lakes. Julkaisussa: Perrow, M.R. & Davy, A.J. (eds.). Handbook of Ecological Restoration. Vol. 2: Restoration in Practice. Cambridge University Press. S. 297-325.
- Järvenpää, L. Vesistötyöt-tietojärjestelmän esittely, SYKE Helsinki 18.3.2009. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=100580&lan=fi> [WWW, viitattu 30.3.2010.]
- Kauppi, P. & Koskiahho, J. 2003. Evaluation of annual loads of nutrients and suspended solids in Baltic rivers. Nordic Hydrology 34(3): 203-220.
- Keeney, R. L. 1992. Value focused thinking: A path to creative decision making. Harvard University Press. 416 s.
- Kosko B. 1986. Fuzzy cognitive maps. International Journal of Man-Machine Studies 24(1): 65-75.
- Krogerus, K. & Ekholm, P. 2003. Phosphorus in settling matter and bottom sediments in lakes loaded by agriculture. Hydrobiologia 492: 15-28.
- Kunnari, E. 2008. Vesipuidedirektiivin mukainen kustannus-tehokkuusanalyysi maatalouden vesienhoitotoimenpiteille Excel-sovelluksena. Pro gradu-tutkielma, Helsingin yliopisto, Taloustieteenlaitos, Ympäristöekonomia. 69 s.
- Lauri, H. & Virtanen, M. 2002. A Decision Support System for management of boreal river catchments. Large Rivers 13(3-4). Archiv fur Hydrobiologie Suppl. 141(3-4): 401-408.
- Lehto, A. 2009. Väliaikaisen kuivatuksen vaikutukset järven tilaan ja virkistyskäyttöön. Opinnäytetyö, ylempi AMK, Oulun seudun ammattikorkeakoulu, Rakentamisen koulutusohjelma. 64 s.
- Linjama, J., Puustinen, M., Koskiahho, J., Tattari, S., Tattari, Kotilainen, H. & Granlund, K. 2009. Implementation of automatic sensors for continuous monitoring of runoff quantity and quality in small catchments. Agricultural and Food Science 18 (3-4): 417-427.
- Luoto, I. 1998. Öjanjärven virkistyskäyttö ja sen taloudellinen arvottaminen. Chydenius-Instituutin tutkimuksia 8/1998. 116 s.
- Lähteenmäki, H. & Rotko, P. 2005. Eväitä vuorovaikutteiseen viestintään vesistöjen kunnostus- ja säännöstelyhankkeissa. Ympäristöopas 125. Suomen ympäristökeskus. 66 s.
- Majuri, H. 2001. Hyödyn arviointi vesistöjen kunnostushankkeissa. Tampereen teknillinen korkeakoulu. Julkaisuja 333. 252 s.
- Malve, O. 2007. Water quality prediction for river basin management. Helsinki University of Technology. TKK Dissertations 67. 126 s.
- Malve, O., Kotamäki, N., Rasmus, K., Pätynen, A. & Huttula, T. 2008. Järvien vedenlaadun ennusteita vesistöalueiden hoidon suunnitteluun. Julkaisematon raportti.
- Marttunen, M., Mustajoki, J., Verta, O.-M. & Hämäläinen, R.P. 2008a. Monitavoitearviointi vuorovaikutteisessa ympäristösuunnittelussa. Menetelmä ja sen soveltamisesimerkkejä vesistöjen käytössä ja hoidossa. Suomen ympäristö 11/2008. Suomen ympäristökeskus. 71 s.
- Marttunen, M., Sarmalkorpi I., Hagman A.-M., Lehtoranta V., Serenius K., Harjula, H. & Vääriskoski J. 2008b. Monitavoitearviointi järvikunnostushankkeiden vertailussa – Menetelmän kuvaus ja testaus Mäntsälän ja Uudenmaan järvillä. Suomen ympäristö 30/2008. Suomen ympäristökeskus. 62 s.
- Mattson, T., Finér, L., Kortelainen, P. & Sallantausta, T. 2003. Brook water quality background leaching from unmanaged forested catchments in Finland. Water, Air and Soil Pollution 147: 275-297.
- Mikkola, A. 1997. SLICES-projekti eli selvityshanke alueiden käyttöä ja peitteisyyttä kuvaavien valtakunnallisten luokitusaineistojen muodostamiseksi. Loppuraportti. Maanmittauslaitos. 107 s.

