

Vesienhoidon vuorovaikutteinen ja kokonaisvaltainen suunnittelu

**Yhteenveto Karvianjoen tulevaisuustarkastelut
-hankkeen tuloksista**

**Mika Marttunen, Mikko Dufva, Kati Martinmäki, Ilkka Sammalkorpi,
Turo Hjerpe, Inese Huttunen, Virpi Lehtoranta, Elina Joensuu,
Elina Seppälä ja Marjut Partanen-Hertell**

LUONNON-
VARAT

Vesienhoidon vuorovaikutteinen ja kokonaisvaltainen suunnittelu

**Yhteenveto Karvianjoen tulevaisuustarkastelut
-hankkeen tuloksista**

**Mika Marttunen, Mikko Dufva, Kati Martinmäki,
Ilkka Sammalkorpi, Turo Hjerppe, Inese Huttunen,
Virpi Lehtoranta, Elina Joensuu, Elina Seppälä ja
Marjut Partanen-Hertell**

Helsinki 2012

Suomen ympäristökeskus



S Y K E

SUOMEN YMPÄRISTÖ 15 | 2012
Suomen ympäristökeskus

Kansikuva: Ympäristöhallinnon kuvapankki
Sisäsivujen kuvat: Maiju Valtonen (MV), Johanna Rinne (JR),
Virpi Karén (VK), Antti Rinne (AR), Mikko Dufva (MD),
Minna Uusiniitty-Kivimäki (M U-K), Heikki Ylinen (HY)

Taitto: DTPage Oy

Julkaisu on saatavana myös internetistä:
www.ymparisto.fi/julkaisut

Edita Prima Oy, Helsinki 2012

ISBN 978-952-11-4015-0 (nid.)
ISBN 978-952-11-4016-7 (PDF)
ISSN 1238-7312 (pain.)
ISSN 1796-1637 (verkkokoj.)

ALKUSANAT

Tässä julkaisussa esitämme Karvianjoen tulevaisuustarkastelut (KarTuTa) -hankkeen keskeiset tulokset ja johtopäätökset. KarTuTa on pilottihanke, joka on toteutettu tiiviissä yhteistyössä eri sidosryhmien ja viranomaisten kanssa. Olemme pyrkineet tuottamaan tietoa alueellisen ja paikallisen vesienhoidon tueksi sekä kehittämään lähestymistapoja ja menetelmiä, joita voidaan soveltaa myös valtakunnallisessa vesienhoitotyössä.

Kiitämme hankkeen paneeliin, asiantuntijaryhmään ja tutkimusryhmään kuuluneita arvokkaasta panoksesta ja aktiivisesta osallistumisesta työhön. Haluamme myös kiittää kaikkia niitä karvianjärveläisiä ja karhijärveläisiä, jotka korvaamattomalla tuellaan mahdollistivat allaskokeet ja koenuottauksen. Kiitämme myös niitä ELY-keskuksen asiantuntijoita, erityisesti Heli Perttulaa ja Sanna Kipinä-Salokannelta, joita olemme vaivanneet työn aikana mitä kummallisimmilla kysymyksillä ja jotka kärsivällisesti ovat vastanneet uteluihimme. Saimme heiltä myös arvokkaita kommentteja loppuraporttiin. Janne Artellia kiitämme hyötytarkasteluihin paneutumisesta sekä tarkastelujen laskennallista perustaa ja esitystavan ymmärrettävyyttä suuresti parantaneista kommentteista. Kiitämme myös Veli-Matti Vallinkoskea koko loppuraporttia koskevista hyödyllisistä kommentteista.

Hankkeessa on tehty tiivistä yhteistyötä Karvianjoen vesistön säännöstelyn kehittämishankkeen kanssa. Osa raportin tuloksista on syntynyt säännöstelyhankkeen työpajoissa, joihin on osallistunut vesistön eri käyttäjäryhmien edustajia. Kiitämme säännöstelyhankkeesta vastannutta Olli-Matti Vertaa ja säännöstelyhankkeen työskentelyyn osallistuneita hedelmällisestä yhteistyöstä.

Julkaisun laatijat kiittävät Karvianjoki-ryhmää ja sen puheenjohtajaa Kari Ranta-Ahoa hyvin sujuneesta yhteistyöstä. Hankkeen taustatukena toiminutta ja paneeliin toimintaan osallistunutta Anne Savolaa Satakuntaliitosta kiitämme kannustuksesta ja tuesta työn eri vaiheissa.

Hanketta on esitelty ja sen tuloksista keskusteltu Karvianjoen kunnostusohjelman kokouksissa sekä keväällä 2011 ympäristöhallinnon koulutustilaisuudessa ”Kohti hyvää vesienhoitoa”. Kiitämme tilaisuuden osallistujia aktiivisuudesta ja rakentavasta palautteesta. Sitä on hyödynnetty laadittaessa suosituksia hankkeessa käytettyjen menetelmien soveltamisesta vesienhoidon suunnittelussa.

Hanketta ovat rahoittaneet Lounais-Suomen ympäristökeskus, 01.01.2010 alkaen Varsinais-Suomen ELY-keskus (EAKR-ohjelma), maa- ja metsätalousministeriö (MMM), ympäristöministeriö (YM) ja Suomen ympäristökeskus (SYKE).

SISÄLTÖ

Alkusanat	3
Yhteenvedo	9
Osa I Karvianjoen tulevaisuustarkastelut -hanke	15
I Johdanto	17
1.1 Lähtökohdat.....	17
1.2 Hankkeen tavoitteet.....	18
1.3 Hankkeen vaiheet, kustannukset ja rahoitus	19
1.4 Hankkeen organisointi	19
1.5 Yhteistyö muiden hankkeiden kanssa.....	22
1.6 Hankkeessa tehdyt selvitykset.....	22
Osa II Menetelmät	25
2 Lähestymistavan ja menetelmien kuvaus	27
2.1 Merkittävimmät uudet avaukset	27
2.2 Keskeiset teemat	28
2.3 Sidosryhmäanalyysi	30
2.4 Vuorovaikutusta tukevat tekniikat	31
2.5 Tulevaisuuskuvioiden muodostaminen.....	32
2.6 Kuormituksen suuruuden ja vesistön tilan arvioinnissa käytetyt mallit.....	33
2.6.1 VEPS-järjestelmä	34
2.6.2 Vesistömallijärjestelmä.....	34
2.6.3 VIHMA	35
2.6.4 Lake State ja Lake Load Response (LLR)	35
2.7 Kunnostustarpeen ja toimenpiteiden arviointi	35
2.7.1 Sisäisen kuormituksen merkityksen arviointi.....	35
2.7.2 Painekartat.....	36
2.7.3 Ravintoketjukunnostuksen soveltuvuuden ja mitoituksen arviointi	36
2.8 Valuma-alueella tehtyjen toimenpiteiden vaikutukset hydrologiaan.....	37
2.9 Toimenpiteiden kustannustehokkuuden arviointi.....	38
2.10 Vedenlaadun vaikutus vesistön virkistyskäyttöarvoon	40
2.11 Monitavoitearviointi.....	42
Osa III Sovellus Karvianjoen vesistöalueelle	43
3 Vesistöalueen tilan ja käytön kuvaus	45
3.1 Vesistöalueen yleiskuvaus.....	45
3.2 Kohdejärvien kuvaus.....	49
4 Ranta-asukkaiden näkemyksiä vesistön tilasta	51

5	Karvianjärven, Karhijärven ja Isojärven tarkasteluiden kuvaus ja vertailu	57
5.1	Valuma-alue ja ulkoinen kuormitus	57
5.2	Vedenlaatu	59
5.3	Kalasto	60
5.4	Kunnostustarpeen arviointi	61
5.4.1	Tavoitekuormitus	61
5.4.2	Ravintoketjukurinnot	63
5.4.3	Hapetustarve	64
5.4.4	Yhteenveto kunnostustarpeesta	65
5.5	Toimenpideyhdistelmät ja niiden kustannukset	67
5.5.1	Vesienhoidon toimenpideohjelman mukainen vaihtoehto	67
5.5.2	Kustannustehokkaimmat toimenpiteet -vaihtoehto	67
5.5.3	Ravintoketjukurinnot ja poistokalastus	75
5.6	Tulevaisuuskuvat	77
5.7	Vaihtoehtojen vaikutukset vedenlaatuun	80
5.8	Vesienhoidon hyötyjen ja haittojen arviointi Karvianjärvellä	84
5.9	Vaikutukset vesistön virkistyskäyttöarvoon	87
5.9.1	Lähtötiedot	87
5.9.2	Karvianjärven, Karhijärven ja Isojärven tulokset	90
5.9.3	Lähtötietojen vaikutus VIRVA-mallitarkastelun tuloksiin	91
5.10	Hyötyjen ja kustannusten vertailu Karvianjärvellä	92
6	Koko vesistöaluetta koskevat hyöty- ja kustannustarkastelut	94
6.1	Koko vesistöalueen virkistyskäyttöarvojen arviointi	94
6.2	Rantakiinteistöjen arvonnousu vedenlaadun parantumisen seurauksena	97
6.3	Kustannusten ja hyötyjen vertailu	98
7	Järvikohtaiset toimenpide-ehdotukset	100
7.1.1	Karvianjärvi	100
7.1.2	Karhijärvi	102
7.1.3	Isojärvi/koko vesistöalue	103
8	Hydrologiset tarkastelut ja vaikutusten kokonaisarviointi	105
8.1	Ihmisen toimien vaikutukset valuma-alueen hydrologiaan Karvianjärvellä	105
8.2	Vesien suojele- ja kunnostustoimenpiteiden vaikutusten kokonaisarviointi	107
9	Ilmastonmuutostarkastelut	109
9.1	Ilmastoskenaariot	109
9.2	Muutokset valunnan määrässä	110
9.3	Ilmastonmuutoksen vaikutukset Karvianjärven ja Karhijärven fosforipitoisuuteen	112
9.4	Ilmastonmuutoksen hydrologiset vaikutukset ja mahdollisia sopeutumistoimenpiteitä	114

Osa IV Johtopäätökset menetelmien soveltuvuudesta vesienhoitoon	117
10 Hankkeessa sovellettujen menetelmien arviointi	119
10.1 Vuorovaikutteista suunnittelua tukevat tekniikat.....	119
10.2 Kuormitus- ja vedenlaatumallit.....	120
10.3 Kunnostustarpeen arviointi ja hoitokalastuksen mitoitus.....	121
10.4 Kustannustehokkuuden ja hyötyjen arviointi.....	122
10.5 Kohti hyvää vesienhoitoa seminaarissa koottu palaute malleista.....	122
10.6 Tarkasteluihin liittyvä epävarmuus	124
11 Johtopäätökset ja suositukset.....	125
11.1 Menetelmien hyödyntäminen vesienhoidon suunnittelussa	125
11.1.1 Toimenpiteiden kustannustehokkuus.....	125
11.1.2 Hyötytarkastelut.....	126
11.1.3 Ravintoketjukurkunnostus ja painekartat.....	126
11.1.4 Tulevaisuuskuvat.....	127
11.1.5 Kuormitus ja vedenlaatu nykytilassa ja erilaisissa tulevaisuuskuvissa.....	127
11.1.6 Vuorovaikutteisen suunnittelun menetelmät.....	127
11.2 Hankkeessa opittua ja jatkotutkimustarpeita.....	128
Lähdeluettelo	129
Liitteet	
1. Toimenpiteiden kustannusten kohdentuminen	133
2. Vesistöä aiheutuvan virkistysarvon oletus-, minimi- ja maksimiarvojen lähtöarvot.....	134



MV

Yhteenveto

Karvianjoen vesistöalue sijaitsee Pohjois-Satakunnassa ulottuen pieneltä osin Etelä-Pohjanmaalle. Vesistöalueen pinta-ala on 3 438 km². Se on suurimmaksi osaksi metsäistä maata. Peltoja on 12 % valuma-alueen pinta-alasta ja järvien osuus on noin 5 %. Alueen pohjoisosissa on runsaasti soita. Vesistöalueen suurimmat järvet ovat Isojärvi, Karhijärvi ja Karvianjärvi. Vesistöalueella harjoitetaan laajasti alkutuotantoa, maataloutta, metsätaloutta ja turvetuotantoa. Alueen järvien ja jokien ekologinen tila on pääosin tyydyttävä.

Vuosina 2008–2011 toteutetun Karvianjoen tulevaisuustarkastelut (KarTuTa)-hankkeen keskeisenä tavoitteena oli laajentaa, syventää ja tarkentaa Karvianjoen vesistöalueelle laaditun vesienhoidon toimenpideohjelman tarkasteluja sekä tuottaa vesienhoitoa varten sellaista tietoa, joka auttaa määrittämään uskottavia tavoitteita ja toimenpiteitä. Kyse on valtakunnallisesta pilottihankkeesta, jossa on kansainvälisestikin vertaillen poikkeuksellisen monipuolisesti ja kattavasti arvioitu vesistön tilaan vaikuttavia tekijöitä sekä toimenpiteiden kustannuksia ja hyötyjä.

KarTuTa-hankkeessa pyrittiin muodostamaan kokonaiskuva erilaisten toimenpiteiden vaikutuksista vedenlaatuun ja määrään. Käytännössä tämä on tarkoittanut seuraavia asioita:

- Vesistöaluetta tarkasteltiin järvet, joet ja valuma-alueet käsittävänä kokonaisuutena.
- Valuma-alueilla tehtävien toimenpiteiden lisäksi tarkasteltiin järvikunnostusten vaikutuksia.
- Vedenlaadun ohella arvioitiin toimenpiteiden vaikutuksia veden määrään.
- Ekologisten vaikutusten lisäksi arvioitiin toimien taloudellisia ja sosiaalisia vaikutuksia.
- Hankkeen työryhmätyöskentelyyn osallistuivat kaikki keskeiset sidosryhmät.

Teemoja, joihin hankkeessa paneuduttiin, olivat vuorovaikutteinen työskentelytapa, tulevaisuuskuvioiden muodostaminen, ”mallijatkumo”, toimenpiteiden kustannustehokkuus, vesiensuojeluhujojen rahamääräinen arviointi sekä vedenlaatutarkastelujen ja hydrologisten tarkastelujen yhdistäminen.

Hankkeessa on valmistunut yhteensä lähes 20 raporttia. Osa niistä on tehty taustaselvityksinä tukemaan työn suunnittelua ja työn menetelmien valintaa ja kehittämistä. Suuressa osassa raportteja kuvataan hankkeen toteutusta ja tuloksia. Hankkeen kohdejärvien Karvianjärven, Karhijärven ja Isojärven tarkastelujen tuloksista on laadittu omat erilliset yhteenvedot. Valmistuneet selvitykset ja raportit ovat ladattavissa hankkeen kotisivuilta osoitteesta www.ymparisto.fi/syke/kartuta.

Tämä julkaisu jakaantuu neljään osaan. Osassa I kuvataan hanke ja sen toteutus, osassa II hankkeessa sovelletut menetelmät, osassa III tarkastelujen tulokset ja järvi-kohtaiset toimenpidesuosituksukset sekä osassa IV esitetään johtopäätökset menetelmien

soveltavuudesta vesienhoitoon. Hankkeen keskeiset tulokset on esitetty seuraavassa tietolaatikossa.

Uusia menetelmiä vesienhoidon suunnittelun tueksi

- Vesistömallijärjestelmän vedenlaatuosion kehittäminen (VEMALA)
- Laskentamalli (KUTOVA) vesiensuojelutoimenpiteiden kustannustehokkuuden arviointiin
- Vedenlaadun vaikutuksia vesistön virkistyskäyttöarvoon kuvaava malli (VIRVA)
- Laskentamalli poistokalastuksen mitoittamiseen sekä kustannusten ja hyötyjen arviointiin
- Vuorovaikutteinen lähestymistapa tulevaisuuskuvioiden muodostamiseen

Uutta tietoa Karvianjoen vesistön tilasta, kuormituksesta, kunnostustarpeesta ja toimenpiteiden kustannustehokkuudesta

- Ulkoisen ja sisäisen kuormituksen vähentämistarpeen arviointi
- Arvio särkikalojen merkityksestä ja suunnitelma poistokalastuksen toteuttamiseksi Karvianjärvellä ja Karhijärvellä
- Määrälliset arviot vedenlaadun muutoksista erilaisissa toimenpidevaihtoehtoissa ja tulevaisuuskuvioiden muodostamisessa
- Toimenpiteiden kustannustehokkuuksien arviointi
- Toimenpiteiden kustannusten ja hyötyjen arviointi ja arvottaminen sekä vertailu

Järvikohtaiset toimenpide-ehdotukset

- Ehdotukset hyvän tilan saavuttamiseksi Karvianjärvelle, Karhijärvelle ja Isojärville

Johtopäätökset menetelmien soveltavuudesta vesienhoitoon

- Sovellettu menetelmien vahvuudet, heikkoudet ja kehittämistarpeet sekä hyödyntämismahdollisuudet vesienhoidossa

Sidosryhmäyhteistyön paraneminen alueella

- Sidosryhmäanalyysin soveltaminen vesienhoidon suunnitteluun (vesienhoidon suunnittelun sidosryhmien rooleja ja osallistumista valmisteltaessa sekä viestintää suunniteltaessa)
- Vuorovaikutteisten ja toiminnallisten harjoitusten soveltaminen kokousten valmisteluun
- Vuorovaikutteisten ryhmätömenetelmien soveltaminen Karvianjoki-paneelissa.

Hankkeessa on sovellettu liki kahtakymmentä erilaista menetelmää tai vuorovaikutteisen suunnittelun tukena käytettävää tekniikkaa. Hankkeessa on hyödynnetty ympäristöhallinnossa kehitettyjä tai vakiintuneessa käytössä olevia malleja. Näitä ovat esim. ravinnekuormituksen arvioinnissa käytettävät VEPS- ja VIHMA-mallit sekä fosforipitoisuuden arviointiin ja ravinnekuormituksen vähentämistarpeen arviointiin soveltuvat Vollenweiderin yhtälöt. Joistakin hankkeessa sovelletuista malleista, kuten vedenlaatuvaikutuksia arvioivista VEMALA- ja Lake Load Response -malleista, on vielä verraten vähän käytännön kokemuksia. Eräät sovelletuista malleista ovat vielä kehitystyön kohteena ja niitä sovellettiin tässä ensimmäisen kerran käytäntöön. Toinen näistä, KUTOVA-malli, arvioi valuma-alueen toimenpiteiden kustannuksia ja tehokkuutta fosforikuormituksen vähentämiseksi. VIRVA-malli puolestaan on

kehitetty arvioimaan vedenlaadun muutoksen vaikutusta vesistön virkistyskäyttöarvoon. Hankkeen yksi keskeinen tulos on sovellettujen menetelmien vahvuuksien ja heikkouksien arviointi sekä menetelmien kehittämistä ja soveltamista koskevat suositukset (Luku 11).

Hankkeessa arvioitiin ulkoisen ja sisäisen kuormituksen määrää, tunnistettiin kustannustehokkaimpia vesiensuojelutoimenpiteitä, ennustettiin kuormitusvähennysten vaikutusta vedenlaatuun ja määritettiin tavoitekuormitus, jolla riittävällä varmuudella voidaan saavuttaa hyvää ekologista tilaa edustava järvityyppikohtainen fosforipitoisuus. Tarkastelut keskittyivät hankkeen kohdejärville Karvianjärvelle, Karhijärvelle ja Isojärvelle.

Karvianjärven ekologinen tila on välttävä. Hyvän ekologisen tilan fosforipitoisuuden saavuttaminen edellyttää ulkoisen kuormituksen vähentämistä vähintään noin 30 %. Mustajoen valuma-alueella toimiva kasvihuonetuotanto on merkittävä Karvianjärven pistekuormittaja, jota ilman järven nykyinen fosforipitoisuus vastaisi tyydyttävää tilaa. Korkeiden ravinnepitoisuuksien ja ajoittaisten levien massaesiintymien syynä on myös vinoutunut kalakanta, jossa on runsaasti pieniä särkikaloja. Sisäisen kuormituksen vähentämiseksi olisi särkikaloja varauduttava poistamaan viiden vuoden aikana noin 500 000 kg. Sen jälkeen tulisi jatkaa ylläpitävää hoitokalastusta ja hoitaa petokalakantoja, jotta särkikalakannat eivät uudelleen runsastuisi liikaa.

Sektoreittain jaoteltuna kilomääräisesti eniten vähennysmahdollisuuksia on Mustajoen pistekuormituksessa, noin 1 000 kg fosforia. Tämän hankkeen yhteydessä ei tarkasteltu kasvihuonetuotannon kuormituksen vähentämistä, koska asia on viranomaiskäsittelyssä. Muun ulkoisen fosforikuormituksen vähentämisen kustannustehokkuutta arvioitiin toimenpiteittäin. Tulosten perusteella yhden fosforikilon vähentämisen kustannuksissa on suuria eroja. Suuntaa-antavien tarkastelujen perusteella halvimmaksi maatalouden fosforikilon vähentäminen tulisi kosteikoilla, 280 €/P kg ja kalleimmaksi monivuotisella nurmiviljelyllä, 2 700 €/P kg. Nurmiviljely saattaa paikoin lisätä liukoisen fosforin kuormitusta enemmän kuin mitä se poistaa partikkelifosforin kuormitusta. Myös siinä on suuria eroja, kuinka paljon ulkoista fosforikuormitusta voidaan eri toimenpiteillä pienentää.

Ulkoisen kuormituksen vähentämisen ja ravintoketjukurunostuksen lisäksi ehdotetaan kevään ylimpien sekä kesän ja syksyn alimpien vedenkorkeuksien nostamista. Tämä vähentäisi virkistyskäyttäjien kannalta haitallisen alhaisten vedenkorkeuksien esiintymistä. Sillä olisi myönteisiä vaikutuksia myös ekologiseen tilaan; esimerkiksi rantojen umpeenkasvu ja ruovikkovyöhykkeiden laajeneminen voisivat hidastua.

Karvianjärven ekologisen laatuluokituksen mukainen välttävä tila näkyi myös vuonna 2010 tehdyn kyselytutkimuksen tuloksissa, johon Karvianjärvellä vastasi noin 50 rantakiinteistön omistajaa. Puolet vastaajista oli kokenut uinnin epämiellyttävänä veden sameuden tai likaisuuden vuoksi usein tai joka kerta. Lisäksi suuri osa (90 %) vastaajista oli sitä mieltä, että Karvianjärven tilaa tulisi parantaa nykyisestä.

Jos Karvianjärvellä saavutettaisiin hyvää ekologista tilaa vastaava veden fosforipitoisuus, lisääntyisi rantakiinteistöjen virkistyskäyttöarvo VIRVA-mallilla tehtyjen laskelmien mukaan nykyisestä 180 000 euroa vuodessa. Yhtä kiinteistöä kohti kasvua olisi 1 200 euroa vuodessa. Karvianjärvelle tehdyn varsin kattavan hyöty-kustannustarkastelun perusteella vesiensuojelutoimien hyödyt ylittävät toimenpiteistä aiheutuvat kustannukset.

Karhijärven ekologinen tila on tyydyttävä. Ulkoinen kuormitus ei ole niin suuri kuin Karvianjärvellä, koska järveen ei kohdistu pistekuormitusta, sen valuma-alueen peltojen fosforimäärät ovat alhaisempia ja karjatilaja sekä turvetuotantoalueita on vähemmän. Karhijärven fosforipitoisuus on kesällä sisäisen kuormituksen vuoksi korkeampi kuin ulkoisen kuormituksen perusteella voisi päätellä. Kesäaikaisten korkeiden fosforipitoisuuksien ja ajoittaisten levien massaesiintymisten lisäksi järven syvemmillä alueilla on kevättalvisia happikatoja. Lisäksi ongelmana on ylitäheä

ja vinoutunut kalakanta. Hyvän ekologisen tilan fosforipitoisuuden saavuttaminen edellyttää ulkoisen kuormituksen vähentämistä ainakin 10 % sekä kunnostustoimenpiteenä järvestä ainakin ravintoketjukurkunnostusta.

Maatalouden fosforikilon vähentämisen on arvioitu tulevan halvimmaksi kosteikoilla, 270 €/P kg ja kalleimmaksi säätösalaajituksella, 780 €/P kg. Toisin kuin Karvianjärven tapauksessa monivuotinen nurmiviljely on Karhijärvellä kustannustehokasta. Kalleimmaksi fosforikilon vähentäminen arvioitiin loma-asutuksen uusilla kiinteistökohtaisilla jätevesien käsittelyjärjestelmillä, 1 900 €/P kg.

Ulkoisen ravinnekuormituksen vähentämisessä on kustannustehokkainta keskittyä maatalouden vesiensuojeluun ja viljelykäytäntöjen muutoksiin. Ravintoketjukurkunnostus on tärkein keino vähentää levämääriä ja sisäistä kuormitusta. Särkikalvoja olisi poistettava viiden vuoden aikana mahdollisesti lähes miljoona kiloa ja sen jälkeen niiden poistopyyntiä tulisi jatkaa, jotta särkikalakannat eivät uudelleen runsastuisi. Virkistyskäyttäjien kannalta haitallisen alhaisten vedenkorkeuksien vähentämiseksi suositellaan Karhijärven kesän ja syksyn alimpien vedenkorkeuksien nostamista ja säännöstelykäytännön tarkistamista kevään alimpien vedenkorkeuksien osalta.

Vuoden 2010 kyselytutkimukseen vastasi noin 80 rantakiinteistön omistajaa Karhijärvellä, joka on ekologisen luokituksen mukaan tyydyttävässä tilassa. Vastajaista kolme neljäsosaa (71 %) oli kokenut uimisen epämiellyttäväksi veden sameuden tai likaisuuden vuoksi ja lähes kaikki (90 %) vastaajat olivat sitä mieltä, että järven tilaa tulisi parantaa nykyisestä.

Jos Karhijärvellä saavutettaisiin hyvää ekologista tilaa vastaava veden fosforipitoisuus, lisääntyisi rantakiinteistöjen virkistyskäyttöarvo VIRVA-mallilla tehtyjen laskelmien mukaan nykyisestä 130 000 euroa vuodessa. Yhtä kiinteistöä kohti kasvua olisi 300 euroa vuodessa.

Isojärven ekologinen tila on biologisten tekijöiden perusteella luokiteltu hyväksi. Järven kasvukauden fosforipitoisuudet ovat Sotamiehenluodon näytesteellä olleet pääsääntöisesti korkeampia kuin 55 µg/l, mutta järven ulappa-alueella alle 50 µg/l. Tarkastelujen perusteella järveen kohdistuva ulkoinen kuormitus on kuitenkin selvästi liian suuri. Leväkukinnat ovat Isojärvellä yleisiä. Vaikka särkikalvojen osuus on suuri, kalamäärä on koekalastuksen perusteella vain keskinkertainen ja järven kalakannan koostumus on ravinteikkaaksi järveksi mm. muikkukannan ansiosta hyvä. Isojärven kohdistuvan ulkoisen kuormituksen vähentämistarpeeksi arvioitiin noin 17 %, mikä käytännössä edellyttää vesiensuojelutoimia koko yläpuolisella valuma-alueella.

Ulkoisen fosforikuormituksen vähentämisen kustannustehokkuutta arvioitiin toimenpiteittäin koko vesistöalueelle. Suuntaa-antavien tarkastelujen perusteella maatalouden fosforikilon vähentäminen tulisi koko vesistöaluetason tarkastelussa halvimmaksi kosteikoilla, 290 €/P kg ja kalleimmaksi monivuotisella nurmiviljelyllä, 5 100 €/P kg. Ellei ulkoista kuormitusta vähennetä, sisäisen kuormituksen potentiaali Isojärvessä kasvaa. Välitöntä tarvetta ravintoketjukurkunnostukselle ei Isojärvellä ole. Särkikalvojen poistopyyntiä voi kuitenkin harkita järven hoitoon liittyvänä toimenpiteenä.

Isojärven säännöstelyä kehittämällä voidaan myös parantaa järven ekologista tilaa. Kevättulvan voimistaminen ja kesän alimpien vedenkorkeuksien nosto vähentäisivät umpeenkasvua. Haitallisen alhaiseksi koettujen vedenkorkeuksien nousulla olisi myönteinen vaikutus virkistyskäyttöön. Kevään ja kesän vedenkorkeuksien nostosta aiheutuisi kuitenkin haittaa alavien rantapeltojen viljelylle ja mahdollisesti myös rantatonttien vettymistä.

Vaikka Isojärven ekologinen tila on arvioitu hyväksi, ei se kuitenkaan täytä kaikkien käyttäjien tarpeita eikä toiveita. Kyselytutkimukseen vuonna 2010 vastanneista Isojärven ranta-asukkaista (noin 220 henkilöä) vain noin puolet oli sitä mieltä, että vesi soveltuu uimiseen hyvin. Liki 85 % vastaajista ilmaisi, että Isojärven tilaa tulisi parantaa.

Alla olevassa tietolaatikossa on esitetty yhteenveto hankkeen keskeisistä aihepiireistä ja raportin kirjoittajien arviot siitä, kuinka niissä onnistuttiin.

Aihepiiri	Missä onnistuttiin?	Mikä oli vaikeaa, missä parannettavaa?
Tulevaisuuskuvat	Vuorovaikutteisen lähestymistavan kehittäminen ja soveltaminen.	Tulevaisuuskuvioiden hyödyntäminen käytännössä jäi suunniteltua vähäisemmäksi.
Mallijatkumo	Erilaisten kuormitus- ja vedenlaatumallien monipuolinen soveltaminen, arviointi ja vertailu. VEMALA-mallin kehitystyö ja sisäisen kuormituksen kuvausta koskevan kehittämistarpeen tunnistaminen.	Mallien muutoksista ja jatkuvasta kehittämisestä aiheutui tarvetta päivittää tarkasteluja useaan otteeseen.
Poistokalastukseen liittyvät työt	Monipuoliset tarkastelut, joissa yhdistyivät teoreettiset laskelmat ja käytännön kokeet. Allaskoe konkretisoi särkikalojen vaikutuksia Karvian- ja Karhijärven käyttäjille.	Ajantasaisten vedenlaatu- ja kalastohavaintojen saatavuus.
Kustannustehokkuustarkastelut	Yleisesti sovellettavissa olevan menetelmän kehittäminen ja testaaminen. Toimenpiteille saatiin määritettyä hintalaput.	Tarkasteluun sisältyvän epävarmuuden kuvaaminen.
Monitavoitearviointi	Vesiensuojelutoimien hyötyjen ja haittojen järjestelmällinen arviointi Karvianjärvellä.	Lähestymistavan soveltamista erilaisten toimenpidevaihtoehtojen arviointiin ei toteutettu.
Hyötytarkastelut VIRVA-mallilla	Yleisesti sovellettavissa olevan menetelmän kehittäminen ja testaaminen. Virkistyskäytölle syntyvien hyötyjen rahamääräinen arviointi koko vesistöalueella.	Käyttäjien kokemusten pukeminen arvo-funktioiksi, epävarmuuden kuvaaminen.
Vuorovaikutteinen työskentelytapa	Useita erilaisia tekniikoita sovellettiin, osallistujat kokivat työskentelytavat ja tekniikat kiinnostavina ja hyödyllisinä.	Sidosryhmien edustajat aktiivisemmin mukaan mallien lähtötietojen määrittämiseen ja tulosten analysointiin, vaatii runsaasti aikaa.



JR



VK

Osa I

Karvianjoen tulevaisuus- tarkastelut -hanke



VK

1 Johdanto

1.1

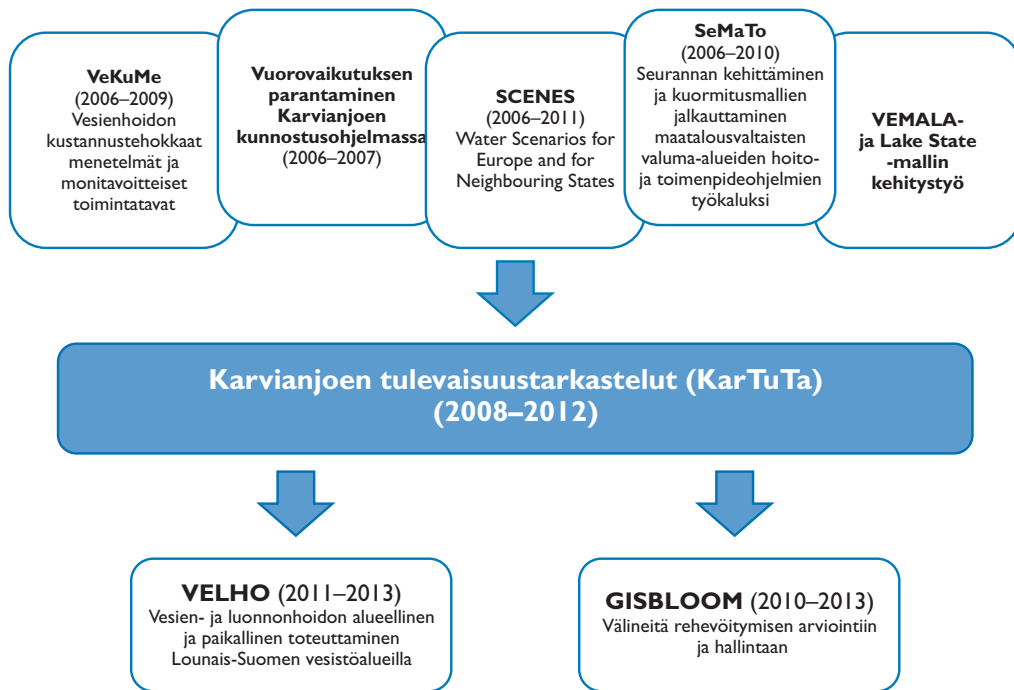
Lähtökohdat

Puhtaat vesistöt ja laadukas ympäristö ovat tärkeä osa alueellista kilpailukykyä. Karvianjoen vesistössä valtio, kunnat ja paikalliset intressitahot ovat vuosien mittaan toteuttaneet jo kymmeniä erilaisia vesien tilan parantamishankkeita niin vesissä kuin valuma-alueella: selvityksiä, hoitotoimia ja kunnostuksia. Vesistöalueella tarvitaan kuitenkin edelleen toimenpiteitä, joilla voidaan parantaa muuta vesistöä heikommassa kunnossa olevia järviä ja jokia sekä estää tilan heikkeneminen niissä vesistön osissa, missä se nyt on hyvä.

Laki vesienhoidosta (1299/2004) edellyttää aikaisempaa tavoitteellisempaa ja kokonaisvaltaisempaa suunnittelua. Vesien tilalle asetettujen tavoitteiden saavuttamiseksi vesi- ja ympäristöhallinto laati yhteistyössä alueiden toimijoiden kanssa vuonna 2008 toimenpideohjelmat, joissa kuvattiin vesien tila ja siihen vaikuttavat tekijät sekä toimenpiteet hyvän tilan saavuttamiseksi vuoteen 2015 mennessä. Ohjelmien pohjalta tehtiin vesienhoitosuunnitelmat kullekin Suomen seitsemästä vesienhoitoalueesta. Karvianjoen vesistö kuuluu Kokemäenjoen – Saaristomeren – Selkämeren vesienhoitoalueeseen. Karvianjoen vesistön toimenpideohjelma on osa Satakunnan vesien toimenpideohjelmaa (Salmi ja Kipinä-Salokannel 2010). Toimenpideohjelmat päivitetään jatkossa kuuden vuoden välein, seuraavan kerran vuonna 2015.

Karvianjoen tulevaisuustarkastelut eli KarTuTa-hankkeen yhtenä keskeisenä tavoitteena on ollut laajentaa, syventää ja tarkentaa vesistöalueen toimenpideohjelman tarkasteluja. Päämääränä on ollut tuottaa vesienhoitoa varten sellaista tietoa, joka auttaa uskottavien tavoitteiden ja toimenpiteiden määrittämisessä Karvianjoen vesistöalueella. KarTuTa-hankkeella on myös tuettu vuosina 2007–2015 toteutettavan Karvianjoen kunnostusohjelman täytäntöönpanoa. Kunnostusohjelma edistää ja koordinoi vesistöalueen monitavoitteisen hoidon ja käytön toimenpiteitä. Ohjelmalla on kolme päätavoitetta: Karvianjoen vesistön tilan ja käyttömahdollisuuksien parantaminen, yhteistyön tehostaminen ja rahoitusmahdollisuuksien hyödyntäminen. Ohjelman toiminta-alue käsittää koko Karvianjoen vesistöalueen ja sen edustan merialueen lähirannikon.

Suomen ympäristökeskuksessa (SYKE) on kehitetty erilaisia lähestymistapoja, malleja ja muita menetelmiä, joilla voidaan edistää sidosryhmäyhteistyötä, arvioida vesiensuojelutoimien vaikutuksia ja kustannuksia sekä tunnistaa kustannustehokkaita vesiensuojelutoimenpiteitä ja arvioida vesistökunnostusten hyötyjä vesistön eri käyttömuodoille. Näiden menetelmien kehittämistä on jatkettu KarTuTa-hankkeessa. KarTuTa-hankkeen voidaankin katsoa olevan tärkeä lenkki projektijatkumossa, jonka tavoitteena on laaja ”keinovalikoimapakki” vesienhoidon suunnitteluun. Kuvassa 1 on esitetty keskeiset KarTuTa-hankkeen edeltäjät SYKEssä ja sellaiset käynnissä olevat hankkeet, joissa on tarkoitus jatkaa tässä työssä sovellettujen mallien kehittämistä ja soveltamista.



Kuva 1. KarTuTa-hanke on osa projektijatkumoa, joka tuottaa uusia menetelmiä vesienhoidon suunnitteluun.

1.2

Hankkeen tavoitteet

KarTuTa-hankkeen yleisenä tavoitteena on ollut kehittää menetelmiä ja tuottaa tietoa niin paikallisen, alueellisen kuin valtakunnallisen vesienhoitotyön tueksi. Konkreettisempina tavoitteina on ollut:

- arvioida monipuolisesti ja kokonaisvaltaisesti koko Karvianjoen vesistöalueen käytön, hoidon ja suojelun ratkaisuvaihtoehtoja,
- tuottaa käyttökelpoista ja ymmärrettävää tietoa sekä tarjota uusia näkökulmia ja lähestymistapoja siihen keskusteluun, suunnitteluun ja päätöksentekoon, joka tukee vesistön kestävästä käytöstä, hoitoa, kunnostusta ja suojelua,
- lisätä vesistön eri käyttäjäryhmien, kansalaisten ja viranomaisten tietoisuutta vesistössä ja valuma-alueella tehtävien toimenpiteiden seurauksista sekä ilmastomuutoksen vaikutuksista ja keinoista siihen sopeutumiseksi sekä
- edistää eri osapuolten sitoutumista pitkäjänteiseen vesienhoitoon.

Hankkeessa on pyritty vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

- minkälaisia näkemyksiä ja toiveita vesistön eri käyttäjäryhmillä on vesistön nykytilasta ja tulevaisuudesta?
- mitkä ovat vesistön tilan ja käyttökelpoisuuden parantamisen kannalta kustannustehokkaimmat toimenpiteet?
- minkälaiset muutokset vesistön tilassa ovat mahdollisia erilaisilla toimenpiteillä ja niiden yhdistelmillä?
- kuinka suurina ovat vesiensuojelun hyödyt suhteessa sen kustannuksiin ja kuinka ne muuttuvat erilaisissa vaihtoehdoissa?

- minkälaisia vaikutuksia ilmastonmuutoksella on vesistön hydrologiaan ja kuorimitukseen sekä miten mahdollisia kielteisiä tulva- ja kuivuusvaikutuksia voidaan lieventää?

1.3

Hankkeen vaiheet, kustannukset ja rahoitus

Hanke käynnistyi toukokuussa 2008 ja päättyi maaliskuussa 2012. Vuonna 2008 kehitettiin lähestymistapaa ja taustoitettiin työtä. Vuonna 2009 lähestymistapaa testattiin pilottialueeksi valitulla Karvianjärvellä. Lisäksi käynnistettiin tarkastelut ilmastonmuutoksen vaikutuksista. Vuoden 2010 aikana tehtiin selvitykset Karhijärvellä ja Isojärvellä. Vuonna 2011 saatettiin päätökseen vaikutustarkastelut, laadittiin suositukset ja luonnos loppuraportista. Hankkeen päävaiheet ja eteneminen on esitetty taulukossa 1.

Hankkeen kokonaiskustannukset SYKEssä ovat olleet n. 400 000 euroa. Kustannukset ovat jakaantuneet seuraavasti:

- Varsinais-Suomen ELY-keskus/EAKR-rahoitus 180 000 euroa,
- MMM, vesivarayksikkö 77 000 euroa,
- YM, 77-momentti 47 000 euroa ja
- SYKE, virkatyö 90 000 euroa.

Lisäksi Varsinais-Suomen ELY-keskuksessa ja eri työryhmiin osallistuneissa organisaatioissa on hankkeeseen tehty myös sellaista virkatyötä, joka ei sisälly yllä esitettyihin kustannuksiin.

1.4

Hankkeen organisointi

Hanke toteutettiin tiiviissä yhteistyössä Suomen ympäristökeskuksen, Lounais-Suomen ympäristökeskuksen eli 1.1.2010 alkaen Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen ympäristövastuualueen sekä Karvianjoen kunnostusohjelman kanssa. SYKEstä hankkeeseen osallistui seuraavat yksiköt/keskukset:

- Vesivarayksikkö (VVA), joka vastasi hankkeesta ja sen koordinoinnista sekä monitavoitearvioinnista, kustannus-hyötytarkasteluista ja vaikutusten arvioinnista ja joka osallistui myös muiden osioiden toteuttamiseen.
- Vesienhoitoyksikkö (VHO), joka osallistui erilaisten mallien kehittämiseen ja soveltamiseen vaikutusten arvioinnissa sekä kustannushyötytarkasteluihin.
- Malliysikkö (VMA), joka vastasi vesistömallijärjestelmän kehittämisestä sekä vedenlaatu- ja ilmastonmuutostarkasteluista.
- Ympäristöpolitiikkakeskus (PK), joka osallistui tulevaisuuskuvioiden muodostamista koskevan lähestymistavan kehittämiseen ja soveltamiseen sekä vuoro-vaikutuksen suunnitteluun.

Kattavan ja toimivan edustuksen saamiseksi tehtiin hankkeen alussa sidosryhmäanalyysi. Sen perusteella muodostettiin kolme ryhmää:

- paikallisista sidosryhmien edustajista koostuva paneeli (Karvianjoki-paneeli),
- hankkeen tutkijoista koostuva tutkimusryhmä ja
- eri tieteenalojen ja menetelmien asiantuntijoista koostuva asiantuntijaryhmä.

Karvianjoki-paneelin työskentelyyn osallistuivat seuraavat henkilöt:

Nimi	Taho
Alkkiomäki Jari	VAPO Oy
Järvensivu Jorma	Kankaanpää
Kipinä-Salokannel Sanna	Varsinais-Suomen ELY-keskus
Kolehmainen Mari	Satakunnan Kansa
Liinaharja Elina	MTK-Satakunta
Luoma Altti	Entinen Tampereen vesi ja ympäristöpiiri
Mattson Eero	Pomarkku
Pitkänen Mika	Riverside Nature Oy
Pohjavirta Jorma	Puhdas Valkjärvi ry.
Pohjonen Hanna	Leena Poikeljärven suojeluyhdistys ry.
Purhonen Osmo	Varsinais-Suomen ELY-keskus
Raiskio Vesa	Karvian kalastuskunta
Rannikko Leena	Varsinais-Suomen ELY-keskus
Savola Anne	Satakuntaliitto
Seljamo Pentti	Metsäkeskus
Silvola Keijo	Siikainen
Suominen Markku	Satakunnan luonnonsuojelupiiri
Ylitalo Altti	Satakunnan ELY-keskus

Hankkeen tutkimusryhmän toimintaan ovat osallistuneet seuraavat henkilöt:

Nimi	Vastualueet
Marttunen Mika	Hankkeen vetäjä, monitavoitearviointi, virkistyskäyttövaikutukset, loppuraportti
Dufva Mikko	Päätökijä, kaikki osaselvitykset
Joensuu Elina	Sidosryhmäanalyysi ja sidosryhmäyhteistyö, hankkeen hallinnointi ja raportointi Varsinais-Suomen ELY-keskuksessa
Martinmäki Kati	Nykytilan ja kuormituksen arviointi, kuormituksen vähentämistarpeen arviointi, toimenpiteiden kustannustehokkuus ja vaikutukset, loppuraportti
Sammalkorpi Ilkka	Järvikunnostus, allaskokeet, järvien tila ja kunnostustarve, loppuraportti
Partanen-Hertell Marjut	Sidosryhmäanalyysi, vuorovaikutteiset menetelmät, loppuraportti
Lehtoranta Virpi	Hyötyjen arvottaminen, loppuraportti
Huttunen Inese	Vedenlaatusimuloinnit, ilmastonmuutostarkastelut
Huttunen Markus	Vedenlaatusimuloinnit
Vehviläinen Bertel	Vedenlaatusimuloinnit
Nurmi Teemu	Toimenpiteiden vaikutus hydrologiaan
Ignatius Sonja-Maria (2010)	VIRVA-malli, kyselytutkimus
Varjopuro Riku (2008–2009)	Tulevaisuuskuvat
Mustajoki Jyri (2008)	Taustaselvitykset (tulevaisuuskuvioiden muodostaminen sekä kustannus-hyötyanalyysin ja monitavoitearviointin yhteiskäyttö)
Podsechin Victor (2010)	Vedenlaatusimuloinnit

Asiantuntijaryhmä kokoontui neljä kertaa kommentoimaan työsuunnitelmia ja tehtyä työtä. Asiantuntijaryhmään kuuluivat: Anne Savola (Satakuntaliitto), Altti Ylitalo (Satakunnan ELY-keskus), Hannele Nyroos (ympäristöministeriö), Jaakko Sierla (maa- ja metsätalousministeriö), Liisa-Maria Rautio (Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus), Juha Hiedanpää (Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos), Raimo P. Hämäläinen (Aalto-yliopisto), Juha Kämäri (SYKE), Seppo Rekolainen (SYKE) ja Markku Maunula (SYKE).

Yhteistyö muiden hankkeiden kanssa

Samaan aikaan KarTuTa-hankkeen kanssa on Karvianjoen vesistöissä toteutettu laaja säännöstelyjen kehittämistä koskeva hanke. Hankkeissa on tehty tiivistä yhteistyötä; esimerkiksi vesistön eri käyttäjäryhmien näkemyksiä vesistön vedenlaadusta ja säännöstelystä selvitettiin yhteisillä kyselytutkimuksilla vuosina 2008 ja 2010. Yhteistyötä on tehty myös WaterAdapt-hankkeen (Suomen vesivarat ja ilmastonmuutos – vaikutukset ja muutoksiin sopeutuminen) kanssa. KarTuTa-hankkeessa on hyödynnetty WaterAdapt-hankkeessa laadittuja ilmastonmuutostarkasteluja. Lisäksi yhteistyötä on tehty seuraavien hankkeiden kanssa: WaterPraxis (Teorioista ja suunnitelmista ekotehokkaksiin ja kestäviin käytäntöihin Itämeren tilan parantamiseksi, SYKEN Baltic Sea Region -hanke 2008–2012), GISBLOOM (Levätilanteen seuranta ja arviointityökalu kansalaisille, SYKEN LIFE+ hanke 2010–2013), VELHO-hanke (Vesien ja luonnonhoidon alueellinen ja paikallinen toteuttaminen Varsinais-Suomessa ja Satakunnassa, Varsinais-Suomen ELY-keskuksen EAKR-hanke 2010–2013) ja SCENES-hanke (Water Scenarios for Europe and for Neighbouring States, EU:n tutkimuksen 6. puiteohjelma).

Hankkeessa tehdyt selvitykset

Hankkeessa on valmistunut yhteensä lähes 20 raporttia. Osa niistä on tehty taustaselvityksinä tukemaan työn suunnittelua sekä työssä käytettävien menetelmien valintaa ja kehittämistä. Suuressa osassa raportteja kuvataan hankkeen toteutusta ja tuloksia. Karvianjärvellä, Karhijärvellä ja Isojärvellä tehtyjen tarkastelujen tuloksista on laadittu omat erilliset yhteenvedot. Seuraavat hankkeessa valmistuneet selvitykset ja raportit ovat ladattavissa hankkeen kotisivuilta osoitteesta <http://www.ymparisto.fi/syke/kartuta>.

Taustaselvitykset

- Strategiat, ohjelmat, selvitykset ja muut tulevaisuuden suunnitelmat Karvianjoen skenaarioiden taustaksi (Ville Hokka)
- Alueellisen suunnitteluhankkeen sidosryhmäanalyysi; Metodologiaa (Marjut Partanen-Hertell)
- Skenaariosuunnittelun soveltaminen vesistöjen hoito- ja kunnostushankkeissa (Jyri Mustajoki & Mika Marttunen)
- Vedenlaadun vaikutuksia virkistyskäyttöön kuvaava Excel-malli (Jyri Mustajoki & Mika Marttunen)
- Esimerkkejä portfoliomalleista ja niiden käytöstä vesienhoidon suunnittelussa (Mikko Dufva)
- Kustannus-hyötyanalyysin ja monitavoitearvioinnin vertailu ja menetelmien toisiaan täydentävä käyttö (Jyri Mustajoki & Mika Marttunen)

Hankkeen tuloksia kuvaavat raportit

- Karvianjoen kunnostusohjelma 2007–2015, sidosryhmäsuunnitelma (Elina Joensuu)
- Osallistavat miellekarttamenetelmät Karvianjoen tulevaisuustarkasteluissa: Kirjallisuuskatsaus, SCENES-kokemukset ja Karvianjärven miellekartat (Riku Varjopuro)
- Karvianjärven kuormitustarkastelut (Kati Martinmäki, Inese Huttunen & Ilkka Sammalkorpi)
- Vesistömallin vedenlaatuosion kehitystyö ja mallin sovellusesimerkit Karvianjärvellä (Inese Huttunen, suomennos ja yhteenveto Kati Martinmäki)
- Karvianjoen vesistöalueen vesienhoitotoimenpiteiden kustannustehokkuusanalyysi (Eini Lemmelä)
- Raportti Karvianjärven allaskokeesta (Ilkka Sammalkorpi)
- Vedenlaadun vaikutukset vesistön virkistyskäyttöarvoon - Karvianjoen tulevaisuustarkastelut -hankkeessa (Mika Marttunen, Turo Hjerppe, Elina Seppälä, Virpi Lehtoranta ja Mikko Dufva)
- Vesiensuojelutoimenpiteiden kustannustehokkuuden arvioiminen KUTOVA+-työkalulla - Karvianjoen tulevaisuustarkastelut -hankkeessa tehdyt tarkastelut (Turo Hjerppe, Mikko Dufva ja Mika Marttunen)
- Valuma-alueella suoritettujen toimenpiteiden vaikutus Karvianjoen virtaamaan (Teemu Nurmi)
- Karvianjoen vesistön tilan ja käyttökelpoisuuden parantaminen -kyselytutkimuksen raportti (Hietaranta ym. 2009, vuoden 2008 kyselytutkimus)
- Vedenlaadun, vedenkorkeuksien ja virtaamien vaikutus Karvianjoen vesistön käyttöön – raportti ranta-asukkaille ja rantapeltojen viljelijöille tehdystä kyselystä (Turo Hjerppe, vuoden 2010 kyselytutkimus)
- Karvianjärven, Karhijärven ja Isojärven kuormituksen ja kunnostustarpeen arviointi (Kati Martinmäki, Ilkka Sammalkorpi, Mikko Dufva, Inese Huttunen ja Mika Marttunen).



AR



JR

Osa II

Menetelmät



MD

2 Lähestymistavan ja menetelmien kuvaus

2.1

Merkittävimmät uudet avaukset

KarTuTa-hankkeessa on kehitetty lähestymistapoja ja menetelmiä, joita voidaan hyödyntää valtakunnallisessa vesienhoitotyössä. Hanke on pyrkinyt myös tukemaan alueellista ja paikallista vesienhoitoa sekä tuottamalla tietoa että ottamalla eri osapuolet aktiivisesti mukaan suunnitteluun. Samalla on myös arvioitu menetelmien soveltuvuutta vuorovaikutteiseen vesienhoidon suunnitteluun.

KarTuTa-hankkeessa on erilaisten laskentamallien käyttö viety niin pitkälle kuin se tänä päivänä on mahdollista. Hankkeessa hyödynnettiin sellaisia malleja, jotka ovat ympäristöhallinnossa jo vakiintuneessa käytössä. Näitä ovat esim. ravinnekuormituksen arvioinnissa käytettävät VEPS- ja VIHMA-mallit sekä ravinnekuormituksen vähentämistarpeen arviointiin soveltuva Vollenweiderin yhtälö. Joistakin hankkeessa sovelletuista malleista, kuten vedenlaatuvaikutuksia arvioivista VEMALA- ja Lake Load Response -malleista on vielä verraten vähän käytännön kokemuksia. Eräät malleista ovat edelleen kehitystyön kohteena ja niitä sovellettiin tässä ensimmäisen kerran käytäntöön. Toinen näistä, KUTOVA, arvioi valuma-alueen toimenpiteiden kustannuksia ja tehokkuutta fosforikuormituksen vähentämiseksi. VIRVA-malli puolestaan on kehitetty arvioimaan vedenlaadun muutoksen vaikutusta vesistön virkistyskäyttöarvoon. Hankkeen yksi keskeinen tulos on sovellettujen menetelmien vahvuuksien ja heikkouksien arviointi sekä menetelmien kehittämistä ja soveltamista koskevat suositukset.

Hankkeessa sovellettu skenaariolähestymistapa tukee vaihtoehtoisten tulevaisuuskuviujen järjestelmällistä muodostamista yhdessä eri sidosryhmien kanssa. Lähestymistapa on yleisluonteinen eli sitä voidaan soveltaa myös muiden kuin vesienhoitoon liittyvien tulevaisuuskuviujen muodostamisessa, esimerkiksi alueiden käytön suunnittelussa.

Alueellisessa vesienhoitotyössä hoitotoimien valinta ja mitoitus on keskeistä. KarTuTa-hankkeessa on erilaisten mallitarkastelujen perusteella arvioitu, onko hyvä tila mahdollista saavuttaa toimenpideohjelmassa määritellyillä toimenpiteillä. Nämä kustannustehokkuuteen liittyvät tarkastelut ovat suuntaa-antavia, mutta ne ovat hyvä lähtökohta keskusteluille eri sidosryhmien edustajien kanssa vesien tilan parantamiseksi tarvittavista toimenpiteistä. Kustannus-hyötytarkastelussa on puolestaan arvioitu toimenpiteiden kannattavuutta ottaen huomioon sekä euromääräiset että rahassa vaikeasti arvioitavat vaikutukset.

Suunniteltaessa vesistöjen kunnostus- ja hoitotoimenpiteitä on kysymys ulkoisen ja sisäisen kuormituksen keskinäisestä merkityksestä ja vähentämistarpeista olennainen. Tähän kysymykseen paneuduttiin KarTuTa-hankkeessa hyödyntämällä aikaisempien tutkimusten tuloksia ja kehittämällä niiden pohjalta laskentamenetelmiä, jotka helpottavat ja nopeuttavat hoitokalastustarpeen arviointia, sen mitoituksen suunnittelua sekä kustannusten ja hyötyjen laskentaa. Lisäksi tehtiin allaskokeita Karvianjärvellä ja jatkohankkeessa Karhijärvellä kalaston vedenlaatuvaikutuksen havainnollistamiseksi.

Keskeiset teemat

Vesienhoidon suunnittelun keskeiseksi haasteeksi on noussut vesistön ja sen valuma-alueen eri käyttötavoitteiden ja vesistön ekologisten tavoitteiden yhteensovittaminen. Tässä onnistuminen sekä kustannustehokkaiden toimenpiteiden tunnistaminen ja toteuttaminen edellyttävät aikaisempaa kokonaisvaltaisempaa ja hallintojen sektori-rajat ylittävää suunnittelua samoin kuin vesiensuojelun ohjauskeinojen kehittämistä. KarTuTa-hankkeessa pyrittiin muodostamaan kokonaiskuva erilaisten toimenpiteiden vaikutuksista sekä vedenlaatuun että määrään. Käytännössä tämä on tarkoittanut seuraavia asioita:

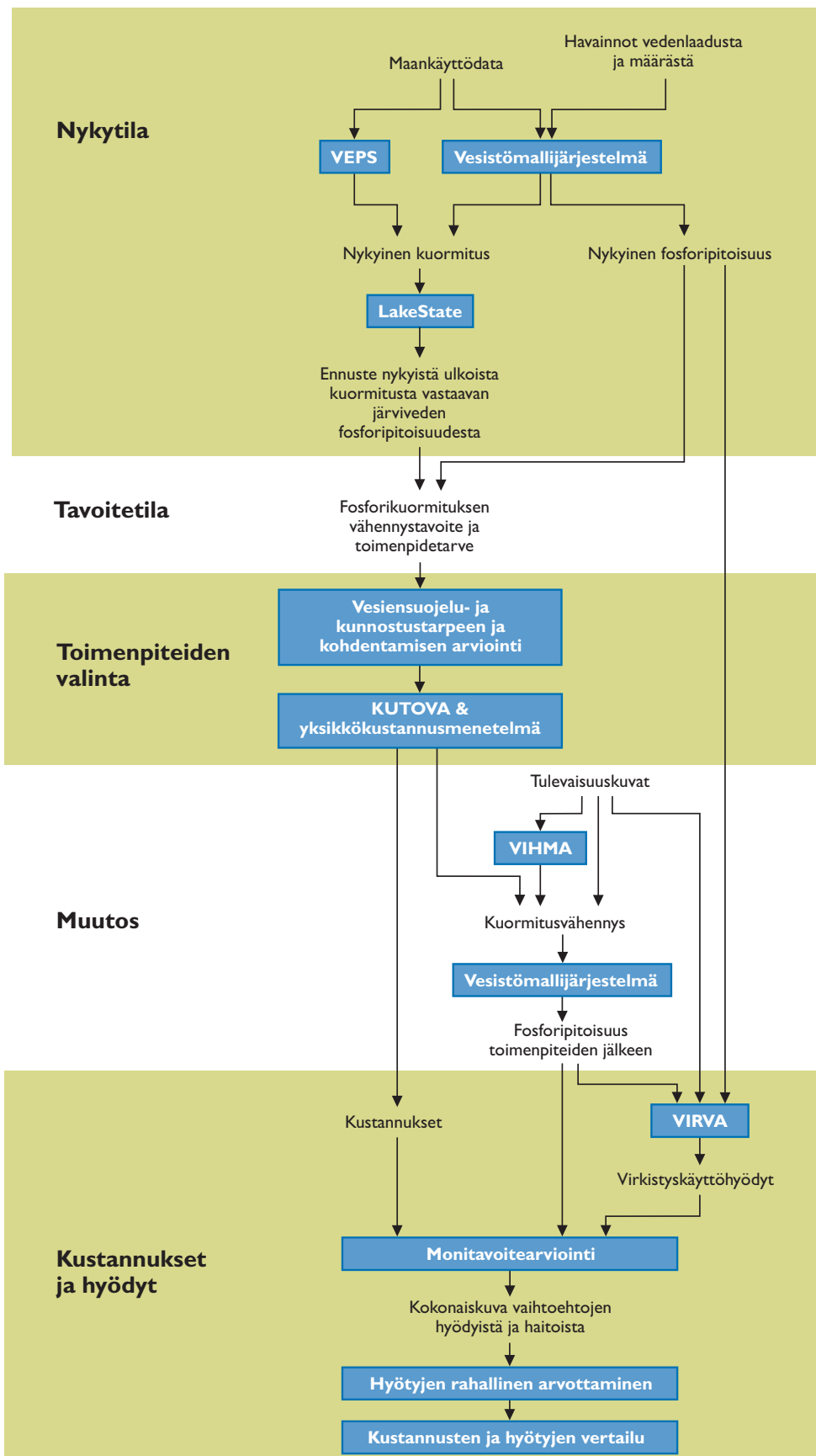
- Vesistöaluetta tarkasteltiin järvet, joet ja valuma-alueet käsittävänä kokonaisuutena.
- Valuma-alueilla tehtävien toimenpiteiden lisäksi tarkasteltiin järvikunnostusten vaikutuksia.
- Vedenlaadun lisäksi arvioitiin toimenpiteiden vaikutuksia veden määrään.
- Ekologisten vaikutusten lisäksi arvioitiin toimien taloudellisia ja sosiaalisia vaikutuksia.
- Hankkeen työryhmätyöskentelyyn osallistuivat kaikki keskeiset sidosryhmät.

Teemoja, joihin hankkeessa paneuduttiin, olivat vuorovaikutteinen työskentelytapa, tulevaisuuskuvien muodostaminen, ”mallijatkumo”, toimenpiteiden kustannustehokkuus, vesiensuojeluhuötyjen rahamääräinen arvottaminen sekä vedenlaatu- ja hydrologisten tarkastelujen yhdistäminen. Seuraavassa kuvataan teemoittain tärkeimmät toimenpiteet. Työssä käytetyt menetelmät ja tulokset on esitelty perusteellisemmin luvuissa 3–6.

Vuorovaikutteinen työskentelytapa: Hankkeen alussa tehtiin sidosryhmäanalyysi keskeisten sidosryhmien ja niiden roolien tunnistamiseksi ja osallistumiskeinojen valitsemiseksi. Analyysin perusteella voitiin yhteistyöhön kutsua kattava edustus eri intressitahoista. Vesistössä oli myös käynnissä useita muita hankkeita, joten päällekkäisyyksien välttämiseksi ja motivaation säilyttämiseksi osallistumisen huolellinen suunnittelu oli tärkeää. Keskeinen osallistumisfoorumi oli Karvianjoki-paneeli. Paneelin työskentelyssä sovellettiin vuorovaikutteisuutta tukevia työskentelytapoja ja pyrittiin siihen, että ne olisivat yksinkertaisia ja tehokkaita ja näin vesienhoidon suunnitteluun helposti ilman ulkoisia ohjaajia omaksuttavia.

Tulevaisuuskuvien muodostaminen: Hankkeen alkuvaiheessa kehitetty lähestymistapa perustui mm. laajan eurooppalaisen SCENES-hankkeen tuloksiin ja kokemuksiin. Tulevaisuuskuvien muodostamisen tavoitteena oli saada osallistujat pohtimaan alueen maankäytön ja vesien tilan välisiä kytköksiä. Lisäksi pyrittiin hahmottamaan erilaisia mahdollisia tulevaisuuden kehityskulkuja ja sitä, miten ne vaikuttaisivat vesistön tilaan.

”Mallijatkumo”: Mallijatkumolla tarkoitetaan tässä useiden vaikutustenarviointimallien vertailevaa ja toisiaan täydentävää soveltamista. Ravinnekuormituksen arvioinnissa sovellettiin kolmea mallia (VEPS, VEMALA, VIHMA). Toimenpiteiden kustannuksia ja tehokkuutta fosforikuormituksen vähentämisessä arvioitiin KUTOVA-mallilla. Vedenlaatuvaikutusten arvioinnissa sovellettiin kahta mallia (LakeLoadResponse, VEMALA), poistokalastukseen mitoittamiseen ja vaikutusten arviointiin kahta mallia sekä virkistyskäyttöhuötyjen arviointiin yhtä mallia (VIRVA). Lisäksi laadittiin ”paine kartat” kuvaamaan havainnollisesti ne järvet, joilla ulkoinen kuormitus on suurta ja joissa olisi tarvetta erityisesti ulkoisen kuormituksen vähentämiseen. Kuvassa 2 on esitetty, mitä malleja sovellettiin hankkeen eri vaiheissa ja mitä tietoja mallit tuottivat. Yhteenveto mallien vahvuuksista, epävarmuuksista ja kehitystarpeista on esitetty luvussa 11.



