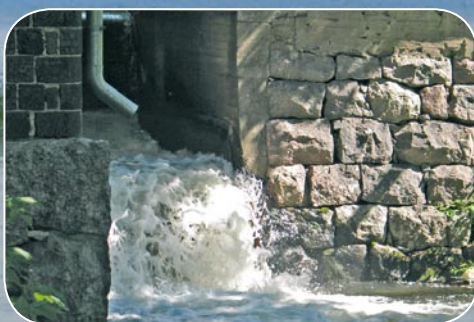


Monitavoitearviointi vuorovaikutteisessa ympäristösuunnittelussa

LUONNON-
VARAT

**Menetelmä ja sen soveltamisesimerkkejä
vesistöjen käytössä ja hoidossa**

Mika Marttunen, Jyri Mustajoki, Olli-Matti Verta ja Raimo P. Hämäläinen



Monitavoitearviointi vuorovaikutteisessa ympäristösuunnittelussa

**Menetelmä ja sen soveltamisesimerkkejä
vesistöjen käytössä ja hoidossa**

Mika Marttunen, Jyri Mustajoki, Olli-Matti Verta ja Raimo P. Hämäläinen

Helsinki 2008

Suomen ympäristökeskus



SUOMEN YMPÄRISTÖ II | 2008
Suomen Ympäristökeskus
Asiantuntijapalveluosasto

Taitto: Liisa Lamminpää
Kansikuvat: Taustakuva SYKEkuva/Liisa Laitinen ja pienet kuvat Anna Mustajoki,
SYKEkuva/Erno Forsström, Ympäristöhallinnon kuvapankki/Jouko Lehmuskallio,
Erno Salonen sekä Lapin ympäristökeskus/kuva-arkisto

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

Edita Prima Oy, Helsinki 2008

ISBN 978-952-II-3043-4 (nid.)
ISBN 978-952-II-3044-I (PDF)
ISSN 1238-7312 (pain.)
ISSN 1796-1637 (verkkoj.)



ALKUSANAT

Tähän julkaisuun on koottu Suomen ympäristökeskuksessa (SYKE) saatuja kokemuksia päätösanalyttisten menetelmien soveltamisesta vesistöjen käytön ja hoidon suunnittelussa. Tavoitteenamme on lisätä asiantuntijoiden tietoisuutta menetelmistä ja sen erilaisista soveltamismahdollisuuksista sekä parantaa asiantuntijoiden ja tutkijoiden valmiuksia soveltaa menetelmiä laadukkaasti. Vaikka julkaisussa kuvatut tapaustutkimukset ovat vesienhoidon alalta, niin lähestymistavan periaatteita voidaan soveltaa myös laajemmin ympäristösuunnittelussa.

Julkaisussa kuvattuja tapaustutkimuksia olemme käsitelleet pääasiassa vain päätösanalyttisten menetelmien soveltamisen osalta. Itse tapaustutkimuksista ja niissä saaduista tutkimustuloksista on jokaisesta laadittu erillinen julkaisu: Koiteen säännöstelyn kehittäminen (Tarvainen ym. 2006), Mäntsälän järvien kunnostustarpeen arviointi (Marttunen ym. 2008), Kyrönjoen kustannustehokkaiden vesienhoidontoimenpiteiden tunnistaminen ja vertailu (Länsi-Suomen ympäristökeskus 2008), Päijänteen säännöstelyvaihtoehtojen vertailu (Marttunen ja Järvinen 1999), Plavinaksen voimalaitoksen ohjauksutusuomavaihtoehtojen ympäristövaikutusten arviointi (Muotka 2006).

Kiitämme kaikkien tässä julkaisussa kuvattujen hankkeiden ohjaus- ja asiantuntijaryhmiin kuuluneita ja päätösanalyysityöhön osallistuneita heidän arvokkaasta panoksestaan ja myönteisestä suhtautumisestaan päätösanalyysityöhön. Haluamme myös kiittää YTT Pekka Leskistä Metsäntutkimuslaitokselta (Metla), TkL Pekka Mildiä Teknillisen korkeakoulun (TKK) Systeemianalyysin laboratorion ja TkL Jyrki Tenhusta SYKEstä muilla sektoreilla toteutettuja päätösanalyysisovelluksia koskevista teksteistä ja täydennyksistä. Kiitämme heitä myös julkaisun sisältöä koskeneista hyödyllisistä kommentteista.

Päätösanalyysihankkeiden rahoituksesta ovat vastanneet pääosin maa- ja metsätalousministeriö, ympäristöministeriö, SYKE ja Suomen Akatemia (RESTORE- ja PRIMEREG-tutkimusohjelmat). Maa- ja vesitekniikan tuki ry:n (MVTT) myöntämän avustuksen ansiosta Mika Marttunen on voinut paneutua syvällisemmin päätösanalyysimenetelmiin. MVTT:n tuki on myös edistänyt vuoropuhelua ja yhteistyötä SYKEN, Metlan ja TKK:n päätösanalyysiasiantuntijoiden välillä.

SISÄLLYS

Alkusanat	3
Sisällys	5
1 Johdanto	7
2 Monitavoitteinen päätösanalyysi	8
2.1 Määritelmä	8
2.2 Perusteita lähestymistavan soveltamiselle	8
2.3 Päätösanalyysiprosessin vaiheet	10
2.4 Päätösanalyysin käyttö osallistavassa ympäristönsuunnittelussa	10
2.5 Päätösanalyyttisiä menetelmiä	12
2.6 Tietokonetuki	14
2.7 Päätösanalyysin tutkimus Suomessa	14
3 Arvopuuanalyysi	16
3.1 Ongelman jäsentely	16
3.1.1 Arvoperustainen jäsentely	17
3.1.2 Tavoitteiden ja vaihtoehtojen määrittäminen	18
3.2 Preferenssimallin muodostaminen	20
3.2.1 Additiivinen preferenssimalli	20
3.2.2 Vaihtoehtojen attribuuttikohtaisten arvojen määrittäminen	21
3.2.3 Kriteerien painottaminen	23
3.2.4 Harhat painotusprosessissa	24
3.3 Tulosten arviointi	25
3.3.1 Herkkyysanalyysi	27
3.3.2 Suositusten muodostaminen ja raportointi	27
4 Kustannus-hyötyanalyysin tukeminen päätösanalyysillä	28
4.1 Kustannus-hyötyanalyysi	28
4.2 Päätösanalyysin ja kustannus-hyötyanalyysin vertailua	29
4.3 Päätösanalyysi kustannus-hyötyanalyysin tukena	30
5 Esimerkkejä päätösanalyysin soveltamisesta vesivarojen suunnittelussa	31
5.1 Koitereen säännöstelyn kehittäminen	32
5.1.1 Lähtökohdat	32
5.1.2 Päätösanalyysin soveltaminen hankkeessa	32
5.1.3 Kokemuksia	37
5.2 Päijänteen säännöstelyvaihtoehtojen vertailu	37
5.2.1 Lähtökohdat	37
5.2.2 Päätösanalyysin soveltaminen hankkeessa	37
5.2.3 Kokemuksia	41

5.3 Mäntsälän järvien kunnostustarpeen arviointi	42
5.3.1 Lähtökohdat	42
5.3.2 Päätösanalyysin soveltaminen hankkeessa	42
5.3.3 Kokemuksia	45
5.4 Kyrönjoen kustannustehokkaiden vesienhoidon toimenpiteiden tunnistaminen ja vertailu	45
5.4.1 Lähtökohdat	45
5.4.2 Päätösanalyysin soveltaminen hankkeessa	46
5.4.3 Kokemuksia	51
5.5 Plavinaksen voimalaitoksen ohijuoksutusuomavaihtoehtojen YVA	51
5.5.1 Lähtökohdat	51
5.5.2 Päätösanalyysin soveltaminen hankkeessa	51
5.5.3 Kokemuksia	53
6 Esimerkkejä päätösanalyysin soveltamisesta ja tutkimuksesta muilla sektoreilla Suomessa	54
6.1 Päätösanalyysi Metsäntutkimuslaitoksella	54
6.2 Päätösanalyysin ja monitavoiteoptimoinnin soveltaminen Tielaitoksella ja Tiehallinnossa	55
6.3 Päätösanalyysin soveltaminen Säteilyturvakeskuksessa	55
7 Hyviä toimintatapoja päätösanalyysin soveltamiseen	56
8 Yhteenveto	61
Lähteet	62
Liitteet	66
Liite 1. Tavoitteet Plavinaksen voimalaitoshankkeessa	66
Liite 2. Arvopuu Plavinaksen voimalaitoshankkeessa	68
Kuvailulehdet	69
Kuvailulehti	69
Presentationsblad	70
Documentation Page	71

1 Johdanto

Vesivarojen käytön ja hoidon suunnittelu on aikaisempaa monimutkaisempaa. Yhteiskunta on muuttunut moniarvoisemmaksi ja ihmisten tietoisuus ja aktiivinen osallistuminen yhteiskunnalliseen päätöksentekoon lisääntynyt. Osallistava ja moniarvoiseen ajatteluun perustuva suunnittelu onkin nykyään lähtökohtana vesistöjen käytön ja hoidon suunnittelussa. Vuorovaikutusmenettelyiden ja verkostoitumisen lisääntymisen myötä esille nousevat käytännöt, joihin osallistuvat monen tason toimijat ja eturyhmät niin julkiselta sektorilta, liike-elämästä kuin vapaaehtoistoimintaan nojaavalta kolmannelta sektoriltakin. Lisähaastetta suunnitteluun tuo ilmastonmuutos, mikä vaikuttaa merkittäväällä tavalla vesistöjen tilaan ja käyttöön.

Suunnitteluun vaikuttaa lähivuosikymmeninä erityisesti kaksi erillistä direktiiviä, vesipolitiikan puitedirektiivi (VPD) ja tulvadirektiivi. VPD yhdenmukaistaa EU-alueen pinta- ja pohjavesien hoitoa sekä hallintaa ja sen tavoitteena on vesien tilan parantaminen ja suojeleminen. Se korostaa myös laajapohjaisen yhteistyön merkitystä vesiasioiden hoidossa. Tulvadirektiivin tavoitteena on puolestaan parantaa jäsenmaiden valmiuksia vähentää tulvista aiheutuvia vahinkoja ihmisille, ympäristölle ja taloudelle.

Yksi keskeisistä lähitulevaisuuden haasteista on löytää menettelytapoja, joilla eri tasoilla ja sektoreilla tapahtuva suunnittelu voidaan tehdä mahdolliseksi kaikki näkökulmat yhteen sovittaen. Esimerkiksi maankäytön, metsienhoidon ja vesienhoidon suunnittelu voisi tapahtua järkevissä vesistön ja valuma-alueen huomioon ottavissa alueellisissa tarkasteluyksiköissä. Vesihallintojohtaja Kai Kaatra on todennut, että edellä mainittuihin haasteisiin vastaaminen onnistuneesti edellyttää:

1. Valuma-alueenäkökulmaa
2. Suunnitteluprosessin hallintaa
3. Sidosryhmäyhteistyötä
4. Eri intressien tavoitteiden yhteensovittamista.

Suomen ympäristökeskuksessa on jo 1990-luvun alkupuolelta lähtien kehitetty ja sovellettu lähestymistapoja ja käytäntöjä vesistöjen käytön ja hoidon monitavoitteisen suunnittelun tueksi. Kokemukset erityisesti päätösanalyttisten menetelmien soveltamisesta ovat olleet myönteisiä. Tässä julkaisussa kuvataan, kuinka päätösanalyttistä lähestymistapaa voidaan soveltaa ympäristösuunnittelussa. Lähestymistavan puitteissa voidaan arvioida muun muassa erilaisten toimenpiteiden vaikutuksia ja hyväksyttävyyttä. Ottamalla sidosryhmät aktiivisesti mukaan prosessin toteutukseen parannetaan mahdollisuuksia toimivampien ja kestävämpien ratkaisujen löytymiseen. Päätösanalyttistä lähestymistapaa voidaan hyödyntää myös vesienhoidon suunnitteluun kohdistuvien uusien määräysten huomioon ottamisessa.

Julkaisussa kuvataan päätösanalyysin käyttö viidessä käytännön hankkeessa. Lähtökohtana on ollut pyrkimys johdonmukaiseen ja vaiheittain etenevään suunnitteluprosessiin lähtien vesistön nykytilasta, ongelmista ja eri sidosryhmien tavoitteista. Tavoitteena on ollut muun muassa tukea suunnittelutilanteen kokonaisvaltaista hahmotamista ja edesauttaa yhteisesti hyväksyttävien ratkaisujen löytymistä. Hankkeiden kuvauksessa keskitymme etenkin hankkeissa hyödynnettyjen ja testattujen erityyppisten päätösanalyttisten menetelmien soveltamisesta saamiimme kokemuksiin.

2 Monitavoitteinen päätösanalyysi

2.1

Määritelmä

Päätösanalyysi (Decision Analysis – DA) on joukko menetelmiä ja lähestymistapoja, joita voidaan soveltaa erilaisia arvostuksia, erimitallisia vaikutuksia ja epävarmuutta sisältävien laajojen ja monimutkaisten aiheiden jäsentelyssä. Käytännön ongelmissa on usein monia erilaisia tavoitteita, jotka kaikki olisi pyrittävä ottamaan huomioon päätöksenteossa. Esimerkiksi vesistön säännöstelyn kehittämisessä tavoitteena voi olla etsiä tulvariskiä minimoiva ja vesivoiman tuotantoa maksimoiva, mutta samalla vesiympäristövaikutuksiltaan hyväksyttävä säännöstelykäytäntö. Kuitenkin vain harvoin eri sidosryhmien tavoitteet täyttyvät saman vaihtoehdon kohdalla ja tavoitteiden välillä on yleensä tarve tehdä kompromisseja. Päätösanalyysillä voidaan tukea tavoitteiden järjestelmällistä jäsentämistä, erimitallisten vaikutusten yhteen sovittamista, vaihtoehtojen systemaattista arviointia ja keskeisten vaihtokauppojen (trade-offs) tunnistamista niin, että eri sidosryhmien näkemykset ja suhtautuminen erilaisiin tavoitteisiin ja vaihtoehtoihin tulevat mukaan tarkasteluun.

Usein päätösanalyysistä käytetään tarkennettua nimitystä *monitavoitteinen päätösanalyysi* (Multi-Criteria Decision Analysis – MCDA) korostamaan sitä, että ongelmassa on useita tavoitteita. Lähestymistavasta voidaan käyttää myös nimitystä *monitavoitearviointi* (Multi-Criteria Assessment – MCA). Tällöin painotetaan sitä, että analyysin soveltamisen ei tarvitse liittyä vain varsinaisiin päätöstilanteisiin, vaan se voi tukea kaikkea suunnittelua, jonka tarkoituksena on yleisesti arvioida vaihtoehtoja eri näkökulmista. Tässä julkaisussa kaikkia näitä nimityksiä käytetään toisiaan vastaavina.

Seppäläisen ja Hämäläisen (1986) mukaan: ”*Päätösanalyysi on päättäjien subjektiivisten arvioiden mallittamista, jonka tarkoitus on auttaa päättäjiä saamaan selkeämpi kuva käsiteltävästä ongelmasta.*” He painottavat myös, että juuri henkilökohtaisten käsitysten

mallintaminen erottaa päätösanalyysin muista systeemi- ja operaatiotutkimuksen osa-alueista. Päätösanalyysissä tunnistetaan päätöstilanteeseen liittyvät seikat, tarkastellaan niitä erillään toisistaan ja lopuksi yhdistetään ne. Lähtökohtana onkin hajota ja hallitse -periaatteen soveltaminen monimutkaisten ongelmien ratkaisemisessa; ongelma pilkotaan pienemmiksi osiksi, joita tarkastelemalla ja lopuksi yhdistämällä pyritään selvittämään suunnittelu- tai päätöksentekotilannetta.

2.2

Perusteita lähestymistavan soveltamiselle

Päätösanalyysin tarve perustuu ongelmien monitahoisuuteen (taulukko 1). Lähestymistavan eräs tavoite onkin varmistaa, että kaikki olennaiset tekijät tulee otettua huomioon päätöksiä tehtäessä. Joka-päiväisessä päätöksenteossa ongelmat ovat usein sen verran yksinkertaisia, että päätöksiä voidaan tehdä joko intuitiivisesti tai kokemuspohjalta. Sen sijaan yhteiskunnallisessa päätöksenteossa, kuten vesienhoidon suunnittelussa, tehtävien päätösten seuraukset saattavat olla hyvin moniulotteisia ja kauaskantoisia. Tämän lisäksi päätösten on tarpeen ottaa useiden eri sidosryhmien, kuten viranomaisten, järjestöjen ja paikallisten asukkaiden, tavoitteet huomioon. Tällöin tarvitaan järjestelmällistä ja läpinäkyvää lähestymistapaa, jotta ongelmien kaikki ulottuvuudet saadaan otetuksi huomioon. Päätösanalyysiprosessissa tavoitteiden ja vaihtoehtojen muodostaminen toteutetaan yleensä yhteistyössä sidosryhmien kanssa, mikä auttaa katsomaan vaihtoehtoja uudesta näkökulmasta. Tämän myötä pystytään löytämään entistä toimivampia ja kestävämpiä ratkaisuja sekä tuomaan avoimuutta päätöksentekoprosessiin.

Taulukko 1. Perusteita päätösanalyysin soveltamiselle.

- **Monimutkaisuus.** Ongelma on niin monitahoinen, että kokonaisuutta ja päätöstilannetta on tarve jäsentää.
- **Yhteismitattomuus.** Kaikkia vaikutuksia ei voida suoraan muuntaa esimerkiksi rahalliseksi hyödyiksi.
- **Ei-mitattavat tekijät.** Kaikkia vaikuttavia tekijöitä ei voida suoraan mitata.
- **Monitavoitteisuus.** Etsitään ratkaisua, joka ottaa huomioon useiden osapuolten erilaiset tarpeet ja tavoitteet.
- **Epävarmuus.** Vaikutuksiin ja kehityssennusteisiin sisältyy epävarmuuksia, joiden kokonaisvaikutuksia on vaikea arvioida.
- **Synteesi.** Tarve ja halu jäsentää systemaattisesti suunnittelutilanne sekä eritellä ja yhdistää siihen liittyvät näkemykset ja tieto.
- **Perusteltavuus.** Tarve tuottaa tietoa, esimerkiksi päätöksentekijöiden arvostuksista, millä päätös voidaan läpinäkyvästi perustella.

Päätösanalyysiprosessin tavoitteena ei ole antaa yhtä "oikeaa" ratkaisua, vaan tukea paremman käsityksen muodostumista ratkaisuihin ja niiden seurauksista sekä siitä, kuinka eri sidosryhmät ne kokevat (taulukko 2). Vastuu varsinaisesta päätöksestä jää edelleen päätöksentekijöille tai päätöselimelle. Vaikka päätösanalyytiset menetelmät usein antavatkin vaihtoehtoilta näiden paremmuutta kuvaavat numeeriset kokonaisarvot, niin nämä perustuvat aina arvioijien henkilökohtaisiin arvostuksiin ja tavoitteisiin, eivätkä täten ole yleinen totuus asiasta. Päätösanalyysin tuottamia numeroarvoja tärkeämpää onkin usein sen mukanaan tuoma oppimisprosessi, jossa asianosaiset hahmottavat paremmin suunnittelutilanteen ja oppivat ymmärtämään omia ja toisten asianosaisten tavoitteita ja arvostuksia.

Taulukko 2. Päätösanalyysin keskeisiä käyttötarkoituksia.

- Yhteisen ongelmanratkaisemisen kehikko
- Suunnittelutilanteen jäsentäminen ja kokonaisvaltainen hahmottaminen
- Vaikutusten arviointi ja vertailu
 - Erimittallisten vaikutusten yhdistäminen ja keskinäisen merkittävyyden arviointi
 - Mahdollisten ristiriitojen arviointi
- Vaihtoehtojen arviointi
 - Hyvän ja yhteisesti hyväksyttävän vaihtoehdon tunnistaminen
- Ristiriitojen hallinta ja neuvotteluprosessin tukeminen
- Eri tahojen arvostus- ja näkemyserojen selvittäminen ja havainnollistaminen
 - Sidosryhmien/kansalaisten mielipiteiden mallintaminen
- Henkilökohtaisen ja sosiaalisen oppimisen tukeminen
- Kommunikaation selkiyttäminen

Päätösanalyytisiä menetelmiä voidaan käyttää ympäristöpäätöksenteon monilla eri osa-alueilla ja viimeisen kahdenkymmenen vuoden ajan niitä on sovellettu monissa ympäristöpäätöstilanteissa ympäri maailmaa (esim. Gregory ja Keeney 1994; McDaniels ym. 1999; Anderson ym. 2001; Gregory ja Wellman 2001; Greening ja Bernow 2004) sekä myös Suomessa (esim. Hämäläinen ja Karjalainen 1989; Hämäläinen 1992; Marttunen ja Hämäläinen 1995; Pykäläinen 1997; Kangas ym. 2001; Mustajoki ym. 2004). Kirjallisuudesta löytyy useita katsauksia päätösanalyysisovelluksiin, muun muassa Corner ja Kirkwood (1991), Kiker ym. (2005), Keefer ym. (2004), Hämäläinen (2004) ja Dufva ja Marttunen (2007). Sovelluksista raportoidut kokemukset ovat olleet pääasiassa positiivisia, mikä puolestaan on toiminut kannustimena uusien hankkeiden käynnistämiseksi. Päätösanalyysisovellusten määrä kasvaakin kiihtyvällä tahdilla ja päätösanalyysiä sovelletaan myös uusilla alueilla, muun muassa tulevaisuustarkastelujen tukena ja täydentämässä kustannus-hyötyanalyysiä (Montibeller ym. 2006; Gamber ja Turcanu 2007).

Päätösanalyysillä voidaan tukea hyvin erityyppisiä suunnittelutilanteita. Suppeimmillaan kyse on yhden suunnittelijan tai päätöksentekijän tekemästä analyysistä. Toinen ääripää on käyttää päätösanalyysiä tukemaan useiden kymmenien eri sidosryhmiä edustavien henkilöiden näkemysten selvittämistä. Tällöin päätösanalyysillä voidaan tuottaa hyvin jäsenneiltyä ja havainnollista tietoa suunnittelutilanteen paremman ymmärtämisen edistämiseksi ja jatkosuunnittelujen pohjaksi. Tässä julkaisussa käsitellään tilanteita, joissa päätösanalyysiprosessiin osallistuu useita tahoja. Esimerkiksi vesistöjen käytön ja hoidon suunnittelussa tämä on vallitseva tilanne, ja prosessin aluksi onkin tarpeen selvittää, mikä on päätöksen varsinaisesti tekevä taho sekä muut asianosaiset henkilöt.

Yhteiskunnallisessa päätöksenteossa päätösanalyysiä käytetään lähinnä ongelman jäsentelyyn erityyppisissä valmistelemissä työryhmissä, mutta itse päätös tehdään lopullisesti jonkin ylemmän tahon toimesta. Päätösanalyysissä onkin usein kyse päätöksen tutkimisesta yhdessä ja uusia näkökulmia käyttäen, jotta yhteisymmärrys asiasta lisääntyy. Tämän pohjalta voidaan luoda uusia vaihtoehtoja tai suositella jonkin vaihtoehdon toteuttamista. Analyysin perusteella voidaan perustella, miksi jokin vaihtoehto on valittu tai miksi jotakin vaihtoehtoa on pidetty toteuttamiskelvottomana.

Päätösanalyysiprosessin vaiheet

Päätösanalyysiprosessi voidaan toteuttaa monella eri tavalla, mutta eri lähestymistapojen rakenne on yleensä hyvin samanlainen. Kirjassaan *“Multiple Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach”*, Belton ja Stewart (2002) jaottelevat prosessin kolmeen päävaiheeseen:

1. *Ongelman tai suunnittelutilanteen tunnistaminen ja jäsentely*
Ennen ongelman ratkaisemista eri osapuolien, mukaan lukien päätösanalyttikko ja asiantuntijat, on muodostettava yhteinen käsitys suunnittelutilanteesta tai ratkaisun vaativasta ongelmasta, siitä, mistä asioista on tarve päättää sekä kriteereistä, joiden mukaan päätöksiä arvioidaan.
2. *Tavoitemallin rakentaminen ja käyttö*
Päätöksentekijän arvostuksista ja tavoitteista sekä niiden välillä tehtävistä kompromisseista pyritään luomaan muodollinen tavoitemalli siten, että vaihtoehtoisia toimenpiteitä tai menettelytapoja voidaan vertailla keskenään järjestelmällisesti ja läpinäkyvästi. Mallien rakentamiseen on erilaisia menetelmiä, joita käsitellään kohdassa 2.5.
3. *Toimenpidevaihtoehtojen kehittäminen*
Päätösanalyysi ei tuota valmista ratkaisua ongelmaan, vaan tavoitemallin avulla suoritettujen vaihtoehtojen vertailun tuloksia tulkitsemalla pyritään muodostamaan konkreettisia toimenpidevaihtoehtoja, joista voidaan neuvotella. Tavoitteena on, että päätösanalyysin soveltamisen jälkeen suunnittelutilanne ymmärretään paremmin, ja että ryhmäpäättöksenteossa siitä on muodostunut yhteinen käsitys.

Kirjallisuudessa käytetään erilaisia lyhennyksiä päätösanalyysiprosessin eri vaiheissa huomioon otettavista asioista. Esimerkiksi Hammond ym. (1999) käyttävät lyhennystä **PrOACT** kuvaamaan prosessin vaiheita **P**roblem (ongelma), **O**bjectives (tavoitteet), **A**lternatives (vaihtoehdot), **C**onsequences (seuraukset), **T**rade-Offs (vaihtokaupat). Näiden lisäksi prosessiin voi kuulua epävarmuuksien, riskiasenteen ja mahdollisten seuraavien päätösten käsittelyä. Belton ja Stewart (2002) puolestaan ehdottavat lyhennystä **CAUSE** – **C**riteria (kriteerit), **A**lternatives (vaihtoehdot), **U**ncertainties (epävarmuudet), **S**takeholders (asianosaiset), **E**xternal factors (ulko-

puoliset tekijät) – muistilistaksi ongelman jäsentelyyn. Systeemiajattelun puolella puolestaan käytetään **CATWOE**-analyysiä (Checkland 1981), jossa ongelman jäsentelyssä huomioitavia tekijöitä ovat **C**ustomers (hyötyjät), **A**ctors (toimijat), **T**ransformation (systeemin tarkoitus), **W**orldview (näkökulma systeemiin), **O**wners (päättösvallan haltijat) ja **E**nvironment (ulkoiset tekijät).

Päätösanalyysi on oppimisprosessi, jossa päätöksentekijän ja analyysoijan ymmärrys ongelmasta kasvaa prosessin edetessä. Tämän vuoksi prosessin aikana voi olla tarvetta palata takaisin edelliseen vaiheeseen tarkentamaan tässä annettuja tietoja. Joskus voi olla tarve palata jopa suunnittelutilanteen tai ongelman määrittämiseen, jotta lisääntyneen ymmärryksen mukanaan tuoma uusi näkökulma ongelmaan saadaan sisällytettyä mukaan tarkasteluun.

Yleensä parhaaseen tulokseen päästään, kun prosessin vaiheet toteutetaan vuorovaikutteisesti yhdessä suunnittelijoiden, asiantuntijoiden sekä sidosryhmien kanssa. Mahdollista on myös edetä suunnittelija- ja asiantuntijapainotteisesti siten, että tarkastelun vaiheita ja alustavia tuloksia esitellään ja kommentoidaan sidosryhmillä riittävin väliajoin. Prosessia ei aina tarvitse viedä läpi kokonaisuudessaan, vaan siitä voidaan valita joitakin yksittäisiä vaiheita tarkasteltaviksi sen mukaan, mitä kulloinkin tavoitellaan. Prosessi voidaan esimerkiksi suorittaa ilman mallintamisvaihetta, jolloin pääpaino on ongelman jäsentelyssä ja käsitteiden määrittelyssä.

2.4

Päätösanalyysin käyttö osallistavassa ympäristösuunnittelussa

Ympäristön tilaan vaikuttavat päätökset koskevat yleensä useita eri ihmisryhmiä ja laajoja ihmisjoukkoja. Jotta ongelma saataisiin kattavasti kartoitettua, kaikki eri päätösprosessiin liittyvät asianosaiset tahot tulisi tunnistaa ja osallistaa suunnittelutyöhön mahdollisimman aikaisessa vaiheessa (Banville ym. 1998). Tämä edesauttaa eri tahojen sitoutumista prosessiin ja sen lopputulokseen. Koska ympäristöongelmissa asianosaisia voi olla tuhansia, on suunnittelutyötä varten eräs hyvä lähestymistapa perustaa niin sanottu ohjausryhmä, johon kootaan eri osapuolten edustajia vuorovaikutteisesti ohjaamaan suunnitteluprosessia. Prosessin kuluessa ohjausryhmän jäsenet kommunikoivat edustamiensa viiteryhmiensä kanssa ja tuovat näiden näkökulmat ja kommentit esiin ohjausryhmän tapaamisissa.