- Mustajoki, J. & Marttunen, M. 2008. Skenaariosuunnittelun soveltaminen vesistöjen hoito- ja kunnostushankkeissa. Kirjallisuuskatsaus ja kokemusten hyödyntämismahdollisuudet Karvianjoen tulevaisuustarkastelut –hankkeessa. Raportissa Karvianjoen tulevaisuustarkastelut. Kooste vuonna 2008 laadituista osaselvityksistä.
- Niemi, J., Lepistö, L., Mannio, J., Mitikka, S. & Pietiläinen, O.-P. 2004. Quality and trends of inland waters. Julkaisussa: Eloranta, Pertti (ed.) Inland and coastal waters of Finland. University of Helsinki. S. 18-40.
- Nürnberg, G. 2004. Quantified Hypoxia and Anoxia in Lakes and Reservoirs. *The Scientific World Journal* (2004) 4: 42–54.
- Partanen, M. 1975. Säännöstelyn vaikutuksista vesistön virtistysarvoon. *Moniste. Vesihallitus*. 150 s.
- Partanen-Hertell, M. 2008. Alueellisen suunnitteluhankkeen sidosryhmäanalyysi. Metodologiaa. Raportissa Karvianjoen tulevaisuustarkastelut. Kooste vuonna 2008 laadituista osaselvityksistä.
- Puustinen, M., Turtola, E., Kukkonen, M., Koskiahio, J., Niinioja, R. & Tattari, S. 2010. VIHMA assessment tool for allocation of measures to control of erosion and nutrient loading from Finnish agricultural catchments. *Agriculture, ecosystems and environment*. (submitted).
- Pätyinen, A. 2009. Tavoitekuormien määrittäminen vesipuitte-direktiivin mukaisessa vesialueiden hoidossa. Pro gradu-tutkielma. Jyväskylän yliopisto, Bio- ja ympäristötieteiden laitos. 63 s.
- Rekolainen, S., Vuoristo, H., Kauppi, L., Bäck, S., Eerola, M., Jouttijärvi, T., Kaukoranta, E., Kenttämies, K., Mitikka, S., Pitkänen, H., Polso, A., Puustinen, M., Rautio, L.-M., Räike, A., Räsänen, J., Santala, E., Silvo, K. & Tattari, S. 2006. Rehevöittävän kuormituksen vähentäminen. Taustaselvitys osa I. Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 22/2006. 39 s.
- Rintala, J., Heikkinen, K. & Ulvi, T. 2006. Enhancing sustainable river basin management by Watersketch toolbox including RiverLifeGIS - a tool using geographical information for water protection planning. Julkaisussa: Takala, P. (ed.). *Proceedings of the Nordic GIS Conference 2.-4.10.2006, Helsinki, Finland. NORDGI Nordic Geographic Information Vol. 1: 90-93*.
- Saarijärvi, E. 2005. Hapetuslaitteiden mitoittaminen ja kustannukset. *Hapetusseminaari, Helsinki 20.10.2005*.
- Saarijärvi, E. & Sammalkorpi, I. 2005. Kunnostustarpeen määrittäminen. Julkaisussa: Ulvi, T. & Lakso, E. (toim.) 2005. Järvien kunnostus. *Ympäristöopas 114*. Suomen ympäristökeskus. 336 s.
- Sammalkorpi, I. & Horppila, J. 2005. Ravintokejukurkennostus. Julkaisussa: Ulvi, T. & Lakso, E. (toim.) 2005. Järvien kunnostus. *Ympäristöopas 114*. Suomen ympäristökeskus. 336 s.
- Sammalkorpi, I., Keto, J., Kairesalo, T., Luokkanen, E., Mäkelä, M., Vääriskoski, J., Lammi, E. (toim.). 1995. Vesijärvi-projekti 1987-1994: ravintokejukurkennostus, tutkimukset ja toimenpidekokeilut. *Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja, Sarja A 218*. 126 s.
- Sarvilinna, A. & Sammalkorpi, I. 2010. Rehevöityneen järven kunnostus ja hoito. *Ympäristöopas 2010*. Suomen ympäristökeskus. 64 s.
- Scheffer, M., Hosper, S.H., Meijer, M.L. & Moss, B. 1993. Alternative equilibria in shallow lakes. *Trends in Ecology and Evolution* 8 (8): 275–279.
- Suomen ympäristökeskus. 2009a. Järvien tyypittely. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=107262&lan=fi> [WWW, viitattu 31.3.2010.]
- Suomen ympäristökeskus. 2009b. TPO-projekti, Toimenpiteiden valinta ja taloudelliset tarkastelut. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=112590&lan=fi> [WWW, viitattu 30.3.2010.]
- Suomen ympäristökeskus. 2010. Vesienhoidon suunnittelun materiaalia. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=22063&lan=fi> [WWW, viitattu 29.3.2010.]
- Søndergaard, M., E. Jeppesen, J. P. Jensen & T. Lauridsen, 2000. Lake restoration in Denmark. *Lakes & Reservoirs: Research and Management* 5: 151–159.
- Søndergaard M., Jensen J. P. & Jeppesen E. 2003. Role of sediment and internal loading of phosphorus in shallow lakes. *Hydrobiologia* 506-509: 135-145.
- Tanskanen, H. 2005. Hankkeen seuranta. Julkaisussa: Ulvi, T. & Lakso, E. (toim.) 2005. Järvien kunnostus. *Ympäristöopas 114*. Suomen ympäristökeskus. 336 s.
- Tattari, S. & Linjama, J. 2004. Vesistöalueen kuormituksen arviointi. *Vesitalous* 3/2004: 26-30.
- Ulvi, T. & Lakso, E. (toim.). 2005. Järvien kunnostus. *Ympäristöopas 114*. Suomen ympäristökeskus. 336 s.
- Vahala, R. & Kløve, B. 2008. Suomen vesisektorin tulevaisuudesta. *Vesitalous* 1/2008: 42-44.
- Vehviläinen, B., Huttunen, M. & Huttunen, I. 2005. Hydrological forecasting and real time monitoring in Finland: The watershed simulation and forecasting system (WSFS). Julkaisussa: *Innovation, Advances and Implementation of Flood Forecasting Technology, conference papers, Tromso, Norway, 17 to 19 October 2005*.
- Vesi- ja ympäristöhallitus. 1988. Vesistöjen laadullisen käyttökelpoisuuden luokittaminen. *Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja* 20. 48 s.
- Vollenweider, R.A. 1976. Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication. *Memorie dell'Istituto Italiano di Idrobiologia* 33: 58–83.
- Vuori K.-M., Mitikka S. & Vuoristo H. (toim.). 2009. Pintavesien ekologisen tilan luokittelu. *Ympäristöhallinnon ohjeita* 3/2009. Suomen ympäristökeskus. 120 s.
- Vuori, K.-M. 2009. Pintavesiemme tila uusien luokitteluperusteiden valossa. *Vesitalous* 2/2009: 11–15.
- Väisänen, T. & Lakso, E. 2005. Tavoitteiden asettelu ja kunnostusmenetelmän valinta. Julkaisussa: Ulvi, T. & Lakso, E. (toim.) 2005. Järvien kunnostus. *Ympäristöopas 114*. Suomen ympäristökeskus. 336 s.
- Väisänen, T. 2009. Sedimentin kemikalointikäsittely. Tutkimus rehevän ja sisäkuormitteisen järven kunnostusmenetelmän mitoituksesta sekä sen tuloksellisuuden mittaamisesta. *Acta Universitatis Ouluensis, Technica C 345*. Oulun yliopisto, Teknillinen tiedekunta. 214 s.
- Vääriskoski, J. & Ulvi, T. 2005. Kunnostushankkeen käynnistäminen ja toteutus. Julkaisussa: Ulvi, T. & Lakso, E. (toim.) 2005. Järvien kunnostus. *Ympäristöopas 114*. Suomen ympäristökeskus. 336 s.



## Liite I. Veden laadun vaikutuksia virkistyskäyttöön kuvaava Excel-malli (VIRVA) ja sen sovellus Karvianjärvelle

Mika Marttunen

### I Tausta

Vesienhoidon suunnittelun ensisijaisena tavoitteena Suomessa on vesistöjen hyvän ekologisen tilan saavuttaminen. Vesistöjen tilan muutoksista aiheutuu ekologisten vaikutusten lisäksi myös taloudellisia ja sosiaalisia vaikutuksia. Näiden vaikutusten taloudelliseen arviointiin ei Suomessa ole vielä vakiintuneita käytäntöjä. Sen vuoksi vesiensuojelutoimenpiteillä ja vesistöjen kunnostuksilla aikaansaatavien hyötyjen arviointi on usein jäänyt yleiselle, kuvailevalle tasolle. Vesienhoidon suunnittelun myötä tarve vesistöjen tilamuutosten kustannusten ja hyötyjen arviointiin ja vertailuun on lisääntynyt.

Tässä liitteessä kuvataan SYKEssä kehitetyn VIRVA-mallin (VIRkistyskäytön VAikutukset veden laatuun, Mustajoki & Marttunen 2009) laskentaperiaatteita ja tuloksia mallin soveltamisesta Karvianjärvelle Satakunnassa. Mallin kehitystyössä on hyödynnetty aikaisempia tutkimustuloksia (mm. Mattila 1995, Majuri 2002). Tavoitteena on ollut kehittää yksinkertainen, havainnollinen ja teoreettisesti perusteltu malli, jota voidaan soveltaa erityyppisissä kohteissa ja jonka lähtötiedot ovat helposti hankittavissa.