Kuva 2. Vaikutustarkastelujen vaiheittainen eteneminen ja hankkeessa sovelletut mallit.

Hyötyjen rahallinen arviointi: Virkistyskäytön vedenlaadun paranemisesta saamien euromääräisten hyötyjen laskennassa vesistön eri osa-alueilla sovellettiin VIRVA-mallia. Sen lähtötietoina hyödynnettiin vesistöalueen laajan kyselytutkimuksen tuloksia. Näiden perusteella arvioitiin, kuinka paljon nykyinen vedenlaatu haittaa uintia, kalastusta ja veneilyä. Lisäksi Karvianjärvellä arvioitiin monitavoitteisen päätösanalyysin pohjalta sekä valuma-alueella että vesistössä tehtävien toimien vaikutuksia ja näiden merkittävyyttä eri osapuolten näkökulmasta.

Vedenlaatutarkastelujen ja hydrologisten tarkastelujen yhdistäminen: Hankkeessa pyrittiin kokonaisvaltaiseen ja yhdenmetyyn tarkasteluun arvioimalla vesistössä ja valuma-alueilla tehtävien toimenpiteiden vaikutuksia sekä veden määrään että ravinnekuormitukseen. Nykyiseen tutkimustietoon, mallitarkasteluihin sekä asiantuntija-arvioihin perustuen tarkasteltiin Karvianjärven valuma-aluetta, koska siitä oli parhaat tiedot ja koska valuma-alue toimien vaikutuksia virtaamiin voidaan arvioida luotettavimmin vesistön latva-alueilla.

2.3

Sidosryhmäanalyysi

Sidosryhmät ovat tahoja, joihin vesien suojelun tai alueellisen suunnittelun hankkeella voi olla vaikutuksia tai joita se kiinnostaa. Koska sidosryhmät ovat hyödyn saajia tai haitan kärsijöitä taikka tärkeitä toimijoita, on niiden odotusten riittävä täyttyminen menestyvän hankkeen edellytys. Jotta hanke voisi täyttää näitä odotuksia, on hankkeen eteenpäin viejien tunnettava sidosryhmien päämäärät ja tarpeet. Nämä tarpeet ovat joko ilmaistuja tai epäsuoria, ja niiden selvittäminen vaatii hyvää vuorovaikutusta.

Sidosryhmäanalyysissä tunnistetaan hankkeen kannalta keskeiset tahot sekä niiden kiinnostus, vaikuttavuus ja tarpeet hankkeen suhteen. Analyysin pohjalta suunnitellaan sidosryhmäyhteistyön ja -viestinnän sisältö ja muodot. Suunnittelussa kannattaa huomata, että sidosryhmän rooli ja tarve yhteistyöhön saattaa muuttua suurestikin hankkeen edetessä.

Jotta hankkeessa voitaisiin valita sopivat tavat yhteistyöhön sidosryhmien kanssa, on ryhmien tunnistamisen jälkeen tarkasteltava näiden tavoitteita ja erityispiirteitä hankkeen onnistumista ja riskejä ajatellen. Hankkeen sidosryhmäanalyysillä luodaan erityisesti kuva

- hankkeen toimintaympäristöstä ja siihen kytkeytyvistä tarpeista ja muutostekijöistä,
- sidosryhmien keskinäistä suhteista ja hankkeen omasta neuvotteluasemasta sidosryhmiin nähden,
- hyödyllisistä ja tarpeellisista kumppaneista hankkeen eri vaiheissa sekä
- niistä hankkeen mahdollisuuksista ja riskeistä, jotka liittyvät sidosryhmiin ja toimintaympäristöön.

Tärkeimmät tehtävät sidosryhmäanalyysissä ovat:

- tunnistaa ja luokitella sidosryhmät,
- nimetä hankkeen kannalta keskeiset sidosryhmät,
- analysoida sidosryhmät, esimerkiksi niiden erityispiirteet kuten tavoitteet ja arvot sekä niiden vaikutusverkostot ja kunkin sidosryhmän merkitys muille toimijoille,
- arvioida hankkeen toteuttamisen ja tulosten vaikutusta sidosryhmien tavoitteisiin ja näiden toteutumisen edellytyksiin,
- arvioida sidosryhmien tuomia mahdollisuuksia ja riskejä hankkeen kannalta,

- punnita, miten sitouttaa eri sidosryhmät kumppanuuteen, kun tunnetaan niiden arvot, intressit, toimintakulttuurit, voimavarat, tiedontarpeet, näkemykset ja viestintätapa,
- vetää johtopäätökset keskeisistä sidosryhmistä ja niiden tarpeiden yhdistämisestä hankkeeseen: ryhmien hankkeelle myönteisen sitoutumisen edellytykset, ryhmien osallistumisen tärkeimmät muodot ja ajankohdat sekä ryhmille sopivat yhteydenoton ja vuorovaikutuksen tavat,
- seurata ja kehittää sidosryhmäyhteistyötä ja -viestintää sekä tarkistaa sidosryhmäanalyysiä hankkeen eri vaiheissa.

Alueellisen suunnitteluhankkeen sidosryhmäanalyysistä ja sen soveltamisesta KarTuTa-hankkeessa löytyy yksityiskohtaisemmat kuvaukset erillisistä raporteista (Partanen-Hertell 2008, Joensuu 2010).

2.4

Vuorovaikutusta tukevat tekniikat

Vuorovaikutusta lisääviä menetelmiä on sovellettu ympäristöhallinnossa jo kauan eri yhteyksissä. Niitä ovat kuitenkin usein ohjanneet ulkopuoliset konsultit. Nyt oli tavoitteena löytää tekniikoita, jotka voidaan kytkeä osaksi tavallista vesienhoidon suunnitteluprosessia ja sidosryhmäyhteistyötä. Tällaisten menetelmien on oltava tehokkaita mutta samalla riittävän pelkistettyjä, jotta vesienhoidon suunnittelijat voisivat niitä helposti käyttää. Erityistä suunnittelua vaativana haasteena on toteuttaa vuorovaikutus niin, että se tuottaa suunnittelussa ja päätöksenteossa hyödynnettävää tietoa.

Hankkeen yhtenä tavoitteena oli saada aikaan aktiivinen ja avoin vuoropuhelu hankkeen tutkijoiden ja paikallisten toimijoiden välillä. Tämän tavoitteen saavuttamiseksi paikallisen Karvianjoki-paneelin kokouksissa sovellettiin erilaisia ryhmätyötekniikoita. Näitä olivat porinatekniikka, inforastit, ohjattu vastaaminen kyselyyn ja strukturoitu ryhmäkeskustelu. Seuraavassa on esitelty lyhyesti sovelletut tekniikat.

Porinatekniikan tavoitteena on luoda keskusteleva ilmapiiri ja aktivoida kaikki osallistujat keskusteluun. Porinatekniikassa osallistujat miettivät esitettyä kysymystä tai asiaa 1–3 minuuttia yksin ja keskustelevat sen jälkeen vierustoverin kanssa 5–10 minuuttia. Jos osallistujia on paljon, voidaan parikeskustelun jälkeen vielä yhdistää 2–3 paria suuremmaksi ryhmäksi. Lopuksi kukin ryhmä kertoo vuorollaan yhden tai muutaman esille nousseen ajatuksen. Kokouksen sihteeri kirjaa näkemykset ylös esimerkiksi fläppitaululle. Kun kaikki ryhmät ovat esittäneet mielipiteensä, voidaan tehdä uusi kierros tai kysyä kaikilta, jäikö jokin oleellinen asia mainitsematta. Hankkeessa sovellettiin porinatekniikkaa Karvianjoki-paneelin kokouksissa.

Inforasteja varten määritellään etukäteen aiheet eli ”rastit”, joista halutaan synnyttää keskustelua. Osallistujat jaetaan suurin piirtein samankokoisiin ryhmiin. Jako voidaan tehdä paikan päällä tai etukäteen kysymällä, mitkä aiheet osallistujia kiinnostavat. Ryhmät jakaantuvat rasteille, joissa heille esitetään aihe lyhyesti (5–10 min) joko diaesityksenä tai posterina. Aiheesta keskustellaan etukäteen mietittyjen kysymysten vauhdittamana. Esille nousseet keskeiset asiat kirjataan ylös kaikkien nähtäville. Vastausten kirjaamisen helpottamiseksi voidaan laatia etukäteen vastauslomake. Seuraava ryhmä näkee edellisen ryhmän vastaukset ja voi kommentoida myös niitä. Ryhmät voivat kiertää joko kaikki rastit tai vain osan niistä. Hankkeessa sovellettiin inforasteja Karvianjoki-paneelin viimeisessä kokouksessa, jossa tavoitteena oli edistää keskustelua ja pohdintaa hankkeen tuloksista ja niiden havainnollisesta esitystavasta.

Lisäksi lähestymistapaa sovellettiin ”Kohti hyvää vesienhoitoa” -seminaarissa keskusteltaessa hankkeessa sovellettujen menetelmien hyödyntämismahdollisuuksista vesienhoidon asiantuntijoiden kanssa.

Ohjatussa kyselyssä täytetään kyselylomake kokouksessa vuorovaikutteisesti kyselyn laatijoiden ohjaamana ja alustamana. Lomake annetaan osallistujille kokouksessa tai toimitetaan etukäteen postitse, jolloin osallistujilla on paremmin aikaa tutustua siihen ja miettiä omia vastauksiaan. Lomake muodostuu tausta-aineistosta ja varsinaisista kysymyksistä. Asiantuntijat pitävät lyhyen alustuksen ennen jokaista kysymystä ja osallistajat voivat kommentoida ja tehdä tarkentavia kysymyksiä ennen vastaamista. Aikataulusta riippuen voidaan jokaisen keskustelun jälkeen lyhyesti pohtia vastauksia tai siirtyä suoraan seuraavaan kysymykseen. Lopuksi lomakkeet kerätään osallistujilta vastausten analysointia varten. Ohjattua kyselyä sovellettiin, kun selvitettiin Karvianjoki-paneelin näkemyksiä Karvianjärven vedenlaadun parantamisen hyötyjen merkittävydestä.

Jäsennetyssä ryhmäkeskustelussa tavoitteena on aktivoita ryhmiä keskustelemaan ja tuottamaan annetun tavoitteen mukainen tulos. Osallistujat jaetaan ryhmiin ja kullekin ryhmälle annetaan lomake, johon on listattu kysymykset ja keskustelunaiheet sekä mahdollinen tausta-aineisto. Ryhmätyön aikana tilaisuuden vetäjä kiertelee ryhmissä vastaten tehtävänannosta heränneisiin kysymyksiin ja seuraa ryhmien etenemistä ja muistuttaa käytettävissä olevasta ajasta. Vaihtoehtoisesti jokaisella ryhmällä voi olla hankkeen puolesta puheenjohtaja. Lopuksi kokoonnutaan yhteen ja ryhmät esittelevät tuloksensa. KarTuTa-hankkeessa Karvianjoki-paneeli muodosti tulevaisuuskuvi- en rungot ryhmissä annettujen ohjeiden ja aineiston pohjalta.

Toiminnallisissa harjoituksissa hankkeen tutkimusryhmä tai osa siitä esim. simuloi tulevia kokouksia tutkimalla mm. rooliharjoituksilla vuorovaikutusta tukevien tekniikoiden käyttökelpoisuutta kokouksessa. Tutkimusryhmä käytti myös symbolityöskentelyä selvittäessään sidosryhmäanalyysin soveltuvuutta hankkeeseen sekä kartoittaessaan alustavasti hankkeen sidosryhmiä ja niiden piirteitä. Symbolityöskentelyssä osallistujat rakentavat yhdessä esim. pienesineistä ja värikkäistä post-it-lapuista pöydälle hahmotelman hankkeesta ja sen sidosryhmistä. Siihen pyritään löytämään kaikki sidosryhmät ja kuvaamaan niiden ominaisuuksia ja suhteita hankkeeseen ja toisiinsa. Työtapa on vuorovaikutteista ja vaiheittaista ja siinä pyritään lopputulokseen, joka yhdistää osallistujien mielenmallit aiheesta (Partanen-Hertell 2005 ja 2011).

2.5

Tulevaisuuskuvi- en muodostaminen

Tulevaisuuskuva tai skenaario on kuvaus mahdollisesta tulevaisuuden tilasta ja siitä, miten sinne on päästy. Tulevaisuuskuvat eivät ole ennusteita, eikä niihin yleensä liitetä todennäköisyyttä. Skenaariosuunnittelua käytetään tulevaisuuden epävarmuuksien hallitsemiseen strategisessa suunnittelussa. Tavoitteena on järjestelmällisesti tarkastella mahdollisia tulevaisuuden tiloja ja eri toimenpidevaihtoehtojen seurauksia näissä tiloissa. Skenaarioiden avulla kuvataan, minkälaiseksi tulevaisuus voisi muodostua, jos tehdyt olettamukset toteutuisivat. Prosessin aikana luodaan muutamia tulevaisuuskuvia, jotka mahdollisimman hyvin kattavat odotettavissa olevien tulevaisuuden trendien ohella myös mahdollisia odottamattomia tapahtumia tai muutoksia odotettavissa oleviin tiloihin. Skenaariosuunnittelu on hyvä toteuttaa tiiviissä vuorovaikutuksessa asiantuntijoiden ja sidosryhmien kanssa, jotta tarkasteluun saataisiin sisällytettyä erilaiset näkökulmat ja jotta tarkastelu tuottaisi erilaisissa päätöksentekotilanteissa hyödynnettävissä olevaa aineistoa.

Skenaarioiden muodostamisessa keskeiset tehtävät ovat (Maack 2001):

1. *Keskeisen tekijän tai päätöksen tunnistaminen*: Ensimmäisenä tehtävänä on tunnistaa keskeinen tekijä tai päätös, jonka ympärille ongelma muodostuu. Ilman tätä skenaariot saattavat jäädä liian yleiselle tasolle.
2. *Ohjausmuuttujien tunnistaminen*: Ohjausmuuttujat ovat ongelman keskeiseen tekijään oleellisesti liittyvät ja sen kannalta tärkeät muuttujat. Näiden tunnistamisen lisäksi on tarpeen arvioida muuttujien vaikuttavuus ja niihin liittyvät epävarmuudet, jotta kaikkein oleellisimmat tekijät saadaan tunnistettua.
3. *Skenaariorunkojen luominen*: Ongelman kannalta tärkeitä ohjausmuuttujia muuntelemalla saadaan skenaariorunkoja erilaisista mahdollisista tulevaisuuden kuvista. Skenaarioissa tulee ilmetä, kuinka ohjausmuuttujat vaikuttavat toisiinsa.
4. *Skenaarioiden täydentäminen*: Jotta skenaario olisi uskottava, on siinä kuvattava oletukset kaikkien ongelman kannalta tärkeiden tekijöiden osalta.
5. *Skenaarioiden seurausten analysointi*: Skenaarioiden luomisen jälkeen tutkitaan eri skenaarioiden vaikutuksia ongelmassa tarkasteltaviin tekijöihin.
6. *Tärkeiden muuttujien valinta*: Skenaarioiden vaikutusten tunnistamista varten on hyvä valita muuttujia, joiden avulla päätöksentekijät voivat helposti nähdä skenaarioiden vaikutusten päälinjat ja näiden eroavaisuudet.
7. *Skenaarioiden välittäminen sidosryhmille*: Skenaariot on esittävä selkeässä ja ymmärrettävässä muodossa kaikille tärkeille sidosryhmille ja julkisesti. Jotta skenaariot olisivat mahdollisimman ymmärrettäviä ja havainnollisia, tarvitaan niiden ympärille tarina, jossa kuvataan muun muassa skenaarion taustalla olevat tärkeät tiedot ja oletukset.
8. *Skenaarioiden soveltaminen käytännössä*: Tavoitteena on hyödyntää skenaariosuunnittelun tuloksia ja niistä saatuja strategisia tavoitteita käytännön toimenpiteiden suunnitteluun ja mukauttaa strategioita niiden perusteella.

Skenaariosuunnittelua sovellettiin Karvianjoki-paneelissa muodostettaessa tulevaisuuskuvia Karvianjoen vesistöalueen maankäytön, elinkeinojen ja virkistyskäytön sekä alueen väestömäärän ja asutuksen kehittymiselle. Suunniteltaessa tulevaisuuskuvien laadinnan toteutustapaa haluttiin, että prosessi olisi järjestelmällinen, osallistujia kiinnostava ja aktivoiva ja että tulokset olisivat sovellettavissa vesienhoidon suunnittelussa. Hankkeessa hyödynnettiin vuosina 2006–2010 toteutetussa laajassa eurooppalaisessa SCENES-tutkimushankkeessa saatuja kokemuksia skenaarioiden muodostamisesta (www.environment.fi/syke/scenes).

Taustatietoja tulevaisuuskuviin saatiin haastattelemalla mm. eri maankäyttömuotojen asiantuntijoita. Tulevaisuuskuvat muodostettiin Karvianjoki-paneelissa käyttäen haastatteluiden pohjalta koottua muuttujalistaa. Etukäteen määritettyjen teemojen pohjalta laadittiin ryhmissä tulevaisuuskuvienv rungot. Myöhemmin asiantuntijat tarkensivat ja täydensivät tulevaisuuskuvia.

2.6

Kuormituksen suuruuden ja vesistön tilan arvioinnissa käytetyt mallit

Vesienhoidon keskeisiä haasteita on arvioida ulkoisen kuormituksen määrä, ennustaa kuormitusvähennyksen vaikutus järven vedenlaatuun ja mitoittaa tavoitekuormitus, jolla riittävällä varmuudella saavutetaan hyvä vedenlaatuluokka. Valuma-alueelta vesistöön tuleva ulkoinen kuormitus voidaan arvioida matemaattisilla menetelmillä järven tulouomista mitattujen virtaama- ja vedenlaatutietojen perusteella (mm. Kaup-

pila & Koskiahho 2003). Kuormituksen luotettava laskenta edellyttää mahdollisimman tiheää ja virtaamahuippuihin keskittyvää seuranta, koska sekä virtaaman että ravinnepitoisuuden ajallinen vaihtelu voi olla suurta. Useissa vesistöissä seuranta ei ole kuitenkaan ollut riittävän intensiivistä ja seurantatietoja on vuositason hyvin vähän, jos lainkaan. Tällöin ulkoisen kuormituksen keskimääräinen taso on arvioitu valuma-alueen ominaiskuormituksen sekä havaittujen tai mallinnettujen virtaamien avulla.

Ensimmäiset laskentaan perustuvat arviointimenetelmät järvien kyvystä sietää ulkoista fosforikuormitusta kehitti Vollenweider (1968, 1976). Näitä yksinkertaisia yhtälöitä (ks. esim. Frisk 1989, Lappalainen & Matinvesi 1990, Eloranta 2005) on käytetty vesiensuojelu- ja järvikunnostushankkeissa ulkoisen fosforikuormituksen ja sen vähentämistarpeen arviointiin. Raja-arvot kuvaavat suuntaa-antavasti sellaista fosforikuormituksen määrää, jonka järvi voi rehevöitymättä keskimäärin sietää ja määrää, jonka ylittyessä järvi todennäköisesti rehevöityy. Vollenweiderin yhtälöt eivät sellaisenaan ole sovellettavissa vesienhoidon suunnitteluun järvikohtaisesti, koska niissä käytetään yleistä kriittisen tason määrittelyä, kun taas vesienhoidossa lähtökohdana pidetään järvityyppikohtaisia luokkarajoja.

2.6.1

VEPS-järjestelmä

VEPS-järjestelmää (Tattari & Linjama 2004) on sovellettu laajalti kuormituksen arvioinnissa valtakunnallisen vesienhoitotyön ensimmäisellä suunnittelukaudella sekä useissa vesistöjen hoito- ja kunnostushankkeissa. VEPS:llä saadaan suuntaa-antavaa tietoa kokonaisfosforin ja -tyypin vuosikuormituksista sekä kuormituksen jakautumisesta eri kuormituslähteisiin 3. jakovaiheen vesistöalueen tarkkuudella. Jos valuma-alueella on järviä, voidaan ravinteiden sedimentoituminen niihin laskea valuma-alueen järviprosentin perusteella ja vähentää kokonaisarviosta (Bilaltdin ym. 1991). Sedimentaatiolla korjatut kuormitusarvot saa vesistömallijärjestelmällä (2.6.2).

Peltoviljelyn kuormituksen laskenta perustuu havaintojen nojalla laadittuihin matemaattisiin malleihin ja tulokset edustavat pitkäaikaista (10 vuoden) keskimääräistä kuormitusta. Karjatalouden kuormitusta ei ole arvioitu erikseen, mutta se sisältyy vesistömallijärjestelmällä laskettuun muuhun kuormitukseen. Metsätalouden kuormitus lasketaan metsätilastojen ja metsätalouden toimenpiteiden ominaishuuhtouma-arvojen avulla. Luonnonhuuhtouman kuormitusarvot perustuvat mittauksiin pienillä luonnontilaisilla valuma-alueilla eri puolilla Suomea (Mattson ym. 2003). Laskeumatiedot perustuvat 14 alueellisen havaintoaseman vuotuisiin keskiarvoihin. Haja-asutustiedot tulevat rakennus- ja huoneistorekisterin vuoden 2000 tilastoista. Hulevesien aiheuttamaa ravinnekuormaa arvioidaan havaittujen laskeumatietojen avulla. Turvetuotannon ja muun pistekuormituksen tiedot saadaan VAHTI-tietojärjestelmästä, johon ympäristölupavolliset ilmoittavat tiedot mm. päästöistä vesiin ja ilmaan. Eri maankäyttömuotojen pinta-alat on VEPS:ssä arvioitu SLICES-maankäyttöaineiston avulla.

2.6.2

Vesistömallijärjestelmä

SYKEssä kehitetty vesistömallijärjestelmä kuvaa veden hydrologista kiertokulkua sadannasta virtaamaksi vesistöissä (Vehviläinen ym. 2005). Järjestelmää käytetään vesistöjen vedenkorkeuksien, virtaamien ja pohjaveden korkeuksien ennustamiseen sekä varoittamaan tulvista ja kattojen lumikuormista. Osaksi vesistömallijärjestelmää on kehitetty vedenlaatuosio (Huttunen ym. 2007, Huttunen ym. 2008), joka laskee mm. kokonaisfosforin kuormituksen vesistöihin maa-alueilta ja aineiden kulkeutumista vesistöissä. Malli laskee päivittäin muodostuvan valunnan määrän sekä peruskartan maankäytön perusteella maa-alueilta syntyvän kuormituksen. Niiden avulla lasketaan

vesistöalueen yläjuoksulta alkaen jokaiseen järveen tuleva kuormitus, ainepitoisuus järvessä, sedimentaatio, sisäinen kuormitus ja järvestä lähtevä kuormitus. Kalibroinnissa malli vertaa laskettuja pitoisuuksia Hertta-tietokannan vedenlaatuhavaintoihin. Mallilla voidaan arvioida vedenlaadun muuttumista, kun kuormitus muuttuu. Mallissa kuormitus on eritelty pelloilta tulevaan, haja-asutuksen, pistekuormitukseen (ml. turvetuotanto, laskeuma järviin ja jokiin) sekä muuhun kuormitukseen. Tätä tarkempi fosforikuormituksen jakautuminen eri kuormituslähteille on tehtävä esim. VEPS-järjestelmällä.

2.6.3

VIHMA

Maatalouden kuormituksesta suurin osa, jopa 90 %, syntyy kasvukauden ulkopuolella (Puustinen ym. 2005 ja 2007). Maan pinnan kasvipeitteisyydellä ja muokkaustavoilla onkin merkittävä vaikutus ravinnekuormitukseen. Suomen ympäristökeskuksen ja Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen (MTT) pitkäaikaisten koekenttä- ja kosteikkotutkimusten kuormitusaineiston perusteella on kehitetty VIHMA arviointimalli (Viljelyalueiden valumavesien hallintamalli), jonka avulla voidaan arvioida maatalouden toimenpiteiden vaikutuksia (Puustinen ym. 2010). Mallilla voidaan arvioida, kuinka erilaisilla vesiensuojelutoimenpiteillä voidaan vaikuttaa pelloilta tulevan kuormituksen (eroosio, liukoinen ja partikkelifosfori, kokonaistyyppi ja nitraattityppi) kokonaismäärään sekä arvioida lisätoimien tarvetta tietyn tavoitteellisen kuormitusaleneman saavuttamiseksi. Mallin lähtötietoina tarvitaan valuma-alueelta peltojen maalajitiedot, kaltevuudet, maankäyttö- ja maanmuokkaustiedot sekä peltojen fosforipitoisuutta kuvaavat P-luvut.

2.6.4

Lake State ja Lake Load Response (LLR)

Suomen ympäristökeskuksen Lake State -mallista kehitetty Internet-selainpohjainen Lake Load Response (LLR) -työkalu (<http://lakestate.vyh.fi/cgi-bin/frontpage.cgi>) ennustaa järviveden fosforipitoisuuden tietyllä ulkoisen kuormituksen tasolla. Sillä voi näin ollen arvioida tavoitekuormituksen, eli sellaisen ulkoisen kuormituksen määrän, jolla tavoitteen mukainen fosforipitoisuus on mahdollinen (Malve 2007, Malve ym. 2008). Tavoitekuormituksen ja nykyisen ulkoisen kuormituksen erotuksesta saadaan kuormituksen vähentämistavoite. Laskenta perustuu Chapran (1975) pääravinteiden pidättymismalliin, Bayes-päätelyyn ja MCMC-simulointimenetelmiin (Markov Chain Monte Carlo). Järven havaintoaineiston pohjalta LLR-mallin syöttötiedoiksi kootaan viipymääjälle laskettuina keskiarvoina: järveen tuleva kuormitus (kg/d), järven ravinnepitoisuudet ($\mu\text{g/l}$) ja järven luusuan virtaama (m^3/s). Lisäksi kohdejärvestä tarvitaan tieto tilavuudesta, keskisyvyydestä ja järvityypistä (Pätynen 2009).

2.7

Kunnostustarpeen ja toimenpiteiden arviointi

2.7.1

Sisäisen kuormituksen merkityksen arviointi

Fosforin sisäinen kuormitus järvessä voidaan tarkimmin määrittellä ainetaseyhtälöllä, jota varten on mitattu ulkoinen kuormitus, fosforipitoisuuden vaihtelu, poistuma luusuasta ja bruttosedimentaatio (esim. Lappalainen & Matinvesi 1990, Malve ym. 1994, Nürnberg 2009). Kun kyseessä on suurempi järvijoukko, ovat kattavat brutto-

sedimentaatiomittaukset harvoin mahdollisia. Käytännössä myös sisäisen kuormituksen nettoarvio tai nettomääriin perustuva ainetase, joihin riittää tieto fosforin ulkoisesta kuormituksesta, poistumasta ja pitoisuuden vaihtelusta kasvukaudella, kuvastavat järven sisäkuormitteisuuden vakavuutta/määrää (Søndergaard ym. 2001, Nürnberg 2009). Merkkinä sisäisestä kuormituksesta voi käytännössä pitää sitä, että järven havaittu fosforipitoisuus on kesällä säännöllisesti suurempi kuin se ulkoisen kuormituksen perusteella arvioiden olisi (Frisk ym. 2001). Jos vedenlaatuhavaintoja on koko kasvukaudelta, sisäisen kuormituksen merkki on fosforipitoisuuden kasvu kesällä matalien virtaamien aikana. Joissain tapauksissa tämä liittyy tilapäiseen lämpötilakerrostumiseen ja pohjan läheiseen happikatoon (esim. Tuusulanjärvi; Saarijärvi & Lappalainen 2005). Matalissa järvissä sisäistä kuormitusta tapahtuu kesän aikana ilman happikatojakin esimerkiksi kalaston, leväkukintoihin liittyvän veden pH:n nousun tai sedimentin resuspension vaikutuksesta (Malve ym. 1994, Keto & Sammalkorpi 1995, Horppila ym. 1998, Koski-Vähälä & Hartikainen 2001, Niemistö ym. 2009).

2.7.2

Painekartat

Ulkoisen kuormituksen ja sisäisen kuormituksen suhteita voidaan havainnollistaa painekartoilla, joissa järvet ryhmitellään laskennallisen ja havaitun fosforipitoisuuden perusteella. Järvet luokitellaan aluksi niiden arvioidusta ulkoisesta fosforikuormituksesta lasketun fosforipitoisuuden mukaan. Tätä laskennallista pitoisuutta verrataan järvikohtaisesti vesienhoidon luokittelussa käytettyyn korkeimpaan sallittuun hyvää tilaa edustavaan järvityyppikohtaiseen fosforipitoisuuteen.

Näin saadut painekartat täydentävät ekologista tilaa tai vedenlaatuluokittelua kuvaavia kartoja. Ensinnäkin, ne auttavat tunnistamaan sellaiset vesistöalueen järvet, joissa ulkoinen kuormitus on niin suuri, että hyvän ekologisen tilan saavuttaminen edellyttää ensisijaisesti ulkoisen kuormituksen vähentämistä. Toiseksi ulkoisen kuormituksen perusteella arvioidun ja järvessä havaitun fosforipitoisuuden vertailulla voidaan tunnistaa keskeiset kunnostuskohteet eli ne järvet, joiden tila on huonompi kuin sen ulkoisen kuormituksen perusteella arvioiden pitäisi olla. Valuma-alueen sijasta toimenpiteitä voi olla tarkoituksenmukaisinta kohdistaa ensisijaisesti järveen, jos hyvää tilaa edustava fosforipitoisuus on ulkoisen fosforikuormituksen perusteella arvioiden mahdollinen. Sekä valuma-alue että järvi edellyttävät toimenpiteitä, kun laskennallinen fosforipitoisuus on sekä tavoitepitoisuutta suurempi että havaittua pitoisuutta pienempi.

2.7.3

Ravintoketjukurjennostuksen soveltuvuuden ja mitoituksen arviointi

Arvio rehevän ja sinileväkukintojen vaivaaman järven ravintoketjukurjennostuksen tarpeesta ja mitoituksesta perustuu havaintoihin ulkoisesta ja sisäisestä kuormituksesta, järven fosfori- ja klorofyllipitoisuuksista ja kalastosta (esim. Sarvala ym. 1997 ja 2000, Sammalkorpi & Horppila 2005). Ravintoketjukurjennostus soveltuu sitä paremmin, mitä pienempi on ulkoinen kuormitus ja mitä useampi seuraavista ehdoista täyttyy:

1. Kasvukauden aikainen klorofylli- ja fosforipitoisuuden suhde on 0,4 tai suurempi (esim. klorofyllipitoisuus on yli 22 µg/l, kun fosforipitoisuus on 55 µg/l).
2. Yleiskatsausverkoilla (Nordic) tehdyn koekalastuksen lukumäärä- ja painoyksikkösaalis ja/tai lajikoostumus eivät vastaa tyyppikohtaista hyvän ekologisen tilan tasoa.

3. Päälyysveden fosforipitoisuus kasvaa kesän alivirtaamakauden aikana, vaikka järvessä ei havaita happikatoa tai kerrostuvan alueen osuus järven pinta-alasta on alle 5 %.

Jos ravintoketjukurkennostus todetaan tarpeelliseksi, poistokalastuksen saalistavoite ($TA_{\text{kg/ha}}$) arvioidaan järven luokittelussa käytetyn, lähtötilannetta edustavan päälyysveden kasvukaudenaikaisen fosforipitoisuuden keskiarvon (TP_1X) perusteella:

$$TA_{\text{kg/ha}} = 16,9 * TP_1 X^{0,51}.$$

Fosforipitoisuuden yksikkö on $\mu\text{g/l}$ ja poistokalastuksen alkuvaiheen järvikohtainen saalistavoite saadaan kertomalla yhtälöllä lasketun hehtaarisaaaliin arvio järven pinta-alalla. Seuraavien vuosien poistopyyntien tavoitetta voi portaittain laskea, jos saalistavoite on saavutettu tai tavoiteltu vedenlaadunmuutos on alkanut pienemmälläkin poistosaaliilla. Kolmen tehokalastusvuoden jälkeisen ylläpitovaiheen hoitokalastuksen tavoite on estää särkikalojen biomassan kasvu. Ylläpitovaiheen saalistavoite ($TY_{\text{kg/ha}}$) arvioidaan saavutetun fosforipitoisuuden (TP_2X) perusteella, kun oletetaan, että kalojen tuotannon ja biomassan suhde (P/B) on noin 0,3 (esim. Horppila & Peltonen 1994).

$$TY_{\text{kg/ha}} = 16,9 * TP_2 X^{0,51} * 0,3.$$

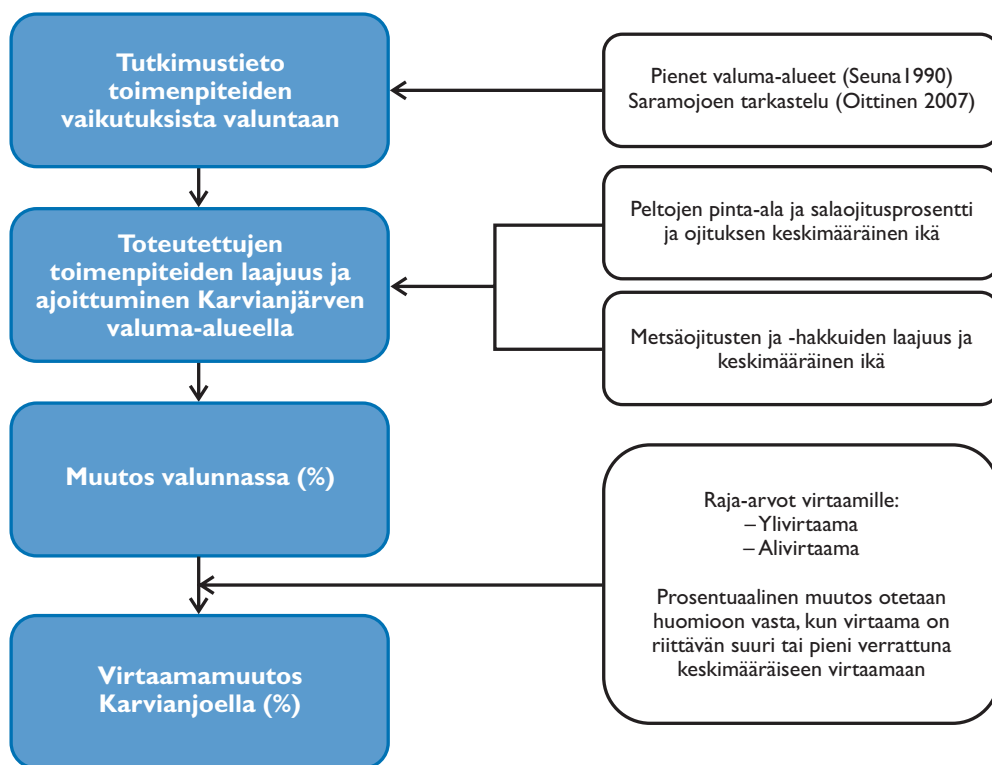
Pitkällä tähtäimellä riittävän pieni ulkoinen kuormitus on tärkeä ravintoketjukurkennostuksen onnistumisen ja kustannustehokkuuden edellytys, vaikka ravintoketjukurkennostus on vähentänyt sinileväkukintoja myös erittäin rehevissä järvissä (Søndergaard ym. 2008). Korkea fosforipitoisuus ei sinänsä estä poistokalastuksen vaikutusta, mutta se edellyttää jatkuvasti erittäin suuria poistopyyntisaaliita, jos ulkoista kuormitusta ei vähennetä. Järven petokalasto voi vastata osasta saalistavoitetta, mutta lähtötilanteessa petokalojen määrä on yleensä pieni. Muodoltaan korkeat särkikalat kuten lahna ja pasuri kasvavat myös nopeasti liian suuriksi petokaloille, erityisesti kuhalle, jolloin niiden määrää on rajoitettava kalastamalla (Sammalkorpi & Horppila 2005).

2.8

Valuma-alueella tehtyjen toimenpiteiden vaikutukset hydrologiaan

Toimenpiteet valuma-alueella vaikuttavat alueen hydrologiaan, etenkin virtaamien ääriarvoihin. Karvianjoen vesistöalueella sekä kesäkauden liian matalat että tulvakausten liian korkeat virtaamat ovat olleet ongelmallisia. Osana Karvianjoen vesistön säännöstyjen kehittämistä ja Karvianjoen vesistön tulevaisuustarkastelut -hanketta selvitetiin valuma-alueiden toimenpiteiden hydrologisia vaikutuksia (Nurmi 2011). Tarkastelun kohteina olivat metsien hakkuut ja metsäojitukset sekä peltojen raivaus ja salaoitus. Työlle tarjosi hyvän lähtökohdan Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulussa valmistunut opinnäytetyö (Oittinen 2007), jossa Pielisen valuma-alueella on tarkasteltu vastaavasti.

Tarkastelu rajattiin Karvianjärven valuma-alueelle arvioinnin yksinkertaistamiseksi ja jotta pääosin pieniltä valuma-alueilta olevia tutkimustuloksia (mm. Seuna 1990) voitiin hyödyntää tarkastelussa. Koko vesistöaluetta tarkasteltaessa toimenpiteiden vaikutukset eri osa-alueilla eivät välttämättä kasaudu vaan voivat jopa kumota toisensa. Esimerkiksi laajat avohakkuut etenkin valuma-alueen latvaosissa kasvattavat kevätylivalunutta. Sen sijaan hakkuualueen sijaitessa alajuoksulla saattaa koko vesis-



Kuva 3. Valuma-alueitoimenpiteiden hydrologisten vaikutusten laskennan eteneminen.

töalueen kevättulvahuippu pienentyä. Tämä on seurausta siitä, että alajuoksun lumet sulavat avoimilta hakatuilta aiempaa nopeammin ja niiden sulamisvedet voivat ehtiä valua vesistöön ennen koko vesistön tulvahuippua.

Työtä varten kehitetyllä EXCEL-laskentamallilla arvioitiin toimenpiteiden vaikutuksia Karvianjärven valuma-alueen valunnan suuruuteen sekä Karvianjoen yli- ja alivirtaamiin (kuva 3). Monien oletuksien ja epävarmuustekijöiden vuoksi tulokset ovat sangen karkeita, mutta auttavat kuitenkin hahmottamaan erilaisten toimien vaikutusten suuntaa ja suuruusluokkaa. Tarkastelun tulokset on esitetty kohdassa 9.1.

2.9

Toimenpiteiden kustannustehokkuuden arviointi

Laki vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä (1299/2004) asettaa kunnianhimoiset tavoitteet vesien tilalle. Vesienhoitosuunnitelmissa voidaan kuitenkin asettaa lievempiä ympäristötavoitteita tai pidentää määräaikaa tietyin edellytyksin. Lievennystä tavoitteisiin voidaan hakea, jos esimerkiksi ympäristötavoitteiden saavuttaminen on taloudellisten syiden vuoksi kohtuutonta. Toimenpiteiden kustannuksia ja tehokkuutta koskevaa tietoa voidaan myös käyttää hyväksi toimenpideohjelmaan valittavien toimien määrittämisessä sekä paikallisissa kunnostushankkeissa.

Vesienhoitotoimenpiteiden kustannushyötyanalyysiin on kehitetty KUTOVA-malli (Kunnari 2008, Hjerpe ym. 2012). KarTuTa-hankkeessa sovellettiin KUTOVA-mallia laskettaessa toimenpiteiden kustannustehokkuutta fosforikuormituksen vähentämisen suhteen. Kustannustehokkuus tarkoittaa toimenpiteen kustannusten suhdetta toimenpiteiden tiettyyn vaikutukseen, esimerkiksi fosforikuormituksen vähenemi-

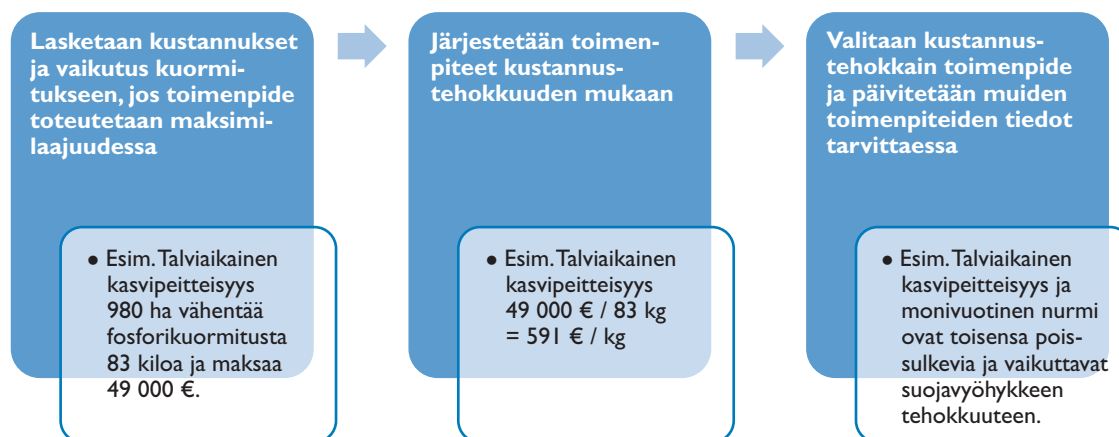
seen. Kustannustehokkuus ei ota erikseen huomioon toimenpiteiden toteutettavuutta, hyväksyttävyyttä tai mahdollisia muita vaikutuksia ja hyötyjä, joten kustannustehokaiden toimenpiteiden yhdistelmä ei välttämättä ole käytännössä toteutettavissa. Kyseessä on siis teoreettinen tarkastelu, jolla saadaan käsitys esimerkiksi suurimmasta tietyllä budjetilla aikaansaataavasta fosforikuormituksen vähenemisestä.

Kustannukset voivat olla joko investointi- ja käyttökustannuksia tai välillisiä kustannuksia tai näiden yhdistelmiä. Investointikustannukset tulevat esimerkiksi tarvittavan laitteiston ostosta tai rakennuskustannuksista ja ovat luonteeltaan kertaluonteisia. Käyttökustannuksilla tarkoitetaan toimenpiteen toteuttamisesta, seurannasta ym. koituvia toistuvia työ- ja muita kustannuksia. Välilliset kustannukset kuvaavat mm. vaikutuksia toimenpiteen toteuttajan tulotasoon. Vesiensuojelutoimenpide voi esimerkiksi alentaa satotasoja ja aiheuttaa viljelijälle tulojen menetyksiä. Joissakin tapauksissa toimenpiteillä voi myös olla kustannuksia alentava vaikutus.

Kustannuksia voidaan verrata esimerkiksi fosfori- tai typpikuormituksen vähenemään, jolloin saadaan arvio kyseisen toimenpiteen kustannustehokkuudesta kuormituksen vähentämisen suhteen. Valitsemalla kustannustehokkaimmat toimenpiteet voidaan muodostaa kustannustehokkaita vaihtoehtoja. Rajoitukseksi voidaan asettaa joko käytettävissä oleva budjetti tai toimenpiteiden vaikutus, esimerkiksi fosforikuormituksen vähentämistavoite.

Malli laskee kustannustehokkuuden yksikkökustannusten ja fosforikuormituksen vähenemän suhteena. Toimenpiteet voidaan laittaa järjestykseen kustannustehokkuuden perusteella. Niistä muodostetaan toimenpideyhdistelmä valitsemalla sopiva määrä kustannustehokkaimpia toimenpiteitä, kunnes päästään joko kuormituksen vähennystavoitteeseen tai budjettirajoitus tulee vastaan. Kunkin toimenpiteen valinnan jälkeen KUTOVA-malli päivittää kyseisen sektorin kuormituksen ja valittavissa olevat toimenpiteet, koska toimenpiteet voivat olla toisensa poissulkevia ja kuormituksen muuttuminen vaikuttaa niiden kustannustehokkuuteen (kuva 4).

KUTOVA-malli vaatii lähtötiedoikseen nykykuormituksen sektoreittain sekä arviot toimenpiteiden suurimmasta mahdollisesta toteuttamislaajuudesta ja valuma-aluekohtaisista reduktioista toimenpiteittäin. Nykykuormitus ja toimenpiteiden toteuttamislaajuus voidaan arvioida VEMALAn, VIHMAN ja VEPSin tietojen perusteella. KUTOVA-mallitarkasteluissa on käytetty toimenpiteillä saatavien reduktioiden keskimääräisiä valtakunnallisia arvioita (Hjerpe ym. 2012). Tarkasteluissa voidaan



Kuva 4. Yksikkökustannuksiin perustuvan laskennan eteneminen KUTOVA-mallissa.

käyttää myös tarkempaa tietoa valuma-alueelta, jos sellaista on saatavilla. Esimerkiksi VIHMA-mallilla (Puustinen ym. 2010) voidaan valuma-alueella laskea peltoon kohdistuvien toimien kuormitusta vähentävä vaikutus, jossa on otettu huomioon maalaji ja kaltevuus.

2.10

Vedenlaadun vaikutus vesistön virkistyskäyttöarvoon

Ympäristöongelmiin liittyvässä päätöksenteossa keskeistä on se, miten ympäristöhyötyjä ja haittoja arvotetaan ja vertaillaan taloudellisiin arvoihin, jotka tilanteesta riippuen voivat olla kustannuksia, tuloja tai voittoja. Vain hyvin harvoin markkinat hinnoittelevat ympäristöhyödykkeitä (ympäristöhaittoja tai -hyötyjä) edes osittain (Määttä ja Pulliainen 2003).

Useimmiten joudutaan käyttämään kiertoteitä. Joskus tarkastellaan jonkin markkinahyödykkeen, tavarain tai palvelun, hintojen vaihtelua, johon jotkut ympäristön ominaisuudet vaikuttavat. Toisinaan joudutaan luomaan keinotekoiset markkinat kysymällä ihmisiltä heidän maksuhalukkuuttaan, joka oikeilla markkinoilla ilmenee hyödykkeiden kysyntänä. Edelleen voidaan joskus myös luoda epäsuoria kytkentöjä ympäristön tilan ja siitä aiheutuvien kustannusten välille (Määttä ja Pulliainen 2003).

Vesistön virkistyskäyttöarvoa, sen osatekijöitä sekä vedenlaadun ja säännöstelyn vaikutusta siihen on Suomessa selvitetty 1960-luvun lopulta alkaen (Kleemola 1968, Partanen 1975). Tutkimukset painoutuivat aluksi metsäteollisuuden pilaamiin vesistöihin (esim. Kyber 1981 ja Mattila 1995). Tutkimuksissa kehitettyjä menetelmiä on hyödynnetty vesioikeudellisissa käsittelyissä määritettäessä korvauksia piste-kuormituksen aiheuttamasta haitasta. Myöhemmin on tutkittu sitä, kuinka suuri on asukkaiden maksuhalukkuus vesistöjen tilan parantamiseksi (Mäntymaa 1997, Ahtiainen 2007 ja 2008, Lehtoranta 2011, Lehtoranta ja Seppälä 2011), mikä on virkistyskäyttökerran ja mökkimatkan arvo (Vesterinen 2010, Lankia 2010) sekä kuinka vedenlaatu vaikuttaa rantakiinteistöjen hintaan (Artell 2011). Vedenkorkeuden vaihtelusta vesistön virkistyskäytölle syntyvää haittaa varten on kehitetty VIRKI-malli (Aittoniemi 1993, Sinisalmi 1998), jota on sovellettu monissa vesistösäännöstelyjen kehittämishankkeissa.

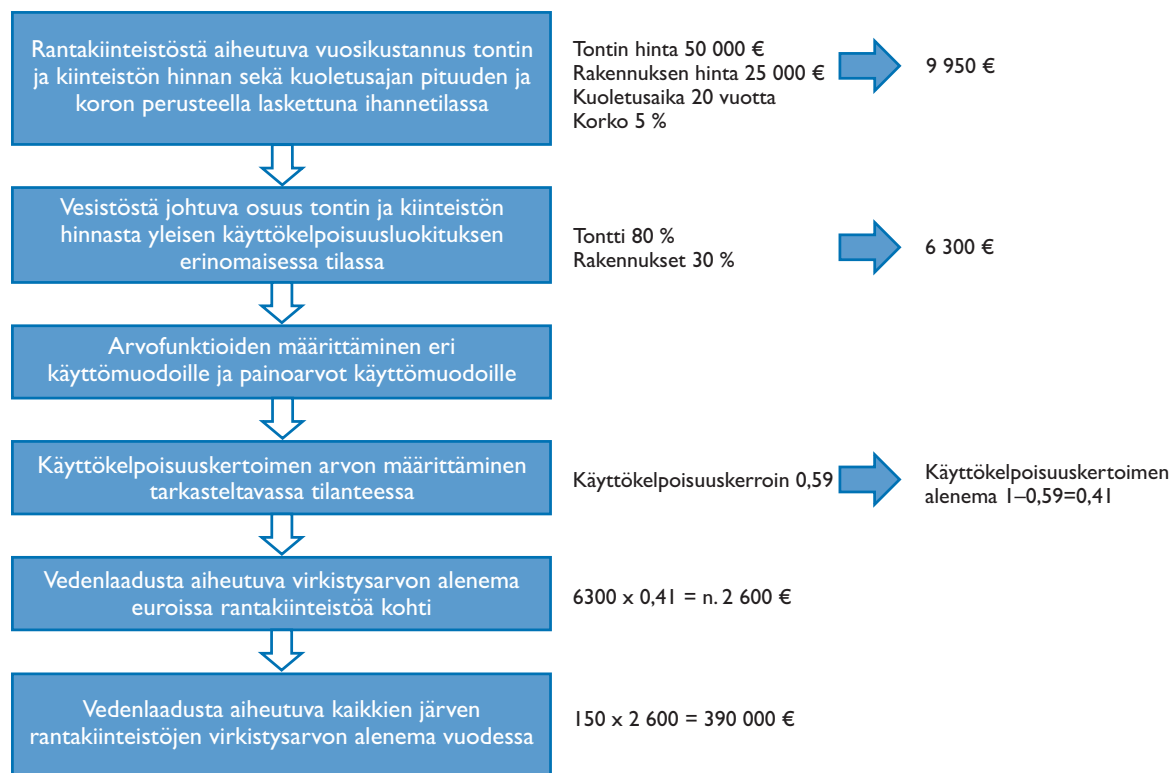
VIRVA-malli on SYKEssä kehitetty EXCEL-laskentamalli (Mustajoki ja Marttunen 2009), jolla voidaan arvioida vedenlaadun, erityisesti rehevyyden, vaikutusta vesistön virkistyskäyttöarvoon. VIRVA-mallilla voidaan tarkastella ranta-asukkaiden virkistyskäytön sekä muiden kuin ranta-asukkaiden harjoittaman kalastuksen, uinnin ja veneilyn määrässä ja arvossa tapahtunutta muutosta veden rehevöityessä (tai rehevyyden vähentyessä). Mallissa oletetaan, että ranta-asukkaiden kokema hyöty on verrannollinen alueen keskimääräisen tontin ja rakennuksen hintaan. Toisin sanoen ranta-asukkaalle aiheutuu rantakiinteistöjen hankintainvestoinnista kustannuksia ja vastineeksi hän saa vesistöä virkistyskäyttöhyötyä. Mallin laskentaperiaatteet ja niiden perustelut on kuvattu yksityiskohtaisesti erillisessä raportissa (Marttunen ym. 2012).

Arvioinnin lähtökohtana on, että vedenlaadun heikentyminen vähentää virkistytymisestä syntyvää hyötyä tai arvoa. Tämä voi aiheutua siitä, että virkistytymisen miellyttävyys vähenee, käyttäjälle aiheutuu lisätyötä tai lisäkustannuksia, käytön

määrä vähenee sekä ääritapauksessa siitä, että vesistöä ei ole enää mahdollista käyttää lainkaan virkistykseen. Vedenlaadun ja virkistyskäyttöarvon välistä riippuvuutta kuvataan niin sanotun arvofunktion avulla. Yleisen käyttökelpoisuusluokituksen erinomaisessa tilassa vedenlaadusta ei oleteta aiheutuvan minkäänlaista haittaa virkistyskäytölle, arvo on yksi ja tilanteessa, jossa vesistön virkistysarvo on kokonaan menetetty, se on nolla. Koska vedenlaadun vaikutus on erilainen eri käyttömuodoilla, muodostetaan kaikille käyttömuodoille omat arvofunktiot.

Yhdelle rantakiinteistölle vuodessa syntyvä virkistyskäyttöarvon alenema nykytilassa saadaan kertomalla rantakiinteistön virkistyskäytön vuosiarvo käyttökelpoisuuden muutosta kuvaavalla kertoimen arvolla, joka saadaan vähentämällä arvosta yksi käyttökelpoisuuskertoimen arvo tarkasteltavassa tilanteessa. Järvikohtainen virkistyskäyttöarvo lasketaan kertomalla yksittäiselle kiinteistölle laskettu arvo kaikkien rantakiinteistöjen lukumäärällä.

Rahamääräinen arvio muuttuneesta virkistyskäytöstä määritetään myös muiden kuin rantakiinteistöjen omistajien virkistyskäytölle uinnin, kalastuksen ja veneilyn osalta. Lähtötietoina käytetään käyttökertojen ja -intensiteetin määrää ja yhden virkistyskäyntikerran rahamääräistä arvoa, kun vesistö on yleisen käyttökelpoisuusluokituksen erinomaisessa tilassa.

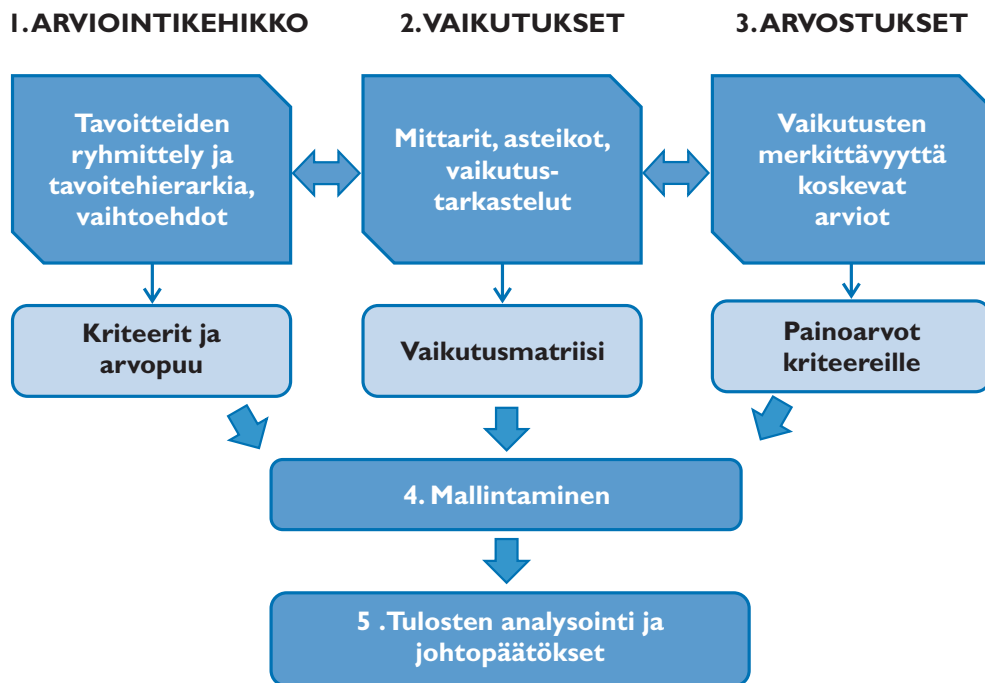


Kuva 5. Rantakiinteistöjen virkistyskäyttöarvon määrittäminen VIRVA-mallilla ja Karvianjärven lähtö- ja tulostiedot.

Monitavoitearviointi

Monitavoitearviointi tai monitavoitteinen päätösanalyysi (Multi-Criteria Decision Analysis, Belton ja Stewart 2002) on joukko menetelmiä ja lähestymistapoja, joita voidaan soveltaa ristiriitaisia tavoitteita ja erimitallisia vaikutuksia sisältävien vaihtoehtojen kokonaisvaltaisessa ja järjestelmällisessä arvioinnissa. Yksi monitavoitearvioinnissa yleisesti käytetyistä menetelmistä on arvopuuanalyysi (Value Tree Analysis). Arvopuuanalyysissä erilaisten vaihtoehtojen hyvyttä arvioidaan hierarkkisessa arviointikehikossa. Monitavoitearvioinnin vaiheet on esitetty kuvassa 6. Monitavoitearviointia ja sen soveltamismahdollisuuksia on kuvattu tarkemmin mm. julkaisussa "Monitavoitearviointi vuorovaikutteisessa ympäristösuunnittelussa" (Marttunen ym. 2008).

KarTuTa-hankkeessa monitavoitearviointia sovellettiin selvittäessä, kuinka merkittävänä Karvianjoki-paneelin jäsenet pitivät vesienhoitotoimenpiteiden hyötyjä ja kustannuksia. Arviointia varten muodostettiin hierarkkinen kaavio (kuva 32), johon koottiin kaikki ne tekijät, joita pidettiin tarkastelussa olennaisina. Laaditussa arviointilomakkeessa kuvattiin toimenpiteiden vaikutukset ja esitettiin kysymykset, joihin Karvianjoki-paneelin jäsenet vastasivat ottaen huomioon oman taustaryhmänsä ja omat arvostuksensa. Vastaaminen lomakkeeseen tapahtui ohjatusti Karvianjoki-paneelin toisessa kokouksessa (ks. kohta 2.4, ohjattu kysely).



Kuva 6. Arvopuuanalyysin keskeiset tehtävät.

Osa III

Sovellus Karvianjoen vesistöalueelle



MD

3 Vesistöalueen tilan ja käytön kuvaus

3.1

Vesistöalueen yleiskuvaus

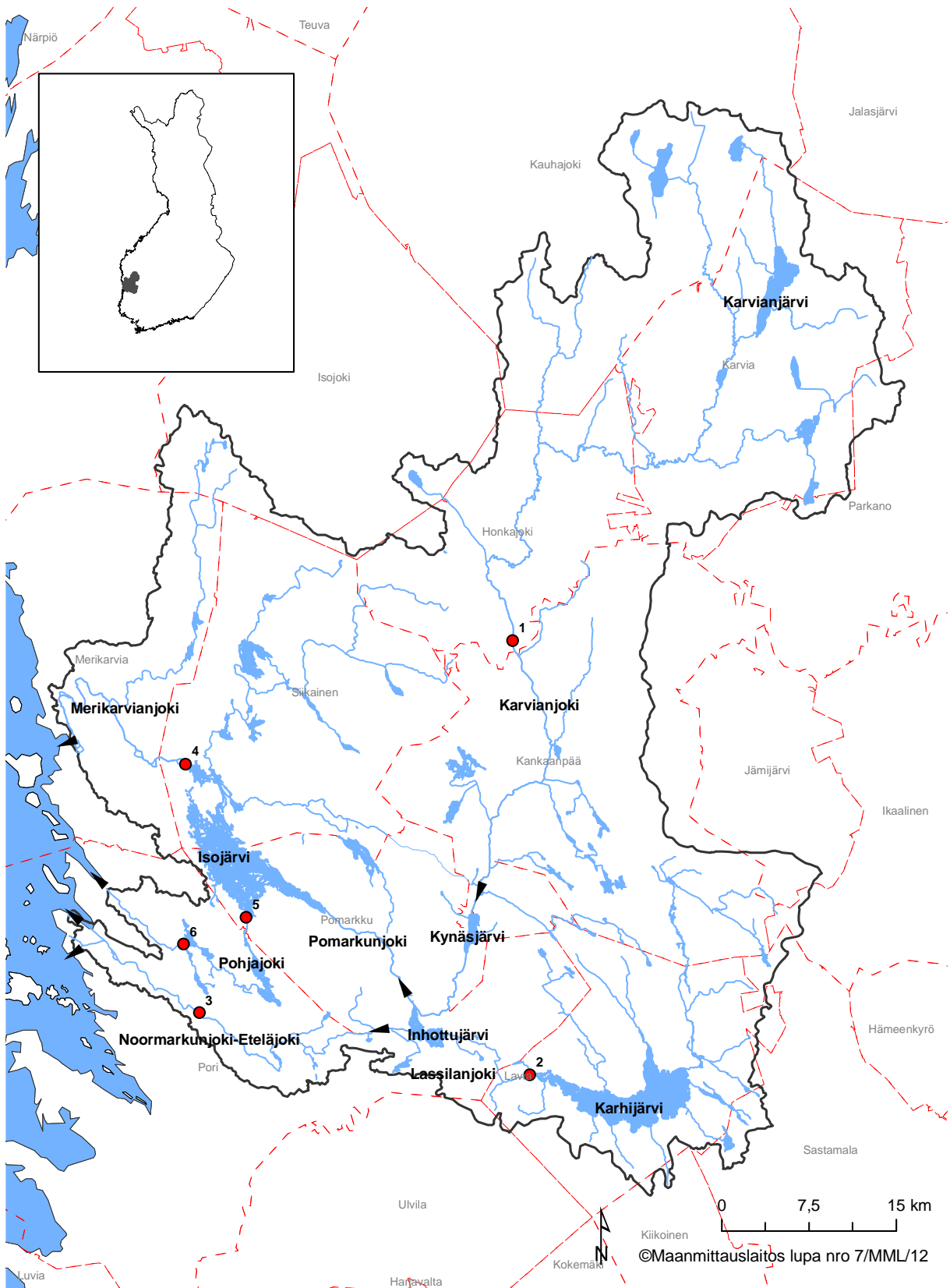
Karvianjoen vesistöalue sijaitsee Pohjois-Satakunnassa ja pieneltä osin Etelä-Pohjanmaalla (kuva 7). Vesistöalueen pinta-ala on 3 438 km², josta järvien osuus on noin 5 %. Vesistöalue on hydrologialtaan monimutkainen ja siihen kuuluu kaksi bifurkaatiojärveä, Inhottujärvi ja Isojärvi. Karvianjärvestä alkunsa saava Karvianjoki virtaa Kynäsjärven kautta Inhottujärveen, johon tulee vesiä myös Karhijärvestä Lassilanjokea pitkin. Inhottujärven lasku-uomista Pomarkunjoki virtaa Isojärveen ja Noormarkunjoki-Eteläjoki Selkämereen. Pomarkunjoen lisäksi vesistöalueen suurimpaan järveen, Isojärveen, tulee vesiä myös Otamonjoesta ja Leväsjoesta. Isojärvellä on kaksi laskujokea Merikarvianjoki ja Pohjajoki, joita myöten vedet päätyvät mereen (Sydänoja 2009).

Vesistöalueella on kaksi suurta säännöstelyhanketta, Isojärven säännöstely sekä Inhottu-, Kynäs- ja Karhijärvien säännöstely. Nämä vaikuttavat Lassilanjoen, Noormarkunjoen-Eteläjoen, Pomarkunjoen, Pohjajoen ja Merikarvianjoen virtaamiin. Pomarkunjoki ja Lassilanjoki ovat hydrologis-morfologisilta ominaispiirteiltään voimakkaasti muutettuja. Suurin osa joista ja puroista on perattu ja lähes kaikkia alueen järviä on jossain vaiheessa laskettu ja kymmeniä kuivattu kokonaan lähinnä maatalouden ja tulvasuojelun tarpeisiin. Tulvahaittoja on kuitenkin edelleen mm. Isojärvellä, Merikarvianjoen ja Eteläjoen alaosissa sekä Pomarkunjoen alaosassa (Sydänoja 2009). Vuosien 1991–2009 keskimääräiset virtaamat Karvianjoen vesistöalueen virtaamahavaintopisteissä (kuva 7) on esitetty taulukossa 2.