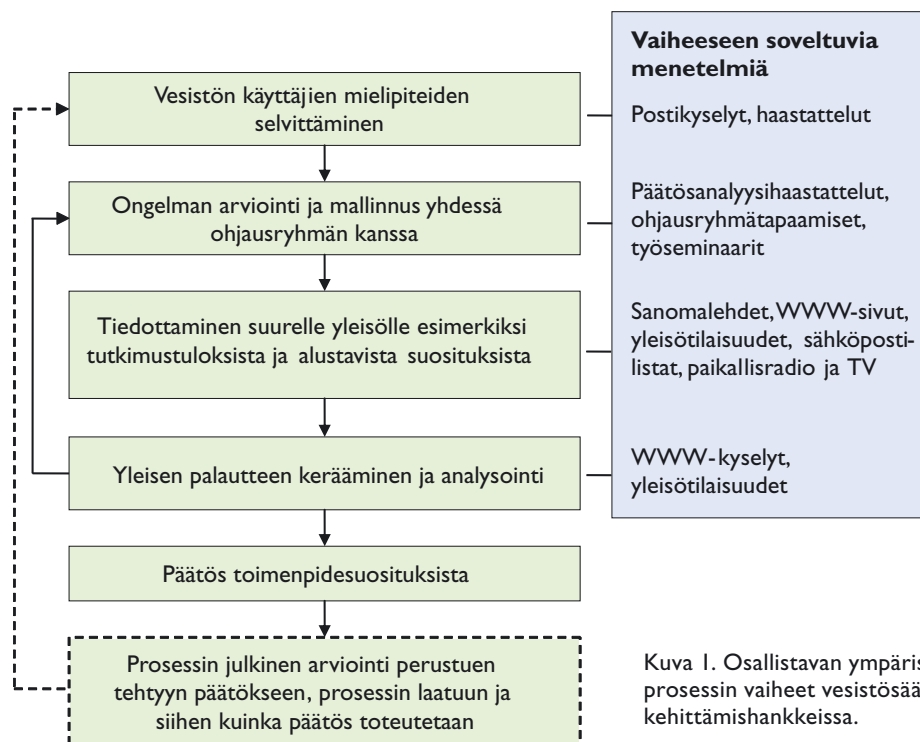
Itse päätösanalyysiprosessi on asiantuntemusta vaativa tehtävä ja se suositellaan suoritettavaksi kokeneen päätösanalyttikon johdolla. Käytännössä prosessi voidaan suorittaa monilla eri tavoilla. Yksinkertaisimmillaan prosessia vetävä päätösanalyttikko on ainoastaan tietoinen lähestymistavasta ja soveltaa sen yleisiä periaatteita työssään. Toinen ääripää on, että sidosryhmäläiset ovat mukana soveltamassa menetelmiä yhdessä asiantuntijan kanssa. Prosessin eri vaiheissa voidaan soveltaa myös eri menetelmiä, jotka parhaiten sopivat prosessin kyseisen vaiheen tukemiseen. Luonnollisesti mitä vuorovaikutteisempaa menetelmien soveltaminen on, sitä enemmän koulutusta vaaditaan niin päätösanalyttikolta kuin mukana olevilta asiantuntijoilta ja sidosryhmäläisiltäkin.

Päätösanalyysihaastatteluissa (Decision Analysis Interviews – DAI) (Marttunen ja Hämäläinen 1995, 2008) ongelma jäsenellään koko ryhmän välisissä keskusteluissa tai yksittäin eri sidosryhmien edustajien kanssa. Tavoitteena on muodostaa yhteinen viitekehys ongelman mallintamiseen. Eri käyttäjien henkilökohtaiset näkemykset mallinnetaan päätösanalyttikon kanssa käytävissä kahdenkeskisissä haastatteluissa, joissa analyttikko toimii myös preferenssimallin soveltajana. Päätösanalyysihaastattelut ovat tilaisuuksia, joissa syntyy läheinen vuorovaikutus haastateltavan ja päätösanalyttikon välillä. Tällöin analyttikko voi myös heti puuttua mahdollisiin epäselvyyksiin ja epäkohtiin mallinnuksessa. Haastattelujen jälkeen malleilla saatuja

tuloksia tarkastellaan ja analysoidaan yhdessä koko ryhmän kanssa, minkä tarkoituksena on lisätä ymmärrystä eri viiteryhmien mieltymyksistä.

Toinen tapa toimia on *päätöstyöpaja* tai *-konferenssi* (Decision Conference), johon kutsutaan asianosaisia yhdessä käsittelemään asiaa (Phillips 1984; Phillips ja Phillips 1993; French 1996; Sinkko ym. 2004). Se on 1–3 päivää kestävä intensiivinen tilaisuus, jonka aikana päätösanalyysiprosessi käydään läpi. Työpajan ensimmäisenä istuntona on usein erittäin hyödyllistä käydä läpi dialoginen ongelman jäsentelyvaihe (Slotte ja Hämäläinen 2003). Dialogisen keskustelun periaate on antaa osallistujille mahdollisuus alkunäkemyksien esittämiseen. Näin kritiikistä vapaassa tilanteessa edistetään luottamusta ja yhteiseen ongelmanratkaisuun sitoutumista. Tämän jälkeen voidaan jatkaa yhteisellä ongelman jäsentelyllä ja lopulta edetä arvopuun muodostamisen jälkeiseen keskusteluun kriteerien tärkeydestä.

Jokaisella osallistujalla voi olla tietokone, jonka avulla hän voi suorittaa esimerkiksi preferenssimallin painotukset johdetusti päätösanalyttikon ohjeiden mukaan. Päätöskonferenssissa käyttäjien yksityiskohtaisten mieltymysten mallinnusmahdollisuudet ovat kuitenkin rajallisemmat kuin haastatteluissa, sillä osallistujien ja päätösanalyttikon kesken ei ole suoraa kahdenkeskistä vuorovaikutusta. Vaikka jokaisella osallistujalla on usein oma preferenssimallinsa, niin itse mallinnusprosessi tapahtuu yhdessä kollektiivisesti päätös-



Kuva 1. Osallistavan ympäristösuunnittelu-prosessin vaiheet vesistösuunnittelun kehittämishankkeissa.

analyytikon johtamana. Etuna lähestymistavassa on kuitenkin että prosessi voidaan intensiivisesti suorittaa hyvinkin lyhyessä ajassa.

Osallistavassa ympäristösuunnittelussa on tärkeää, että päätösanalyysin avulla ohjausryhmässä aikaan saaduista tuloksista kommunikoidaan myös suuren yleisön kanssa. Kuvassa 1 on esitetty osallistavan ympäristösuunnitteluprosessin yleiset vaiheet ohjausryhmää hyödyntävissä vesistösuunnostelun kehittämishankkeissa (Hämäläinen ym. 2007). Vastaavat vaiheet voidaan tunnistaa myös muissa kuin vesistösuunnosteluun liittyvissä ympäristösuunnitteluprosesseissa. Kaavion vaiheista päätösanalyysiä käytetään lähinnä ongelman arvioinnissa ja mallinnuksessa yhdessä ohjausryhmän kanssa, mutta etenkin tiedottamisen ja suuren yleisön mielipiteiden huomioon ottamisen suhteen tarvitaan päätösanalyysin rinnalle myös muita osallistavia menetelmiä, kuten kyselyjä ja yleisötilaisuuksia.

Yleisesti ottaen päätösanalyyttisten menetelmien käyttö on todettu hyväksi tavaksi edistää vuorovaikutteisia ja osallistavia suunnitteluprosesseja. Beierle (1998) on esittänyt erilaisten vuorovaikutusmenetelmien soveltuvuuden arviointiin kriteereitä, joihin kuuluvat muun muassa ymmärryksen ja luottamuksen lisääminen. Taulukossa 3 on vertailtu eri menetelmiä näiden kriteerien pohjalta. Arvio menetelmien hyvydestä perustuu Beierlen (2002) analyysiin ja säännöstelyn kehittämishankkeissa saamiimme kokemuksiin. Esimerkiksi päätösanalyysihaastatteluja hyödyntämällä voidaan vuorovaikutuksen laatua parantaa lähes kaikilla sen osa-alueilla tehokkaasti. Ainoastaan tiedottamiseen päätösanalyysihaastattelut eivät sovellu erityisen hyvin.

Taulukko 3. Vuorovaikutusmenetelmien soveltuvuus tavoitteiden mukaan arvioituna.

Asteikko:

++ = Menetelmä tukee hyvin tavoitteen edistämistä

+ = Menetelmä tukee tavoitteen edistämistä

- = Menetelmä ei juurikaan tue tavoitteen edistämistä

Vuorovaikutusmenetelmä	Tiedottaminen	Kansalaisten arvojen sisällyttäminen päätöksentekoon	Ymmärryksen lisääminen	Sosiaalinen oppiminen	Luottamuksen lisääminen	Konsensus-ratkaisun löytäminen
Internetsivut, sanomalehdet	++	-	+	-	+	-
Kyselyt	+	+	-	-	-	-
Yleisötilaisuudet	++	+	+	+	+	-
Asiantuntijatyöpajat	+	++	+	+	+	-
Asianosaisaastattelut	+	++	+	+	++	-
Päätösanalyysihaastattelut	-	++	++	++	++	+
Asianosaisohjausryhmä	+	++	++	++	++	++

2.5

Päätösanalyttisiä menetelmiä

Päätöksentekijöiden mieltymysten mallintamiseen on tarjolla monia erilaisia päätösanalyttisiä menetelmiä (kts. von Winterfeldt ja Edwards 1986; Clemen 1996; Belton ja Stewart 2002). Vaikka kaikkien menetelmien lähtökohta on sama, niin niissä on myös suuria eroja muun muassa sen suhteen, kuinka eri tavoitteiden väliset preferenssivertailut toteutetaan.

Tässä julkaisussa keskitytään lähestymistapaan nimeltä *moniattribuuttinen* tai *monitavoitteinen arvoteoria* eli *arvopuuanalyysi* (Multi-Attribute Value Theory – MAVT), joka on yksi eniten käytetyistä päätösanalyttisistä menetelmistä. Arvopuuanalyysissä erilaisten päätösvaihtoehtojen hyvyttä arvioidaan hierarkkisessa jäsentelykehikossa. Ongelmasta muodostetaan niin sanottu arvopuu, jossa ylimpänä on kokonaistavoite, joka koostuu puun haaroissa olevista osatavoitteista. Nämä voidaan edelleen jakaa yhä yksityiskohtaisempiin osakriteereihin ja lopulta vaihtoehtoja arvioidaan alimman tason kriteerien eli attribuuttien suhteen. Puussa olevat kriteerit painotetaan niiden tärkeyden mukaan ja vaihtoehdot arvioidaan kunkin attribuutin suhteen. Analyysin tuloksena saadaan vaihtoehtojen hyvyttä kuvaavat suhteelliset kokonaisarvot. Herkkyyksianalyysillä voidaan tämän jälkeen vielä tutkia, miten vaihtoehtojen kokonaisarvot muuttuvat, jos esimerkiksi kriteerien painoja muutetaan. Arvopuuanalyysi kuvataan yksityiskohtaisesti luvussa 3.

Läheistä sukua arvopuuanalyysille on *moniattribuuttinen hyötyteoria* (Multi-Attribute Utility Theory – MAUT) (Keeney ja Raiffa 1976), jossa preferenssien mallinnuksessa otetaan huomioon myös näihin liittyvät epävarmuudet. Tällöin myös päätöksentekijöiden riskiasenne epävarmuuksia kohtaan otetaan huomioon. Lähestymistavassa epävarmuuksien määrittäminen on kuitenkin työlästä ja tämän vuoksi hyötyteoriaa ei ole juurikaan sovellettu käytännön hankkeissa.

Analyttinen hierarkiaproessi (Analytic Hierarchy Process – AHP) (Saaty 1980, 1994) on laajalti käytetty arvopuuanalyysin kaltainen menetelmä. AHP:ssa ongelma jäsennellään samalla tavoin hierarkkisesti kuin MAVT:ssa, mutta kriteerien vertailu tapahtuu pareittain arvioimalla jokaisen mahdollisen kriteeriparin välillä, kumpi näistä on tärkeämpi ja kuinka paljon. Näin saaduista vertailumatriiseista laskeaan painoarvot eri kriteereille, joiden avulla taas saadaan kokonaispainot eri vaihtoehdoille. Menetelmän teoreettinen pohja ei kuitenkaan ole yhtä vahva kuin MAVT:n. Perusmuodossaan menetelmässä vaihtoehtojen kokonaispainot normeerataan summautumaan yhdeksi. Tästä aiheutuvana heikkoutena on vaihtoehtojen paremmuusjärjestyksen mahdollinen muuttuminen, kun ongelmaan lisätään uusi vaihtoehto (Belton ja Gear 1982). Tosin menetelmästä on kehitetty muunnelmia, joissa nämä heikkoudet on eliminoitu esimerkiksi käyttämällä parivertailuissa arvoerotulkintaa ja luopumalla normeerauksesta (ks. Salo ja Hämäläinen 1997; Leskinen ja Kangas 2005). AHP-menetelmää voidaan käyttää myös osana arvopuuanalyysiä, esimerkiksi kriteerien painotus voidaan suorittaa AHP:n parivertailujen avulla.

Kolmas suuri joukko MAVT/MAUT:n ja AHP:n ohella on niin sanotut *Outranking*-koulukunnan menetelmät joista tunnetuimpia ovat ELECTRE- ja PROMETHEE-menetelmäperheet (Brans ja Vincke 1985; Roy 1990; Belton ja Stewart 2002; Figueira ym. 2005). Näissä vaihtoehtojen välille yritetään luoda paremmuusrelaatioita tarkastelemalla, onko toisen vaihtoehdon ylivoimaisuus niiden kriteerien suhteen, joissa se on parempi, tarpeeksi kompensoimaan vaihtoehdon huonomuus muiden kriteerien suhteen. Tarkastelemalla kaikkia vaihtoehtoja pareittain saadaan keskinäistä paremmuutta osoittavat preferenssiarvot vaihtoehtojen välille. Näistä puolestaan voidaan johtaa esimerkiksi kokonaisparemmuusjärjestys vaihtoehdoille. Näin saatujen kokonaisarvojen tulkinta ei kuitenkaan ole niin läpinäkyvää kuin esimerkiksi MAVT:lla saatujen kokonaisarvojen tulkinta.

Intervallimenetelmät (Preference Programming), ovat MAVT-menetelmiä, jotka sallivat epävarmuuksien mallintamisen vaihteluvälien avulla

(Arbel 1989; Salo ja Hämäläinen 1992, 1995, 2001). Näissä käyttäjä voi pisteittäisten estimaattien sijasta antaa mallin parametreille vaihteluvälit, joiden sisällä parametrien arvojen on oltava. Vastaavasti analyysin tuloksena saadaan vaihtoehtojen kokonaisarvoille vaihteluvälit. Vaihtoehtojen paremmuuksia voidaan tarkastella erilaisten dominanssirelaatioiden ja päätössääntöjen avulla (Hazen 1985; Weber 1987; Salo ja Hämäläinen 1992, 2001).

Kirjallisuudessa on epävarmuuksien käsittelyyn ehdotettu myös *sumean logiikan* (fuzzy logic) menetelmiä, joita voidaan soveltaa päätösanalyysissä (Salo 1996). Tosin näissä mallintaminen ja tulosten tulkinta ei ole niin intuitiivista kuin esimerkiksi intervallimenetelmissä.

Stokastinen monikriteerinen hyväksyttävyyshanalyysi (Stochastic Multicriteria Acceptability Analysis – SMAA) on painoavaruuksien analysointiin perustuva menetelmäperhe (Lahdelma ym. 1998, Lahdelma ja Salminen 2001), SMAA:ssa lähdetään liikkeelle päinvastaisesta suunnasta kuin edellä mainituissa perinteisissä painotusmenetelmissä, eli painojen määrittämisen sijasta tutkitaan, millä eri painoyhdistelmillä kukin vaihtoehto on paras, tai millä painoyhdistelmillä saadaan tietty vaihtoehtojen paremmuusjärjestys. Tällöin osallistajat eivät suoraan anna painoja, vaan pyritään löytämään hyviä kompromissivaihtoehtoja painoilla, jotka olisivat hyväksyttäviä kaikille. SMAA-menetelmien suurin varjopuoli on, että ne eivät tue osallistujien mieltymysten oppimista samalla tavalla kuin suoraan preferenssien määrittämiseen pohjautuvat menetelmät. Lisäksi ei ole varmaa tulevatko vaihtoehtojen todelliset vaihtelualueet ymmärretyksi prosessin aikana. SMAA:ta on sovellettu jonkin verran myös ympäristöpäätöksenteossa (Hokkanen ym. 2000, Kangas ym. 2006).

Päätösanalyysin piirissä sovelletaan myös monimutkaisempia *bayesilaisia menetelmiä*, joiden avulla on mahdollista analysoida epävarmuuden merkitystä päätöksenteossa. Esimerkkinä tällaisesta on parivertailuihin perustuva regressiomallin Bayes-analyysi, jossa epävarmuusanalyysi perustuu epäjohdonmukaisuuksiin parivertailuissa (Leskinen ym. 2006). Analyysiin voidaan myös helposti sisällyttää riskisuhtautuminen. Bayesilaisia menetelmiä voidaan hyödyntää myös ympäristöpäätöksenteon tukena (esim. Varis ja Kuikka 1999; Kuikka ym. 1999; Bromley ym. 2005), mutta ne ovat laskennallisesti varsin monimutkaisia ja siksi niiden soveltaminen ei aina ole mahdollista. Tosin aivan viime vuosina on kehitetty uusia menetelmien soveltamista helpottavia tukiohjelmistoja, esimerkiksi Metsäntutkimuslaitoksella kehitetty STEPS, josta lisää kohdassa 6.1.

Joskus monitavoitteisen päätösanalyysin yhteyteen lasketaan kuuluvaksi myös *monitavoiteoptimoinnin* (Multi-Objective Optimization) menetelmät. Nämä kuitenkin eroavat edellä mainituista menetelmistä siinä mielessä, että näissä pyritään löytämään kohdefunktiolle paras mahdollinen arvo sillä ehdolla, että kriteerien arvot pysyvät annettujen rajoitteiden sisällä. Näin vaihtoehtojoukko on usein myös jatkuva, kun taas edellä mainituissa menetelmissä vaihtoehtojoukko on yleensä rajattu tiettyihin yksittäisiin vaihtoehtoihin. Sukua optimointimenetelmille ovat *monitavoitteisen portfoliooptimoinnin* (Multicriteria Portfolio Optimization) menetelmät, joissa vaihtoehtojoukosta pyritään valitsemaan useiden tavoitteiden suhteen tehokas yhdistelmä vaihtoehtoja.

2.6

Tietokonetuki

Käytännössä kaikkien päätösanalyttisten menetelmien soveltamiseen tarvitaan tietokonetukea. Yksinkertaisimmillaan voidaan hyödyntää esimerkiksi taulukkolaskentaohjelmistoja, mutta menetelmiä tukemaan on kehitetty useita eri päätöstukiohjelmistoja. Arvopuuanalyysiä tukevia ohjelmistoja ovat muun muassa Hiview, V-I-S-A, Criterium Decision Plus, Decision Lab, Logical Decisions ja Web-HIPRE (ja sen edeltäjä HIPRE 3+), joista kaksi jälkimmäistä tukevat myös AHP:tä. Lisäksi pelkkää AHP:tä tukevia ohjelmistoja ovat muun muassa Expert Choice ja RightChoiceDSS. Ohjelmistoja ja näiden tarjoamia ominaisuuksia ovat vertailleet muun muassa Turban ym. (2004), French ja Xu (2005), Weistoffer ym. (2005) ja Maxwell (2006).

Tulosten laskentaan liittyvän tuen lisäksi ohjelmistot tarjoavat yleensä graafisen käyttöliittymän menetelmän ja tulosten visualisoimiseen. Tässä julkaisussa olevat ohjelmistokuvat on otettu TKK:n Systeemianalyysin laboratoriossa kehitetystä Web-HIPRE:stä (Hämäläinen ja Mustajoki 1998; Mustajoki ja Hämäläinen 2000), joka on Java-pohjainen Internetissä toimiva sovellus. Sitä voi käyttää ilmaiseksi ei-kauppalliseen kokeilukäyttöön osoitteessa www.hipre.hut.fi. Ohjelma voidaan myös asentaa paikallisesti tietokoneeseen ja käyttää ilman Internet-yhteyttä. SYKEen on hankittu paikallinen lisenssi, joka sallii ohjelman soveltamisen vesivarojen käytön ja hoidon tehtävissä.

Jotkut ohjelmistot tarjoavat tukea myös ryhmätyöskentelyyn. Esimerkiksi Web-HIPRE:ssä eri päätöksentekijöiden malleja voidaan tutkia Internetin välityksellä ja yksittäiset mallit voidaan myös yhdistää ryhmämalliksi. V-I-S-A:n ryhmäversiossa

yksittäisten päätöksentekijöiden kriteereille antamien painojen jakaumat voidaan näyttää visuaalisesti samassa mallissa paikallisverkon kautta. HIPRE 3+:n Group Link -laajennus tukee intervallien käyttöä sisällyttämään päätöksentekijöiden mieltymykset malliin.

2.7

Päätösanalyysin tutkimus Suomessa

Päätösanalyysin tieteellinen tutkimus voidaan pääpiirteittäin jakaa kahteen osa-alueeseen eli teoreettiseen menetelmäkehitykseen ja menetelmien käytännön soveltamisen tutkimukseen. Usein näitä ei kuitenkaan voida erottaa toisistaan, sillä kehitettyjen menetelmien ja teorioiden soveltuvuuden ja käytettävyyden arviointiin tarvitaan aina käytännön kokeita. Usein suurimpana tutkimuskysymyksenä onkin, miten kehitetyt mallit ja käytäntö kohtaavat toisensa. Viime vuosikymmeninä tietokoneiden laskentatehon kehitys on myös tuonut uusia mahdollisuuksia kehittää esimerkiksi lineaarista ohjelmointia vaativia menetelmiä, joiden käyttö ilman tietokonetukea on ollut mahdotonta. Täten myös tietokonetuen kehityksestä on tullut olennainen osa menetelmäkehitystä.

Suomessa päätösanalyysin tutkimusta harjoittavia yksiköitä ovat muun muassa TKK:n Systeemianalyysin laboratorio (SAL) sekä Helsingin kauppakorkeakoulun Liikkeenjohdon systeemien ja Taloustieteiden kvantitatiivisten menetelmien yksiköiden MCDA-tutkimusryhmä. Kaikki nämä yksiköt ovat myös osallisina Systeemianalyysin, päätöksenteon ja riskienhallinnan tutkijakoulussa, jonka tavoitteena on syventää ja kehittää alan tutkijankoulutusta ja tutkimusta Suomessa. Lisäksi monissa tutkimusyksiköissä päätösanalyysiä tutkitaan ja sovelletaan osana yksikön varsinaista tutkimusaluetta, esimerkiksi metsänhoidon suunnittelun tai mittaustekniikan tukena. Ympäristöpäätöksentekoon liittyvää päätösanalyysimenetelmien kehittämistä ja soveltamista on Suomessa SYKE:n ohella tapahtunut muun muassa Metsäntutkimuslaitoksella ja Tielaitoksella/hallinnossa (Hokkanen ja Kautto 1996; Pykäläinen 1997; Pykäläinen ym. 1999; Alho ym. 2001; Kangas ym. 2001, 2006; Leskinen ym. 2006). Näiden kahden yksikön tutkimusalueita kuvataan tarkemmin luvussa 6.

Edellä mainituista yksiköistä SAL on ollut mukana useissa SYKE:n kanssa yhteistyössä järjestetyissä käytännön projekteissa. Laboratorion rooli on ollut tarjota asiantuntemusta päätösanalyysin soveltamiseen, mutta toisaalta projektit ovat tar-

jonneet hyvän alustan soveltaa ja kokeilla laboratoriossa kehitettyjä menetelmiä käytännössä oikeilla päätöksentekijöillä ja todellisten ongelman parissa. Laboratorion ympäristöpäätöksentekoon liittyvät julkaisut on koottu verkkoon laboratorion ympäristötutkimussivuston alle (www.environment.salhut.fi).

SAL:n perinteet päätösanalyysin tutkimuksessa ulottuvat 1980-luvulle, jolloin se oli muun muassa mukana soveltamassa päätösanalyttisiä menetelmiä viidennen ydinvoimalan lupaan liittyneen energiapoliittisen keskustelun tukena (Hämäläinen 1988, 1990). Seuraavalla vuosikymmenellä tutkimuksen uusiksi painopistealueiksi tulivat intervallimenetelmien kehittäminen (Salo ja Hämäläinen 1992, 1995, 2001; Mustajoki ym. 2005; Salo ja Punkka 2005) ja päätöksentekoon liittyvien harhojen tutkiminen (Pöyhönen ja Hämäläinen 1998, 2001; Pöyhönen ym. 2001). Tietokonetuen kehitys ja soveltaminen käytäntöön on myös pitkään ollut olennainen osa laboratorion tutkimusta. Laboratoriossa onkin kehitetty useita päätöksenteon tukiohjelmistoja, jotka on koottu yhteen Decisionarium-sivuston alle (Hämäläinen 2003; www.decisionarium.tkk.fi). Laboratoriossa on myös tuotettu verkko-oppimateriaalia eri menetel-

mien ja ohjelmistojen käytön opettamiseen (www.mcda.hut.fi). Materiaaliin kuuluu muun muassa opetusvideoita Web-HIPRE -ohjelman käytöstä.

Aivan viime vuosina SAL:n vahvaksi päätösanalyysin tutkimusalueeksi on noussut portfoliooptimointi, ja laboratoriossa kehitettyä *robustia portfolio-mallinnusta* (Robust Portfolio Modelling – RPM) (Liesiö ym. 2007a, 2007b) on sovellettu muun muassa tienhoidon suunnittelussa (Mild 2006). Toinen uusi tällä vuosikymmenellä alkanut tutkimusalue on *systeemiäly* (Systems Intelligence – SI) (Hämäläinen ja Saarinen 2004, 2006), jolla tarkoitetaan älykästä toimintaa, joka tarkoituksenmukaisesti ja luovasti hahmottaa vuorovaikutuksellisia takaisinkytkentöjä sisältäviä kokonaisuuksia. Tavoitteena on auttaa ihmisiä avaamaan omaa ajatteluaan ja löytämään uusia näkökulmia oman arkisen toimintansa rikastuttamiseen. Päätöksenteon tukiprosessi on vuorovaikutteista ja aina luonteeltaan systeemistä. Päätösanalyytikko ja sidosryhmien edustajat muodostavat systeemin, jossa hyvä analyytikko osaa toimia älykkäästi synnyttäen luottamuksen ja positiivisen ongelmanratkaisuprosessin. Myös erilaisia dialogimenetelmiä on laboratoriossa tutkittu paljon ja sovellettu käytäntöön (Slotte ja Hämäläinen 2003; Slotte 2006).

3 Arvopuuanalyysi

Kuten edellä mainittiin, arvopuuanalyysi on menetelmä, jonka avulla erilaisten päätösvaihtoehtojen hyvyttä arvioidaan hierarkkisessa jäsentelykehikossa. Arvopuuanalyysi muodostaa luvussa 5 kuvatuissa vesienhoidon suunnitteluun liittyvissä esimerkkitapauksissa käytetyn päätösanalyttisen lähestymistavan menetelmällisen perustan.

Pääpiirteittäin arvopuuanalyysiprosessi seuraa kohdassa 2.3 esitettyjä yleisiä päätösanalyysiprosessin päävaiheita. Arvopuuanalyysissä nämä vaiheet voidaan eritellä pienempiin osiin työhön sisältyvien tehtävien perusteella:

1. Ongelman jäsentely

- Tavoitteiden/kriteerien määrittäminen
- Tavoitteiden/kriteerien jäsentäminen arvopuuksi
- Mittareiden määrittäminen kriteereille
- Vaihtoehtojen muodostaminen

2. Preferenssimallin muodostaminen

- Vaihtoehtojen hyvyden arviointi kriteerien suhteen
- Arvofunktioiden määrittäminen
- Kriteerien tärkeyden arviointi

3. Tulosten arviointi

- Lopputuloksen analysointi
- Herkkyysanalyysi.