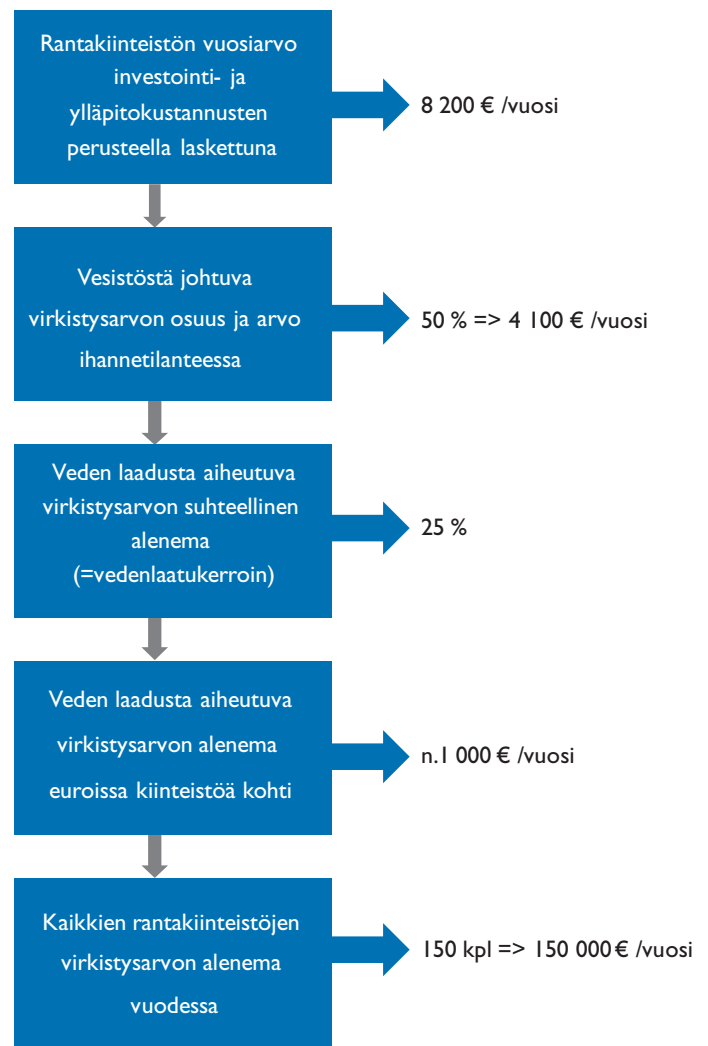
VIRVA-mallissa on mukana neljän eri virkistyskäyttömuodon (ranta-asutus, uinti, kalastus ja veneily) veden laadun muutoksista johtuvien vaikutusten rahallinen arviointi. Ranta-asutus kuvaa ranta-asukkaiden ja mökkiläisten virkistyskäytön arvoa. Ranta-asutuksen virkistyskäyttö muodostuu uinnista, kalastuksesta, veneilystä, saunomisesta ja maiseman ihailusta. Lisäksi mallissa tarkastellaan erikseen muiden kuin ranta-asukkaiden kalastuksen, uinnin ja veneilyn arvoa.

### 2 Laskentaperiaate

Mallin lähtökohtana on, että veden laadun heikentyessä virkistäytymisestä käyttäjälle syntyvä hyöty tai arvo vähenee. Tämä voi aiheutua siitä, että virkistäytyminen muuttuu epämiellyttävämmäksi, käyttäjälle aiheutuu lisätyötä, vaivaa tai lisäkustannuksia sekä ääritapauksessa siitä, että vesistöä ei ole enää mahdollista käyttää ko. tarkoitukseen.

Ranta-asutuksen (rantakiinteistöjen) virkistyskäyttöarvo lasketaan eri periaatteella kuin muualta tulevien virkistyskäyttäjien virkistyshyödyt.

Rantakiinteistöjen osalta arviointi pohjautuu investointi- ja ylläpitokustannusten perusteella laskettuun vuotuisen rahalliseen panostukseen (kuva 1). Tarkastelussa oletetaan, että vesistön virkistysarvo on järven suuruudesta riippuen 50-70 % tästä arvosta. Tämä oletamus pohjautuu aikaisempiin tutkimustuloksiin (Kyber 1981, Mattila 1995). Muiden käyttäjien virkistysarvojen laskenta perustuu



Kuva 1. Ranta-asukkaiden virkistysarvon laskennan etenemisen vaiheet ja Karvianjärvi-tarkastelun alustavat arvot.

puolestaan käyttäjämääriin, käyttökertoihin ja yhden käyttökerran arvoon (kuva 2). Kokonaisuudessaan virkistyskäytöstä koituva hyöty saadaan laskemalla eri virkistyskäyttömuodoista koituvat hyödyt yhteen. Mallissa voidaan ottaa myös huomioon veden laadun parantumisen tai heikentymisen vaikutus kävijöiden ja käyttökertojen määrään.

Veden laadusta johtuva laatukerroin saadaan selville kaksiuolotteisesta kuvaajasta eli eräänlaisesta arvofunktiosta (kuva 3), joka kuvaa sitä, kuinka suuri on suhteellinen arvon alenema verrattuna ideaalitilaan veden laadun muuttuessa. Veden laatua kuvaavana suureena on käytetty a-klorofyllipitoisuutta. Kullekin käyttömuodolle laaditaan oma arvofunktionensa ottaen huomioon se, kuinka suuri vaikutus veden rehevyydellä ja sen muutoksella on ko. käyttömuodolle. Esimerkiksi kalastuksen kohdalla arvo 0,9 kuvaa tilannetta, jossa pyydykset alkavat limoittua ja kalasto särkikalavaltaistua.