Karvianjoen vesistöalue on tärkeä asuin ympäristönä sekä eri elinkeinojen ja virkistyskäytön kannalta. Se on lukuisine järvineen ja monihaaraisine jokiuomineen mielenkiintoinen ja arvokas luonnonympäristö. Alueella on myös erittäin merkittäviä pohjavesialueita kuten Pohjankangas-Hämeen kangas.

Taulukko 2. Karvianjoen vesistöalueen keskimääräiset virtaamat virtaamahavaintopaikoissa vuosina 1991–2009 (Hertta-tietojärjestelmä). Virtaamahavaintopaikat on esitetty kuvassa 7.

Tunnus	Nimi	MQ (m ³ /s)
1	Karvianjoki Vatajankoski	10,8
2	Karhijärven padon alapuoli	6,5
3	Eteläjoki, Maantiesilta	14,3
4	Merikarvianjoki, Lankoski	15,1
5	Salmusojat	3,8
6	Pohjajoki	4,9



Kuva 7. Karvianjoen vesistöaluekartta (musta rajaus). Punaiset pisteet kuvaavat taulukon 2 virtaamhavaintopaikkoja. Kuntarajat on merkitty karttaan punaisilla katkoviivoilla.

Vesistöalueella on paljon alkutuotantoa – maataloutta, metsätaloutta ja turvetuotantoa. Vesistöissä toimii viisi vesivoimalaitosta: Merikarvianjoen Lankoski, Noor-markun-Eteläjoen Sahakoski ja Makkarakoski sekä Karvianjoen Vatajankoski ja Jyl-linkoski. Vesistöalue on vapaa-ajan asumiselle ja virkistyskäytölle erittäin tärkeä, ja esimerkiksi Merikarvianjoki on yksi eteläisen Suomen laajimmista ja suosituimmista koskikalastuskohteista. Virkistyskäyttöä haittaavat kuitenkin pintavesien heikko laatu ja vesireittien huono kulkukelpoisuus. Tilanne heikentää huomattavasti muuten potentiaalisten, alueen monimuotoiseen luontoon kytkeytyvien toimintojen ja maatalouden liitännäiselinkeinojen, kuten luonto- ja kalastusmatkailun kehittymistä. Eri intressitahojen välillä koetaan olevan ristiriitaisia tavoitteita esimerkiksi vesistön ja valuma-alueen käytön sekä vesistön tilan ja virkistyskäytön osalta.

Karvianjoen vesistöalue on suurimmaksi osaksi metsäistä maata. Alueen pohjoisosissa on runsaasti soita. Turvetuotantoalueiden kokonaispinta-ala vuonna 2009 oli 4 000 ha. Valuma-alueen yleisin maalaji on moreeni. Vähäiset savikot keskittyvät Karhijärven rantamille ja Karvianjoen varrelle. Pellot ovat loivia ja pääasiassa vesistöjen varsilla. Niillä viljellään MMM:n tietopalvelukeskuksen Tiken vuoden 2008 tietojen perusteella pääasiassa kevätiljoja (66 % peltopinta-alasta) ja nurmea (33 % peltopinta-alasta). Taulukossa 3 on esitetty maankäytön jakauma vesistöalueella.

Taulukko 3. Maankäytön jakautuminen Karvianjoen vesistöalueella (Corine Land Cover 2000).

Maankäyttömuoto	%-osuus
Metsät kivennäismaalla	48 %
Metsät turvemaalla	18 %
Pellot ja nurmet	12 %
Avosuot ja kosteikot	6 %
Harvapuustoiset alueet	6 %
Vesistöt (järvet ja suurimmat joet)	4 %
Rakennetut alueet	4 %
Turvetuotantoalueet	1 %

Alueen järvien ja jokien tila on pääosin vain välttävä tai tyydyttävä (kuva 8). Suurin osa vesistöalueen jokivesistöistä (14 jokimuodostumaa) ja järvistä (10 järvimuodostumaa) on tyydyttävässä ekologisessa luokassa. Kahden joen (Merikarvianjoki ja Pohjajoki) ja neljän järven (Poosjärvi, Valkjärvi, Hirvijärvi ja Isojärvi) on arvioitu olevan hyvässä tilassa. Karvianjoen vesistöalueen järvet ovat yleensä pieniä, matalia, humuspitoisia ja ravinteikkaita. Kaikkia pieniä järviä ei vielä ole luokiteltu, koska ekologista seurantatietoa on vähän. Merialueen matalissa lahdissa rehevöitymistä ja umpeenkasvua kiihdyttävät laskujokien tuoma kiintoaines ja ravinnekuormitus sekä maankohoaminen. Vesistöalueen luontoarvoja on yleisesti menetetty ja se on myös kalataloudellisesti taantunut. Alueella on kuitenkin huomattavia luonnonsuojeluarvoja jäljellä, muun muassa lukuisia eurooppalaisen Natura 2000 -verkoston kohteita.

Kohdejärvien kuvaus

Hankkeessa kehitettyä lähestymistapaa on sovellettu Karvianjärvellä, Karhijärvellä ja Isojärvellä.

Karvianjärvi sijaitsee Karvian kunnassa vesistöalueen koillisosassa ja Karhijärvi Lavian kunnassa, vesistöalueen kaakkoisosassa. Karvianjärvi ja Karhijärvi ovat latvajärviä. Karvianjärven vesiala on 921 ha. Sen yläpuolinen valuma-alue ($A = 153 \text{ km}^2$) koostuu Mustajoen, Säkkijoen ja Hormaluoman osavaluma-alueista sekä järven lähivaluma-alueesta. Karhijärvi on säännöstelty järvi, jonka vesiala on 3 350 ha. Sen yläpuolinen valuma-alue ($A = 497 \text{ km}^2$) koostuu viidestä osavaluma-alueesta. Karhijärveen virtaa kaksi isohkoa lasku-uomaa, koilliskulmaan päätyvä Ruojärven uoma sekä Itäpuolelle laskeva järvireitti, joka saa alkunsa Suodenjärvestä.

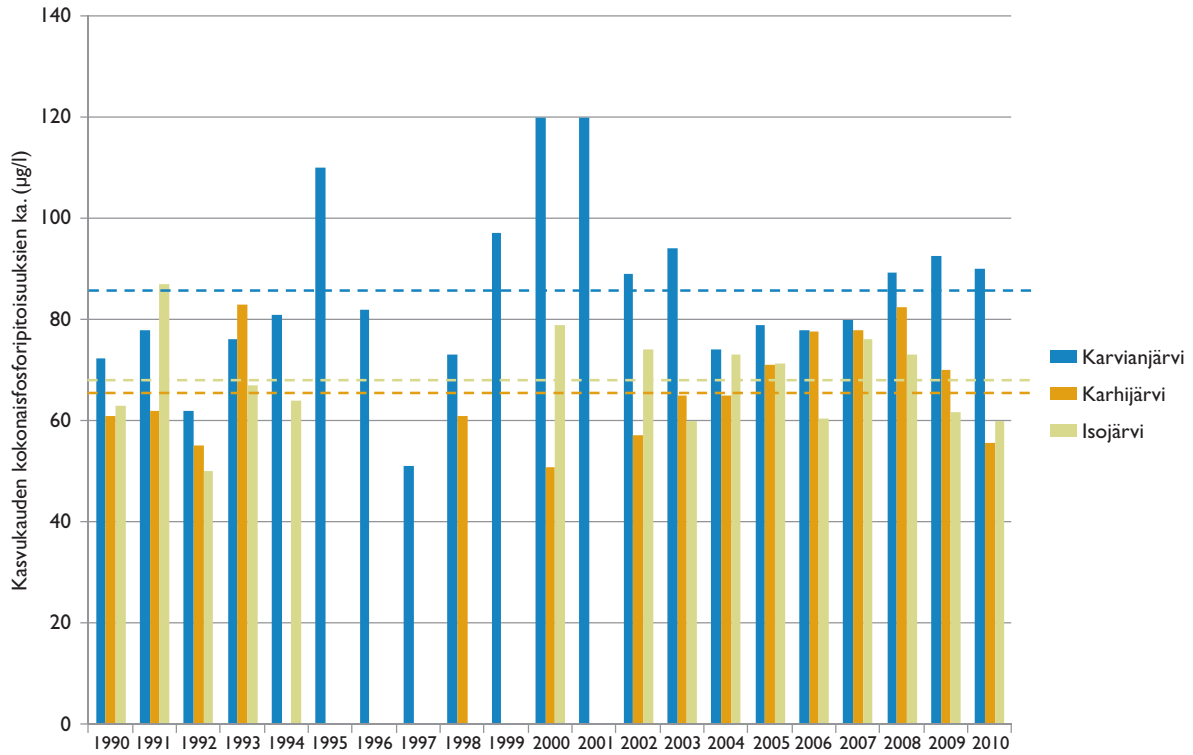
Isojärvi, vesistöalueen suurin järvi ($A = 3 882 \text{ ha}$), sijaitsee Pomarkun ja Siikaisten kuntien alueella. Se on bifurkaatiojärvi. Suurin vesimäärä Isojärveen tulee Karvianjoesta, joka alkaa Karvianjärvestä. Karvianjoen vedet päätyvät Inhottujärveen, johon lisäksi laskevat Karhijärven vedet. Inhottujärvi purkaa vetensä kahteen eri suuntaan eli noin puolet Pomarkunjokea pitkin Isojärveen ja toisen puolen Noormarkunjokea pitkin mereen. Isojärven kaksi laskujokea ovat Merikarvianjoki ja Pohjajoki (Salmus-oja). Myös Isojärveä säännöstellään. Kohdejärvien hydromorfologiset ominaispiirteet on esitetty taulukossa 4.

Karvianjärvi, Karhijärvi ja Isojärvi kuuluvat järvityyppiin matalat runsashumukiset järvet. Aikavälillä 1990–2010 keskimääräinen kasvukauden fosforipitoisuus on ollut Karvianjärvessä $85 \mu\text{g/l}$, Karhijärvessä $66 \mu\text{g/l}$ ja Isojärvessä $69 \mu\text{g/l}$ (kuva 9). Pintavesien ekologisessa luokittelussa (Vuori ym. 2009) Karvianjärven keskimääräinen fosforipitoisuus kuvaa välttävää ja Karhi- ja Isojärven pitoisuudet tyydyttävää tilaa. Aikavälillä 1990–2010 keskimääräinen a-klorofyllipitoisuus on ollut Karvianjärvessä $44 \mu\text{g/l}$, Karhijärvessä $27 \mu\text{g/l}$ ja Isojärvessä $20 \mu\text{g/l}$ (kuva 10). Ne kuvaavat Karvianjärvessä ja Karhijärvessä tyydyttävää ja Isojärvessä hyvää tilaa.

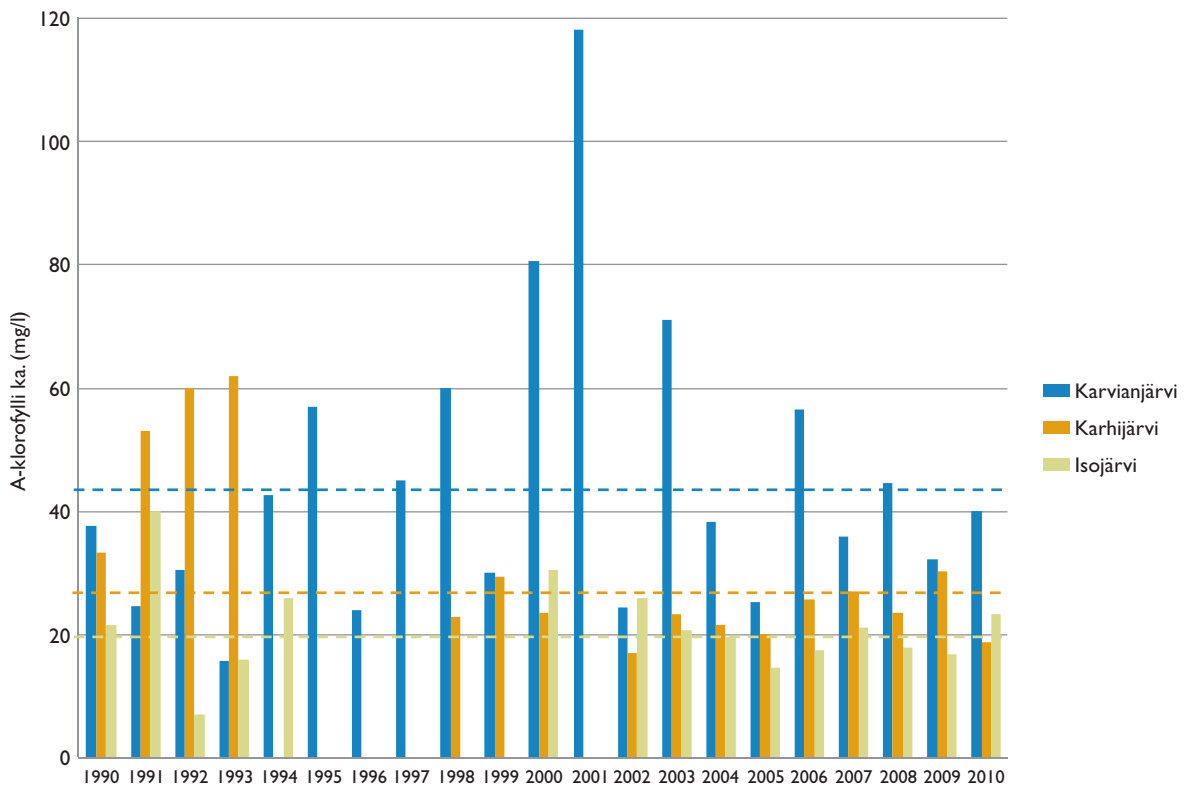
Myöhemmin tässä raportissa esitettävissä tarkasteluissa on käytetty ajanjakson 2000–2010 fosfori- ja a-klorofyllipitoisuuksien kasvukauden keskiarvoja.

Taulukko 4. Tarkastelujärvien hydromorfologiset ominaispiirteet (Hertta-tietojärjestelmä, Vesistömallijärjestelmä).

	Karvianjärvi	Karhijärvi	Isojärvi
Järven vesiala (ha)	921	3 335	3 882
Tilavuus (milj.m ³)	13,2	71,7	113,9
Keskisyvyys / suurin syvyys (m)	1,4 / 8,1	2,2 / 7,3	2,9 / 10,2
Järven yläpuolinen valuma-alue (km ²)	153	497	1 750
Järveen tuleva keskimääräinen virtaama (m ³ /s)	1,4	6,5	22,8
Teoreettinen viipymä (vrk)	110	130	58



Kuva 9. Kohdejärvien keskimääräiset kasvukauden kokonaisfosforipitoisuudet vuosittain 1990–2010. Katkoviivoilla on kuvattu koko jakson järvittäiset keskiarvot.



Kuva 10. Kohdejärvien keskimääräiset a-klorofyllipitoisuudet vuosittain 1990–2010. Katkoviivoilla on kuvattu koko jakson järvittäiset keskiarvot.

4 Ranta-asukkaiden näkemyksiä vesistön tilasta

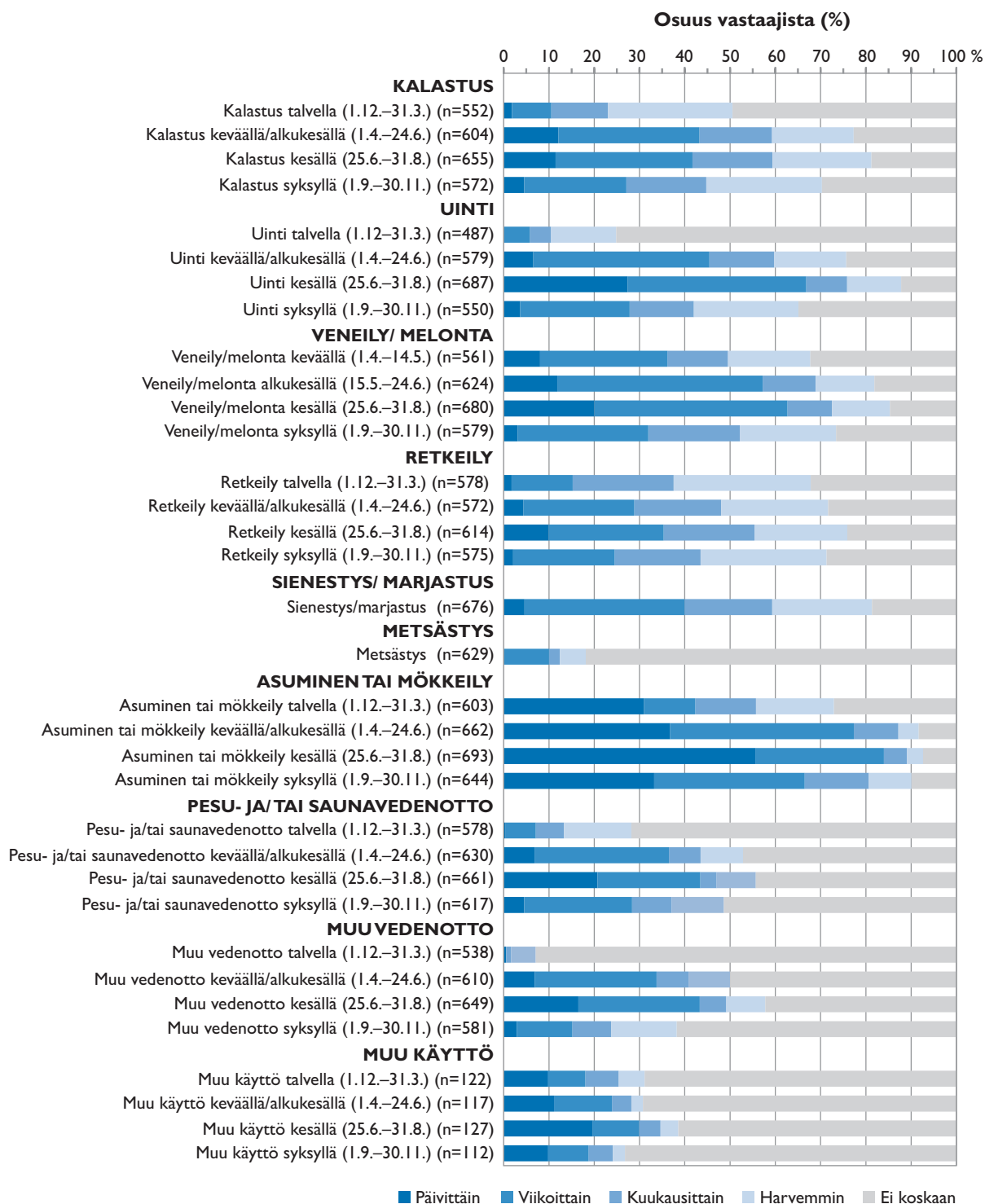
Ranta-asukkaiden näkemyksiä Karvianjoen vesistön vedenlaadusta ja säännöstelystä kysyttiin postikyselyillä syksyinä 2008 ja 2010. Kyselyiden kohdejoukkoon kuuluivat kaikki ne Karvianjoen vesistöalueella vesistöön rajoittuvat kiinteistöt, joissa asuinrakennus sijaitsee taajama-alueen ulkopuolella enintään 2 km:n päässä vesistöstä. Lisäksi vuonna 2010 lähetettiin kysely rantapeltojen viljelijöille. Vuoden 2008 kyselyssä selvitettiin vesistön käytön määrää ja käyttäjien näkemyksiä vesistön tilasta ja vedenkorkeuksista. Vuoden 2010 kyselyssä kysyttiin tätä tarkemmin vedenlaadun vaikutuksista virkistyskäyttöön ja ranta-asukkaiden suhtautumisesta ehdotettuihin säännöstelykäytännön muutoksiin. Viljelijäkyselyllä selvitettiin myös korkeista vedenkorkeuksista ja virtaamista aiheutunutta haittaa ja vahinkoa. Kyselyistä on laadittu erilliset raportit (Hietaranta ym. 2009, Hjerppe 2011).

Vuoden 2008 kysely lähetettiin satunnaisotannalla 2 000 vesistön varren kiinteistön omistajalle. Vastauksia saatiin kaikkiaan 729 kappaletta. Vuoden 2010 kysely lähetettiin n. 1 600 ranta-asukkaalle ja 260 rantapeltojen viljelijälle. Vastausprosentti oli molemmissa kyselyissä melko hyvä, kun ottaa huomioon kyselyiden laajuuden. Vuoden 2008 kyselyssä se oli n. 37 % ja vuoden 2010 kyselyssä 41 %. Molempiin kyselyihin oli mahdollista vastata myös Lounais-Suomen ympäristökeskuksen Internet-sivujen kautta.

Vastaajista 70–80 % kalastaa, ui, veneilee, retkeilee, sienestää tai marjastaa vesistöalueella kesällä (kuva 11). Runsas puolet vastaajista ottaa sauna- tai pesuvettä virkistyskaudella vesistöstä. Metsästystä harrastaa vajaa 20 % vastanneista. Haittaa koettiin Karvianjoen vesistöalueella koituvan veden sameudesta (86 % vastanneista koki haittaa), huonosta vedenlaadusta (78 %), rantojen pensoittumisesta (77 %), karikoista ja veden mataluudesta (77 %), rantojen limoittumisesta tai liettymisestä (74 %) ja vesikasvien runsaudesta (72 %). Vesistön luonto- ja virkistysarvot koetaan suuriksi ja vesistön tilasta ollaan huolestuneita. Suurin osa vastaajista oli sitä mieltä, että vesistön tilaa tulisi parantaa nykyisestä.

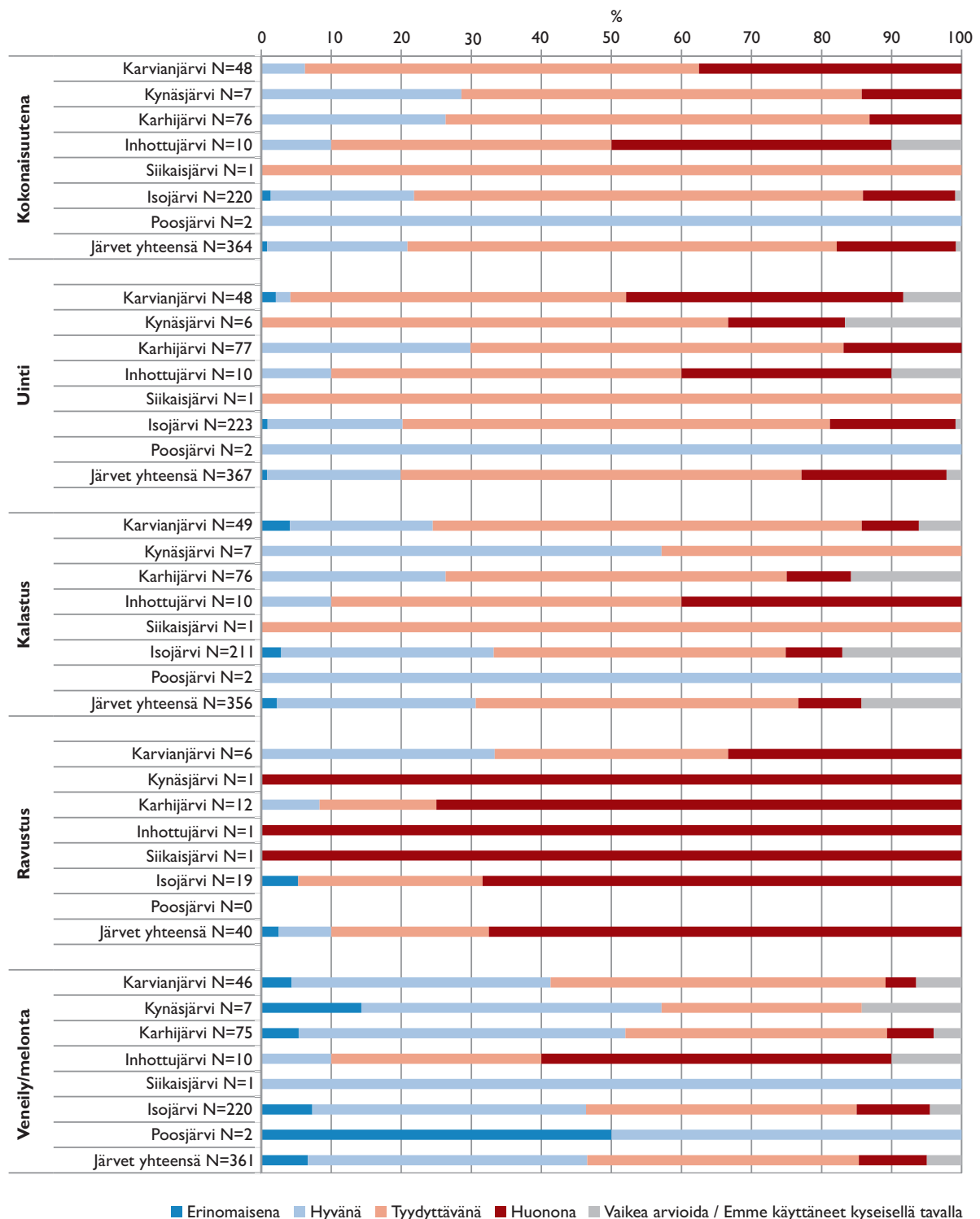
Puolella vastaajista rehevöityminen on aiheuttanut rannan puhdistustyötä ja vesikasvillisuuden poistoa. Vastaajista lähes kolmannes on joutunut ruoppaamaan vesistön rehevöitymisen vuoksi. Aiheutuneen työn lisäksi kysyttiin työn aiheuttamia kustannuksia. Vastanneista 35 %:lle on aiheutunut näistä toimenpiteistä kustannuksia. Kustannukset vaihtelivat viidestä eurosta 3 000 euroon vuodessa ja keskiarvoksi saatiin 570 euroa/vuosi. Suurimmat kustannukset vastaajille olivat yleisimmin aiheutuneet ruoppaamisesta (Hietaranta ym. 2009).

Kolme neljästä kyselyyn vastanneista piti lähivesistöään tärkeänä virkistyskohteena alueella. Järviä pidetään jokia tärkeämpinä alueellisina virkistyskohteina. Vastausten perusteella vesistön tila koettiin kaikkialla pääosin tyydyttäväksi. Kyselyn väittämän ”virkistykseen eniten käyttämäni järven tai joen tila on mielestäni hyvä” kanssa vastaajista oli täysin tai jokseenkin samaa mieltä 16 prosenttia. Jokivesistöjen käyttäjät pitivät vesistön tilaa parempana kuin järvivesistöjen käyttäjät. 17 % vastaajista



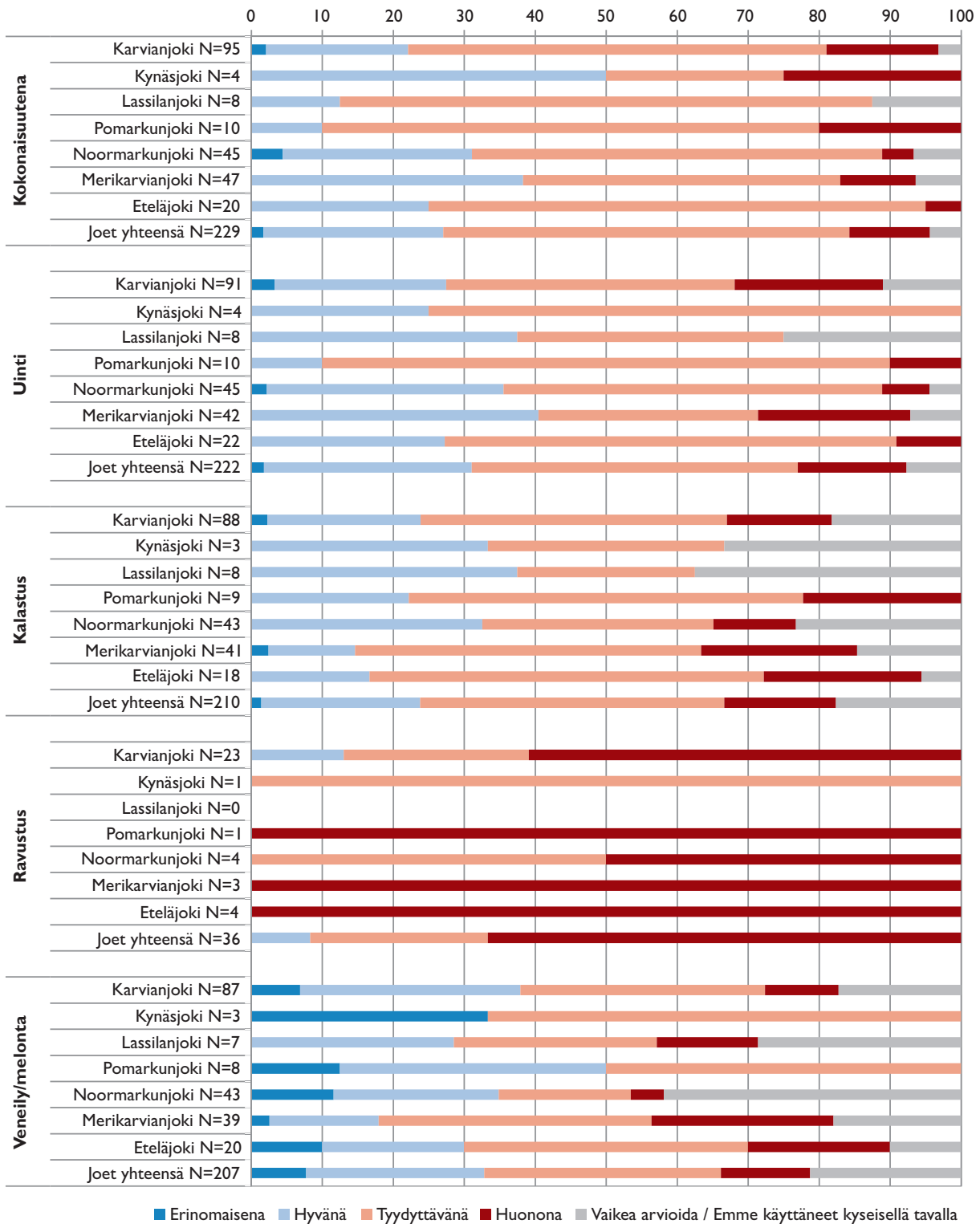
Kuva II. Vesistön käyttö eri vuodenaikoina (Hietaranta ym. 2009).

arvioi lähijärvensä tilan huonoksi, jokien osalta tilaa piti huonona 11 % vastaajista. Parhaiten vesistön koettiin soveltuvan tilansa puolesta maiseman ihailuun, veneilyyn tai melontaan ja huonoiten uimiseen ja kalastukseen (kuva 12). Miltei puolet oli sitä mieltä, että vedenlaatu on heikentynyt viimeisen 30 vuoden aikana. Kolmasosa ei kuitenkaan osannut sanoa, onko vedenlaatu muuttunut.



Kuva 12. Kyselytutkimukseen vastanneiden näkemykset Karvianjoen vesistön järvien tilasta. Vastaukset kysymykseen ”Millaisena piditte käyttämäenne järven vedenlaatua touko-elokuussa 2010 kokonaisuutena ja eri virkistystapojen kannalta?” (Hjerpe 2011).

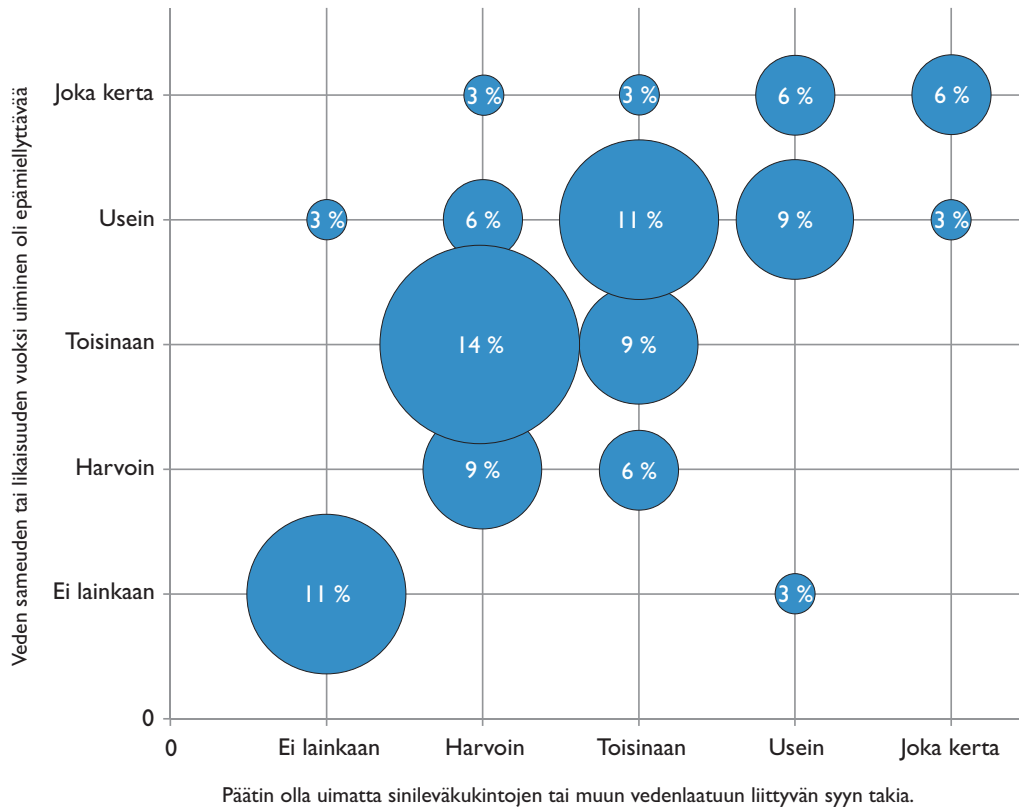
Vastaajista yli puolet piti käyttämänsä vesistön vedenlaatua hyvänä uimiseen usein tai joka kerta. Poikkeuksena oli Karvianjärvi, missä näin vastasi vain noin neljäsosa. Veden sameuden tai likaisuuden vuoksi uiminen oli epämiellyttävää toisinaan tai useammin joka toisen vastaajan mielestä. Lisäksi noin kymmenesosalla vastaajista sinileväkukinnat tai muut vedenlaatuun liittyvät syyt olivat vähentäneet uintia.



Kuva 13. Kyselytutkimukseen vastanneiden näkemykset Karvianjoen vesistön jokien tilasta. Vastaukset kysymykseen ”Millaisena piditte käyttämäne joen vedenlaatua touko-elokuussa 2010 kokonaisuutena ja eri virkistystapojen kannalta?” (Hjerpe 2011).

Puolet vastaajista koki, että kalaston särkikalavaltaisuus oli haitannut kalastusta joko usein tai joka kerta. Lisäksi noin puolet vastaajista oli sitä mieltä, että vedenlaatu oli hyvä kalastuksen kannalta vain harvoin tai ei koskaan. Lähes kolmasosa vastaajista on vähentänyt kalastusta särkikalajen runsauden tai muiden rehevyyshaittojen vuoksi sekä kalan käyttöä ravinnoksi makuvirheiden takia.

Kuvissa 14 ja 15 on esitetty Karvianjärven ja Merikarvianjoen vastaajien suhtautuminen kahteen uintiin liittyvään väittämään. Karvianjärvellä 50 % vastaajista on kokenut uinnin epämiellyttävänä veden sameuden tai likaisuuden vuoksi usein tai joka kerta. Merikarvianjoella vastaava osuus on 15 %. Karvianjärvellä 27 % vastaajista oli päättänyt olla uimatta usein tai joka kerta sinileväkukintojen tai muun vedenlaatuun liittyvän syyn perusteella. Merikarvianjoella tällaisten henkilöiden osuus oli 15 %. Tulos tukee ennakkokäsitystä, että järvissä vedenlaadun heikkenemisen vaikutukset näkyvät ja koetaan kielteisemmin kuin joissa, missä esimerkiksi levien massaesiintymiä ei juuri ilmene.

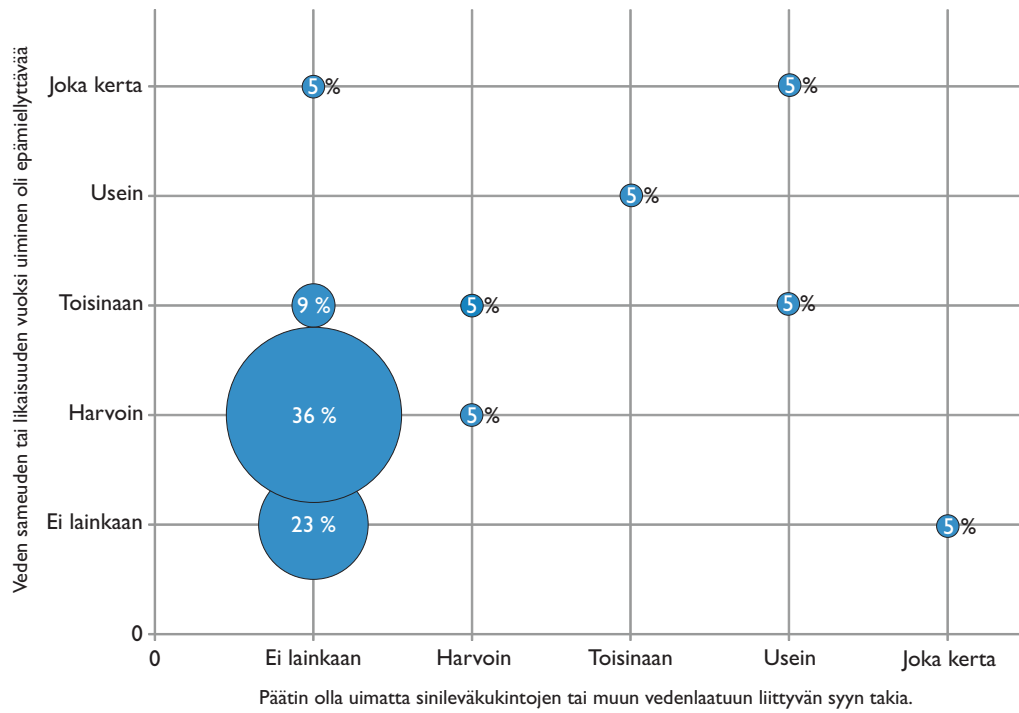


Kuva 14. Vastaajien suhtautuminen ranta-asukkaille tehdyn kyselytutkimuksen kahteen uintia koskevaan väittämään Karvianjärvellä.

Vuoden 2010 kyselyssä selvitettiin myös, millainen vaikutus vastaajan eniten käyttämän järven tai joen vedenlaadun parantumisella olisi vastaajan tai hänen perheensä virkistyskäyttöön. Vedenlaadun parantumista kuvattiin tilanteella, jossa veden sameus, vesikasvillisuus ja levien määrä vähenisivät selvästi nykyisestä. Järvien virkistyskäyttäjistä Isojärven, Karvianjärven, Inhottujärven ja Siikaisjärven vastaajista suurin osa, jopa 60–100 %, kokivat, että vedenlaadun paranemisella olisi erittäin suuri myönteinen vaikutus heidän virkistyskäyttölleen. Poosjärven, Kynäsjärven ja Karhijärven vastaajat eivät kokeneet vaikutuksen olevan aivan näin merkittävä. Jokien virkistyskäyttäjät arvioivat keskimäärin vedenlaadun paranemisen vaikutuksen virkistyskäytölle pienemmäksi kuin järvien käyttäjät.

Vastaajilla oli myös mahdollisuus esittää toivomuksia ja toimenpide-ehdotuksia Karvianjoen vesistön tilan parantamiseksi. Yleisimpinä toivomuksina ja toimenpide-ehdotuksina nousivat esille vesistön kunnostus, kalateiden rakentaminen, vedenpinnan korkeuden nostot tai laskut, ruovikon niitto, tiukemmat rajat maataloudelle,

toimenpiteet leväkukintojen estämiseksi, ryöstökalastuksen valvominen, roskakalojen vähentäminen, kalakantojen seuranta ja hoito sekä kalaistutukset, rapukannan elvyttäminen ja pohjapatojen rakentaminen.



Kuva 15. Vastaajien suhtautuminen ranta-asukkaille tehdyn kyselytutkimuksen kahteen uintia koskevaan väittämään Merikarvianjoella.



MU-K

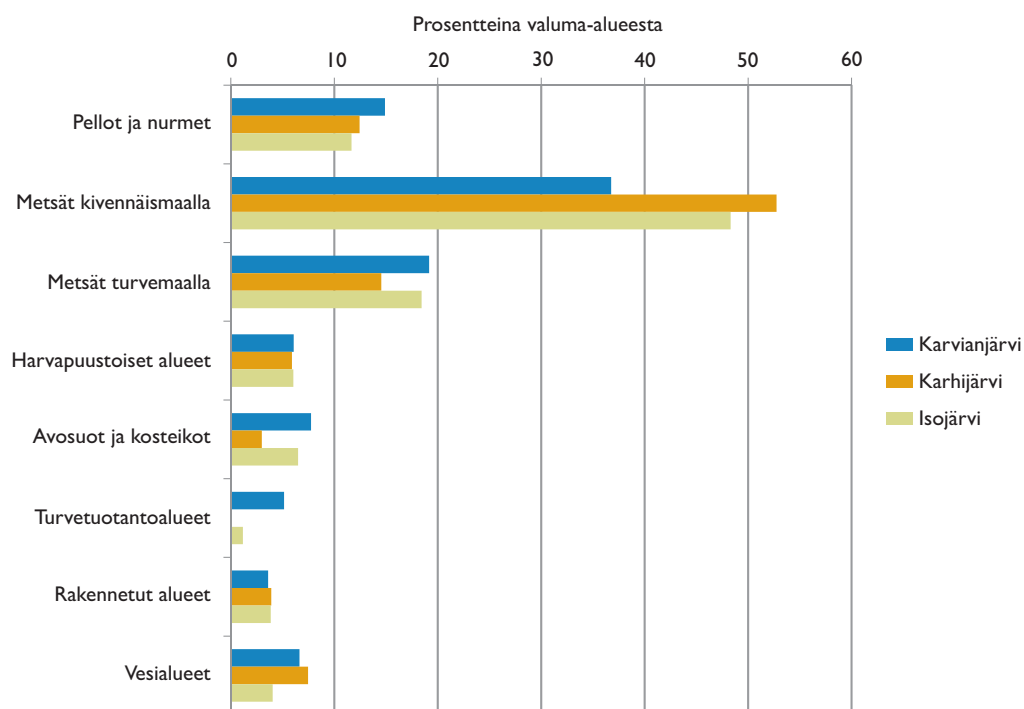
5 Karvianjärven, Karhijärven ja Isojärven tarkasteluiden kuvaus ja vertailu

Tässä luvussa esitetään tarkastelujen tulokset kohdejärvittäin. Isojärven kuormitus-tulokset perustuvat koko Karvianjoen vesistöaluetta koskeviin tarkasteluihin. Ne antavat riittävän hyvän kuvan Isojärvenkin tilanteesta, koska järven valuma-alue kattaa valtaosan, 85 %, Karvianjoen vesistöalueesta. Tapaustarkastelujen tulokset on kuvattu yksityiskohtaisesti järvikohtaisissa raporteissa, jotka löytyvät hankkeen kotisivuilta osoitteesta <http://www.ymparisto.fi/syke/kartuta>.

5.1

Valuma-alue ja ulkoinen kuormitus

Kohdejärvien valuma-alueiden pinta-alasta yli puolet on metsämaata. Peltojen osuus on suhteellisen pieni, 12–15 %. Peltojen kaltevuudet ovat keskimäärin loivia. Tärkeimmät viljelykasvit ovat kaura ja ohra. Lisäksi suuri osa pelloista on nurmea. Pellot ovat järvien lähivaluma-alueilla ja tulouomien varsilla. Karvianjärven valuma-alueesta 7 % on turvetuotantoalueita. Kuvassa 16 on esitetty valuma-alueiden maankäytön-jakaumat.



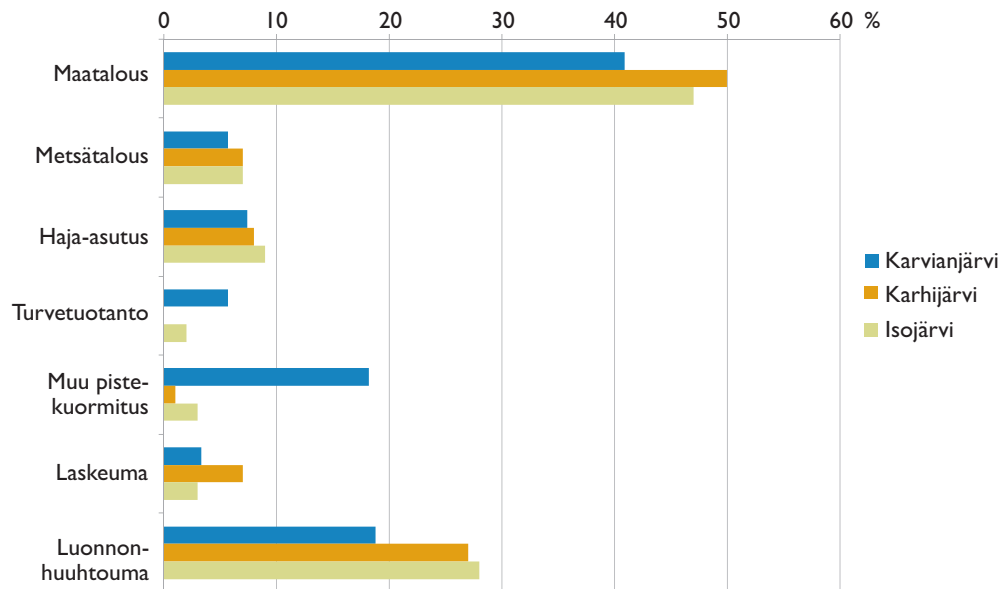
Kuva 16. Maankäyttö tarkasteltavien järvien valuma-alueilla (Corine Land Cover 2000).

Järviin tuleva fosforikuormitus arvioitiin VEMALA-mallilla. Vuosien välinen fosforikuormituksen vaihtelu on suurta. Vuosina 1991–2010 se oli esimerkiksi Karvianjärvellä korkein vuonna 2000, n. 9 000 kg ja alin vuonna 2009, 3 500 kg. Kuormitus- ja vaikutustarkastelut perustuvat kaikilla kohdejärvillä jakson 1991–2010 keskimääräisiin fosforikuormituksiin. Fosforikuormituksen lähteet arvioitiin VEPS-järjestelmällä (kuva 17). Karvianjärvellä tarkastelussa otettiin huomioon myös Mustajoen arvioitu pistekuormitus.

Suhteessa järven yläpuolisen valuma-alueen kokoon tulee eniten kuormitusta Karvianjärven valuma-alueelta (taulukko 5). Vaikka fosforin kokonaiskuormituksesta vähennetään Mustajoen pääosin kasvihuonetuotannosta peräisin oleva pistekuormitus, on Karvianjärven valuma-alueen ominaiskuormitus, 0,29 kg/ha/v, selvästi suurempi kuin Karhi- ja Isojärven. Kaikilla järvillä maatalous on VEPSin mukaan suurin fosforikuormituksen lähde. Haja-asutuksen osuus kuormituksesta on noin 8–9 % ja metsätalouden 7 %. Turvetuotannon ja muun pistekuormituksen osuus on huomattava Karvianjärven valuma-alueella.

Taulukko 5. Järvien keskimääräinen ulkoinen fosforikuormitus VEMALA-mallilla arvioituna jaksolla 1991–2010.

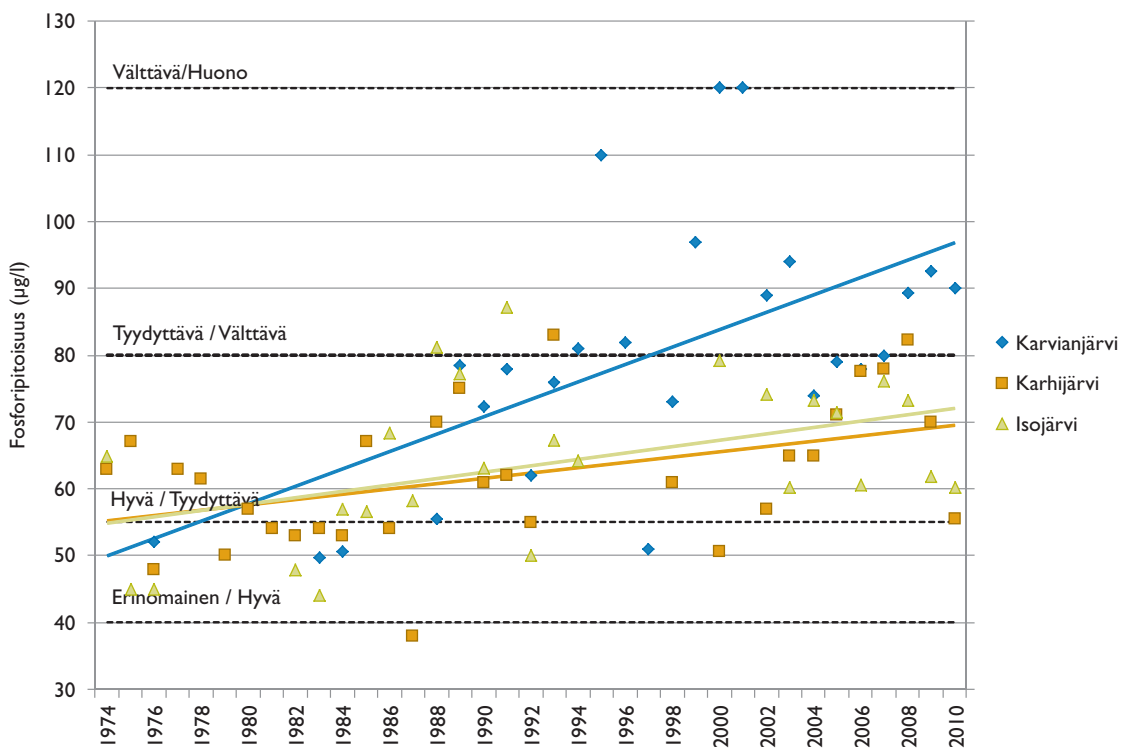
	Karvianjärvi	Karhijärvi	Isojärvi
Ulkoinen fosforikuormitus (kg/v)	5 500	9 700	31 700
Valuma-alueen ominaiskuormitus (kg/ha/v)	0,35	0,20	0,19
Ulkoinen fosforikuormitus suhteessa järven vesialaan (g/m ² /v)	0,59	0,29	0,82



Kuva 17. Ulkoisen fosforikuormituksen lähteet tutkimusjärvissä VEPS-järjestelmällä arvioituna. Karvianjärven kuormituksessa on mukana Mustajoen pistekuormitus.

Vedenlaatu

Pintavesien ekologisessa luokittelussa käytettyjen fosforipitoisuuden luokkarajojen perusteella Karvianjärvi on välttävissä ja Karhijärvi ja Isojärvi ovat tyydyttävissä tilassa. Pitkällä aikavälillä kokonaisfosforipitoisuus on erityisesti Karvianjärvessä selvästi noussut. Myös Karhijärven ja Isojärven vedessä on kokonaisfosforin pitoisuus lievästi noussut. Kaikkien kolmen järven kasvukauden fosforipitoisuudet ovat 1980-luvun lopulta lähtien pääsääntöisesti ylittäneet järvityypin hyvää tilaa vastaavan fosforipitoisuuden (kuva 18). Aikavälillä 2000–2010 keskimääräinen kasvukauden fosforipitoisuus on ollut Karvianjärvessä 92 µg/l, Karhijärvessä 69 µg/l ja Isojärvessä 68 µg/l. Järvissä esiintyy ajoittain leväkukintoja. Talvisin Karvianjärven ja Karhijärven syvänealueilla on happikatoja.



Kuva 18. Karvianjärven, Karhijärven ja Isojärven kasvukausien keskimääräiset tai loppukesän fosforipitoisuudet vuosina 1974–2010 ja pitoisuuksien kehitystä kuvaavat suorat. Järvityypin ”matalat runsashumuksiset järvet” fosforipitoisuuden luokkarajat on merkitty katkoviivoilla.

Kalasto

Karvianjärven koekalastuksessa (Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys 2008) biomassan runsain kalalaji oli särki (48 %). Ahvenen ja lahnan biomassaosuudet olivat toiseksi suurimmat, molempien 17 %. Särkikalajien osuus koeverkkoosaaliin painosta oli 68 %. Painoyksikkösaalis (2 711 g/verkko) edustaa välttävää tilaluokkaa ja lukumääräyksikkösaalis (174 kpl/koeverkko) ylittää selvästi järvityypin välttävä/huono raja-arvon (kuva 22). Karvian kalastuskunta on vuosina 1999–2003 hoitokalastanut Karvianjärveä. Lähinnä rysillä tehdyn kalastuksen kokonaissaalis oli yli 73 t (75 kg/ha), suurimmat vuosisaaliit olivat 17 t ja 19 t (Vesa Raiskio, julkaisematon tieto). Syksyllä 2009 tehty nuottauskoe (41 t kolmessa päivässä; Sammalkorpi ym. 2012) vahvisti edelleen, että pientä lahnaa ja särkeä on Karvianjärvessä erittäin paljon, vaikka järven haukikanta on kohtalaisen hyvä.

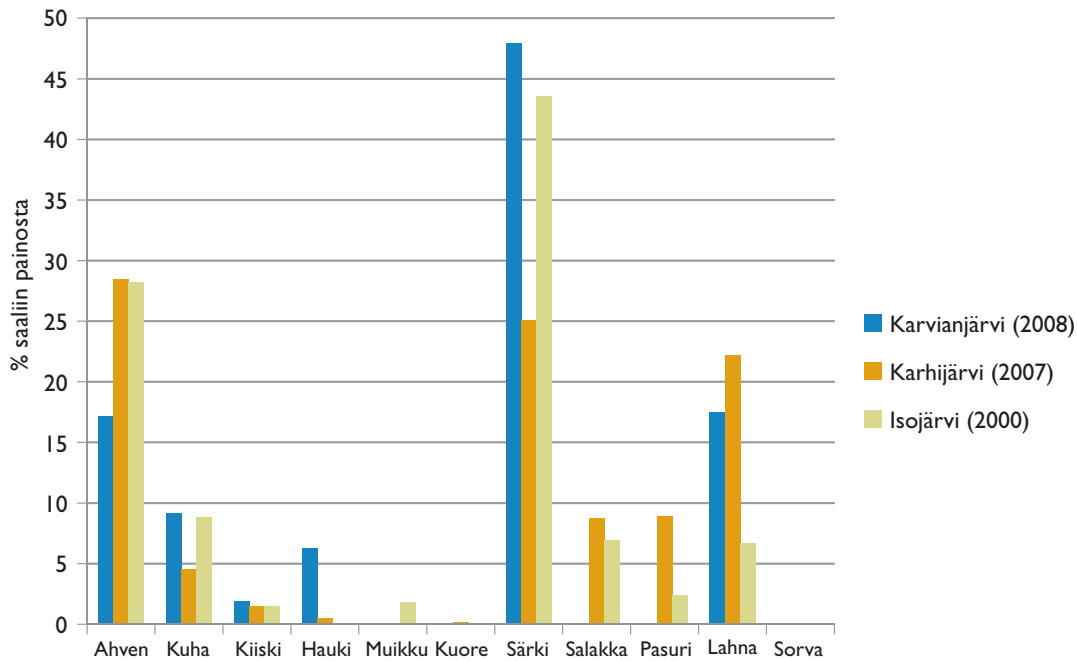
Karhijärven koekalastuksen yksikkösaaliit vuosina 2007 ja 2010 olivat suuria. Painoyksikkösaalis (3 752 g ja 4 533 g/verkko) edustaa välttävää ja lukumääräyksikkösaalis (248 ja 527 kpl/verkko) selkeästi huonoa ekologista tilaa. Kuhien ja suurten ahventen yksikkösaaliit olivat pieniä (Sairanen 2007, Sairanen ja Ahonen 2010). Runsaimmat lajit olivat ahven ja särki, seuraavina lahna, pasuri ja salakka. Särkikalajien biomassaosuus oli 65 %. Nuottauskokeilujen ja kesän 2011 kurenuottauksen tulosten mukaan syvänteillä esiintyy myös kuoretta. Karhijärven entisistä tunnuslajeista kuhakanta on selvästi heikentynyt ja suuret lahnat ovat hävinneet. Poikkeuksellisen suurta kalatiheyttä osoittavat myös syksyiset isokoskelomäärät, jotka kuuluvat Suomen suurimpiin. Viime vuosina on Karhijärvellä usein nähty yli 3000 koskeloa (H. Lautaoja/www.tiira.fi).

Isojärvessä vuonna 2000 paino-osuudeltaan runsain kalalaji oli särki (44 %), toiseksi runsain ahven (28 %) ja kolmanneksi runsain kuha (9 %). Särkikalajien biomassaosuus koekalastussaaliissa oli 60 %. Vaikka Isojärven lajisto on tyypillinen rehevälle ruskeavetiselle järvelle, oli koekalastussaaliissa kuitenkin myös kuhaa ja muikkua. Pienemmän painoyksikkösaaliin ja paremman lajikoostumuksen perusteella Isojärven kalakanta oli vuonna 2000 ravinteikkaaksi järveksi keskimääräistä parempi (Salonen ym. 2002) ja edustaa luokittelussa hyvää ekologista tilaa.

Kuvassa 19 on esitetty järvien Nordic-koekalastuksien lajikoostumus saaliin painon perusteella.

Taulukko 6. Matalan ja runsashumuksisen järvityypin ekologisen tilan määrittelyssä käytettyjä hyvä tilan raja-arvoja vedenlaadun ja kalaston osalta sekä Karvianjärven, Karhijärven ja Isojärven vastaavat arvot 2000-luvulla. (* merkityt arvot ovat vuodelta 2000).

Havainto	Vertailuarvo	Järvityypin MRh hyvän ja tydyttävän tilan raja-arvo	Karvianjärvi	Karhijärvi	Isojärvi
Vedenlaatu					
Fosfori (µg/l)	30	55	92	69	68
Klorofylli(µg/l)	11	25	49	19	17
Kalasto					
Särkikalajien osuus (%)	50	72	68	65	60*
Painoyksikkösaalis (g/koeverkko)	997	1834	2711	4533	1600*
Lukumääräyksikkösaalis (kpl/koeverkko)	35	58	174	248	Ei tiedossa



Kuva 19. Lajien osuudet Karvianjärven, Karhijärven ja Isojärven koekalastussaaliiden painosta.

5.4

Kunnostustarpeen arviointi

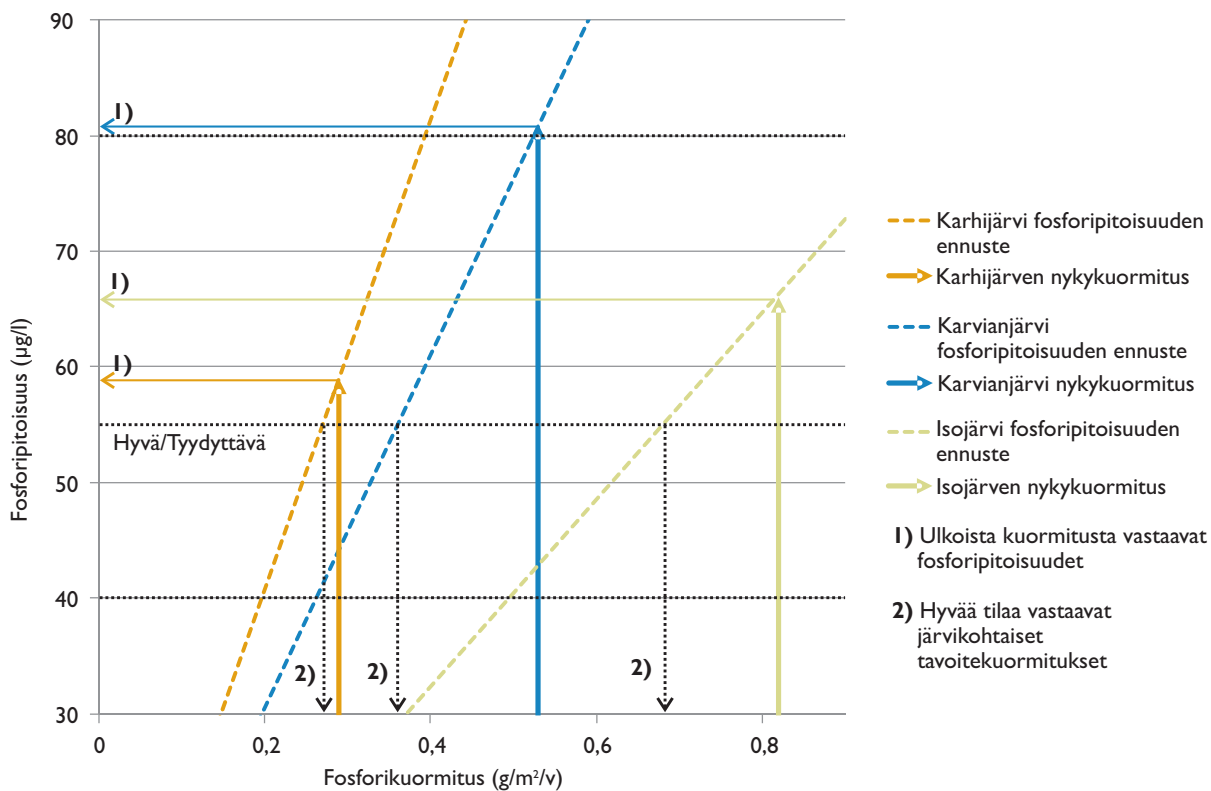
5.4.1

Tavoitekuormitus

LLR-mallilla arvioitiin tarvetta vähentää ulkoista fosforikuormitusta siten, että alitettaisiin matalille ja reheville humusjärville (MRh) ekologisessa luokittelussa määritetty, hyvän tilan fosforipitoisuuden yläraja 55 µg/l. Laskennassa on käytetty järvien fosforikuormitus- ja vedenlaatutietoja aikaväliltä 1991–2010. Kuvassa 20 on esitetty mallin antamat tulokset järviittäin. Paksut pystyviivat kuvaavat järvien ulkoisen fosforikuormituksen nykyistä tasoa (g/m²/v) ja vinot katkoviivat kuvaavat mallin laskemia ennusteita siitä, miten järvien kokonaisfosforipitoisuus (µg/l) keskimäärin muuttuu järviin tulevan fosforikuormituksen muuttuessa. Näiden kahden viivan leikkauspisteestä pystyakselilta kohdasta 1) saadaan ulkoista kuormitusta vastaava järviveden fosforipitoisuus.

Karvianjärvellä nykykuormitusta vastaava fosforipitoisuuden ennuste on 81 µg/l (havaittu 92 µg/l), Karhijärvellä 59 µg/l (havaittu 69 µg/l) ja Isojärvellä 66 µg/l (havaittu 68 µg/l). Fosforipitoisuuden ennusteen ja järviytyypin fosforipitoisuuden hyvä/tydyttävä-luokkarajan (55 µg/l) leikkauspisteen kohdalta 2) (vaaka-akseliin tuleva nuoli) voidaan arvioida kunkin järven tavoitekuormitus järven pinta-alaan suhteutettuna (g/m² v).