3.1

Ongelman jäsentely

Arvopuuanalyysin ensimmäisessä vaiheessa tunnistetaan päätöstilanteeseen tai ongelmaan liittyvät päätöksentekijät, tavoitteet, vaihtoehdot ja muut olennaiset tekijät ja kuvataan niiden keskinäiset yhteydet. Tämä jäsentelyvaihe on työn keskeisin ja haastavin sekä myös hyvin aikaa vievä vaihe. Hyvään lopputulokseen pääseminen edellyttää monien erilaisten näkökulmien huomioon

ottamista, luovuutta ja johdonmukaisuutta, sillä prosessin alussa ei aina edes ole selkeää käsitystä siitä, mikä ylipäänsä on ongelma tai missä laajuudessa sitä pitäisi ryhtyä tarkastelemaan. Tehtävillä toimenpiteillä saattaa olla hyvinkin erilaisia ulottuvuuksia ja kauaskantoisia vaikutuksia (taulukko 4) ja alunperin asetettu ongelma voikin olla vain osa suurempaa kokonaisuutta. Jäsentelyvaiheelle kannattaa uhrata riittävästi aikaa, sillä työn myöhemmät vaiheet perustuvat tässä vaiheessa määriteltäviin käsitteisiin ja niiden sisältöön.

Taulukko 4. Vaikutusten erilaisia ulottuvuuksia.

- **Laatu:** taloudellinen vaikutus, ympäristövaikutus, sosiaalinen vaikutus
- **Mittakaava:** paikallinen, alueellinen, valtakunnallinen, maailmanlaajuinen
- **Kesto:** palautuva, palautumaton, lyhytaikainen, pitkäaikainen
- **Kohdentuminen:** valtio, kunta, yritys, kansalainen

Käytännössä jäsentelytyö voidaan suorittaa erilaisissa päätösanalyttikon johtamissa sidos- ja ohjausryhmätyöpajoissa ja keskustelutilaisuuksissa. Näissä voidaan käyttää hyödyksi myös yksittäisten asianosaisten haastatteluissa saatuja tarkempia tietoja ongelman luonteesta ja ydinkysymyksistä. Jo ennen jäsentelytilaisuuksia on myös hyvä kartoittaa yleistä mielipidettä esimerkiksi postikyselyin, joiden tuloksia voidaan käydä läpi ohjausryhmässä. Ennen ohjausryhmän tapaamisia, ja myös näiden välillä, on tarpeen kerätä asiaan kuuluvaa tietoa ja analysoida ongelmaa asiantuntijoiden kanssa, jotta ohjausryhmätilaisuuksissa olisi tarjolla mahdollisimman paljon taustatietoa esimerkiksi erilaisten toimenpiteiden vaikutuksista. Myös suurta yleisöä on hyvä tiedottaa prosessin etenemisestä, jotta prosessi olisi avoin ja suuren yleisön luottamus työtä kohtaan säilyisi.

Arvoperustainen jäsentely

Ongelman jäsentely voidaan suorittaa esimerkiksi noudattamalla *arvoperustaista jäsentelyä* (Value-Focused Thinking) (Keeney 1992). Tämä on järjestelmällinen menetelmä suunnitteluongelman jäsentelyyn ja eri sidosryhmien tavoitteiden tunnistamiseen. Lähestymistavan lähtökohtana ovat ihmisten arvot ja olennainen kysymys on, kuinka niitä pitäisi käsitellä, jotta päätöksenteon laatu paranisi. Analysoimalla vaikeissa suunnittelutilanteissa jo varhaisessa vaiheessa päätöksentekijöiden arvoja perusteellisesti on mahdollista päätyä parempaan lopputulokseen ja jopa houkuttelevampiin ongelmanasetteluihin kuin perinteisellä suunnittelulla. Siksi ympäristöä koskevien päätöksentekoprosessien ensimmäisen vaiheen tulisi olla eri osapuolten arvojen huolellinen tarkastelu ja jäsentely. Suunnitteluun tulisi myös saada sisällytettyä kansalaisten arvojen moninaisuus ja erilaiset näkökulmat. Lähestymistavasta voidaan käyttää myös nimitystä *arvokeskeinen ajattelu*, mutta tässä julkaisussa pitäydymme termissä arvoperustainen jäsentely korostamaan sitä, että jo ongelman jäsentelyvaiheessa lähdetään liikkeelle päätöksentekijöiden arvoista. Kuvaan 2 on koottu arvoperustaisen jäsentelyn hyötyjä.

Arvoperustainen jäsentely tarjoaa vastakohtan ja vaihtoehdon ihmiselle luonteenomaiselle keinotai vaihtoehdokkeskeiselle ajattelulle. Keinokeskeisessä ajattelussa suunnittelu lähtee liikkeelle joistakin ennalta määritetyistä ratkaisuvaihtoehdoista.

Tällöin katsantokanta jää helposti kapeaksi, mikä vaikeuttaa uusien ratkaisujen löytämistä. Tämä voi myös kärjistää vastakkainasettelua ja johtaa ristiitilanteen lukkiintumiseen.

Tavoitteita tunnistettaessa voidaan hyödyntää muun muassa havaittuja ongelmia, yleisiä tavoitteita, esillä olevia vaihtoehtoja sekä eri näkökulmia ongelmaan. Esimerkiksi seuraavat kysymykset ovat käyttökelpoisia: Mitkä olisivat tavoitteesi, jos min-käänlaisia rajoitteita ei tarvitsisi ottaa huomioon? Mitä pitäisi muuttaa nykytilanteeseen nähden, ja miksi? Mikä tekee jostain vaihtoehdosta toista paremman? Mitkä vaihtoehdot olisivat kullekin osapuolelle kelvottomia tai kelvollisia ja miksi? Tavoitteista keskustelu ja niiden järjestelmällinen jäsentäminen ohjaavat huomiota keinoista siihen, mitä ihmiset pitävät tärkeänä ja tavoittelemisen arvoisena. Tavoitteiden kirjaaminen yhdessä eri osapuolten kanssa edesauttaa hyvän suunnitteluilmapiirin syntyä, koska osallistujat kokevat, että heidän mielipiteensä on tärkeä ja sitä arvostetaan.

Arvoperustaisessa jäsentelyssä lähdetään siis liikkeelle eri tahojen edustajien tavoitteista ja arvoista. Tavoitteet tunnistetaan ja jäsennetään ja vasta sen jälkeen ryhdytään pohtimaan keinoja asetettujen tavoitteiden saavuttamiseksi. Tavoitteet jäsennetään perimmäisiin tavoitteisiin sekä keinotavoitteisiin (Keeney 1992). Perimmäiset tavoitteet määrittävät keskeiset syyt sille, että henkilö on kiinnostunut päätöksen kohteena olevasta asiasta. Ne ovat usein itseisarvoja, toisin sanoen niiden kohdalla on vaikea vastata kysymykseen, miksi? Keinotavoitteet puolestaan ovat tavoitteita, joilla pyritään perimmäisiin tavoitteisiin. Ne ku-



Kuva 2. Arvoperustaisen jäsentelyn hyötyjä (Keeney 1992).

vaavat, missä määrin perimmäinen tavoite voidaan päätöksentekoympäristössä saavuttaa. Ympäristön pilaantumista koskevassa päätöksenteossa keinotavoitteena voi olla esimerkiksi jonkun luonnonravinnosta ihmisten saaman haitallisen aineen määrän vähentäminen, jolla puolestaan pyritään ihmisten terveyden turvaamisen perimmäiseen tavoitteeseen.

Perimmäiset ja keinotavoitteet on tärkeää tunnistaa ja erottaa toisistaan. Kun tämä on tehty, ongelma on jo hyvin pitkälle tunnistettu ja jäsennely. Keinotavoitteita voidaan käyttää hyödyksi ongelman mallintamisessa, mutta täytyy muistaa, että perimmäiset tavoitteet ovat niitä tavoitteita, joiden tulee ohjata päätöksentekoa ja eri vaihtoehtojen vertailua (Keeney 1992). Perimmäisten ja keinotavoitteiden erottaminen toisistaan on vaikeaa ja usein on tulkinnanvaraista, kumpi näistä jokin yksittäinen tavoite on. Olennaista on kuitenkin se, että eri osapuolten näkemykset saadaan järjestelmällisesti koottua.

Perimmäisten ja keinotavoitteiden lisäksi, tai niiden joukosta, voidaan tunnistaa myös prosessitavoitteita (Keeney 2004a). Prosessitavoitteet koskevat sitä, miten päätös tehdään, eikä niinkään sitä, mikä päätös tehdään. Ympäristöpäätöksenteossa tällaisia tavoitteita voivat olla esimerkiksi ajantasaisen tiedon käyttäminen ja paikallisten asukkaiden osallistaminen päätöksentekoon. Organisaatiotavoitteet tarkoittavat sellaisia tavoitteita, joita päätöksentekijän edustama organisaatio asettaa ratkaisulle esimerkiksi strategian, politiikan tai vakiintuneen käytännön muodossa. Tällainen tavoite voi olla esimerkiksi yhtiön imagon parantaminen, tai päätöksentekijän edustaessa valtiota, ratkaisun yleisen hyväksynnän varmistaminen.

3.1.2

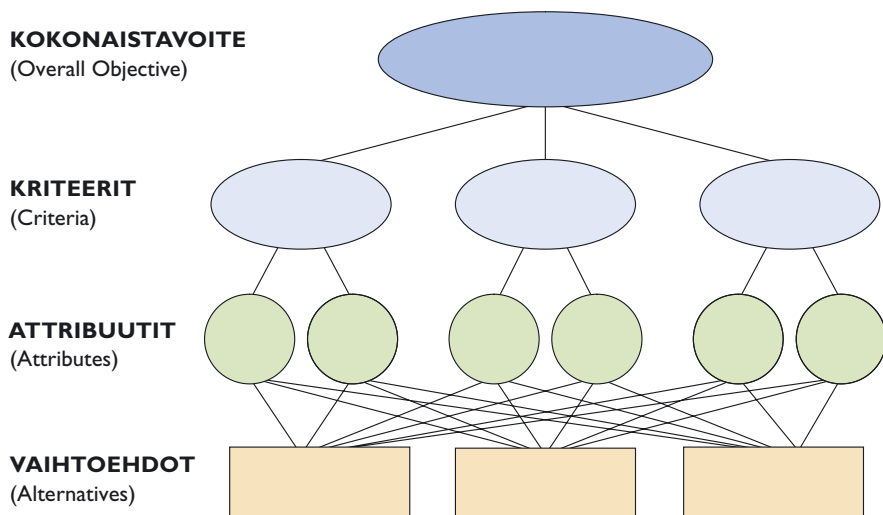
Tavoitteiden ja vaihtoehtojen määrittäminen

Monitavoitteisessa päätösanalyysissä eri vaihtoehtoja tarkastellaan siis suhteessa päättäjien itse määrittämiin tavoitteisiin. Tarkastelu tehdään käyttäen kriteerejä, jotka kuvaavat, miten hyvin tavoitteisiin on päästy. Jäsentelyn kuluessa laaditaan arvopuu, jossa tavoitteet jäsennetään hierarkiaksi (kuva 3). Arvopuu muodostuu:

1. Kokonaistavoitteesta, johon yleisesti ottaen pyritään
2. Kriteereistä eli tavoitteista, joiden avulla pyritään kokonaistavoitteen saavuttamiseen
3. Attribuuteista, joiden suhteen vaihtoehtoja vertaillaan
4. Vaihtoehtoista, jotka ovat arvioinnin kohteena.

Hierarkian ylimmällä tasolla on yleisin eli kokonaistavoite (*overall objective*) ja alimmalla tasolla ovat vaihtoehdot (*alternative*). Kokonaistavoite haarautuu vaihtoehdon valinnan kriteereihin (*criterion*), jotka voidaan edelleen jakaa ala- tai osakriteereihin (*subcriterion*). Alimman tason osakriteereitä, joiden suhteen vaihtoehdot mitataan tai arvioidaan, kutsutaan attribuuteiksi (*attribute*).

Arvopuun käsitteistä käytetään kirjallisuudessa eri termejä. Esimerkiksi kokonaistavoitteesta voidaan käyttää myös nimitystä perimmäisin tavoite tai päämäärä (*goal* tai *overall goal*). Kriteereitä puolestaan voidaan kutsua nimikkeellä tavoite (*objective*), ja vaihtoehtoja strategioiksi (*strategy*). Erilaisten terminologioiden käyttö ei kuitenkaan yleensä aiheuta ongelmia, sillä useimmiten termien merkitys selviää asiayhteydestä.



Kuva 3. Kaava-
mainen esimerkki
arvopuusta.

On muistettava, että suunnittelutilanteen kuvaamiseen ei ole olemassa vain yhtä oikeaa arvopuuta, vaan erilaisten mahdollisten arvopuutratkaisujen määrä voi olla suurikin. Harjoittelu ja kokemus auttavat toimivien ratkaisujen löytämisessä. Jos halutaan selvittää, kuinka eri sidosryhmien edustajat hahmottavat ongelman, voi olla tarkoituksenmukaista jäsenellä ongelma erikseen kunkin haastateltavan kanssa. Mikäli tavoitteena on puolestaan tukea yhteisesti hyväksyttävän ratkaisun löytymistä, on perusteltua pyrkiä yhteiseen arvopuuhun, joka mahdollistaa hyvin erilaisten näkemysten kuvaamisen. Tämä tukee yhteisen käsityksen ja kokonaiskuvan muodostumista. Yhteistä jäsentelyä käytettäessä on kuitenkin tärkeää, että kaikki asianosaiset ovat osallistuneet ongelman jäsentelyyn ja arvopuun muodostamiseen.

Kriteerit

Kriteerit kuvaavat sitä, miten hyvin kokonaistavoitteeseen päästään. Ylimmän tason kriteerit ovat hyvin yleisiä ja osakriteereitä voidaan käyttää tarkentamaan näitä. Esimerkiksi vesistön säännöstelyvaihtoehtojen vertailussa tavoitteen ”parhaan säännöstelykäytännön tunnistaminen” alla ylimmän tason kriteereinä saattaisivat olla taloudelliset, ympäristölliset ja sosiaaliset tekijät. Nämä puolestaan voidaan jakaa osakriteereihin, esimerkiksi ympäristölliset tekijät voidaan jakaa kasvilisuuteen, kalakantaan ja linnustoon kohdistuviin vaikutuksiin.

Taulukkoon 5 on koottu asioita, jotka pitäisi ottaa huomioon kriteerien valinnassa, jotta mallista tulisi toimiva (Keeney ja Gregory 2005). Tosin kaikkia näitä tavoitteita ei ole aina mahdollista saavuttaa.

Taulukko 5. Kriteerien valinnassa huomioon otettavia asioita.

- **Asiaankuuluvuus.** Kriteerit ovat relevantteja mitattavan arvon suhteen.
- **Ymmärrettävyys.** Kaikki ymmärtävät kriteerin ja käsittävät sen samalla tavoin.
- **Mitattavuus.** Vaihtoehtojen hyvyys tarkasteltavan kriteerin suhteen on mahdollista määrittää.
- **Toiston välttäminen.** Samaa asiaa ei mitata usealla kriteerillä.
- **Riippumattomuus.** Vaihtoehtojen saamat arvot jonkin kriteerin suhteen eivät saisi riippua toisen kriteerin toteutumisesta. Käytännössä kriteerien täydellistä riippumattomuutta toisistaan on vaikea saavuttaa.
- **Täydellisyys.** Tarkastelussa on mukana kaikki asiaan vaikuttavat seikat.
- **Operationaalisuus.** Suunnittelua varten tarvittava tieto on kohtuullisin ponnistuksin hankittavissa.
- **Yksinkertaisuus.** Tarkasteluun sisällytetään vain niin paljon tekijöitä kuin on tarpeen ongelman kuvaamisen kannalta.
- **Symmetrisyys.** Erilaisten kriteerien painottamiseen liittyvien harhojen välttämiseksi on syytä välttää arvopuita, joissa eri hierarkiahaaroissa on hyvin erilukuinen määrä kriteereitä.

Kriteerien valinnassa kannattaa käyttää tervettä järkeä, jotta mallista tulisi toimiva, ja jotta kaikki oleelliset tekijät tulisivat otettua huomioon. Prosessi voi tapahtua esimerkiksi siten, että ensiksi arvoperustaisen jäsentelyn avulla laaditaan kaavio suunnittelutilanteesta huomioon otettavista tavoitteista. Tästä kaaviosta muokataan arvopuu noudattaen taulukon 5 ohjeistusta (Belton ja Stewart 2002).

Mitään yleisohjetta kriteerien määrälle arvopuussa ei ole, mutta liian suuri malli on usein työläs ja monimutkainen käsitellä ja liian suppea malli ei välttämättä tuo suunnittelutilanteen eri näkökulmia esille. Joka tapauksessa kaikki tärkeät kriteerit on syytä sisällyttää malliin, vaikka jonkin kriteerin suhteen vaihtoehdot eivät eroaisikaan toisistaan. Näin voidaan asianosaisille näyttää, että kriteeri on otettu huomioon mallinnuksessa, vaikka analyysin tuloksiin sen mukanaolo ei vaikuttaisikaan.

Kriteerien valinnassa on syytä myös ottaa huomioon, että kaikkien kriteerien kohdalla näihin liittyvien tietojen hankkiminen ei välttämättä ole kovinkaan helppoa. Tällöin on tarpeen punnita ovatko lisätiedon hankinnasta mahdollisesti saatavat hyödyt niin suuria, että ne kattavat hankinnasta aiheutuvat kustannukset. Monissa tilanteissa tiedon hankinta itsessään on jo sen verran kallista, että analyysi kannattaa tehdä sen tiedon pohjalta, mitä on saatavissa.

Attribuutit

Attribuuttien valinnassa kannattaa pyrkiä siihen, että vaihtoehtojen hyvyys niiden suhteen on helposti mitattavissa. Attribuutit voidaan jakaa kolmeen eri tyyppiin: *luonnolliset (natural)*, *epäsuorat (proxy)* ja *rakennetut (constructed)* attribuutit (Keeney 1992; Keeney ja Gregory 2005). Luonnolliset attribuutit ovat sellaisia, joille on olemassa luonnollinen tulkinta ja joita voidaan mitata konkreettisesti. Luonnollinen attribuutti esimerkiksi kustannusten mittaamiseen on raha. Attribuuttien valinnassa kannattaa suosia luonnollisia attribuutteja, sillä ne ovat yleensä havainnollisia ja helposti ymmärrettäviä.

Aina ei kuitenkaan ole mahdollista käyttää luonnollisia attribuutteja, jolloin voidaan käyttää epäsuoria attribuutteja. Ne eivät suoranaisesti ole tavoiteltavia asioita, mutta ne kuvaavat epäsuorasti jonkin tavoitteen saavuttamista. Esimerkiksi, ympäristön tila on kriteeri, jota on hyvin vaikea mitata. Joissain tapauksessa voi kuitenkin olla olemassa esimerkiksi joitakin kasvilajeja, jotka reagoivat nopeasti muutoksiin ympäristön tilassa. Tällöin näiden esiintyvyyttä voidaan käyttää epäsuorasti kuvaamaan ympäristön tilaa, vaikka

niiden määrä itsessään ei varsinaisesti olisikaan tavoiteltava attribuutti. Toinen esimerkki epäsuorasta attribuutista on vedenkorkeus hauen kutuaikana. Se ei suoraan kuvaa hauen lisääntymisen määrää, vaan erästä keskeistä lisääntymisen onnistumiseen vaikuttavaa tekijää, johon vesistösäätönsäällä voidaan vaikuttaa.

Joidenkin tavoitteiden mittaamiseen ei ole olemassa luonnollista tai epäsuoraakaan attribuuttia, jolloin attribuutti on rakennettava itse tai käytettävä jotain valmista asteikkoa. Esimerkiksi yleinen mielipide on kriteeri, jota on hyvin vaikea suoraan mitata, mutta tämän arvioinnissa voidaan käyttää esimerkiksi sanallista asteikkoa.

Vaihtoehdot

Tilanteesta riippuen on mahdollista, että vaihtoehtojen joukko on määritelty hyvin jo ongelman asettelussa tai että ennalta määriteltyä luonnollista vaihtoehtojoukkoa ei ole. Tällöin vaihtoehdot on muodostettava prosessin aikana. Esimerkiksi ympäristöongelmissa saattaa olla tarjolla monia erityyppisiä toimenpiteitä, joilla ympäristön tilaa voidaan parantaa ja varsinaiset vaihtoehdot voivat olla yhdistelmiä näistä. Vaihtoehtojen muodostamisessa voidaan hyödyntää aikaisemmin määriteltyjä tavoitteita pohtimalla, millä keinoilla olisi mahdollista saavuttaa jokin yksittäinen tai samanaikaisesti useampi tavoite (Keeney 2004b).

Vaihtoehtojen avulla opitaan ymmärtämään suunnittelutilannetta, esimerkiksi sitä, kuinka suuria eroja tavoitteiden saavuttamisessa eri vaihtoehtojen välillä on. Siksi on tärkeää tarkastella riittävän erilaisia vaihtoehtoja. Vaihtoehtojen ei tarvitse tässä vaiheessa olla vielä lopullisia, vaan arvopuuanalyysin tulosta voidaan hyödyntää, kun etsitään sellaista ratkaisua, joka mahdollisimman hyvin ottaisi huomioon eri osapuolten näkemykset. Vaihtoehtojen määrittämisessä on kuitenkin hyvä muistaa, että niillä tarkoitetaan aina jotakin päätöksentekotilanteeseen sidonnaista tekijää, joka voi vaihdella tilanteesta ja tulkitsijasta riippuen. Siksi vaihtoehdot ja kriteerit on määriteltävä tarkasti, mikä onkin tärkeä osa prosessia etenkin tilanteissa, joissa päätös koskettaa useita sidosryhmiä.

3.2

Preferenssimallin muodostaminen

Arvopuuanalyysin keskeinen osa on preferenssi- eli tavoitemalli, jonka avulla jäsentelyvaiheessa luodut vaihtoehdot asetetaan kunkin arvioijan mieltymysten mukaiseen paremmuusjärjestykseen. Kuten edellä jo mainittiin, mallin luomisessa

ja päätöksentekijän mieltymysten mallintamisessa käytetään yleensä hyödyksi jotain tietokonepohjaista päätöstukiohjelmistoa.

3.2.1

Additiivinen preferenssimalli

Additiivinen malli on yksinkertaisimpia tapoja mallintaa monitavoitteinen päätösongelma. Siinä kriteereille annetaan painot kuvaamaan niiden tärkeyttä ja vaihtoehdoille pistemäärät kunkin eri attribuutin suhteen kuvaamaan niiden attribuutikohtaista hyvyttä. Vaihtoehtojen paremmuutta kuvaavat kokonaisarvot saadaan kertomalla kunkin vaihtoehdon saamat attribuutikohtaiset pistemäärät attribuuteille annetuilla painoarvoilla ja laskemalla tulot yhteen. Tästä tulee nimitys additiivinen malli.

Vaihtoehdoille annetaan pistemäärät yleensä asteikolla 0–1. Pistemäärät voidaan antaa suoraan tai ne voidaan johtaa attribuuttien mitta-arvoista arvofunktioiden avulla (kuvattu tarkemmin kohdassa 3.2.2). Kriteerien painotuksessa arvopuun jokaisen haaran osakriteerit painotetaan sen mukaan kuinka tärkeitä ne ovat suhteessa toisiinsa. Tällöin osakriteerit saavat lokaalit painoarvot, jotka normeerataan siten, että jokaisen kriteerin alla olevien osakriteerien lokaalien painojen summaksi tulee 1. Attribuuttien globaali painoarvo eli kokonaispainoarvo saadaan kertomalla tämän attribuutin ja suoraan sen yläpuolella olevien ylempien tasojen kriteerien lokaalit painoarvot keskenään. Kokonaispainot kuvaavat siis attribuuttien suhteellista tärkeyttä koko ongelman kannalta ja normeeraus- sessa myös attribuuttien kokonaispainojen summaksi tulee 1. Painotusprosessiin on olemassa eri menetelmiä, joita käsitellään kohdassa 3.2.3.

Additiivisessa mallissa vaihtoehdon x hyvyttä kuvaava kokonaisarvo $v(x)$ saadaan kaavasta:

$$v(x) = \sum_{i=1}^n w_i v_i(x_i), \quad (1)$$

missä n on attribuuttien määrä, $w_i \in [0, 1]$ attribuutin i saama kokonaispainoarvo, x_i vaihtoehdon x seuraus attribuutin i suhteen ja $v_i(x_i)$ sen saama pistemäärä asteikolla 0–1 (Keeney ja Raiffa 1976). Kuten edellä mainittiin, painojen w_i summa normeerataan yhdeksi.

Additiivisessa mallissa oletetaan, että kriteerit ovat preferenssirippumattomia, eli vaihtoehdon saama pistemäärä jonkin kriteerin suhteen ei saa vaikuttaa siihen, minkä pistemäärän kyseinen vaihtoehto saa jonkin toisen kriteerin suhteen (Keeney ja Raiffa 1976). Tämän vuoksi arvopuu

tulisi muodostaa siten, että preferenssi-riippuvaisia kriteereitä ei siinä ole. On myös olemassa monimutkaisempia malleja, esimerkiksi multiplikatiivinen tai multilineaarinen malli, joissa kriteerien väliset vuorovaikutukset voidaan ottaa huomioon painottamalla useampien kriteerien välisiä yhteisvaikutuksia. Näiden käyttö on kuitenkin huomattavasti monimutkaisempaa ja työläämpää, ja pitkälti tämän vuoksi myös vähäisempää kuin additiivisten mallien.

Ryhmäpäättötilanteessa voidaan preferenssimalli painottaa ja arvottaa kollektiivisesti ryhmänä tai vaihtoehtoisesti kukin osallistuja tai viiteryhmän edustaja voi erikseen suorittaa tämän prosessin. Näistä jälkimmäinen tapa on työläämpi, mutta usein myös suositeltavampi, sillä tällöin yksittäisten osallistujien mielipiteet saadaan esille. Käyttämällä samaa arvopuuta eri osallistujien preferenssimalleissa, voidaan näiden arvostuksia tarkastella ja vertailla samassa viitekehityksessä. Näitä voidaan käyttää myös pohjana jatkokeskusteluille.

Preferenssimallin kriteerien painojen ja attribuuttiarvojen määrittämiseen on useita vaihtoehtoisia toimintatapoja:

1. Vaihtoehtojen mittausravot on annettu etukäteen perustuen vaikutusselvityksiin, joiden tuloksista on keskusteltu eri osapuolten kanssa esimerkiksi ohjausryhmän kokouksissa. Vaihtoehtojen attribuuttikohtaiset pistemäärät on annettu suoraan tai ne saadaan mittausravojista soveltamalla lineaarisia arvofunktioita. Haastatteluissa edetään alhaalta ylöspäin eli ensin arvioidaan alimman ja lopuksi ylimmän tason kriteerien tärkeyttä.
2. Vaihtoehtojen arviointi tapahtuu haastatteluissa niin, että ensin määritetään arvofunktioiden muoto. Tämän jälkeen edetään kohdan 1. mukaan.
3. Kirjallisuudessa on myös esimerkkejä, joissa ensiksi annetaan ylätason painot ja vasta lopuksi määritellään vaihtoehtojen attribuuttikohtaiset arvot. Tämä ei ole kuitenkaan suositeltavaa, sillä vaarana on, että tällöin painoarvot kuvaavat tarkastelijan yleisiä arvostuksia eivätkä vaihtoehtojen välillä olevia vaikutuseroja.

Hyviä kokemuksia preferenssimallin painotuksesta on saatu henkilökohtaisista ja vuorovai-
kutteisista päätösanalyysihaastatteluista, joissa haastattelija toimii myös analyytikkona ja tietokone-
mallin soveltajana. Tällöin haastattelija voi myös helposti tarttua mahdollisiin väärintulkintoihin esimerkiksi painojen tulkinnan suhteen. Arvioijan

täysin itsenäistä työskentelyä ei suositella, mikäli tällä ei ole riittävää kokemusta arvopuuanalyysin soveltamisesta.

3.2.2

Vaihtoehtojen attribuuttikohtaisten arvojen määrittäminen

Kuten edellä mainittiin, vaihtoehtojen pistemäärät eri attribuuttien suhteen voidaan antaa joko suoraan tai käyttämällä niin sanottuja arvofunktioita kuvaamaan vaihtoehtojen mittausravot 0–1 -pisteasteikolle. Samassa preferenssimallissa voidaan eri attribuuttien kohdalla käyttää eri menetelmiä. Joillain attribuuteilla on valmis mitta-asteikko ja mittaustietoa vaihtoehtoista, joten näiden kohdalla on luonnollista käyttää arvofunktiota. Mikäli attribuutin arviointiin ei ole luonnollista mittaria, voidaan pistemäärät antaa suoraan 0–1 välillä esimerkiksi asiantuntija-arvioina. Vaihtoehtot voidaan arvioida myös sanallisesti ja arvofunktion avulla muuntaa nämä arvot pistemääräasteikolle.