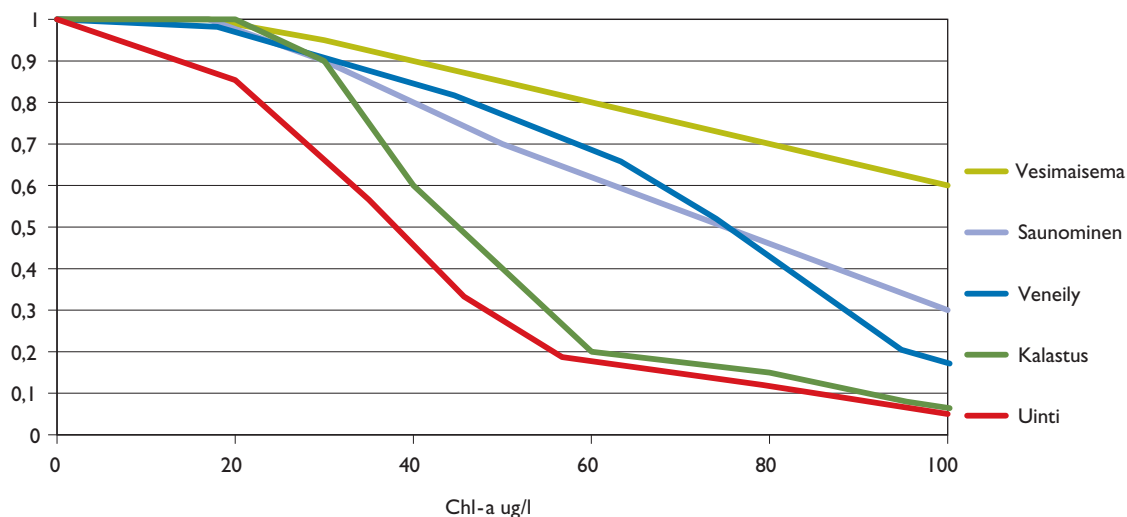
Arvo 0,5 vastaa tilannetta, jossa pyydykset limoituvat voimakkaasti, särkikalaja on runsaasti, saaliskaloissa on jonkin verran makuhaittoja, mikä on vähentänyt kalan käyttöä ravinnoksi ja osa kalastajista on lopettanut em. syiden vuoksi kalastuksen kokonaan.

Karvianjärven tarkastelussa arvofunktioiden laadinnassa hyödynnettiin vesistöissä syksyllä 2008 tehdyn postikyselytutkimuksen tuloksia. Tutkimuksen mukaan huonosta veden laadusta aiheutui Karvianjärvellä suurta haittaa noin 35 %:lle ja kohtalaista haittaa noin 40 %:lle vastaajista. Leväkukinnoista aiheutui suurta haittaa 55 %:lle ja kohtalaista haittaa 30 %:lle vastaajia. Verkkojen limoittuminen puolestaan aiheutti suurta haittaa noin 15 %:lle vastaajia ja kohtalaista haittaa noin 50 %:lle vastaajia.

Ranta-asukkaiden arvofunktio on laadittu sen osatekijöiden (kalastus, veneily, uiminen, sauno-

**Virkistyskäyttömuodolle (uinti veneily, kalastus) syntyvä kokonaishyöty = Käyttäjien määrä \* Käyttäjän keskimääräinen vuotuinen käyttömäärä \* Käyttökerran arvo ideaalitilassa \* Veden laadusta johtuva laatukerroin**

Kuva 2. Muiden kuin ranta-asukkaiden virkistysyödyn laskenta.



Kuva 3. Vesistön eri virkistyskäyttömuodoille Karvianjärvellä laaditut alustavat arvofunktiot. Ne kuvaavat käyttäjän kokeman hyödyn suuruutta suhteessa ihannetilaa (arvo =1).

minen ja vesimaiseman ihailu) arvofunktioiden avulla siten, että osatekijöitä on painotettu niiden tärkeyttä ranta-asukkaalle kuvaavalla painoarvolla (taulukko 1). Painoarvojen määrittämisessä on hyödynnetty sekä vuoden 2008 kyselytutkimuksen että aikaisempien tutkimusten (Kyber 1981, Mattila 1995) tuloksia.

Taulukko 1. Ranta-asutuksen arvofunktion muodostamisessa eri toiminnoille annetut painoarvot.

Kalastus	0,15
Veneily	0,2
Uiminen	0,2
Saunominen	0,25
Vesimaisema	0,2

### 3 Arvioinnin lähtötiedot Karvianjärvellä

Karvianjärvi-tarkastelussa käytetyt lähtötiedot ovat pääosin KarTuTa-hankkeen asiantuntijoiden tekemiä alustavia arvioita ja niiden tarkentaminen on jatkossa on tarpeen, mikäli halutaan saada tarkempi arvio virkistysyötyjen suuruudesta. Tässä raportissa esitetyt arviot antavat kuitenkin käsityksen hyötyjen suuruusluokkatasosta.

- **Ranta-asutus:** Tarkastelussa otetaan huomioon vain alle 200 m rannasta sijaitsevien vakituisten asuntojen ja lomakiinteistöjen määrä. Karvianjärvellä rantakiinteistöjä on 150 kappaletta. Näistä vakinaisia asuntoja on 34 ja loma-asuntoja 126. Kiinteistön arvo on laskettu n. 0,5 ha:n tontin ja rakennuksen keskimääräisen hankintahinnan perusteella. Alueen kiinteistönvälittäjille tehdyn kyselyn (14.4.2009) perusteella arvona on käytetty 80 000 €, joka on hieman keskimääräistä korkeampi arvo. Hankinta-arvo on muutettu annuiteettimenetelmällä vuosiarvoksi. Sen lisäksi on otettu huomioon kiinteistön käyttö- ja hoitokustannukset. Laskemalla nämä yhteen saadaan käytölle vuosiarvo. Vuosiarvona on tarkastelussa käytetty 8 200 €. Olettamalla vesistöstä aiheutuvan virkistysarvon olevan 50 % kiinteistön hinnasta, saadaan vesistöstä riippuvaksi virkistysarvoksi ideaalitulanteessa 4 100 €/vuosi.
- **Uinti:** Uinnin osalta virkistyskäyttöhyötyä arvioidaan järven yleisillä uimarannoilla käyvien uimareiden määrän, keskimääräisen uimassa kävijän vuotuisten uintikerrojen ja yhden uintikerran keskimääräisen arvon avulla. Uintikerran arvona on käytet-

ty 5 €. Uimareiden määräksi on arvioitu 100 kpl. Ranta-asukkaiden uinti sisältyy ranta-asutuksen virkistysarvoon.

- **Kalastus:** Kalastuksen hyötyä arvioidaan järvellä käyvien virkistyskalastajien määrän, keskimääräisen virkistyskalastajan vuotuisten kalastuskertojen ja yhden kalastuskerran keskimääräisen arvon avulla samaan tapaan kuin uinnin kohdalla. Ulkopuolisia kalastajia arvioidaan olevan 200 kpl ja heidän arvioidaan käyvän järvellä keskimäärin 20 kertaa vuodessa. Vuonna 2008 kalastusluvan lunasti 120 henkilöä. Järvellä on kuitenkin paljon kalastusta ilman ostettua lupaa (mm. nuoret ja eläkeläiset).
- **Veneily:** Veneilyn osalta virkistyskäyttöhyötyä arvioidaan järvellä käyvien virkistysveneilijöiden määrän, keskimääräisen virkistysveneilijän vuotuisten veneilykertojen ja yhden veneilykerran keskimääräisen arvon avulla samaan tapaan kuin uinnin kohdalla. Suurimmalla osa veneilijöistä, veneily liittyy kalastukseen ja se otetaan huomioon kalastuksessa tai ranta-asutuksessa (mökkiläisten ja vakituisten ranta-asukkaiden veneily). Jonkin verran harjoitetaan virkistysveneilyä saariin. Veneilijöiden määrä on oletettu 10:ksi ja käyttökertojen määräksi 5 kertaa vuodessa. Veneilykerran arvoksi on määritetty 10 €/hlö.