Tarkastelujen perusteella kaikkien järvien ulkoista kuormitusta tulee vähentää. Taulukossa 7 on esitetty, paljonko järvien ulkoista kuormitusta tulee mallinnuksen perusteella vähentää. Eniten kuormitusta pitäisi alentaa Karvianjärvellä, jossa ulkoista kuormitusta olisi vähennettävä noin 30 %. Tavoitekuormitukset on arvioitu



Kuva 20. Karhijärven, Karvianjärven ja Isojärven nykyinen ulkoinen pintakuormitus ja tavoitekuormitus oletuksella, että hyvän tilan tavoite saavutettaisiin 50 %:n todennäköisyydellä sekä kuormitusta vastaava fosforipitoisuus järvessä. Ks. selitys tekstissä.

50 % ennustetodennäköisyydellä. Jos halutaan, että tilatavoitteeseen päästään tätä suuremmalla todennäköisyydellä, lisääntyy myös tarve vähentää kuormitusta. Toisaalta Karvianjärvessä ja Karhijärvessä tarvitaan selvästi myös sisäisen kuormituksen vähentämistä. Siitä suuri osa voi johtua resuspensiosta (Krogerus & Ekholm 2003). Ravintoketjukurinnoituksesta, joka on järvissä kalastoa koskevien tietojen perusteella tarpeellinen, voi vähentää arviolta vielä noin 20 % sitä fosforipitoisuutta, johon päästään vesiensuojelutoimenpiteillä (Søndergaard ym. 2008).

Taulukko 7. Tutkimusjärvien fosforipitoisuus, fosforikuormitus ja ulkoisen kuormituksen vähentämistarve LLR-mallilla arvioituna.

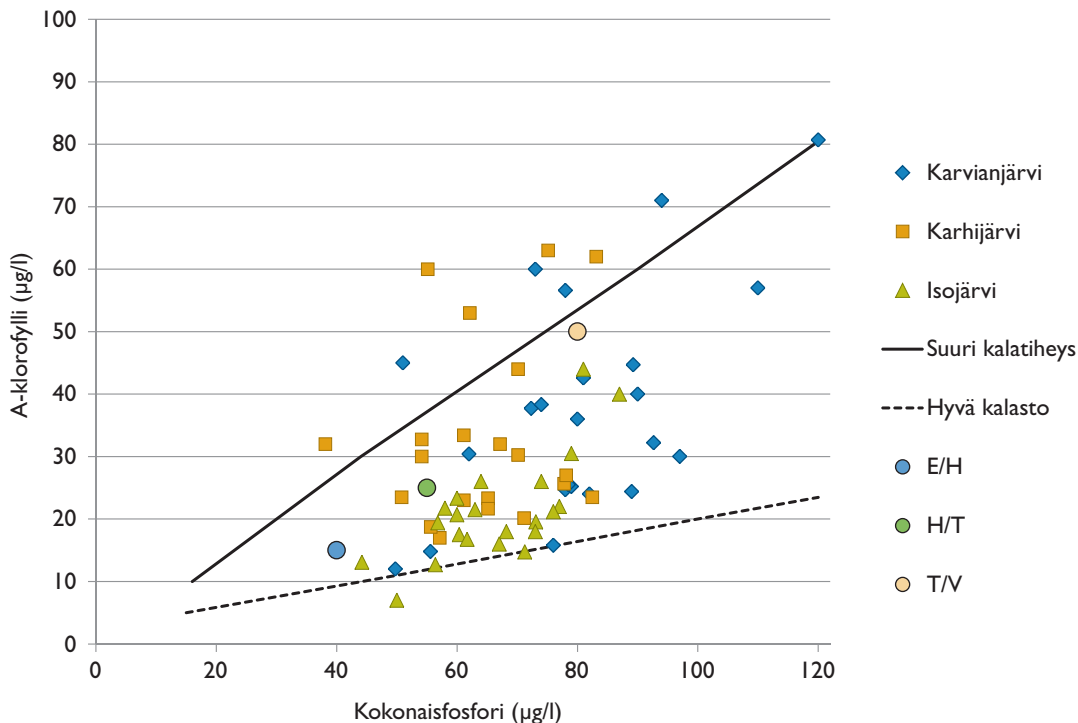
	Karvianjärvi	Karhijärvi	Isojärvi
Mitattu kasvukauden fosforipitoisuus (µg/l, Hertta)	85	67	68
Fosforin vuosikuormitus (kg/v, Vemala)	5 500	9 700	31 700
Ulkooisen kuormituksen vähennystavoite (% , LLR-malli)	32	10	17

Ravintoketjukurkennostus

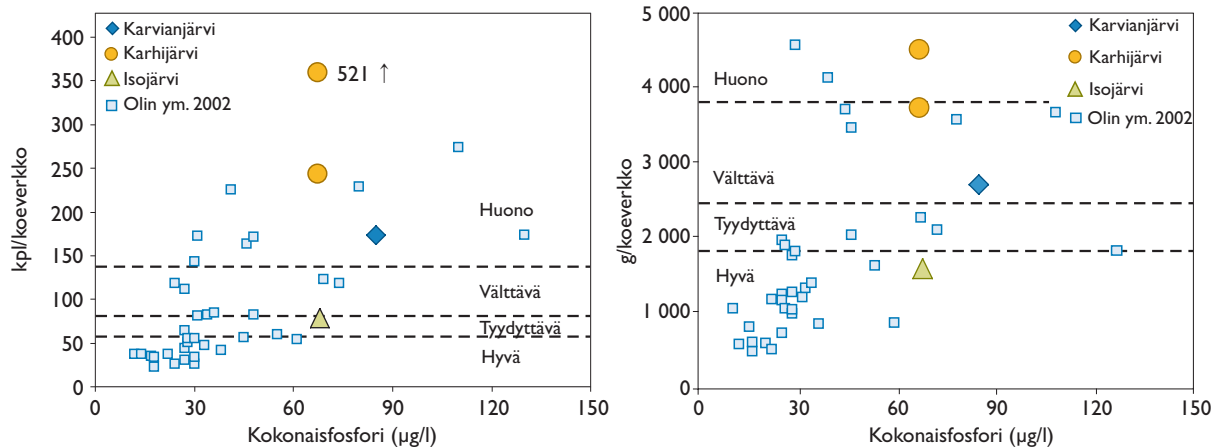
Sekä Karvianjärvellä että Karhijärvellä a-klorofyllipitoisuuden suhde fosforipitoisuuteen on korkea. Ne ovat lähellä sitä tasoa, jossa kalasto on hyvin tiheä, vesikirppujen koko on pieni ja niiden laidunnusvaikutus kasviplanktoniin on heikko (kuva 21, ylempi viiva). Tällaisessa tilanteessa tehokkaalla kalastuksella voidaan saavuttaa klorofylli-fosforisuhteen pieneneminen, järven veden kirkastuminen ja leväkukintojen väheneminen (Sarvala ym. 1997, Sammalkorpi & Horppila 2005). Allaskokeiden perusteella Karvianjärven ja Karhijärven korkea a-klorofylli/fosfori-suhde aiheutuukin suurelta osin särkikaloista. Kuvan 21 tarkastelu saattaa kuitenkin jonkin verran liioitella kalaston merkitystä, koska useilta kesiltä on vain yksi havainto loppukesältä, jolloin a-klorofylli/fosfori-suhde on korkeimmillaan.

A-klorofylli/fosfori-suhde voi olla korkea myös limalevän (*Gonyostomum semen*) maksimien aikana (Olin ym. 2006). Limalevän aiheuttamasta haitasta ei ole juurikaan tullut valituksia Karvianjärvestä (suull. tiedonanto Vesa Raiskio ja Pekka Hietakoi-visto) eikä Karhijärvestä (suull. tiedonanto Pauli Mikkola ja Paavo Risku), joista ei tosin ole levälaskentatuloksia. Isojärvessä limalevää on kasviplanktonmäärityksissä esiintynyt (Salonen 2002).

Isojärvi sijoittuu tarkastelussa lähelle alempaa viivaa, eikä siellä todennäköisesti ainakaan välittömästi ole ravintoketjukurkennostuksen tarvetta. Samaan johtopäätökseen



Kuva 21. Vuosien 1983–2010 keskimääräiset kokonaisfosforin ja a-klorofyllin suhteet tarkastelu-järvillä sekä ”matalien runsashumuksisten järvien” tyyppi-kohtaiset luokkarajat: E/H=erinomainen/hyvä, H/T= hyvä/tydyttävä ja T/V= tydyttävä/välttävä. Karvianjärvestä ja Karhijärvestä on usealta vuodelta vain yksi loppukesän havainto.



Kuva 22. Koeverkkokalastuksen lukumäärä- ja painoyksikkösaaliit Karvianjärven (pystyneliö), Karhijärven (ympyrä) ja Isojärven (kolmio) koekalastuksissa verrattuna Olinin ym. (2002) tutkimiin suomalaisiin järviin (neliöt). Järvityypin ”matalat runsashumuksiset järvet” yksikkösaaliiden luokkarajat on merkitty katkoviivoilla.

Taulukko 8. Ravintoketjukurannostustarpeen toteutuminen Karvian-, Karhi- ja Isojärvessä.

Kriteeri	Karvianjärvi	Karhijärvi	Isojärvi ²⁾
Kalakanta on tiheä (lukumääräyksikkösaalis/koeverkko)	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Kalabiomassa on suuri (painoyksikkösaalis/koeverkko)	Kyllä	Kyllä	Ei
Fosforipitoisuuden suhteutettu yksikkösaalis on suuri	Kyllä	Kyllä	Ei
Kalasto on biomassaltaan särkikalavaltainen	Kyllä ¹⁾	Kyllä ¹⁾	Kyllä ¹⁾
Petokalojen osuus on pieni	Kyllä	Kyllä	Kyllä

¹⁾ Särkikalajien osuus koekalastuksen painoyksikkösaaliista on yli 50 %, mutta MRh-järvityypin hyvän ja tyydyttävän ekologisen tilan raja-arvo 72 % ei ylity.

²⁾ Isojärven koekalastustulokset ovat vuodelta 2000.

ovat aikaisemmin päätyneet myös Salonen ym. (2002). Isojärven osalta särkikalajien poistopyyntiä voi kuitenkin harkita järven hoitoon liittyen.

Karvianjärvessä ja erityisesti Karhijärvessä särkikalajien yksikkösaaliin ja veden fosforipitoisuuden suhde on selvästi keskimääräistä suurempi verrattuna laajaan suomalaiseen järviaineistoon (kuva 22). Tämä osaltaan tukee arviota poistokalastuksen tarpeellisuudesta.

5.4.3

Hapetustarve

Karvianjärven syvänealueella on talvisin säännöllisesti happikatoja pohjan lähellä, ja niiden yhteydessä fosforipitoisuudet nousevat. Kesäaikaiset happikadot ovat seurannan mukaan harvinaisia (Sydänoja 2009). Syvänealue on vain noin 5 % järven pinta-alasta. Alkukesällä fosforipitoisuudet ovat olleet matalampia kuin loppupalvesta tai loppukesällä niinä vuosina, joihin seuranta on ollut läpi kasvukauden. Koska syvänealue on pieni ja talven happikadonkin jälkeen kasvukauden korkeimmat fosforipitoisuudet tavataan loppukesällä, ei talvihapettamista todennäköisesti tarvita, ellei happikadosta ole kalataloudellista haittaa. Kuha on herkkä happikadolle (Olin & Ruuhijärvi 2005), mutta koekalastuksen ja kesän 2011 rysäpyyntikokeilun tulosten perusteella Karvianjärven kuhakanta on hyvä.

Karhijärven syvänealueella ei ole kesäaikana havaittu kerrostumista eikä merkittävää alusveden happikadon aiheuttamaa fosforin vapautumista. Pintakerroksen fosforipitoisuus on kesällä usein ollut suurempi kuin pohjanläheisen, mikä ainakin osittain selittyy planktonlevien, etenkin sinileväkukintojen kertymisellä tuottavaan kerrokseen. Karhijärnessä on kuitenkin usein syksyllä täyskierron jälkeen voimakkaita, verkkokalastusta haittaavia piileväkukintoja. Lokakuussa 2010 poikkeuksellisen voimakas piileväkukinta vaikeutti myös syysnuottausta. Talvisin happipitoisuus laskee jyrkästi jo 1 metriä syvemmällä. Vähähappisen alusveden fosforipitoisuus ei ole talvella korkea eikä vedenlaadullista tarvetta hapettamiselle siten ole. Karhijärven kuhakanta on erityisesti kahden viimeisen, tavanomaista ankaramman, talven jälkeen kuitenkin selvästi heikentynyt sekä koekalastuksien että kalastajien havaintojen perusteella, joten talvihapetuksen tarpeellisuutta tulisi arvioida etenkin kalaston kannalta.

5.4.4








Yhteenveto kunnostustarpeesta

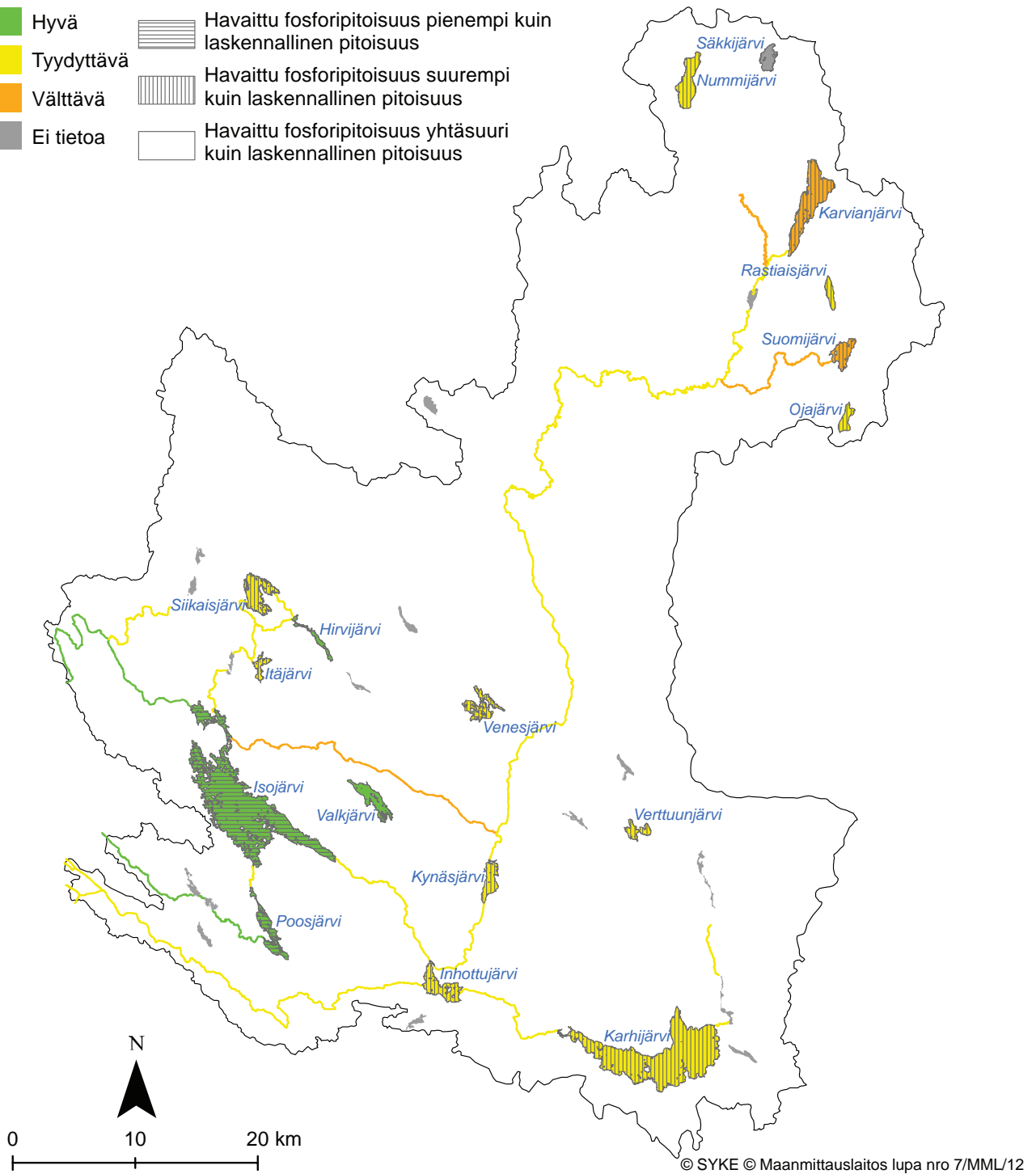
Järvien kunnostustarvetta arvioitiin vertaamalla painekartalla ulkoisen kuormituksen määräästä laskettuja mahdollisia fosforipitoisuuksia seurannassa havaittuihin pitoisuuksiin (kuva 23).

Karvianjärven nykyistä kuormitusta leimaa pistekuormituksen vaikutus Mustajoen valuma-alueella. ELY-keskuksen vedenlaatu seurannan perusteella tämän pistekuormituksen vaikutus on suuri, joten kyseisen pistekuormituksen ja hajakuormituksen vähennystarpeet on syytä pitää erillään. Karvianjärveen tulevaa kokonaisfosforikuormitusta pitäisi vähentää noin 30 %. Mustajoen pistekuormituksen on arvioitu olevan lähes 20 % Karvianjärveen kohdistuvasta kokonaisfosforikuormituksesta. Jos tämä Mustajoen pistekuormitus merkittävästi vähenee, jää hajakuormituksen vähentämistarpeeksi Karvianjärvellä noin 18 %. Kasvukauden aikaisiin korkeisiin fosforipitoisuuksiin vaikuttaa myös järven erittäin runsas särkikalavaltainen kalasto. Karvianjärven tilan parantaminen vaatii ulkoisen kuormituksen vähentämisen lisäksi poistokalastusta järvessä.

Karhijärven ulkoinen kuormitus on nykyisellään lähellä tavoitetasoa, vähentämistarve on vain 10 %. Järvestä mitatut fosforipitoisuudet ovat kuitenkin korkeampia kuin ulkoisen kuormituksen perusteella voisi päätellä. Karhijärven tilan parantaminen edellyttää erityisen selvästi myös sisäistä kuormitusta vähentäviä toimia järvessä. Niistä ainakin ravintoketjukurkennostus on kaikkien kalastosta saatujen tietojen ja kesän 2010 allaskokeen perusteella tarpeellinen.

Isojärvi on biologisten tekijöiden, erityisesti kalaston ja kasviplanktonin perusteella ekologiselta tilaltaan luokassa hyvä, vaikka 2000-luvulla järven kasvukauden fosforipitoisuudet ovat pääsääntöisesti ylittäneet 55 µg/l. Nykyistä ulkoista kuormitusta vastaava fosforipitoisuuden ennuste (laskennallinen fosforipitoisuus) on lähellä Isojärven 2000-luvun keskimääräistä fosforipitoisuutta. Jos biologiset tekijät eivät vuoden 2000 jälkeen ole heikentyneet, on Isojärvellä ensisijaista ulkoisen kuormituksen vähentäminen, mikä käytännössä edellyttää vesiensuojelutoimia koko vesistöalueella. Se, että Isojärven tila on ulkoiseen kuormitukseen nähden hyvä, liittyyneen järven mataluuteen ja ravinteiden sitoutumiseen vesikasveihin. Tämä kuitenkin myös kasvattaa sisäisen kuormituksen potentiaalia Isojärvessä, ellei ulkoinen kuormitus aikaa myöten vähene.

Vesistön tila		Tila verrattuna kuormituspaineeseen	
	Hyvä		Havaittu fosforipitoisuus pienempi kuin laskennallinen pitoisuus
	Tyydyttävä		Havaittu fosforipitoisuus suurempi kuin laskennallinen pitoisuus
	Välttävä		Havaittu fosforipitoisuus yhtäsuuri kuin laskennallinen pitoisuus
	Ei tietoa		



Kuva 23. Karvianjoen vesistöalueen suurimpien järvien painekartta, joka kuvaa ulkoisen kuormituksen perusteella lasketun järven fosforipitoisuuden ja havaitun fosforipitoisuuden eroa. Ei viivoitusta = järven havaittu fosforipitoisuus vastaa ulkoisen kuormituksen perusteella laskettua pitoisuutta. Vaakaviivoitus = järven havaittu fosforipitoisuus on pienempi kuin laskennallinen pitoisuus. Pystyviivoitus = järven havaittu fosforipitoisuus on suurempi kuin laskennallinen pitoisuus. Järvien värit kuvaavat fosforipitoisuuteen perustuvaa luokittelun tulosta. Luokittelu perustuu laskennallisiin fosforipitoisuuksiin ja ekologisen luokittelun raja-arvoihin.

Toimenpideyhdistelmät ja niiden kustannukset

5.5.1

Vesienhoidon toimenpideohjelman mukainen vaihtoehto

Vesienhoidon keskeisenä tarkoituksena on suunnitella ja toteuttaa toimia, jotka edesauttavat vuonna 2004 voimaan tulleen vesienhoitoa koskevan lain tavoitteiden saavuttamista. Vuonna 2009 valmistuneissa vesienhoitoalueiden vesienhoitosuunnitelmissa ja alueellisissa toimenpideohjelmissa on määritetty ympäristötavoitteet ja toimenpiteet niiden saavuttamiseksi sekä arvioitu toimenpiteiden kustannukset. Koska kyse on suunnittelusta vesistöaluetason mittakaavassa, ovat arviot toimenpiteiden vaikutuksista ja kustannuksista yleispiirteisiä ja suuntaa-antavia.

KarTuTa-hankkeen eräänä keskeisenä tavoitteena on ollut tuottaa tietoa, joka laajentaa, syventää ja tarkentaa Satakunnan pintavesien vesienhoidon toimenpideohjelmaa (Salmi ja Kipinä-Salokannel 2010). Siksi yhdeksi tarkasteltavaksi vaihtoehdoksi valittiin vesienhoitotyön toimenpideohjelman mukaiset toimenpiteet (taulukko 9). Koska kaikkia toimenpideohjelman toimenpiteitä ei sisälly nykyiseen KUTOVA-malliin, käytettiin laskelmissa TPO-ohjelmassa arvioitua sektorikohtaista tavoitetta fosforikuormituksen vähenemiselle. Tätä vaihtoehtoa kutsutaan jatkossa TPO-vaihtoehdoksi. Taulukossa 12 on esitetty kuormitusalenemat sektoreittain.

Toimenpideohjelmassa on esitetty toimenpiteet koko Karvianjoen vesistöalueelle. Ne on kohdennettu Karvianjärvelle ja Karhijärvelle seuraavasti. Ensiksi kullekin sektorille laskettiin SLICES-maankäyttöaineiston (Maanmittauslaitos) avulla, kuinka suuri osuus kunkin sektorin pinta-alasta sijaitsee Karvianjärven ja Karhijärven valuma-alueella. Sen jälkeen koko vesistöaluetta koskevat toimenpiteet kerrottiin näin saadulla suhdeluvulla. Isojärven tapauksessa tarkasteltiin koko vesistöalueelle kohdennettuja toimenpiteitä. Toimenpideohjelman kustannukset perustuvat vesienhoidon suunnittelun ohjeistuksessa suositeltuihin arvoihin, jotka kattavat sekä investointi- että käyttökustannukset.

5.5.2

Kustannustehokkaimmat toimenpiteet -vaihtoehto

Vesienhoitotyössä on toimenpiteitä pyritty kohdistamaan kaikille sektoreille. Tämän valintaperusteen ohella hankkeessa muodostettiin vaihtoehto, jossa toimenpiteiden valintakriteerinä oli vain fosforin vähentämisen kustannustehokkuus. Toimenpiteiden valintaan eivät siis vaikuttaneet sellaiset käytännön vesienhoitotyössä olennaiset seikat kuin kustannusten jakaantuminen eri sektorien kesken, muut vesiensuojelutavoitteet kuin fosforikuormituksen alentaminen tai toimenpiteiden hyväksyttävyyden ja toteuttamiskelpoisuus. Tarkastelu tehtiin KUTOVA-mallilla (ks. kohta 2.9). arvioimalla, kuinka paljon fosforikuormitusta olisi mahdollista vähentää kustannuksilla, jotka vastaavat toimenpideohjelman toteuttamisen arvioituja kustannuksia (taulukko 9). Kustannustehokkuustarkastelun lähtötietoina tarvittiin fosforin nykykuormitus sektoreittain, toimenpiteiden fosforireduktiot ja yksikkökustannukset sekä toimenpiteiden suurimmat teoreettiset toteutusmäärät tarkastelualueella. Isojärven tulokset perustuvat koko Karvianjoen vesistöaluetta koskeviin tarkasteluihin. Ne antavat riittävän hyvän kuvan Isojärvenkin tilanteesta, koska järven valuma-alue kattaa valtaosan, 85 %, Karvianjoen vesistöalueesta.

Taulukko 9. Satakunnan pintavesien vesienhoidon toimenpideohjelmassa esitetyt toimenpiteet ja niiden kokonaiskustannukset Karvianjoen vesistöalueelle.

Sektori	Toimenpide		Karvianjärvi	Karhijärvi	Vesistö-alue
Maatalous	Suojavyöhykkeet	ha	10	15	195
	Kosteikko	kpl	4	3	45
	Peltojen talviaikainen kasvipeitteisyys	ha	29	43	2 795
	Säätösalaajitus ym.	ha	7	0	150
	Ravinnetaseen hallinta / optimaalinen lannoitus	ha	1 249	0	26 600
	Lannan hyödyntäminen	ha	63	0	1100
	Lannan jatkokäsittelyn tehostaminen	t lantaa/v	6 421	2 298	131 900
	Maatalousneuvonta (tilojen määrä)	kpl /v	11	31	200
Metsätalous	Hakkuualueiden suojavyöhyke	ha	6	27	160
	Lannoitusten suojakaistat	ha	0	1	6
	Kunnostusajituksen tehostettu vesiensuojelu	kpl	1	3	36
	Kunnostusajituksen vesiensuojelun perusrakenteet	ha	221	530	5600
	Metsätalouden eroosiohaittojen torjunta	kpl	3	8	84
	Metsätalouden koulutus ja neuvonta	kpl /v	12	42	300
	Tehostettu vesiensuojelusuunnittelu	ha/v	73	259	1 860
Turve- tuotanto	Pintavalutuskenttä (ei pumppausta)	tuot.ha	43	0	280
	Pintavalutuskenttä pumppaamalla (kesä/ypärivuotinen)	tuot.ha	332	0	2 180
	Turvetuotantoalueiden jälkihoito	ha	46	0	300
	Vesiensuojelun perusrakenteet	tuot.ha	631	0	4 140
	Virtaaman säätö	tuot.ha	335	0	2 200
Haja- ja loma- asutuksen jätevedet	Haja- ja loma-asutuksen kiinteistökohtaisten järjestelmien käyttö ja ylläpito	kiinteistö	185	725	5 330
	Haja- ja loma-asutuksen kiinteistökohtaiset investoinnit	kiinteistö	116	550	3 930
	Viemäriverkoston laajentaminen haja-asutusalueille	kiinteistö	40	210	1 480
	Jätevesi koulutus ja neuvonta	kpl/v	13	71	503
Yhdyskunnat	Riskienhallinnan tehostaminen	kpl	0	0	1
	Viemärlaitoksen käyttö ja ylläpito	asukas	271	1 413	17 433
	Viemäroinnin laajentaminen kaava-alueille	asukas	0	0	150
Vesistöjen kunnostus, säännöstely ja rakentami- nen	Kalankulkua helpottavat toimenpiteet	kpl	0	0	6
	Suuren rehevöityneen järven kunnostus	ha	500	0	500
	Säännöstelykäytännön kehittäminen	kpl	0	0	1
	Virtavesien elinympäristökunnostus	vesim.	0	0	6
YHTEENSÄ (euroa/v)			315 000	700 000	8 900 000

Kustannustehokkuudet toimenpiteittäin

Kunkin toimenpiteen kustannustehokkuus (euroa/fosfori kg) arvioitiin kustannusten ja kuormituksen vähenemän suhteena. Tarkastelussa oletettiin, että toimenpidettä toteutetaan maksimimäärä valuma-alueella. Tarkastelujen tulokset ovat suuntaantavia, koska lähtötiedot perustuvat valtakunnallisiin, osin karkeisiin arvioihin. Tarkasteluihin sisältyvän epävarmuuden vuoksi tuloksia on esitetty sekä laskelmissa käytetyillä oletusarvoilla että minimi- ja maksimiarvoilla.

Sektorikohtaiset lähtökuormitukset ja toimenpiteiden maksimitoteutusalat arvioitiin VEPS- ja Vahti-järjestelmän sekä VEMALA- ja VIHMA-mallin avulla. Maatalouden viljelykäytäntöjen muutokset sekä vesiensuojelutoimien tehokkuudet arvioitiin VIHMA-mallin avulla. Kosteikkojen keskimääräiset fosforireduktiot saatiin VIHMAsta ja kosteikkopaikat VEMALASTA. Haja- ja loma-asutuksen jätevesien puhdistustoimien tehokkuudet arvioitiin Vahti-tietojärjestelmästä poimittujen jätevedenpuhdistamoiden puhdistustehojen sekä haja-asutuksen jätevesiasetuksessa esitettyjen puhdistusvaatimusten perusteella. Metsätalouden ja turvetuotannon vesiensuojelutoimenpiteiden tehokkuuksien arvioinnissa hyödynnettiin vesienhoitosuunnitelmia varten koottuja opasmateriaaleja (<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=22063&lan=fi>) ja aikaisempia tutkimuksia (mm. Postila 2007).

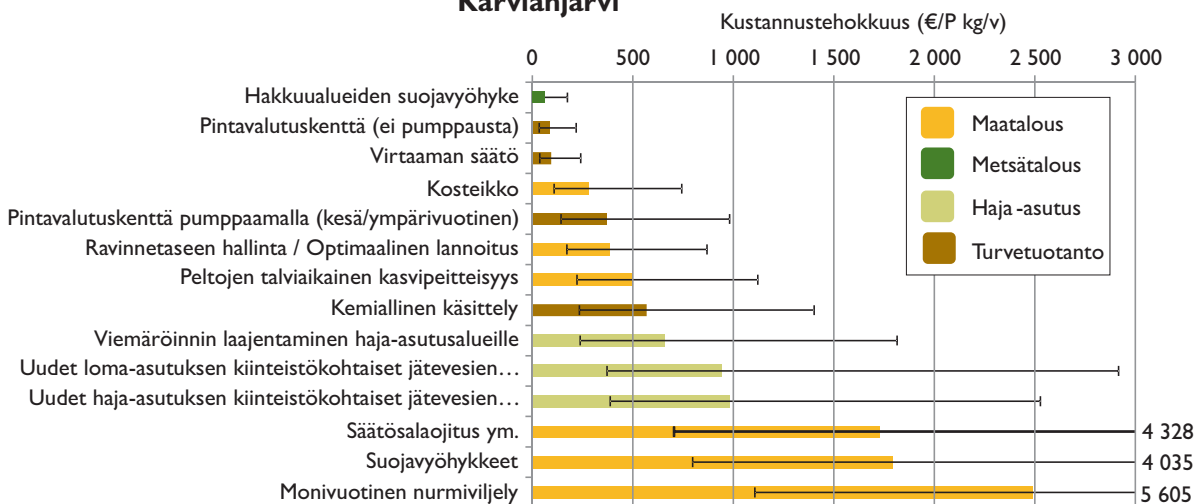
Seuraavassa on esitetty yhteenveto kustannustehokkuustarkasteluista sektoreittain:

- Metsätalous: Hakkuualueiden suojavyöhykkeet arvioitiin kustannustehokkaimmiksi kaikilla tarkastelluilla järvilla (30–70 €/P kg, kuva 24). Hakkuualueiden suojavyöhykkeen kustannustehokkuus perustuu kohtuullisiin yksikkökustannuksiin ja pieneen toteuttamislaajuuteen (suojavyöhyke on noin prosentin hakkuualueesta).
- Turvetuotanto: Koko vesistöalueella (Isojärvellä) ja Karvianjärvellä turvetuotannon toimenpiteet (virtaaman säätö) kuuluvat myös kustannustehokkaimpien joukkoon (90–140 €/P kg). Karhijärven valuma-alueella turvetuotantoa ei juurikaan ole.
- Haja-asutus: Haja-asutuksen toimenpiteillä voidaan alentaa fosforikuormitusta varsin paljon (kuva 25) ja viemäröinnin laajentaminen on laskelmien mukaan kustannustehokkainta. Nämä toimenpiteet ovat kuitenkin kalliita (kuva 24).
- Maatalous: Kosteikot arvioitiin maatalouden toimenpiteistä kustannustehokkaimmiksi (270–290 €/P kg). VEMALAN mallintamat kosteikkopaikat pitävät sisällään oletuksen, että kosteikot ovat pinta-alaltaan 2 prosenttia yläpuolisesta valuma-alueesta. Puustisen ym. (2007) mukaan tällaisilla kosteikoilla voidaan saavuttaa keskimäärin 34 prosentin alenema kosteikkoon tulevan ja sieltä lähtevän fosforin määrissä. Tutkimustulokset kosteikkojen vaikutuksista fosforikuormitukseen vaihtelevat kuitenkin suuresti riippuen mm. veden fosforipitoisuudesta, kosteikkojen pinta-alan suhteesta yläpuolisen valuma-alueen pinta-alaan ja maaperästä. Puustisen ym. (2007) kosteikkoaineistossa fosforikuormituksen alenema vaihteli 6–62 %:n välillä, kun kosteikkojen pinta-alojen osuudet valuma-alueen pinta-alaan olivat välillä 0,05–5 %.

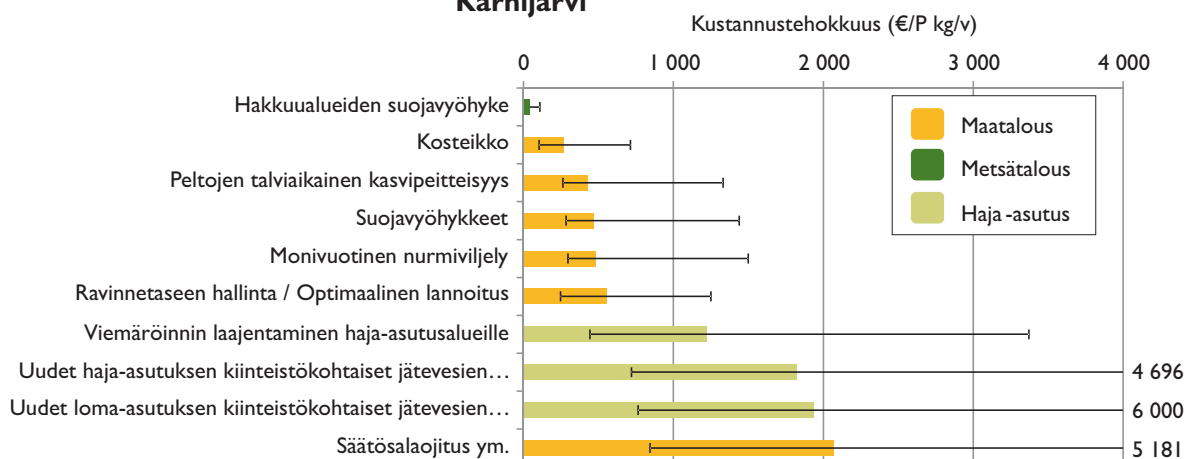
Ravinnetaseen hallinta/optimaalinen lannoitus nousee myös kustannustehokkaimpien toimien joukkoon. Monivuotinen nurmiviljely ja suojavyöhykkeet vaikuttavat eniten alueilla, joilla on kaltevia peltoja. Ne vähentävät partikkelifosforin kuormitusta, mutta lisäävät liukoisen fosforin huuhtoumaa. Tarkastelujen mukaan monivuotinen nurmiviljely ja suojavyöhykkeet ovat kustannustehokkaita Karhijärven alueella. Karvianjärveä ja koko vesistöaluetta (Isojärveä) tarkasteltaessa kokonaisfosforin reduktio jää sen sijaan alhaiseksi, koska peltojen loivuuden ja korkeiden fosforilukujen vuoksi erityisesti nurmiviljely kasvattaa liukoisen fosforin kuormitusta selvästi. Monivuotinen nurmiviljely ja suojavyöhykkeet eivät siis näillä alueilla ole kustannustehokkaita. Asiaa on havainnollistettu taulukossa 10, jossa on vertailtu peltojen kaltevuutta ja suojavyöhykkeiden kustannustehokkuutta sekä reduktioita Karvianjärvellä ja Karhijärvellä.

Kuvassa 25 on vertailtu Karvianjärven ja Karhijärven toimenpiteiden kustannustehokkuutta ja niillä saavutettavissa olevaa kuormituksen maksimivähennystä. Karhijärvellä useimmilla toimenpiteillä saavutettava maksimivähennys on suurempi kuin Karvianjärvellä, mikä selittyy valuma-alueen ominaisuuksilla.

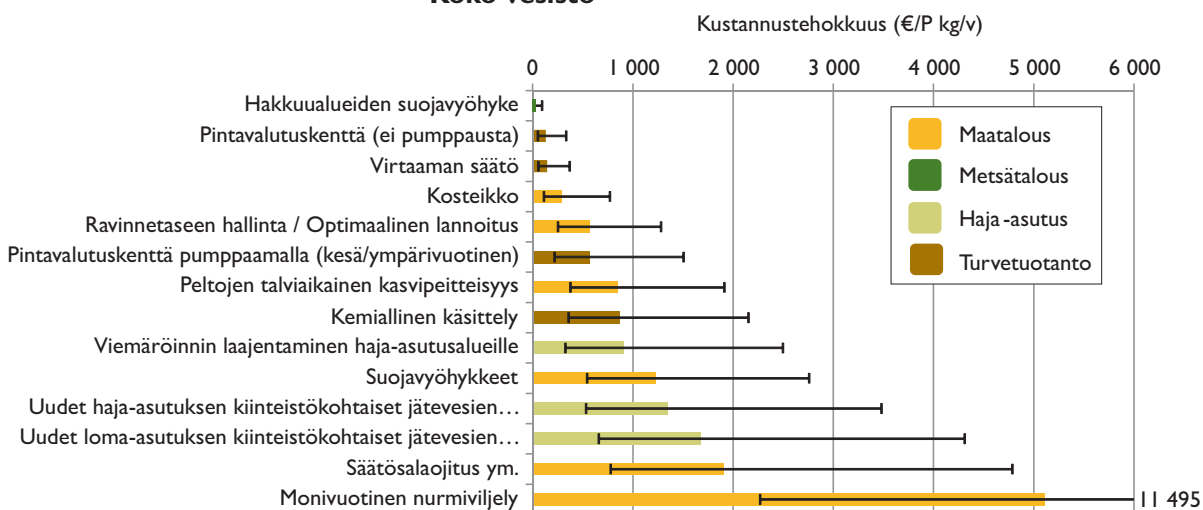
Karvianjärvi



Karhijärvi



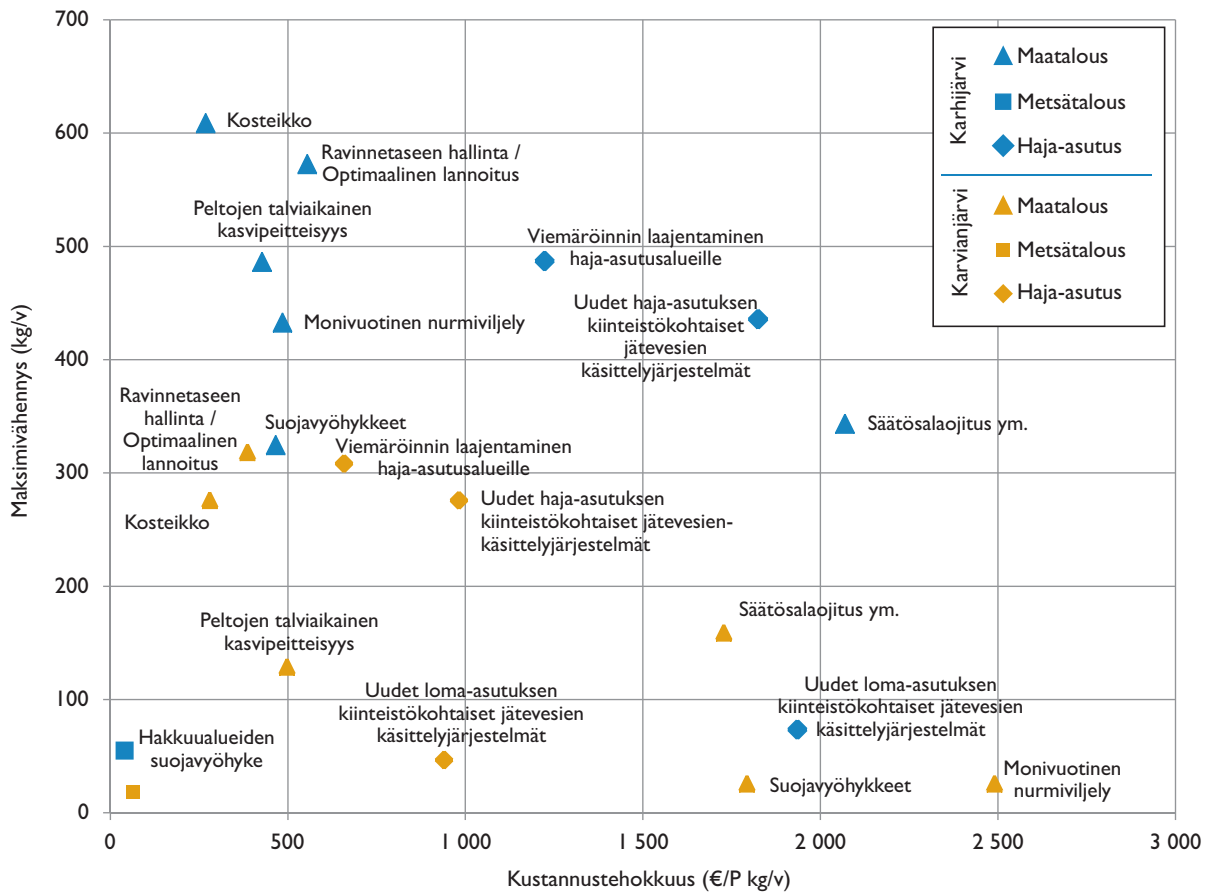
Koko vesistö



Kuva 24. Toimenpiteiden kustannustehokkuus (euroa/P kg) Karvianjärvellä, Karhijärvellä ja koko vesistöalueella (Isojärvellä). Mustalla janalla on merkitty kustannustehokkuuden vaihteluväli. Mitä suurempi arvo, sitä kalliimmaksi yhden fosforikilon poistaminen ko. menetelmällä on. Huomaa, että eri järvien kuvissa kustannustehokkuuden asteikot poikkeavat toisistaan.

Taulukko 10. Karvianjärven ja Karhijärven valuma-alueiden peltojen kaltevuuden jakautuminen sekä suojaväyhykkeiden arvioitu fosforikuormituksen teoreettinen maksimivähennys ja kustannustehokkuus.

Kaltevuus	Peltojen kaltevuus - osuus pelloista %					Keski-kaltevuus	Suojaväyhyke	
	< 0,5 %	0,5–1,5 %	1,5–3,0 %	3,0–6,0 %	> 6,0 %		Kustannus-tehokkuus	Maksimi-vähennys
Karvianjärvi	25,1 %	47,4 %	23,8 %	3,4 %	0,1 %	1,6 %	1 794 €/P kg	1 %
Karhijärvi	33,0 %	28,5 %	25,2 %	12,9 %	0,4 %	2,3 %	466 €/P kg	6 %



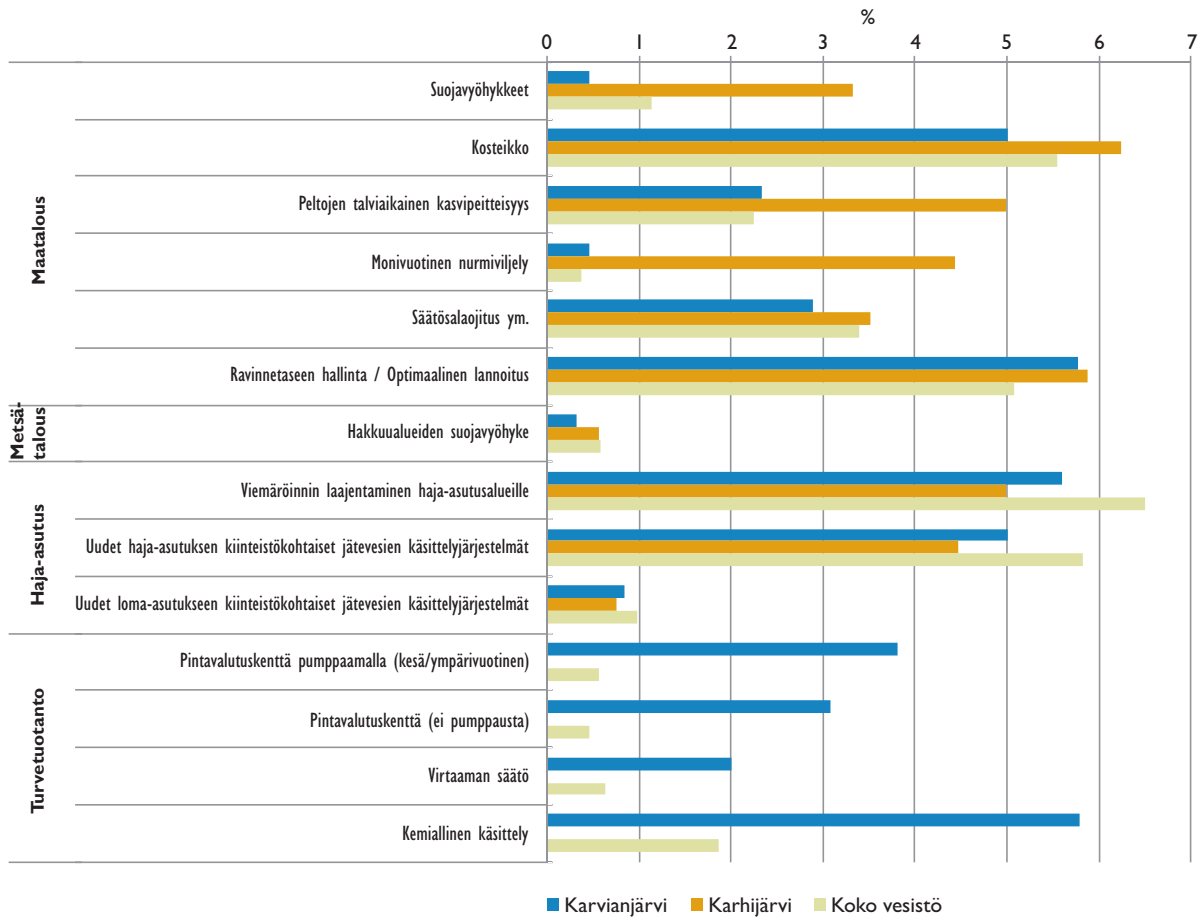
Kuva 25. Toimenpiteiden kustannustehokkuuden ja maksimivähennyksen vertailu Karvianjärvellä ja Karhijärvellä.

Toimenpiteillä saavutettavissa oleva maksimivähennys

Kuvassa 26 on esitetty toimenpiteittäin vesistön eri osa-alueilla teoreettinen kokonaisfosforikuormituksen maksimialenema. Se kuvaa sitä määrää fosforikuormitusta, joka voidaan vähentää toteuttamalla toimenpidettä niin paljon kuin se on teoriassa mahdollista. Esimerkiksi peltojen suojaväyhykkeiden osalta tämä tarkoittaa, että kaikille pelloille, joilla ei ole monivuotista nurmiviljelyä perustetaan suojaväyhyke. Vesistön kaikissa osissa kilometriäisesti eniten fosforikuormitusta voidaan vähentää kosteikoilla, optimaalisella lannoituksella sekä haja-asutuksen jätevesienkäsittelytoimenpiteillä. Kullakin toimenpiteellä kokonaisfosforikuormituksen teoreettinen maksimialenema on 4,5–6,5 prosenttia. Vähiten fosforikuormitusta kiloissa voidaan vähentää hakkuualueiden suojaväyhykkeillä sekä loma-asutuksen kiinteistökohtaisilla jätevesienkäsittelytoimenpiteillä.

Suojavyöhykkeiden, peltojen talviaikaisen kasvipeitteisyyden ja monivuotisen nurmiviljelyn teoreettisen maksimialeneman alueellinen vaihtelu on suurta, mikä johtuu valuma-alueen ominaisuuksista. Näiden lisäksi myös turvetuotannon vesien-suojelumenetelmien alueelliset erot kuormituksen alenemassa ovat suuria. Tähän vaikuttaa turvetuotannon määrä valuma-alueella.

Toimenpiteen teoreettinen maksimikuormitusalenema ei suoraan vaikuta toimenpiteiden valintaan toimenpideyhdistelmään. Se auttaa kuitenkin hahmottamaan eri toimenpiteiden mittasuhteita ja siten tunnistamaan niitä toimenpiteitä, jotka ovat vesiensuojelun kannalta merkittävimpiä.



Kuva 26. Yksittäisillä toimenpiteillä aikaansaatu suurin kokonaisfosforikuormituksen alenema. Tarkastelussa oletetaan, että toimenpidettä toteutettaisiin niin laajalti kuin mahdollista.

Kustannustehokkain toimenpideyhdistelmä

Kustannustehokkainta toimenpideyhdistelmää muodostettaessa toimenpiteet valittiin tehtäviksi pääsääntöisesti kustannustehokkuusjärjestyksessä. Kunkin toimenpiteen valinnan jälkeen laskettiin sen vaikutus vesistön fosforikuormitukseen. Näin meneteltiin, koska fosforikuormituksen suuruus vaikuttaa eräiden toimenpiteiden, kuten esimerkiksi kosteikkojen, fosforireduktioon ja kustannustehokkuuteen. Toimenpiteitä valittiin toimenpideyhdistelmään, kunnes saavutettiin samat kustannukset kuin toimenpideohjelmaan perustuvassa vaihtoehdossa. Kustannustehokkaimmat toimenpideyhdistelmät vesistön osa-alueittain on esitetty taulukossa 11.

Mustajoen pistekuormituksen vähentämisessä ei otettu huomioon mahdollisista investoinneista aiheutuvia kustannuksia, joita toiminnanharjoittaja joutuu tekemään kuormituksen pienentämiseksi. Tarkastelussa arvioitiin vain pistekuormituksen vaikutusta fosforikuormitukseen.

Taulukko II. Kustannustehokkaimmat toimenpiteet vaihtoehtoehtoon (KUTOVA) valitut toimenpiteet ja niiden toteutusmäärät tarkastelualueilla.

Toimenpide	Toteutettava määrä	Yksikkö	Kustannustehokkuus euroa/ P kg
Karvianjärvi			
Hakkuualueiden suojavyöhyke	3	ha	70
Virtaaman säätö	658	tuotantoha	90
Pintavalutuskenttä (ei pumppausta)	661	tuotantoha	120
Kosteikko	43	kpl	280
Ravinnetaseen hallinta / Optimaalinen lannoitus	2 461	ha	390
Peltojen talviaikainen kasvipeitteisyys	1 285	ha	530
Viemäröinnin laajentaminen haja-asutusalueille	20	kiinteistö	660
Karhijärvi			
Hakkuualueiden suojavyöhyke	6	ha	40
Kosteikko	91	kpl	270
Peltojen talviaikainen kasvipeitteisyys	2 150	ha	460
Monivuotinen nurmiviljely	2 000	ha	520
Suojavyöhykkeet	10	ha	540
Ravinnetaseen hallinta / Optimaalinen lannoitus	6 359	ha	560
Koko vesistöalue (Isojärvi)			
Hakkuualueiden suojavyöhyke	37	ha	30
Virtaaman säätö	4 269	tuotantoha	140
Kosteikko	657	kpl	290
Ravinnetaseen hallinta / Optimaalinen lannoitus	42 436	ha	570
Säätösaloitus ym.	6 790	ha	810
Pintavalutuskenttä pumppaamalla (kesä/ympäriavuotinen)	2017	tuotantoha	815
Viemäröinnin laajentaminen haja-asutusalueille	5 660	kiinteistö	900
Peltojen talviaikainen kasvipeitteisyys	23 000	ha	930

Kustannustehokkaimmassa toimenpidevaihtoehdossa Karhijärvellä 58 % ja Karvianjärvellä 52 % kustannuksista kohdistuisi julkiselle rahoitukselle eli maatalouden ympäristötuelle tai kestävänsä metsätalouden rahoitustuelle. Koko vesistöalueen (Isojärven) toimenpiteistä 43 % kohdistuisi julkiselle rahoitukselle ja 57 % yksityiselle. Ero selittyy sillä, että koko vesistöalueella (Isojärvellä) tehdään enemmän haja-asutuksen ja turvetuotannon toimenpiteitä kuin Karhijärvellä ja Karvianjärvellä. Maatalouden toimenpiteiden kustannuksista eri alueilla 40–43 % kohdistuisi yksityisille toimijoille. Taulukko toimenpiteiden kustannusten kohdentumisesta eri toimijoille on esitetty liitteessä 1.

Kustannustehokkaimmalla toimenpideyhdistelmällä voidaan arvion mukaan vähentää kokonaisfosforikuormitusta Karvianjärvellä noin 16 %, Karhijärvellä noin 17 % ja koko vesistöalueella (Isojärvellä) noin 20 %. Kokonaisfosforikuormitukseen sisältyvät myös laskeuma ja luonnonhuhautuma, joiden osuus kokonaisfosforin kuormituksesta on noin kolmasosa. Toimenpideohjelmassa (TPO) ei ole eritelty toimenpiteiden vaikutuksia kuormitukseen. Siinä on kuitenkin esitetty eri sektoreille kuormituksen vähentämistavoitteet, joihin näillä toimenpiteillä tulisi periaatteessa päästä. Taulukossa 12 on esitetty toimenpideohjelman mukaiset sektorikohtaiset tavoitteet kuormituksen vähentämiselle ja kustannustehokkaimmalla toimenpideyhdistelmällä arvioidut sektorikohtaiset kuormitusvähennykset.

Taulukko 12. Tarkasteltujen toimenpideyhdistelmien ulkoista kuormitusta vähentävät vaikutukset.

	Toimenpideohjelman tavoitteet Koko vesistöalue (Isojärvi)	KUTOVA- vaihtoehto Karvianjärvi	KUTOVA- vaihtoehto Karhijärvi	KUTOVA- vaihtoehto Koko vesistöalue (Isojärvi)
Maatalous	36 %	27 %	28 %	28 %
Metsätalous	35 %	6 %	9 %	7 %
Haja-asutus	65 %	3 %	0 % ¹⁾	40 %
Turvetuotanto	19 %	57 %	0 % ²⁾	44 %
Yhteensä		16 %	17 %	20 %

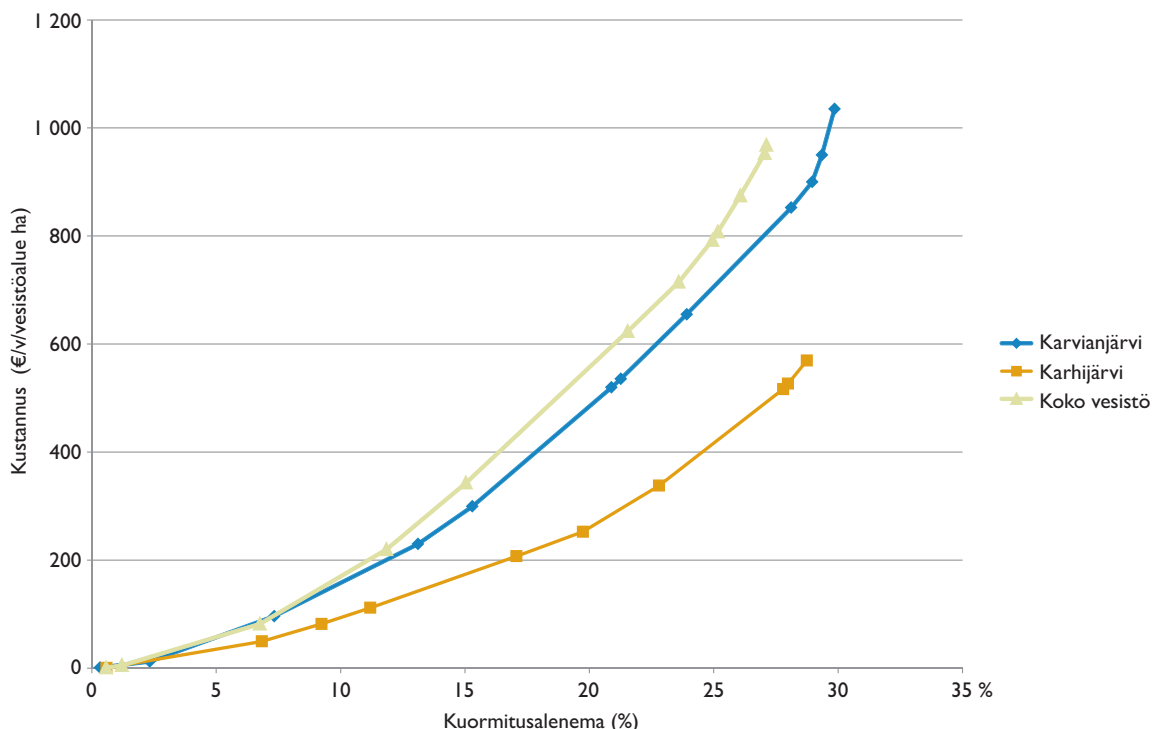
¹⁾ Haja-asutusta koskevia toimenpiteitä ei sisällynyt kustannustehokkaimpiin toimenpiteisiin.

²⁾ Laajamittaista turvetuotantoa ei harjoiteta valuma-alueella.

KUTOVA-mallilla voidaan myös laskea, mitä tietyn kuormitusvähennyksen saavuttaminen maksaisi. LLR-mallilla arvioitiin, että hyvän ekologisen tilan saavuttamiseksi Karvianjärvellä ulkoista kuormitusta tulisi vähentää 32 % ja Karhijärvellä 10 %. Koko vesistöalueelle (Isojärvelle) vastaavaa arviota ei ole tehty.

Jos Mustajoen pistekuormitusta saadaan vähennettyä esimerkiksi 80 %, päästään 32 % kuormitusvähennyksen tavoitteeseen taulukossa 12 esitetyllä toimenpideyhdistelmällä, jonka kustannukset ovat noin 300 000 euroa vuodessa. Karhijärvellä 10 %:n fosforikuormituksen alenemaan päästään valitsemalla taulukon 12 toimenpiteistä kosteikot, talviaikainen kasvipeitteisyys puolelle pelloista ja suojavyöhykkeet muille pelloille.

Kuvassa 27 on esitetty, kuinka suuri fosforikuormituksen vähennys on mahdollinen KUTOVA-malliin sisällytetyillä toimenpiteillä Karvianjärvellä, Karhijärvellä ja koko vesistössä (Isojärvellä). Kuvasta nähdään myös, että kustannukset fosforikuormituksen alenemaprosenttia kohden kasvavat, kun alenemataavoite on yli 12–15 %. Karvianjärven fosforikuormitusta voi enimmillään vähentää kaikilla KUTOVA-mal-



Kuva 27. Kustannustehokkailla toimenpiteillä aikaansaatava teoreettinen kokonaisfosforikuormituksen maksimi-alenema suhteessa toimenpiteiden kustannuksiin vesistön pinta-alyksikköä kohti Karvianjärvellä, Karhijärvellä ja koko vesistössä (Isojärvellä).

lissa mukana olevilla toimenpiteillä 29 %. Taulukossa 11 kuvattuun kustannustehokkaimpaan toimenpideyhdistelmään lisättäisiin tällöin viemäröinnin laajentaminen, säätösalaajitus, kemiallinen käsittely turvetuotantoalueille ja loma-asutuksen uudet jätevesien käsittelyjärjestelmät. Näillä toimenpiteillä kustannukset kaksinkertaistuisivat n. 600 000 euroon vuodessa. Myös Karhijärvellä voidaan kaikki toimenpiteet huomioonottaen päästä n. 30 % fosforikuormituksen alenemaan.

5.5.3

Ravintoketjukurkennostus ja poistokalastus

Karvianjärvessä ja Karhijärvessä on koekalastuksen yksikkösaaliin ja poistokalastuskokeilujen perusteella niin tiheä särkikalakanta, että poistokalastus alentaisi klorofylli- ja fosforipitoisuuksia. Todellisia vaikutuksia tuottava poistokalastus edellyttäisi molemmissa järvissä aluksi satojen tuhansien kilojen vuosisaaliita (luku 2.7.3 ja taulukko 13, luku 7.1.1 taulukko 25 ja luku 7.1.2 taulukko 26). Niiden kalastamisen kustannus olisi aluksi noin 400 000 euroa/v. Suuria saalismääriä on kuitenkin myös helpompi toimittaa raaka-aineeksi esimerkiksi rehuteollisuudelle, mikä voi laskea kustannuksia 10–20 %. Pitkällä aikavälillä poistokalastus on myös investointi kunnostetun järven ammattikalastukseen. Paikallisia asukkaita on mahdollista kunnostusvaiheessa perehdyttää rysien käyttöön, jolloin he voivat kunnostusvaiheen jälkeen sekä hoitokalastaa tilan ylläpitämiseksi että hyödyntää osaa parantuneen kalakannan tuotosta sivutoimisen ammattikalastuksen saaliina.

Kalansaaliissa järvistä poistuvan fosforin kilohintaa ei kuitenkaan ole laskettu vesiensuojelukustannuksiin, toisin kuin esimerkiksi Säskylän Pyhäjärven ympäristöekonomisessa tapaustarkastelussa (Rinta 2005). Kalojen sisältämän fosforin on katsottu edustavan jo järveen tullutta ulkoista kuormitusta, jolloin kalojen poistaminen ei suoranaisesti vähennä järveen tulevan uuden, perustuotannolle potentiaalisesti käytökelpoisen fosforin määrää. Pikemminkin se vastaa ulkoiseen kuormitukseen perustuvaa ”sadonkorjuuta”. Kalansaaliin mukana poistuvilla ravinteilla voi kuitenkin olla tärkeä osuus järven ravinnetaseissa. Esimerkiksi Säskylän Pyhäjärven saaliissa poistuu keskimäärin 20 % ulkoisen kuormituksen tuomasta fosforista ja määrä on suurempi kuin luusuasta poistuva fosforimäärä (Sarvala ym. 1997, Ventelä ym. 2007).

Särkikalavaltaisissa järvissä saattaa tehokas kalastus lisätä valuma-alueella tehtävien vesiensuojelutoimenpiteiden kannattavuutta ja kustannustehokkuutta. Sen taloudelliset vaikutukset voivat näkyä myös mm. virkistyskäyttöarvon kasvuna ja mahdollisuutena elvyttää paikallista ammattikalastusta järven kalantuoton paran-

Taulukko 13. Esimerkki Karvianjärven ja Karhijärven fosforipitoisuuden perusteella arvioidusta poistokalastussaaliin tavoitteesta ja kalojen mukana poistuvasta fosforista laskettuna kymmenelle vuodelle.