Arvofunktioita käytettäessä vaihtoehtojen edullisuutta arvioidaan ensin kunkin attribuutin suhteen antamalla niiden edullisuutta kuvaavat mittausravot (kuva 4). Esimerkiksi rahallisten kustannusten kohdalla nämä mittausravot ovat suoraan euromääräisiä arvoja. Mittausravot voivat perustua tutkimustietoon tai asiantuntija-arvioon. Tässä vaiheessa määritellään myös mittausravojen vaihteluväli kunkin attribuutin suhteen. Vaihteluväliksi otetaan usein pienimmän ja suurimman mittausravon väli, mutta myös muita vaihteluvälejä voidaan käyttää. Esimerkiksi, jos on odotettavissa, että malliin lisätään myöhemmin uusia vaihtoehtoja, joiden arvot menevät nykyisen vaihtoehtojoukon arvovaihteluvälin ulkopuolelle, voidaan vaihteluväliä laajentaa vastaavasti. Joissain tapauksissa nolla on luonnollinen alaraja attribuutille, jolloin on usein perusteltua ottaa tämä vaihteluvälin alarajaksi, vaikka millään vaihtoehtolla ei olisikaan tätä arvoa. Teoreettisesti ottaen vaihteluvälin suuruudella ei ole merkitystä, sillä attribuutteja painotetaan sen suhteen mikä vaihteluväli näillä on. Käytännössä on kuitenkin erittäin tärkeää muistaa huomioida vaihteluväli kriteerien painotusvaiheessa, minkä vuoksi vaihteluvälin määrittelyssä on hyvä olla johdonmukainen. Asista keskustellaan lisää kohdassa 3.2.3.

Itse arvofunktio (kuva 5) kuvaa kriteerin mittausravon ja arvioijan tästä saaman arvon välillä olevaa riippuvuuden muotoa. Vaaka-akselilla on mittausravo ja pystyakselilla tästä saatava pistemäärä 0–1 -asteikolla. Arvofunktio kuvaa siis, minkä pistemäärän kukin mittausravo tuottaa.

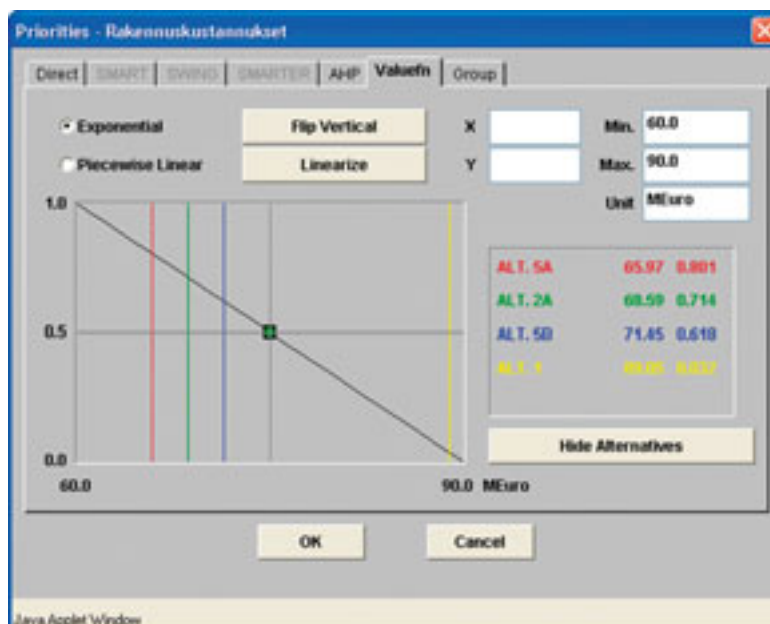
Esimerkiksi kuvan 5 tapauksessa kustannusvaihteluvälin ääripäistä 60 M€ tuottaa arvon 1 (halvin = paras) ja 90 M€ arvon 0. Kyseessä on laskeva suora sillä kustannusten noustessa, niistä saatava arvo luonnollisesti laskee. Välillä olevista arvoista esimerkiksi vaihtoehdon 5A kustannukset (65,97 M€) tuottavat arvon 0,801.

Yksinkertaisuuden vuoksi käytetään useimmiten lineaarista arvofunktiota, jolloin yhden yksikön lisäys mittausarvoasteikolla tuottaa yhtä suuren arvonlisäyksen/vähennyksen riippumatta siitä missä kohtaa asteikkoa ollaan. Esimerkiksi kuvassa 5 kustannusten lisäys 5 M€:lla aiheuttaa aina 1/6:n suuruisen vähennyksen siitä saatavaan

arvoon, sillä $5 \text{ M€} / (90 \text{ M€} - 60 \text{ M€}) = 1/6$. On kuitenkin tilanteita, joissa rajahyöty muuttuu voimakkaasti jonkin tietyn kynnyсарvon jälkeen, jolloin epälineaarinen, esimerkiksi paloittain määriteltä, arvofunktio on perusteltu. Joissain tilanteissa arvofunktio voi olla myös kupera tai kovera. Esimerkiksi tilanteessa, jossa arvioijalla on vain vähän rahaa, yhden euron tuottama lisäarvo voi olla suurempi kuin tilanteessa, jossa arvioijalla on runsaasti rahaa. Tällöin voidaan käyttää ylöspäin kuperaa arvofunktiota, jossa yhdestä eurosta saatava arvonlisäys vähenee, mitä suurempiin rahallisiin arvoihin siirrytään.

	KLOROFYLLI-A	pH-B	NOK.P	KLOR.A.NOK.P
Min Rating	0.0	0.0	0.0	0.0
HUNTTIJÄRVI	12.0	2.0	34.0	0.79
KERAVANJÄRVI	15.0	0.0	29.0	0.52
ISOJÄRVI	48.0	1.0	119.0	0.98
KILPILÄRVI	120.0	3.0	81.0	1.17
SAHALAJÄRVI	18.0	2.0	35.0	0.66
SÄÄKSJÄRVI	150.0	1.0	52.0	1.54
AHVENLAMPI	6.5	0.0	16.0	0.41
Max Rating	150.0	3.0	145.0	2.3

Kuva 4. Näkymä Web-HIPRE -mallin vaihtoehtojen vaikutuksia kuvaavasta taulukosta.



Kuva 5. Näkymä Web-HIPRE:n arvo-funktioikkunasta.

Kriteerien painottaminen

Kriteerien painoarvot ovat skaalauskerroimia, joiden avulla keskenään erimitallisia vaikutuksia yhteismitallistetaan. Kriteerien painoarvot voidaan määrittää monella eri tavalla. Tässä julkaisussa esitellään niin sanottu SWING-menetelmä (von Winterfeldt ja Edwards 1986), joka on suhteellisen yksinkertainen ja myös teoreettisesti perusteltu tapa. Muita menetelmiä ovat muun muassa SMART (Edwards 1977; Edwards ja Barron 1994) ja pisteallokointi (Schoemaker ja Waid 1982). On myös olemassa pelkästään vaihtoehtojen eri kriteerien suhteen asetettuihin paremmuusjärjestyksiin perustuvia menetelmiä kuten SMARTER (Edwards ja Barron 1994). Nämä ovat usein helppokäyttöisiä, mutta näillä ei saada käyttäjien mielipiteitä esille yhtä tarkasti kuin muilla menetelmillä.

Pohjimmiltaan kaikki painotusmenetelmät perustuvat vaihtokauppojen (trade-offs) tekemisiin eri kriteerien välillä. Kriteerien painot määräytyvät sen pohjalta, kuinka paljon arvioija on valmis luopumaan jonkin kriteerin tuottaman arvon suhteen saadakseen tietyn lisäarvon jonkin toisen kriteerin suhteen. Esimerkiksi, kuinka paljon hän on valmis maksamaan lisää siitä, että veden laatuluokitus paranisi yhdellä? Tekemällä näitä vaihtokauppoja kaikkien eri kriteerien suhteen saadaan kriteerien väliset suhteelliset tärkeudet ja vastaavasti painoarvot selville.

Oikeaoppisessa SWING-tekniikassa kaikkien vertailtavien kriteerien attribuutit asetetaan aluksi huonoimmalle tasolle ja päätöksentekijältä kysytään, minkä näistä hän mieluiten nostaisi parhaalle tasolle. Tälle annetaan 100 pistettä. Jos jonkin kriteerin alla on useita attribuutteja, on tärkeyden määrittämisessä otettava huomioon kaikkien näiden nostaminen huonoimmalta tasolta parhaalleen. Tämän jälkeen muille kriteereille annetaan pistemäärä, joka ilmaisee sitä, kuinka tärkeää kriteerin attribuuttien nostaminen parhaalle tasolle

on suhteessa tärkeimmän kriteerin attribuuttien nostamiseen parhaalle tasolle. Varsinaiset kriteerien painot saadaan normeeraamalla annettujen pisteiden summa yhdeksi.

Esimerkkinä painotuksesta tarkastelemme Päijänteen säännöstelytapauksen vesiluontovaiikutusten merkittävyyden arviointia. Mukana on kolme kriteeriä (*rantavyöhykkeen tila, hauen luontainen lisääntyminen ja kuikan pesinnän onnistuminen*), joista ensimmäisellä on kaksi attribuuttia (*ruovikoiden laajuus ja saraikon pinta-ala*) ja muilla yksi (taulukko 6). Aluksi arvioijalta kysytään missä kriteerissä olevaa vaikutuseroa hän pitää merkittävimpänä, eli minkä kriteerin alla olevien attribuuttien arvot (tai yhden attribuutin tapauksessa tämän attribuutin arvon) hän nostaisi mieluiten huonoimmalta tasolta parhaalleen. Kuvan 6 esimerkkipainotuksessa arvioija on pitänyt tärkeimpänä *rantavyöhykkeen tilan* nostamista (eli *ruovikoiden laajuuden vähentämistä ja saraikon pinta-alan lisäämistä*) huonoimmalta tasolta parhaalleen ja antanut tälle 100 pistettä. Seuraavaksi arvioijaa pyydetään arvioimaan *kalojen poikastuotannon ja vedenpinnan noususta aiheutuvan kuikan pesien tuhoutumisasteen* vaikutuserojen tärkeyttä suhteessa *rantavyöhykkeen tilan* attribuuttien vaikutuseroihin. Arvioija on sitä mieltä, että *hauen poikastuotannon* nosto tasolta 55% tasolle 87% on tärkeydeltään 30/100 siitä, kuinka tärkeää oli nostaa *rantavyöhykkeen tila* huonoimmalta tasolta parhaalleen. Täten hän antaa tälle attribuutille 30 pistettä (kuva 6). Vastaavasti *kuikan pesinnän onnistumiseen* liittyvää vaikutuseroa (44 %-yks.) hän pitää 20/100 kertaa niin tärkeänä kuin *rantavyöhykkeen tilan* attribuuttien vaikutuseroja ja antaa tälle siis 20 pistettä. Normeeraamalla näiden pistemäärien summa yhdeksi saadaan kriteerien tärkeyspainot. Web-HIPRE:ssä nämä näkyvät sekä numeroina että graafisesti (kuva 6).

SWING-painotuksen erityisenä vahvuutena on se, että siinä huomio kiinnittyy kriteerien välisiin vaikutuseroihin. Painotuksessa arvioijan on erittäin tärkeää ymmärtää, että painojen tulee kuvastaa

Taulukko 6. Päijänteen vesiluontovaiikutusten merkittävyyden arviointi.

Kriteeri	Huonoin arvo	Paras arvo	Vaikutusero
Rantavyöhykkeen tila			
• Ruovikoiden laajuus (km ²) (tavoitteena ruovikon vähentäminen)	30	21	9 km ²
• Saraikon pinta-ala (km ²) (tavoitteena saraikon lisääminen)	1,6	4,6	3,0 km ²
Kalojen (hauen) luontainen lisääntyminen			
• Poikastuotanto (% luonnonmukaisesta)	55	87	32 %-yks.
Lintujen (kuikan) pesinnän onnistuminen			
• Vedenpinnan noususta aiheutuva pesien tuhoutumisaste (%)	99	55	44 %-yks.

nimenomaa kriteerien tärkeyttä niiden vaihteluvälin suhteen. Esimerkiksi, jos kustannusten vaihteluväli on 0–10 €, tämä kriteeri ei ole läheskään niin tärkeä kuin, jos vaihteluväli olisi 0–1000 €, minkä on syytä näkyä vastaavasti kriteerin saamassa painossa.

On erittäin tärkeää, että painotusprosessissa on mukana henkilö, joka tuntee menetelmän ja joka osaa huomioida mahdolliset väärinymmärrykset painotuksessa. Etenkin kokemattomat arvioijat voivat muutoin ajautua antamaan pisteitä esimerkiksi sen mukaan, kuinka tärkeiksi he ylipäänsä kokevat kyseiset kriteerit. Tällaiset kriteerien vaihteluvälitulkinnasta irrotetut painokertoimia koskevat kysymykset eivät kuitenkaan ole mielekkäitä, sillä tällöin kriteereitä ei ole edes asianmukaisesti määritelty. Ei ole esimerkiksi mielekästä kysyä, kumpi on tärkeämpää, kustannukset vai ympäristön tila, mikäli ei ole tiedossa sitä, kuinka suurista kustannuksissa ja parannuksista ympäristön tilassa on kyse.

Painotusprosessin aikana on hyvä tarkistaa, että annetut painoarvot ovat johdonmukaisia keskenään. Esimerkiksi SWING-painotuksessa kriteerien muutoksia huonoimmalta parhaimmalle tasolle verrataan suhteessa tärkeimpään kriteeriin, mutta muiden kriteerien välillä tätä vertailua ei tule suoraan tehtyä. Tämän vuoksi on hyvä tarkistaa, että myös muille kriteereille annetut pistemäärät ovat oikeassa suhteessa keskenään. Kuvan 6 esimerkissä on *hauen lisääntymiselle* annettu 30 pistettä ja *kuikan pesinnän onnistumiselle* 20 pistettä. On kuitenkin syytä varmistaa arvioijalta, että näiden kriteerien vaikutuserojen tärkeyksien suhde todellakin on 30/20. Kriteerien painoarvojen

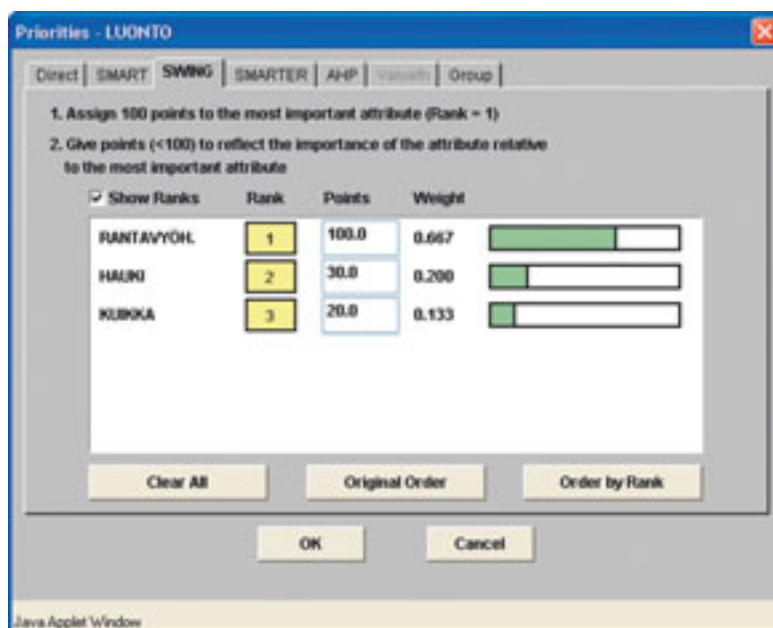
vertailua on tärkeää tehdä myös eri hierarkiahaiarojen välillä.

Kriteerien painoarvot ovat subjektiivisia ja ne heijastavat arvioijan etuja ja arvostuksia. Arvopuuanalyysi edellyttää, että arvioija pohtii omia arvojaan ja tavoitteitaan järjestelmällisemmin ja ehkä myös perusteellisemmin kuin muutoin. Kriteerien painoarvot muotoutuvat prosessin aikana, sillä yleensä ihmisillä ei ole valmiiksi mietittyjä painoarvoja. Siksi on tärkeää, että työskentelytapaan kiinnitetään riittävästi huomiota.

3.2.4

Harhat painotusprosessissa

Arvopuuanalyysin suorittaminen on vaativa toimenpide ja, mikäli mahdollista, analyysissä kannattaa tämän vuoksi konsultoida kokeneita päätösanalytikoita. Esimerkiksi kriteerien painotuksessa ei riitä, että haastateltava ja päätösanalytikko tuntevat arvopuuanalyysin teoreettisen taustan, sillä painotukseen saattaa liittyä monenlaisia harhoja johtuen ihmisen luonnollisista taipumuksista ja käyttäytymisestä. Suuri osa harhoista on lisäksi sellaisia, joita ei saaduista painoista tai tuloksista voi edes havaita. Tämän vuoksi itse painotusprosessin aikana on syytä varmistua, että haastateltava on tietoinen kaikista antamiensa painojen vaikutuksista. Myös arvopuun rakenteessa kannattaa pyrkiä siihen, että mahdollisia harhoja esiintyisi mahdollisimman vähän. Käyttämällä eri painotusmenetelmiä voidaan varmistua tulosten oikeellisuudesta ja harhattomuudesta, mutta käytännössä tämä on hyvin työläistä.



Kuva 6. Näkymä Web-HIPRE:n SWING-painotusnäytöstä.

Taulukossa 7 on kuvattu mahdollisia kriteerien painotukseen liittyviä ongelmia ja harhoja (Schoemaker ja Waid 1982; Weber ja Borchering 1993; Pöyhönen ja Hämäläinen 2001; Pöyhönen ym. 2001; Keeney 2002). Näissä tosin on jonkin verran päällekkäisyyksiä, sillä suuri osa harhoista pohjautuu alunperin samoihin ilmiöihin tai mallin ominaisuuksiin. Esimerkiksi kaikki taulukossa 7 olevat harhat voidaan katsoa pohjimmiltaan johtuvan joko siitä, että päätöksentekijä antaa preferenssi-informaationsa pelkästään kriteerien järjestyksen perusteella tai siitä, että mallin painojen summa normeerataan yhdeksi tai näiden yhteisvaikutuksesta (Pöyhönen ym. 2001).

Taulukko 7. Mahdollisia ongelmia ja harhoja kriteerien painotuksessa (Pöyhönen ym. 2001).

- **Vaihteluväli-ilmiö (range effect).** Arvioija ei ota huomioon kriteerin vaihteluväliä, vaan painottaa kriteereitä niiden yleisen tärkeyden mukaan. Vaihteluvälin mahdollisesti muuttuessa tätä ei myöskään osata ottaa huomioon kriteerin painossa.
- **Kriteeritasojen määrä vaikuttaa painoihin (number-of-attribute-levels effect).** Kuvattaessa kriteereitä sanallisilla asteikoilla, mitta-asteikossa olevien tasojen määrä vaikuttaa kriteerille annettavaan painoon.
- **Hierarkkinen painotus johtaa korostuneisiin painoihin (steeper weights with hierarchical weighting).** Painottamalla suoraan attribuutteja vertaamalla niiden tärkeyksiä toisiinsa saadaan toisiaan lähempänä olevat painot kuin jos painotus suoritettaisiin hierarkkisesti.
- **Kriteerien jakoharha (splitting bias).** Jaettaessa kriteereitä osakriteereihin kriteerien kokonaispainot saattavat muuttua.
- **Järjestyksen vaihtuminen AHP:ssä (rank reversal).** Lisättäessä malliin uusi vaihtoehto, edellisten vaihtoehtojen paremmuusjärjestys saattaa muuttua. Ilmiö johtuu AHP:ssä käytettävästä vaihtoehtojen kriteerikohtaisten arvojen summan normeerauksesta ykköseksi.

Eräs tyypillinen kriteerien ordinaalisesta painotuksesta pohjautuva harha on jakoharha (splitting bias), jossa kriteerien määrä arvopuun eri haaroissa vaikuttaa ylemmän tason kriteerin kokonaispainoihin, vaikka käytännössä näiden tulisi olla samat riippumatta arvopuun rakenteesta (Hämäläinen ja Alaja, 2003). Esimerkiksi, jos jonkin pääkriteerin kaikki osakriteerit nostetaan pääkriteerin tasolle omiksi pääkriteereikseen, niin arvioija voi helposti antaa näille suuremman painoarvon, kuin minkä ne olisivat saaneet ollessaan osakriteereinä. Toinen tyypillinen harha on, että arvioija ottaa huomioon vain kriteerien tärkeysjärjestyksen. Esimerkiksi, jos SWING-menetelmässä tärkeimmälle kriteerille suhteessa sen vaihteluväliin annetaan 100 pistettä, niin seuraaville päättäjä voi antaa tasakymmenet 80 ja 60 sen tarkemmin miettimättä, ovatko nämä

lukuarvot oikeassa suhteessa tärkeimmälle kriteerille annettuun 100 pisteeseen.

3.3

Tulosten arviointi

Arvopuuanalyysillä pyritään selvittämään, miten vaihtoehdot eroavat kokonaistavoitteen suhteen toisistaan. Etenkin ryhmätilanteessa on kuitenkin korostettava, että saadut kokonaisarvot perustuvat nimenomaan mallin arvioijan tai arvioijien omiin preferenssiarvoihin, eivätkä siis ole yleinen totuus asiasta. Tuloksia tarkastellessa on syytä myös aina muistaa, että kriteeripainot heijastavat vaihtoehtojen erojen suhteellista merkitystä tässä vaihtoehtojoukossa eivätkä esimerkiksi käytettyjen kriteerien yleistä merkitystä.

Analyysin tuloksena saatavat kokonaisarvot esitetään yleensä graafisina pylväinä. Nämä siis kuvaavat sitä, kuinka hyvin eri vaihtoehdot menestyvät kokonaistavoitteen suhteen malliin syötettyjen henkilökohtaisten arvostusten ja arvioinnissa käytetyn tiedon perusteella. Useimmiten kokonaistavoite on sellainen, jolla mitataan vaihtoehtojen hyvyttä päättäjän arvostusten ja käytävissä olevien tietojen perusteella. Tällöin paras mahdollinen arvo vaihtoehdon hyvydelle on 1 ja huonoin 0. Arvopuuanalyysiä voidaan kuitenkin käyttää myös pelkkään vaihtoehtojen vertailuun jonkin tietyn ominaisuuden suhteen, jolloin kokonaisarvot eivät varsinaisesti kuvaa vaihtoehtojen hyvyttä, vaan sitä, miten nämä eroavat tämän ominaisuuden suhteen. Esimerkiksi kuvassa 7 on arvioitu Mäntsälän järvien käyttöpainetta, jolloin arvo 1 on määriteltä tarkoitamaan suurinta mahdollista käyttöpainetta ja 0 pienintä. Tässä tapauksessa ei siis varsinaisesti ole tavoiteltavaa, että järvien käyttö olisi joko pientä tai suurta, vaan analyysillä pyritään ainoastaan vertailemaan vaihtoehtoja niiden käyttöpaineen suhteen.

Tulosten arviointivaiheessa on tarpeen analysoida myös syitä vaihtoehtojen paremmuusjärjestykseen. Yksi tapa tähän on jakaa vaihtoehtojen saama kokonaisarvo osiin sen mukaan, kuinka suuri osuus kokonaisarvosta on syntynyt kunkin kriteerin suhteen. Matemaattisesti ottaen nämä osuudet ovat kaavan (1) summan komponentteja $w_i(v_i)$. Näitä komponenttiarvoja tarkastelemalla pystytään analysoimaan, mistä tekijöistä kunkin vaihtoehdon saama kokonaisarvo muodostuu. Graafisesti nämä voidaan näyttää erivärisinä osuuksina kokonaisarvopylväistä. Tähän WebHIPRE -ohjelma tarjoaa hyvät mahdollisuudet.

Esimerkiksi kuvassa 7 *Hunttijärven* saama käyttöpaineen kokonaisarvo muodostuu suurimmaksi osaksi sen *ranta-asutukseen* (vihreä) ja *uimarannoille* (punainen) kohdistuvasta käyttöpaineesta.

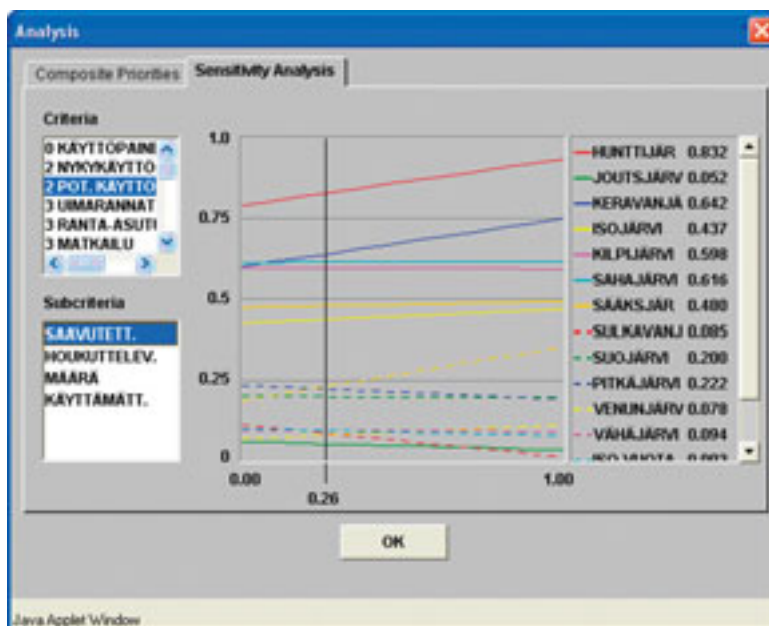
Mikäli tarkastelu tehdään henkilökohtaisena haastatteluna, voidaan tässä vaiheessa myös arvioida, vastasiko menetelmällä saatu tulos arvioijan käsitystä vaihtoehtojen suosituimmuudesta ja tekijöiden merkityksestä. Jos näin ei ole, voidaan yhdessä haastattelijan kanssa pohtia syitä tähän. On esimerkiksi mahdollista, että analyysin aikana haastateltavan on saanut sellaista lisätietoa ongelmasta tai muista näkökulmista ongelmaan, joka muuttaa hänen alkuperäistä käsitystä vaihtoeht-

tojen paremmuuksista. Toisaalta on myös mahdollista, että arvioijalla on ollut asiasta hyvin vahva ennakkokäsitys, joka on kuitenkin perustunut lähinnä omiin tuntemuksiin asiasta, eikä niinkään faktatietoihin. Kriteerien painoarvoja ja vaihtoehtojen arvoja on myös mahdollista muuttaa, mikäli ne eivät vastaakaan haastateltavan käsitystä ongelmasta.

Mikäli ryhmätilanteessa usea eri henkilö on luonut itselleen preferenssimallin, voidaan tässä vaiheessa tuloksia analysoida yhdessä ja pohtia, miksi kukin on saanut kyseisen tuloksen. Tavoitteena on oppia näiden avulla ymmärtämään eri osapuolten arvostuksia ja tämän myötä saavuttaa



Kuva 7. Näkymä Web-HIPRE -mallin tulosten analysointinäytöstä.



Kuva 8. Näkymä Web-HIPRE -mallin herkkyyssanalyysinäytöstä.

yhteisymmärrystä käsiteltävästä asiasta. Mallien avulla preferenssejä käsitellään samassa viitekehysessä, jolloin esimerkiksi se, miten eri osallistujat kykenevät sanallisesti tuomaan oman asiansa esille, ei vaikuta tulokseen.

3.3.1

Herkkyysanalyysi

Herkkyystarkastelun avulla voidaan arvioida yksittäisen kriteerin painoarvon muuttamisen vaikutuksia vaihtoehtojen kokonaisarvoihin (kuva 8). Tässä niin sanotussa yksisuuntaisessa herkkyysanalyysissä kutakin vaihtoehtoa kuvaava suora kertoo sen, miten tämän vaihtoehdon kokonaisarvo muuttuu, kun tarkasteltavan osakriteerin painoa muutetaan. Jos vaihtoehtojen järjestys näyttäisi olevan herkkä kriteerien painoissa tapahtuville muutoksille, on hyvä varmistaa, että annetut painot todella vastaavat arvioijan antamia preferenssejä, sillä tällöin pienetkin epätarkkuudet painoissa saattavat vaikuttaa ratkaisevasti lopputulokseen. Kuvassa 8 kriteerin *saavutettavuus* tämänhetkinen paino on 0,26, jolloin esimerkiksi *Hunttijärven* (punainen) saama käyttöpaineen kokonaisarvo on 0,832. Jos *saavutettavuuden* painoa nostetaan (ja vastaavasti muiden kriteerien painoa lasketaan, siten, että näiden suhde pysyy samana ja painojen summa yhtenä), niin kuvassa olevat suorat näyttäivät, miten eri vaihtoehtojen käyttöpaineen kokonaisarvot muuttuvat. Esimerkiksi tässä tapauksessa *Hunttijärvi* saa suurimman kokonaisarvon riippumatta siitä, mikä on kriteerin *saavutettavuus* paino, sillä sen suora ei risteä minkään muun vaihtoehdon suoran kanssa.