Edellä esitetyt arvot kuvaavat nykyistä käyttöä. Tarkastelua ei voi kuitenkaan tehdä pelkästään nykyisen käytön perusteella, sillä jos järven tila paranee, voi se lisätä nykyisten käyttäjien kiinnostusta järveä kohtaan ja myös käytön määrää sekä toisaalta tuoda järvelle myös aivan uusia virkistyskäyttäjiä. Vastaavasti, jos järven tila heikkenee, voi se vähentää käytön ja käyttäjien määrää.

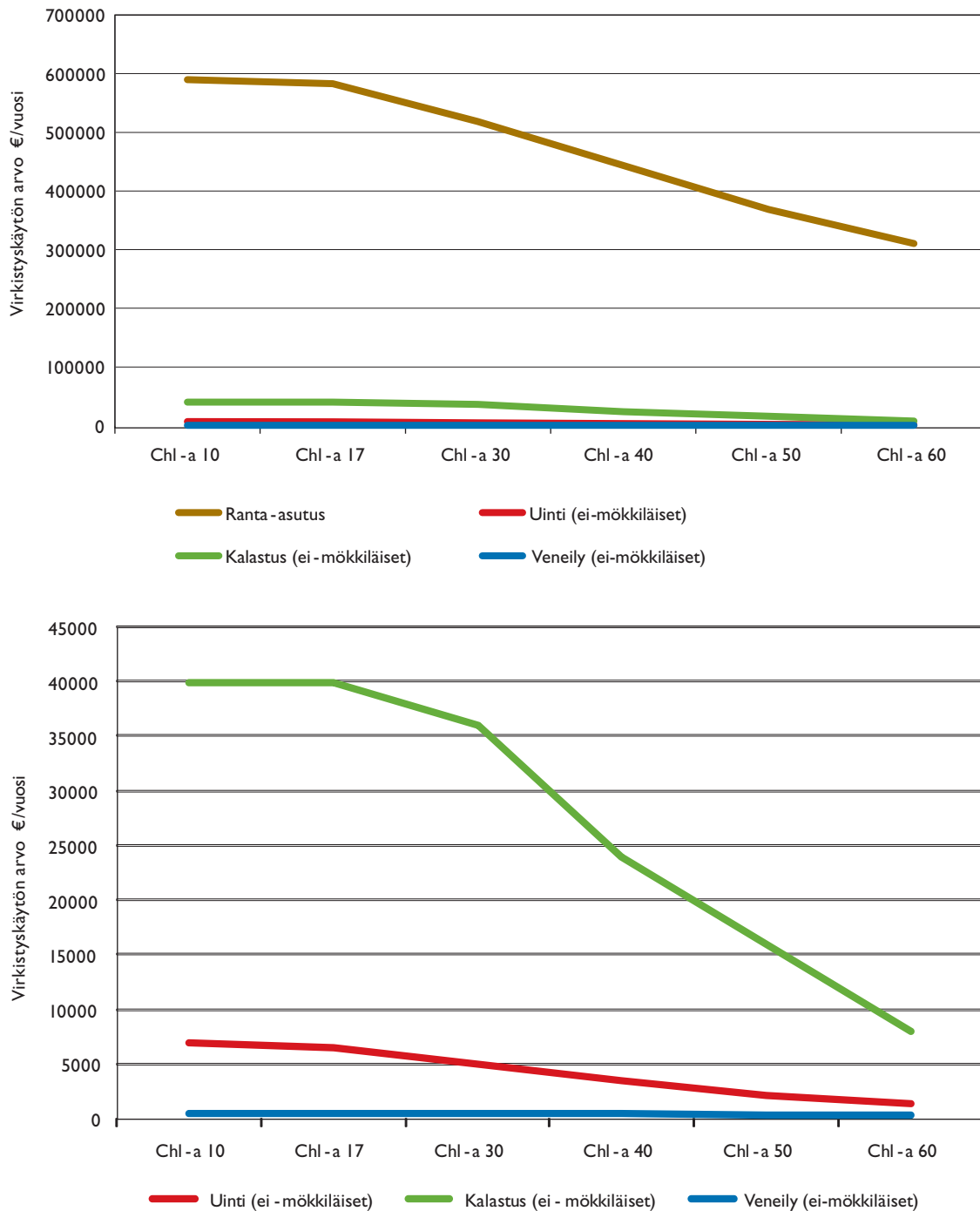
Karvianjärvellä tarkasteltiin nykytilanteen lisäksi kolmea skenaariota:

- Skenaario 1: järven ekologinen tila paranisi yhdellä luokalla eli välttävistä tyydyttäväksi ja a-klorofyllipitoisuus pienenesi nykyisestä 40 µg/l tasolle 30 µg/l.
- Skenaario 2: järven ekologinen tila paranisi kahdella luokalla eli välttävistä hyväksi ja a-klorofyllipitoisuus pienenesi tasolle 17 µg/l.
- Skenaario 3: järven ekologinen tila paranisi kolmella luokalla eli saavuttaisi erinomaisen tilan ja a-klorofyllipitoisuus olisi 12 µg/l.

## 4 Tulokset ja niiden tarkastelu

Karvianjärven virkistyskäytön arvon riippuvuus veden laadusta käyttömuodoittain on esitetty kuvassa 4. Tarkastelun perusteella voidaan tehdä seuraavat johtopäätökset: Karvianjärven ranta-asutuksen virkistysarvon merkitys on huomattavasti suurempi kuin muiden virkistyskäyttömuotojen. Veneilyn ja uinnin osuus kokonaisarvossa on vä-