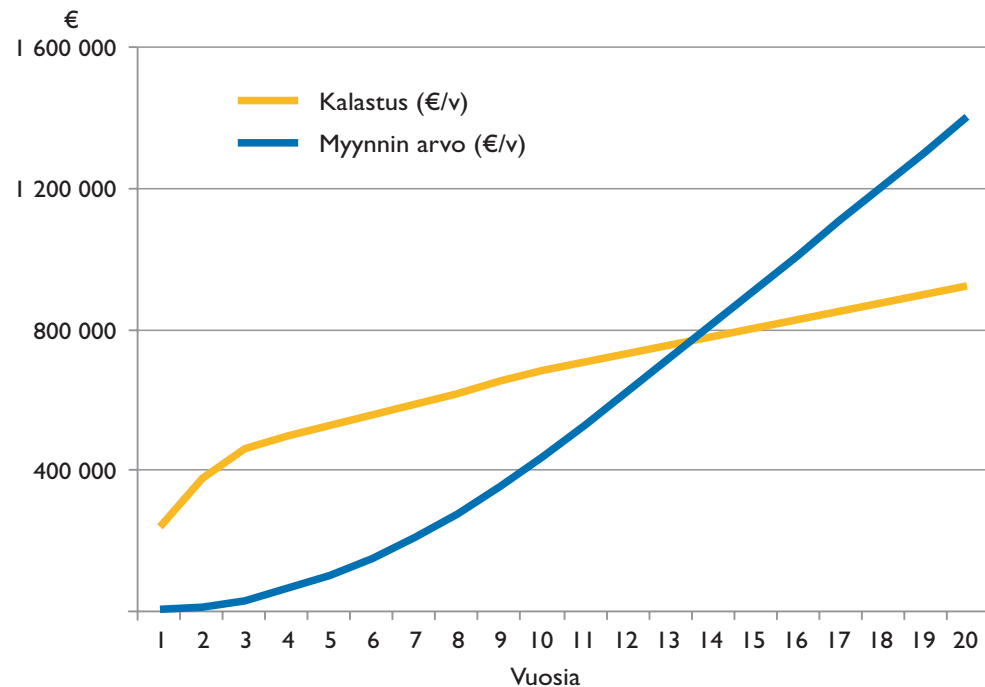
Vuosi	Karvianjärvi			Karhijärvi		
	Saalistavoite (kg/ha)	Saalistavoite (kg)	Saaliin mukana poistuva fosfori (kg P)	Saalistavoite (kg/ha)	Saalistavoite (kg)	Saaliin mukana poistuva fosfori (kg P)
1	167	153 932	1 231	148	493 966	3 952
2	117	107 753	862	89	296 380	2 371
3	65	59 509	476	49	163 197	1 306
4	39	35 705	286	24	81 599	653
5	39	35 705	286	24	81 599	653
6-10	39	35 705	286	24	81 599	653
Yht.	620	571 000	4 569	454	1 524 736	12 200

tuessa. Kalastovaikutuksien arvioinnille ei vielä ole valuma-alueen vesiensuojelutoimenpiteiden kanssa yhteismitallista hinnoittelua. Jos kaikilla vähintään 150 ha:n kokoisilla Karvianjoen vesistön järvillä poistokalastettaisiin intensiivisesti, olisi vuosisaalis alkuvaiheessa luokkaa 1 milj. kg ja kalojen mukana poistuva fosforimäärä olisi yli 7 000 kiloa. Ylläpitovaiheessa jatkuva vuotuinen saalis voisi olla yli 250 000 kg ja sen mukana poistuva fosforimäärä noin 2 000 kiloa.

Nuottauspäivän hinta on noin 800–1 100 euroa + alv ja keskimääräinen saalis poistovaiheessa on noin 2 000 kg/pv, joten nuotatun kalan fosforipoiston hinta on noin 60 euroa/P kg. Rysäkalastuksen kustannus on usein matalampi kuin nuottauksen. Poistokalastuksen saaliskorvaus, jota maa- ja metsätalousministeriö (MMM) on vuonna 2011 ja 2012 maksanut särkikalosta ammattikalastajille rannikolla ja eräillä järvillä, on 0,45 euroa/kg (n. 50 euroa/P kg). MMM:n kokeilun myötä särkikalojen menekki on vuonna 2011 parantunut ja todennäköisesti poistokalastuksen lopulliset yksikkökustannukset voivat jäädä edellä esitettyjä pienemmiksi, jos saaliin hyötykäyttö edistyy.

Nykyisillä kalastuskustannuksilla ja kalan tukkuhinnoilla voisivat esimerkiksi Karhijärvessä saaliin myyntitulot saavuttaa kustannukset 13 vuoden kuluttua jos järvessä tehtäisiin ravintoketjukurinnot ja siellä olisi ammattikalastusta (kuva 28).

Poistokalastuksen saalistavoitearvot perustuvat käytännön ravintoketjukurinnotuksien tuloksiin suomalaisissa ja eurooppalaisissa järvissä (Jeppesen & Sammalkorpi 2002). Esimerkiksi Säskylän Pyhäjärven, jonka fosforipitoisuus on hieman alle 20 µg/l, ammattikalastuksen ja poistokalastuksen yhteinen saalis on 2000-luvulla ollut säännöllisesti yli 20 kg/ha/v. Tämä vastaa Karvianjärvelle ja Karhijärvelle taulukossa 13 esitettyjä fosforipitoisuuden perusteella arvioituja ylläpitovaiheen saalistavoitteita ja esimerkiksi Peipsijärven pitkäaikaista, fosforipitoisuuteen suhteutettua kokonaiskalansaaliin keskiarvoa. Toisaalta esimerkiksi Köyliönjärvessä, jossa yhtä selvää veden laadun muutosta ei tapahtunut, poistettu kalamäärä todennäköisesti oli ravintetasoon nähden hieman liian pieni (taulukko 14).



Kuva 28. Summakäyrät Karhijärvelle arvioidusta poistokalastuksen ja ylläpitävän hoitokalastuksen vuosikustannuksista (Kalastus €/v) sekä elinkeinokalatalouden saaliin arvon kehittymisestä (Myyntin arvo €/v). Kustannuksiin ei ole laskettu logistiikan edellyttämiä investointikustannuksia.

Taulukko 14. Esimerkkejä poistettujen kalojen määristä pitkäaikaisissa, tuloksellisissa ravintoketjukunnostushankkeissa (1) tai järvissä, joissa on jatkuvaa ammattikalastusta (2). TPx1=fosforipitoisuus alkutilanteessa, TPx2= fosforipitoisuus 3–4 vuoden kalastuksen jälkeen tai luokan 2 järvien keskimääräinen pitoisuus sekä saaliit parhaana vuonna (max) ja keskimääräinen pitkän aikavälin vuosisaalis mukaan lukien sekä intensiivivaiheen että hoitovaiheen saaliit kunnostuskohteissa.

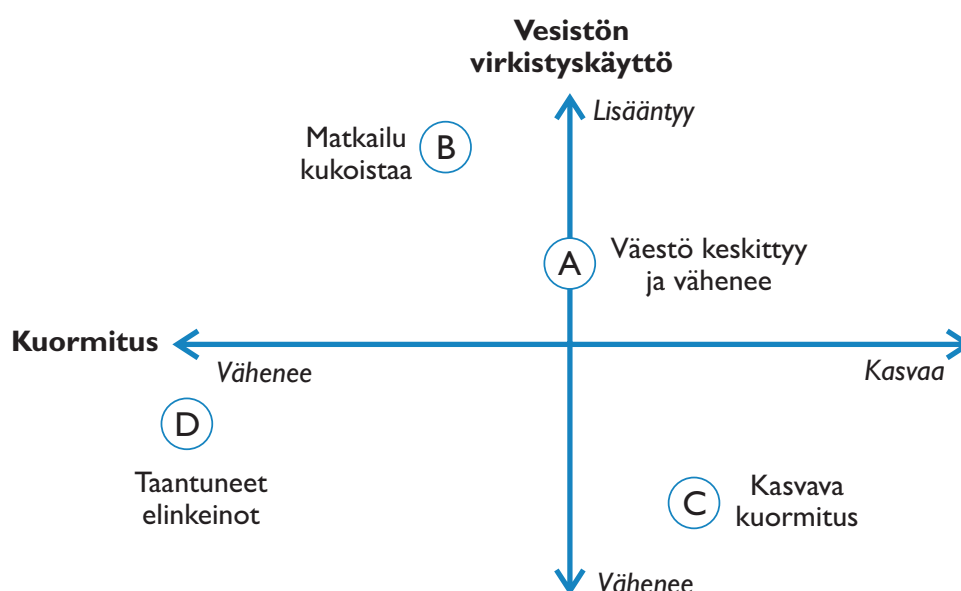
	A (ha)	TPx1 (µg/l)	TPx2 (µg/l)	Max (kg/ha/v)	Keskiarvo (kg/ha/v)	Vuosia	Viite
Tuusulanjärvi (1)	592	103	73	188	88	>10	Rask ym. 2005, Kuves 2011
Enonselkä (1)	2 600	45	30	102	50	>10	Horppila ym. 1998, Vesijärven kalastusalue
Pyhäjärvi (2)	15 500		20	38	22	>10	Tarvainen & Ventelä 2007, Ventelä ym. 2007
Köyliönjärvi	1 150	100	100	146	58	15	Paloheimo 2010
Ylemiste (1)	975	50	36	97	53	3	Pedusaar ym. 2010
Peipsijärvi (2)	355 800		42		25–34	>10	Pihu 1996

5.6

Tulevaisuuskuvat

KarTuTa-hankkeessa luotiin tulevaisuuskuvia koko Karvianjoen vesistölle keskittyen erityisesti vedenlaatuun. Neljä erilaista tulevaisuuskuva – Väestö keskittyy ja vähenee, Matkailu kukoistaa, Kasvava kuormitus sekä Taantuvat elinkeinot – valittiin jatkotarkasteluun, jossa ne tarkennettiin Karvianjärveä, Karhijärveä ja Isojärveä koskeviksi määrällisiksi arvioiksi. Tulevaisuuskuvista haluttiin tarkastella, kuinka maankäytön muutokset sekä siitä seuraavat kuormituksen ja vedenlaadun muutokset heijastuvat vesienhoidon tavoitteiden saavuttamiseen. Aikajänteeksi valittiin vuosi 2030, koska se yhtäältä on riittävän kaukana tulevaisuudessa ja mahdollistaa siksi suuretkin muutokset ja toisaalta, koska vesienhoitoa koskevan lain mukaan vesien hyvän tilan tavoite on saavutettava vuoteen 2027 mennessä.

Seuraavassa on tiivis kuvaus kustakin tulevaisuuskuvaista. Tulevaisuuskuviin sijoittuminen kuormituksen ja virkistyskäytön suhteen on esitetty kuvassa 29. Yhteenveto maankäytön ja virkistyskäytön muutoksista eri tulevaisuuskuvista on esitetty taulukossa 15.



Kuva 29. Tulevaisuuskuviin sijoittuminen kuormituksen ja virkistyskäytön suhteen.

A Väestö keskittyy ja vähenee (Karvianjoki-paneelissa laadittu tulevaisuuskuva)

Tämän tulevaisuuskuvan alkuperäinen otsikko oli ”Seutu autioituu”, mutta ryhmä piti sitä liian synkkänä ja muutti sen sävyä myönteisemmäksi. Väestö harvenee alueella ja keskittyy muutamaasi keskuksiin. Pysyvän haja-asutuksen vähetessä myös asutuksesta tuleva vesistökuormitus pienenee. Maatilojen määrä supistuu ja tilakoot kasvavat. Tuotanto tehostuu ja modernisoituu. Uuden viljelyteknologian käyttöönotto ja investoinnit lannan parempaan käsittelyyn tiloilla vähentävät maatalouden vesistökuormitusta. Rantapeltojen pinta-ala pienenee noin viidenneksellä ympäristösyistä. Energiakasvien tuotanto lisääntyy. Metsätaloudessa ei tapahdu suuria muutoksia. Uudisojituksille ei ole tarvetta, sillä uusia alueita ei oteta metsätalouden käyttöön. Kunnostusojitusten määrä kuitenkin kasvaa. Turvetuotannon pinta-ala ei muutu. Tuotannosta poistuvat suoalueet otetaan erityisesti maatalouden käyttöön energiaviljelyyn.

Virkistyskäyttö keskittyy etenkin kesäkauteen, jolloin kalastajien ja veneilijöiden määrä alueella kasvaa jonkin verran. Virkistyskäytön lisääntymisen myötä virkistyskalastuksen määrä kasvaa hieman. Kasvu perustuu alueen ulkopuolelta tulevien ihmisten vilkastuvaan matkailuun, jossa painottuu nykyistä enemmän aktiivinen elämysmatkailu. Yleinen kiinnostus vesienhoitoa kohtaan kasvaa ja hoitokalastuksesta tulee sen kiinteä osa, mikä osaltaan edistää vesien tilan paranemista. Luontomatkailusta tulee suosittua Karvianjoen valuma-alueella.

B Matkailu kukoistaa (Karvianjoki-paneelissa laadittu tulevaisuuskuva)

Virkistyskäyttö ja matkailu on lisääntynyt selvästi. Maatiloista osa harjoittaa maatilamatkailua. Vesistön tilasta kannetaan huolta. Turvetuotannon määrä ei kuitenkaan merkittävästi muutu, mutta vesiensuojeluun kiinnitetään nykyistä enemmän huomiota. Tuotannosta poistuvat alueet kehitetään virkistyskäytön tarpeisiin lintuvesiksi ja kosteikoiksi. Poistokalastuksen myötä seudulle on elpynyt ammattikalastusta. Rantapeltojen ja vesistöjen läheisten kaltevien peltojen pinta-ala pienenevät jonkin verran. Tämä vähentää maatalouden vesistökuormitusta. Loivien peltojen pinta-ala kasvaa jonkin verran. Karjatalous säilyy nykyisellään. Alueen ulkoilureittejä ja -palveluja on kehitetty vastaamaan kasvavaa kysyntää. Majoituspalveluita on runsaasti saatavilla. Matkailu Karvianjoen alueella ei kuitenkaan ole suurten massojen turismia vaan aktiivista kalastus-, metsästys- ja luontomatkailua. Erityisesti koskien kunnostus ja kalakantojen tilan parantaminen ovat tuoneet alueelle paljon matkailijoita.

C Kasvava kuormitus (asiantuntijatyönä luotu tulevaisuuskuva)

Maatalous ja metsätalous on intensiivistä. Loivien peltojen pinta-ala kasvaa turve- mailla ja niillä viljellään lähinnä energiakasveja. Maatalousteknologiassa panostetaan tehokkuuteen, eikä kiinnitetä huomiota vesistön tilaan. Turvetuotanto loppuu ilmastopoliittisten linjausten takia. Turvetuotannosta vapautunut maa siirtyy maatalouden käyttöön mm. energiaviljelyyn. Tämä lisää alueilta tulevaa ravinnekuormitusta. Kasvanut puun kysyntä erityisesti energiatarpeisiin lisää metsätaloutta ja nopeuttaa puun kiertoa. Kannot ja hakkuujätteet kerätään entistä tehokkaammin energiakäyttöön. Kasvun nopeuttamiseksi osaa metsistä lannoitetaan. Uusien alueiden ottaminen metsätalouden käyttöön on lisännyt uudisojitusten määrää. Intensiivisen metsänhoidon myötä kunnostusojitusten määrä kasvaa rajusti. Erityisesti haja-asutus lisääntyy, kun maalla asuminen koetaan houkuttelevaksi vaihtoehdoksi ja palvelut ja töissäkäynti voidaan hoitaa suurelta osin sähköisesti. Matkailun ja virkistyskäytön määrä vähenee.

D Taantuvat elinkeinot (asiantuntijatyönä luotu tulevaisuuskuva)

Maatalouden määrä laskee merkittävästi, kun tiloille ei löydy jatkajia. Turvetuotanto loppuu ilmastopoliittisten linjausten takia. Metsätaloudessa painopiste siirtyy energiapuun tuottamiseen. Asutus vähenee merkittävästi ja keskittyy entistä enemmän taajamiin. Alueen asukkaiden väheneminen näkyy myös virkistyskäytön määrän

pienenemisenä. Asenteet ja intressit muuttuvat niin, että myös ihmisten kiinnostus ulkoiluun, retkeilyyn ja virkistyskäyttöön vesistöissä ja niiden äärellä laantuu. Alue ei myöskään suuresti houkuttele matkailijoita kauempaa, koska se ei ole valtakunnallisesti kiinnostava kohde.

Peltoalan muutoksen vaikutus kuormitukseen arvioitiin VIHMA-mallilla. Tulevaisuuskuvassa Kasvava kuormitus (C) turvetuotanto loppuu ja turvetuotantoalueet otetaan viljelykäyttöön, jolloin fosforikuormitus lisääntyy. Tulevaisuuskuvassa Taantuvat elinkeinot (D) viljelykäytöstä poistuvien peltojen oletettiin metsittyvän ja viljelykäytöstä poistuvien alueiden kuormituksen arvioitiin laskevan luonnonhuuhtouman tasolle. Metsätalouden muutokset arvioitiin VEPSin ominaiskuormituslukujen avulla. Arviot 2000-luvun ojituksista ja hakkuista saatiin metsäkeskukselta. Asutuksen kuormitusmuutos laskettiin VEPSin ominaiskuormituslukujen perusteella.

Viimeisen kolmenkymmenen vuoden aikana on vapaa-ajan asuntojen määrän kasvu hidastunut paikoin selvästi. Niiden määrä esimerkiksi Isojärvellä nousi 1970-luvun alussa kuudessa vuodessa yli 30 %, mutta seuraavassa runsaassa kolmessakymmenessä vuodessa enää 10 %, noin 550:stä (Vesihallitus 1978) noin 600 vapaa-ajan asuntoon. Lisäksi vakituksessa asutuksessa tai muussa käytössä on Isojärvellä nykyään noin 170 rantakiinteistöä (taulukko 22). Tulevaisuuskuvia muodostettaessa ja virkistyskäytön

Taulukko 15. Maankäytön ja virkistyskäytön muutokset tulevaisuuskuvissa. Nuolet kuvaavat kehityksen suuntaa ja voimakkuutta.

	A Väestö keskittyy ja vähenee	B Matkailu kukoistaa	C Kasvava kuormitus	D Taantuvat elinkeinot
Maatalous				
<i>Peltopinta-ala</i>				
Loivat	→	↗	↗	↓
Keskimääräiset	→	→	↗	↓
Kaltevat	→	↘	↗	↓
Rantapellot	↘	↘	↗	↓
Metsätalous				
Kunnostusojitusten määrä	↗	→	↑	↘
Uudisojitusten määrä	↓	→	↑	↘
Hakkuiden määrä	→	→	↑	↘
Asutus				
Viemäriverkoston ulkopuolella olevien kiinteistöjen määrä	↓	↓	↗	↘
Kesämökkien määrä	↘	↗	→	→
Vakituisten ranta-asuntojen määrä	↘	↗	→	→
Turvetuotanto				
Turvetuotannon ala	→	→	↓	↓
Virkistyskäyttö				
Uinnin määrä	↗	↑	↘	↓
Kalastuksen määrä	↗	↑	↘	↓
Veneilyn määrä	↗	↑	↘	↓

Taulukko 16. Tulevaisuuskuvien arvioidut vaikutukset koko vesistön fosforikuormitukseen. Luvut kuvaavat muutoksia nykytilaan.

	A Väestö keskittyy ja vähenee		B Matkailu kukoistaa		C Kasvava kuormitus		D Taantuvat elinkeinot	
	%	P kg	%	P kg	%	P kg	%	P kg
Maatalous	-5 %	-2 200	-7 %	-2 800	56 %	23 000	-53 %	-22 000
Metsätalous	6 %	300	0 %	0	50 %	2 500	-20 %	-1 000
Turvetuotanto	0 %	0	0 %	0	-100 %	-1 300	-100 %	-1 300
Haja-asutus	-45 %	-2 700	-38 %	-2 300	17 %	1 000	-15 %	-900
Luonnonhuuhtouma	1 %	200	1 %	200	-6 %	-1 100	4 %	700
Yhteensä	-6 %	-4 400	-7 %	-4 900	32 %	24 100	-33 %	-24 500

kehittymistä arvioitaessa oletettiin, että kiinteistöjen määrä järvillä kasvaa vain hitaasti, koska suurten järvien rannat ovat jo varsin täyteen rakennettuja.

Tulevaisuuskuvien (A-D) vaikutukset koko vesistöalueen kuormitukseen on esitetty taulukossa 16. Niiden vaikutus kuormitukseen arvioitiin myös erikseen Karvianjärvelle ja Karhijärvelle. Ne eivät juuri eroa koko vesistöalueen arvioista. Suurin ero on se, että turvetuotanto ei vaikuta Karhijärven tilaan.

Koska Karvianjoen vesistössä maatalouden osuus kuormituksesta on lähes 50 %, vaikuttaa kuormituksen kehittymiseen luonnollisesti eniten se, miten maatalouden arvioidaan alueella kehittyvän. Maatalouden kuormitusmuutoksen suhteen melko vähän nykytasosta poikkeavissa tulevaisuuskuvissa A ja B haja-asutuksen kehitystä koskevat oletukset vaikuttavat kilomääräisesti yhtä paljon fosforikuormitukseen kuin maatalous.

Tulevaisuuskuvissa tarkastellaan myös muutoksia vesistön käytössä. Ranta-asutuksen ja virkistyskäytön määrän kasvu lisää myös sellaista virkistyskäyttöä, johon vedenlaadulla on suoria tai välillisiä vaikutuksia. Tarkasteluissa oletettiin, että virkistyskäytön suhteelliset muutokset ovat samansuuntaisia koko vesistöalueella. Arvioidut muutokset on esitetty taulukossa 15.

5.7

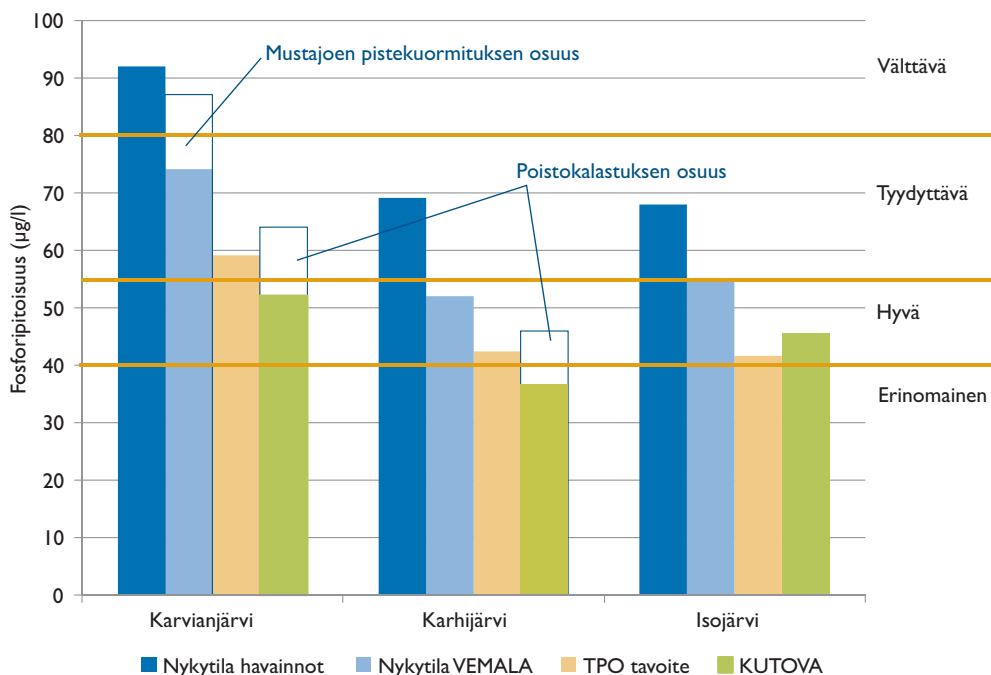
Vaihtoehtojen vaikutukset vedenlaatuun

Tässä kohdassa kuvataan sekä toimenpidevaihtoehtojen (TPO- ja KUTOVA-vaihtoehdot) että tulevaisuuskuvien (A-D) vaikutukset järvien fosforipitoisuuksiin. Tarkasteluissa VEMALA-malliin syötettiin kuormituksen suhteellinen muutos kussakin toimenpidevaihtoehdon (taulukko 12) ja tulevaisuuskuvan (taulukko 16) yhdistelmässä. Tuloksena saatiin fosforipitoisuus laskentajakson (1991–2008) jokaisena päivänä. Niistä laskettiin kunkin järven fosforipitoisuuksille keskiarvot ja mediaanit sekä vuosittain että kasvukausien ajalta.

Kuvassa 30 on esitetty kunkin järven kasvukauden fosforipitoisuudet nykytilassa sekä havaintojen perusteella että VEMALA-mallilla laskettuna. Lisäksi kuvassa on esitetty toimenpideyhdistelmien vaikutukset kunkin järven kasvukauden fosforipitoisuuksiin. Toimenpiteiden vaikutusten arvioinnissa järvien nykytilana on käytetty VEMALA-mallilla arvioitua fosforipitoisuutta ei havaintoihin perustuvaa fosforipitoisuutta. Karvianjärven VEMALA-mallinuksissa ei otettu huomioon Mustajoen pistekuormituksen vähenemisen vaikutusta. Se arvioitiin VEMALA-mallin tuloksia hyödyntäen fosforikuormituksen ja järven keskimääräisen fosforipitoisuuden riippuvuuden perusteella. Mustajoen pistekuormituksen vähennys on otettu huomioon Karvianjärven TPO- ja KUTOVA-vaihtoehtoissa.

Kuvasta 30 nähdään, että VEMALA-mallin lasketut nykytilan fosforipitoisuudet ovat erityisesti Karhijärvellä ja Isojärvellä pienemmät kuin havaintojen perusteella lasketut keskiarvot. VEMALAn tulosten perusteella nykytilassa Karhijärvi ja Isojärvi olisivat fosforipitoisuudella mitattuna hyvässä tilassa. Tulos ei vastaa vedenlaatuha-
vainnoista laskettuja kasvukauden keskimääräisiä fosforipitoisuuksia, jotka kuvaavat molemmilla järvilla tyydyttävää tilaa. Laskentatuloksia tulkittaessa tulee ottaa huomioon, että toimenpidevaihtoehdoissa lähtötilanteena on käytetty VEMALA-mallilla arvioitua nykytilaa, jonka perusteella kunkin järven tila on havaittua parempi. Yksi tapa haarukoida muutoksia havaintoihin on arvioida ensiksi, kuinka suuri suhteellinen muutos fosforipitoisuuksissa toimenpiteillä saavutetaan ja sen jälkeen muuttaa havaittuja pitoisuuksia tässä samassa prosentuaalisessa suhteessa.

Ero VEMALA-mallilla mallinnettujen ja havaittujen fosforipitoisuuksien välillä johtuu suurelta osin sisäisen kuormituksen vaikutuksesta. Järvikohtaiset arviot sisäisen kuormituksen suuruudesta voivat olla liian pieniä. Sisäisen kuormituksen laskenta perustuu kalibroituihin ja kesäkuukausille vakioituihin järvi-kohtaisiin arvoihin fosforin vapautumisesta sedimentistä (kg/päivä). Prosessiperustaisen sisäisen kuormituksen kuvauksen sisällyttäminen VEMALA-malliin on parhaillaan käynnissä. Lisäksi lasketut pitoisuudet kuvaavat koko järven keskimääräistä pitoisuutta. Esimerkiksi Isojärvellä havaintoihin perustuva fosforipitoisuus on laskettu Sotamiehenluodon näytepisteestä, joka sijaitsee lähellä Pomarkunjoen tulouomaa. Tämän näytepisteen havainnot kuvaavat järven tulevan veden pitoisuutta ja ovat suurempia kuin VEMALA-mallilla lasketut arvot. Pomarkunjoesta kauempana olevassa havaintopisteessä fosforipitoisuudet ovat olleet noin 75 % Sotamiehenluodon pisteen pitoisuudet. Eroa voi selittää myös se, että VEMALA-mallin pitoisuus kuvaa pitoisuutta järven luusuassa ja siinä on otettu huomioon järvessä tapahtuva sedimentaatio.

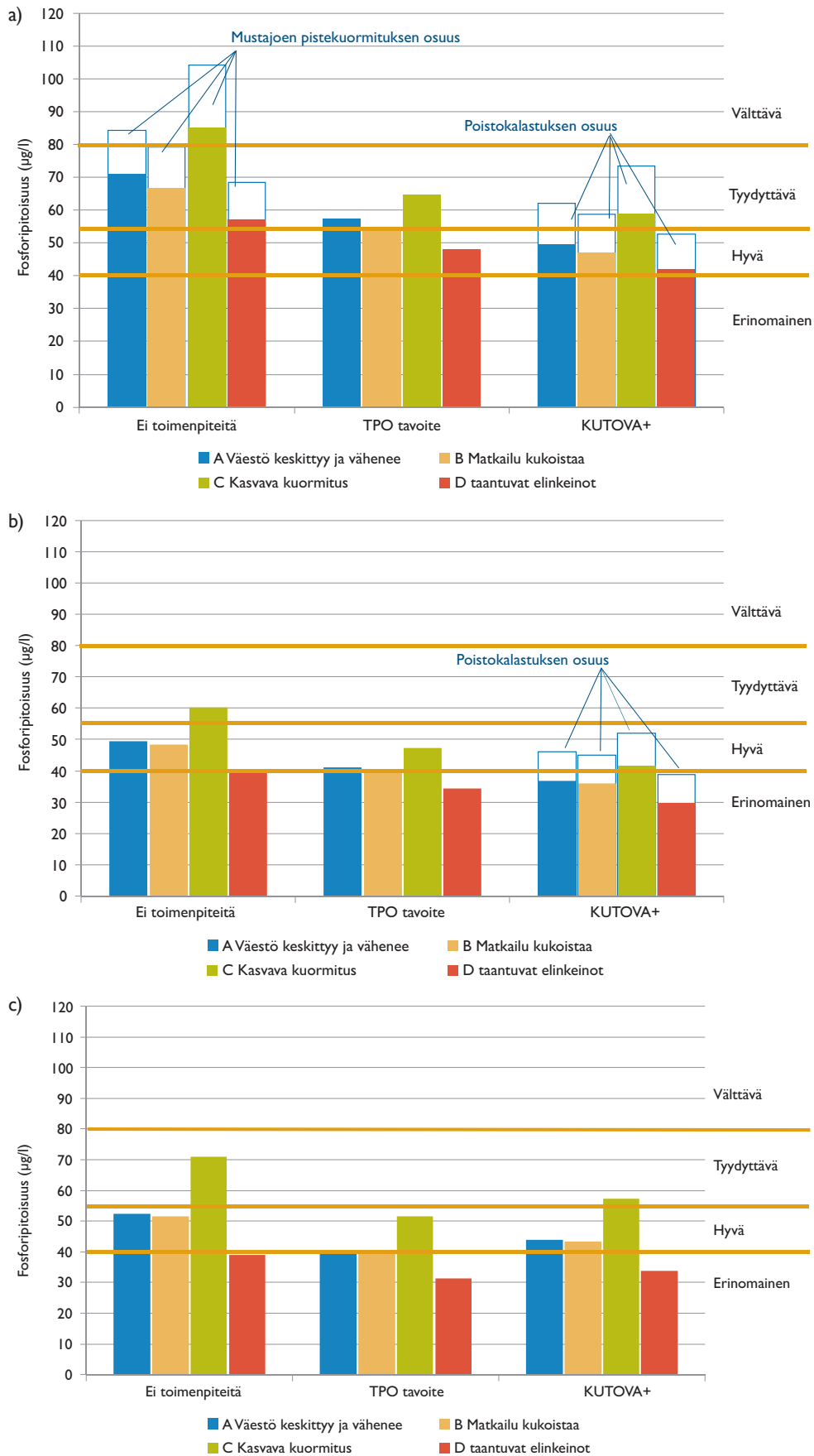


Kuva 30. Kohdejärvien kasvukauden 2000–2010 havaintojen perusteella lasketut keskimääräiset fosforipitoisuudet nykytilassa sekä VEMALA-mallilla simuloitujen kasvukauden keskimääräiset fosforipitoisuudet nykytilassa ja eri toimenpidevaihtoehdoissa. Mustajoen pistekuormituksen vähentämisen vaikutukset Karvianjärven fosforipitoisuuteen on arvioitu VEMALAn tuloksista muodostetun regressioyhtälön avulla. Isojärven havaintoihin perustuva kasvukauden fosforipitoisuus on laskettu Sotamiehenluodon mittaustulosten perusteella.

Seuraavassa on tiivistetty tarkastelun keskeiset johtopäätökset sekä järviittäin että yleisesti. Järvikohtaisissa päätelmissä on oletettu, että fosforipitoisuuden muutos olisi prosentuaalisesti sama kuin toimenpidevaihtoehdoilla aikaansaattava muutos VEMALA-mallilla laskettuun nykytilaan verrattuna.

- **Karvianjärvellä** TPO-vaihtoehdossa alenema VEMALA-mallilla laskettuun nykytilaan on n. 33 %. Havainnoista lasketun fosforipitoisuuden, 91 µg/l, lasku 33 %:lla alentaa pitoisuuden tasolle 60 µg/l ja tila paranisi yhdellä luokalla välttävistä tyydyttävään. Myös pelkällä Mustajoen pistekuormituksen vähentämisellä (fosforikuormituksen aleneman oletettiin olevan 1000 kg/vuosi) voidaan päästä tyydyttävään tilaan. KUTOVA-vaihtoehdon mukaisilla toimenpiteillä olisi tarkastelujen perusteella mahdollista päästä hieman TPO-vaihtoehtoa pienempiin fosforipitoisuuksiin hyvän ja tyydyttävän tilan rajalle.
- **Karhijärvellä** TPO-vaihtoehdon alenema VEMALA-mallilla laskettuun nykytilaan on n. 20 %. Havainnoista lasketun fosforipitoisuuden, 69 µg/l, lasku 20 %:lla alentaisi pitoisuuden tasolle 55 µg/l. TPO-vaihtoehdossa päädyttäisiin siis hyvän ja tyydyttävän tilan rajalle. KUTOVA-vaihtoehdossa hyvä taso saavutettaisiin edellyttäen, että myös poistokalastus toteutetaan.
- **Isojärvellä** TPO-vaihtoehdon alenema VEMALA-mallilla laskettuun nykytilaan on n. 23 %. Sotamiehenluodon havainnoista lasketun fosforipitoisuuden, 68 µg/l, lasku 23 %:lla johtaisi pitoisuuteen 52 µg/l. Koska Sotamiehenluodon pitoisuudet ovat Pomarkunjoen vaikutuksesta yleensä muita havaintopisteitä korkeampia voidaan koko Isojärven arvioida fosforipitoisuuksien perusteella olevan TPO-vaihtoehdossa selvästi hyvässä tilassa. Myös KUTOVA-vaihtoehdossa päästäisiin hyvään tilaan, vaikka siinä fosforipitoisuus onkin hieman TPO-vaihtoehtoa korkeampi. KUTOVA-vaihtoehtoon ei Isojärvellä sisältynyt poistokalastusta.
- Kustannustehokkaimmillaan valuma-alue-toimenpiteillä ei päästä toimenpideohjelmassa esitettyyn kuormituksen vähennystavoitteeseen.
 - KUTOVA-vaihtoehdossa järvien fosforipitoisuudet ilman poistokalastusta ovat korkeammat kuin TPO-vaihtoehdossa. Syitä tähän voivat olla mm. se, ettei KUTOVA-tarkastelussa otettu huomioon karjatalouden toimenpiteitä eikä myöskään neuvonnan mahdollista kuormitusta alentavaa vaikutusta. Tulosten vertailukelpoisuutta heikentää myös se, että TPO-vaihtoehdossa toimenpiteiden kohdentaminen kohdejärvien valuma-alueille on perustunut yksinkertaistuksiin (ks. kohta 5.5.1).
- Karvianjärvellä ja Karhijärvellä poistokalastuksella aikaansaattava fosforipitoisuuden alenema on samaa suuruusluokkaa kuin TPO- ja KUTOVA-vaihtoehtoihin sisällytetyillä valuma-alue-toimenpiteillä.
 - Molemmissa järvissä on sekä koekalastuksien että poistopyyntikokeilujen perusteella erittäin suuri ja särkikalavaltainen biomassa. Arvio poistokalastuksen suuresta tehokkuudesta perustuu sellaisten vastaavien järvien biomanipulaatioiden keskimääräisiin tuloksiin, joissa kalojen poistopyynnin saalis on ollut fosforipitoisuuteen nähden riittävä. Särkikalojen vaikutuksen mukaan laskeminen fosforipitoisuuden keskiarvoon ei poista tarvetta toteuttaa esitettyjä ulkoisen kuormituksen vähentämistoimenpiteitä, koska kalojen mukana poistuvat ravinteet eivät vähennä ulkoista kuormitusta.

Toimenpiteiden vaikutusta vedenlaatuun arvioitiin myös eri tulevaisuuskuuvissa (A-D). Eri tulevaisuuskuuvien fosforikuormituksessa on suuria eroja. Kasvava kuormitus (C) -tulevaisuuskuuvassa se on nykyistä n. 30 % suurempi ja Taantuvat elinkeinot -tulevaisuuskuuvassa se on n. 30 % nykyistä pienempi (taulukko 16). Karvianjärven Karhijärven ja Isojärven tulokset on esitetty kuvassa 31.



Kuva 31. Karvianjärven (a), Karhijärven (b) ja Isojärven (c) kasvukauden keskimääräinen fosforipitoisuus tulevaisuuskuvien ja toimenpiteiden yhdistelmissä. Nykytilassa VEMALA-mallilla laskettu fosforipitoisuus on Karvianjärvellä n. 85 µg/l, Karhijärvellä n. 52 µg/l ja Isojärvellä n. 55 µg/l.

Ei toimenpiteitä -tulevaisuuskuvasa Karvianjärven fosforipitoisuudet ovat välttävällä tasolla kaikissa muissa tulevaisuuskuvasa paitsi Taantuvat elinkeinot (D) -tulevaisuuskuvasa, jossa päästään tyydyttävän luokan mukaisiin pitoisuuksiin. TPO-vaihtoehdossa fosforipitoisuudet laskevat tyydyttävälle tasolle kaikissa tulevaisuuskuvasa ja Taantuvat elinkeinot (D)-tulevaisuuskuvasa hyvään tasoon. KUTOVA-vaihtoehdon mukaisilla toimenpiteillä hyvään tilaan päästään kaikissa muissa tulevaisuuskuvasa paitsi Kasvava kuormitus (C). Karhijärvellä ja Isojärvellä päästään hyvään tilaan Kasvava kuormitus (C) -tulevaisuuskuvaa lukuun ottamatta muissa tulevaisuuskuvasa päästään hyvään tilaan.

5.8

Vesienhoidon hyötyjen ja haittojen arviointi Karvianjärvellä

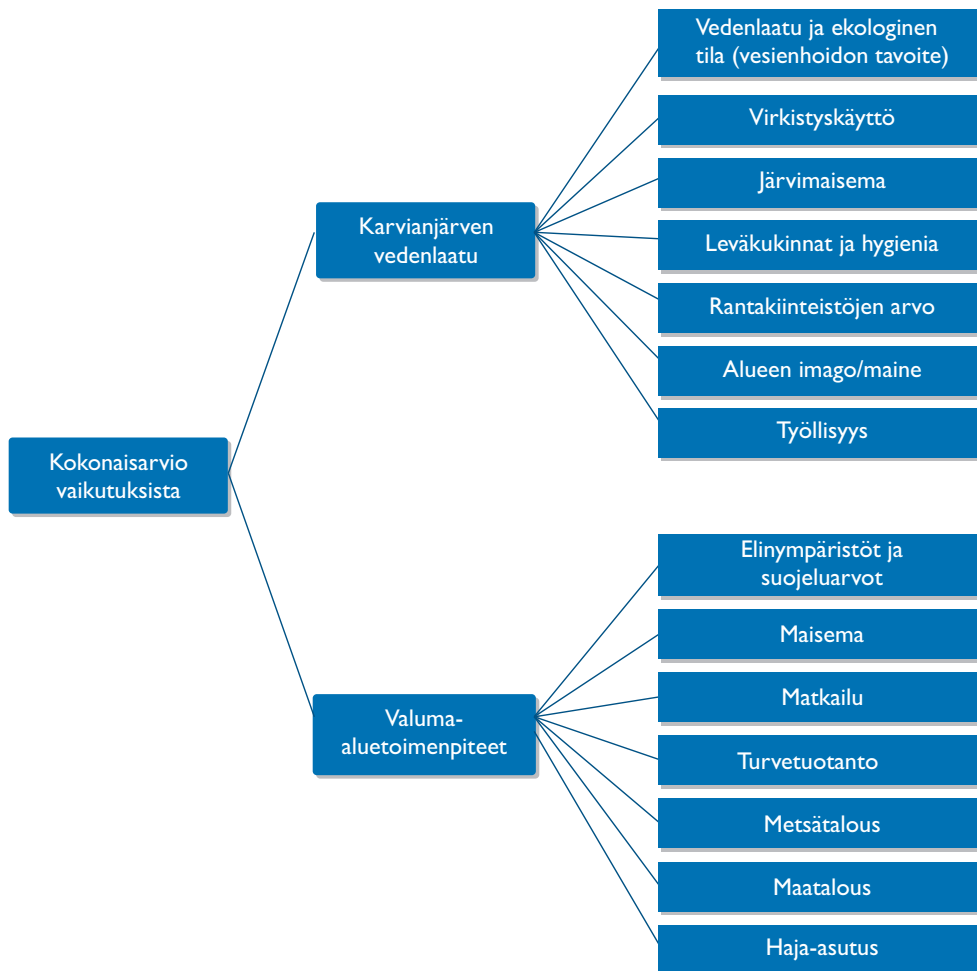
Vesistöjen vedenlaadun muutoksilla on monenlaisia niin ekologisia, sosiaalisia kuin taloudellisiakin vaikutuksia. Vedenlaadun itsessään voidaan katsoa olevan jo jonkinlainen itseisarvo, sillä laissa vesienhoidon järjestämisestä tavoitteeksi on määritetty vähintään hyvä fysikaalis-kemiallinen taso. Lisäksi vedenlaadulla on välillisiä ekologisia vaikutuksia vesiekosysteemin muihin tekijöihin kuten kasvillisuuteen, kalastoon ja linnustoon. Vesistöjen lisääntynyt ja monimuotoinen virkistyskäyttö edellyttää myös riittävän hyvää vedenlaatua. Vedenlaadun voimakkaalla heikentymisellä voidaan katsoa olevan vaikutuksia asuinympäristön viihtyisyyteen. Sinileväkukintoihin liittyy myös veden käyttöä koskevia rajoituksia ja terveydellisiä vaikutuksia, esimerkiksi allergisia reaktioita. Laajemmalti ajateltuna vedenlaadulla voidaan arvioida olevan vaikutuksia järven lähialueen vetovoimaan ja tätä kautta myös muita taloudellisia vaikutuksia. Järven heikentynyt maine voi alentaa rantakiinteistöjen arvoa ja heikentää matkailun edellytyksiä. Lisäksi rehevän järven ranta-asukkaille voi syntyä erilaisia kustannuksia siitä, että he pitävät kunnossa omaa käyttörantaansa.

Vesistön tilan parantamiseksi tehtävillä toimenpiteillä on myös muita kuin vedenlaadun kautta syntyviä vaikutuksia. Kosteikoilla ja suojavyyhykkeillä on monimuotoisuutta lisäävä vaikutus. Investoinneilla vesiensuojelutoimenpiteisiin ja mahdollisilla toimintaa koskevilla rajoituksilla voi olla myös merkittäviä taloudellisia vaikutuksia asukkaille ja elinkeinonharjoittajille.

Karvianjärvellä sovellettiin monitavoitearviointia vesiensuojelun hyötyjen ja haittojen kokonaisvaltaiseen ja järjestelmälliseen tarkasteluun. Arviointitekijöiden määrittämisessä hyödynnettiin mm. Karvianjoen vesistöalueen vuorovaikutuksen kehittäminen -hankkeessa (Suomen ympäristökeskus 2008) tunnistettuja tavoitteita, tulevaisuuskuvioiden muodostamisessa ilmenneitä tärkeitä vaikutuksia sekä aluetta koskevia selvityksiä ja suunnitelmia. Arvioinnissa vaikutukset ryhmiteltiin Karvianjärven vedenlaadun paranemisen hyötyihin sekä valuma-alueella tehtävien toimenpiteiden vaikutuksiin (kuva 32). Kuvasta poiketen Karvianjärvi-arviointikehikkoon ei sisällynyt haja-asutusta arvioinnissa tehdyin virheen vuoksi.

Vaihtoehdon vaikutukset eri tekijöiden suhteen arvioitiin käyttäen vesistömallilla laskettuja fosforipitoisuuksia, VIRVA-mallista saatuja hyötyarvoja, vesienhoitotyössä esitettyjä toimenpiteiden sektorikustannuksia ja asiantuntija-arvioita. Vaikutukset kuvattiin arviointilomakkeella, jossa oli esitetty myös kysymykset vaikutusten merkittävyyden arvioimiseksi. Arviot vaihtoehdojen vaikutuksista esitettiin paneelin toisessa kokouksessa. Osallistujilla oli myös tilaisuus antaa oma arvio vaikutuksesta. Arviointilomakkeen kysymyksiin vastaaminen tapahtui ohjatusti ko. paneelin kokouksessa.

Vaikutukset Karvianjärveen ovat myönteisiä ja merkittävimmät hyödyt syntyvät Karvianjoki-paneelin jäsenten mielestä ranta-asutuksen virkistyskäytön olosuhte-

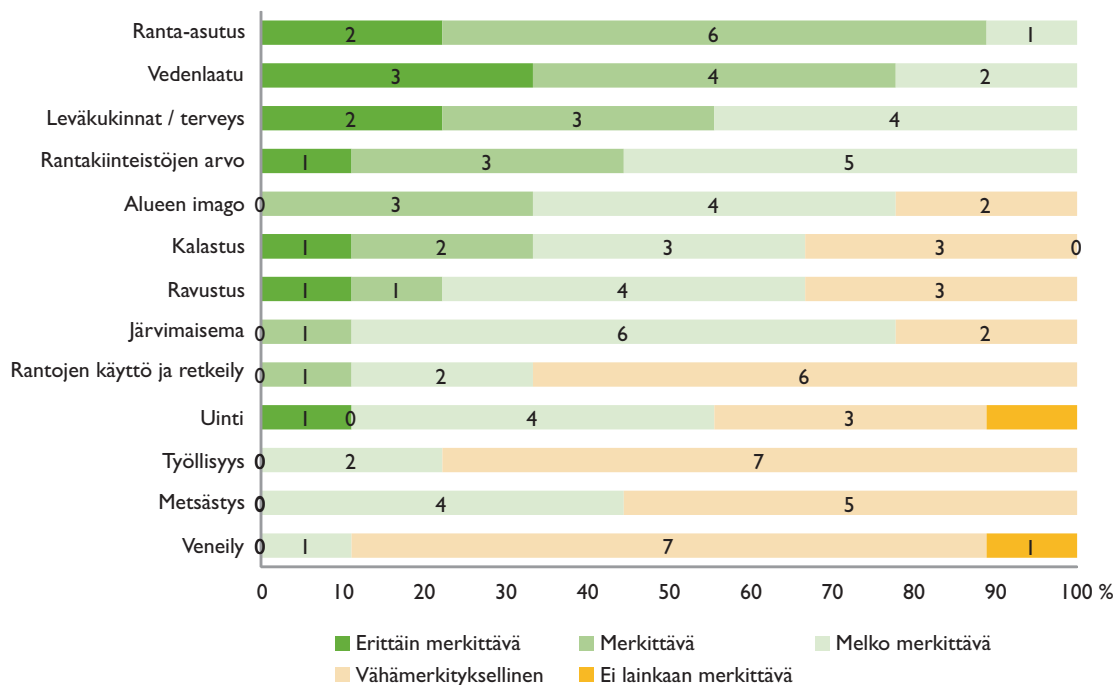


Kuva 32. Karvianjärven vesienhoidon hyötyjen ja haittojen arviointiin sisällytetyt tekijät. Virkistyskäyttöön sisältyvät kalastus, veneily, uinti, mökkeily, ravustus, retkeily ja metsästys.

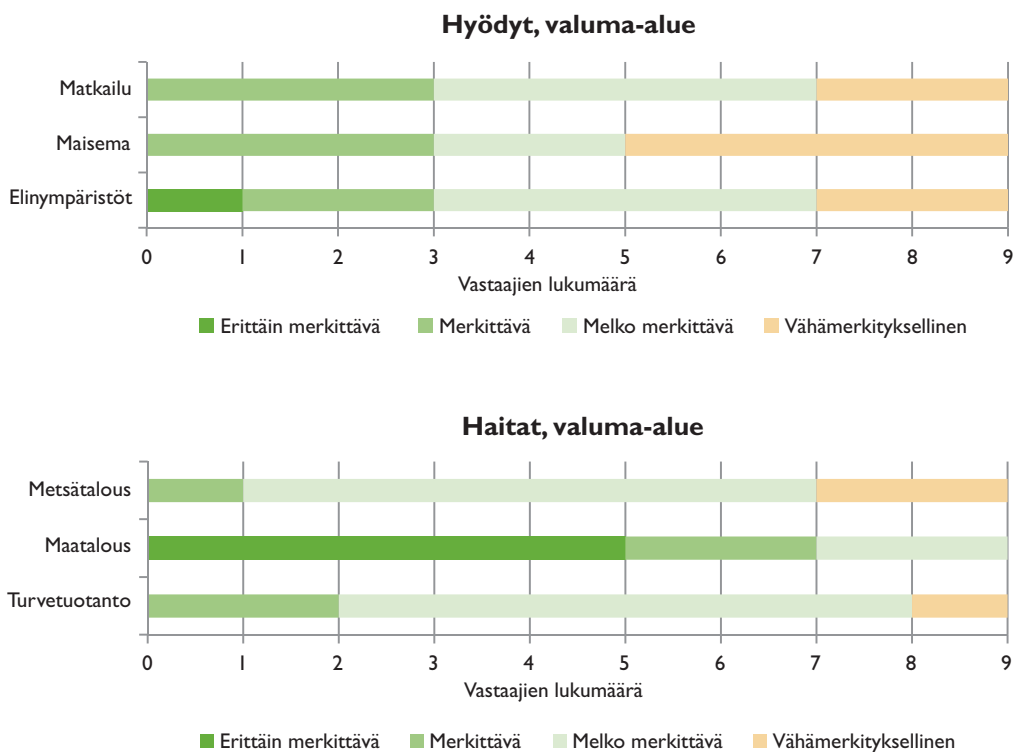
den paranemisesta ja leväkukinnoista aiheutuvien terveusriskien vähenemisestä. Vedenlaadulle vesienhoidossa asetetun tavoitetilan saavuttamista pidettiin myös itseisarvoisesti tärkeänä. Arviot toimenpiteiden järveen liittyvien hyötyjen merkittävyydestä on esitetty kuvassa 33.

Vesienhoitotoimenpiteiden myönteisistä vaikutuksista valuma-alueella merkittävimpinä pidettiin vaikutuksia matkailuun ja elinympäristöjen monimuotoisuuteen. Vesienhoitotoimenpiteet aiheuttavat kuitenkin myös lisäkustannuksia ja voivat rajoittaa elinkeinojen harjoittamista. Kielteisistä vaikutuksista merkittävimpinä pidettiin kustannuksia maataloudelle. Turvetuotannolle ja metsätaloudelle koituvia haittoja pidettiin selvästi vähämerkityksellisempinä. Arviot noudattivat vaihtoehtojen välillä olevia euromääräisiä suuruusluokkaeroja. Haja-asutuksen jätevedenkäsittelystä aiheutuvia lisäkustannuksia ei sisällytetty tähän tarkasteluun. Panelistien antamat merkittävyysarviot valuma-alueen hyödyille ja haitoille on esitetty kuvassa 34.

Karvianjoki-paneelin asiantuntijoiden mielestä Karvianjärven virkistyskäytölle syntyvän hyödyn osuus vesienhoitotoimenpiteiden kokonaishyödystä on keskimäärin 52 %, ollen enimmillään 65 % ja pienimmillään 42 %. Asiantuntijat arvioivat siis, että noin puolet hyödystä on peräisin muista tekijöistä kuin Karvianjärven virkistysarvon paranemisesta. Virkistyskäyttöön laskettiin kuuluviksi ranta-asutus, kalastus, uinti, veneily, metsästys, ravustus, rantojen käyttö ja retkeily, järvimaisema sekä leväkukinnat ihmisten ja kotieläinten terveysnäkökulmasta.



Kuva 33. Karvianjoki-paneelin jäsenten näkemykset Karvianjärven vedenlaadun paranemisesta syntyvien hyötyjen merkittävyydestä (n=9). Kyselylomakkeessa kuvattiin, minkälaisia vaikutuksia vedenlaadun paranemisella välttävästä hyväan tilaan voisi olla ja arvioijat ilmaisivat mielipiteensä vaikutuksen merkittävyydestä. Palkeissa olevat numerot kuvaavat vastaajien lukumääriä.



Kuva 34. Karvianjoki-paneelin jäsenten näkemykset Karvianjärven valuma-alueella syntyvien hyötyjen ja haittojen merkittävyydestä (n=9). Kyselylomakkeessa kuvattiin, minkälaisia vaikutuksia vedenlaadun paranemisella välttävästä hyväan tilaan voisi olla ja arvioijat ilmaisivat mielipiteensä vaikutuksen merkittävyydestä. Palkeissa olevat numerot kuvaavat vastaajien lukumääriä.

Vaikutukset vesistön virkistyskäyttöarvoon

Vedenlaadun vaikutukset vesistön virkistyskäyttöarvoon laskettiin VIRVA-mallilla (ks. kohta 2.10). Kohdassa 5.9.1 kuvataan tarkastelujen lähtötiedot. Tulokset kohdejärville esitetään kohdassa 5.9.2. Lähtötietojen muutosten vaikutusta lopputulokseen kuvataan kohdassa 5.9.3. Lisäksi kohdassa 6.1 on yhteenveto koko vesistöalueelle tehtyjen laskelmien tuloksista.

5.9.1

Lähtötiedot

Vesistön rannalla sijaitsevien kiinteistöjen rahamääräinen vesistöä riippuva virkistyskäyttöarvo lasketaan VIRVA-mallilla tontin ja rakennuksen keskimääräisten markkinahintojen avulla. Laskelmissa määritetään kiinteistön vuosikustannukset, joiden laskemiseksi tarvitaan kuoletusaika sekä korkoprosentti. Lisäksi tarvitaan tieto siitä, mikä on rantakiinteistön vesistöä riippuvan virkistysarvon osuus rantakiinteistön arvosta. Taulukossa 17 on esitetty laskelmissa käytetyt oletusarvot.

Rantakiinteistön vesistöä riippuva virkistyskäyttöarvo on määritetty rantatontin ja rakennuksen arvon perusteella. Laskelmissa käytetty rantatontin hinta, 50 000 euroa, määritettiin vuosina 2006–2010 Satakunnassa myytyjen haja-asutusalueella sijaitsevien ja rantaan rajoittuvien lomakiinteistöjen mediaanihinnan perusteella. Laskelmissa käytettiin noin 70 m² olevan hirsirakenteisen rakennuksen arvoa, jonka hinnan arvioitiin olevan 25 000 euroa. Kiinteistön hinnasta laskettu virkistysarvo on siten pääomitettu arvo. Lisäksi laskelmissa huomioitiin kuluttajahintaindeksin mukainen muutos vertailuvuoteen 2011.

Finanssialan keskusliiton mukaan asuntolainojen keskimääräinen kuoletusaika on alle 18 vuotta. Kuitenkin vuosina 2008–2009 tyypillinen kuoletusaika oli 20 tai 25 vuotta (Finanssialan keskusliitto 2011). Tämän raportin laskelmissa kuoletusajan oletetaan olevan vakio ja 20 vuotta. Laskelmissa käytetty korkokanta, 5 %, valittiin pyöristämällä Suomen Pankin peruskoron pitkän aikavälin (1950–2012) keskiarvo lähimpään kokonaislukuun.

Rantakiinteistön vesistöä johtuva vuotuinen virkistysarvo oletettiin olevan tontin arvosta 80 prosenttia ja rakennuksen arvosta 30 prosenttia (Mattila 1995). Laskelmissa käytetään ko. arvoja sekä vakituudessa käytössä että loma-asuntoina oleville rakennuksille. Esimerkiksi pysyväisasutuksessa vesistön ja vedenlaadun osuus hinnasta voi kuitenkin olla loma-asuntoa pienempi.

Taulukko 17. Rantakiinteistöjen virkistyskäyttöarvoa koskevissa laskelmissa käytettyjä lähtötietoja.

Tontin hinta (€)	50 000
Rakennuksen hinta (€)	25 000
Kuoletusaika (vuotta)	20
Korko (%)	5
Vesistöä aiheutuvan arvon osuus tontin hinnassa (%)	80
Vesistöä aiheutuva arvon osuus rakennuksen hinnassa (%)	30
Rantakiinteistön vesistöä riippuva vuotuinen virkistysarvo (€/vuosi) ¹⁾	6 300

¹⁾ Arvo sisältää rakennuksen ja tontin vuotuisen vesistöä riippuvan virkistysarvon yhteensä, laskettuna kaavalla: tontin tai rakennuksen hinta $\times (1 + \text{korko}/100)^{\text{kuoletusaika}}$. Tulos jaetaan 20 vuoden ajanjaksolle, jolloin saadaan vuotuinen arvo ja kerrotaan vesistöä aiheutuvalla arvon osuudella tontin tai rakennuksen hinnassa (ks. kuva 5).

Rakennushallintarekisterin vuoden 2009 asuin- ja vapaa-ajan rakennustietojen mukaan Karvianjärvellä on 143, Karhijärvellä 359 ja Isojärvellä 776 kiinteistöä. Tilastokeskuksen tietoihin perustuen kesämökkien lukumäärä Kankaanpään, Karvian, Lavian, Pomarkun ja Siikaisten alueella kasvaa noin 4 prosenttia viiden vuoden ajanjaksolla. Laskelmissa on oletettu vuoden 2009 tietoihin muutaman prosentin kasvu. Arvioitu lukumäärä on pyöristetty lähimpään täyteen kymmeneen, jolloin kiinteistöjen lukumääräksi saadaan Karvianjärvelle 150, Karhijärvelle 370 ja Isojärvelle 790.

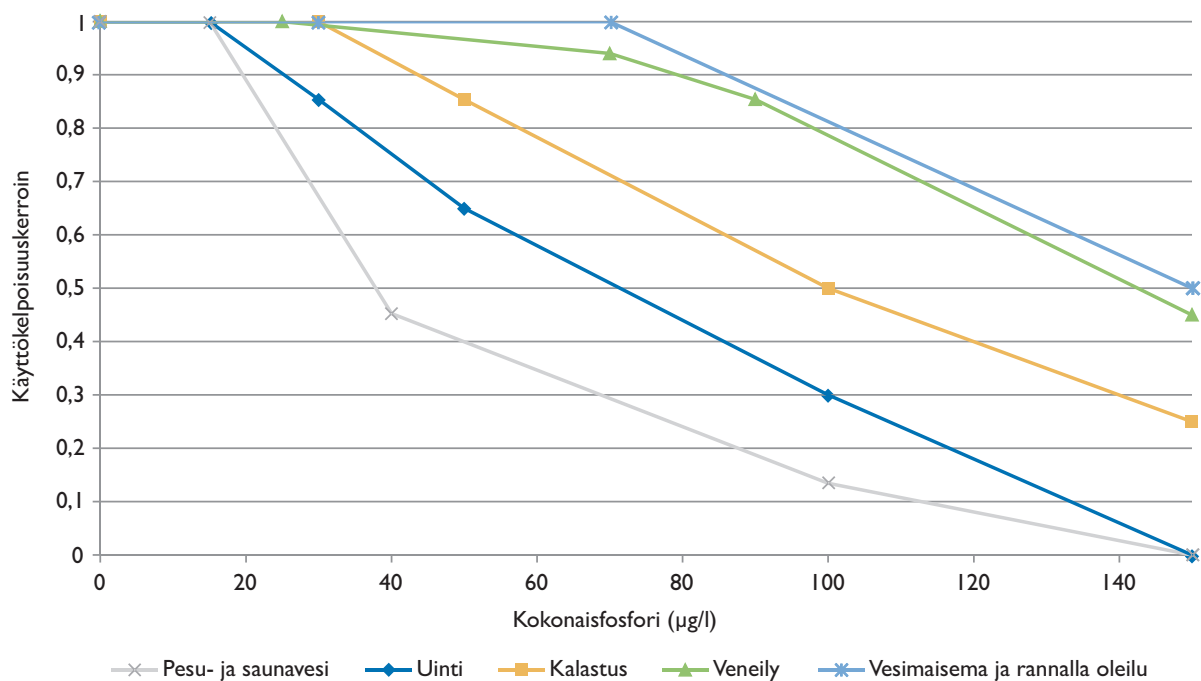
Rantakiinteistöjä käyttävien henkilöiden lisäksi järvillä virkistyy suuri joukko kauempaa tulevia henkilöitä. Vedenlaadun muutoksilla on vaikutusta myös heidän virkistyskäyttönsä. Jos järven tila paranee, voi se lisätä nykyisten käyttäjien kiinnostusta ja halukkuutta käyttää järveä useammin. Toisaalta järvelle voi tulla myös aivan uusia virkistyskäyttäjiä. Vastaavasti, jos järven tila heikkenee, voi se vähentää käyttäjien kokonaismäärää ja yksittäisten käyttäjien käyttökertoja. Käyttäjien määrän on oletettu kasvavan Karvianjärvellä enemmän, kuin Isojärvellä tai Karhijärvellä, johtuen Karvianjärven välttävistä nykytilasta (taulukko 18).

Vedenlaatua kuvaavana mittarina käytetään kokonaisfosforia, joka kuvaa järven ravinne- ja rehevyytasoa ja on tyypillisesti levien kasvua rajoittava ravinne suomalaisissa järvissä. Virkistyskäyttöarvoa heikentävän veden sameuden ja fosforipitoisuuden välillä on myös voimakas korrelaatio. Kokonaisfosforipitoisuuden voidaan katsoa yhdistävän käyttäjien vedenlaadusta kokemat haitat, veden sameuden ja rehevyyden. Myös levien runsautta kuvaavan a-klorofyllipitoisuuden käyttöä vedenlaatua kuvaavana mittarina tutkittiin. Fosforipitoisuuden ja käyttäjien kokeman tilan välillä on kuitenkin Karvianjoen vesistön järvillä huomattavasti voimakkaampi korrelaatio kuin veden klorofyllipitoisuuden ja käyttäjien näkemysten välillä (Marttunen ym. 2012).

VIRVA-mallissa kuvataan vedenlaadun vaikutusta virkistysarvoon käyttömuoto-kohtaisella arvofunktiolla. Kuvassa 35 on esitetty kaikille eri virkistyskäyttömuodoille laaditut arvofunktiot. Mitä loivempi on käyrän muoto, sitä pienempi on vedenlaadun vaikutus järven virkistyskäyttömuodolle. Arvofunktioiden avulla voidaan pystyakselilta lukea käyttökelpoisuuskerroin eri virkistyskäyttömuodoille kullekin kokonaisfosforipitoisuudelle. Jos ihmistoiminta ei ole heikentänyt vesistön

Taulukko 18. Muiden kuin rantakiinteistöjen käyttäjien virkistyskäyttöarvoa koskevissa laskemissa käytettyjä lähtötietoja.