Herkkyysanalyysitarkastelu voidaan tehdä myös vaihtoehtojen kriteerikohtaisille arvoille. Tällöin analyysi kertoo kokonaisarvojen muutoksista, jos vaihtoehtojen mittausarvoissa tapahtuu muutoksia.

3.3.2

Suosittelujen muodostaminen ja raportointi

Ongelman analysoinnin jälkeen on edessä suosittelujen tai toimenpide-ehdotusten muodostaminen. Tavoitteena on, että tässä vaiheessa on päätösanalyysin avulla osallistujille kyetty muodostamaan niin hyvä kokonaiskuva käsiteltävästä aiheesta ja mahdollisista toimenpidevaihtoehdoista, että annettavista suosituksista päästään yhteisymmärrykseen. Analyysin tulos voi olla myös se, että näkemyserot osapuolten välillä ovat niin suuret, että yhteistä näkemystä ei synny. Tässä tapauksessa on kuitenkin saatu selville näkemyserot, jotka voivat liittyä ongelman jäsentelytapaan, erimielisyyksiin vaikutusarvioista tai arvostuseroihin.

Tärkeä päätösanalyysiprosessin työvaihe on myös prosessin ja saatujen tulosten raportointi. Kompromissiratkaisuja muodostettaessa joudutaan usein tinkimään kaikkien viiteryhmiä tavoitteista, mutta esiteltäessä tuloksia suurelle yleisölle, nämä usein ajattelevat asiaa ainoastaan omien tavoitteidensa kannalta, ja näkevät vain sen, että juuri heidän tavoitteistaan on tingitty. Tämän vuoksi on tärkeää kuvata, miten saadut suositukset on muodostettu ja miten eri viiteryhmiä mielipiteet on huomioitu niissä.

4 Kustannus-hyötyanalyysin tukeminen päätösanalyysillä

Vesipolitiikan puitedirektiivin myötä tarve erilaisille taloudellisille tarkasteluille vesienhoidon suunnittelussa on lisääntynyt merkittävästi. Laissa vesienhoidon järjestämisestä (Finlex 2004) on kirjattuna useita eri ympäristötavoitteita vesienhoidon suunnittelulle. Keskeisiä tavoitteita ovat muun muassa, että pinta- ja pohjavesimuodostumien tila ei heikkenisi, ja että se olisi vähintään hyvä viimeistään vuoteen 2015 mennessä. Laissa kuitenkin mainitaan myös, että suunnittelun ympäristötavoitteita voidaan lieventää, mikäli näiden saavuttamisesta aiheutuu kohtuuttomia kustannuksia. Tämä edellyttää vesistöjen kunnostuksen ja hoidon kustannusten arviointia suhteessa toimenpiteistä saatuihin hyötyihin. Rehevoitymisestä ja vesistön pilaantumisesta aiheutuvien taloudellisten vaikutusten arviointiin on tarjolla kuitenkin vain vähän tietoa ja menetelmiä. Tämä on ongelma, sillä vesiensuojelutoimenpiteillä ja vesistön kunnostuksilla aikaansaatavien hyötyjen arviot ovat jääneet kuvailevalle tasolle ja niiden suhteuttaminen toimenpiteiden kustannuksiin ei ole ollut mahdollista. Tarve hyötyjä ja kustannuksia analyttisesti mittaaville menetelmille onkin suuri.

4.1

Kustannus-hyötyanalyysi

Kustannus-hyötyanalyysi (Cost-Benefit Analysis – CBA) (esim. Boardman ym. 2001) on paljon käytetty taloudellisen päätöksenteon apuväline eri toimenpiteiden kustannusten arviointiin suhteessa niistä saataviin hyötyihin. Siinä kaikki toimenpiteiden vaikutukset arvioidaan rahamääräisesti, jolloin esimerkiksi ympäristövaikutukset saadaan yhteismitallisiksi varsinaisten kustannusten kanssa. Analyysin avulla voidaan tutkia esimerkiksi kannattaako jokin toimenpide, eli ovatko siitä saatavat hyödyt suurempia kuin sen kustannukset. Analyysin avulla voidaan myös objektiivisesti

vertailla toimenpidevaihtoehtoja ja tunnistaa toimenpiteiden hyötyjä ja haittoja eri vaikutusten suhteen. Esimerkiksi vesistön kunnostus- tai vesivoimahankkeessa voidaan vertailla investoitavien resurssien nettohyötyjä vaihtoehtoisen hankkeen (usein nykytila ilman ehdotettuja muutoksia) vastaaviin hyötyihin.

Boardman ym. (2001) esittävät kustannus-hyötyanalyysille kaikkiaan yhdeksän perusvaihtetta:

1. Määrittele vaihtoehtoisten hankkeiden joukko
2. Päätä, kenen hyötyjä ja kustannuksia lasketaan
3. Listaa vaikutukset ja valitse mittaamisen yksiköt
4. Ennusta vaikutukset laskennallisesti koko hankkeen eliniän ajalta
5. Rahamääräistä kaikki vaikutukset
6. Diskonttaa hyödyt ja kustannukset saavuttaaksesi nykyarvot
7. Laske nettonykyarvo jokaiselle vaihtoehdolle
8. Suorita herkkyysanalyysi
9. Tee suositus perustuen nettonykyarvoon ja herkkyysanalyysiin.

Kustannus-hyötyanalyysissä kriittisin vaihe lieenee analyysin alussa, jolloin on määritettävä kenelle kustannuksia ja hyötyjä arvotetaan, millä aikajänteellä ja mitkä loppujen lopuksi ovat vertailun kohteena olevat mielekkäät vaihtoehdot. Kustannus-hyötyanalyysissä kaikille vaikutuksille annetaan rahamääräinen arvio. Arviointiin käytettäviä menetelmiä on useita (Miettinen ja Hämäläinen 1996). Esimerkiksi *maksuhalukkuuskyselyllä* (Contingent Valuation – CV) vaikutusten rahallinen arvo määritellään sen mukaan, kuinka paljon arvioija on valmis maksamaan saavutettavasta tavoitteesta. *Omaisuuksien muutoksia mittaava menetelmä* (Hedonic Pricing – HP) puolestaan pyrkii löytämään yhteyden markkinallisen hyödykkeen (esimerkiksi rantakiinteistön hinta) ja ympäris-

töhyödykkeen (esimerkiksi veden laatu) välillä. Tässä vaiheessa tapahtuva pätevän menetelmän valinta määrittää koko analyysin luotettavuuden.

Analyysin loppuvaiheet ovat lähinnä matemaattisia: vaikutusten arvon diskonttaaminen perusvuoteen, nettonykyarvon laskeminen ja analyysin lopputuloksen tarkastelu herkkyyssanalyysien. Analyysin lopussa annetaan päätöksentekijälle arvio suosituimman hankkeen tai toimintatavan valinnasta, kun tavoitteena on taloudellisen tehokkuuden lisääminen.

Menetelmän käyttö ei kuitenkaan ole aina suoraan vaihtoehtoisesta ja sen käyttöön liittyy muun muassa seuraavia ongelmia (Eskola ym. 2002):

- Menetelmä on melko työläs ja kallis.
- Analyysi voi painottaa liikaa kustannusten arviointiin, jolloin ympäristövaikutukset jäävät vähemmälle huomiolle.
- Hyötyjen ja haittojen arvottaminen on hankalaa.
- Diskonttaaminen voi johtaa tulevien kulu- ja hyötyjen pienempään painoarvoon, jolloin lähiaikojen hyödyt painottuvat liikaa.

CBA:n heikkoutena on myös se, että siinä ei pystytä ottamaan huomioon ympäristöpäätöksenteossa usein esiintyviä sosiaalisia kriteereitä ja ihmisten arvostuksia samalla tavoin kuin esimerkiksi MCDA:ssa. Seuraavaksi vertailemme CBA:n ja MCDA:n eroja ja tarkastelemme, miten MCDA:ta voidaan käyttää tukemaan kustannus-hyötyanalyysia tai tämän sijasta, jotta päätöksentekijöiden henkilökohtaiset arvot voitaisiin paremmin sisällyttää analyysiin.

4.2

Päätösanalyysin ja kustannus-hyötyanalyysin vertailua

Yksi kustannus-hyötyanalyysin ja monitavoitteisen päätösanalyysin suurimmista periaatteellisista eroista on, että MCDA:ssa huomio on sidosryhmien välisissä omakohtaisissa arvostuseroissa, kun taas CBA:ssa pyritään objektiivisesti yhteismittallistamaan toimenpiteiden vaikutukset rahaksi. MCDA:ta sovellettaessa myös eri sidosryhmien näkemysten selvittämisessä on oleellista, että saadaan riittävän laaja kirjo erilaisia näkemyksiä, kun taas CBA:ssa tulos koskee samalla tavalla kaikkia hyödykkeen kuluttajia. Kustannus-hyötyanalyysia voidaan pitää päätösanalyysinä soveltuvampana menetelmänä, kun ensisijaisena

tavoitteena on kasvattaa taloudellista tehokkuutta (resurssien tehokas allokaatio, vesistö nähdään taloudellisena hyödykkeenä) tai arvioida hankkeen yhteiskunnallista kannattavuutta.

Viime aikoina monitavoitteisen päätösanalyysin menetelmiä on yhä enemmän alettu käyttää kustannus-hyötyanalyysin tukena ja tämän rinnalla. Monikriteerimenetelmien kehittämisen ja soveltamisen lähtökohtana on ollut kustannus-hyötyanalyysin puutteet, joista keskeisimpänä voidaan pitää ympäristöön liittyvien arvojen vaillinaista huomioon ottamista. Etenkin, jos tavoitteena on yhteisten ratkaisujen löytäminen tai ristiriitojen selvittäminen, niin MCDA on soveltuvampi lähestymistapa (Gamper ja Turcanu 2007). Myös, kun vertaillaan aineettomia hyödykkeitä, niin CBA:n sijasta tai ainakin tämän rinnalla tulisi käyttää MCDA:ta. Monitavoitteisen päätösanalyysin etuina kustannus-hyötyanalyysiin verrattuna voidaan pitää erityisesti seuraavia seikkoja (Prato 1999) :

- MCDA:ssa tarkastellaan useita vaikutuksia, joista jokainen kuvaa jotakin ongelman ulottuvuutta tai näkökulmaa. Täten vältetään myös rahamittallistamiseen liittyvät eettiset väittelyt. CBA pelkistää ongelman yhteen ulottuvuuteen eli kaikki vaikutukset ja ilmaistut preferenssit muutetaan rahaksi.
- Päätösanalyysi mahdollistaa sidosryhmien arvojen sisällyttämisen läpinäkyvästi prosessiin.
- Päätösanalyysi tarjoaa mielenkiintoisen oppimisympäristön tarkasteluun osallistujille.
- Vaihtoehtojen hyvyttä kuvaavien vaikutusarvioiden ja kriteerien tärkeyspainojen ei tarvitse välttämättä olla ”tarkkoja”.
- Päätösanalyysitarkastelut voidaan tehdä nopeastikin ja tuloksia voidaan hyödyntää tietoaukkojen tunnistamisessa.
- Päätösanalyysi auttaa tunnistamaan vaihtoehtojen keskeiset vahvuudet ja heikkoudet.
- MCDA-tarkastelu voi monin tavoin tukea vuorovaikutteista suunnitteluprosessia.

Päätösanalyysi ja kustannus-hyötyanalyysi ovat molemmat tieteellisesti paljon tutkittuja ja laajalti sovellettuja menetelmiä. Myös molempien heikkoudet tunnetaan. Molempien kohdalla on esimerkiksi epäilty maallikkojen kykyä arvottaa tekijöitä menetelmien tarkoittamalla tavalla. Molemmissa menetelmissä on myös mahdollista erilaisten esimerkiksi psykologisten ja menetelmien käytöstä johtuvien harhojen esiintyminen. Tosin kokenut asiantuntija osaa välttää menetelmien pahimmat sudenkuopat. Kaiken kaikkiaan on syytä muistaa,

että kumpikaan menetelmä itsessään ei ole hyvä tai huono vaan niiden soveltamistapa ratkaisee sovelluksen arvon.

4.3

Päätösanalyysi kustannus-hyötyanalyysin tukena

Vaikka monikriteerimenetelmien ja kustannus-hyötyanalyysin käyttötarkoitukset ovat osin erilaiset, niillä on myös paljon yhtäläisyyksiä ja niitä voidaan soveltaa myös toisiaan täydentävinä. Etenkin ympäristöpäätöksenteossa tämä on usein tarpeen, sillä sidosryhmillä saattaa olla hyvinkin erilaisia arvostuksia eri tavoitteiden suhteen, eikä täten toimenpiteiden vaikutuksia voida aina objektiivisesti mitata rahassa.

Yksi tapa yhdistää CBA ja MCDA on käyttää CBA:ta rahallisten vaikutusten arviointiin ja MCDA:ta muiden vaikutusten arviointiin ja lopuksi yhdistää menetelmillä saadut tulokset. Yhdistäminen voi tapahtua esimerkiksi ottamalla CBA:lla saadut nettohyödyt yhdeksi kriteeriksi MCDA-arvioinnissa (Messner ym. 2006; Sijtsma 2006) tai toisinpäin ottamalla MCDA arvioinnilla saadut tulokset yhdeksi hyötytekijäksi CBA:ssa (Salling ym. 2007). Molemmilla tavoilla pystytään yhdistämään CBA:n vahvuudet rahallisten tekijöiden arvottamisessa ja MCDA:n hyödyt vahvuudet muiden tekijöiden arvottamisessa.

Toinen käytetty tapa yhdistää menetelmät on suorittaa molemmat analyysit ja vertailla saatuja tuloksia keskenään (esim. Joubert ym. 1997; Diakoulaki ja Karangelis 2007). Tarkastelu voi tapahtua esimerkiksi kaksiulotteisessa kuvaajassa, jossa toisella akselilla ovat MCDA:lla saadut arvot ja toisella CBA:lla saadut nettohyödyt. Tällöin ne vaihtoehdot, jotka ovat hyviä molempien analyysi-

sien perusteella ovat suositeltavia vaihtoehtoja. Sen sijaan niiden vaihtoehtojen, jotka toisen analyysin perusteella ovat hyviä ja toisen perusteella huonoja, kohdalla on tarpeen pohtia syitä tähän. Esitettäessä vaihtoehtojen toteuttamiskelpoisuutta koskevia suosituksia voidaan ottaa molempien tarkastelujen tulokset huomioon. Tämänkaltaisen kahden menetelmän päällekkäinen analyysi on tosin yleensä hyvin kallis toteuttaa.

Kirjallisuudessa on jonkin verran analysoitu MCDA:n ja CBA:n rinnakkaista käyttöä ympäristöongelmissa. Diakoulakin ja Karangelisin (2007) vertailussa molemmilla menetelmillä saatiin sama lopputulos, mikä vahvistaa tuloksen oikeellisuutta ja luottamusta siihen. Toisaalta kirjallisuudessa on myös esitetty tapaustutkimuksia, joissa eri menetelmillä tehdyillä analyyseillä on saatu eri tulos (esim. Brouwer ja van Ek 2004; Vreeker 2006). Erot ovat johtuneet pääasiassa MCDA:n mukaan ottamista sosiaalisista ja ympäristövaikutuksista, joita ei CBA:ssa ole voitu ottaa huomioon. Tämä korostaa monitavoitearvioinnin tarpeellisuutta myös kustannus-hyötysuhteiden laskemiseen keskittyvissä analyyseissä.

Yksi mahdollisuus on arvioida kustannus-hyötyanalyysillä nettohyödyiltään parhaat vaihtoehdot ja soveltaa monitavoitteista päätösanalyysiä monipuoliseen hyöty- ja haittatarkasteluun näiden kohdalla. Tällöin säästytään yleensä melko työlään MCDA-tarkastelun tekemiseltä kaikkein huonoimpien vaihtoehtojen kohdalla. Tosin tällöin saatetaan eliminoida analyysistä ne vaihtoehdot, jotka ovat erityisen hyviä vain MCDA:han mukaan otettavien tavoitteiden suhteen ja täten voisivat tulla kyseenalaisina vaihtoehtoina. Lähestymistapa soveltuu parhaiten käytettäväksi tapauksiin, joissa suuresta määrästä vaihtoehtoja on tarvetta karsia CBA:lla jokin osajoukko, jolle suoritetaan tämän jälkeen MCDA-tarkastelu (van der Zee ym. 2004).

5 Esimerkkejä päätösanalyysin soveltamisesta vesivarojen suunnittelussa

Suomen ympäristökeskuksessa on sovellettu päätösanalyysiä vesivarojen käyttöön ja hoitoon liittyvissä hankkeissa 1990-luvun alkupuolelta lähtien. Soveltamiskohteina ovat olleet muun muassa vesistösäännöstelyjen kehittämishankkeet sekä vesistöjen kunnostus- ja hoitohankkeet. Näissä päätösanalyysi on tarjonnut systemaattisen lähestymistavan ongelman jäsentelyyn (tavoitteet, muuttujat, mittarit, keinot) ja eri sidosryhmien arvostusten selvittämiseen suunnittelussa. Ohjausryhmän edustajille tehdyt tietokoneavusteisesti (REGAIM-malli tai HIPRE 3+ /Web-HIPRE-ohjelma) toteutetut päätösanalyttiset haastattelut ovat tukeneet ohjausryhmäläisten oppimista ja näkemysten huomioon ottamista suunnittelussa ja edistäneet sopuratkaisun löytymistä.

Tässä julkaisussa päätösanalyysin soveltamismahdollisuuksia havainnollistetaan viiden esimerkin avulla:

- Koitereen säännöstelyn kehittäminen
- Päijänteen säännöstelyvaihtoehtojen vertailu
- Mäntsälän järvien kunnostustarpeen arviointi
- Kyrönjoen kustannustehokkaiden vesienhoidontoimenpiteiden tunnistaminen ja vertailu
- Latvialaisen Plavinaksen voimalaitoksen ohijuoksutusuomavaihtoehtojen ympäristövaikutusten arviointi (YVA).

Esimerkkitapauksissa lähtökohtana on ollut pyrkimys johdonmukaiseen ja vaiheittain etenevään suunnitteluprosessiin vesistön tilaa ja käytökelpoisuutta parantavien toimenpiteiden määrittämiseksi lähtien vesistön nykytilasta, ongelmista ja eri sidosryhmien tavoitteista. Tavoitteena on ollut:

- Tukea suunnittelutilanteen kokonaisvaltaista hahmottamista.
- Auttaa yhdistämään sirpaleista tutkimustietoa, asiantuntija-arvioita ja sidosryhmien käsityksiä.
- Korostaa tavoitteiden tunnistamisen ja niistä keskustelun tärkeyttä.
- Edesauttaa yhteisesti hyväksyttävien ratkaisujen löytymistä.
- Mahdollistaa eri sidosryhmien edustajien näkemysten sisällyttäminen suunnitteluprosessiin.
- Tukea suunnitteluprosessiin osallistuvien oppimista.
- Tuottaa läpinäkyviä ja havainnollisia tarkasteluja, jotka mahdollistavat tehtyjen ratkaisujen dokumentoinnin ja perustelun ulkopuolisille.

Suunnitteluprosessin runko oli pääpiirteissään sama kaikissa esimerkkitapauksissa ja seurasi kohdassa 2.3 ja luvussa 3 esitettyä päätösanalyysiprosessin ja arvopuuanalyysin vaiheita. Kaikissa tapauksissa koottiin ohjausryhmä, jonka tehtävänä oli vuorovaikutteisesti ohjata suunnitteluprosessia yhdessä päätösanalyysi- ja vesiensuunnittelun asiantuntijoiden kanssa. Esimerkkitapausten eri vaiheissa on hyödynnetty erilaisia järjestelmällisiä ja päätösanalyttisiä menetelmiä (muun muassa matriisit, vaikutuskaaviot, kartat, tavoitejäsentelyt, arvopuuanalyysi). Koska kaikissa esimerkkitapauksissa suunnittelun päävaiheet olivat samat, emme kuvaa kaikkia vaiheita yksityiskohtaisesti, vaan keskitymme kunkin tapauksen erityispiirteisiin. Taulukkoon 8 on koottu eri hankkeissa käytetyt menetelmät ja päätösanalyttiset työkalut.

Taulukko 8. Tarkasteltavissa esimerkeissä käsitellyt aihepiirit ja sovelletut menetelmät.

Hanke	Aihepiiri	Käytetyt menetelmät ja ominaispiirteet
Koitereen säännöstelyn kehittäminen	Vesistösäännöstelyn vaikutusten ja eri sidosryhmien tavoitteiden kokonaisvaltainen jäsentäminen, tavoitesäännöstelyjen muodostaminen	Arvoperustainen jäsentely, arvopuuanalyysi – REGAIM, ristiriitaisten tavoitteiden parivertailu
Päijänteen säännöstelyvaihtoehtojen vertailu	Parhaan säännöstelykäytännön löytäminen Päijänteelle, sidosryhmien ristiriitaisten tavoitteiden yhteensovittaminen	Arvopuuanalyysi – HIPRE 3+, Harhojen välttäminen painotuksissa
Mäntsälän järvien kunnostustarpeiden arviointi	Kunnostuskohteiden vertailu ja priorisointi, selkeän ja jäsenneilyn arviointikehikon luominen kunnostuskohteille	Arvopuuanalyysi – Web-HIPRE, vaiheittain tarkentuva arviointiprosessi
Kyrönjoen kustannustehokkaiden vesienhoidon toimenpiteiden tunnistaminen ja vertailu	Pilottihanke päätösanalyysin soveltamiselle vesienhoidon toimenpideohjelmasuunnittelussa, toimenpiteiden vertailu lähtien vesistöön kohdistuvien paineiden tunnistamisesta	Arvopuuanalyysi – Web-HIPRE, paljon erilaisia teemakarttoja ja tilamuuttujakaavioita
Plavinaksen voimalaitoksen ohjauksutusuoma-vaihtoehtojen YVA	Voimalaitoksen ohjauksutuskapasiteetin lisääminen tulvariskien vähentämiseksi, ohjauksutusuoma-vaihtoehtojen vertailu	Arvopuuanalyysi – Web-HIPRE, epäsuorien ja luotujen attribuuttien käyttö

5.1

Koitereen säännöstelyn kehittäminen

5.1.1

Lähtökohdat

Koitereen säännöstelyselvitys toteutettiin vuosina 2004–2006. Lähtökohdista selvitykselle oli säännöstelystä vesistön tilalle aiheutuvien haittojen vähentämismahdollisuuksien selvittäminen. Säännöstelyllä on lisätty talvista vedenpinnan alenemaa yli metrillä ja nostettu kesän ja syksyn vedenkorkeuksia merkittävästi. Säännöstelystä on hyötynyt erityisesti vesivoiman tuotanto, mutta haittaa on aiheutunut muun muassa vesiluonnolle ja kalastolle. Lisäksi säännöstely on lisännyt rantojen eroosiota ja vaikeuttanut rantojen käyttöä. Selvityksen tavoitteena oli arvioida säännöstelyn vaikutuksia ja etsiä keinoja vesiympäristölle ja virkistyskäytölle aiheutuvien haitallisten vaikutusten lieventämiseksi.

Hanketta varten perustettiin ohjausryhmä, jossa oli mukana ranta-asukkaiden, kalatalouden, luonnonsuojelun, voimatalouden, kunnan sekä paikallisen ympäristökeskuksen edustajia. Suomen ympäristökeskus toimi hankkeessa konsulttina, joka vastasi muun muassa säännöstelyn vaikutusten arvioinnista, vaihtoehtojen vertailusta ja suositusehdotusten laadinnasta. Laajempaa yleisöä lähestyttiin muun muassa erilaisin kyselyin ja yleisötilaisuuksin.

Koitereen säännöstelyselvityksessä keskeisinä menetelminä käytettiin arvoperustaista jäsentelyä sekä päätösanalyysihaastatteluita, joiden kuvaa-

miseen keskitytään seuraavassa. Itse selvitysprojekti on kuvattu tarkemmin julkaisussa *”Koitereen säännöstelyn vaikutukset ja kehittämismahdollisuudet”* (Tarvainen ym. 2006).

5.1.2

Päätösanalyysin soveltaminen hankkeessa

Koitereen säännöstelyn kehittämiselvityksessä sovellettiin kolmea eri päätösanalyttistä menetelmää. Aluksi arvoperustaista jäsentelyä sovellettiin ohjausryhmän jäsenten tavoitteiden tunnistamiseen ja säännöstelyn kehittämisoikeelman jäsentelyyn. Tämän jälkeen REGAIM-malliin pohjautuvia päätösanalyysihaastatteluita käytettiin säännöstelykäytännön kehittämisvaihtoehtojen muodostamiseen. Lopuksi vertailtiin viidelle eri ajankohdalle määritettyjen vedenkorkeusmuutosten vaikutuksia erilaisten tavoitteiden kannalta. Hankkeen eteneminen ja eri vaiheissa käsitellyt aiheet ja sovelletut menetelmät on kuvattu taulukossa 9.

Arvoperustainen jäsentely

Arvoperustainen jäsentely suoritettiin ohjausryhmälle järjestetyssä tilaisuudessa. Aluksi ohjausryhmäläisille esiteltiin tavoitteista alustava hahmotelma, joka perustui aiempaan ohjausryh-

Taulukko 9. Koitereen säännöstelyn kehittämishankkeen ohjausryhmän toiminta ja yleisötilaisuudet sekä keskeiset näissä käsitellyt aiheet.

Kokous	Käsitellyt aiheet
Kokous 24.3.2004	- Säännöstelyn kehittämistarpeiden arviointia - Tutkimustarpeiden arviointia - Kokemuksia aikaisemmista kehittämishankkeista
Kokous ja maastokatselmus 24.–25.8.2004	- Tutkimustulosten esittelyä - REGAIM-mallin esittely - Tutustuminen Koitereeseen ja rantasortumiin veneillä
Kokous ja yleisötilaisuus 28.10.2004	- Tutkimustulosten esittelyä - Postikyselyn tulosten esittely - Yleisötilaisuus Tyrjänsaaren maamiesseurantalolla
Päätösanalyysitilaisuus 24.1.2005	- Hankkeen tavoitteiden arvoperustainen jäsentely - Päätösanalyysihaastatteluiden pohjustus (säännöstelyn vaikutusten henkilökohtainen arvottaminen ja tavoitesäännöstelyn muodostaminen)
Päätösanalyysihaastattelut 25.–28.1.2005	Henkilökohtaisten tavoitesäännöstelyiden muodostaminen
Kokous 31.3.2005	- Tutkimustulosten esittelyä - Yhteenveto säännöstelyn hyödyistä ja haitoista - Arvoperustaisen jäsentelyn esittely - Tavoitesäännöstelyt ja niiden pohjalta muodostetut säännöstelyvaihtoehdot - Vesistön tilan parantamisstrategioiden pohjustus
Retki Ontojärvelle 10.6.2005	Ontojärven säännöstelyyn ja sen vaikutuksiin (erityisesti rantasortumiin ja niiden kunnostuksiin) tutustuminen
Kokous, maastokatselmus ja yleisötilaisuus 3.8.2005	- Tutkimustuloksien esittelyä - Päivitetty yhteenveto säännöstelyn vaikutuksista - Säännöstelyvaihtoehtojen vertailun tulosten esittely - Alustus suositusten muodostamisesta - Tutustuminen maastossa rantakalatutkimukseen - Yleisötilaisuus Kivilahden nuorisoseurantalolla
Kokous 20.9.2005	- Mahdollisten toimenpiteiden esittelyä - Säännöstelyvaihtoehtojen vertailua - Ryhmätyö ja toimenpideyhdistelmien purku
Kokous, 29.11.2005	Suosituksien käsittely
Kokous, 28.3.2006	Suosituksien hyväksyminen

mätyöskentelyyn, tehtyihin selvityksiin sekä kirjallisuuteen (Keeney 1992, Beierle 2002). Tätä seurasi parityöskentelynä toteutettu tavoitteiden pohdinta ja keskustelu ryhmässä. Saatujen kommenttien perusteella jäsentelyä hiottiin ja keskustelua jatkettiin seuraavassa kokouksessa. Taulukossa 10 on esiteltynä lopullinen tavoitteiden jäsentely, jossa päätasolla ovat perimmäiset tavoitteet ja niiden alla on keino-, prosessi- ja organisaatiotavoitteita, jotka edesauttavat perimmäisten tavoitteiden saavuttamisessa.

Tavoitteiden muotoilu ja ryhmittely lopulliseksi tavoitteiden jäsentelyksi oli haastava tehtävä. Aluksi tavoitteissa ilmeni paljon päällekkäisyyksiä siten, että jokin asia saattoi sisältyä useaan eri tavoitteeseen, eikä päällekkäisyyksiä saatu kokonaan karsittua pois. Joidenkin tavoitteiden kohdalla pidettiin myös tärkeänä sitä, että molemmat tavoitteet mainitaan tavoitejäsentelyssä, vaikka lievää päällekkäisyyttä ilmenikin. Näin saatiin kuitenkin molemmat näkökannat otettua huomioon.