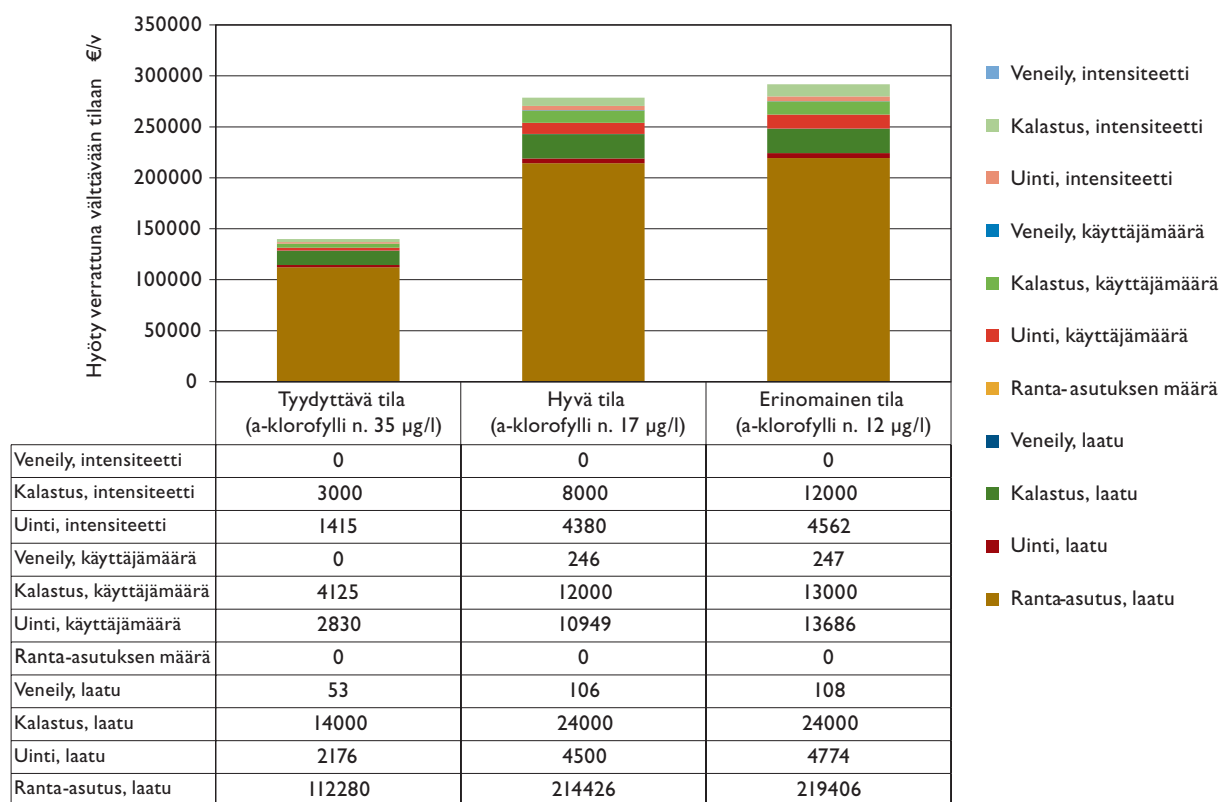
häinen. Ideaalitulanteessa Karvianjärven virkistyskäytön hyöty olisi kokonaisuudessaan n. 0,6 milj. € vuodessa. Karvianjärven nykyinen virkistysarvo on selvästi alentunut rehevyshaittojen vuoksi ja on n. 70 % ideaalitulanteesta eli alenema on n. 200 000-250 000 € vuodessa. Rantakiinteistöä kohden 200 000 € alenema tekee n. 1 300 € vuodessa.



Kuva 4. Karvianjärven virkistyskäytön arvon ja veden laadun riippuvuus. A-klorofylli-taso on ollut viime vuosina keskimäärin 40-50 µg/l. Arvossa ei ole otettu huomioon veden laadun paranemisesta seuraavaa käyttäjämäärien ja käyttökertojen kasvua.

VIRVA-mallilla arvioituna virkistyskäytölle syntyy hyötyä tilan muuttuessa välttävästä (a-klorofylli 50 µg/l) hyvään (a-klorofylli 17 µg/l) n. 240 000 euroa vuodessa nykyisillä käyttäjämäärillä ja käyt-

töintensiteeteillä. Jos otetaan huomioon veden laadun paranemisesta johtuva käyttäjämäärien ja käyttökertojen mahdollinen nousu, hyötyä kertyy n. 280 000 euroa (kuva 5).



Kuva 5. Karvianjärven virkistyskäytöstä koituvat hyödyt siirryttäessä välttävästä tilasta (a-klorofylli 50 µg/l) parempaan. Laskennassa on otettu huomioon käyttäjämäärien ja käyttöintensiteetin kasvu veden laadun paranemisen seurauksena.

## 5 Mallin ja sen kehitystarpeiden arviointia

VIRVA-malli tarjoaa yhden mahdollisen tavan arvioida kvantitatiivisesti veden laadun muutoksen vaikutuksia virkistyskäyttöön. Yhteenvedo mallin vahvuuksista ja heikkouksista on esitetty taulukossa 2.

Malliin liittyy vielä monia kehitystarpeita. Lähtötietoja erityisesti arvofunktioiden muodon osalta on tarpeen vielä tarkentaa. Tätä varten tehdään Karvianjoen vesistöalueella vuonna 2010 uusi kysely, jonka avulla tarkennetaan kuvaa rehevyshaittojen suuruudesta ja niiden vaikutuksesta vesistön eri virkistysmuotoihin. Mallista on tarkoitus laatia myös jokiversio, jotta VIRVAa voitaisiin hyödyntää myös vesistöaluetasolla tehtävissä

kokonaistarkasteluissa. Yksi kehitysmahdollisuus liittyy ranta-asukkaiden profilointiin, sillä vesistön ja sen rehevyyden vaikutuksessa ranta-asukkaiden virkistyskäyttöön on huomattavia eroja ja näiden esilletuomiseksi ranta-asukkaat voitaisiin jakaa esim. 3-4 ryhmään. Kullekin ryhmälle annettaisiin erilaiset painoarvot eri käyttömuodoille ja myös arvofunktioiden muodot voisivat poiketa toisistaan. Jatkossa on myös tarpeen vertailla eri tutkimusmenetelmien tuottamia hyötyarvoja ja syitä arvoissa oleviin eroihin. VIRVA-mallilla lasketut hyötyarviot poikkeavat huomattavasti esim. Hii-denvedellä tehdyn maksuhalukkuustutkimusten arvoista (Ahtiainen 2008).

Taulukko 2. VIRVA-mallin arviointia.

<p><b>Vahvuudet:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Läpinäkyvä ja havainnollinen</li> <li>• Hyödyntää aikaisempien virkistyskäyttötutkimusten ja kyselyn tuloksia</li> <li>• Ranta-asutuksen laskenta analoginen VIRKI-mallin kanssa</li> <li>• Arvofunktiolähestymistapa</li> <li>• Mahdollisuus laajentaa mallia myös matkailuun ja vedenottoon</li> </ul>	<p><b>Heikkoudet:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arvofunktioiden muodon määrittäminen vaikeaa ja ovat subjektiivisia</li> <li>• Käyttökerran arvon määrittämiseen liittyy ongelmia</li> <li>• Keskiarvoistava, yksittäisen käyttäjän hyödyn muutos voi poiketa huomattavasti</li> </ul>
--	---

## LÄHTEET

- Ahtiainen, H. 2008: Järven tilan parantamisen hyödyt. Esimerkkinä Hiidenvesi. Suomen ympäristö 47/2008, Luonnonvarat, 79 s.
- Kyber, M. 1981. Vesistön likaantumisen virkistyskäytölle aiheuttamat haitat ja niiden arviointi katselmustoimituksessa. Espoo. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Tiedote 23. 90 s. + liitteet.
- Majuri, H. 2001. Hyödynarviointi vesistöjen kunnostushankkeissa. Väitöskirja Tampereen teknilliseen korkeakouluun. 203 s. + liitteet.
- Mattila, T. 1995. Rantakiinteistön virkistysarvo ja vesistön likaantumisen vaikutus siihen. Suomen ympäristökeskuksen moniste 6. 88 s. + liitteet.