	Järvi	Kalastus	Veneily	Uinti
Käyttäjiä keskimäärin vuodessa nykyisin (hlö/vuosi)	Karvianjärvi	200	10	150
	Karhijärvi	30	30	80
	Isojärvi	30	30	80
Keskimääräinen käyttömäärä vuodessa per käyttäjä nykyisin (krt/hlö/vuosi)	Kaikilla tarkasteltavilla järvillä	5	5	5
Käyttäjien määrän lisääntyminen, jos vedenlaatu paranisi nykytilasta erinomaiseen tilaan (hlö/vuosi)	Karvianjärvi	42	2	32
	Karhijärvi	3	3	8
	Isojärvi	3	3	8
Käyttökertojen määrän lisääntyminen, jos vedenlaatu paranisi nykytilasta erinomaiseen tilaan (krt/hlö/vuosi)	Kaikilla tarkasteltavilla järvillä	1	1	1
Käyttökerran arvo erinomaisessa tilassa (€/hlö/krt)	Kaikilla tarkasteltavilla järvillä	20	15	10



Kuva 35. Eri virkistyskäyttömuodoille laaditut arvofunktiot, jotka muodostettiin virkistyskäyttäjien vastausten perusteella (n=316, Marttunen ym. 2012).

virkistyskäyttöarvoja, saa käyttökelpoisuuskerroin arvon 1. Käyttökelpoisuuskerroimen ollessa 0 on järven tila niin huono, että se ei sovellu tarkasteltaviin virkistyskäyttömuotoihin. Vedenlaatu vaikuttaa eniten pesu- ja saunavedenottoon ja uintiin eli niihin käyttömuotoihin, joissa ollaan välittömässä kosketuksessa veden kanssa. Arvofunktioiden muodon määrittämisessä käytettiin rantakiinteistöjen omistajille vuonna 2010 suunnatun kyselytutkimuksen tuloksia ja paikallista asiantuntemusta. Arvofunktioiden määrittämisen periaatteet on kuvattu erillisessä raportissa (Marttunen ym. 2012).

VIRVA-tarkastelussa muodostetaan ranta-asutukselle käyttökelpoisuuskerroin lukemalla kunkin käyttömuodon käyttökelpoisuuskerroin kuvan 35 pystyakselilta ja kertomalla ne niiden tärkeyttä kohdevesistössä kuvaavilla painoarvoilla. Painoarvot perustuvat vuonna 2008 tehdyn kyselytutkimuksen tuloksiin sekä Mattilan (1995) määrittämiin käyttömuotokohtaisiin painoarvoihin. Käytetyt painoarvot eri käyttömuodoille on esitetty taulukossa 19.

Taulukko 19. Rantakiinteistöjen vesistöstä johtuvan virkistyskäyttöarvon laskennassa eri virkistyskäyttömuodoille annetut normeeratut painoarvot.

Käyttömuoto	Painoarvo
Kalastus	0,17
Veneily	0,22
Uiminen	0,23
Pesu- ja saunavesi	0,15
Vesimaisema ja rannalla oleilu	0,23
SUMMA	1

Karvianjärven, Karhijärven ja Isojärven tulokset

Yksi VIRVA-mallin keskeisiä tuloksia on vesistön käyttökelpoisuuskerroin nykytilassa. Se saadaan laskemalla painotettu keskiarvo eri käyttömuodoille määritettyjen käyttökelpoisuuskertoimien (kuva 35) ja painoarvojen (taulukko 18) perusteella. Saatu kerroin kuvaa sitä, kuinka suuri osa vesistöstä johtuvasta virkistyskäyttöarvosta on jäljellä ja toisaalta sitä, kuinka suuri osa siitä on menetetty nykytilassa verrattuna erinomaiseen käyttökelpoisuusluokkaan. Rantakiinteistöjen virkistyskäyttöarvon alenema nykytilassa on prosentuaalisesti suurin Karvianjärvellä (41 %) ja pienin Isojärvellä (19 %). Karhijärvellä se on 27 %.

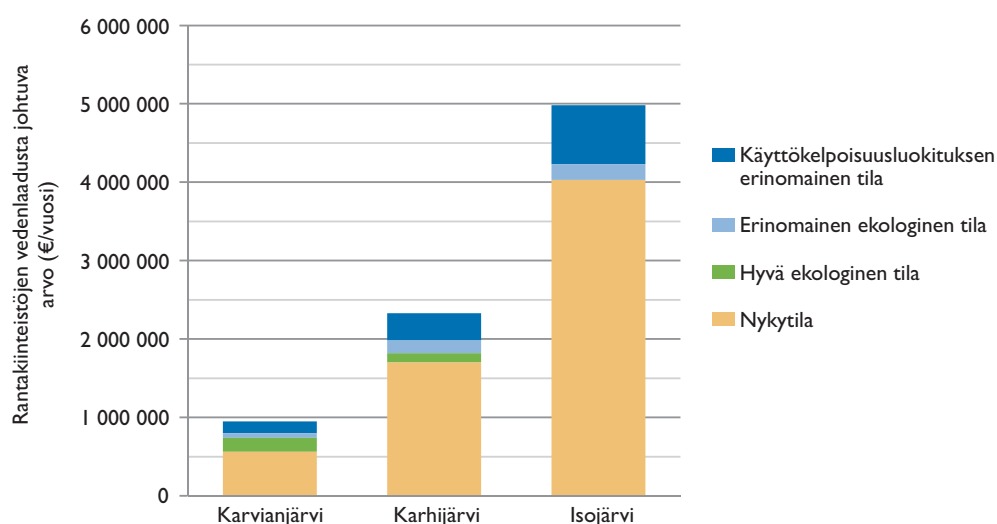
VIRVA-mallilla on arvioitu rantakiinteistöjen vesistöstä johtuvaa virkistyskäyttöarvoa ja muun virkistyskäytön arvoa erilaisilla veden kokonaisfosforipitoisuuksilla. Tarkasteltavat tilanteet ovat:

1. nykytila,
2. aikaisemmin Suomessa käytössä olleen yleisen käyttökelpoisuusluokituksen hyvän ja erinomaisen tilan raja-arvo (kokonaisfosforipitoisuus on 12 µg/l),
3. nykyisin käytössä olevan ekologisen luokituksen tyydyttävän ja hyvän tilan raja-arvo (kokonaisfosforipitoisuus on 55 µg/l) sekä
4. ekologisen luokituksen hyvän ja erinomaisen tilan raja-arvo (40 µg/l).

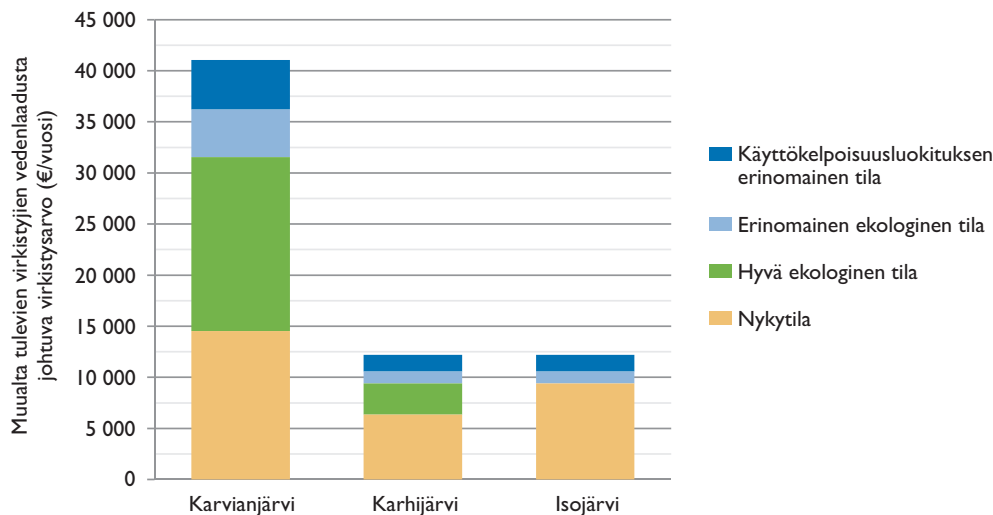
Ekologisen luokituksen raja-arvot määräytyvät järven tyyppin mukaan. Edellä suluissa esitetyt arvot ovat matalille runsashumuksisille järville määritettyjä raja-arvoja. Tarkastelun kohdejärvet Karvianjärvi, Karhijärvi ja Isojärvi kuuluvat tähän järviyppiin.

Järvien rannoilla on runsaasti ranta-asutusta ja siihen on sidottu suuria pääomia. Siksi suurin osa (95–98 %) virkistyskäyttöarvosta muodostuu VIRVA-mallilla arvioituna ranta-asutuksesta. Erityisesti Isojärvellä ja Karhijärvellä muiden kuin ranta-asukkaiden virkistyskäyttö arvioitiin verraten vähäiseksi. Sen sijaan Karvianjärvellä käy runsaasti ulkopaikkakuntalaisia virkistyskalastajia.

Vedenlaadun vaikutus rantakiinteistöjen vuotuisen virkistyskäyttöarvoon kohdejärvillä VIRVA-mallilla laskettuna on esitetty kuvassa 36. Virkistyskäyttöarvo olisi käyttökelpoisuusluokituksen erinomaisessa tilassa suurin Isojärvellä, n. 5 milj. euroa



Kuva 36. Vedenlaadun vaikutus rantakiinteistöjen vuotuisen virkistyskäyttöarvoon kohdejärvillä VIRVA-mallilla laskettuna. Jos vedenlaatu paranee nykytilasta, niin virkistyskäyttöarvo kasvaa pylväässä kuvatulla osuudella.



Kuva 37. Muiden virkistyskäyttäjien virkistyskäytön arvo vuodessa VIRVA-mallilla laskettuna. Jos vedenlaatu paranee nykytilasta, niin virkistyskäyttöarvo kasvaa pylväässä kuvatulla osuudella.

vuodessa. Karhijärvellä vastaava arvo olisi n. 2,2 milj. euroa vuodessa ja Karvianjärvellä noin 1 miljoonaa euroa vuodessa. Vedenlaadun muutos nykytilasta käyttökelpoisuusluokituksen erinomaiseen tilaan aiheuttaa suurimman euromääräisen parannuksen Isojärvellä, n. 930 000 euroa/vuosi. Karhijärvellä muutos olisi n. 620 000 euroa/vuosi ja Karvianjärvellä n. 390 000 euroa/vuosi. Suurin kiinteistökohtainen hyöty saataisiin Karvianjärvellä (taulukko 20).

Muiden kuin rantakiinteistöjen käyttäjien vesistöistä saatava virkistysarvo ja sen mahdollinen kasvu siirryttäessä parempaan tilaan on esitetty kuvassa 37. Muualta tulevien virkistyskäyttäjien vesistöistä aiheutuva hyöty käyttökelpoisuusluokituksen erinomaisessa tilassa on Karvianjärvellä hieman yli 40 000 euroa vuodessa sekä Karhijärvellä ja Isojärvellä noin 12 000 euroa vuodessa. Nykytilassa vastaavat arvot ovat Karvianjärvellä noin 15 000 euroa sekä Karhijärvellä 6 400 euroa ja Isojärvellä 7 400 euroa vuodessa. Suurin käyttäjäkohtainen virkistysarvon nousu saavutettaisiin Karvianjärvellä (ks. taulukko 21). Mikäli Karvianjärven tila paransi nykytilasta käyttökelpoisuusluokituksen erinomaiseen tilaan, olisi käyttäjäkohtainen virkistysarvon kasvu noin 6 euroa/käyttökerta. Vastaavat arvot ovat Karhijärvellä 4 euroa/käyttökerta ja Isojärvellä 2 euroa/käyttökerta.

5.9.3

Lähtötietojen vaikutus VIRVA-mallitarkastelun tuloksiin

VIRVA-mallilla laskettuihin arvioihin sisältyy monia oletuksia ja epävarmuutta, siksi tulokset lasketaan myös käyttäen minimi- ja maksimiarvoja. Lähtötiedot rantakiinteistöjen ja muualta tulevien henkilöiden minimi- ja maksimivirkistysarvoille ovat liitteessä 2. Nykyisestä vedenlaadusta aiheutuva kaikkien järven rantakiinteistöjen arvon alenema vuodessa, verrattuna käyttökelpoisuusluokituksen erinomaiseen tilaan, on esitetty oletus-, minimi- ja maksimiarvoilla laskettuna taulukossa 20.

Verrattuna käyttökelpoisuusluokituksen erinomaiseen tilaan, on nykyisestä vedenlaadusta kaikkien järven rantakiinteistöille aiheutuvan virkistyskäytön aleneman vaihteluväli Karvianjärvellä 0,17–0,81 milj. €, Karhijärvellä 0,29–1,3 milj. € ja Isojärvellä 0,43–1,96 milj. €. Yhdelle rantakiinteistölle vastaavat vaihteluvälit ovat Karvianjärvellä 2 600–4 900 €, Karhijärvellä 1 700–3 300 € ja Isojärvellä 1 200–2 300 €. Epävarmuus myös muualta tulevien henkilöiden virkistyskäyttöarvoon otettiin huo-

Taulukko 20. Nykyisestä vedenlaadusta (ks. taulukko 23) aiheutuva kaikkien järven rantakiinteistöjen virkistyskäyttöarvojen alenema vuodessa verrattuna yleisen käyttökelpoisuusluokituksen erinomaiseen tilaan, oletus-, minimi- ja maksimiarvoilla laskettuna. Kiinteistökohtaiset estimaatit on esitetty suluissa (€/vuosi/kiinteistö).

	Järvi	Oletus	Minimi	Maksimi
Vedenlaadusta aiheutuva kaikkien järven rantakiinteistöjen arvon alenema (€/vuosi)	Karvianjärvi	390 000 (2 600)	170 000 (1 200)	810 000 (4 900)
	Karhijärvi	620 000 (1 700)	290 000 (800)	1 300 000 (3 300)
	Isojärvi	960 000 (1 200)	430 000 (600)	1 960 000 (2 300)

Taulukko 21. Nykyisestä vedenlaadusta (ks. taulukko 23) muille kuin rantakiinteistöjen käyttäjille aiheutuva arvon alenema verrattuna yleisen käyttökelpoisuusluokituksen erinomaiseen tilaan. Estimaatti yhdelle virkistysjälle ja yhdelle käyttökerralle on esitetty suluissa (€/käyttäjä/käyttökerta).

	Järvi	Oletus	Minimi	Maksimi
Vedenlaadusta aiheutuva haitta yhteensä kaikille tarkasteltaville käyttömuodoille, muutos käyttökelpoisuusluokituksen erinomaisesta tilasta nykytilaan (€/vuosi)	Karvianjärvi	26 500 (6)	5 400 (3)	85 800 (9)
	Karhijärvi	5 900 (4)	1 100 (2)	12 700 (6)
	Isojärvi	4 900 (2)	800 (1)	10 500 (3)

mioon ja lähtöarvoille muodostettiin oletusarvojen lisäksi minimi- ja maksimiarvot (taulukko 21).

Muualta tulevien henkilöiden virkistyskäytön osalta vedenlaadun aiheuttamaa haittaa, verrattuna yleisen käyttökelpoisuusluokituksen erinomaiseen tilaan, tarkastellaan sekä käytön intensiteetille että laadulle. Käyttökertojen ja käyttäjämäärien oletetaan nousevan, mikäli vedenlaatu paranisi (ks. liite 2). Veden nykyisestä laadusta yhdelle virkistysjälle koitua hyödyn alenema on Karvianjärvellä 3–9 €/käyttökerta, Karhijärvellä 2–6 €/käyttökerta ja Isojärvellä 1–3 €/käyttökerta.

On varsin epätodennäköistä, että kaikki lähtötiedot saisivat samanaikaisesti minimi- tai maksimiarvon. Siksi esitettyjä vaihteluväliden voidaan arvioida liioittelevan VIRVA -tarkasteluun sisältyvää epävarmuutta. Tarkastelussa on kuitenkin monia oletuksia ja siksi yhden pistearvon esittäminen ei ole perusteltua.

5.10

Hyötyjen ja kustannusten vertailu Karvianjärvellä

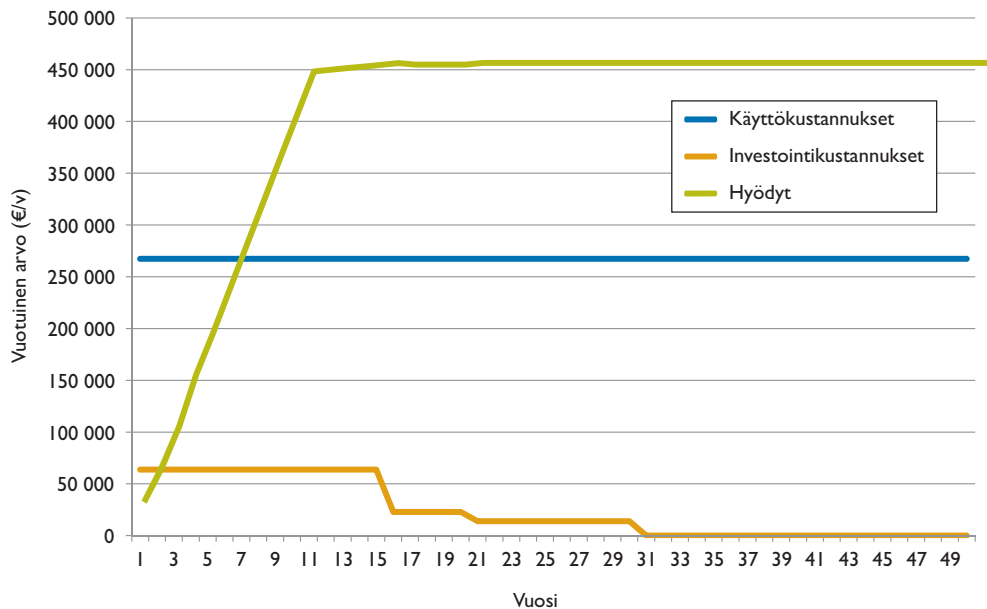
KUTOVA-vaihtoehdon kustannusten ja hyötyjen vertailua varten tarkasteltiin sekä investointikustannuksia että vuotuisia käyttökustannuksia. Kustannuksiin lisättiin myös poistokalastus. Investoinnit oletettiin tehtäviksi 50 vuoden tarkastelujakson alussa ja ne päämitettiin vesienhoidon suunnittelun suositusten mukaiselle ajanjaksolle, jotka toimenpiteestä riippuen olivat 10–30 vuotta. Ulkoisen kuormituksen vähentämisen kustannuksiksi arvioitiin kustannustehokkuuslaskelmassa n. 300 000 euroa vuodessa.

Hyötyjen rahamäärät perustuvat VIRVA-mallin ja monitavoitearviointitarkastelun tuloksiin. Karvianjärvellä arvioitiin toimenpiteiden virkistyskäyttöhyödyksi VIRVA-mallilla n. 200 000 euroa vuodessa (taulukko 24). Monitavoitearviointin tulosten perusteella muiden hyötyjen oletettiin olevan euromääräisesti samaa suuruusluokkaa (ks. kohta 5.8). Koska toimenpiteiden vaikutukset eivät näy heti vedenlaadussa, hyötyjen oletettiin kasvavan tasaisesti maksimiinsa kymmenessä vuodessa. Hyötyihin lisättiin myös poistokalastuksen saalis, jonka oletettiin kasvavan 20 vuoden aikana arvoon n. 30 000 euroa vuodessa.

Kuvassa 38 on esitetty hyödyt ja kustannukset vuosittain. Kuvasta nähdään, että suurin osa kustannuksista on vuotuisia käyttökustannuksia, esimerkiksi maatalouden ympäristötukea monivaikutteisten kosteikkojen hoitoon ja suojavyöhykkeiden perustamiseen ja hoitoon. Vuosittaiset hyödyt ylittävät käyttökustannukset kuudentena vuonna toimien toteuttamisesta. Hyvään ekologiseen tilaan arvioitiin päästävän kymmenessä vuodessa.

Hyötyjen ja kustannusten kasautuvaa muutosta tarkasteltiin 50 vuoden tarkastelujaksolla. Hyödyt ja kustannukset diskontattiin 3 % korolla. Hyödyt ylittävät kustannukset noin 20 vuoden kuluttua. Karvianjärven tilan parantamista voidaan näiden tulosten mukaan perustella myös sillä, että hyödyt ovat kustannuksia suuremmat. Pitkälle tulevaisuuteen ulottuvien tarkastelujen ongelmana on se, että EU:n maatalouspolitiikkaa sekä maatalouden ympäristötukiin tulevia muutoksia on hyvin vaikeaa ennustaa edes muutaman vuoden aikajänteellä.

Kustannus-hyötytarkastelu rajattiin koskemaan Karvianjärveä. Toimet Karvianjärven yläpuolisella valuma-alueella ja Karvianjärvellä vaikuttavat luonnollisesti myös alapuolisen vesistön vedenlaatuun aina Isojärvelle ja Merikarvianjoelle saakka ja parantavat niiden virkistyskäyttöarvoa. Näitä hyötyjä ei ole kuitenkaan sisällytetty tähän tarkasteluun. Alapuolisen vesistön huomioonottaminen lisäisi rantakiinteistöjen virkistyskäytölle syntyvää hyötyä karkeasti arvioituna 10–20 % ja lisäksi siitä koituisi vähäistä hyötyä myös muulle virkistyskäytölle. Näiden hyötyjen sisällyttäminen tarkasteluun olisi parantanut Karvianjärven valuma-alueella ja järvessä tehtävien toimenpiteiden kustannus-hyötysuhdetta.



Kuva 38. Yhteenveto kustannus-hyötyanalyysin tuloksista Karvianjärven alueella. Kustannusten ja hyötyjen jakaantuminen 50 vuoden tarkastelujaksolle.

6 Koko vesistöaluetta koskevat hyöty- ja kustannustarkastelut

6.1

Koko vesistöalueen virkistyskäyttöhyödyn arviointi

VIRVA-mallilla on laskettu virkistyskäyttöarvo neljälle tilavaihtoehdolle koko vesistöalueella (nykytila, ekologisen luokituksen hyvä ja erinomainen tila sekä käyttökelpoisuusluokituksen erinomainen tila). Tarkastelussa on mukana kuusi järveä ja seitsemän jokea. Tarkastelu on tehty vain rantakiinteistöjen virkistyskäyttöarvolle. Rantakiinteistöjen määrät osa-alueittain on esitetty taulukossa 22.

Rantakiinteistön vesistöä johtavana virkistyskäyttöarvona yleisen käyttökelpoisuusluokituksen erinomaisessa tilassa on käytetty järvillä 6 300 euroa kiinteistöä kohti vuodessa. Koska joen rannoilla sijaitsevilla kiinteistöillä vesistön osuus rantakiinteistön hinnasta on pienempi kuin järvillä (Mattila 1995), on niillä käytetty 20 % pienempää arvoa, eli n. 5 000 euroa kiinteistöä kohti vuodessa. Vedenlaadusta riippuva käyttökelpoisuuskertoimen arvo laskettiin kaikille järville ja joille vuosina 2000–2010 havaittujen pintaveden kasvukauden kokonaisfosforipitoisuuksien keskiarvona. Kokonaisfosforipitoisuuksien perusteella arvioitiin käyttökelpoisuusluokituksen tila sekä ekologisen luokituksen mukainen tila eri järvi- ja jokityypeille. Käyttökelpoisuusluokituksen mukainen erinomainen tila on kaikille sama vesistötyypistä riippumatta. Arviot on esitetty taulukossa 23.

Taulukko 22. Korkeintaan 200 m rantaviivasta sijaitsevien rantakiinteistöjen määrä vuonna 2009 Karvianjoen vesistössä (Lähde: rakennushallintarekisteri).

Järvi tai joki	Vakituisessa käytössä	Vapaa-ajan asuntona	Muu käyttö/ käytöstä ei tietoa	Yhteensä 2009	Arvioitu 2012
Karvianjärvi	32	95	16	143	150
Karhijärvi	80	241	38	359	370
Inhottujärvi	4	22	6	32	34
Siikaisjärvi	37	100	37	174	180
Isojärvi	36	603	137	776	790
Poosjärvi	3	47	9	59	62
Karvianjoki	312	155	25	492	500
Kynäsjoen	2	18	2	22	23
Lassilanjoki	33	29	7	69	73
Pomarkunjoki	66	15	6	87	90
Merikarvianjoki	136	76	18	230	235
Leväsjoki	50	24	9	83	85
Noormarkunjoki/ Eteläjoki	312	102	23	437	450
Yhteensä	1 103	1 528		2 965	3 042

Taulukko 23. Vesistöjen kokonaisfosforipitoisuudet ja tyyppi sekä kokonaisfosforipitoisuuksien perusteella arvioitu käyttökelpoisuusluokituksen ja ekologisen luokituksen mukainen nykytila.

Vesistö	Ptot Hertta 2000-2010 (Kasvukauden keskiarvoja) µg/l	Tyyppi ¹⁾	Käyttökelpoisuusluokituksen mukainen tila	Ekologisen luokituksen mukainen tila (vesistön tyyppi vaikuttaa raja-arvoihin)
Karvianjärvi	92	MRh	Välttävä	Välttävä
Karhijärvi	69	MRh	Välttävä	Tyydyttävä
Inhottujärvi	94	Lv	Välttävä	Huono
Siikaisjärvi	43	MRh	Tyydyttävä	Hyvä
Isojärvi	50	MRh	Tyydyttävä	Hyvä
Poosjärvi	55	Lv	Välttävä	Tyydyttävä
Karvianjoki	80	Alaosa St, yläosa Kt	Välttävä	Tyydyttävä ²⁾
Kynäsjoki	83	St	Välttävä	Tyydyttävä
Lassilanjoki	62	Kt	Välttävä	Tyydyttävä
Pomarkunjoki	76	St	Välttävä	Tyydyttävä
Leväsjoki	49	Kt	Tyydyttävä	Tyydyttävä
Merikarvianjoki	46	St	Tyydyttävä	Tyydyttävä
Eteläjoki-Noormarkunjoki	63	St	Välttävä	Tyydyttävä

¹⁾ MRh=Matalat runsashumuksiset järvet, Lv=Hyvin lyhytviipymäiset järvet, Kt = keskiuuret turvemaiden joet ja St = suuret turvemaiden joet.

²⁾ Jokien osalta kyseessä on suuntaa-antava ekologinen luokitus, sillä kasvukauden kokonaisfosforipitoisuuksia on verrattu koko vuoden keskiarvoihin ja pyöristetty parempaan ekologiseen tilaan.

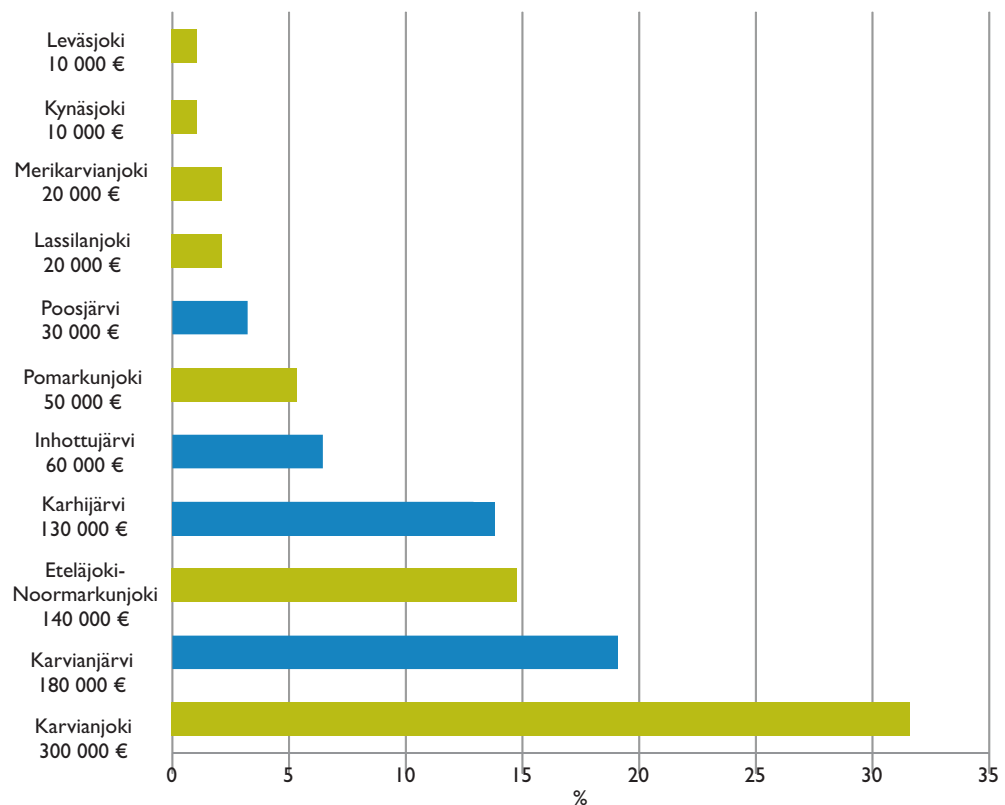
Rantakiinteistöjen virkistyskäytön vuosi-arvon muutos siirryttäessä nykytilasta hyvään ekologiseen tilaan saadaan kertomalla kiinteistön vesistöä aiheutuva arvo (järvillä 6 300 €/v ja joilla $6\,300\text{ €/v} \times 0,8 = 5\,040\text{ €/v}$) nykytilassa käyttökelpoisuuskerroimen arvossa näiden kahden tilan välillä tapahtuvalla muutoksella. Hyvässä ekologisessa tilassa kertoimen arvo vaihtelee vesistötyypeittäin hyvän ja tyydyttävän tilan rajan määrittävien kokonaisfosforipitoisuuksien mukaan.

Vedenlaadun aiheuttama virkistysarvon nousu tilanteessa, jossa koko Karvianjoen vesistöissä saavutettaisiin hyvä ekologinen tila olisi 950 000 euroa vuodessa eli keskimäärin 570 euroa rantakiinteistöä kohden vuodessa (taulukko 24). Yksityiskohtaiset tarkastelut ja tulokset siirryttäessä erinomaiseen ekologiseen tilaan tai käyttökelpoisuusluokituksen erinomaiseen tilaan on esitetty raportissa Marttunen ym. (2012). Analyysissä on otettu huomioon ainoastaan rantakiinteistöt ja siinä ei ole otettu huomioon nykytilassa kokonaisfosforipitoisuuden mukaisessa hyvässä ekologisessa tilassa olevia Isojärveä ja Siikaisjärveä.

Hyvän ekologisen tilan saavuttamisen hyödyissä on suuria eroja vesistön eri osien välillä. Hyödyn suuruuteen vaikuttaa rantakiinteistöjen määrä, mutta myös arvofunktion muoto, joka järvillä on jyrkempi kuin jokivesistöissä. Suurin muutos virkistyskäyttöarvossa tapahtuisi Karvianjoella, 300 000 euroa vuodessa. Seuraavaksi suurin arvonnousu olisi Karvianjärvellä, 180 000 euroa vuodessa. Vähiten toimenpiteet vaikuttaisivat Leväsjoella, Kynäsjoella, Merikarvianjoella ja Lassilanjoella, joissa arvonnousu olisi noin 10 000–20 000 euroa vuodessa. Esimerkiksi Kynäsjoella vähäiseen arvonnousuun vaikuttaa rantakiinteistöjen vähäinen määrä ja Merikarvianjoella se, että vesistön tila on nykytilassa parempi kuin alueen muilla joilla. Virkistyskäyttöarvon lisääntymisen muodostumista vesistön eri osa-alueilla on havainnollistettu kuvassa 39. Kiinteistökohtainen muutos on suurin Inhottujärvellä ja Karvianjärvellä, johtuen Inhottujärven huonosta ja Karvianjärven välttävästä nykytilasta.

Taulukko 24. VIRVA-mallilla lasketut arviot rantakiinteistöjen virkistyskäyttöarvon kasvusta vedenlaadun muuttuessa nykytilasta tyydyttävän ja hyvän ekologisen tilan rajalle (fosforipitoisuudet on esitetty taulukossa 23). Taulukossa ei ole esitetty Isojärveä ja Siikaisjärveä, jotka ovat veden kokonaisfosforipitoisuuden perusteella hyvässä ekologisessa tilassa.

Vesistö	Kerroin nykytilassa	Kerroin hyvässä ekologisessa tilassa vesistön tyyppin mukaan	Rantakiinteistöjen vesistöä aiheutuva arvo hyvässä ekologisessa tilassa (€/vuosi)	Kiinteistökohtainen arvo hyvässä ekologisessa tilassa (€/vuosi)	Arvonousu verrattuna nykytilaan (€/vuosi)	Kiinteistökohtainen arvonousu verrattuna nykytilaan (€/vuosi)
Karvianjärvi	0,59	0,79	740 000	4900	180 000	1200
Karhijärvi	0,73	0,79	1 830 000	4900	130 000	300
Inhottujärvi	0,58	0,84	180 000	5300	60 000	1800
Poosjärvi	0,78	0,84	330 000	5300	30 000	500
Karvianjoki	0,84	0,96	2 420 000	4800	300 000	600
Kynäsjoki	0,83	0,96	110 000	4800	10 000	500
Lassilanjoki	0,90	0,96	350 000	4800	20 000	300
Leväsjoki	0,94	0,96	410 000	4800	10 000	100
Pomarkunjoki	0,86	0,96	440 000	4900	50 000	600
Merikarvianjoki	0,94	0,96	1 110 000	4800	20 000	100
Eteläjoki-Noormarkunjoki	0,90	0,96	2 180 000	4800	140 000	300
Yhteensä/ka					950 000 €/vuosi	570 €/vuosi/kiinteistö



Kuva 39. Vedenlaadun paranemisen vaikutus rantakiinteistöjen virkistysarvoon Karvianjoen vesistöalueella on yhteensä noin 0,95 milj. €. Tarkastelussa oletetaan, että veden kokonaisfosforipitoisuus pienenee nykytilasta hyvän ekologisen tilan raja-arvoa vastaavaksi pitoisuudeksi.

Tuloksia tulkittaessa on tärkeää huomata, että arviossa on mukana vain ranta-asutuksen virkistyskäyttöarvo. Esimerkiksi Merikarvianjoki on Suomen tärkeimpiä virkistyskalastuskohteita. Kuormituksen alenemisen myötä veden kiintoainepitoisuus voi vähentyä ja vesi voi kirkastua. Tämä voi vaikuttaa myönteisesti virkistyskalastukseen alueella. Vedenlaatumuutoksilla voi olla myös vaikutusta kalakantoihin.

6.2

Rantakiinteistöjen arvonnousu vedenlaadun parantumisen seurauksena

Vedenlaatu vaikuttaa virkistysarvon lisäksi myös rantakiinteistöjen arvoon. Varsinais-Suomen ja Satakunnan alueella neljälle kiinteistönvälittäjälle keväällä 2009 tehtyjen puhelinhaastattelujen perusteella ostajat ovat kiinnostuneita leväkukinnoista ja veden kirkkaudesta. Välittäjät arvioivat, että huono vedenlaatu vaikuttaa ostopäätöksen syntymiseen ja voi laskea hintaa 30–40 %. Leväongelma tai leväjärven maine saattaa laskea arvoa vielä enemmän.

”Vedenlaadulla ei ole suoranaista vaikutusta kiinteistön hintaan vaan lopullisen ostopäätöksen syntymiseen. Puhtaan vesistön maine lisää kysyntää.”

”Jos jossain järvellä on jokakesäinen leväongelma, kiinteistö on vaikea myytävä puoleenkin hintaan.”

”Meidän alueellamme on kaksi järveä ja toisessa esiintyy levää, joten sen järven kiinteistöt ovat hieman halvempia verrattuna tähän levättömän järven kiinteistöihin.”

(Suoria lainauksia tehdystä puhelinhaastattelusta kiinteistönvälittäjille.)

Keskikokoinen n. 20 vuotta vanha mökki, jossa on sähkö ja puolen hehtaarin rantatontti maksaa välittäjien arvioiden mukaan 40 000–100 000 euroa. Tämä arvio on samaa suuruusluokkaa kuin VIRVA-mallissa käytetty arvo 75 000 euroa.

Suuri osa Karvianjoen vesistön järvistä ja joista on hyvää huonommassa ekologisessa tilassa. Jos niiden tila saadaan parannettua hyvään, rantakiinteistöjen arvo nousee. Rantakiinteistöjen arvon muutoksen laskemiseksi oletettiin, että vesistön ollessa ekologisen luokituksen perusteella tyydyttävässä tilassa kiinteistön arvo on 10 % pienempi kuin hyvässä tilassa. Vastaaviksi arvon vähenemiksi oletettiin välttävissä tilassa 20 % ja huonossa tilassa 40 %. Nykytila määritettiin kokonaisfosforipitoisuuden perusteella ks. taulukko 22. Rantakiinteistön keskimääräisenä arvona käytettiin 75 000 euroa. Näillä oletuksilla toimenpiteet, joilla saavutetaan hyvä ekologinen tila, nostavat tarkasteltavien kuuden järven ja seitsemän joen rantakiinteistöjen arvoa yhteensä hieman yli 17 miljoonaa euroa.

Edellä laskettuja arvoja voidaan verrata taloudelliseen arvottamistutkimukseen, jossa arvioitiin hedonisten hintojen menetelmällä tyydyttävässä tilassa (käyttökelpoisuusluokitus) olevan vesistön rantakiinteistöjen arvon muutosta vesistön tilan muuttuessa huonompaan tai parempaan tilaan (Artell ym. 2011). Aineistona käytettiin kiinteistöjen kauppahintarekisteristä poimittua otantaa rakentamattomien rantakiinteistöjen (mökki-) kaupoista vuonna 2004. Rantakiinteistöjen läheisen vesistön vedenlaatutiedot saatiin paikkatietona ympäristöhallinnon viisiportaisesta käyttökelpoisuustiedoista vuosilta 2000–2003. Veden käyttökelpoisuusluokan parantuminen tyydyttävästä hyvään nosti rakentamattoman rantakiinteistön hintaa noin 9,0 % ja vastaavasti muutos tyydyttävästä erinomaiseen käyttökelpoisuusluokkaan nosti mökkitontin hintaa noin 31 %. Aineiston rakentamaton rantakiinteistö maksoi v. 2004 keskimäärin noin 32 000 euroa (N=300). Artellin ym. tuloksia soveltaen voidaan laskea esim. Karvianjärven alueen kokonaisyhdyksi noin 990 000 euroa, kun käyttökelpoisuusluokka parantuu tyydyttävästä erinomaiseen. Kyseessä on enimmäisarvio ja siinä oletetaan, että muutos ei vaikuta kesämökkimarkkinoihin.

Kustannusten ja hyötyjen vertailu

Koko vesistön vesiensuojelutoimenpiteiden vuotuiset käyttökustannukset kustannustehokkaimmat toimenpiteet -vaihtoehdossa (KUTOVA-vaihtoehto) ovat noin 4,8 miljoonaa euroa ja investointikustannukset noin 1,5 miljoonaa euroa. Kun tarkastellaan 50 vuoden ajanjaksoa, tulee toimenpiteiden kustannusten nykyarvoksi 3 % korolla n. 124 miljoonaa euroa. Lisäksi tarkasteltiin kustannuksia 1 % korolla, jolloin ne kasvoivat 189 miljoonaan euroon. Valitulla korkotasolla on usein keskeinen vaikutus lopputulokseen. Korkeampaa korkoprosenttia käytettäessä kauempana tulevaisuudessa tehtävät investoinnit tai syntyvät hyödyt vaikuttavat vähemmän lopputulokseen kuin matalaa prosenttia käytettäessä. Ympäristön tilaa parantavissa hankkeissa, joissa pyritään vaikuttamaan vuosikymmenien päähän, voi olla perusteltua käyttää hyvin alhaista korkoprosenttia, jopa nollakorkoa. Hyötyjä ja kustannuksia verrattaessa korkoprosentin merkitys ei ole tässä tarkastelussa kovin merkittävä, sillä käyttökustannukset ovat suuret investointikustannuksiin nähden.

Vesistön hyvän ekologisen tilan saavuttavilla toimenpiteillä aiheutuvaksi virkistyskäyttöhyödyn lisäykseksi arvioitiin ranta-asutukselle VIRVA-mallilla noin 1 miljoonaa euroa vuodessa. Rantakiinteistöjen arvon nousu nykytilasta hyvään ekologiseen tilaan on n. 17 miljoonaa euroa. Vedenlaadun paranemisen ja toimenpiteiden muiden hyötyjen pitäisi siis olla yli 100 miljoonaa euroa 50 vuoden aikana tai noin 5 miljoonaa euroa vuodessa, jotta kustannukset ja laskennalliset hyödyt menisivät tasan. Karvianjärvellä tehdyssä edellä esitettyä kokonaisvaltaisemmassa hyöty-kustannustarkastelussa sovellettiin VIRVA-mallia ja hyödynnettiin monitavoitearvioinnin tuloksia.

VIRVA-malli ei ota huomioon käytöstä riippumattomia vaikutuksia. Käytöstä riippumattomat vaikutukset liittyvät esim. lajiston suojeluarvoon (monimuotoisuus), vesistöjen kykyyn paremmin pidättää ravinteita ja vesistön olemassaoloarvoon. Puh- taammilla vesistöillä voi lisäksi olla alueelle hyötyä tuovaa mielikuva-arvoa. Karvianjärvellä tehdyssä monitavoitearvioinnissa otettiin tarkasteluun sekä valuma-alueella että vesistössä syntyvät hyödyt. Karvianjoki-paneelin jäsenten mielestä Karvianjärven tilan paraneminen nykyisestä välttävään hyvään tilaan tuottaisi monia muitakin merkittäviä hyötyjä kuin ranta-asutuksen virkistyskäyttöhyödyn (ks. kohta 5.8).

Yhteenvedona voidaan todeta, että rahamääräisen kustannus-hyötytarkastelun perusteella toimenpiteiden kustannukset ovat erittäin suuret ja euromääräisesti kvantifioitavissa olevat hyödyt niihin verrattuna pienet. Suuri osa hyödyistä on kuitenkin sellaisia, että niiden rahallinen arvottaminen on mahdollista vain tiettyjen taloudellisten arvottamismenetelmien avulla.

Lisäksi on muistettava, että vesienhoitolailta kansallisesti täytäntöön pantu Euroopan yhteisön lainsäädäntö edellyttää toimenpiteitä vesien ekologisen tilan parantamiseksi. Vesienhoidon tavoitteet, vesien hyvän tilan saavuttaminen tai säilyttäminen, ovat tiukat, mutta niihin voidaan hakea lievennyksiä esimerkiksi silloin, jos kustannukset ovat kohtuuttomia saatavaan hyötyyn verrattuna. Tässä työssä tehdyt kustannus-hyötytarkastelut ja niiden tulokset ja johtopäätelmät ovat suuntaa-antavia ja tarkastelujen oletuksista ja periaatteista on tarpeen käydä vielä keskustelua.

Mikäli kustannusten ja hyötyjen vertailua halutaan viedä tässä esitettyä pidemmälle, niin yksi mahdollisuus on arvioida erilaisten hyötyjen merkittävyyttä esimerkiksi monitavoitearvioinnin avulla ja sen jälkeen jyvittää kustannukset (sen jälkeen kun niistä on vähennetty euroissa lasketut hyödyt) hyötytekijöille niiden merkittävyyden suhteessa. Toisin sanottuna merkittävimmälle vaikutukselle tulee suurin kustannus ja vähämerkityksellisimmälle pienin. Tämän jälkeen punnitaan tekijäkohtaisesti hyötyjen suuruutta kustannuksiin asteikolla (hyöty on hieman/selvästi pienempi, suurempi tai yhtä suuri kuin kustannus) ja lopuksi laaditaan yhteenvedotaulukko, jonka perusteella voidaan tehdä johtopäätelmät.

Kustannus-hyötytarkastelun yksi johtopäätös on, että vesienhoidon kustannus-hyötysuhteen parantamiseksi erityisesti peltoviljelyn fosforikuormituksen vähentämiseksi tarvitaan huomattavasti tässä työssä tarkasteltuja toimenpiteitä kustannustehokkaampia toimia. Tuloksia voidaan myös hyödyntää toimenpiteiden priorisoinnissa. Parantamalla huonoimmassa tilassa olevien vesistön osien tilaa voidaan tuottaa suurimmat käyttäjäkohtaiset hyödyt. Toisaalta taloudelliset arvottamistutkimukset ovat osoittaneet, että asukkaiden maksuhalukkuus nykytilan heikkenemisen välttämiseksi on suurempi kuin halukkuus maksaa tilan paranemisesta. Tämän perusteella toimenpiteitä kannattaisi kohdistaa erityisesti sellaisille alueille, joissa on vaarana tilan heikkeneminen.

Karvianjoen vesistöalueelle suunnitellut vesienhoidon toimenpiteet tulisivat maksamaan noin 8,9 miljoonaa euroa vuodessa. Alueen kunnissa ja kaupungeissa on noin 52 000 asutokuntaa (tai n. 14 000, jos Porin kaupunkia ei lasketa mukaan). Mikäli vesienhoidon toimenpiteiden kustannukset jaettaisiin tasan alueen asutokunnille maksettaviksi, tulisi jokaisen alueen kotitalouden osallistua kustannuksiin noin 170 eurolla (tai 635 eurolla, jos porilaisia ei lasketa mukaan) vuosittain. Tätä summaa voidaan verrata taloudellisiin arvottamistutkimuksiin saatuihin tuloksiin. Ahtiainen (2008) määrittäi Hiidenveden tilan paranemisen rahamääräisiä hyötyjä, kun järven tilaa kohennettaisiin valuma-alueella ja järvessä tehtävin toimenpitein tyydyttävästä käyttöluokituksesta tavoitettiin 30 vuoden kuluessa. Hiidenveden lähikuntien asukkaat olivat valmiita maksamaan keskimäärin 7-51 euroa/v seuraavan viiden vuoden aikana hoitorahastolle. Toisessa tutkimuksessa alueen kotitaloudet, eivät ainoastaan ranta-asukkaat, olivat valmiita maksamaan noin 13-22 euroa/v viiden vuoden ajan Vesijärven Enonselän tilan parantumisesta tyydyttävältä tasolta hyvään (Lehtoranta 2011). Vertailtaessa maksuhalukkuuksia kustannuksiin ei voida kuitenkaan olettaa alueen kotitalouksien olevan valmiita maksamaan kustannuksia kokonaan. Sekä Hiidenveden että Vesijärven arvottamistutkimusten skenaariossa kuvattiin kunnostusvaroja keräävä hoitorahasto, jota tukisivat lähialueen kunnat ja kaupungit, yritykset, yhdistykset sekä valtio alueen asukkaiden lisäksi.



JR

7 Järvikohtaiset toimenpide-ehdotukset

7.1.1

Karvianjärvi

Karvianjärven ekologinen tila on välttävä. Ulkoinen kuormitus on niin suuri, että hyvän ekologisen tilan fosforipitoisuuden saavuttaminen edellyttää tehtyjen mallitarkastelujen perusteella ulkoisen kuormituksen vähentämistä vähintään noin 30 %. Mustajoen valuma-alueella toimivasta kasvihuonetuotannosta tulee merkittävä piste-kuormitus Karvianjärveen. Kaikkiaan kuormituksen arviointiin liittyy vielä epävarmuutta. Esimerkiksi valuma-aluekohtaista tietoa viime vuosina toteutetuista metsänhoidollisista toimista ei ole saatavilla. Korkeisiin ravinnepitoisuuksiin ja ajoittaisiin sinilevien massaesiintymiin liittyy myös vinoutunut kalakanta, pienten särkikalojen määrä on erittäin suuri. Sisäistä kuormitusta olisi vähennettävä viiden vuoden aikana särkikalojen poistokalastuksella noin 500 000 kg. Sen jälkeen poistopyyntiä tulisi jatkaa, jotta särkikalakannat eivät uudelleen runsastuisi.

Sektorikohtaisesti tarkasteltuna Mustajoen pistekuormitusta on mahdollista vähentää kilomääräisesti eniten, noin 1 000 kg. Tämän hankkeen yhteydessä ei tarkasteltu kasvihuonetuotannon kuormituksen vähentämistä, koska asia on viety viranomaiskäsitelyyn. Muun ulkoisen fosforikuormituksen vähentämisen kustannustehokkuutta arvioitiin toimenpiteittäin. Tulosten perusteella yhden fosforikilon vähentämisen kustannuksissa on suuria eroja. Suuntaa-antavien tarkastelujen perusteella turvetuotannon ja metsätalouden toimenpiteillä voidaan kustannustehokkaimmin vähentää fosforikuormitusta. Halvimmaksi maatalouden fosforikilon vähentäminen tulisi kosteikoilla, n. 300 euroa, ja kalleimmaksi monivuotisella nurmiviljelyllä, 2 700 euroa. Nurmiviljely saattaa paikoin lisätä liukoisen fosforin kuormitusta enemmän kuin mitä se poistaa partikkelifosforin kuormitusta.

Hyvän tilan saavuttaminen edellyttää erittäin mittavia vesienhoitotoimenpiteitä. Taulukossa 25 on esitetty tämän hankkeen perusteella laadittuja ehdotuksia Karvianjärven kuormituksen alentamiseksi ja arvioidut kustannukset sektoreittain. Niitä laadittaessa on lähdetty siitä vesienhoidon suunnittelun periaatteesta, että tilan parantamiseen osallistuvat kaikki sektorit. Ehdotusten toteuttamiskelpoisuutta ei ole tässä työssä arvioitu.

Ulkoisen kuormituksen vähentämisen ja ravintoketjukurunostuksen (poistokalastus ja petokalaistutukset) lisäksi ehdotetaan kevään ylimpien sekä kesän ja syksyn alimpien vedenkorkeuksien nostamista. Tämä vähentäisi virkistyskäyttäjien kannalta haitallisen alhaisten vedenkorkeuksien esiintymistä ja sillä olisi myönteisiä vaikutuksia myös ekologiseen tilaan; esimerkiksi rantojen umpeenkasvu ja ruovikkovyöhykkeiden laajeneminen voisivat hidastua.

Taulukko 25. Toimenpide-ehdotukset Karvianjärven tilan parantamiseksi.

Toimenpide	Arvioitu vaikutus vuotuisen fosforikuormitukseen (kg P/vuosi)	Kustannusarvio (euroa/vuosi)
Ulkoisen kuormituksen vähentäminen	yht. n. 1 200	yli 280 000
1. Pistekuormitus nykyisin n. 1 000–1 400 kg/v Kasvihuonetuotannon pistekuormituksen vähentäminen (oletus 80 %)	n. 800–1 100	Ei arvioitu
2. Turvetuotanto 750 ha, kuormitus nykyisin n. 400 kg/v Pintavalutuskenttä kaikille alueille, joissa sitä ei jo ole (660 ha) Virtaaman säätö kaikille alueille, joissa sitä ei jo ole (650 ha)	n. 120 n. 110	15 000 10 000
3. Peltoviljely 2 400 ha, kuormitus nykyisin n. 2 700 kg/v Kosteikoita mahdollisimman paljon, tavoite vähintään 15 kpl (arvioitu maksimimäärä, joka täyttäisi maatalouden ympäristötuen ehdot 43 kpl) Peltojen talviaikainen kasvipeitteisyys kaikille siihen soveltuville pelloille (1 280 ha) Fosforilannoituksesta pidättäytyminen kaikilla pelloilla, missä se on mahdollista (maksimi 2 400 ha). Tavoitteena alentaa P-luku alle kahdeksaan puolella pelloista.	n. 100 n. 120 maks. 320	27 000 64 000 123 000
4. Karjatalous Lannan jatkokäsittelyn tehostaminen niin, ettei pelloille levitettävästä lannasta huuhtoutuisi fosforia vesistöön.	Sisältyy fosforilannoituksesta pidättymiseen	Ei arvioitu
5. Haja-asutus 680 asuntoa, kuormitus nykyisin n. 390 kg/v Hajajätevesiasetuksen toteuttaminen: viemäröinnin laajentaminen soveltuville haja-asutusalueille, esim. 100 kiinteistöä	n. 60	39 000
6. Metsätalous, kuormitus nykyisin n. 300 kg/v Hakkuualueiden suojavyöhykkeet	n. 20	1 000
Ravintoketjukurkennostus (särkikalajien poistokalastus, petokalakantojen hoito)	Voi vähentää vesien-suojelutoimenpiteillä saavutettua järven P-pitoisuutta n. 20 %, mutta ei vähennä ulkoista kuormitusta	Poistokalastusvaihe viisi ensimmäistä vuotta yhteensä 300 000 euroa, sen jälkeen 16 000 euroa/v
Säännöstelyn kehittäminen Nostetaan kevättulvaa ja pyritään pitämään vedenkorkeus sen jälkeen nykyistä korkeammalla tasolla kesällä ja syksyllä.	Vähentää umpeenkasvua	Ei arvioitu
Rantojen kunnostus (ruovikoiden niittoa, paikallisia ruoppauksia)	Veden vaihtuvuuden lisääntyminen ranta- vyöhykkeellä, 1000 kg:n poisto, mikäli biomassaa vietään pois, vähentää kasviainekseen sitoutunutta fosforia noin 1–2 kg	Ei arvioitu

Karhijärvi

Karhijärven ekologinen tila on tyydyttävä. Ulkoinen ravinnekuormitus ei ole siellä niin suuri kuin Karvianjärvellä. Tämä johtuu siitä, että peltojen P-luvut ovat alhaisempia ja karjatiloja on vähemmän. Ulkoista kuormitusta tulisi kuitenkin vähentää ainakin 10 %. Karhijärven fosforipitoisuudet ovat kesällä sisäisen kuormituksen vuoksi korkeampia kuin ne kuormitustarkastelun perusteella arvioiden olisivat. Kesäaikaisten korkeiden fosforipitoisuuksien ja ajoittaisten levien massaesiintymien lisäksi järven syvemmillä alueilla on kevättalvisia happikatoja. Ongelmana on lisäksi ylitieheä ja vinoutunut kalakanta. Hyvän ekologisen tilan saavuttaminen edellyttää myös kunnostustoimenpiteitä järvessä, ainakin ravintoketjukunnostuksen tarve on selvä. Eräiden syksyjen voimakkaista piileväkukinnoista päätellen syvänealue voi kesällä lyhytaikaisesti kerrostua ja sen yhteydessä voi hapettomuudesta seurata sisäistä fosforikuormitusta alusveteen. Hapetuksen tarpeellisuuden arviointi niin vedenlaadun kuin kalastonkin kannalta edellyttäisi tiheimmin havainnoitua seurantatietoa järven syvännepisteiltä.

Taulukko 26. Toimenpide-ehdotukset Karhijärven tilan parantamiseksi.

Toimenpide	Arvioitu vaikutus vuotuisen fosforikuormitukseen (kg P/vuosi)	Kustannusarvio (euroa/vuosi)
Ulkoisen kuormituksen vähentäminen	yht. n. 1 000	yli 1 000 000
I. Peltoviljely 6 400 ha, kuormitus nykyisin n. 5 700 kg/v		
Kosteikoita mahdollisimman paljon, tavoitteena vähintään 30 kpl (arvioitu maksimimäärä 91 kpl)	n. 200	54 000
Peltojen talviaikainen kasvipeitteisyys puolelle siihen soveltuvista pelloista (2 150 ha)	n. 230	108 000
Nurmiviljelyyn puolet siihen soveltuvista pelloista (2 000 ha)	n. 190	100 000
Fosforilannoituksesta pidättäytyminen kaikilla siihen soveltuvilla pelloilla (maks. 6 400 ha). Tavoitteena alentaa P-luku alle kahdeksaan puolella pelloista.	maks. 570	318 000
Ravintoketjukunnostus (särkikalajien poistokalastus, petokalakantojen hoito)	Voi vähentää vesien-suojelutoimenpiteillä saavutettua järven P-pitoisuutta n. 20 %, mutta ei vähennä ulkoista kuormitusta	Poistokalastusvaihe viisi ensimmäistä vuotta yhteensä 500 000 euroa ja sen jälkeen 30 000 euroa/v
Säännöstelyn kehittäminen		
Nostetaan Karhijärven alimpia vedenkorkeuksia kesällä ja syksyllä.	Ei arvioitu	Ei arvioitu
Tarkistetaan kevään säännöstelykäytäntöä kevätkuopan osalta.	Ei arvioitu	Ei arvioitu
Rantojen kunnostus (ruovikoiden niittoa, paikallisia ruoppauksia)	Veden vaihtuvuuden lisääntyminen ranta-vyöhykkeellä, 1 000 kg:n poisto, mikäli biomassa viedään pois, vähentää kasviainekseen sitoutunutta fosforia noin 1–2 kg	Ei arvioitu

Ulkoisen fosforikuormituksen vähentämisen kustannustehokkuutta arvioitiin toimenpiteittäin. Suuntaa-antavien tarkastelujen mukaan maatalouden fosforikilon vähentäminen tulisi halvimaksi kosteikoilla, 270 euroa ja kalleimmaksi säätösala- ojituksella, 780 euroa. Toisin kuin Karvianjärven tapauksessa monivuotinen nurmi- viljely on Karhijärvellä kustannustehokasta. Kalleimmaksi fosforikilon vähentäminen tulee loma-asutuksen uusilla kiinteistökohtaisilla jätevesien käsittelyjärjestelmillä, 1900 euroa.

Taulukossa 26 on esitetty ehdotuksia Karhijärven tilan parantamiseksi sekä niiden arvioidut vaikutukset ja kustannukset. Ehdotusten käytännön toteuttamiskelpoi- suutta ei ole tässä työssä arvioitu. Toimenpiteet ulkoisen kuormituksen vähentä- miseksi keskittyvät maatalouden vesiensuojeluun ja viljelykäytäntöjen muutoksiin. Ravintoketjukurkennostus on tärkein keino vähentää levämääriä ja sisäistä kuormitusta. Särkikalaja olisi poistettava viiden vuoden aikana mahdollisesti lähes miljoona kiloa ja sen jälkeen niiden poistopyyntiä tulisi jatkaa, jotta särkikalakannat eivät uudel- leen runsastuisi. Ravintoketjukurkennostuksen lisäksi suositellaan Karhijärven kesän ja syksyn alimpien vedenkorkeuksien nostamista, mikä vähentäisi virkistyskäyttäjien kannalta haitallisen alhaisten vedenkorkeuksien esiintymistä. Lisäksi esitetään sään- nöstelykäytännön tarkistamista kevään alimpien vedenkorkeuksien osalta.

7.1.3

Isojärvi/koko vesistöalue

Isojärveä koskevat tulokset perustuvat koko Karvianjoen vesistöaluetta koskevan kuormitus- ja kustannustarkastelujen tuloksiin. Saatuja tuloksia voidaan kuitenkin soveltaa Isojärvelle, koska järven valuma-alue kattaa 85 % vesistöalueesta.

Isojärven ekologinen tila on biologisten tekijöiden perusteella luokiteltu hyväksi. Tarkastelujen perusteella järveen kohdistuva ulkoinen kuormitus on liian suuri. Le- väkukinnat ovat Isojärvellä yleisiä. Vaikka särkikalajien osuus Isojärven kalastosta on suuri, on järven kalakanta ravinteikkaaksi järveksi keskimääräistä parempi ja edustaa luokittelussa hyvää ekologista tilaa. Järven vedenlaadun parantaminen edellyttää ulkoisen kuormituksen vähentämistä noin 17 %.

Ulkoisen fosforikuormituksen vähentämisen kustannustehokkuutta arvioitiin toimenpiteittäin koko vesistöalueelle. Suuntaa-antavien tarkastelujen mukaan ma- talouden fosforikilon vähentäminen tulisi koko vesistöalueen tasolla halvimaksi kosteikoilla, 300 euroa ja kalleimmaksi monivuotisella nurmiviljelyllä, 5 100 euroa.

Taulukossa 27 on esitetty toimenpide-ehdotuksia Isojärven tilan parantamiseksi sekä niiden arvioidut vaikutukset ja kustannukset. Ehdotusten toteuttamiskelpoi- suutta ei ole tässä työssä arvioitu.

Isojärvellä on ensisijaista ulkoisen kuormituksen rajoittaminen, mikä käytännössä edellyttää vesiensuojelutoimia koko vesistöalueella. Ulkoista kuormitusta vähennet- täessä on tarpeen keskittyä maatalouden vesiensuojeluun ja viljelykäytäntöjen muu- toksiin. Ellei Isojärven ulkoista kuormitusta vähennetä, kasvaa sisäisen kuormituksen potentiaali. Välitöntä tarvetta ravintoketjukurkennostukselle ei Isojärvellä ole. Särki- kalajien poistopyyntiä voidaan kuitenkin harkita järven hoitoon liittyvänä toimenä.

Isojärven säännöstelyä kehittämällä voidaan myös parantaa järven ekologista tilaa. Kevättulvan voimistaminen ja kesän alimpien vedenkorkeuksien nosto vähentäisivät umpeenkasvua. Haitallisen alhaiseksi koettujen vedenkorkeuksien nousu vaikuttaisi myönteisesti virkistyskäyttöön. Kevään vedenkorkeuksien nosto haittaisi kuitenkin alavien rantapeltojen viljelyä ja mahdollisesti lisäksi myös rantatonttien vettymistä.

Taulukko 27. Toimenpidesuositukset Isojärven tilan parantamiseksi.

Toimenpide	Arvioitu vaikutus vuotuisen fosforikuormitukseen (kg P/vuosi)	Kustannusarvio (euroa/vuosi)
Ulkoisen kuormituksen vähentäminen	yht. n. 5 300	yli 6 000 000
1. Turvetuotanto 4 700 ha, kuormitus nykyisin n. 1 300 kg/v Pintavalutuskenttä kaikille alueille, jossa ei sitä jo ole (2 000 ha) Virtaaman säätö kaikille alueille, jossa ei sitä jo ole (4 300 ha)	n. 300 n. 470	239 000 67 000
3. Peltoviljely 42 500 ha, kuormitus nykyisin n. 42 000 kg/v Kosteikoita mahdollisimman paljon, esim. 150 kpl (maksimi 657 kpl) Säätösalaajitus kaikille siihen soveltuville pelloille (6 700 ha) Peltojen talviaikainen kasvipeitteisyys suurimmalle osalle siihen soveltuvista pelloille (23 000 ha) Fosforilannoituksesta pidättäytyminen kaikilla siihen soveltuvilla pelloilla (maks. 42 000 ha). Tavoitteena alentaa P-luku alle kahdeksaan puolella pelloista.	n. 930 n. 2 300 n. 1 200 maks. 3 700 kg	270 000 1 870 000 1 150 000 2 120 000
4. Karjatalous Lannan jatkokäsittelyn tehostaminen niin, ettei pelloille levitettävästä lannasta huuhtoutuisi fosfori vesistöön.	Sisältyy fosforilannoituksesta pidättymiseen	Ei arvioitu
5. Haja-asutus 15 000 kiinteistöä, kuormitus nykyisin n. 6 000 kg/v Viemäröinnin laajentaminen siihen soveltuville haja-asutusalueille, esim. 5 000 kiinteistöä	n. 2 100	1 950 000
Ravintoketjukunnostukset järvissä, joissa niille on tarvetta (ekologinen tila ei ole hyvä, muut järvet kuin Isojärvi)	Vähentää järven vesiensuojelutoimenpiteillä saavutettua järven P-pitoisuutta n. 20 %	Poistokalastusvaihe viisi ensimmäistä vuotta 450 000 euroa/v, sen jälkeen 120 000 euroa/v
Säännöstelyn kehittäminen Nostetaan Karhijärven alimpia vedenkorkeuksia kesällä ja syksyllä.	Ei arvioitu	Ei arvioitu
Rantojen kunnostus (ruovikoiden niittoa, paikallisia ruoppauksia)	Ei arvioitu	Ei arvioitu

8 Hydrologiset tarkastelut ja vaikutusten kokonaisarviointi

8.1

Ihmisen toimien vaikutukset valuma-alueen hydrologiaan Karvianjärvellä

Ihmistoiminnan vaikutuksia valuma-alueen hydrologiaan arvioitiin vain Karvianjärven valuma-alueella vesistön latvoilla. Tavoitteena oli saada yleiskuva erilaisten toimenpiteiden vaikutusten suuruusluokasta tulva- ja kuivuustilanteissa.