Myös oikeanlaisen muotoilun etsiminen vaati kärsivällisyyttä. Usein tavoitteiden yhteydessä voisi puhua jonkun asian maksimoimisesta tai minimoimisesta, mutta eri osapuolien tavoitteita yhteen sovittavassa prosessissa yksittäisten tavoitteiden minimointi tai maksimointi antavat helposti väärän kuvan tavoitteesta. Tämän vuoksi hankkeessa pyrittiin käyttämään näiden sijasta esimerkiksi termejä vähentäminen, lisääminen ja parantaminen, sillä nämä koettiin sovittelevimmiksi ja siten paremmin hankkeen henkeen kuuluviksi.

Osallistujien aktiivisuuden ansiosta arvoperustaista jäsentelyä käsittelevä tilaisuus onnistui hyvin. Parityöskentely osoittautui hyväksi tavaksi synnyttää pohdintaa tavoitteista, sillä näin kukaan ei voinut jättäytyä syrjään. Parityöskentelyä seuranneet keskustelut olivat myös vilkkaita ja tavoitteiden määrittämisen ja jäsentelyn kannalta hyödyllisiä. Jäsentely hyväksyttiin myöhemmin ohjausryhmässä tilaisuuden sen jälkeen, kun siinä oli otettu huomioon muutama tarkentava kommentti.

Taulukko 10. Koitereen säännöstelyn kehittämisen tavoitteet.

Perimmäiset tavoitteet ja tavoitteet, joilla pyritään niihin
1. Alueen taloudellisen hyvinvoinnin parantaminen 1.1 Rantojen kunnostuskustannusten vähentäminen ja maan arvon säilyminen 1.1.1 Rantavyörymien vähentäminen 1.1.2 Rantojen tehokas, riittävä ja käyttötärpeita vastaava kunnostus 1.2 Voimatalouden toimintaedellytysten turvaaminen 1.2.1 Sopuratkaisun löytyminen ja nykyisten lupaehtojen säilyminen 1.2.2 Ohjuksutusriskien minimointi 1.2.3 Kunnostus- ja hoitokustannusten kohtuullisuus 1.3 Muiden elinkeinojen toimintaedellytysten parantaminen 1.3.1 Matkailuelinkeinon parantaminen 1.3.2 Ammattikalastuksen toimintaedellytysten parantaminen 1.4 Eriyisten vesiolosuhteiden aiheuttamien haittojen riskin minimoiminen 1.4.1 Tulvavahinkoriskien minimointi 1.4.2 Patoturvallisuusriskien minimointi
2. Sosiaalisten hättävien vaikutusten ja terveystarpeiden minimointi 2.1 Virkistyskäyttöolosuhteiden parantaminen 2.1.1 Rantojen ja rantarakenteiden käytettävyyden parantaminen 2.1.2 Kalastusolosuhteiden parantaminen 2.1.3 Veneilyturvallisuuden lisääminen 2.2 Koitereelle luontaisen erämaamaiseman turvaaminen 2.2.1 Hiekkarantamaiseman "palauttaminen" 2.2.2 Rantojen erämaisuuden säilyttäminen 2.3 Terveellisen ympäristön turvaaminen 2.3.1 Ravinnosta saadun elohopean vähentäminen
3. Vesiluonnon tilan parantaminen 3.1 Rantavyöhykkeen monimuotoisuuden parantaminen 3.1.1 Rantavyöhykkeen kasvillisuuden ja eliöstön tilan parantaminen 3.1.2 Matalien lahtien vedenlaadun parantaminen 3.2 Eliöiden lisääntymisolosuhteiden parantaminen 3.2.1 Kalojen lisääntymisolosuhteiden ja kalakantojen parantaminen 3.2.2 Lintujen pesintätappioiden vähentäminen 3.3 Häiriölle herkkien luontotyyppien ja elinympäristöjen suojeleminen 3.3.1 Luonnonoloiltaan herkkien alueiden suojeleminen
4. Tasavertaisuuden lisääminen säännöstelyn toteutuksessa 4.1 Kohtuullisuuden ja avoimuuden lisääminen 4.1.1 Selvitystyön kokonaisvaltaisuus ja avoimuus 4.1.2 Kaikkien käyttäjäryhmien osallistaminen 4.1.3 Paikallisen asiantuntemuksen hyödyntäminen 4.2 Ristiriitojen vähentäminen 4.2.1 Osapuolten välisen luottamuksen lujittaminen 4.2.2 Ajantasaisen ja riittävän tietopohjan tuottaminen suositusten laadintaan
5. Lainsäädäntö, ympäristöpolitiikka ja strategiset tavoitteet 5.1 Kiiton ilmastopöytäkirjan tavoitteiden huomioon ottaminen 5.1.1 Uusiutuvien luonnonvarojen käyttö energian tuotannossa 5.2 Luonnonsuojelunäkökohtien huomioon ottaminen 5.3 Vesistösäännöstelyjen yleisen hyväksynnän parantaminen

Päätösanalyysihaastattelut REGAIM-mallilla

Arvoperustaisen jäsentelyn jälkeen suoritettiin viidentoista ohjausryhmäläisen henkilökohtaiset päätösanalyysihaastattelut. Päätösanalyysin tukena haastatteluissa sovellettiin alun perin Pirkanmaan keskeisten järvien säännöstelyjen kehittämisselvityksen tueksi kehitettyä REGAIM-mallia (Marttunen ja Turunen 2003; Marttunen ja Suomalainen 2005). Malli pohjautuu arvopuu-analyysiin ja siihen sisältyy myös säännöstelyn laskentamalli ja vaikutusten arvioinnin osamalli. Koitereen kehittämisselvityksen yhteydessä mallia

kehitettiin edelleen menetelmällisesti ja muokattiin hankkeeseen sopivaksi.

Haastatteluiden tavoitteena oli:

- Välttää vesistön eri käyttäjäryhmien mielipiteitä ja kehittämisohdotuksia asiantuntijoille.
- Kartoittaa eri osapuolten suhtautumista säännöstelyyn, sen vaikutuksiin ja kehittämiseen.
- Tukea monitahoisen säännöstelyongelman ymmärtämistä, erimallisten vaikutusten vertailua ja omien arvostusten jäsentelyä.

REGAIM-mallissa luodaan kullekin haastateltavalle hänen näkemystensä mukainen tavoitesäännöstely. Mallissa arvioidaan ensin järkevät ylä- ja alarajat vedenkorkeudelle viitenä eri ajankohtana. Tämän jälkeen määritellään kunakin ajankohtana paras vedenkorkeus eri kriteerien (muun muassa luonto, virkistyskäyttö, voimatalous, jne.) suhteen ja arvioidaan kriteerien suhteellinen merkittävyys näinä ajankohtina. Näiden perustella malli laskee arvopuuanalyttisen tarkastelun avulla kullekin viidelle ajankohdalle haastatellun mieltymysten mukaisen tavoitevedenkorkeuden. Nämä yhdistämällä saadaan haastatellun niin sanottu tavoitesäännöstely (kuva 9). Lopuksi arvioidaan mallin avulla muodostettua tavoitesäännöstelyä ja sen vaikutuksia yhdessä haastateltavan kanssa. Mikäli haastateltava ei koe sen vastaavan omia toiveitaan ja tavoitteitaan, niin kriteerien painoarvoihin voidaan tehdä tarvittavia muutoksia.

Haastatteluissa tavoitesäännöstelyt muodostettiin tavanomaisille vesiolosuhteille, eli mätät ja kuivat vesiolosuhteet rajattiin tarkastelun ulkopuolelle. Näiden lisäksi kullekin haastatellulle muodostettiin niin sanottu ”tingityt tavoitesäännöstelyt” painottamalla vähemmän niitä tavoitteita, joista haastateltu olisi valmis viime kädessä joustamaan lievittääkseen tavoitesäännöstelystä aiheutuvia haittoja. Tingityt tavoitesäännöstelyt tehtiin, jotta välttyttäisiin omiin tavoitesäännöstelyihin ankuroitumiselta. Niillä pyrittiin myös tunnistamaan eri ajankohtiin kohdistuvien tavoitteiden välisiä tärkeyksiä.

Säännöstelyvaihtoehtojen muodostaminen ja vertailu

Ohjausryhmän jäsenten tavoitteiden ja tavoitesäännöstelyjen välillä voitiin tunnistaa yhtäläisyyksiä ja samansuuntaisuuksia. Näiden perusteella tavoitesäännöstelyt ryhmiteltiin kolmeen

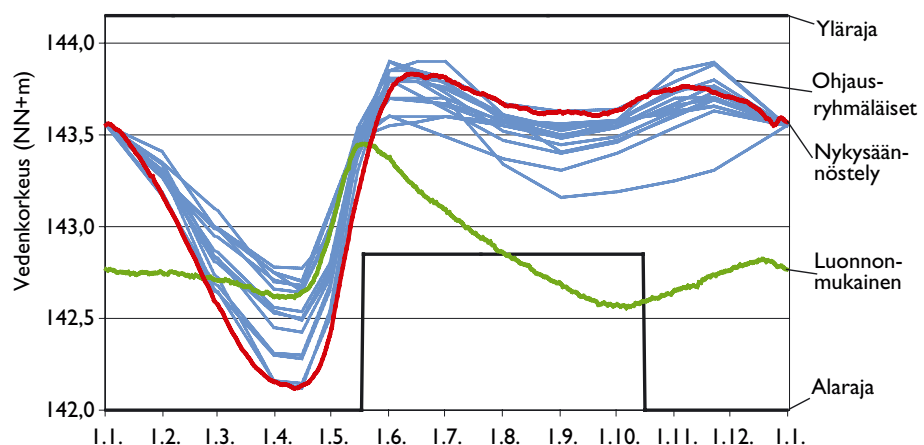
ryhmään ja kunkin ryhmän tärkeinä pitämien tavoitteiden ja tavoitesäännöstelyjen pohjalta muodostettiin ryhmän tavoitteita vastaavat säännöstelyvaihtoehdot:

- Vaihtoehto 1** – ranta-asukas–kalastaja
- Vaihtoehto 2** – vesiluonto–kalatalous
- Vaihtoehto 3** – lievennetty voimatalous.

Säännöstelyvaihtoehtojen vaikutuksia vesiluontoon, virkistyskäyttöön ja voimatalouteen arvioitiin hankkeessa tehtyihin selvityksiin nojautuen. Vaihtoehdot poikkesivat toisistaan esimerkiksi kevään alimpien vedenkorkeuksien osalta huomattavasti ja siksi voitiin katsoa, että niihin sisältyivät säännöstelyn kehittämisen mahdolliset ääripäät. Erilaisten vaikutusten suuren määrän vuoksi säännöstelyvaihtoehtojen kaikkien vaikutusten samanaikainen sisäistäminen ja niiden vertailu muodostui kuitenkin hyvin haastavaksi tehtäväksi myös arvioihin paneutuneille asiantuntijoille. Tämän vuoksi vaihtoehtotarkastelua päätettiin yksinkertaistaa tunnistamalla ja karsimalla vähämerkitykselliset kriteerit mallista ja arvioimalla merkityksellisiä vaikutuksia ajankohdittain.

Keskeisten vertailutilanteiden tunnistamiseksi ja säännöstelymuutoksesta aiheutuvien hyötyjen ja haittojen punnitsemiseksi merkityksellisiksi arvioidut kriteerit päätettiin arvioida viitenä eri ajankohtana (talvi, kevätkuopan ajankohta, alkukesä, loppukesä ja syksy). Perusteena oli, että monet säännöstelyn vaikutuksista ajoittuvat tiettyihin vuodenaikoihin ja koska Koitereen säännöstely on ainakin teoriassa mahdollista toteuttaa niin tehokkaasti, että tietyn ajankohdan vedenkorkeudet eivät välttämättä ole riippuvaisia edellisen ajankohdan vedenkorkeuksista. Tämän jälkeen laskettiin, kuinka suurilla vaikutuksilla kunkin ajankohdan vedenkorkeuksien muuttamisella on.

Kuva 9. Koitereen ohjausryhmäläisten tavoitesäännöstelyt, nykysäännöstelyn keskivedenkorkeus, luonnonmukainen keskivedenkorkeus sekä säännöstelyn ylä- ja alaraja.



Näin saatiin kuhunkin ajankohtaan liittyvistä vaikutuksista piirrettyä kuvaajat, jotka havainnollistivat vedenkorkeusmuutosten hyötyjen ja haittojen arviointia. Esimerkiksi kuvassa 10 on vertailtu kevätkuopan pienentämisen vaikutuksia sekä voimataloustappioihin että siian mädin tuhoutumiseen. Tarkastelun perusteella tehtiin johtopäätöksiä siitä, mitkä ovat mahdollisuudet vähentää säännöstelystä vesiluonnolle ja vesistön käytölle aiheutuvaa haittaa säännöstelykäytäntöä muuttamalla kuitenkin merkittävästi heikentämättä voimatalouden toimintaedellytyksiä.

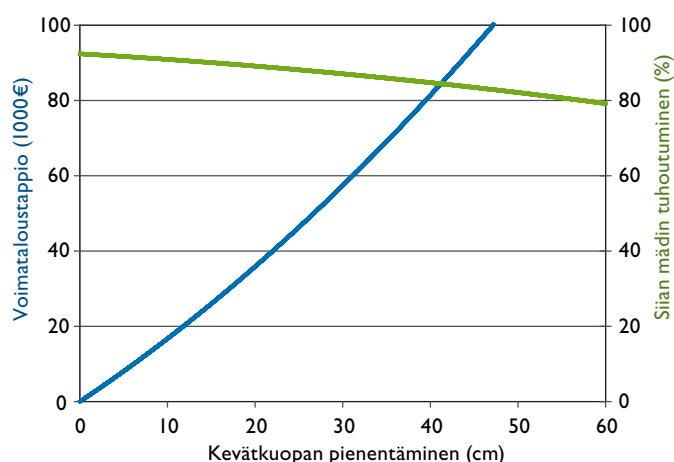
Tulosten analysointi

Päätösanalyysihaastattelujen perusteella saatuja säännöstelyvaihtoehtoja ja toimenpide-ehdotuksia arvioitiin ja vertailtiin ohjausryhmässä. Tavoitteiden arvoperustaista jäsentelyä käytettiin muistilistana arvioitaessa ja vertailtaessa niiden vaikutuksia. Näin varmistettiin, että kaikki tavoitteet on tullut otettua huomioon. Jäsentely auttoi myös arvioimaan kokonaisvaltaisesti laadittujen suositusehdotusten vaikutuksia. Keskustelu ohjausryhmässä oli vilkasta ja toi suunnitteluun uusia näkökulmia, muun muassa matkailuelinkeinon tavoitteet ja Koitereelle luontaisen erämaamaiseman suojelun. Ohjausryhmäläiset kokivat tarkastelun hyödylliseksi.

Tarkastelun perusteella todettiin, että säännöstelykäytäntöä muuttamalla voidaan jossain määrin vähentää säännöstelystä vesiluonnolle ja vesistön käytölle aiheutuvia haittoja aiheuttamatta merkittäviä voimataloustappioita. Esimerkiksi alkutalven vedenkorkeuksia nostamalla voidaan normaaleina vuosina vähäisessä määrin parantaa rantavyöhykkeen ekologista tilaa ilman merkittäviä voimataloustappioita. On kuitenkin huomattava, että tar-

kastelu on tehty keskimääräisissä olosuhteissa ja kuivissa tai märissä vesitilanteissa erot esimerkiksi voimataloudellisissa tappioissa voivat poiketa huomattavasti tässä esitetystä. Myös rantaeroosion arvioinnissa käytetyt mittarit antavat vain suuntaa antavan kuvan säännöstelykäytännön muutoksen vaikutuksista.

Arvopuuanalyysillä muodostetut tavoitesäännöstelyt, niiden pohjalta laaditut säännöstelyvaihtoehtot sekä vaihtoehtojen vertailu muodostivat jatkumon eri sidosryhmien edustajien tavoitteista kohti säännöstelykäytäntöä koskevia suosituksia. Eri säännöstelyvaihtoehtojen vertailun ja siitä ohjausryhmässä käydyn keskustelun pohjalta muodostettiin kaksi uutta säännöstelyvaihtoehtoa: *"kevätpainotteinen"* ja *"kesäpainotteinen vaihtoehto"*, joissa säännöstelykäytäntöä koskevat toimenpiteet kohdennettiin pääasiassa joko kevät- tai kesävedenkorkeuksiin. Näille vaihtoehtoilte tehtiin vaikutusarvioinnit, ja niiden hyötyjä ja haittoja vertailtiin ohjausryhmän kesken. Samalla muodostettiin parityöskentelynä säännöstelyvaihtoehtoja, jotka olisivat hyväksyttäviä säännöstelyn kehittämissuosituksiksi. Nämä muodostettiin valitsemalla pohjaksi joko *"kevät-"* tai *"kesäpainotteinen vaihtoehto"* ja ehdottamalla valintaan tarvittavia lisämuutoksia. Seitsemästä parista viisi valitsi vaihtoehtonsa pohjaksi *"kesäpainotteisen vaihtoehtoon"*, ja ehdotus säännöstelykäytännön suosituksiksi muodostettiin tämän vaihtoehtoon pohjalta ottaen huomioon myös muut toiveet. Huomioon otettiin vain hydrologisesti toteutettavissa olevat toiveet sekä sellaiset toiveet, joiden jälkeen uusi säännöstelyvaihtoehto ei vaikutuksiltaan kokonaisuudessaan merkittävästi heikentänyt minkään vesistön käyttömuodon toimintaedellytyksiä.



Kuva 10. Esimerkki merkityksellisten vaikutusten arvioinnista ajankohdittain. Kevätkuopan (maaliskuun loppu – huhtikuu) vedenkorkeuksiin liittyvät kriteerit ja vedenkorkeuden vaihtelun vaikutukset kriteerien arvoihin.

Kokemuksia

Koitereen säännöstelyn kehittämisselvityksessä sovellettu päätösanalyttinen lähestymistapa osoittautui hyvin toimivaksi. Lähestymistapaa soveltaen onnistuttiin myös sovittamaan yhteen eri osapuolten ristiriitaisia tavoitteita ja päädyttiin yhteiseen ratkaisuun prosessissa, jossa vastakkainasettelu osapuolien välillä oli alussa huomattava.

Eri menetelmistä saatu palaute ja kyselyiden vastaukset osoittivat säännöstelyn kehittämisen ohjausryhmän jäsenten pitäneen niitä tärkeinä ja hyödyllisinä hankkeen ja sen lopputuloksen kannalta. Esimerkiksi arvopuuanalyysin kohdalla kysymykseen *”Tämä tarkastelu oli mielestäni hyödyllinen säännöstelyn kehittämishankkeen kannalta”* vastasi 93% ohjausryhmäläisistä täysin samaa mieltä ja 7% osittain samaa mieltä. Arvoperustaisen jäsentelyn kohdalla vastaukset olivat 63% täysin samaa mieltä ja 38% osittain samaa mieltä, ja tavoitteiden pareittaisen vertailun kohdalla 58% täysin samaa mieltä, 33% osittain samaa mieltä ja 8% en osaa sanoa.

Ohjausryhmän jäsenet ymmärsivät hyvin, miten arvoperustainen jäsentely ja arvopuuanalyysi liittyivät säännöstelyn kehittämistyöhön. Kaikki kyselyihin vastaajat olivat täysin tai jokseenkin samaa mieltä, että he ymmärsivät kytköksen hyvin. Arvoperustainen jäsentely ja arvopuuanalyysi kannustivat myös ohjausryhmäläisiä ajattelemaan tavoitteitaan. Kaikki vastaajat olivat täysin tai jokseenkin samaa mieltä, että *”Arvopuuanalyysi kannusti pohtimaan omia tavoitteita enemmän kuin muutoin olisi tullut mietittyä.”* Arvoperustaisen jäsentelyn kohdalla kaikki paitsi kaksi vastaajaa olivat samaa mieltä väitteestä.

5.2

Päijänteiden säännöstelyvaihtoehtojen vertailu

5.2.1

Lähtökohdat

Päijänteiden säännöstelyn kehittämisselvitys toteutettiin vuosina 1995–1999. Työssä selvitettiin, kuinka Päijäntettä tulisi säännöstellä, jotta vesistön nykyinen käyttö ja eri etutahojen tavoitteet tulisivat sovitettua yhteen mahdollisimman tasapuolisesti. Työn käytännön toteutuksesta vastasi ympäristö-

ja päätösanalyysiasiantuntijoista muodostettu projektiryhmä ja työtä ohjaamaan perustettiin eri intressitahojen edustajista koottu seuranta- eli ohjausryhmä.

Päijänteiden säännöstelyprojektin alkuvaiheita leimasi negatiiviset ennakoasenteet ja luottamuspula eri intressitahojen edustajien välillä. Suomen ympäristökeskusta ei esimerkiksi pidetty riittävän puolueettomana tahona vetämään selvitystyötä, sillä se hoiti käytännössä vielä tuolloin säännöstelyn toteutusta. Haasteena projektissa olikin vesistön käyttäjien luottamuksen saavuttaminen selvitystyölle. Selvitystyön seurantarayhmä suhtautui myönteisesti päätösanalyttisten menetelmien soveltamiseen. Selvitys on kuvattu tarkemmin julkaisussa *”Päijänteiden säännöstelyn kehittäminen”* (Marttunen ja Järvinen 1999).

5.2.2

Päätösanalyysin soveltaminen hankkeessa

Työ eteni seuraavien osin päällekkäisten yleisten vaiheiden kautta:

Engelman jäsentely

Aluksi laadittiin hierarkiakaavio säännöstelyn arvioiduista vaikutuksista ja alustavista säännöstelyvaihtoehtoista. Tässä vaiheessa myös rajattiin selvitystyö eli päätettiin, mistä asioista tietoa hankitaan ja kuinka yksityiskohtaista tietoa tarvitaan. Lähtökohdana oli vesistön tarkastelu riittävän laajana, Päijänteiden säännöstelyn vaikutusalueen käsittävänä kokonaisuutena.

Vaikutusten ja tavoitteiden arviointi

Seuraavassa vaiheessa hankittiin tietoa säännöstelyn taloudellisista, ekologisista ja sosiaalisista vaikutuksista ja selvitettiin vesistön tilan ja käytön kannalta sopivat ja sopimattomat vedenkorkeudet ja virtaamat. Prosessin eri vaiheissa tehtiin yhteensä 18 erillistä osaselvitystä, joissa selvitettiin säännöstelyn vaikutuksia ympäristöön. Selvitystyössä yritettiin välttää säännöstelyn kehittämiskeskusteluissa varsin yleinen keinokeskeinen ajattelu, jolle on tyypillistä se, että esitetään muutosvaatimuksia vedenkorkeuksille, vaikka ongelmat ja niiden aiheuttajat ovat tunnistamatta ja tavoitteet vielä määrittämättä. Lähtökohdaksi otettiin siis eri intressiryhmien tavoitteiden määrittäminen. Ottamalla huomioon tieto säännöstelyn vaikutuksista sekä vesistön eri käyttäjäryhmien mielipiteet, saatiin säännöstelyn kehittämiselle asettua seuraavat yleiset tavoitteet:

- Parannetaan Päijänteen vesi ja rantaluonnon tilaa vähentämällä ruovikoita ja hidastamalla suojaisten lahtien umpeenkasvua.
- Vahvistetaan kalojen, erityisesti hauen, luonnonvaraista lisääntymistä Päijänteellä.
- Vähennetään Päijänteen virkistyskäytölle ja kalastukselle sopimattomia vedenkorkeuksia erityisesti keväällä ja kuivina kesinä.
- Ei lisätä tulvavahinkoja Päijänteellä eikä sen alapuolisessa vesistössä.
- Ei heikennetä vesistön tilaa eikä vaikeuteta virkistyskäyttöä Päijänteen alapuolisessa vesistössä.
- Ei aiheuteta merkittäviä menetyksiä Kymijoen vesivoimalaitoksille.

Eri intressitahojen tavoitteiden analysointi – päätösanalyysihaastattelut

Päätösanalyysihaastatteluilla selvitettiin säännöstelyn kehittämisselvityksen seurantaryhmän edustajien (18 kpl) suhtautumista säännöstelyyn ja sen vaikutuksiin. Menetelmänä käytettiin arvopuuanalyysiä. Tässä julkaisussa kuvataan pääpiirteissään haastatteluprosessi, mutta haastattelujen toteutusta, tuloksia ja päätösanalyysiprosessin merkitystä oppimisprosessin tukena ja sopuratkaisun löytymisen kannalta on kuvattu yksityiskohtaisemmin Marttusen ja Hämäläisen (2008) artikkelissa.

Haastattelujen tavoitteena oli:

- Auttaa haastateltavia hahmottamaan säännöstelyongelma kokonaisuutena
- Tukea erimitallisten (esim. taloudellisten, ekologisten ja sosiaalisten) vaikutusten vertailua ja omien arvostusten jäsentelyä
- Tuottaa tietoa eri tahojen suhtautumisesta säännöstelyn kehittämiseen
 - Mitkä vaikutukset koetaan merkittäviksi ja mitkä vähämerkityksellisiksi?
 - Mitkä ovat parhaat vaihtoehdot erilaisina vesivuosina?
- Selvittää näkemyseroja ja niiden syitä
 - Ollaanko yhtä mieltä tutkimustuloksista?
 - Kuinka suuria eroja etutahojen näkemyksissä on?
- Antaa hyvät lähtökohdat suositusten muodostamisvaiheelle
 - Tuotetun tiedon tehokas soveltaminen
 - Omien arvostusten selkiintyminen
 - Kokonaisuuden ymmärtäminen
 - Kommunikaation paraneminen.

Haastatteluista pyrittiin muodostamaan oppimisprosessi, jonka tavoitteena oli vähentää eri tahojen välillä olevia ristiriitoja ja vastakkainasettelua sekä parantaa keskustelujen laatua seurantaryhmässä ja täten edesauttaa kaikkien tahojen hyväksyttävissä olevien suositusten löytämistä. Haastattelut tapah-

Taulukko II. Haastatteluprosessin vaiheet.