## KUVAILULEHTI

Julkaisija	Suomen ympäristökeskus			Julkaisu-aika Syyskuu 2010
Tekijä(t)	Kati Martinmäki, Mika Marttunen, Teemu Ulvi, Mika Visuri, Mikko Dufva, Ilkka Sammalkorpi, Heini Ahtiainen, Eini Lemmelä, Heini Auvinen, Marjut Partanen-Hertell, Arto Lehto, Tero Väisänen, Jyri Mustajoki ja Raimo Ihme			
Julkaisun nimi	<b>Uusia menetelmiä järven kunnostushankkeen suunnitteluun</b>			
Julkaisusarjan nimi ja numero	Suomen ympäristö 19/2010			
Julkaisun teema	Luonnonvarat			
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut	Julkaisu on saatavana internetissä: <a href="http://www.ymparisto.fi/julkaisut">www.ymparisto.fi/julkaisut</a>			
Tiivistelmä	<p>Ympäristöhallinnossa on pitkään kehitetty erilaisia menetelmiä ja työkaluja vesienhoidon ja -suojelun ja vesistöjen kunnostuksen suunnitteluprosessien tueksi, mm. erilaisia osallistavan suunnittelun menetelmiä, tietojärjestelmiä sekä luonnon prosesseja ja toimenpiteiden vaikutuksia kuvaavia malleja ja arviointityökaluja. Tässä julkaisussa esitetään Vesienhoidon kustannustehokkaat menetelmät ja monitavoitteiset toimintatavat (VeKuMe) –hankkeessa kehitetty järven kunnostuksen yleissuunnitteluprosessi, johon on yhdistetty eräitä edellä mainittuja ympäristöhallinnossa kehitettyjä ja kehitteillä olevia menetelmiä ja malleja vesistön kuormituksen ja nykytilan arviointiin, toimenpiteiden tunnistamiseen, vaikutusten ja kustannusten arviointiin sekä toimenpidevaihtoehtojen hyötyjen arviointiin.</p> <p>Työssä on pohdittu, mitä vaiheita hyvässä, järven vesien- ja kunnostushankkeen suunnitteluprosessissa pitäisi olla ja mitä tehtäviä eri vaiheisiin sisältyy. Samalla on mietitty, minkälaisille suunnittelun apuvälineille olisi tarvetta eri suunnittelutehtävissä, mitä käyttökelpoisia apuvälineitä on jo olemassa ja miten niitä voitaisiin suunnitteluprosessissa tehokkaasti hyödyntää. Työn tuloksena syntyneessä suunnitteluprosessissa on otettu huomioon, että on tärkeää tunnistaa järvessä esiintyvien ongelmien syyt ja niiden seuraukset ja arvioida monipuolisesti vesien- ja kunnostustoimenpiteiden vaikutuksia, toteutettavuutta, kustannustehokkuutta ja hyötyjä. Suunnitteluprosessi pyrkii sovittamaan yhteen erilaiset tarpeet ja tavoitteet, jotta suunnitelma saisi laajasti hyväksyntää eri sidosryhmiltä.</p> <p>Tämä julkaisu on tarkoitettu pääasiassa suunnitteluprosesseja vetävien asiantuntijatahojen käyttöön. Kohderyhminä ovat lähinnä ELY-keskusten ja kuntien asiantuntijat ja kunnostussuunnitelmia laativat konsultit sekä kunnostushankkeita rahoittavat ja toteuttavat organisaatiot. Julkaisua voidaan hyödyntää myös eri alojen oppilaitoksissa.</p>			
Asiasanat	järvet, vesistöjen kunnostus, suunnittelumenetelmät, taloudelliset tarkastelut, hyötyjen arviointi			
Rahoittaja/ toimeksiantaja				
	ISBN 978-952-11-3782-2 (nid.)	ISBN 978-952-11-3783-9 (PDF)	ISSN 1238-7312 (pain.)	ISSN 1796-1637 (verkkoy.)
	Sivuja 64	Kieli suomi	Luottamuksellisuus julkinen	Hinta (sis. alv 8 %) 19 €
Julkaisun myynti/ jakaja	Edita Publishing Oy, PL 780, 00043 EDITA Asiakaspalvelu: puh. 020 450 05, faksi 020 450 2380 Sähköposti: <a href="mailto:asiakaspalvelu.publishing@edita.fi">asiakaspalvelu.publishing@edita.fi</a> <a href="http://www.edita.fi/netmarket">www.edita.fi/netmarket</a>			
Julkaisun kustantaja	Suomen ympäristökeskus (SYKE), PL 140, 00251 Helsinki			
Painopaikka ja -aika	Edita Prima Oy, Helsinki 2010			



## PRESENTATIONSBLAD

Utgivare	Finlands miljöcentral			Datum September 2010
Författare	Kati Martinmäki, Mika Marttunen, Teemu Ulvi, Mika Visuri, Mikko Dufva, Ilkka Sammalkorpi, Heini Ahtiainen, Eini Lemmelä, Heini Auvinen, Marjut Partanen-Hertell, Arto Lehto, Tero Väisänen, Jyri Mustajoki och Raimo Ihme			
Publikationens titel	<b>Uusia menetelmiä järven kunnostushankkeen suunnitteluun</b> (Nya metoder för planering av sjörestaureringsprojekt)			
Publikationsserie och nummer	Miljön i Finland 19/2010			
Publikationens tema	Naturtillgångar			
Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt	Publikationen finns tillgänglig på internet: <a href="http://www.ymparisto.fi/julkaisut">www.ymparisto.fi/julkaisut</a>			
Sammandrag	<p>I miljöförvaltningen har man länge utvecklat olika metoder och verktyg till stöd för vattenvården och -skyddet och planeringsprocesserna för restaurering av vattendrag, bl.a. olika metoder inom delaktig planering, informationssystem samt modeller och bedömningsverktyg som beskriver naturens processer och åtgärdernas effekter. I denna publikation presenteras processen för allmän planering av sjörestaurering som utvecklats inom ramen för projektet Vesienhoidon kustannustehokkaat menetelmät ja monitavoitteiset toimintatavat (VeKuMe) (Vattenvårdens kostnadseffektiva metoder och multikriteriehandlingsätt). Till processen har man förenat vissa ovan nämnda metoder och modeller som har utvecklats och utvecklas i miljöförvaltningen för att bedöma belastningen på vattnet och vattnets nuläge, identifiera åtgärderna, bedöma effekterna och kostnaderna samt bedöma nyttan med åtgärdsalternativen.</p> <p>I arbetet har man diskuterat vilka skeden en bra planeringsprocess för vattenskydds- och restaureringsprojekt beträffande en sjö borde innefatta och vilka uppgifter som ingår i de olika skedena. Samtidigt har det dryftats vilken typ av planeringsverktyg som behövs i olika planeringsuppdrag, vilka användbara hjälpmedel som redan existerar och hur dessa kan utnyttjas effektivt i planeringsprocessen. I planeringsprocessen som arbetet resulterade i har man beaktat att det är viktigt att identifiera orsakerna till problemen i sjön och deras följder och på ett mångsidigt sätt bedöma effekterna, genomförbarheten, kostnadseffektiviteten och nyttan av vattenskydds- och restaureringsåtgärderna. Syftet med planeringsprocessen är att sammanfoga olika behov och mål för att planen ska godkännas på bred front av olika intressegrupper.</p> <p>Denna publikation är i första hand avsedd att användas av sakkunniga som leder planeringsprocesser. Målgrupperna är främst NTM-centralernas och kommunernas sakkunniga och konsulter som gör upp restaureringsplaner samt organisationer som finansierar och genomför restaureringsprojekt. Publikationen kan också utnyttjas i olika yrkesgrenars läroverk.</p>			
Nyckelord	sjöar, restaurering av vattendrag, planeringsmetoder, ekonomiska undersökningar, bedömning av nyttan			
Finansiär/ uppdragsgivare				
	ISBN 978-952-11-3782-2 (hft.)	ISBN 978-952-11-3783-9 (PDF)	ISSN 1238-7312 (print)	ISSN 1796-1637 (online)
	Sidantal 64	Språk finska	Offentlighet Offentlig	Pris (inneh. moms 8 %) 19 €
Beställningar/ distribution	Edita Publishing Ab, PB 780, 00043 EDITA Kundtjänst: tfn +358 20 450 05, fax +358 20 450 2380 Epost: <a href="mailto:asiakaspalvelu.publishing@edita.fi">asiakaspalvelu.publishing@edita.fi</a> <a href="http://www.edita.fi/netmarket">www.edita.fi/netmarket</a>			
Förläggare	Finlands miljöcentral (SYKE), PB 140, 00251 Helsingfors			
Tryckeri/tryckningsort -år	Edita Prima Ab, Helsingfors 2010			