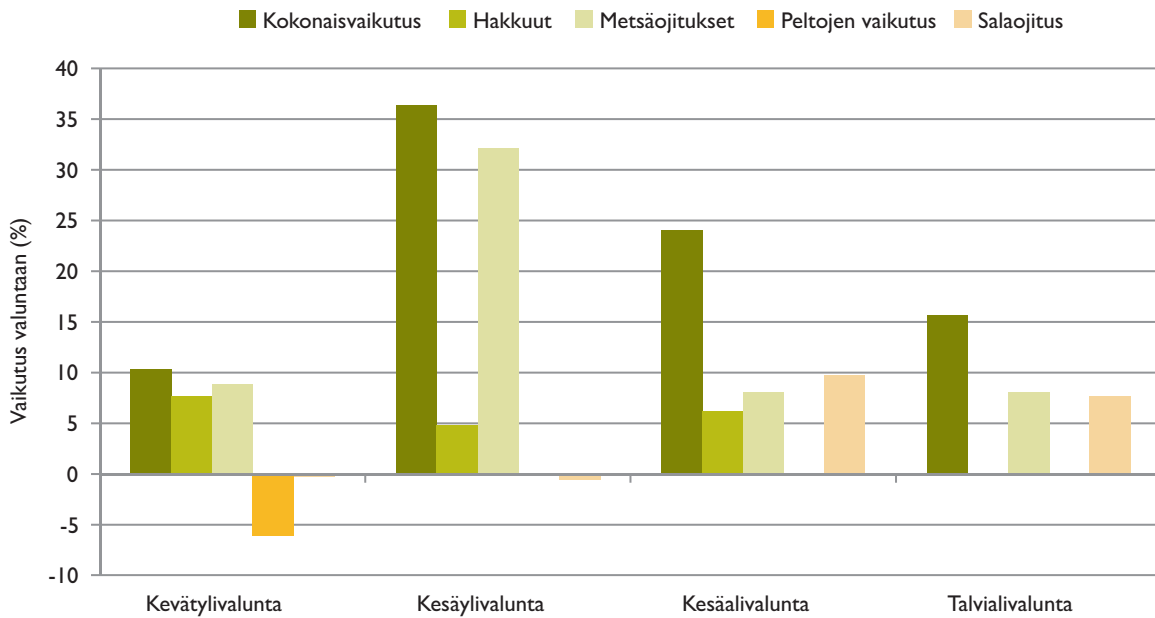
Karvianjärven valuma-alueelta kerättiin lähtötietoja lukuisista eri lähteistä. Osa tiedoista oli erittäin tarkkoja ja vain valuma-alueelta määritettyjä, mutta joidenkin kohdalla jouduttiin käyttämään laajemmalla alueella yleistettyjä arvoja, esimerkiksi Satakunnan tilastoja. Laskennan lähtötiedot valuma-alueelta on esitetty taulukossa 28.

Lähtötietojen puutteiden vuoksi mallilaskelmia tehtiin erilaisilla oletuksilla hakuiden ja ojitusten määrästä. Tässä kuvattavassa tarkastelussa oletettiin, että metsästä olisi hakattu 20 vuoden aikana 50 % ja ojituksia olisi tehty n. 47 km² alueella (n. 67 % valuma-alueesta). Tulosten perusteella toimenpiteet vaikuttavat prosentuaalisesti eniten kesäylivaluntaan (kasvua n. 36 %, kuva 40). Tämä johtuu pääasiassa metsäojituksista. Kevätylivalunnan ja kesäylivalunnan kohdalla pellot pienentävät valuntaa, mutta muuten kaikki toimenpiteet kasvattavat valuntaa. Kevätylivalunta on tarkastelujen perusteella kasvanut n. 10 %, kesäylivalunta n. 24 % ja talvialivalunta n. 16 %. Tulokset kuvaavat vain yhtä laskennallista tilannetta eikä niitä voi yleistää koskemaan koko vesistöaluetta.

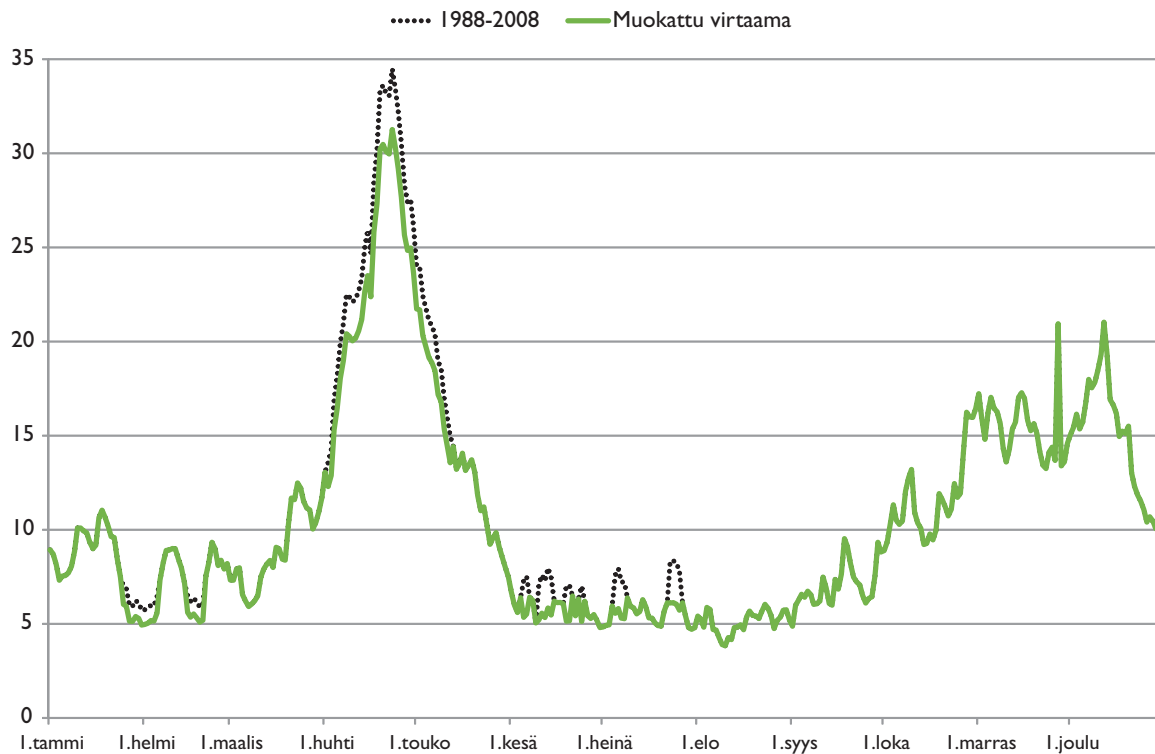
Työssä tarkasteltiin myös virtaamia arvioimalla valunnan muutosten perusteella, miten Karvianjoen yläosan virtaamat muuttuisivat havaitusta, jos vesistön valuma-alueella ei olisi tehty hakkuita ja metsäojituksia eikä raivattu peltoja. Kuvassa 41 on esitetty Karvianjoen keskimääräinen virtaama vuosilta 1988–2008 ja sen pohjalta ”luonnonmukaisiksi” palautetut virtaamat. Virtaamat on palautettu ”luonnonmukaisiksi”

Taulukko 28. Laskennassa käytetyt lähtötiedot Karvianjärven valuma-alueelle.

	Arvo
Valuma-alueen pinta-ala	153 km ²
Metsien pinta-ala	
* Kivennäismaalla	49,5 km ²
* Turvemaalla	21,2 km ²
* Muilla maa-alueilla	0,2 km ²
Peltojen pinta-ala	20,2 km ²



Kuva 40. Toimenpiteiden arvioidut vaikutukset valuntaan Karvianjärven valuma-alueella. Prosentuaalinen muutos verrattuna tilanteeseen, jossa ko. toimenpiteitä ei ole lainkaan toteutettu.



Kuva 41. Karvianjoen virtaamhavainnot vuosilta 1988–2008 ja prosentuaalisten muutosten perusteella muokatut virtaamat

muokkaamalla virtaamia samalla prosentuaalisella muunnoksella kuin mikä oli ihmistoiminnasta arvioitu yli- ja alivaluntonjen muutos. Alivirtaamat arvioitiin vuoden 2006 virtaama-aineistolla. Virtaama on Karvianjoen yläosalla ollut heinä- ja elokuussa alle 3 m³/s. Ilman valuma-alueella suoritettuja toimenpiteitä virtaama olisi enintään 0,6 m³/s pienempi.

Toimenpiteet valuma-alueella vaikuttavat alueen hydrologiaan muuttamalla valuntaa. Vaikutusten suuruus riippuu mm. vuodenajasta, toimenpiteiden iästä ja muokatun alueen sijainnista, ja sama toimenpide voikin joko kasvattaa tai pienentää valuntaa.

Virtaamia on tarkasteltu siten, että muutos valuma-alueen valunnassa on muunnettu suoraan virtaamaan joen yläjuoksulla. Suuntaa-antavien tulosten perusteella toimenpiteet valuma-alueella eivät muuta virtaamia selvästi. Metsähakkuut ja ojittukset kasvattavat kevään ja kesän ylivirtaamia, mutta vaikutus on huomattava vasta erittäin suurilla hakkuualoilla. Toimien myönteisenä vaikutuksena voidaan pitää pienimpien virtaamien kasvua kesäaikaan.

Tarkasteluun sisältyy monia epävarmuustekijöitä. Toimenpiteen vaikutus riippuu sen sijainnista valuma-alueella. Tätä ei ollut mahdollista ottaa huomioon, koska toimien alueellisesta kohdistumisesta ei tarkkaan tiedetä. Tuloksia ei voi yleistää koko jokiosuudelle, eikä niiden perusteella voi myöskään päätellä Karvianjoen vesistön valuma-alueella suoritettujen toimenpiteiden yhteisvaikutuksia joen alajuoksulla.

8.2

Vesiensuojelu- ja kunnostustoimenpiteiden vaikutusten kokonaisarviointi

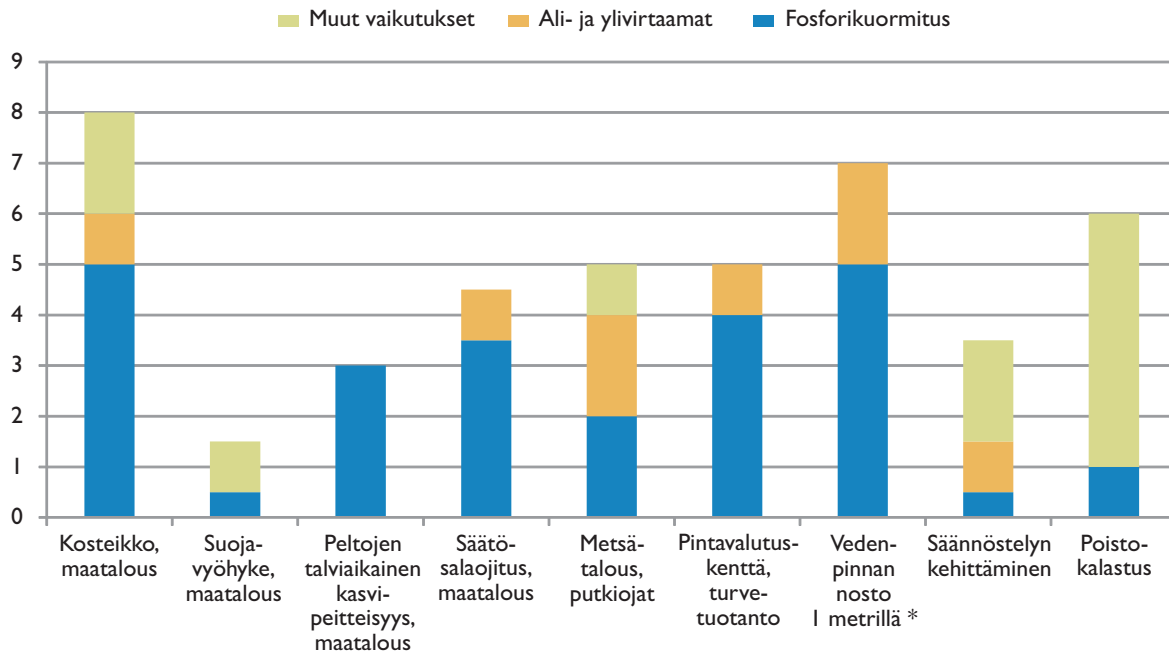
KarTuTa-hankkeessa pääpaino oli fosforikuormituksessa ja sen muutosten arvioinnissa erilaisilla toimenpideyhdistelmillä ja erilaisissa tulevaisuuskuvin. Hankkeessa arvioitiin myös Karvianjärven valuma-alueella maankäytön muutosten vaikutuksia hydrologiaan. Yhdistämällä näiden tarkastelujen tulokset ja arvioimalla lisäksi toimenpiteiden muita ympäristövaikutuksia, saadaan kokonaiskuva toimenpiteiden ympäristöhyödyistä. Valuma-alueella tehtävien toimien lisäksi tarkasteltiin vedenpinnan säännöstelyä, nostoa sekä poistokalastusta. Tulokset ovat suuntaa-antavia ja koskevat Karvianjärveä.

Vaikutus vedenlaatuun arvioitiin KUTOVA-mallilla kullekin toimenpiteelle laske-
tun toimenpiteen maksimaalisen fosforikuormituksen alenemisen tai Karvianjärven fosforipitoisuuden muutoksen perusteella. Hydrologisten vaikutusten arvioinnissa hyödynnettiin saatavilla olleita tutkimustuloksia (Marttila ym. 2010, Jalonen 2008, Savolainen ym. 1996) sekä VEMALA-mallilla tehtyjen vedenkorkeustarkastelujen tuloksia (Huttunen 2008). Kunkin tekijän osalta vaikutuksen voimakkuus arvioitiin asteikolla, jossa 1 tarkoittaa vähäistä vaikutusta ja 5 tarkoittaa erittäin suurta vaikutusta. Liki poikkeuksetta vaikutukset ovat myönteisiä.

Tulosten perusteella ympäristön kannalta myönteisimmät vaikutukset ovat kosteikoilla, jotka fosforikuormituksen vähentämisen (n. 280 kg vuodessa) ohella lisäävät eliöstön monimuotoisuutta (selkärangattomat, linnusto) ja jotka voivat paikallisesti hieman nostaa alimpia virtaamia. Kosteikoilla ei ole juurikaan merkitystä ylivirtaamien tasaajana. Vedenpinnan nostolla olisi myönteisiä vaikutuksia vesistön tilaan. Sillä kasvatettaisiin järven tilavuutta, mikä lisäisi sedimentaatiota ja vähentäisi fosforikuormitusta alapuoliseen vesistöön (yhden metrin nosto n. 310 kg vuodessa).

Vedenpinnan nosto lisäisi Karvianjoen alimpia virtaamia kuivina kausina ja saattaisi kasvattaa ylivirtaamia hieman, sillä mahdollisuus varastoida tulvavesiä vähenisi. Tarkasteltua tilannetta, jossa Karvianjärven vedenpintaa nostettaisiin yhdellä metrillä on erittäin vaikea toteuttaa käytännössä, koska laajoja maa-alueita muuttuisi vesialueeksi ja toimenpiteestä aiheutuisi myös vettymishaittaa. Säännöstelyn kehittämisellä tarkoitetaan tässä nykyistä suurempaa kevättulvaa ja korkeampia vedenkorkeuksia kesällä. Nämä hidastaisivat umpeenkasvua. Tehokkaalla poistokalastuksella voitaisiin huomattavasti vähentää riskiä leväkukintoihin sekä tervehdyttää kalaston rakennetta. Särkikalojen väheneminen pienentää myös sisäistä kuormitusta (esim. pölytysvaikutus ja ulosteet).

Tehtyä tarkastelua voidaan pitää suuntaa-antavana avauksena toimenpiteiden kokonaisvaikutusten arviointiin. Tarkastelua on tarpeen syventää jatkossa. Ongelmana voidaan pitää sitä, että valtakunnallista tietoa toimenpiteiden vaikutuksista on melko niukasti ja olemassa olevan tiedon soveltamisessa Karvianjoen vesistöön sisältyy epävarmuutta. Tämän tyyppiset tarkastelut auttavat hahmottamaan karkealla tasolla vaikutusten suuruusluokkaeroja ja ne voivat myös herättää keskustelua erilaisissa työryhmissä.



Kuva 42. Suuntaa-antava arvio eräiden toimenpiteiden vaikutuksista fosforikuormitukseen, virtaamiin sekä vesistön ja valuma-alueen tilaan Karvianjärven valuma-alueella. Kunkin tekijän osalta vaikutuksen voimakkuus arvioitiin asteikolla, jossa 1 tarkoittaa vähäistä vaikutusta ja 5 tarkoittaa erittäin suurta vaikutusta.

9 Ilmastonmuutostarkastelut

KarTuTa-hankkeessa arvioitiin, kuinka ilmastonmuutoksesta aiheutuvat mahdolliset hydrologiset muutokset vaikuttavat vesistön kuormitukseen ja vedenlaatuun. Tarkasteluissa hyödynnettiin WaterAdapt-hankkeen skenaariolaskentojen tuloksia (Veijalainen ym. 2012). Tässä luvussa kuvataan ensiksi globaaleja ilmastoskenaarioita ja niiden perusteella laskettuja vaikutuksia valuntaan. Sen jälkeen kuvataan vaikutukset Karvianjoen vesistön virtaamiin, vedenkorkeuksiin ja vedenlaatuun. Kohtien 9.1 ja 9.2 teksti ja kuvat ovat suoraan WaterAdapt-hankkeen loppuraportista.

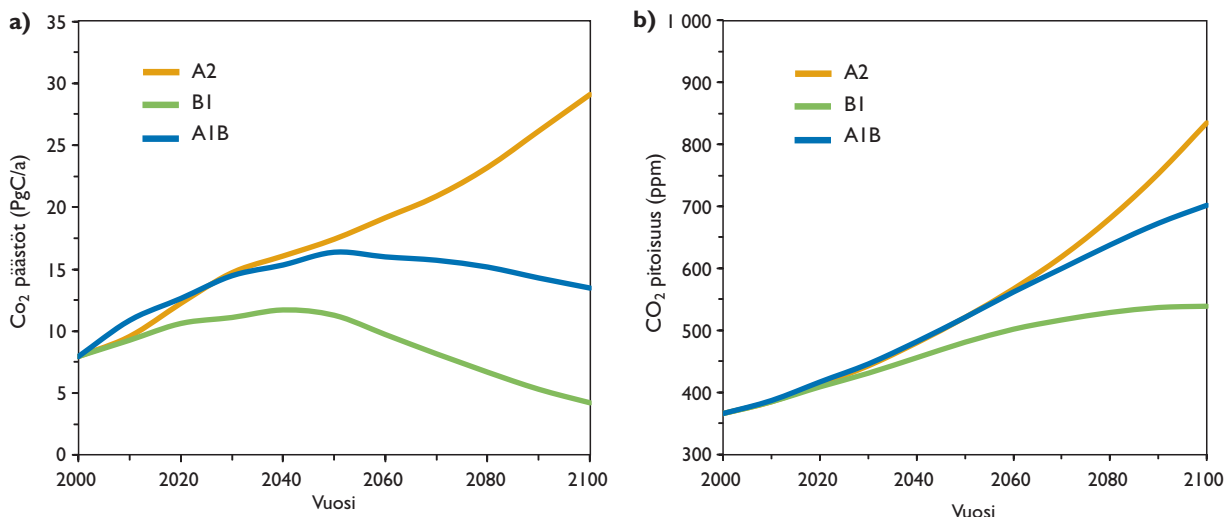
9.1

Ilmastoskenaariot

Maapallon ilmakehän hiilidioksidipitoisuus on noussut esiteollisen ajan tasolta 280 ppm (parts per million = miljoonasosaa) arvoon 389 ppm vuonna 2010. Pitoisuuksien kasvun ennakoidaan yhä jatkuvan ja kiihtyvän ellei tapahdu merkittäviä vähennyksiä kasvihuonekaasujen päästöissä (kuva 38, IPCC 2000). Kasvihuonekaasupäästöt johtavat kasvihuoneilmaston voimistumiseen ja siitä seuraavaan ilmastonmuutokseen. Tämän hetkisen arvion mukaan maapallon keskilämpötila nousisi vuosisadan loppuun mennessä 1,8–4,0 °C (IPCC 2007). Koska lämmin ilma kykenee sitomaan suuremman määrän vesihöyryä, hydrologinen kierto voimistuu ja haihdunta ja sadanta kasvavat maapallon laajuisesti keskimäärin 1–7 % (IPCC 2007) vuosisadan lopussa, tosin alueelliset vaihtelut sadannan muutoksissa ovat suuria. Suomeen ennakoitujen muutokset lämpötilassa ja sadannassa ovat keskimääräisiä suuremmat, 2,0–6,5 °C ja 7–26 %. Ilmastomallien mukaan ilmaston lämpeneminen voimistaa kosteita ilmapvirtauksia keskileveysasteilta pohjoiseen, mikä kasvattaa Suomessa sateita keskimääräistä enemmän. Maapallon keskilämpötilaa suurempi lämpötilan nousu Suomessa johtuu mm. maan pinnan heijastuskykyyn eli albedoon liittyvästä palautemekanismista lumi- ja jääpeitteen vähetessä (Jylhä ym. 2009).

Tässä tutkimuksessa tarkasteltavien ilmastonmuutoksen aiheuttamien hydrologisten vaikutusten aikajaksoina on käytetty referenssijaksoa 1971–2000 ja tulevaisuuden jaksoja 2010–39 ja 2040–69. Osa tarkasteluista tehtiin myös jaksolle 2070–99. Ilmastonmuutokseen liittyvän epävarmuuden huomioon ottamiseksi simuloinneissa käytettiin useaa eri ilmastoskenaariota.

Ilmastoskenaariot muodostuvat päästöskenaariosta ja globaalista ilmastomallista sekä mahdollisesti alueellisesta ilmastomallista. Päästöskenaariot ovat oletuksia ilmakehän kasvihuonekaasujen pitoisuuksien kehittymisestä tulevaisuudessa. Päästöjen kehitys riippuu maapallon väestön, talouden ja tekniikan kehityksestä sekä päästöjen hillintätoimista, joiden ennakointi on vaikeaa. Siksi eri päästöskenaariot voivat poiketa toisistaan paljon. Kuitenkin, kuten kuvasta 2b nähdään, erot hiilidioksidipitoisuuksissa eri skenaarioiden välillä ovat melko vähäisiä aina 2050-luvulle asti.



Kuva 43. Hiilidioksidin päästöjen (a) ja pitoisuuden (b) arvioitu kehitys kolmella SRES-päästöskenaariolla. Eri skenaariot poikkeavat toisistaan mm. väestönkasvun, tekniikan kehityksen ja ympäristönsuojeluun panostamisen suhteen. (IPCC 2000, IPCC 2001). Lähde: Veijalainen ym. (2012).

Päästöskenaarioiden merkitys erityisesti lämpötilan nousun osalta kasvaa vuosisadan lopulle mennessä, mutta niiden vaikutus on melko pieni arvioille ilmastonmuutoksen suuruudesta lähitulevaisuudessa. Tutkimuksessa käytettiin kolmea eri päästöskenaariota: A2, jossa päästöt ovat varsin suuret, B1, jossa päästöt ovat melko pieniä ja A1B, jossa päästöt ovat melko keskimääräiset (kuva 43).

Suurimmat erot lähitulevaisuudessa eri ilmastoskenaarioiden välillä johtuvat niiden laskentaan käytetyistä ilmastomalleista. Nämä mallit kuvaavat ilmastojärjestelmää tietokoneohjelman muotoon puettujen fysiikan lakien avulla. Tietokoneitten rajallisen suorituskyvyn takia monet ilmiöt joudutaan kuvaamaan malleissa yksinkertaistettuina. Eri malleissa tämä ongelma on ratkaistu eri tavoin, ja pääasiassa juuri tästä syystä mallien tulokset poikkeavat toisistaan (Jylhä ym. 2009). Globaalit ilmastomallit ovat koko maapallon kattavia. Alueelliset ilmastomallit taas kattavat vain tietyn alueen, mutta globaaleja malleja tarkemmin. Alueelliset ilmastomallit käyttävät kuitenkin aina globaalil ilmastomallin tuloksia reunaehtona kattamansa alueen rajoilla ja niiden tulokset ovat siten riippuvaisia globaalista mallista. Kolmas ilmastoskenaarioiden epävarmuuden lähde on luonnollinen vaihtelu, joka vielä lähitulevaisuudessa on ilmastonmuutossignaaliin verrattuna merkittävä. Vuosisadan lopulla luontaisen vaihtelun merkitys jää kuitenkin ilmastomalleihin ja päästöskenaarioihin liittyvää epävarmuutta pienemmäksi (Jylhä ym. 2009).

Tässä tutkimuksessa käytetyt globaalien mallien tuottamat ilmastoskenaariot on saatu Ilmatieteen laitokselta. Skenaarioita on useita, jotta ilmastonmuutokseen liittyvät epävarmuudet voidaan ottaa huomioon.

9.2

Muutokset valunnan määrässä

WaterAdapt-hankkeessa käytettiin SYKEN Vesistömallijärjestelmää ilmastonmuutoksen hydrologisten vaikutusten simuloimiseen. Vesistömallijärjestelmä koostuu hydrologisesta sadanta-valuntamallista sekä joki- ja järvimalleista. Virtaamien ja vedenkorkeuksien muuttumista ilmastonmuutoksen vaikutuksesta arvioitiin simuloimalla Vesistömallijärjestelmällä päivittäiset arvot 30 vuodelle ensin referenssijaksolla 1971–2000 ja sitten tarkasteltavilla jaksoilla tulevaisuudessa. Referenssijaksolla

lähtötietoina käytetään havaittuja lämpötiloja ja sadantoja. Ilmastonmuutos otetaan huomioon muuttamalla havaintojen perusteella laskettuja aluelämpötiloja ja -sadantoja valitun ilmastoskenaarion mukaisesti. Ilmastoskenaarioista on laskettu kullekin kuukaudelle lämpötilan muutos asteina ja sadannan muutos prosentteina. Lämpötilaa muutetaan skenaarion mukaisella kuukausittaisella astemäärällä, sadantaa prosentuaalisesti. Lopuksi ilmastonmuutostilanteen virtaamat ja vedenkorkeudet simuloidaan käyttäen lähtötietoina muutettuja sadantoja ja lämpötiloja, jolloin saadaan uudet päivittäiset arvot 30 vuoden jaksolle.

Sadanta kasvaa Suomessa keskimäärin 3–17 % jaksoon 2040–69 mennessä, mutta kasvavan haihdunnan vuoksi valunta kasvaa sadannan kasvua vähemmän. Keskimäärin valunta Suomessa kasvaa jaksolla 2010–39 noin 1–3 % ja jaksolla 2040–69 noin 6–8 % referenssijakssoon verrattuna. Eri osissa Suomea muutokset poikkeavat jonkin verran toisistaan (taulukko 29). Pohjois-Suomessa valunta kasvaa kaikilla skenaariolla (4–12 %), mutta muualla Suomessa se pienenee vähäsatteisimmilla skenaariolla noin 5 % länsirannikolla ja Keski-Suomessa ja jopa 13 % etelärannikolla. Toisaalta runsassateisimmat skenaariot tuottavat etelärannikolla myös suurimmat valunnan kasvut (jopa 25 %). Tämä suuri vaihtelu eri ilmastoskenaarioiden välillä johtunee osittain Itämeren vaikutuksesta eri ilmastomallien tuloksiin.

Suhteellisesti eniten valunta kasvaa talvella (joulu-helmikuu), 34–165 % (taulukko 29). Suuria prosenttimuutoksia selittää referenssijaksoson pieni talvivalunta. Keväällä (maalis-toukokuussa) valunta pienenee Etelä-, Länsi- ja Keski-Suomessa, koska talven aikana on kertynyt vähemmän lunta ja lumen sulamisen aiheuttama valunta pienenee. Pohjois-Suomessa taas kevään valunnat kasvavat (6–19 %) kun aiemmin kesäkuulle jatkunut lumen sulaminen tapahtuu kokonaisuudessaan jo kevätkuukausien aikana. Tämän vuoksi Pohjois-Suomessa kesän valunnat pienevät selvästi (13–31 %). Etelämpänä kesän valunnat pienevät keskimäärin (16–25%), kevään aikaistumisesta johtuvan maaperän kuivumisen vuoksi. Märmillä skenaariolla sadannan kasvu lisää kuitenkin kesävaluntoja. Syksyllä valunnat pääosin kasvavat sateiden lisääntymisen myötä (18–34 %).

Taulukko 29. Valunnan muutos vuositasolla ja eri vuodenaikoina jaksoilla 2010–39 ja 2040–69 verrattuna jaksoon 1971–2000. Skenaario I (Ka A1B) lihavoituna ja viiden skenaarion vaihteluväli suluissa (skenaariot I, 10, 15, 17 ja 19). (Veijalainen ym. 2011)

	Valunnan muutos (%) referenssijaksolta 1971–2000			
	Etelärannikko	Pohjanmaa ja Satakunta	Järvi-Suomi	Pohjois-Suomi
Vuosi				
2010–39	3 (-1– +12)	1 (-2–+15)	2 (-1–+16)	2 (1–9)
2040–69	8 (-13–+25)	6 (-5–+7)	7 (-5–+8)	7 (4–12)
Kevät (maalis-touko)				
2010–39	-20 (-23–(-11))	-18 (-20– (-2))	-14 (-19– (-2))	6 (6–8)
2040–69	-28 (-41– (-12))	-29 (-33– (-3))	-23 (-28–(-2))	6 (6–19)
Kesä (kesä-elo)				
2010–39	-14 (-28–+9)	-15 (-27–+16)	-19 (-28– +7)	-20 (-25– (-6))
2040–69	-16 (-31–+42)	-19 (-33–+8)	-25 (-35–+10)	-28 (-31– (-13))
Syksy (syys-marras)				
2010–39	8 (-3–+32)	12 (5–43)	11 (2– 42)	16 (9–25)
2040–69	18 (-8–+50)	27 (6–50)	25 (5–51)	34 (23–35)
Talvi (joulu-helmi)				
2010–39	49 (14–58)	73 (8–95)	81 (22– 103)	63 (5–67)
2040–69	84 (42–85)	136 (43–136)	146 (70–165)	127 (34–127)

Ilmastonmuutoksen vaikutukset Karvianjärven ja Karhijärven fosforipitoisuuteen

Ilmastonmuutoksen vaikutusta Karvianjärven ja Karhijärven ulkoiseen kuormitukseen ja järvien veden fosforipitoisuuteen simuloitiin VEMALA-mallilla. Laskenta tehtiin skenaariosta A1B eri ilmastonmuutosmallien tuloksista lasketulle kaskiarvolle.

Simulointien tulokset kertovat lähinnä muutoksesta tehdyillä sadanta- ja lämpötilaoletuksilla. Niiden tulkinnassa tulee ottaa huomioon malliin ja skenaarioihin liittyvä epävarmuus, koska eri tutkimuslaitosten ilmastoskenaarioissa on eroja. Ne johtuvat mm. erilaisista päästöskenaarioista, ilmastomalleista ja mallien lähtöoletuksista, jotka erilaisine lämpötilan ja sadannan muutoksineen johtavat toisistaan poikkeaviin virtaamiin ja vedenkorkeuksiin (Veijalainen ym. 2012). Tämän vuoksi ilmastonmuutostarkastelut kuvaavat muutosten suuntaa ja suuruusluokkaa. Simulointien lähtökohtana on ollut nykyinen ulkoinen kuormitus, jota ei ole vähennetty vesiensuojelutoimenpiteillä.

Seuraavassa on esitetty mallitarkastelujen keskeiset tulokset Karvianjärvellä ja Karhijärvellä:

- Ulkoinen fosforikuormitus kasvaa vuoteen 2099 mennessä Karvianjärvellä ja Karhijärvellä noin 10 %. Kuormituksen kasvu riippuu valuma-alueen ominaispiirteistä mm. maaperästä (turvemaan ja kivennäismaan osuus) ja peltojen kaltevuudesta ja on suurinta alueilla, joilla pellot ovat kaltevia.
- Virtaaman ja ulkoisen kuormituksen maksimit loivenevat ja siirtyvät talvelle
- Veden fosforipitoisuuden vuosikeskiarvo kasvaa laskelmien mukaan 1 % Karvianjärvellä ja 5 % Karhijärvellä. Järvien fosforipitoisuus kasvaa talvella, mutta laskee keväällä ja kasvukaudella kuormituksen aikaistumisen, sedimentaation ja luusuasta tapahtuvan poistuman kasvun vaikutuksesta.
- Fosforin nettosedimentaatio kasvaa vuoteen 2099 mennessä 2 % Karvianjärvellä ja 5 % Karhijärvellä
- Järvien maksimilämpötilat kesällä nousevat 2–3 asteella.

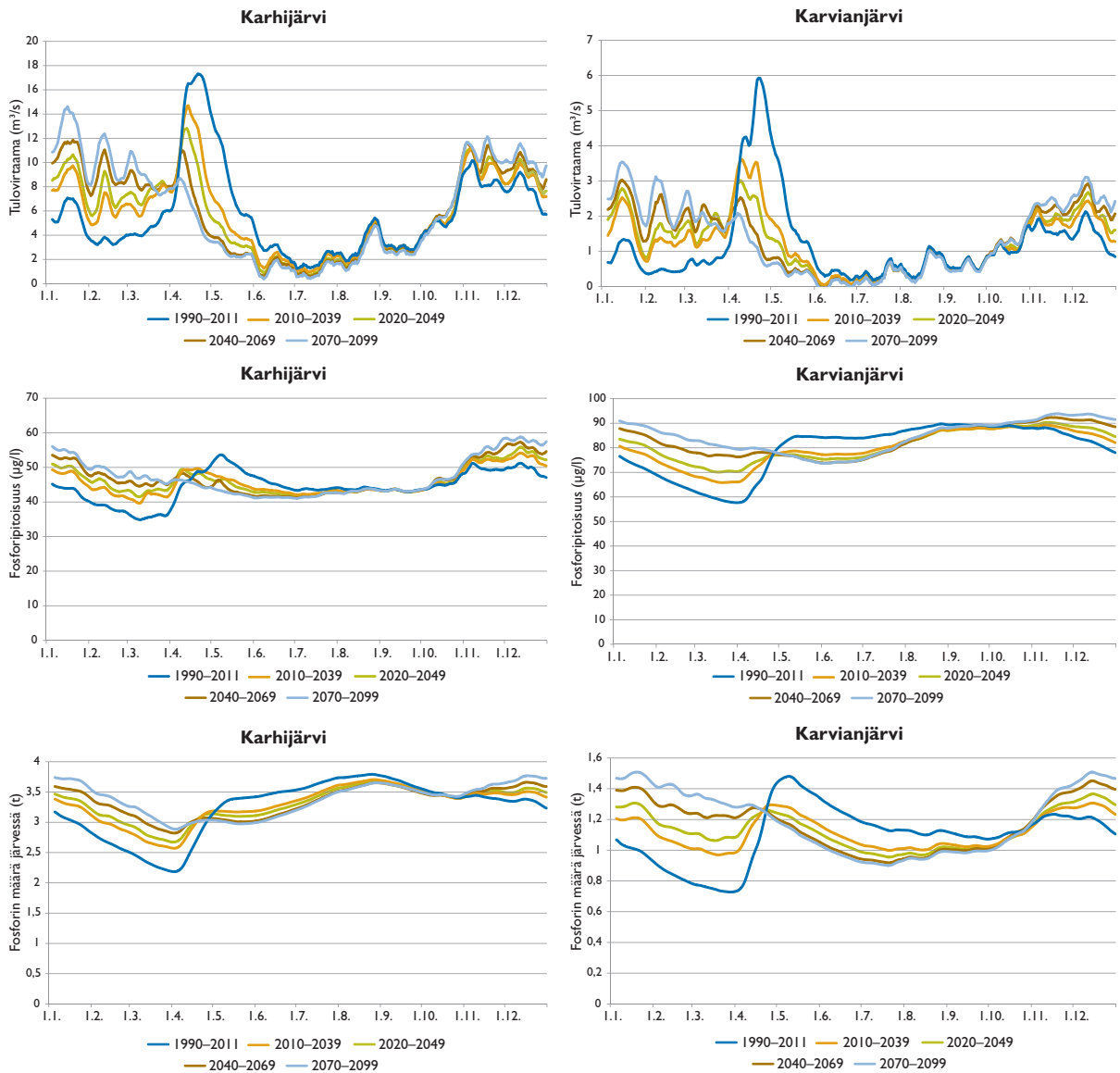
Vaikka VEMALA-tarkastelut viittasivatkin siihen, että veden fosforipitoisuus voi kesällä laskea, se ei kuitenkaan todellisuudessa laske edes kasvukaudella, koska ilmastonmuutos voi kasvattaa sisäisen kuormituksen riskiä usealla tavalla, joita malli ei ota huomioon. Sisäisen kuormituksen lisääntyminen voi olla seurausta mm. seuraavista seikoista:

- Sedimentin ravinnevarastot kasvavat.
- Jos kerrostumista ei tapahdu, korkeampi lämpötila voi voimistaa ravinteiden mineralisaatiota sedimentissä (mm. Jeppesen ym. 2009).
- Jos vesi hellejaksoilla tilapäisesti kerrostuu, saattaa pohjan tuntumaan kehittyä happikato, joka käynnistää fosforin vapautumista sedimentistä (Knuuttila ym. 1994).
- Veden lämpeneminen ja mahdollinen sameneneminen voivat voimistaa särkikalakantoja ja vinouttaa ravintoketjua, koska ne suosivat useimpia särkikaloja ja kiiskeä, mutta petokaloista vain kuhaa (Lehtonen 1996).

Sadannan kasvu ja valuntojen kasvu lisää myös orgaanisen hiilen huuhtoutumista (Lepistö ja Kortelainen 2010). Lisäksi lämpiminä syksyinä maaperäprosessit, esim. hajoaminen, jatkuvat myöhemmälle, mikä lisää myös maaperän humuksen huuhtoutumista vesiin.

Ilmastonmuutoksen vaikutus on melko samankaltainen molemmilla järvillä. Pienet erot voidaan selittää seuraavilla seikoilla:

- Karhijärvellä kesän vedenkorkeuden ja siten myös tilavuuden vaihtelu on paljon pienempää kuin Karvianjärvellä, koska Karhijärvi on säännöstelty järvi.
- Järveen tuleva fosforikuormitus on Karhijärvellä enemmän sidoksissa valuntaan, koska sen valuma-alueella on enemmän peltoja ja vähemmän turvemaita kuin Karvianjärvellä. Siksi Karhijärveen tuleva kuormitus kasvaa hieman enemmän kuin Karvianjärvellä.



Kuva 44. Ilmastonmuutoskenaarioiden perusteella arvioitu tulovirtaaman muutos ja fosforipitoisuuden kehittyminen Karvianjärvessä ja Karhijärvessä eri ajanjaksoilla vuoteen 2100 mennessä (Huttunen 2011).

Ilmastonmuutoksen hydrologiset vaikutukset ja mahdollisia sopeutumistoimenpiteitä

Karvianjoen säännöstelyn kehittämishankkeen työpajassa vuonna 2010 esiteltiin ilmastonmuutoksen mahdollisia hydrologisia vaikutuksia ja keskusteltiin ryhmissä niiden vaikutuksista vesistön tilaan ja käyttöön vesistön eri osissa sekä toimenpiteistä, joilla mahdollisia kielteisiä vaikutuksia voitaisiin lieventää. Yhteenvedo keskustelujen tuloksista on esitetty taulukossa 30.

Ilmastonmuutoksella arvioitiin olevan monia myönteisiä ja kielteisiä vaikutuksia. Syys- ja talvivirtaamien kasvun merkittävimmät vaikutukset olisivat eroosion ja ravinteiden huuhtoutumisen lisääntyminen sekä hyydetulvien riskin lisääntyminen. Kevättulvan pieneneminen parantaisi työskentelyolosuhteita rantapelloilla, mutta voisi lisätä umpeenkasvun kiihtymistä, koska kuolleen eloperäisen aineksen huuhtoutuminen kuivalle rantavyöhykkeelle vähenisi. Tasaisempi vedenpinta keväällä voisi vähentää matalaan kutevan hauen kudun jäämistä kuivalle. Toisaalta haulle parhaita kutualueita, tulvaniittyjä, olisi vähemmän tarjolla. Kesän kuivuuskausien pahenemisella ja siihen liittyvillä erittäin pienillä virtaamilla ja matalilla vedenkorkeuksilla olisi kielteisiä vaikutuksia virkistyskäytön lisäksi vesieliöstöön, esimerkiksi pienten uomien kuivumisen vuoksi. Mahdollisina sopeutumistoimina pidettiin veden varastoinnin lisäämistä joko säännöstelyn avulla tai valuma-alueitoimenpiteillä (ojien tukkiminen, putkipadot). Voimalaitosten ohijuoksutuksia voidaan vähentää rakentamalla vesivoimalaitoksiin uusia koneita.



AR

Taulukko 30. Yhteenveto säännöstelytyöpajan osallistujien näkemyksistä Ilmastomuutoksen vaikutuksista ja sopeutumistoimenpiteistä (+++/--- Erittäin suuri myönteinen/kielteinen vaikutus, ++/-- melko suuri myönteinen/kielteinen vaikutus, +/- Vähäinen myönteinen/kielteinen vaikutus, 0 Ei vaikutusta).

	Maa- ja metsätalous (vesistön rannalla sijaitsevat alueet)	Yhdyskunnat ja haja-asutus (tulvavahingot)	Virkistyskäyttö (rantojen käyttö, veneily ja melonta, uinti, kalastus)	Vesiluonto ja kalakannat	Energiantuotanto
Syys- ja talvi-virtaamien kasvun vaikutus	---	- (avovesikausi) --- (hydetilanteet)	+ / -	+ / --	+ + / -
Perustelut	Peltojen ja metsien vettäminen, ravinteiden huuhtoutuminen ja eroosio kasvavat	Riskit paikallisia ja vähäisiä, esim. Pohjanmaantie, mökit	Talvilajit kärsivät, virtavesikalastuksen ja kalastusmatkailun kannalta myönteinen vaikutus	Happitilanne järvissä talvella paranee, ravinnepitoisuudet kasvavat, eroosio lisääntyy, hyhyde voi aiheuttaa haittaa eliöstölle (pohjaeläimet, raakku, kalojen kutu)	Sähköntuotantoaika pitenee, ohijuoksuksien lisääntyminen, suuret virtaamat lisäävät roskien määrää, hyhyderiskin kasvu aiheuttaa häiriöitä
Kevättulvan pieneneminen ja ajankohdan muutos	+ + + / -	+ +	-	--	+
Perustelut	Paremmat työskentelyolosuhteet, aikaistuneet kevättyöt, riski takatalvesta?; viljeltävät kasvilajit?	Kevättulvat vähenevät, jääpatotulvien riski vähenee	Kevätkalastus voi kärsiä, jäidenläh- töön liittyvät elämykset vähenevät, Merikarvianjoen kalastusolosuhteet huononevat	Kuollut kasvi- aines jää jär- veen, koska kevättulvan huuhtova vai- kutus vähenee, kevätkutuisten (erityisesti hau- ki) kalojen kutuun kevättulvan pienenemisen vaikutukset voivat olla sekä myönteisiä että kielteisiä	Ohijuoksu- tukset vähenevät, roskien määrä vähenee
Kesä- kuivuus	+ / -	0	---	--	-- / +
Perustelut	Madaltunut pohjaveden taso, kastelutarpeen lisääntyminen, alavat pellot hyötyvät, kesä- hakkuut mahdol- listuvat	Kesätulvat eivät ole ongelma nytkään	Melonta ja muu veneily kärsii, veden niukkuus ja laatu haittaavat virkistyskäyttöä	Kasvillisuus lisääntyy (umpeenkasvu), happitilanne huononee, pohjaeläimet ja kalasto kärsivät, kalojen maku- haitat	Sähköntuotan- to vähenee, turpiinit eivät pyöri minimi- virtaamilla, huoltotyöt helpottuvat
Mahdollisia sopeutumistoimen- piteitä	Kastelun lisäämi- nen, kasvilaji- valinnat, viljely- tekniikoiden muutokset, ajoitus	Ei tarvita	Veden varastoinnin lisääminen, virtaa- mien tasaaminen	Veden varas- toinnin lisäämi- nen, virtaamien tasaaminen	Veden varas- toinnin lisäämi- nen, virtaamien tasaaminen, koneiden uusi- minen



HY

Osa IV

Johtopäätökset menetelmien soveltuvuudesta vesienhoitoon



MD

10 Hankkeessa sovellettujen menetelmien arviointi

KarTuTa-hankkeen tärkeänä tavoitteena oli kehittää ja soveltaa menetelmiä vesienhoidon suunnitteluun. Menetelmiä käytettiin sekä vuorovaikutteisen suunnittelun tukena että vesistön vedenlaatumuutosten ja niihin liittyvien kustannusten ja hyötyjen arvioinnissa. Mallien kirjo oli suuri vaihdelleen yksinkertaisista EXCEL-laskentamalleista monimutkaisempiin tilastollisiin malleihin ja simulointimalleihin. Seuraavassa esitetään yhteenveto eräiden keskeisten menetelmien käyttökokemuksista, soveltamismahdollisuuksista ja kehittämistarpeista.

10.1

Vuorovaikutteista suunnittelua tukevat tekniikat

Vuorovaikutteinen työskentely koettiin palautteen perusteella kiinnostavana ja hyödyllisenä. Se edistää sidosryhmien välistä yhteistyötä ja avoimuutta ja voi edistää myös eri osapuolten sitoutumista hankkeen tuloksiin ja johtopäätöksiin.

Sidosryhmäanalyysi: Sidosryhmäanalyysi kannattaa tehdä laajoissa hankkeissa heti alkuvaiheessa. Se voidaan tehdä kirjoituspöytätyöskentelynä tai hankeryhmän yhteistyöskentelynä varsinkin silloin, jos laatijat tuntevat alueen ja sen toimijat sekä hankkeen päämäärät hyvin. Muussa tapauksessa analyysiä tehtäessä on tarpeen haastatella keskeisten sidosryhmien avainhenkilöitä. Sidosryhmäanalyysin perusteella voidaan tunnistaa eri osapuolten merkitys ja rooli hankkeen toteutuksessa. Kokemus on osoittanut, että jos järjestelmällistä sidosryhmäanalyysiä ei tehdä, voi keskeisiä sidosryhmiä jäädä työn ulkopuolelle. Tämä saattaa vaikuttaa huomattavasti eri osapuolten sitoutumiseen ja hankkeen toteuttamiseen sekä siitä saataviin hyötyihin. Sidosryhmäanalyysin muotoa ja käyttötapaa kannattaa toisaalta pohtia riittävästi, jotta ei tehtäisi niin perusteellista analyysiä ja tavoitteiltaan epärealistisia suunnitelmia, etteivät voimavarat riitä niiden toteuttamiseen. Hankkeen viestintäsuunnitelma pohjautuu myös erityisesti sidosryhmäanalyysiin.

Vuorovaikutusta tukevat tekniikat: Kokemukset erilaisista tekniikoista olivat myönteisiä ja ne tuottivat KarTuTa-hankkeelle hyödyllistä tietoa. Myös osallistujat kokivat myönteisenä sen, että heille tarjottiin erilaisia mahdollisuuksia omien näkemystensä esittämiseen. Yksi keskeinen johtopäätös on, että suunnittelijoilla on hyvä olla työkalupakissaan erilaisia vuorovaikutustekniikoita, joita voidaan soveltaa sopivissa tilanteissa tarkoituksenmukaisella tavalla. Pelkistetytkin tekniikat ovat usein erittäin toimivia ja turvallisia, eikä niiden käyttö arkisuudessaan yleensä herätä hämmennystä osallistujissa. Esimerkiksi porinatekniikka osoittautui tehokkaaksi menetelmäksi keskustelun aktivoimisessa. Se sai kaikki mukaan keskusteluun ja teki keskustelusta tasapuolisempaa. Se myös nosti tapaamisen energiatasoa. Porinatekniikan etuna on sen yksinkertaisuus; sen soveltaminen onnistuu myös henkilöiltä, jotka eivät ole aiemmin perehtyneet vuorovaikutustekniikoihin.

Joidenkin tekniikoiden kohdalla tärkeäksi osoittautui etukäteisharjoittelu. Se auttoi tunnistamaan tekniikan soveltamisen ongelma-kohtia ja tuki myös realististen aika-
taulujen suunnittelua. Strukturoitujen lähestymistapojen hyötynä vapaamuotoiseen
keskusteluun verrattuna oli se, että ne tuottivat tietoa, jota pystyttiin käyttämään
hankkeessa hyväksi sellaisenaan. Kyselylomakkeen täyttämässä ohjatusti etuna
oli se, että osallistujilla oli mahdollisuus kysyä, mikäli he eivät ymmärtäneet jotakin
kysymystä tai kaipasivat jostakin asiasta lisätietoa. Muiden osallistujien näkemysten
kuuleminen saattaa avartaa omaa ajattelua ja tuoda keskusteluun uusia sävyjä ja nä-
kökulmia. Koska osallistujat halusivat tarkennuksia ja perusteluja vaikutusarvioihin,
voitiin samalla esitellä tutkimustuloksia ja luoda yhteistä käsitystä vaihtoehtojen
vaikutuksista. Kaiken kaikkiaan ohjattu työskentelytapa johtaa todennäköisesti laa-
dukkaampiin vastauksiin kuin se, että lomakkeet täytettäisiin täysin itsenäisesti. Jos
kysely tehdään postitse tai sähköpostitse, on syytä varautua myös siihen, että kaikki
eivät vastaa kyselyyn.

Hankkeessa sovellettiin inforasteja Karvianjoki-paneelin viimeisessä kokoukses-
sa ja "Kohti hyvää vesienhoitoa" -seminaarissa. Karvianjoki-paneelin kokouksessa
esiteltäessä hankkeen tuloksia puoli tuntia riitti hyvin rastia kohden. Sen sijaan se-
minaarissa keskusteltaessa menetelmistä ja mahdollisuuksista niiden hyödyntämi-
seen puoli tuntia oli liian lyhyt aika. Tähän vaikutti osaltaan seminaarin suurempi
ryhmäkoko (4-7 henkeä) ja paneelin rasteja laajempi aihe sekä se, että useimmat
osallistujat tunsivat aihepiirin syvällisesti ja heillä oli myös kiinnostusta vaikuttaa
käytäntöjen kehittämiseen.

Tulevaisuuskuvioiden muodostaminen: Paikallisista sidosryhmistä koottu Karvianjoki-
paneeli muodosti ryhmissä tulevaisuuskuvioiden rungot annettujen ohjeiden ja aineis-
ton pohjalta. Kaikki ryhmät etenivät annetun ohjeistuksen mukaan, mutta ryhmät
jakoivat käytettävissä olevan ajan eri tavalla annettujen kysymysten välillä. Ryhmiä
ei ohjeistettu valitsemaan puheenjohtajaa ja sihteeriä, mutta ne järjestyivät itse. Yksi
ryhmistä ei ollut ymmärtänyt tehtävänantoa tarkoitettulla tavalla. Näin ei luultavasti
olisi käynyt, jos kullakin ryhmällä olisi ollut hankkeen puolesta vetäjä, joka olisi ollut
hyvin perillä toimeksiannon tavoitteista ja joka olisi aktiivisesti ohjannut keskuste-
lua ja huolehtinut ryhmän ajankäytöstä. Vaihtoehtoisesti olisi voitu etukäteen valita
kullekin ryhmälle vetäjä, jota olisi ohjeistettu ennen tilaisuutta tehtävän tavoitteesta
ja työskentelytavasta.

Tulevaisuuskuvioiden laatiminen Karvianjoki-paneelissa koettiin innostavana, kiin-
nostavana ja opettavaisena. Se voi auttaa ymmärtämään paremmin myös nykyhetkeä
tuomalla syy-seuraussuhteet selvemmin näkyville. Menetelmällä voi olla käyttöä
esim. maakuntastrategian valmistelun yhteydessä. Menetelmän ongelmana voidaan
pitää sen työläisyyttä. Haasteena on myös riittävän erilaisten ja yllätyksellisten tulevai-
suuskuvioiden luominen. On tärkeää myös suunnitella etukäteen, miten laadittuja tule-
vaisuuskuvioiden käytetään suunnittelussa ja päätöksenteossa, koska sillä on vaikutusta
tulevaisuuskuvioiden määrään ja yksityiskohtaisuuteen sekä itse tulevaisuuskuvioiden
muodostamisprosessiin.

10.2

Kuormitus- ja vedenlaatumallit

Mallit ovat aina todellisuuden yksinkertaistuksia ja sen takia niiden antamat tulok-
set ovat epävarmoja. Malleja käytettäessä ja niiden tuloksia tulkittaessa tulee olla
tietoinen tästä, jotta tulosten perusteella ei tehdä liian pitkälle meneviä tai vääriä
johtopäätöksiä. Vuorovaikutteisessa suunnittelussa onkin tarpeen kertoa avoimesti
malleihin liittyvät epävarmuudet. Yksinkertaistukset ja oletukset eivät tee mallin
tuloksista vääriä, mutta ne rajoittavat niiden yleistämistä.

VEPS-järjestelmän vahvuuksia ovat sen yksinkertaisuus ja helppo käyttöliittymä. Sillä saa nopeasti yleiskuvan alueen maankäytöstä ja kuormituksen jakaantumisesta eri kuormitussektoreille. VEPSin heikkouksia on, että se tuottaa vain keskimääräisiä kuormitusarvoja, jotka eivät ota huomioon vuosien välistä hydrologista vaihtelua. Se ei myöskään ota huomioon ravinteiden sedimentoitumista yläpuolisiin järvioltaisiin. Järjestelmää ei voi käyttää kuormituksen muutoksen arvioinnissa.

Vesistömallijärjestelmän (VEMALA) vahvuus on, että se laskee pitoisuudet erilaisille hydrologisille jaksoille ja että se hyödyntää mallinnuksessa vedenlaatuhavainnot. Mallilla voidaan laskea nykyisen kuormituksen ja sen muutoksen vaikutukset vesistöalueen eri osissa. Malliin sisältyy myös sedimentaation laskenta. Malli yhdistää ympäristöhallinnon eri tietokantojen ja mallien (VIHMA) tietoja. Mallia kehitetään jatkuvasti ja sitä voidaan soveltaa laajalti, koska vedenlaadun laskenta on liitetty osaksi valtakunnallista vesistömallijärjestelmää. Mallin omaehtoinen soveltaminen ei ole mahdollista, sillä vain valmiiksi laskettuja tuloksia voi tarkastella. Malli on myös monimutkainen ja sen laskentaperiaatetta on vaikea ymmärtää. Tuloksia voi olla siksi erittäin vaikea arvioida ja kyseenalaistaa. KarTuTa-hankkeessa ongelmaksi osoittautui myös se, että mallin tuottamat tulokset muuttuivat jatkuvasti. Tämä johtuu vähäisestä seurantatietojen määrästä ja jatkuvasta mallin kehitystyöstä, joka vaatii parametrien kalibroimista uudelleen. Tuloksen tarkkuus riippuu seurantatietojen määrästä. Mallissa ei vielä oteta huomioon biologisia tekijöitä eikä prosesseja ja siksi esim. klorofylliarviot eivät välttämättä vastaa havaintoja niissä järvissä, joissa kalaston rakenne on voimakkaasti vinoutunut. Ongelmina ovat myös käyttöliittymän monimutkaisuus ja ohjeistuksen puute. Kehittämistä vaatii myös metsätalouden kuormituksen, sisäisen kuormituksen ja järveen tehtävien kunnostustoimien arvioinnin sekä valmiiden valtakunnallisten skenaarioiden (maankäytön ja asutuksen muutokset, ilmastonmuutos) lisääminen malliin.

LakeState ja Lake Load Response (LLR): Malleja on helppo käyttää tavoitekuormituksen arviointiin. Jos havaintoja on kattavasti, niin ennusteet ovat uskottavia. Yhtäältä malli yksinkertaistaa todellisuutta liikaa, sillä se ei ota huomioon biologiaa eikä sisäistä kuormitusta. Toisaalta mallin monimutkaisuuden vuoksi sen tulosten tulkinta vaatii syvällistä mallin tuntemusta. Vaarana on myös soveltaminen kohteessa, johon malli ei sovellu. Mallien vahvuuksia on se, että ne tuovat todennäköisyysajattelun vedenlaadun ennustamiseen.

10.3

Kunnostustarpeen arviointi ja hoitokalastuksen mitoitus

Sisäisen kuormituksen merkityksen arviointiin sovelletuilla menetelmillä voidaan arvioida tarvetta yhdennetysti järvessä ja valuma-alueella tehtäviin toimenpiteisiin. Tarkastelu on nopea toteuttaa ja sen tulokset voidaan esittää esimerkiksi vesistöalueittain havainnollisina karttoina. Näiden perusteella voidaan päätellä järvikohtaisesti mm. onko tarvetta ensisijaisesti ulkoisen vai sisäisen kuormituksen vähentämiseen. Tällaiset tarkastelut ovat tarpeellisia ja hyödyllisiä vesienhoidon suunnittelun kaltaisessa yleissuunnittelussa. Arviointi edellyttää tietoa järveen tulevasta kuormituksesta ja seurantatietoja veden fosforipitoisuudesta sekä happi- ja lämpötilakerrostuneisuudesta. Toistaiseksi soveltamiskokemuksia on vähän. Painekartoille tulisi kehittää yhtenäinen valtakunnallisesti sovellettava esitystapa.

Ravintoketjukurjennostuksen soveltavuuden arvioinnissa ja mitoituksessa käytetty menetelmä perustuu varsin laajaan ja pitkäaikaiseen aineistoon ja tutkimustietoon. Menetelmä yhdistää vedenlaatua ja biologiaa koskevia tietoja ja siten täydentää vedenlaa-

tumallitarkasteluja (LakeState/LLR, VEMALA), jotka eivät ota huomioon biologisia prosesseja. Menetelmä on havainnollinen ja helposti sovellettavissa. Soveltaminen edellyttää ekologisessa luokittelussa käytettäviä tietoja vedenlaadusta ja kalakanasta. Ravintoketjukurjennostusten kustannusten tarkkaa arviointia vaikeuttaa se, että kalojen pyydettävyudessa on suuria järviakohtaisia eroja. Klorofylli/fosfori-suhteen käytössä on humuspitoisissa järvissä otettava huomioon limalevän esiintyminen.

10.4

Kustannustehokkuuden ja hyötyjen arviointi

Toimenpiteiden kustannustehokkuuden arvioinnissa sovelletun KUTOVA-mallin vahvuuksia ovat helppokäyttöisyys, lähtötietojen vaivaton muokattavuus sekä kytkeytyminen vesienhoidon suunnittelun toimenpiteisiin ja kustannuksiin. Mallilla voidaan laskea suuntaa-antavat arviot eri toimenpiteiden mahdollisuuksista vähentää fosforikuormitusta ja niiden kustannuksista. Kun Karvianjoki-paneelissa keskusteltiin tilatavoitteiden saavuttamisen edellyttämistä toimenpiteistä, saatiin mallitarkastelujen tuloksista tukea. Mallin heikkoudet liittyvät lähtötietojen epätarkkuuteen ja tulosten tulkintaan. Tuloksia tulkittaessa epävarmuus toimenpiteiden kustannuksista ja fosforikuormituksen vähentämisen tehokkuudesta unohtuu helposti. Mallia pitäisi kehittää niin, että arvioiden vaihteluvälit voitaisiin ottaa huomioon. Mallin epävarmuustarkasteluja onkin kehitetty vuoden 2012 aikana ja tarkasteluissa (kuva 24) on esitetty keskiarvon lisäksi minimi- ja maksimiarvot. Mallin toimenpidevalikoima on vielä melko suppea ja sitä tulisi laajentaa mm. metsätalouden toimenpiteillä. Fosforikuormituksen lisäksi olisi tarpeen tarkastella typpi- ja kiintoainekuormitusta. Toimenpiteiden kustannusarviot olisi syytä tarkistaa vesienhoidon suunnittelun ensimmäisen kierroksen tulosten pohjalta.

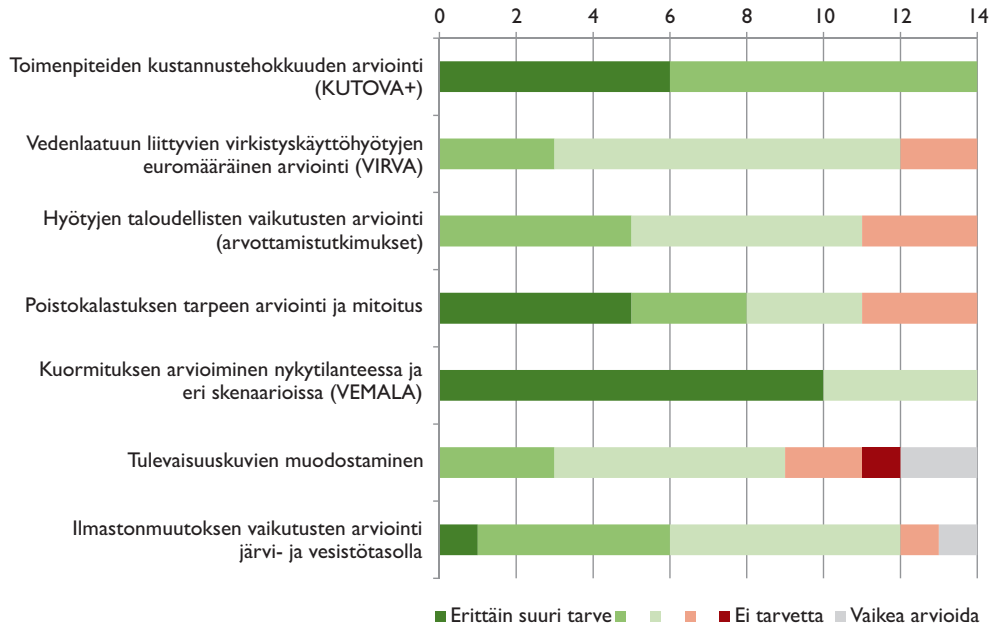
Vedenlaadun vaikutuksia virkistyskäyttöön arvioitiin *VIRVA-mallilla*. Mallissa hyödynnetään aikaisemmin Suomessa tehtyjen virkistyskäyttötutkimusten tuloksia ja vedenkorkeuden vaihtelun virkistyskäyttövaikutusten arviointiin kehitetyn *VIRKI-mallin* periaatteita. Mallin vahvuuksia ovat yksinkertaisuus, läpinäkyvyys ja havainnollisuus. Malliin sisältyy kuitenkin monia oletuksia ja yksinkertaistuksia, joiden teoreettista perustaa ja vastaavuutta käyttäjien kokemuksiin on tarpeen vielä selvittää. Avoimia kysymyksiä on vielä vedenlaatua kuvaavien mittareiden (esim. fosforipitoisuus, näkösyvyys, klorofylli) valinnassa sekä vedenlaadun ja käyttökelpoisuuden välistä riippuvuutta kuvaavien arvofunktioiden muodon määrittämisessä. Mallin soveltamista parantaisi, jos järvet ja joet voitaisiin jakaa ominaispiirteiden mukaan muutamaaan ryhmään ja jos kullekin ryhmälle määritettäisiin oma arvofunktio. Mahdollisuuksia sisällyttää matkailu ja kotitalouksien vedenotto mallin käyttömuotoihin on tarpeen selvittää. Virkistyskäytön hyötyarvioita tarvittaisiin vesienhoitotyössä mm. kustannusten kohtuullisuuden tarkastelussa. Näyttäisi siltä, että *VIRVA-malli* voisi täyttää menetelmällisen aukon, joka on vesiensuojelun sosioekonomisten vaikutusten arvioinnissa.