Valmisteluvaihe • Päätös käytettävästä menetelmästä ja haastattelujen toteutustavasta (pätösanalyttikko, projektiryhmä) • Tavoitteiden ja kriteerien määrittäminen (projektiryhmä, seurantaryhmä) • Arvopuun muodostaminen (projektiryhmä, seurantaryhmä) • Säännöstelyvaihtoehtojen vaikutusten arviointi (pätösanalyttikko, projektiryhmä) • Jakoharhaan liittyvä käytännön tutkimus (opiskelijoita, projektin ulkopuolisia paikallisia asukkaita) • Menetelmän esittely työpajassa (asianosaisia eri työryhmiä) • Opastusmateriaalin valmistus haastateltaville (pätösanalyttikko)
Henkilökohtaiset päätösanalyysihaastattelut (kaikissa osavaiheissa paikalla päätösanalyttikko ja haastateltava) • Menetelmän yleisesittely • Vaihtoehtojen vaikutusten kuvaus • Kriteerien painojen arviointi (lähtien attributeista) • Painojen sanalliset perustelut • Kriteerien painojen visuaalinen vertailu ja herkkyysanalyysi • Mahdolliset muutokset painoihin
Tulosten tarkastelu • Alustava yhteenveto tuloksista (pätösanalyttikko) • Tulosten esittely ja keskustelua näistä (pätösanalyttikko, seurantaryhmä) • Tavoitteiden määrittäminen erityyppisille vuosille ja suositukset uusille säännöstelytoimenpiteille (pätösanalyttikko, seurantaryhmä) • Lopullinen yhteenveto ja johtopäätökset (pätösanalyttikko)

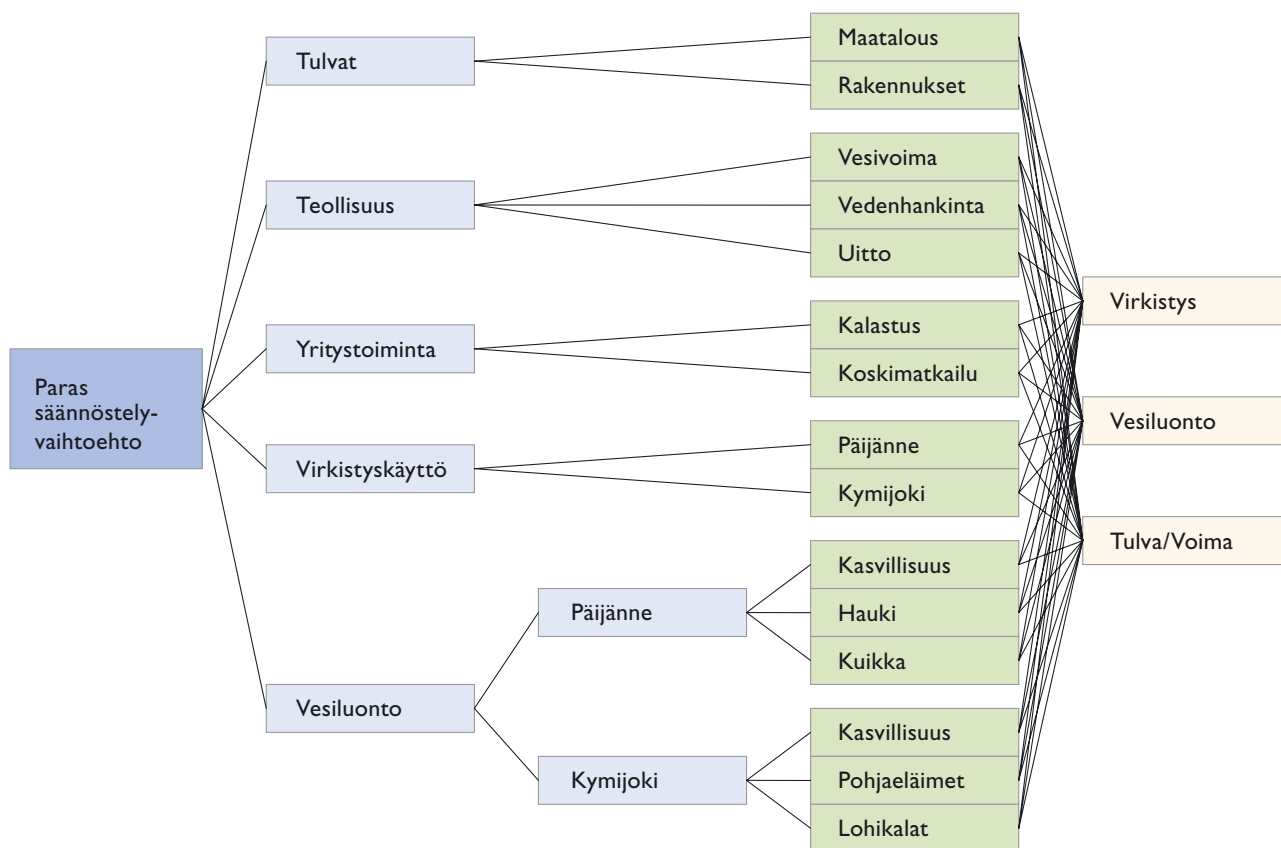
tuivat tietokoneavusteisesti soveltamalla HIPRE 3+ -ohjelmaa. Niiden kesto vaihteli 1,5 tunnista 5 tuntiin keskimääräisen haastatteluun käytetyn ajan ollessa hieman runsas kolme tuntia.

Itse haastatteluprosessista voidaan tunnistaa taulukossa 11 esitetyt vaiheet. Mukana ovat myös prosessin valmistelevat ja tulosten analysointiin liittyvät vaiheet. Sulkeissa on esitettyä eri vaiheisiin osallistuneen henkilöt ja tahot.

Haastattelut tehtiin erikseen tavanomaiselle, kuivalle ja märälle vuodelle. Erityyppisille vesi-vuosille muodostettiin oma arvopuunsa, johon koottiin ne tekijät, joiden suhteen tarkastellut vaihtoehdot poikkesivat selvästi toisistaan (kuva 11). Kullekin vertailutekijälle määritettiin mittari, jonka avulla arvioitiin vaihtoehtojen välillä olevia eroja. Haastatteluissa yhdistettiin vaikutus selvitysten tuottama tieto eri säännöstelytapojen taloudellisista, ekologisista ja sosiaalisista vaikutuksista ja haastateltavien henkilökohtaiset näkemykset eri säännöstelytapojen välillä olevien vaikutuserojen merkittävydestä. Vertailussa oli mukana kolme vaihtoehtoa: 1) virkistyskäyttöä palveleva Päijän-

teen tasasäännöstely, jossa Päijänteen vedenpinta pyrittiin pitämään mahdollisimman vakaana, 2) Päijänteen vesi- ja rantaluonnon tilan nykyään-
nöstelyä paremmin huomioon ottanut ekologinen säännöstely sekä 3) tulvasuojelu- ja voimatalous-
painotteinen säännöstely, jossa korostuivat sää-
nöstelyn alkuperäiset tavoitteet.

Haastatteluissa kiinnitettiin erityistä huomiota mahdollisten harhojen vähentämiseen. Ennen haastattelujen toteutusta TKK:n Systeemanalyysin laboratorio teki tutkimuksen (Alaja 1998; Hämäläinen ja Alaja 2007), jossa selvitettiin harhojen, erityisesti jakoharhan esiintymistä ja keinoja sen vähentämiseksi sekä opiskelijoilla että Päijänteen ranta-asukkailla. Tulosten perusteella päätösanalyytikon vastuu ja merkitys on suuri. Haastateltavien perehdyttämisellä harhojen mahdollisuuden voidaan vaikuttaa siihen, että painoarvot vastaavan paremmin haastateltavien näkemystä. Haastatteluissa lopputuloksen harhattomuutta pyrittiin parantamaan muun muassa seuraavilla toimenpiteillä:



Kuva 11. Päijänteen kehittämisselvityksen haastatteluissa käytetty arvopuu.

Monivaiheisen prosessin suositukset saatiin muotoiltua niin, että ne voitiin hyväksyä seurantaryhmässä yksimielisesti. Suosituksia esitettiin yhteensä 33 kappaletta muun muassa Päijänteen vedenkorkeuksille, Kalkkisten juoksutuksille ja Kymijoen virtaamille. Suosituksia esitettiin myös kalakantojen hoidolle, kunnostustoimenpiteille, tiedottamiselle ja seurannalle.

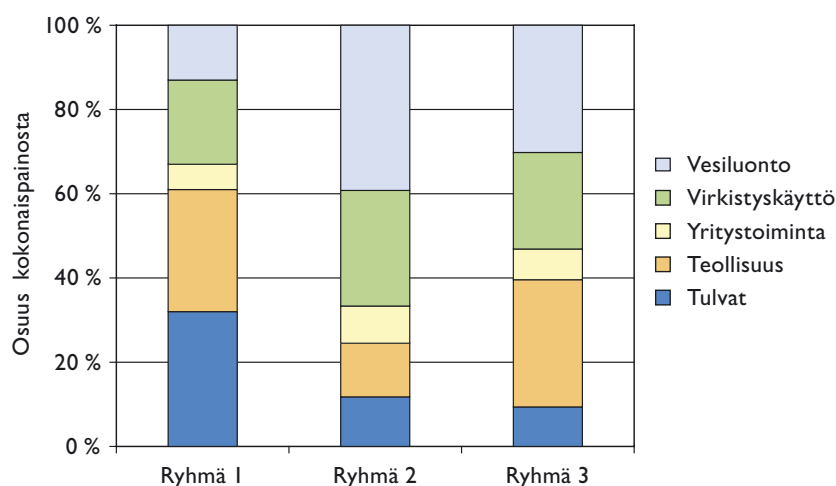
5.2.3

Kokemuksia

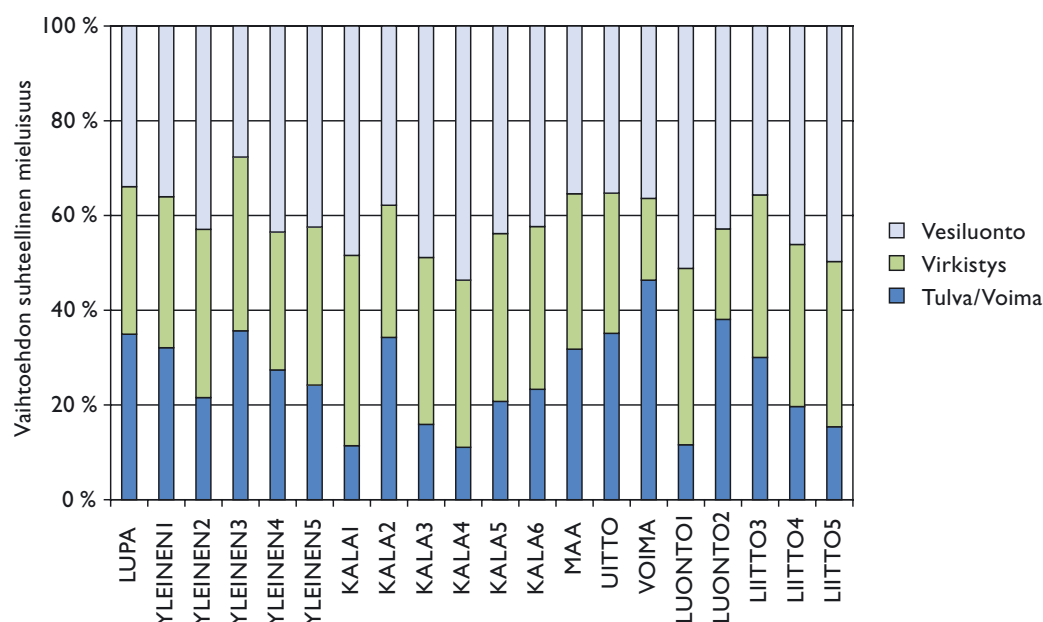
Päijänteen säännöstelyn kehittämiselvityksestä saadut kokemukset ja palaute olivat hyviä. Arvopuuanalyysi oli olennainen osa koko suunnittelu-

prosessia ja tuki seurantaryhmäläisten oppimista. Se havainnollisti eri sidosryhmien ja samaankin sidosryhmään kuuluneiden välillä olevia arvostuseroja. Tarkastelun tuloksia käytettiin hyväksi, kun seurantaryhmässä päätettiin siitä, mitä tavoitteita olisi säännöstelyssä painotettava vesiolosuhteiltaan erilaisina keväinä. Tämän perusteella määritettiin tavoitevedenkorkeudet eri ajankohdille eri tyyppisinä vuosina ja käynnistettiin monivaiheinen ja tarkentuva prosessi lopullisten säännöstelysuositusten muodostamiseksi. Tuloksia hyödynnettiin myös esiteltäessä ja perusteltaessa seurantaryhmässä laadittuja ja hyväksyttyjä säännöstelysuosituksia laajalle yleisölle.

Kuva 12. Eri ryhmien tavoitteille antamat keskimääräiset painot tavanomaisena vesivuotena.



Kuva 13. Vaihtoehtojen suhteellinen mieluisuus kunkin haastateltavan antamilla painoilla.



Mäntsälän järvien kunnostustarpeen arviointi

Lähtökohdat

Vesistöjen kunnostusta koskevat suunnittelukäytännöt ovat vesienhoitoa koskevan lain myötä muuttumassa aikaisempaa merkittävästi kokonaisvaltaisempaan ja ennakoivampaan suuntaan. Vesienhoidon suunnittelun yhteydessä tunnustetaan kohteita, joissa ekologisten tilatavoitteiden saavuttaminen edellyttää parantamistoimenpiteitä. Ekologisten tilatavoitteiden lisäksi myös vesistön käyttökelpoisuutta ja suojelua koskevat tavoitteet ovat tulevaisuudessakin tärkeitä. Valtioneuvoston periaatepäätöksessä Vesiensuojelun suuntaviivat 2015 vesistöjen kunnostukselle on asetettu tavoite *”Kunnostustarpeessa olevat tärkeimmät kohteet inventoidaan ja asetetaan tärkeysjärjestykseen”*. Valtakunnallisesti ja vesienhoitoalueittain tärkeimpien kunnostuskohteiden tunnistamisessa tarvitaan systemaattisia ja läpinäkyviä menetelmiä.

Tässä SYKEN, Uudenmaan ympäristökeskuksen ja Mäntsälän kunnan yhteisessä hankkeessa kehitettiin arvopuuanalyysiin perustuva järjestelmällinen lähestymistapa kunnostuskohteiden vertailuun ja priorisointiin. Tavoitteena oli luoda alueellisten ympäristökeskusten, TE-keskusten ja kuntien käyttöön yhtenäinen lähestymistapa ja kriteeristö, joiden avulla hankkeiden tärkeyttä koskevat arviot voidaan ymmärrettävällä tavalla esittää myös tavallisille kansalaisille, ja joita voidaan soveltaa eri puolilla Suomea esitettyjen kohteiden vertailussa. Hanke on kuvattu tarkemmin julkaisussa *”Monitavoitearviointi järvikunnostushankkeiden vertailussa – Menetelmän kuvaus ja testaus Mäntsälän ja Uudenmaan järvillä”* (Marttunen ym. 2008).

Päätösanalyysin soveltaminen hankkeessa

Alueellisille ympäristökeskuksille tulee vuosittain vesistökuunnostusten toteuttamiseksi yhteensä satoja aloitteita, joiden kaikkien toteuttaminen ei ole mahdollista. Ehdotuksissa kunnostuskohteiksi on usein hyvinkin suuria eroja sen suhteen, miten hyvin ne soveltuvat toteutettaviksi ja miten merkittäviä niiden vaikutukset ovat. Tämän vuoksi ei ole järkevää yksityiskohtaisesti analysoida kaikkia hankealoitteita, sillä tarkan arvioinnin tekeminen on työlästä, ja joukossa on myös hankkeita, joiden

kunnostustarpeen voi arvioida vähäiseksi yleisen edun näkökulmasta. Tarkastelu etenee vaiheittain siten, että varsinaiset päätösanalyysitarkastelut tehdään vain pienehkölle selkein perustein rajatulle aloitejoukolle.

Prosessi muodostuu kolmesta vaiheesta:

Vaihe 1: Arvioidaan alustavasti täyttääkö aloite minimikriteerit kunnostustarpeen ja toteutuksen sekä taustatietojen riittävyyden osalta

Vaihe 2: Arvioidaan hankkeen toteutettavuutta (esim. seurantatietojen riittävyys oikean toimenpiteen valitsemiseksi ja mahdollisten lisäselvitysten tarve, ekologiset, sosiaaliset ja taloudelliset edellytykset).

Vaihe 3: Vertaillaan kunnostushankkeita

- Muodostetaan kokonaiskuva kunnostustarpeesta vertailemalla järven tilaa ja käyttöpaineita.
- Vertaillaan kunnostushankkeen arvioituja kustannuksia ja hyötyjä.
- Laaditaan yhteenveto tarkastelun tuloksista.

Arviointitilanteesta riippuen osa vaiheista voidaan jättää myös suorittamatta, jolloin on mahdollista tehdä esimerkiksi vain vaiheen 3 mukainen kunnostuskohteiden vertailu päätösanalyysin avulla.

Vaihe 1. Kunnostuksen minimikriteerien täyttäminen

Lähestymistavassa aloitteiden alustava arviointi tehdään niin sanottujen minimikriteerien avulla. Minimikriteeritarkastelussa selvitetään, täyttääkö aloite riittävän monta 1) toteutettavuuteen ja paikallisaktiivisuuteen, 2) virkistys- ja suojeluarvoon, 3) vesistön tilaan ja 4) mahdollisiin haitta-vaikutuksiin liittyvää kriteeriä. Minimikriteerit on määritetty niin, että yksittäisen aloitteen arviointiin ei asiantuntijalta kuluisi aikaa 2–3 tuntia enempää. Minimikriteerien avulla voidaan jatkotarkasteluista karsia pois nopeasti sellaiset hankkeet, joiden rahoitus kunnan tai valtion varoin ei tule olemaan perusteltua. Tässä vaiheessa arvioidaan myös, riittävätkö esitetyn hankkeen taustatiedot lähtötilanteen kuvaamiseen ja toimenpidetarpeen määrittämiseen.

Vaihe 2. Hankkeen toteuttamiskelpoisuuden arviointi

Tässä vaiheessa hankealoitteet arvioidaan yleisessä arviointikehikossa, johon on koottu käyttöön, tilaan ja toteutettavuuteen liittyviä kriteereitä. Tavoitteena on tuottaa yleiskuva järven kunnostustarpeesta ja kunnostushankkeen toteuttamisen edellytyksistä. Kukin kriteeri on jaettu kolmeen

luokkaan ja hanketta arvioidaan sen suhteen, täyttääkö se näiden luokkien ehdot. Kriteereistä riippuen luokkien luonnehdinnat ovat *erittäin tärkeä, tärkeä ja tarpeellinen* tai *erittäin hyvä, hyvä ja melko hyvä*. Kullekin kriteerille on määritetty painoarvo 1 tai 2 ja kullekin luokalle pistearvo 5, 3 tai 1 (tai 0 jos hanke ei täytä minkään luokan ehtoja). Kohteille lasketaan niiden tärkeyttä ja toteuttamiskelpoisuutta kuvaavat kokonaispistemäärät kertomalla kunkin kriteerin kohdalla hankkeen saama luokitusarvio kriteerin tärkeydellä ja summaamalla lopuksi nämä yhteen.

Vaihe 3: Järvien kunnostustarpeen arviointi

Joissakin tilanteissa voi olla tarpeen arvioida järvien kunnostustarvetta monipuolisemmin ja tarkemmin kuin vaiheen 2 luokittaisella arvioinnilla. Tätä varten lähestymistavassa käytetään monitavoitearviointiin perustuvaa menetelmää, jossa järven kunnostustarvetta arvioidaan järven tilalle ja käytölle laskettujen indeksiarvojen perusteella. Tavoitteena on tunnistaa hankkeiden joukosta sellaisia, jotka tuottaisivat merkittävää hyötyä vesistön käytölle ja tilalle. Suurimmat erot vaiheen 2 tarkasteluun ovat, että arvioinnissa käytettävät kriteerit ovat monipuolisemmat ja ottavat paremmin huomioon vesistön potentiaalisen käyttöpaineen ja että kohteiden hyvyttä arviointikriteerien suhteen arvioidaan myös välimatka-asteikolla eikä pelkästään luokka-asteikolla.

Lähestymistavassa lasketaan kullekin järvelle erikseen arvot vesialueen tilalle (tilaindeksi) ja

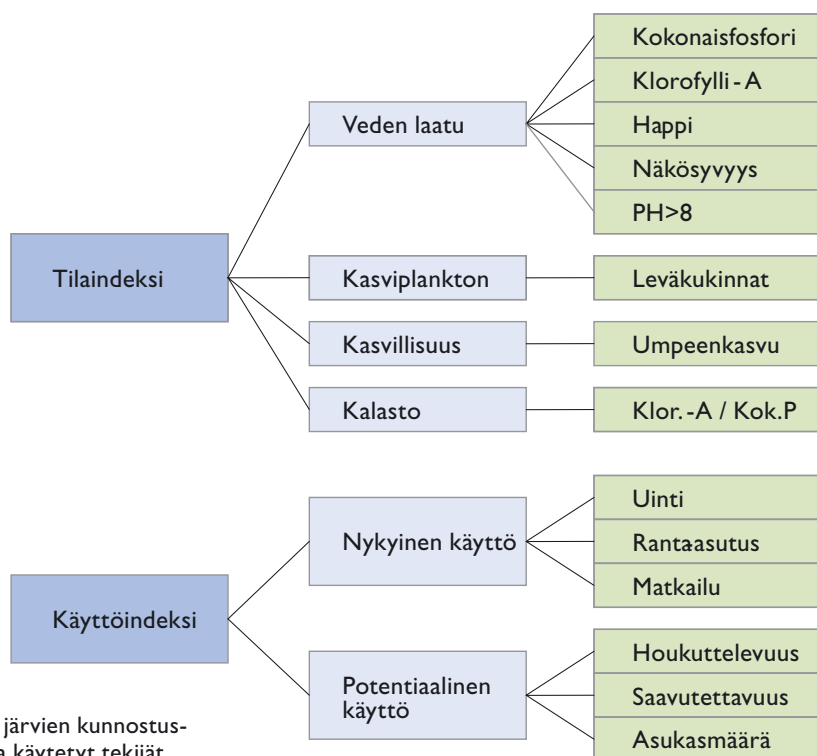
käytölle (käyttöindeksi). Tarkastelussa käytettävät kriteerit valitaan tilannekohtaisesti ja näiden valintaan vaikuttavat esimerkiksi arvioitavien kohteiden määrä, aineiston laatu ja tarkastelun tavoitteet.

Menetelmän soveltaminen Mäntsälän alueen järvillä

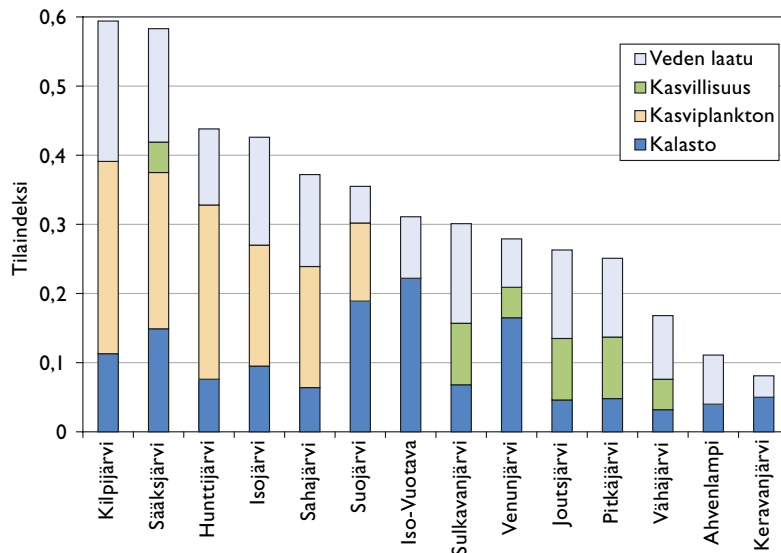
Edellä kuvattua vaiheittaista menetelmää testattiin vuosina 2005–2007 Mäntsälän alueella sijaitsevilla järvillä, joiden kunnostustarvetta arvioitiin Web-HIPRE -mallin avulla. Päätösanalyysivaiheeseen otettiin mukaan 14 järveä, ja mallilla laskettiin arvot järven käyttö- ja tilaindeksille. Tilaindeksin arvoon vaikuttivat vedenlaatu, kasviplankton, kasvillisuus ja kalasto. Vesistön käytön kokonaisarviossa otettiin huomioon sekä nykyinen käyttö että mahdollinen tuleva käyttöpaine (kuva 14).

Kuvissa 15 ja 16 on Mäntsälän järvien tilaa ja käyttöpainetta arvioitu järvien tila- ja käyttöindeksien perusteella. Pylväät on lisäksi jaettu osiin sen perusteella, mistä eri osatekijöistä indeksin arvo koostuu. Käyttöpaineiden kohdalla on otettava huomioon, että nykykäytölle annettiin tarkastelussa tärkeys-luku 100 ja potentiaaliselle käytölle 20, mikä siis korostaa nykykäytön osuutta kokonaisindeksissä.

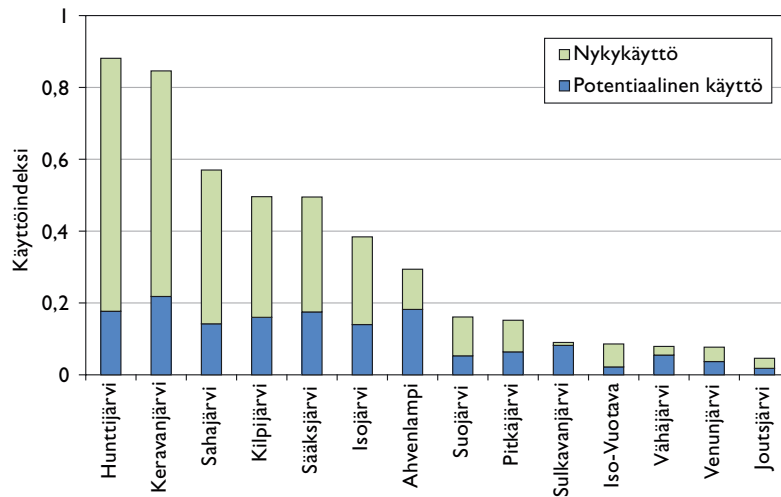
Kuvassa 17 on kunnostustarpeen suuruus arvioituna sekä tila- että käyttöindeksin perusteella. Tarkastelun perusteella järvet voidaan ryhmitellä karkeasti neljään ryhmään järven tilan (huono – hyvä) ja käytön (vähäinen – suuri) mukaan. Tämän jaottelun perusteella voidaan puolestaan



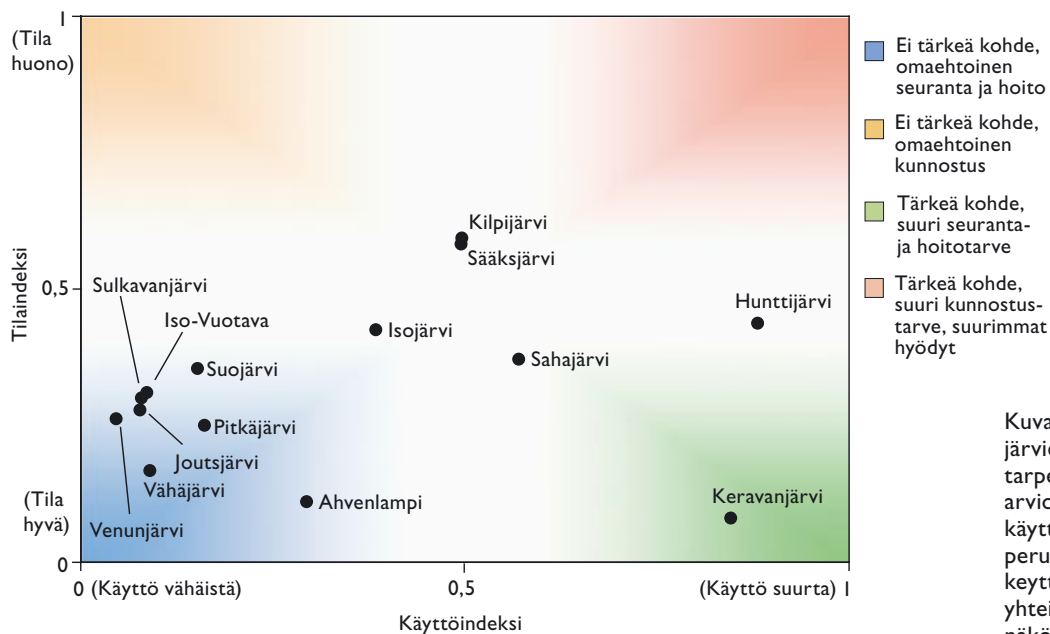
Kuva 14. Mäntsälän järvien kunnostustarpeen arvioinnissa käytetyt tekijät.



Kuva 15. Mäntsälän järvien tilan vertailu eri tekijöiden suhteen. Mitä korkeampi pylväs, sitä huonompi on järven tila.



Kuva 16. Mäntsälän järvien käyttöpaineen suuruus jaettuna nykyiseen ja potentiaaliseen käyttöön. Mitä korkeampi pylväs, sitä suurempi on käyttöpaine.



Kuva 17. Mäntsälän järvien kunnostus- tarpeen suuruus arvioituna tila- ja käyttöindeksien perusteella. Tärkeyttä on arvioitu yhteiskunnallisesta näkökulmasta.

arvioida hankkeen tärkeyttä yhteiskunnallisesta näkökulmasta. Suurimmalla osalla järvistä käyttö on vähäistä ja niiden tilakin on suhteellisen hyvä, joten kunnostustarvekin on pientä. Suurin yleinen kunnostustarve on Kilpijärvellä, Sääksjärvellä ja Hunttijärvellä. Keravanjärvellä puolestaan tila on hyvä, mutta käyttökin on suurta, joten seuranta- ja hoitotarve on suuri.

5.3.3

Kokemuksia

Saatujen havaintojen perusteella lähestymistapa osoittautui käyttökelpoiseksi, joskin varsin työlääksi tavaksi arvioida suuren järvijoukon kunnostustarvetta. Arviointi voidaan tehdä erilaisista tarpeista ja tavoitteista lähtien ja siksi myös arviointikriteerien valinta kannattaa tehdä tapauskohtaisesti. Monikriteerimenetelmää voidaan soveltaa joustavasti ottamalla tarkasteluun sellaiset kriteerit, jotka ovat kyseisellä alueella merkityksellisiä ja joista on olemassa riittävästi tietoa. Lähestymistapa tarjoaa systemaattisen ja monipuolisen tavan kohteiden arviointiin. Hankealoitteiden joukosta voidaan lähestymistavalla tunnistaa sellaiset kohteet, joiden kunnostaminen osittain esimerkiksi valtion tai kunnan varoilla on hyvin perusteltavissa. Menetelmällä voidaan havainnollistaa, miksi jokin kohde on menestynyt arvioinnissa jotakin toista kohdetta paremmin. Menetelmän tarkoitus on tukea suunnittelua ja päätöksentekoa eikä tuottaa päätöksiä. Menetelmää sovellettaessa on muistettava, että käytännössä päätöksentekoon vaikuttavat myös monet sellaiset tekijät, joita priorisointimalli ei ota huomioon. Eräänä lähestymistavan hyötynä pidettiin menetelmän kehittämiseen osallistuneessa asiantuntijaryhmässä sitä, että monikriteeritarkastelu edellytti omien kriteerien tärkeyspainojen määrittämistä. Samalla omia arvostuksia ja mielipiteitä tuli pohdittua tavanomaista enemmän. Prosessia pidettiin opettavaisena varsinkin, kun oli mahdollisuus verrata omia painotuksiaan muiden antamiin painoarvoihin.