## DOCUMENTATION PAGE

<i>Publisher</i>	Finnish Environment Institute			<i>Date</i> September 2010
<i>Author(s)</i>	Kati Martinmäki, Mika Marttunen, Teemu Ulvi, Mika Visuri, Mikko Dufva, Ilkka Sammalkorpi, Heini Ahtiainen, Eini Lemmelä, Heini Auvinen, Marjut Partanen-Hertell, Arto Lehto, Tero Väisänen, Jyri Mustajoki and Raimo Ihme			
<i>Title of publication</i>	<b>Uusia menetelmiä järven kunnostushankkeen suunnitteluun</b> (New methods for planning lake restoration projects)			
<i>Publication series and number</i>	The Finnish Environment 19/2010			
<i>Theme of publication</i>	Natural resources			
<i>Parts of publication/ other project publications</i>	The publication is available on the internet: <a href="http://www.ymparisto.fi/julkaisut">www.ymparisto.fi/julkaisut</a>			
<i>Abstract</i>	<p>The Finnish environmental administration has for long been developing various methods and tools in support of the planning processes involved in the management and restoration/protection of waters. Such methods and tools include various collaborative planning methods, information systems, models and assessment tools used to describe natural processes and the impacts of management measures. This publication presents the general planning process for the restoration of a lake, developed under the project 'Cost-effective measures and multi-criteria strategies for the management of water resources'. It combines some of the aforementioned methods and models, which/that have been developed by the environmental administration or are still under development, designed for assessing the nutrient load on water bodies, evaluating their current state, identifying the related measures, assessing the impacts and costs, and evaluating the benefits of alternative measures.</p> <p>The work considered the stages that a good planning process for management and restoring of a lake should involve, and the tasks included at various stages. It also pondered the kinds of planning aids necessary in various planning tasks, what feasible aids already exist, and how these might be efficiently employed in the planning process. The resulting planning process acknowledges the importance of identifying the reasons for, and consequences of, problems occurring in a particular lake. In diverse ways, it also assesses the impacts, feasibility, cost-efficiency and benefits of water resource management and restoration measures. In order to win broad acceptance for the plan among various stakeholders, the planning process strives to reconcile different needs and objectives.</p> <p>This publication is mainly intended for the use of expert bodies leading the planning processes. Target groups mainly comprise experts in ELY-centres and municipalities, alongside consultants preparing restoration plans, and organisations financing and implementing restoration projects. Educational institutions in various sectors may also find the publication useful.</p>			
<i>Keywords</i>	Lakes, restoration of waters, planning methods, financial reviews, assessment of benefits			
<i>Financier/ commissioner</i>				
	ISBN 978-952-11-3782-2 (pbk.)	ISBN 978-952-11-3783-9 (PDF)	ISSN 1238-7312 (print)	ISSN 1796-1637 (online)
	<i>No. of pages</i> 64	<i>Language</i> Finnish	<i>Restrictions</i> Public	<i>Price (incl. tax 8 %)</i> 19 €
<i>For sale at/ distributor</i>	Edita Publishing Ltd, P.O. Box 780, FI-00043 EDITA Customer service: tel. +358 20 450 05, fax +358 20 450 2380 Mail orders: <a href="mailto:asiakaspalvelu.publishing@edita.fi">asiakaspalvelu.publishing@edita.fi</a> <a href="http://www.edita.fi/netmarket">www.edita.fi/netmarket</a>			
<i>Financier of publication</i>	Finnish Environment Institute (SYKE), P.O.Box 140, FI-00251 Helsinki, Finland			
<i>Printing place and year</i>	Edita Prima Ltd, Helsinki 2010			

Järven kunnostushankkeiden yleissuunnittelussa tarvitaan vesiympäristön tilan, kunnostustarpeen, kunnostuksen tavoitteiden ja toimenpiteiden vaikutusten monipuolista arviointia. Parantamalla suunnittelukäytäntöjä ja hyödyntämällä erilaisia suunnittelun apuvälineitä ja työkaluja voidaan parantaa kunnostussuunnitelmien laatua ja hankkeiden onnistumismahdollisuuksia. Tässä työssä on pohdittu, mitä vaiheita järven vesiensuojelu- ja kunnostushankkeen laadukkaaseen suunnitteluun sisältyy ja mitä tehtäviä niihin sisältyy. Samalla on esitetty, millälaisia suunnittelun apuvälineitä on olemassa ja miten niitä voitaisiin tehokkaasti hyödyntää.



S Y K E

Myynti: Edita Publishing Oy  
Asiakaspalvelu: PL 780, 00043 EDITA  
puh. 020 450 05, faksi 020 450 2380  
asiakaspalvelu.publishing@edita.fi  
www.edita.fi/netmarket

**ISBN 978-952-11-3782-2 (nid.)**

**ISBN 978-952-11-3783-9 (PDF)**

**ISSN 1238-7312 (pain.)**

**ISSN 1796-1637 (verkkokj.)**