10.5

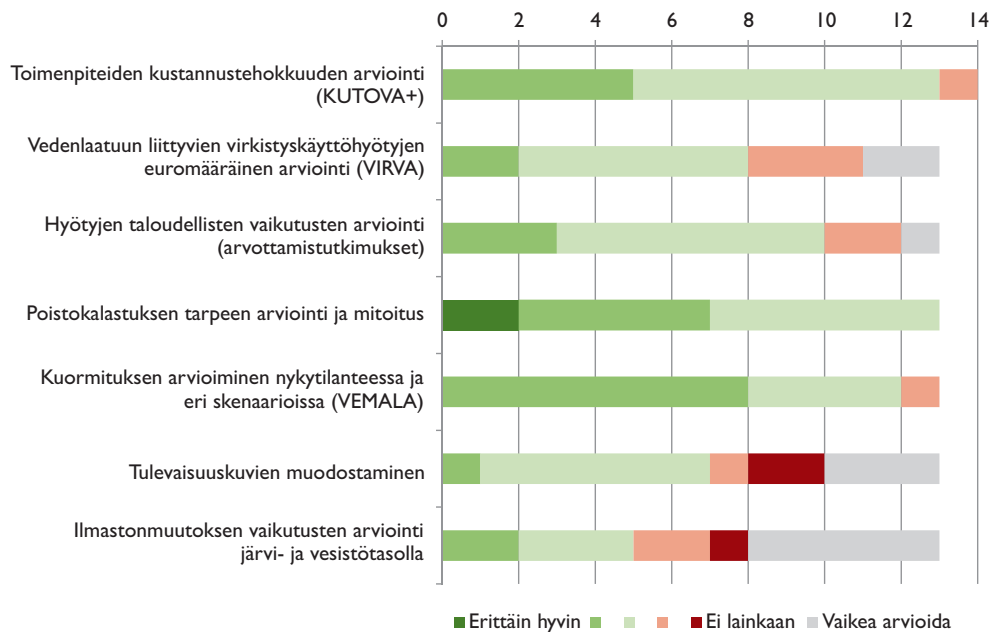
Kohti hyvää vesienhoitoa seminaarissa koottu palaute malleista

KarTuTa-hanketta ja siinä sovellettuja menetelmiä ja malleja sekä niiden tuloksia käsiteltiin seminaarissa 14.4.2011. Siihen osallistui n. 40 henkeä mm. ELY-keskuksista, vesienhoitoyhdistyksistä ja Suomen ympäristökeskuksesta. Aluksi esiteltiin menetel-

mät ja niillä saatuja tuloksia. Sen jälkeen jakaannuttiin pienryhmiin keskustelemaan menetelmien hyödyntämisestä ja kehitystarpeista. Ryhmissä esille nousseet asiat on koottu seuraaviin kappaleisiin. Seminaarin päätteeksi kysyttiin, kuinka tarpeellista näiden menetelmien tuottama tieto on vesienhoidon suunnittelun näkökulmasta. Palaute on esitetty kuvissa 45 ja 46.



Kuva 45. KarTuTa-seminaariin 2011 osallistuneiden vastaukset tiedon tarpeesta.



Kuva 46. KarTuTa-seminaariin osallistuneiden vastaukset esiteltujen menetelmien hyödyllisyydestä.

Tarkasteluihin liittyvä epävarmuus

KarTuTa-hankkeessa on arvioitu vesistön vedenlaadun kehittymistä erilaisissa toimenpidevaihtoehdoissa ja tulevaisuuskuvuissa sekä laskettu toimenpiteiden kustannuksia ja vesistön tilan paranemisen hyötyjä. Tarkasteluihin liittyy lukuisia oletuksia ja yksinkertaistuksia, minkä vuoksi tulokset ovat vielä suuntaa-antavia. Tässä kohdassa pohditaan sitä, mikä merkitys laskelmiin liittyvällä epävarmuudella on eräiden keskeisten hankkeelle asetettujen kysymysten ja vesienhoidon kannalta.

Hankkeen eräs tärkeä tavoite on ollut tarkentaa ja syventää vesistöalueelle laaditun toimenpideohjelman tarkasteluja. Vesienhoidon näkökulmasta keskeisiä kysymyksiä ovat: mikä on vesistön tila, minkälaisia parantamistoimenpiteitä tarvitaan, miten ne vaikuttavat vesistön tilatavoitteiden saavuttamiseen ja mitkä ovat toimenpiteiden kustannukset ja hyödyt.

Vesienhoitotyöhön liittyy monia sellaisia piirteitä, jotka vähentävät riskiä sille, että vaikutustarkastelujen tulosten perusteella tehtäisiin vääriä päätelmiä. Ensinnäkin kyse on säädöksiin nojaavasta ja varsin hidasliikkeisestä suunnittelujärjestelmästä, jolla pyritään katkaisemaan ja korjaamaan vesien tilan heikentyminen Suomessa samoin kuin koko EU:n alueella. Lisäksi suunnittelujärjestelmän lähtökohtana on, että kaikki vesistöjä kuormittavat sektorit osallistuvat vesiensuojeluun, minkä vuoksi esimerkiksi kustannustehokkuutta koskevien tarkastelujen tulosten merkitys toimenpiteiden kohdentamisen tukena voi jäädä pieneksi. Toisaalta vesienhoitotyö pitkin aikajänteineen mahdollistaa ”adaptive management” -tyyppisen lähestymistavan, jossa toimenpiteitä toteutetaan, niiden vaikutuksia seurataan ja mikäli seurannan perusteella on tarpeen, niin esitetään uusia keinoja tavoitteiden saavuttamiseksi.

Suuri osa epävarmuudesta aiheutuu siitä, että toistaiseksi ei ole riittävästi eikä kattavasti havaintotietoja vesistöjen nykytilasta ja sen kehittymisestä eikä varsinkaan toimista (kuten metsätalous) valuma-alueilla ja vesistöissä eikä näiden vaikutuksista valuntaan ja kuormitukseen ja sitä kautta veden ekologiseen tilaan. Tähän liittyy myös erilaisten vesien tilaan vaikuttavien prosessien selvittäminen maaperässä ja vesistöissä. Uusien seurantatietojen ja selvitysten kautta epävarmuus pienenee ja vesienhoitotyön keinot ja kustannustehokkuus kehittyvät.

Karvianjoen vesistöissä esiintyy kaikkia keskeisiä ulkoisen ja sisäisen kuormituksen elementtejä. Koska niiden suhteellinen merkitys vaihtelee järviakohtaisesti, tarjoaa eri järvien tilan tarkastelu myös esimerkkejä siitä, kuinka paljon tulisi vähentää kuhunkin järveen tulevaa ulkoista fosforikuormitusta ja missä taas on olennaista vähentää sisäistä kuormitusta. Tarkastelujen perusteella ulkoisen kuormituksen vähentämistarve on erityisen selvä Karvianjärvellä ja Isojärvellä. Sisäisen kuormituksen merkitys on suurin Karhijärvellä ja merkittävä myös Karvianjärvellä. Molemmissa järvissä olisi mahdollista parantaa vesistön tilaa (fosforipitoisuus, levämäärät, kalaston rakenne) ja vesiensuojelutoimenpiteiden vaikuttavuutta ravintoketjukurannostuksella. Poistokalastuksen tekniseen toteutukseen ei liity suurta epävarmuutta, mutta suurien järvien särkikalamäärien vähentämisen edellyttämät kymmenien tuhansien kilojen viikkosaaliit ovat iso logistinen haaste. Erittäin suurien särkikalamäärien löytyminen kahdesta latvajärvestä, joiden tila on niiden ulkoisen kuormituksen antamia edellytyksiä huonompi, viittaa siihen, että särkikalojen aiheuttamat ongelmat ovat suuri haaste vesienhoidolle yleisemminkin. Särkikalojen mukana poistuvaa fosforimäärää tai niiden vaikutusta vedenlaatuun ei kuitenkaan otettu mukaan ulkoisen kuormituksen vähentämistarpeen arviointiin, vaan tavoitekuormitus asetettiin vastaamaan hyvän tilan fosforipitoisuuden luokkarajaa.

11 Johtopäätökset ja suositukset

KarTuTa-hankkeessa on kehitetty menetelmiä vesienhoidon suunnittelun tueksi ja sovellettu menetelmiä Karvianjoen vesistöalueella. Ne ovat toisaalta olleet suunnittelumalleja ja toisaalta vuorovaikutusta hyväksi käytettäviä menetelmiä. Hankkeessa on käytetty vesienhoidon suunnittelun tuloksia ja pyritty konkretisoimaan ja tarkentamaan vesienhoitoa koskevia suosituksia erityisesti Karvianjärvellä, Karhijärvellä ja Isojärvellä. Tässä luvussa esitetään johtopäätökset ja ehdotukset mahdollisuuksista käyttää sovellettuja menetelmiä valtakunnallisessa vesienhoidon suunnittelussa sekä yhteenvedo jatkotutkimustarpeista.

11.1

Menetelmien hyödyntäminen vesienhoidon suunnittelussa

11.1.1

Toimenpiteiden kustannustehokkuus

Hankkeessa sovellettiin KUTOVA-mallia kustannustehokkaiden toimenpideyhdistelmien muodostamista varten ja sen pohjalta kehitettiin helpommin muokattava ja vesienhoidon tarpeisiin paremmin soveltuva KUTOVA-malli. Mallilla laskettiin toimenpiteiden kustannustehokkuus fosforikuormituksen vähentämisen suhteen sekä suurin laskennallinen fosforikuormituksen vähenemä Karvianjärven ja Karhijärven alueille ja koko vesistölle. Vesienhoidon tavoitteena on, että jokainen vesistön kuormittaja osallistuu toimiin vesistöjen hyvän tilan saavuttamiseksi. Siksi sektorien välinen kustannustehokkuuden vertailu voidaan kokea ongelmalliseksi. Malli nähtiinkin erityisesti viranomaistyökaluna. Osa asiantuntijoista oli sitä mieltä, että mallin ei pitäisi olla julkisesti saatavilla, koska sen tuloksia voidaan helposti tulkita väärin. Mallin tuloksia ei pidä esittää tarkempina kuin ne oikeasti ovat. Toimenpiteiden valintaan kunkin sektorin sisällä ja toimien määrän arviointiin mallia pidettiin kehityskelpoisena.

Ehdotus toiselle suunnittelukaudelle: KUTOVA-mallissa käytetyt vesienhoidon ohjeelliset kustannukset tarkistetaan ja niille määritetään keskiarvon lisäksi minimi- ja maksimi-arvot. Lisäksi sovitaan toimenpidekohtaisesti kuormitusvähennyksen ohjeellisesta keskiarvosta, minimi- ja maksimi-arvosta sekä periaatteista, milloin käytetään mitään arvoa. Mallia kehitetään edelleen VELHO- ja GISBLOOM-hankkeissa soveltamalla sitä useilla vesistöalueilla eri puolilla Suomea.

Hyötytarkastelut

Hankkeessa kehitettiin ja sovellettiin VIRVA-mallia vedenlaadusta vesistön virkistyskäytölle syntyvien hyötyjen arvioinnissa. Lisäksi Karvianjärvellä käytettiin monitavoitearviointia määritettäessä hyödyt vesien ja valuma-alueen tilan paranemisesta. Vesienhoidon asiantuntijoiden näkemykset VIRVA-mallin hyödyllisyydestä poikkesivat varsin paljon toisistaan. Joidenkin ”Kohti hyvää vesienhoitoa” -tilaisuuteen osallistuneiden mielestä vesienhoidon suunnittelussa ei ole tarvetta esittää hyötyjä euromääräisesti, koska ensisijaisena ja velvoittavana tavoitteena on hyvän ekologisen tilan saavuttaminen. Toisaalta osa piti hyötyjen euromääräistä arviointia tärkeänä, koska se helpottaa toimenpiteiden perustelua, ja koska rahalliset arvot ovat viestinnässä hyödyllisiä. VIRVA-mallia on tarpeen kehittää samoin kuin sen teoreettista perustaa vankistaa ennen kuin se otetaan rutiininomaiseen käyttöön. VIRVA-mallista laaditaan vuoden 2012 aikana diplomityö. GISBLOOM- ja VELHO-hankkeissa VIRVA-mallia aiotaan kehittää ja soveltaa vuosina 2011–2012 useilla vesistöalueilla eri puolilla Suomea.

Ehdotus toiselle suunnittelukaudelle: Vesienhoidon ensimmäisellä suunnittelukaudella hyötyjen arviointiin ei ollut ohjeistusta vaan se perustui asiantuntija-arvioihin. Toisella suunnittelukaudella hyötytarkasteluja varten laaditaan arviointikehikko ja ohjeistus, jotta arviointi olisi mahdollisimman yhdenmukaista. Arviointikehikkoa voidaan käyttää esimerkiksi yhteistyöryhmissä arvioitaessa vaikutusten merkittävyyttä tässä raportissa kuvatun Karvianjärvi-tarkastelun tapaan. Valtakunnallisesti tärkeissä kohteissa voidaan hyötyjä arvioida rahallisestikin erilaisilla taloudellisen arvottamisen ja monitavoitearviointin menetelmillä. Tukena voidaan käyttää aikaisempia MTT:llä ja SYKEssä tehtyjen tutkimusten tuloksia. VIRVA-malli sopii hyötyjen arviointiin varsin hyvin, koska se on suhteellisen yksinkertainen ja nopeasti sovellettavissa. Sitä voidaan soveltaa vesistöaluetasolla tai yksittäisissä kohteissa. Yhdistämällä VEMALA-mallin laskemat vedenlaatutiedot VIRVA-malliin, voidaan saada jopa valtakunnallisia arvioita vesiensuojelutoimenpiteiden hyödyistä. Tarkasteluissa on kuitenkin otettava huomioon virkistyskäytön määrän ja laadun alueelliset eroavaisuudet.

Ravintoketjukurkennostus ja painekartat

Hankkeessa kehitettiin kunnostustarpeen laskennallista arviointia, ulkoisen kuormituksen aiheuttaman paineen visuaalista esittämistä painekartoilla sekä ravintoketjukurkennostuksen tarpeellisuuden ja mitoituksen arviointia. Painekartoilla voi verrata järvien nykyistä ekologista tilaa ulkoiseen kuormitukseen ja näin priorisoida toimenpiteitä valuma-alueille, järvioltaaseen tai molempiin. Ravintoketjukurkennostuksen arviointi perustuu vesienhoidon seurannassa havaittuun klorofylli/fosfori- sekä yksikkösaalis/fosfori-suhteeseen ja koeverkkokalastuksen tunnuslukuihin. Molempien menetelmien suurimpana rajoituksena pidettiin tausta-aineistojen puutteita. Vain harvasta kohteesta on tällä hetkellä niin hyvät tiedot vedenlaadusta ja biologisista muuttujista, että tarkka hankesuunnittelu tai toimenpiteiden vaikutusten arviointi olisivat mahdollisia.

Ehdotus toiselle suunnittelukaudelle: Painekarttoja ei ole aikaisemmin käytetty vesienhoitotyössä. SYKE ja ELY-keskukset laativat painekartat keskitetysti yhteistyössä. Tärkeiksi tunnistetuissa ravintoketjukurkennostuksen kohteissa tehdään pitkän aikavälin suunnitelmat ja käynnistetään maakunnallisia kärkihankkeita, jotka yhdistävät vesienhoidon ja kalatalouden tavoitteet.

Tulevaisuuskuvat

Hankkeessa kehitettiin järjestelmällinen tapa tulevaisuuskuvien muodostamiseen yhdessä eri sidosryhmien kanssa ja arvioitiin, miten valuma-alueen maankäytön mahdolliset muutokset vaikuttavat vesistön vedenlaatuun. Vesienhoidon suunnittelun asiantuntijoiden mielestä vesienhoidossa ei juurikaan tarvita tulevaisuuskuvien muodostamista. Toisaalta hankkeen asiantuntijaryhmän viimeisessä kokouksessa korostettiin tulevaisuuskuvien merkitystä, sillä vesienhoidon suunnittelu on pitkäjänteistä työtä ja siinä tarvitaan ennakkointia ja varautumista myös yllättäviin tilanteisiin. Tulevaisuuskuvien muodostaminen tukisi hyvin myös vuorovaikutteista suunnittelua, sillä kokemustemme mukaan se on tehokas ja mielekäs tapa ottaa eri sidosryhmien edustajat aktiivisesti mukaan suunnitteluun.

Ehdotus toiselle suunnittelukaudelle: Tulevaisuuskuvien muodostaminen on varsin työläs prosessi. Siksi Karvianjoella sovellettua lähestymistapaa ei sellaisenaan ole mahdollista käyttää vesienhoidossa, vaan tarvitaan virtaviivaisempi työskentelytapa. Tulevaisuuskuvia voidaan valtakunnallisella tasolla tarkastella toimialakohteisesti työpajatyöskentelynä. Työpajoissa tunnistetaan vesienhoidon tulevaisuuteen kytkeytyvät poliittiset, taloudelliset, sosiaaliset, teknologiset ja ympäristöasiat sekä arvioidaan niiden tärkeyttä ja mahdollisia kehityssuuntia ja näihin kehityssuuntiin liittyvää epävarmuutta. Tulosten perusteella laaditaan 2–4 tulevaisuuskuvaa. Tulevaisuuskuvista, niiden vaikutuksista ja niihin varautumisesta voidaan myöhemmin keskustella vesienhoitoalueiden koordinaatioryhmissä ja yhteistyöryhmissä. Vedenlaatuvaikutusten arvioinnissa voidaan käyttää VEMALA-mallia.

Kuormitus ja vedenlaatu nykytilassa ja erilaisissa tulevaisuuskuvissa

Hankkeessa arvioitiin VEMALA-mallilla fosforikuormitusta ja -pitoisuuksia nykytilassa ja vesienhoitotoimenpiteiden jälkeen. Vesienhoidon suunnittelun parissa työskentelevät asiantuntijat pitivät tällaista työkalua tarpeellisena, mutta toivoivat valmiiksi laskettuja skenaarioita ja helpompaa käyttöliittymää HERTTA-tietojärjestelmän tyyliin.

Ehdotus toiselle suunnittelukaudelle: VEMALA-mallilla lasketaan kaikille vesistöalueille ennalta sovitut tulevaisuuskuvat, esimerkiksi maatalouden kuormituksen suhteen. Samalla otetaan huomioon ilmastonmuutoksen vaikutukset. Mallin käyttöliittymää kehitetään siten, että sieltä löytää helposti haluamansa tiedon ja tulostus Exceliin onnistuu.

Vuorovaikutteisen suunnittelun menetelmät

Vuorovaikutteisten menetelmien pelkistetyistä soveltamisesta vesienhoidon suunnitteluun saatiin myönteisiä kokemuksia. Ne lisäävät ymmärrystä erilaisiin näkökulmiin ja vahvistavat luottamusta eri osapuolten välillä. Yksinkertaisillakin tekniikoilla, esimerkiksi porinatekniikka (ks. kohta 2.4), voidaan osallistujat aktivoida esittämään mielipiteitään ja pohtimaan niitä yhdessä sekä vaikuttaa työskentelyilmapiiriin myönteisesti. Vesienhoidon suunnittelussa vuorovaikutusmenetelmät soveltuivat monessa vaiheessa tukemaan keskustelua ja aineiston kokoamista hyvin erityyppisistä aiheista. Ne sopivat hyvin etenkin aihepiirien, päätösten ja tulosten alkutarkasteluun, kun tarkoituksena on rakentaa yhteinen pohja asioiden käsittelylle. Osallistumista

suunniteltaessa on tärkeää etukäteen miettiä, miten tuloksia on tarkoitus hyödyntää jatkotyössä ja myös kertoa tämä osallistujille. Se, ovatko osallistujat asiantuntijoita vai maallikoita, vaikuttaa siihen, kannattaako keskittyä osallistujien kokemuksiin ja arvostusten selvittämiseen vai onko päähuomio vaikutustarkasteluja tukevien asiantuntija-arvioiden keräämisessä.

Ehdotus toiselle suunnittelukaudelle: Vesienhoidon suunnittelijoiden työkalupakkiin otetaan joukko yksinkertaisia vuorovaikutusta lisääviä tekniikoita mm. KarTuTa-hankkeessa sovelletut. Niiden käyttö nivotaan osaksi vesienhoidon suunnittelua ja sidosryhmäyhteistyötä.

11.2

Hankkeessa opittua ja jatkotutkimustarpeita

Yhteenveto tutkimusryhmän keskeisistä havainnoista, hankkeessa opituista läksyistä ja jatkotutkimustarpeista on kuvattu seuraavassa:

- Sovellettaessa yhtä aikaa tai peräkkäin eri kehitysvaiheessa olevia malleja, pitää varautua siihen, että kyse on iteratiivisesta prosessista, jossa samoja vaiheita voidaan joutua toistamaan useammankin kerran. Tämä edellyttää mallien kehittämässä joustavuutta ja hyvää vuoropuhelua mallien kehittäjien, soveltajien ja substanssiasiantuntijoiden välillä. Pitkäkestoinen vuorovaikutteinen projekti mahdollistaa hyvin mallien kehittämistarpeiden tunnistamisen ja etenemisen niiden pohjalta.
- Vaikka hankkeessa sovellettiin vuorovaikutteisen suunnittelun menetelmiä, ei hankkeen tuloksista ja johtopäätöksistä ole vielä kattavasti keskusteltu alueella. Jalkautumista alueen kuntiin ja keskustelua eri osapuolten kanssa on kuitenkin tarkoitus jatkaa osana VELHO-hanketta hankkeen päätyttyä.
- Monimutkaisiin tarkasteluihin sisältyy erilaisia oletuksia ja epävarmuutta. Niiden kuvaamiseen ja merkityksen arviointiin ymmärrettävällä tavalla olisi jatkossa kiinnitettävä erityistä huomiota.
- KUTOVA-vaihtoehtoon sisältyneiden toimenpiteiden toteutettavuutta/realistisuutta vesistön eri osa-alueilla ei tässä hankkeessa arvioitu. Tämä tärkeä työ jää jatkohankkeeseen.
- Työssä on tunnistettu ja arvioitu vesienhoitotoimenpiteiden vaikutuksia erittäin kattavasti ja kvantitatiivisesti. Vesienhoidon suunnittelussa pidemmän aikavälin tavoitteena tulisi olla tämäntyyppiset tarkastelut. Tämä osaltaan edesauttaisi sitä, että vesienhoidon suunnitelmien tavoitteet ja toimenpiteiden mitoitukset olisivat uskottavia ja saavutettavissa.
- Vedenlaatuhavainnot muodostavat perustan vaikutusten arvioinnille. Jos havainnot on vähän tai niiden vertailukelpoisuus on huono, heikkenee tarkastelujen luotettavuus huomattavasti. Tärkeitä ovat edustavat havaintosarjat (pitkät aikasarjat samoilla paikoilla riittävän tiheästi). Puuttuvia havainnot ei voida vielä nykyisin korvata mallien avulla. Esimerkiksi VEMALA-mallin prosesseja kehitetään ja varmennetaan edelleen ja tämä edellyttää laadukasta havaintoaineistoa.
- Paikkatietoaineistojen ja karttojen käytöstä tulosten havainnollistamisessa on paljon mahdollisuuksia. Niiden ideointi jää jatkotyöhön.
- Työn kansainvälistä vertailua varten tehdään kirjallisuusselvitys viime vuosien vastaavanlaisista tutkimuksista. Kirjoitetaan hankkeesta artikkeleja ympäristöalan kansainvälisiin lehtiin ja asemoidaan tämä hanke muualla maailmassa tehtyihin hankkeisiin.

LÄHTEET

- Ahtiainen, H. 2007. Willingness to pay for improvements in the oil spill response capacity in the Gulf of Finland - an application of the contingent valuation method. Pro gradu. Helsingin yliopisto, maatalous-metsätieteellinen tiedekunta, taloustieteen laitos. 107 s.
- Ahtiainen, H. 2008. Järven tilan parantamisen hyödyt. Esimerkkinä Hiidenvesi. Suomen ympäristö 47. Suomen ympäristökeskus. 79 s.
- Aittoniemi, P. 1991. Vesistön virkistyskäytön ja sen muutosten arvottaminen. Imatran Voima Oy. T&K-tiedotteita IVO-B-10/91. Helsinki. 59 s.
- Artell, J. 2011. A spatial hedonic approach to water recreation value. 30 June 2011. Conference Paper. 18th Annual Conference of European Association of Environmental and Resource Economists. 20 June – 2 July 2011, Rome Italy.
- Belton, V. & Stewart, T.J. 2002. Multiple Criteria Decision Analysis – an Integrated Approach. Kluwer. 372 s.
- Bilaletdin, Ä., Koskinen, K. & Frisk, T. 1991. Statistical assessment of different contributions to nutrient loading from a drainage basin. *Aqua Fennica* 21(2): 117-126.
- Brett, M. B. & Benjamin, M.M. 2008. A review and reassessment of lake phosphorus retention and the nutrient loading concept. *Freshwater Biology* 53: 194-211.
- 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(1): 1033-1034.
- Eloranta, P. 2005. Järvien kunnostuksen limnologiset perusteet. Julk.: Ulvi, T. & Lakso, E. (toim.). Järvien kunnostus. Ympäristöopas 114. S. 13-28.
- Finanssialan keskusliitto. 2011. Säästäminen, luotonkäyttö ja maksaminen. Tutkimusraportti. 67 s.
- Frisk, T. 1989. Development of mass balance models for lakes. Helsinki, National Board of Waters and the Environment. Publications of the Water and Environment Research Institute 5. 68 s.
- Frisk, T., Pjankovskis, V., Bilaletdin, Ä., Paananen, A., Kaipainen, H. & Bruveris, J. 2001. The possibilities of water protection and restoration of Lake Sila. Pirkanmaan ympäristökeskus. Suomen ympäristö 484. 51 s.
- Hietaranta J., Kaseva, A. & Suominen, J. 2009. Karvianjoen tilan ja käyttökelpoisuuden parantaminen. Kyselytutkimuksen raportti. Turun ammattikorkeakoulu. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=136576&lan=fi>
- Hjerpe, T. 2011. Vedenlaadun, vedenkorkeuksien ja virtaamien vaikutus Karvianjoen vesistön käyttöön - Raportti ranta-asukkaille ja rantapeltojen viljelijöille tehdystä kyselystä. Suomen ympäristökeskus. 76 s. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=136571&lan=fi>
- Hjerpe, T., Dufva, M. & Marttunen, M. 2012. Vesiensuojelutoimenpiteiden kustannustehokkuuden arvioiminen KUTOVA+ -työkalulla - Karvianjoen tulevaisuustarkastelut -hankkeessa tehdyt tarkastelut. Suomen ympäristökeskus. 26 s. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=136572&lan=fi>
- Horppila, J., and H. Peltonen, 1994. The fate of a roach *Rutilus rutilus* (L.) population under an extremely strong fishing pressure and its predicted development after cessation of mass removal. *Journal of Fish Biology* 45(5): 777-786.
- Horppila, J., Peltonen, H., Malinen, T., Luokkanen, E. & Kairesalo, T. 1998. Top-down or bottom-up effects by fish - issues of concern in biomanipulation of lakes. *Restoration Ecology* 6(1): 20-28.
- Huttunen, I., Huttunen, M., Vehviläinen, B. & Tattari, S. 2007. Large scale phosphorus transport model. Julk.: 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: 215-217.
- Huttunen I. 2008. Vesistömallin vedenlaatuosion kehitystyö ja mallin sovellusesimerkit Karvianjärvellä. Suomen ympäristökeskus. Julkaisematon raportti. Suomen Kati Martinmäki.
- Huttunen I. 2011. Climate change effect on P balance in Karvianjärvi and Karhijärvi. Suomen ympäristökeskus. Julkaisematon raportti.
- Huttunen, M., Huttunen, I. & Vehviläinen, B. 2008. Vesistömallin vedenlaatuosio. Vesistömallikou-lutus 12.2.2008. Suomen ympäristökeskus.
- Ihme, R. 1990. Mataluus ja voimakkaat vedenkorkeuden vaihtelut. Julk.: Ilmavirta, V. (Toim.). Järvien kunnostuksen ja hoidon perusteet. Yliopistopaino. S. 343-361.
- IPCC. 2000. IPCC Special Report: Emission Scenarios. Cambridge, UK. 570 s.
- IPCC. 2001. Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. 881 s.
- IPCC. 2007. Climate Change 2007: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Cambridge, UK. 996 s.
- Jalonen, J. 2008. Säästösalaoituksen vaikutusmahdollisuudet pohjavedenpinnan ja salaojavalunnan tasaamiseksi happamilla sulfaattimailloilla. Diplomityö. Helsingin teknillinen korkeakoulu. 86 s.
- Jeppesen, E., Kronvang, B., Meerhoff, M., Søndergaard, M., Hansen, K. M., Andersen, H. E., Lauridsen, T. L., Beklioglu, M., Ozen, A. & Olesen, J. E. 2009. Climate change effects on runoff, catchment phosphorus loading and lake ecological state, and potential adaptations. *Journal of Environmental Quality* 38: 1030-1041.
- Jeppesen, E. & Sammalkorpi, I. 2002. Lakes. Julk.: Davy, A.J. & Perrow, M.R. (eds.). Handbook of ecological restoration. Vol. II. Restoration in practice. Cambridge University Press. S. 297-324.

- Mustajoki J. & Marttunen, M. 2009. Vedenlaadun vaikutuksia virkistyskäyttöön kuvaava Excel-malli (VIRVA). Mallin kehitys ja sovellusmahdollisuudet Hiidenvedellä ja Karvianjärvellä. Suomen ympäristökeskus. Julkaisematon käsikirjoitus.
- Mäntymaa, E. 1997. Essays on environmental benefits and hypothetical markets. Acta Universitatis Ouluensis G 2 (Oeconomica). Väitöskirja. 202 s.
- Määttä, K. & Pulliainen, K. 2003. Johdatus ympäristötaloustieteeseen. Talentum. 224 s.
- Niemistö, J., Holmroos, H., Nurminen, L. & Horppila, J. 2009. Resuspension-mediated temporal variation in phosphorus concentrations and internal loading. *Journal of Environmental Quality* 38(2): 560–566.
- Nurmi, T. 2011. Valuma-alueella suoritettujen toimenpiteiden vaikutus Karvianjoen virtaamaan. Raportti. Suomen ympäristökeskus. 21 s. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=136570&lan=fi>
- Nürnberg, G. 2009. Assessing internal phosphorus load - Problems to be solved. *Lake and Reservoir Management* 25: 419 – 432.
- Oittinen, T. 2007. Valuma-alueella tehtyjen vesistötoimenpiteiden vaikutus yli- ja alivirtaamiin. Opin näytetyö. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu. 84 s.
- Olin, M., Rask, M., Ruuhijärvi, J., Kurkilahti, M., Ala-Opas, P. & Ylönen, O. 2002. Fish community structure in meso- and eutrophic lakes of southern Finland: the relative abundances of percids and cyprinids along a trophic gradient. *Journal of Fish Biology* 60(3): 593-612.
- Olin, M., Rask, M., Ruuhijärvi, J., Keskitalo, J., Horppila, J., Tallberg, P., Taponen, T., Lehtovaara, A. & Sammalkorpi, I. 2006. Effects of biomanipulation on fish and plankton communities in ten eutrophic lakes of southern Finland. *Hydrobiologia* 553: 67–88.
- Olin, M & Ruuhijärvi, J. (Toim.). 2005. Kalakuolemien vaikutusten seuranta tutkimus 2003–2004. Kala- ja riistaraportteja nro 361. 75 s.
- Ovaskainen, V. 1999. Virkistyskalastuksen taloudellisesta arvottamisesta. Julk.: Pohjanlahden vaelluskalojen tila ja tulevaisuus. Kalantutkimuspäivät 1999. RKTL, Kala- ja riistaraportteja 167. S. 15-18.
- Paloheimo, A. 2010. Köyliönjärvi – tila, kuormitus ja kunnostus. Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja, Sarja B nro 15. 37 s.
- Partanen, M. 1975. Säännöstelyn vaikutuksista vesistön virkistysarvoon. Diplomityö, Oulun yliopisto. Vesihallitus, Helsinki. 201 s.
- Partanen-Hertell, M. 2005. Systeemiälyn ja mentaalimallien kehittäminen morenolaisilla keinoilla. Julk.: Janhunen, T. & Sura, S. (Toim.). Miten käytän toiminnallisia menetelmiä? Psykodraamaohjaajat kertovat. Resurssi, Tampere. S. 137-150.
- Partanen-Hertell, M. 2008. Alueellisen suunnitteluhankkeen sidosryhmäanalyysi. Metodologiaa. Karvianjoen tulevaisuustarkastelut – hankkeen osaselvitys. Suomen ympäristökeskus. 11 s. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=136563&lan=fi>
- Partanen-Hertell, M. 2011. Sociodrama in Finland - an environmental context. Julk.: Wiener, R., Ad-derley, D. & Kirk, K. (Eds.). Sociodrama in a changing world. Manchester, Sociodrama and Action Methods Training. S. 249-262.
- Pedusaar, T., Sammalkorpi, I., Hautala, A., Salujoe, J., Järvalt, A. & Pihlak, M. 2010. Shifts in water quality in a drinking water reservoir during and after the removal of cyprinids. *Hydrobiologia* 649: 95-106.
- Persson, A. & Svensson, J.M. 2006. Effects of fish of biogeochemical processes in lake sediments. *Freshwater Biology* 51: 1298–1309.
- Pihu, E. 1996. Fishes, their biology and fisheries management in Lake Peipsi. *Hydrobiologia* 338: 163-172.
- Puustinen M., Turtola, E., Kukkonen, M., Koskiahho J., Linjama, J., Niinioja, R., & Tattari, S. 2010. VIH-MA – A tool for allocation of measures to control erosion and nutrient loading from Finnish agricultural catchments. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 138(3-4): 306-317.
- Postila, H. 2007. Soistuvien metsäojitettujen turvemaiden käyttö vesiensuojelurakenteena turvetuotannon vesienpuhdistuksessa. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskuksen raportteja 6/2007. 111 s.
- Puustinen, M., Koskiahho, J. & Peltonen, K. 2005. Influence of cultivation methods on suspended solids and phosphorus concentrations in surface runoff on clayey sloped fields in boreal climate. *Agriculture Ecosystems & Environment* 105: 565–579.
- Puustinen, M., Koskiahho, J., Jormola, J., Järvenpää, L., Karhunen, A., Mikkola-Roos, M., Pitkänen, J., Riihimäki, J., Svensberg, M. & Vikberg, P. 2007. Maatalouden monivaikutteisten kosteikkojen suunnittelu ja mitoitus. Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 21. 77 s.
- Puustinen, M., Tattari, S., Koskiahho, J. & Linjama, J. 2007. Influence of seasonal and annual hydrological variations on erosion and phosphorus transport from arable areas in Finland. *Soil & Tillage Research* 93: 44–55.
- Pätynen, A. 2009. Tavoitekuormien määrittäminen vesipuitedirektiivin mukaisessa vesialueiden hoidossa. Pro gradu-tutkielma. Jyväskylän yliopisto. Bio- ja ympäristötieteiden laitos. *Hydrobiologia ja limnologia*. 63 s.
- Rasa K., Salmi, P., Puustinen, M. & Kulmala, A. 2010. Toimenpiteiden ja suositusten jalkauttaminen käytännön toimiksi. Julk. Sari Väisänen ja Markku Puustinen (Toim.). Maatalouden vesistökuormituksen hallinta. Seuranta, mallit ja kustannustehokkaat toimenpiteet vesienhoidon toimenpideohjelmassa. Suomen ympäristö 23/2010. S. 107-112.
- Rask, M., J. Ruuhijärvi, M. Olin, A. Lehtovaara, S. Vesala, and I. Sammalkorpi. 2005. Responses of zooplankton and fish to restoration in a eutrophic Lake Tuusulanjärvi, southern Finland. *Verhandlungen Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie* 29: 545–549.

- Rinta, S. 2005. EU:n vesipuitedirektiivin soveltaminen Suomen oloissa: tapaustarkasteluna Säskylän Pyhäjärvi. Pro Gradu -tutkielma, Helsingin yliopisto, Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta, taloustieteiden laitos. 66 s.
- Saarijärvi, E. & Lappalainen, K.M. 2005. Regulation of stratification as a tool for improving hypolimnetic state. *Verhandlungen Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie* 29: 1037–1042.
- Sairanen, S. 2007. Karhijärven koekalastukset 2007. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Evon riistan- ja kalantutkimus. 4 s. Julkaisematon raportti.
- Sairanen, S. & Ahonen, J. 2010. Karhijärven kalaston rakenne ja kuhan kasvu 2010. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Evon riistan- ja kalantutkimus. 8 s. Julkaisematon raportti.
- Salmi P. & Kipinä-Salokannel, S. (Toim.). 2010. Satakunnan pintavesien toimenpideohjelma vuoteen 2015. Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen julkaisuja 7/2010. 150 s.
- Salonen, S. (toim.). 2002. Pomarkun-Siikaisten Isojärven tilan perusselvitys. Pomarkun kunta. 90 s.
- Sammalkorpi, I. & Horppila, J. 2005. Ravintoketjukurkennostus. Julk.: Ulvi, T. & Lakso, E. (Toim.). Järvien kunnostus. Suomen ympäristökeskus. Ympäristöopas 114. S. 169–189.
- Sammalkorpi, I., Hautala, A., Kuha, J., Kiiskelä, A. & Hietakoivisto, P. 2012. Karvianjärven ravintoketjukurkennostuksen edellytykset allaskokeen ja koenuottauksen perusteella. (Raportti julkaistaan KarTuTahankkeen verkkosivuilla www.ymparisto.fi/syke/kartuta.)
- Sarvala, J., Helminen, H. & Kirkkala, T. 1997. Pyhäjärven veden laatu ja sitä säätelevät tekijät. *Vesitalous* 38(3): 38–41.
- Sarvala, J., Helminen, H. & Karjalainen, J. 2000. Restoration of Finnish lakes using fish removal: changes in the chlorophyll-phosphorus relationship indicate multiple controlling mechanisms. *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Limnologie* 27(3): 1473–1479.
- Savolainen, M., Heikkinen, K & Ihme, R. 1996 Turvetuotannon vesiensuojeluohjeisto. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus. Suomen Ympäristöopas 6. 84 s.
- Seuna, P. 1990. Metsätalouden toimenpiteet hydrologisina vaikuttajina. *Vesitalous* 31(2): 38–41.
- Sinisalmi, T., Mustonen, T. & Lahti, M. 1990. Päijänteen ja Konnivesi-Ruotsalaisen säännöstelyjen kehittäminen. Säännöstelyn vaikutukset rantojen virkistyskäyttöön. Suomen ympäristö 308. 73 s.
- Suomen ympäristökeskus. 2008. Karvianjoen vesistöalueen kehittämissuunnitelman vuorovaikutuksen parantaminen - Yhteenveto ja osahankkeiden loppuraportit. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=80454&lan=fi>
- Suomen Pankki. Päivitetty 3.1.2012. Peruskoron muutokset vuodesta 1867. http://www.suomenpankki.fi/fi/tilastot/tase_ ja_korko/Pages/tilastot_markkina_ ja_hallinnolliset_korot_peruskoron_muutokset_fi.aspx
- Sydänoja, A. 2009. Karvianjoen vesistön tila ja käyttö. Lounais-Suomen ympäristökeskus. 28 s. Julkaisematon raportti.
- Søndergaard, M., Pedersen, J.P. & Jeppesen, E. 2001. Retention and Internal Loading of Phosphorus in Shallow, Eutrophic Lakes. *The Scientific World* 1: 427–442
- Søndergaard M., Liboriussen, L., Pedersen, A.R. & Jeppesen E. 2008. Lake Restoration by Fish Removal: Short- and Long-Term Effects in 36 Danish Lakes. *Ecosystems* 11: 1291–1305.
- Tarvainen, A. & Ventelä, A.-M. 2007. Pyhäjärven suojelutyö 2000–2006. Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja. Sarja B nro 14. 84 s.
- Tattari, S. & Linjama, J. 2004. Vesistöalueen kuormituksen arviointi. *Vesitalous* 45(3): 26–30.
- Tehoa maatalouden vesiensuojeluun (TEHO) –hanke. Väliraportti 22.12.2009. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=113793&lan=fi>
- Tilastokeskus. 26.5.2011. Rakennukset ja kesämökkit. <http://tilastokeskus.fi/til/rakke/index.html>.
- Vanni, M.J., Bowling, A., Dickman, E., Hale, R., Higgins, K.A., Horhgan, M.J., Knoll, L.B, Renwick, W.H. & Stein, R.A. 2006. Nutrient cycling by fish supports relatively more primary production as lake productivity increases. *Ecology* 87: 1696–1709.
- Vehviläinen, B., Huttunen, M. & Huttunen, I. 2005. Hydrological forecasting and real time monitoring in Finland: The watershed simulation and forecasting system (WSFS). Julk.: Innovation, Advances and Implementation of Flood Forecasting Technology. 17 to 19 October 2005, Tromsø, Norway. Conference paper.
- Vejjalainen N., Jakkila, J., Nurmi, T., Vehviläinen, B., Marttunen, M. & Aaltonen, J. 2012. Suomen vesivarat ja ilmastonmuutos – vaikutukset ja muutoksiin sopeutuminen. WaterAdapt projektin loppuraportti. Suomen ympäristö 16/2012. 138 s.
- Ventelä, A.-M., Tarvainen, M., Helminen, H. & Sarvala, J. 2007. Long-term management of Pyhäjärvi (southwest Finland): eutrophication, restoration–recovery? *Lake and Reservoir Management* 23: 428–438.
- Vesihallitus 1978. Kokemäenjoen ja Karvianjoen vesistöjen vesien käytön kokonaissuunnitelma. Vesihallituksen asettaman työryhmän ehdotus, IV osa, Karvianjoen vesistö. Vesihallituksen tiedotus 142. 291 s.
- Vesterinen, J., Pouta E., Huhtala A. & Neuvonen. 2010. Impacts of changes in water quality on recreation behavior and benefits in Finland. *Journal of Environmental Management* Volume 91(4): 984–994.
- Vollenweider, R.A. 1968. Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing waters, with particular reference to nitrogen and phosphorus as factors in eutrophication. OECD Technical Report DAS/CSI/68.27. 154 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. 2009. Pintavesien ekologisen tilan luokittelu. Ympäristöhallinnon ohjeita 3/2009. 123 s.

Liite I. Vesiensuojelutoimenpiteiden kustannusten kohdentuminen

Toimenpide	Yksityinen rahoitus	Julkinen rahoitus	Rahoituslähde
Suojavyöhykkeet	0 %	100 %	Maatalouden ympäristötuki
Kosteikko	13 %	87 %	Maatalouden ympäristötuki / toiminnanharjoittaja
Peltojen talviaikainen kasvipeitteisyys	40 %	60 %	Maatalouden ympäristötuki / toiminnanharjoittaja
Monivuotinen nurmiviljely	40 %	60 %	Maatalouden ympäristötuki / toiminnanharjoittaja
Säätösalaajitus	34 %	66 %	Maatalouden ympäristötuki / toiminnanharjoittaja
Ravinnetaseen hallinta / Optimaalinen lannoitus	60 %	40 %	Maatalouden ympäristötuki / toiminnanharjoittaja
Hakkuualueiden suojavyöhyke	0 %	100 %	Kestävän metsätalouden rahoitustuki
Pintavalutuskentät, pohja- ja putkipadot sekä kosteikot	0 %	100 %	Kestävän metsätalouden rahoitustuki
Viemäröinnin laajentaminen haja-asutusalueille	100 %	0 %	Kiinteistön omistaja
Uudet haja-asutuksen kiinteistökohtaiset jätevesien käsittelyjärjestelmät	100 %	0 %	Kiinteistön omistaja
Uudet loma-asutukseen kiinteistökohtaiset jätevesien käsittelyjärjestelmät	100 %	0 %	Kiinteistön omistaja
Pintavalutuskenttä pumppaamalla (kesä/ympäriavuotinen)	100 %	0 %	Toiminnanharjoittaja
Pintavalutuskenttä (ei pumppausta)	100 %	0 %	Toiminnanharjoittaja
Virtaaman säätö	100 %	0 %	Toiminnanharjoittaja
Kemiallinen käsittely	100 %	0 %	Toiminnanharjoittaja

Liite 2. Vesistöistä aiheutuvan virkistyskäyttöarvon laskennassa (VIRVA-malli) käytetyt oletus-, minimi- ja maksimiarvot

I. Rantakiinteistöjen virkistyskäyttöarvo

		Oletusarvo	Minimiarvo	Maksimiarvo
Tontin hinta (€)		50 000	40 000	55 000
Rakennuksen hinta (€)		25 000	20 000	30 000
Kuoletusaika (vuotta)		20	20	20
Korko (%)		5	3	7
Vesistöistä aiheutuvan arvon osuus tontin hinnassa (%)		80	70	90
Vesistöistä aiheutuva arvon osuus rakennuksen hinnassa (%)		30	20	40
Rantakiinteistön vesistöistä riippuva vuotuinen virkistysarvo (€/vuosi)		6 300	2 900	11 900
Käyttökelpoisuuskerroin	Karvianjärvi	0,59	0,59	0,59
	Karhijärvi	0,73	0,73	0,73
	Isojärvi	0,81	0,81	0,81
Käyttökelpoisuuskertoimen alenema yleisen käyttökelpoisuusluokituksen erinomaisesta tilasta nykytilaan	Karvianjärvi	0,41	0,41	0,41
	Karhijärvi	0,27	0,27	0,27
	Isojärvi	0,19	0,19	0,19
Rantakiinteistöjen määrä (lkm)	Karvianjärvi	150	143	165
	Karhijärvi	370	359	395
	Isojärvi	790	776	853
Vedenlaadusta aiheutuva kaikkien järven rantakiinteistöjen alenema vuodessa (€/vuosi)	Karvianjärvi	390 000	170 000	810 000
	Karhijärvi	620 000	290 000	1 300 000
	Isojärvi	960 000	430 000	1 960 000

2. Muiden kuin rantakiinteistöjen käyttäjien virkistyskäytön arvo

	Järvi	Kalastus			Veneily			Uinti		
		Oletus	Minimi	Maksimi	Oletus	Minimi	Maksimi	Oletus	Minimi	Maksimi
Käyttäjää keskimäärin vuodessa nykyisin (hlö/vuosi)	Karvianjärvi	200	160	240	10	8	12	150	120	180
	Karhijärvi	30	24	36	30	24	36	80	64	96
	Isojärvi	30	24	36	30	24	36	80	64	96
Keskimääräinen käyttömäärä nykyisin (krt/hlö/vuosi)	Kaikilla tarkasteltavilla järvillä	5	4	6	5	4	6	5	4	6
Käyttäjien määrän lisääntyminen, jos vedenlaatu paranisi nykytilasta erinomaiseen (hlö/vuosi)	Karvianjärvi	42	16	47	2	0	6	32	12	89
	Karhijärvi	3	1	5	3	1	5	8	3	14
	Isojärvi	3	1	5	3	1	5	8	3	14
Käyttökertojen määrän lisääntyminen, jos vedenlaatu paranisi nykytilasta erinomaiseen (krt/hlö/vuosi)	Karvianjärvi	1	0	3	1	0	3	1	0	3
	Karhijärvi	1	0	1	1	0	1	1	0	1
	Isojärvi	1	0	1	1	0	1	1	0	1
Käyttökerran arvo erinomaisessa tilassa (€/krt/hlö)	Karvianjärvi	20	10	30	15	10	20	10	5	15
	Karhijärvi	20	10	30	15	10	20	10	5	15
	Isojärvi	20	10	30	15	10	20	10	5	15
Käyttökelpoisuuskertoimen arvon alenema nykytilassa	Karvianjärvi	0,56	0,56	0,56	0,84	0,84	0,84	0,36	0,36	0,36
	Karhijärvi	0,72	0,72	0,72	0,94	0,94	0,94	0,52	0,52	0,52
	Isojärvi	0,85	0,85	0,85	0,97	0,97	0,97	0,65	0,65	0,65
Käytön arvo nykytilassa (€/vuosi)	Karvianjärvi	11 200	3 600	24 200	600	300	1 200	2 700	900	5 800
	Karhijärvi	2 200	700	4 700	2 100	900	4 100	2 100	700	4 500
	Isojärvi	2 600	800	5 500	2 200	900	4 200	2 600	800	5 600
Käytön arvo yleisen käyttökelpoisuusluokituksen erinomaisessa tilassa (€/vuosi)	Karvianjärvi	29 000	7 000	77 500	1 100	300	3 200	10 900	2 600	36 300
	Karhijärvi	4 000	1 000	8 600	3 000	1 000	5 700	5 300	1 300	11 600
	Isojärvi	4 000	1 000	8 600	3 000	1 000	5 700	5 300	1 300	11 600
Erotus (vedenlaadun aiheuttama haitta) Intensiiteetti+laatu (€/vuosi)	Karvianjärvi	17 800	3 500	53 300	500	100	2 000	8 200	1 800	30 500
	Karhijärvi	1 800	300	3 900	900	100	1 700	3 200	700	7 100
	Isojärvi	1 400	200	3 100	800	100	1 500	2 700	500	5 900
Vedenlaadusta aiheutuva haitta yhteensä kaikille tarkasteltaville käyttömuodoille, muutos erinomaisesta tilasta nykytilaan (€/vuosi)	Karvianjärvi	26 500	5 400	85 800						
	Karhijärvi	5 900	1 100	12 700						
	Isojärvi	4 900	800	10 500						

KUVAILEHTI

Julkaisija	Suomen ympäristökeskus (SYKE)	Julkaisu-aika Toukokuu 2012		
Tekijä(t)	Mika Marttunen, Mikko Dufva, Kati Martinmäki, Ilkka Sammalkorpi, Turo Hjerppe, Inese Huttunen, Virpi Lehtoranta, Elina Joensuu, Elina Seppälä ja Marjut Partanen-Hertell			
Julkaisun nimi	Vesienhoidon vuorovaikutteinen ja kokonaisvaltainen suunnittelu Yhteenveto Karvianjoen tulevaisuustarkastelut -hankkeen tuloksista			
Julkaisusarjan nimi ja numero	Suomen ympäristö 15/2012			
Julkaisun teema	Luonnonvarat			
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut	Julkaisu on saatavana myös internetistä: www.ymparisto.fi/syke/julkaisut			
Tiivistelmä	<p>Tässä julkaisussa esitetään vuosina 2008–2012 toteutetun Karvianjoen tulevaisuustarkastelut (KarTuTa) -hankkeen tärkeimmät tulokset ja johtopäätökset. Hankkeen keskeisenä tavoitteena on ollut laajentaa, syventää ja tarkentaa Karvianjoen vesistöalueelle laaditun vesiensuojelun toimenpideohjelman tarkasteluja. Hankkeessa on esitelty ja kehitetty menetelmiä vesienhoidon suunnitteluun ja sovellettu niitä Karvianjoen vesistössä. Tarkoituksena on ollut tuottaa sellaista tietoa vesienhoitoa varten, joka auttaa määrittämään uskottavia tavoitteita ja toimenpiteitä. Työssä on poikkeuksellisen monipuolisesti ja kattavasti arvioitu vesistön tilaa, siihen vaikuttavia tekijöitä sekä toimenpiteiden kustannuksia ja hyötyjä.</p> <p>Hankkeessa sovellettiin liki kahtakymmentä erilaista menetelmää tai vuorovaikutteiseen suunnittelun tukena käytettävää tekniikkaa. Hankkeen tarkastelut painottuivat Karvianjärvelle, Karhijärvelle ja Isojärvelle. Järvikohtaisesti on arvioitu ulkoisen ja sisäisen fosforikuormituksen alentamistarvetta, tunnistettu kustannustehokkaimpia vesiensuojelutoimenpiteitä sekä esitetty toimenpidesuosituksia hyvän ekologisen tilan saavuttamiseksi. Lisäksi on arvioitu vedenlaadun paranemisesta virkistyskäytölle syntyviä hyötyjä sekä vertailtu toimenpiteiden kustannuksia ja hyötyjä. Vesistöalueelle laadittujen tulevaisuuskuvien avulla on selvitetty, kuinka maankäytön ja ihmistoiminnan muutokset vaikuttavat vesien tilalle asetettujen tavoitteiden saavuttamiseen. Lisäksi on mallinnettu ilmastomuutoksen vaikutusta fosforikuormitukseen ja järvien veden fosforipitoisuuksiin.</p> <p>Julkaisu jakaantuu neljään osaan. Osassa I kuvataan hanke ja sen toteutus, osassa II hankkeessa sovelletut menetelmät, osassa III tarkastelujen tulokset ja järvikohtaiset toimenpidesuosituksukset sekä osassa IV johtopäätökset menetelmien soveltuvuudesta vesienhoitoon.</p>			
Asiasanat	vesienhoito, suunnittelu, vesiensuojelu, kustannustehokkuus, hoitokalastus, vesistönkuormitus, maatalous, vedenlaatu, skenaariot, vesistöjen virkistyskäyttö, mallintaminen, osallistava suunnittelu, hyöty, kustannukset, arvottaminen, Karvianjoen vesistö, Isojärvi, Karhijärvi, Karvianjärvi			
Rahoittaja/ toimeksiantaja	Lounais-Suomen ympäristökeskus, Varsinais-Suomen ELY-keskus (EAKR-ohjelma), maa- ja metsätalousministeriö (MMM), ympäristöministeriö (YM) ja Suomen ympäristökeskus (SYKE)			
	ISBN 978-952-11-4015-0 (nid.)	ISBN 978-952-11-4016-7 (PDF)	ISSN 1238-7312 (pain.)	ISSN 1796-1637 (verkkokj.)
	Sivuja 138	Kieli Suomi	Luottamuksellisuus Julkinen	Hinta (sis. alv 8 %)
Julkaisun myynti/ jakaja				
Julkaisun kustantaja	Suomen ympäristökeskus (SYKE), PL 140, 00251 Helsinki Sähköposti: neuvonta.syke@ymparisto.fi , www.ymparisto.fi/syke			
Painopaikka ja -aika	Edita Prima Oy, Helsinki 2012			

PRESENTATIONSBLAD

Utgivare	Finlands miljöcentral (SYKE)	Datum Maj 2012		
Författare	Mika Marttunen, Mikko Dufva, Kati Martinmäki, Ilkka Sammalkorpi, Turo Hjerppe, Inese Huttunen, Virpi Lehtoranta, Elina Joensuu, Elina Seppälä ja Marjut Partanen-Hertell			
Publikations titel	Vesienhoidon vuorovaikutteinen ja kokonaisvaltainen suunnittelu Yhteenveto Karvianjoen tulevaisuustarkastelut -hankkeen tuloksista (Interaktiv och helhetsbetonad planering av vattenvården Sammandrag av resultaten från projektet Scenarier för Karvianjokis flodområde)			
Publikationsserie och nummer	Miljön i Finland 15/2012			
Publikationens tema	Naturtillgångar			
Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt	Publikationen finns tillgänglig också på internet: www.ymparisto.fi/syke/publikationer			
Sammandrag	<p>Projektet Scenarier för Karvianjokis flodområde (Karvianjoen tulevaisuustarkastelut, KarTuTa) genomfördes under åren 2008–2012. Projektets mål var att utvidga, fördjupa och precisera de diskussioner som förts om åtgärdsprogrammet för vattenskyddet i Karvianjokis flodområde. Speciellt betonades den socioekonomiska aspekten, liksom de viktigaste intressenternas deltagande i projektet.</p> <p>I projektet tillämpades nästan tjugo olika metoder eller tekniker som är användbara som stöd vid interaktiv planering. Undersökningsområdet omfattade hela Karvianjokis flodområde, men tyngdpunkten låg i sjöarna Karvianjärvi, Karhijärvi och Isojärvi. Specifikt för varje sjö bedömdes behovet att sänka den yttre och inre fosforbelastningen, identifierades mera kostnadseffektiva vattenskyddsåtgärder samt framlades åtgärdsförslag för att uppnå en god ekologisk status. Dessutom uppskattades den nytta för fritidsbruket som en förbättring av vattenkvaliteten medför och jämfördes vilka kostnader och fördelar åtgärderna ger upphov till. Med hjälp av de fyra scenarierna som utarbetades för flodområdet analyserades hur förändringar i markanvändning och mänsklig verksamhet påverkar uppnåendet av de mål som uppställts på vattnens tillstånd. Dessutom gjordes en modell av klimatförändringens effekt på fosforbelastningen och fosforhalten i sjöarnas vatten.</p> <p>Användningen av modeller i projektet är exceptionellt mångsidig och täckande. Alla metoder som användes bedömdes kritiskt och behoven att förbättra dem identifierades. Metoderna i KarTuTa-projektet kan tillämpas även på andra flodområden i Finland.</p>			
Nyckelord	vattenvård, planering, vattenskydd, kostnadseffektivitet, vårdfiske, belastning av vattendrag, jordbruk, vattenkvalitet, scenarier, fritidsbruk, modellering, interaktiv planering, nytta, kostnader, värdesättning, Karvianjokis flodområde, Isojärvi, Karhijärvi, Karvianjärvi			
Finansiär/ uppdragsgivare	Sydvästra Finlands miljöcentral, Närings-, trafik- och miljöcentralen i Egentliga Finland (ELY-centralen) (EAKR- program), Jord- och skogsbruksministeriet (MMM), Miljöministeriet (YM) och Finlands miljöcentral (SYKE)			
	ISBN 978-952-11-4015-0 (hft.)	ISBN 978-952-11-4016-7 (PDF)	ISSN 1238-7312 (print)	ISSN 1796-1637 (online)
	Sidantal 138	Språk Finska	Offentlighet Offentlig	Pris (inneh. moms 8 %)
Beställningar/ distribution				
Förläggare	Finlands miljöcentral (SYKE), PB 140, 00251 Helsingfors Epost: neuvonta.syke@ymparisto.fi , www.miljo.fi/syke			
Tryckeri/tryckningsort och -år	Edita Prima Ab, Helsingfors 2012			

DOCUMENTATION PAGE

<i>Publisher</i>	Finnish Environment Institute (SYKE)	Date May 2012		
<i>Author(s)</i>	Mika Marttunen, Mikko Dufva, Kati Martinmäki, Ilkka Sammalkorpi, Turo Hjerppe, Inese Huttunen, Virpi Lehtoranta, Elina Joensuu, Elina Seppälä ja Marjut Partanen-Hertell			
<i>Title of publication</i>	Vesienhoidon vuorovaikutteinen ja kokonaisvaltainen suunnittelu Yhteenvedo Karvianjoen tulevaisuustarkastelut -hankkeen tuloksista (Interactive and comprehensive river basin management planning – a summary of the results of the project “Integrating scenario approach into the river basin management planning in the Karvianjoki river basin”)			
<i>Publication series and number</i>	The Finnish Environment 15/2012			
<i>Theme of publication</i>	Natural Resources			
<i>Parts of publication/ other project publications</i>	The publication is available on the internet: www.ymparisto.fi/syke/publications			
<i>Abstract</i>	<p>The joint research project entitled “Integrating scenario approach into the river basin management planning in the Karvianjoki river basin” (KarTuTa) was carried out between 2008 and 2012. The aim of the project was to widen, deepen and focus the inspections presented in the programme of measures (PoM) for the Karvianjoki river basin. Particular emphasis was placed on the socio-economic assessments and the active involvement of key stakeholders.</p> <p>Almost twenty different methods or techniques were applied. The project covered the entire river basin. However, the focus was on the largest lakes of the watercourse: Karvianjärvi, Karhijärvi and Isojärvi. The need to lower the internal and external load was evaluated for each lake. Combinations of cost-effective mitigation measures were identified, and their impacts on phosphorus load and the total phosphorus concentration of lakes and rivers were calculated. In addition, the benefits of the improved water quality for the recreational use of the watercourse were estimated, and costs and benefits of the mitigation measures were compared. The effects of changes in land use and human actions on water quality were evaluated in four future scenarios. In addition, the effects of climate change on the water quality were modeled.</p> <p>The use of the models was exceptionally diversified and comprehensive in the project. All the methods applied in the KarTuTa project were critically evaluated and suggestions for their future development were presented. The methods are applicable in other river basins in Finland as well.</p>			
<i>Keywords</i>	river basin management, planning, water pollution control, cost-effectiveness, management of fish stocks, loading, agriculture, water quality, scenarios, recreational use, modeling, interactive planning, benefit, cost, valuation, Karvianjoki river basin, Isojärvi, Karhijärvi, Karvianjärvi			
<i>Financier/ commissioner</i>	Southwest Finland Regional Environment Centre, Center for Economic Development, Transport and the Environment for Varsinais-Suomi (EAKR-program), Ministry of Agriculture and Forestry (MMM), Ministry of the Environment (YM) and Finnish Environment Institute (SYKE)			
	ISBN 978-952-11-4015-0 (pbk.)	ISBN 978-952-11-4016-7 (PDF)	ISSN 1238-7312 (print)	ISSN 1796-1637 (online)
	No. of pages 138	Language Finnish	Restrictions Public	Price (incl. tax 8 %)
<i>For sale at/ distributor</i>				
<i>Financier of publication</i>	Finnish Environment Institute (SYKE), P.O.Box 140, 00251 Helsinki, Finland Email: neuvonta.syke@ymparisto.fi , www.environment.fi/syke			
<i>Printing place and year</i>	Edita Prima Ltd, Helsinki 2012			

Vuosina 2008-2012 toteutetun Karvianjoen tulevaisuustarkastelut -hankkeen (KarTuTa) keskeisenä tavoitteena oli tuottaa tietoa realististen tavoitteiden ja toimenpiteiden määrittämiseksi vesienhoidolle. Hanke painottui vesistöalueen suurimpien järvien eli Isojärven, Karhijärven ja Karvianjärven tilan ja parantamistoimenpiteiden vaikutusten arviointiin. Vesistöaluetta tarkasteltiin järvet, joet ja valuma-alueet käsittävänä kokonaisuutena. Valuma-alueilla tehtävien toimenpiteiden lisäksi tarkasteltiin järvikunnostusten vaikutuksia. Vedenlaatuvaikutusten lisäksi arvioitiin toimien taloudellisia ja sosiaalisia vaikutuksia. Hankkeessa kehitettyjä menetelmiä voidaan soveltaa muuallakin Suomessa.



Vipuvoimaa
EU:lta
2007-2013



ISBN 978-952-11-4015-0 (nid.)

ISBN 978-952-11-4016-7 (PDF)

ISSN 1238-7312 (pain.)

ISSN 1796-1637 (verkkok.)