Tapaustutkimuksesta saatujen kokemusten ja palautteen perusteella lähestymistapaa voidaan soveltaa näiden tavoitteiden saavuttamiseksi niin ympäristöhallinnossa, kunnissa kuin TE-keskuksissakin. Priorisointimenetelmä tarjoaa systemaattisen ja monipuolisen tavan kohteiden arviointiin, sillä vesienhoidon suunnittelussa parantamistoimenpiteitä vaativien kohteiden määrä on niin suuri, että kaikkia ei ole mahdollista kunnostaa valtion rahoituksella. Menetelmää voidaan soveltaa eri päätöksentekotasolla; valtakunnallisesti, vesienhoitoalueittain, alueellisesti (ympäristö- tai TE-keskuksissa), vesistöalueilla tai paikallisesti

(kunnat). Tarvetta olisi kehittää lähestymistapaa niin, että se mahdollistaisi myös jokien ja laajempien vesistöaluekokonaisuuksien tarkastelun.

5.4

Kyrönjoen kustannustehokkaiden vesienhoidontoimenpiteiden tunnistaminen ja vertailu

5.4.1

Lähtökohdat

Vesienhoito on koko Euroopan laajuista, vesipolitiikan puitedirektiiviin pohjautuvaa työtä, joka on Suomessa pantu toimeen laeilla mukaan lukien laki vesienhoidon järjestämisestä (Finlex 2004). Näiden mukaan vesienhoitotyöhön kuuluvat biologista näkökulmaa painottava vesien tilan arviointi, seuranta ja tilatavoitteiden asettaminen. Näiden saavuttamiseksi tehtävät toimenpiteet kootaan jokaiselle vesienhoitoalueelle tehtäväksi vesienhoitosuunnitelmaksi. Tavoitteena on, että vesipolitiikan puitedirektiiviin asettama tavoite vesistön ekologiselle tilalle vuonna 2015 toteutuisi. Toimenpiteistä laaditaan erillinen toimenpideohjelma, jonka yhteenveto on osa vesienhoitosuunnitelmaa. Vesienhoitosuunnitelmat menevät valtioneuvoston hyväksyttäväksi vuoden 2009 aikana.

Kyrönjoen vesistöalueelle laadittavaa toimenpideohjelmaa koskeva selvitys toteutettiin vuosina 2006–2007. Kyseessä oli toimenpideohjelmasuunnittelun pilottihanke ja hankkeessa kehitettyjä ja hyväksi havaittuja lähestymistapoja ja menetelmiä voidaan jatkossa soveltaa myös muualla. Tarkoituksena oli tunnistaa kustannustehokkaita toimenpiteitä vesistön ekologisen tilan ja käytettävyyden parantamiseksi ja tukea kustannustehokkaan ja toteutuskelpoisen toimenpideyhdistelmän muodostamisprosessia. Kyrönjoen alueelle oli jo aiemmin laadittu alustava hoito-ohjelma, joka ei kuitenkaan täysin vastaa nykyisiä säädöksiä ja ohjeita, mutta joka on antanut hyvän pohjan varsinaisen toimenpideohjelman laatimiseen.

Toimenpideohjelman laatimista on ohjannut läntisen vesienhoitoalueen ohjausryhmä ja alueellinen vesienhoidon yhteistyöryhmä. Mukana oli Länsi-Suomen ympäristökeskuksen, Suomen ympäristökeskuksen, Pohjanmaan vesiensuojeluyhdistyksen, Pohjanmaan TE-keskuksen kalatalousyksikön ja MTK Etelä-Pohjanmaan edustajia. Toimenpideohjelman laatimisen vaiheita on käsitelty myös Kyrönjoki-työryhmässä ja neuvottelukunnassa.

Päätösanalyysin soveltaminen hankkeessa

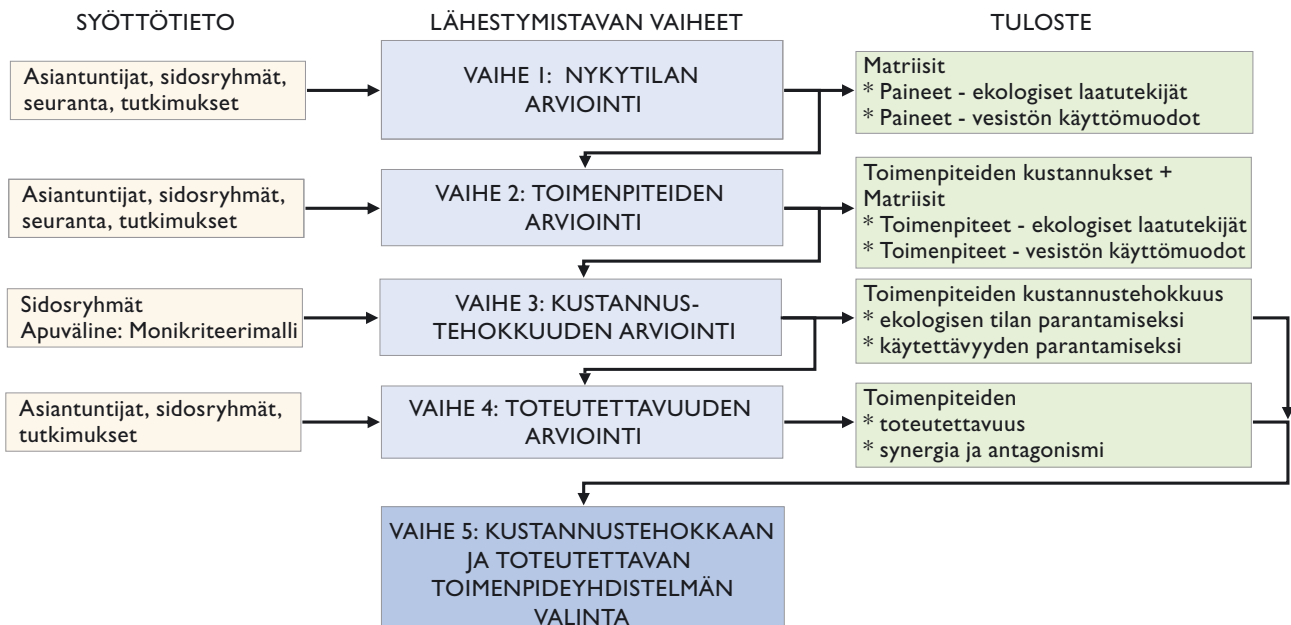
Kyrönjoen toimenpideohjelman laadinnassa on noudatettu mahdollisimman pitkälle osallistuvan suunnittelun periaatteita. Varsinainen vesienhoitosuunnitelma on laadittu suunnitelmien ja ohjelmien vaikutusten arvioinnista annetun lain mukaisin menettelytavoin ja siihen sisältyy niin sanottu ympäristöselostus. Lain periaatteiden mukainen vuorovaikutus on toteutunut toimenpideohjelmaa laadittaessa osallistumisena ja kuulemisena erilaisissa valintatilanteissa.

Kyrönjoen pilottihankkeessa keskeisenä tehtävänä oli tunnistaa ihmistoiminnan vesistöjen eri alueisiin kohdistamia paineita ja näiden pohjalta pyrkiä luomaan ja arvioimaan toimenpiteitä vesistön tilan parantamiseksi. Tässä keskityimme siihen, miten näitä paineita kuvattiin ja käsiteltiin päätösanalyttisen lähestymistavan puitteissa. Selvitys seurasi kuvassa 18 esitettyjä vaiheita. Kuvassa näkyvät myös eri vaiheissa käytetyt syöttötiedot ja saadut pääasialliset tulokset. Itse menetelmä, sen soveltaminen ja tulokset on kirjattu yksityiskohteisesti raportissa *"Kyrönjoen vesistöalueen vesienhoidon toimenpideohjelma"* (Länsi-Suomen ympäristökeskus 2008).

Vaihe 1. Nykytilan arviointi

Prosessi alkoi suunnittelutilanteen hahmottamisella ja ensimmäisenä tehtävänä tunnistettiin erilaisia ihmistoiminnan aiheuttamia paineita vesistöalueella. Vesistöalueelle luotiin painematriisi, jossa ihmistoiminnan vesistöön kohdistamien paineiden vaikutukset vesistön tilaan voidaan kuvata havainnollisesti ja kattavasti. Matriisin pystyakselilla on karkealla asteikolla erilaisista ihmistoiminnoista aiheutuvat paineet ja vaakakselilla vesistön ekologiset tilamuuttujat. Matriisiin oli helppo palata suunnittelun edetessä, jolloin se toimi myös muistilistana. Siihen tehtiin myös tarvittavia muutoksia ja lisäyksiä, kun tietämys suunnittelutilanteesta lisääntyi. Tässä vaiheessa arvioitiin myös paineiden vaikutuksia käyttö-, kulttuuri- ja maisema-arvoihin.

Tarkastelujen perusteella Kyrönjoen valuma-alueella olevat jokialueet ja tekojärvet eivät ole hyvässä ekologisessa tilassa. Muun muassa Kyrönjoen fosfori ja typpipitoisuudet ovat korkeita. Rehevyys ja kiintoainepäästöt heikentävät kaikkien tarkasteltujen jokialueiden ja järvien tilaa ja maaperän happamuus heikentää varsinkin Kyrönjoen pääuoman ja jokisuiston tilaa. Lisäksi vaellusesteet ja monet muut rakenteelliset seikat vaikuttavat useiden tarkasteltujen vesimuodostu-



Kuva 18. Kustannustehokkaan toimenpideyhdistelmän tunnistamisessa hyödynnettävän päätösanalyttisen lähestymistavan vaiheet sekä niissä tarvittavat syöttötiedot ja pääasialliset tulokset.

mien tilaan. Todettiin, että hyvän ekologisen tilan saavuttaminen edellyttää Kyrönjoen valuma-alueella seuraavia tavoitteita:

- Vesistön ravinne ja kiintoainepitoisuus on saatava selkeästi alemmaksi.
- Vesistön happamuuspiikkejä on lievennettävä ja samalla pienennettävä vesistön haitallisen korkeita metallipitoisuuksia niin, että laajamittaisia kalakuolemia ei enää esiinny.
- Vaelluskalojen liikkumisen on oltava mahdollista vähintään Kyrönjoen pääuomassa ja kaloilla on oltava riittävästi lisääntymisaluita. Kauhajoella ja Jalasjoella rapukantojen ja taimenkantojen elinmahdollisuudet on turvattava, samoin Seinäjoella rapukannan elinmahdollisuudet.
- Tekojärvien kalojen elohopeapitoisuutta on saatava pienemmäksi.

Näiden tavoitteiden pohjalta puolestaan muodostettiin asiantuntija-arviona tarkemmat ravinnekuormituksen vähentämistavoitteet eri toimialoille.

Vaihe 2. Toimenpiteiden arviointi

Seuraavassa vaiheessa tunnistettiin keinoja (toimenpiteitä) asetettujen tavoitteiden saavuttamiseksi ja arvioitiin näiden hyvyttä. Jo nykyisin vesistön tilan parantamiseksi tehdään monia toimenpiteitä. Niiden ei kuitenkaan ole arvioitu riittävän Kyrönjoella ekologisten tilatavoitteiden saavuttamiseksi. Tämän vuoksi muodostettiin lisätoimenpiteitä pääasiassa tehostamalla tai laajentamalla nykyisinkin sovellettavien toimenpiteiden käyttöä ja muodostamalla niistä kustannustehokkaita, toteuttamiskelpoisiksi arvioituja toimenpideyhdistelmiä. Apuna käytettiin olemassa olevia tietoja toimenpiteiden kustannuksista, tehokkuuksista ja soveltuvuuksista erilaisiin olosuhteisiin.

Keinojen vaikutuksia ja niihin liittyvää epävarmuutta tarkasteltiin tarkemmin arvopuuanalyysin avulla. Toimenpiteiden pisteyttäminen eri tilamuuttujien suhteen tehtiin ensin kolmiportaisella asteikolla kunkin toimenpideryhmän sisällä niihin kuuluvien toimenpiteiden suhteellisten vaikutusten selvittämiseksi (taulukko 12). Pisteytyksessä verrattiin siis toimenpiteiden tehokkuuksia vain samaan toimenpideryhmään kuuluviin toimenpiteisiin verrattuna. Esimerkiksi turvetuotannon kohdalla kunkin toimenpiteen (*pintavalutus*, *kemiallinen käsittely* ja *virtaaman säätö*) tehokkuuksia eri tilamuuttujien suhteen vertailtiin ainoastaan suhteessa tämän ryhmän kahteen muuhun toimenpiteeseen. Lisäksi arvioitiin toimenpiteiden kustannuksia ja toteutettavuutta. Toteutettavuudessa pyrittiin ottamaan huomioon muun muassa:

- Sosiaalinen toteutettavuus (Kuinka todennäköistä on, että toimenpiteeseen suhtaudutaan ristiriitaisesti? Kuinka suuri ristiriita on?)
- Tekninen toteutettavuus (Onko menetelmä teknisesti soveltuva alueen ominaispiirteisiin?)
- Juridinen toteutettavuus (Vaatiiko toimenpide ympäristö-/rakennusluvan? Edellyttääkö luvan myöntäminen YVA-menettelyä? Vaatiiko toimenpide kaavoituksellisia toimia?)
- Vaikutuksen aikajänne (Vaikuttaako toimenpide heti vai viiveellä? Mikä on toimenpiteen uusimistarve?)
- Toivottuun vaikutukseen liittyvä epävarmuus (Mihin toimenpiteen vaikutusarviot perustuvat? Onko toimenpiteen tieteellinen pohja vankka ja onko siitä kokemuksia?)
- Ei-toivottuihin sivuvaikutuksiin liittyvä epävarmuus (Voiko toimenpiteellä olla haitallisia vaikutuksia?)

Tämän jälkeen toimenpiteiden tehokkuusarviot suhteutettiin koskemaan toimenpiteiden välisiä vaikutuksia myös eri toimenpideryhmien välillä. Suhteuttaminen tehtiin painottamalla toimenpideryhmiä siten, että annetut pistemäärät kuvastavat sitä, kuinka laajasti toimenpiteitä voidaan toteuttaa Kyrönjoen vesistössä. Painotus toteutettiin antamalla ensin 100 pistettä sille toimenpideryhmälle, joka vaikuttaa eniten vesistöä kuormittaviin tekijöihin ottaen huomioon toimenpideryhmän toteuttamismahdollisuudet. Tämän jälkeen muille ryhmille annettiin pistemäärät siten, että ne kuvastivat muiden toimenpideryhmien suhteellista merkitystä verrattuna eniten pisteitä saaneeseen ryhmään. Painotus tehtiin erikseen Kyrönjoen päähaaralle ja sivujoille, koska ihmis-toiminnan aiheuttamat kuormitusvaikutukset ovat niissä erilaiset. Varsinaiset toimenpiteiden tehokkuusarvot eri muuttujien suhteen saatiin kertomalla koko toimenpideryhmän saama pistearvo kyseisen toimenpiteen ryhmän sisäisellä tehokkuudella siten, että tehokkuudelle ”++” kerroin oli 1, tehokkuudelle ”+” 0,5 ja mikäli toimenpiteellä ei ollut vaikutuksia kerroin oli 0. Esimerkiksi taulukossa 12 ”Kemiallisen käsittelyn” tehokkuus ”typpipitoisuuden” suhteen on ”+” (kerroin 0,5) ja koko turvetuotannon toimenpideryhmän pistemäärä 20, niin tämän toimenpiteen mittausarvo suhteutettuna koko toimenpidejoukkoon on $0,5 \cdot 20 = 10$.

Eri tilamuuttujien väliset tärkeydet saatiin selville pyytämällä Kyrönjoki-työryhmän jäseniä järjestämään kriteerit tärkeysjärjestykseen. Arvioinnissa korostettiin, että järjestämisessä on otettava

Taulukko 12. Toimenpiteiden vaikutusten arviointi ekologiin tilamuuttujiin.

Asteikko:

++ = Toimenpide on tehokas. Myönteinen vaikutus on konkreettinen.

+ = Toimenpide on melko tehokas. Myönteinen vaikutus on mitattavissa, mutta se ei ole konkreettinen (esim. silminhavaittava tai välillisiä positiivisia vaikutuksia aiheuttava).

- = Toimenpiteellä on haitallisia vaikutuksia tilamuuttujaan.

← Toimenpideryhmät	Vaikutukset tilamuuttujiin →		Fysikaalis-kemialliset tilamuuttujat							Biologiset tilamuuttujat			Hydromorfologiset tilamuutt.			Vaikutusten painoarvot	
	Toimenpiteet		Happipitoisuus	Typipitoisuus	Fosforipitoisuus	Kiintoainepitoisuus	Humuspitoisuus (väri / CODMn)	Happamuus	Prioriteetti- /haitalliset aineet	Kasviplankton	Pohjaeläimet	Kalat	Hydrologinen systeemi	Morfologia	Joen jatkuvuus / esteettömyys	Toimenpideryhmien painoarvot Kyrönjoen pääuomassa	Toimenpideryhmien painoarvot Kauhajoella, Jalasjoella ja Seinäjoella
Peltoviljely		Optimaalinen lannoitus	+	++	++					++						90	100
		Kevennetty muokkaus		+	+	++											
		Non-food viljely			+	++		(+)									
		Suojavyöhykkeet		+	++	++				+		+					
		Laskeutusaltaat			+	+											
		Kosteikot		+	+	+		+		+			+				
		Peltojen käyttötarkoituksen muutos		+	+	++		++	+		+	+					
	Alunamaat	Vesistöalkitus						(+)	+		+	+				100	10
		Kalkkisuodinojitus			(+)			(+)	(+)		(+)	(+)					
		Säätösalaajitus		+	+			+	+		+	+	+				
		Kuivatusolojen säätö						+	+		+	+	+				
		Kuivatettujen alueiden vesittäminen						+	+		+	+					
Yhdyskuntien jäteveden puhdistamot	Viemäriverkoston saneeraus			+	+	+			+	+						15	10
	Typen poisto			++						+							
	Jäteveden jälkikäsittely			+	+				+								
Turvetuotanto	Pintavalutus			++	++	++	+			+						20	70
	Kemiallinen käsittely			+	++		+			+							
	Virtaaman säätö					+							+				
Metsätalous	Kevyet maanmuokkausmenetelmät			+	(+)	++										45	80
	Suojavyöhykkeet			+	+	++	+			+		++					
	Pintavalutus			++	+	++	+			+			+				
	Laskeutusaltaat			+	(+)	+	+										
	Pohjapadot					++							+				
	Kosteikot			+	+	+	+	(+)					+				
Haja-asutus	Kuivakäymälät			++	++	+				+						35	55
	Liittyminen viemäriin			++	++	++				+							
	Kylien yhteispuhdistamot			+	++	++				+							
	Maaperäkäsittely			+	+	+				(+)							
	Pienpuhdistamot			+	++	+				+							
Vesistö-rakenteet	Kalojen kulkumahdollisuuksien parantaminen											++			++	70	60
	Säännöstelyn muutos					+		+				+	++				
	Habitaattikunnostukset										++	++		++			
	Muut ekol. kunnostukset ja ennallistamiset					+				+	+	+		++			

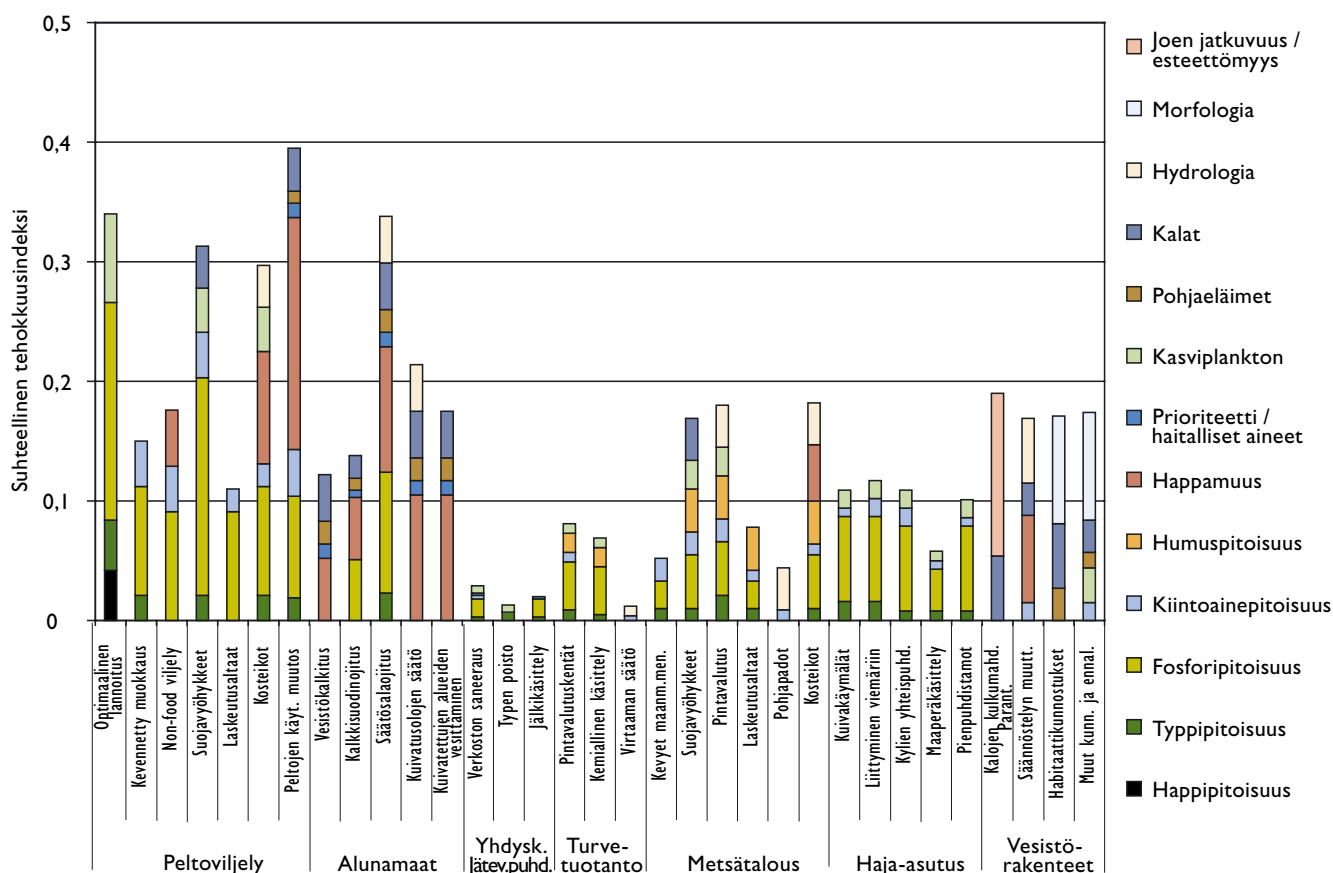
huomioon, kuinka paljon eri toimenpiteillä parhaimmassa mahdollisessa tapauksessa pystytään parantamaan vesistön tilaa kyseisen tilamuuttujan suhteen. Näin myös muuttujien vaihteluvälit tulevat huomioitua. Vastaajien kriteereille antamat tärkeysjärjestykset muutettiin painoiksi siten, että tärkeimmälle kriteerille annettiin 100 pistettä, seuraavaksi tärkeimmälle 80, ja niin edelleen siten, että viidenneksi tärkeimmälle annettiin 20 pistettä. Laskemalla eri vastaajien kriteereille antamat pistemäärät yhteen ja normeeraamalla näiden summa yhdeksi, saatiin alustavat koko ryhmän painot kriteereille. Näitä käytettiin sitten lähtökohtana koko ryhmän yhteisessä keskustelussa, joissa kriteerien lopulliset painot määriteltiin ja hieman muutettuna lopulta hyväksyttiin.

Arvopuuanalyysin avulla toimenpiteiden vaikutukset eri tavoitteisiin voitiin yhteismitallistaa ja näin saatiin arvio siitä, kuinka vaikuttavia/tehokkaita keinot ovat asetettujen tavoitteiden saavuttamisen kannalta (kuva 19). Tehokkuudet laskettiin Kyrönjoen pääuomalle ja sivujoille erikseen.

Kuvassa eri toimenpiteiden kokonaistehokkuudet pääuomassa on jaettu osiin sen mukaan kuinka tehokkaita toimenpiteet ovat eri tilamuuttujien saavuttamisen suhteen. Tämän avulla voidaan vertailla sekä eri toimenpiteiden kokonaistehokkuuksia, että sitä, mistä eri vaikutuksista kunkin toimenpiteen tehokkuus koostuu. Toimenpiteiden kokonaistehokkuudet ovat suhteellisia eli ne kertovat toimenpiteiden tehokkuuden suhteessa muihin toimenpiteisiin.

Vaihe 3. Kustannustehokkuuden arviointi

Seuraavassa vaiheessa toimenpiteiden suhteellisten tehokkuuksien rinnalle tuotiin niiden kustannukset (taulukko 13). Toimenpiteet luokiteltiin niiden suhteellisten tehokkuusarvojen mukaisesti *melko tehottomiin*, *melko tehokkaisiin*, *tehokkaisiin* ja *hyvin tehokkaisiin* toimenpiteisiin. Luokittelu tehtiin pääuomassa ja sivujoissa erikseen. Kustannustehokkuudeltaan parhaita toimenpiteitä ovat sellaiset toimenpiteet, joiden suhteelliseksi tehokkuudeksi on arvioitu *tehokas* tai *hyvin tehokas* ja, jotka



Kuva 19. Toimenpiteiden suhteelliset tehokkuudet Kyrönjoen pääuoman ekologisen tilan parantamiseksi. Tehokkuudet perustuvat alustaviin tarkasteluihin.

ovat kustannuksiltaan *melko edullisia* tai *edullisia*. Toimenpiteet, jotka ovat *melko tehottomia* tai *melko tehokkaita* ja jotka ovat *kalliita* tai *erittäin kalliita*, ovat kustannustehokkuudeltaan huonoimpia. Muut toimenpiteet määriteltiin kustannustehokkuudeltaan kohtalaisiksi. Näitä määritelmiä käytettiin hyväksi toimenpideyhdistelmiä muodostettaessa.

Vaihe 4. Suositusten muodostaminen

Tarkastelun lopputuloksena muodostettiin suositukset vesistön tilaan ja käyttöön liittyvien keskeisten ongelmien lieventämiseksi ja vesistön tilalle ja käytölle asetettiin konkreettiset tavoite-
tasot. Suositukset muodostettiin hyödyntämällä aikaisempien vaiheiden tuloksia ja johtopäätelmiä.

Taulukko 13. Yhteenveto lisätoimenpiteiden vaikutuksista Kyrönjoen pääuomassa ja sivujoissa, kustannuksista ja toteutettavuuksista. Kustannustehokkuudeltaan parhaat toimenpiteet ovat vihreällä taustavärillä.

Toimenpide-ryhmät		Toimenpiteet	Tehokkuus pääuomassa	Tehokkus Kauha-, Jalas- ja Seinäjoella	Kustannukset	Toteutettavuuteen vaikuttavia huomioita
Peltoviljely		Optimaalinen lannoitus	Hyvin tehokas	Hyvin tehokas	Edullinen	-
		Kevennetty muokkaus	Tehokas	Tehokas	Edullinen	-
		Non-food viljely	Tehokas	Tehokas	Edullinen	Vaikutukset epävarmoja
		Suojavyöhykkeet	Hyvin tehokas	Hyvin tehokas	Melko kallis	-
		Laskeutusaltaat	Melko tehokas	Tehokas	Melko kallis	Lyhytkestoinen
		Kosteikot	Hyvin tehokas	Hyvin tehokas	Melko kallis	Saattaa edellyttää luvan
		Peltojen käyttötar-koituksen muutos	Hyvin tehokas	Hyvin tehokas	Erittäin kallis	Merkittäviä yhteiskun-nallisia haittoja
	Alunamaat	Vesistökalkitus	Melko tehokas	Melko tehoton	Melko kallis	Sivuvaikutuksia, hetkellinen
		Kalkkisuodinojitus	Melko tehokas	Melko tehoton	Kallis	Lyhytkestoinen, vaiku-tukset epävarmoja
		Säätösalaajitus	Hyvin tehokas	Melko tehoton	Kallis	Vaikutukset epävarmoja
Kuivatusolojen säätö		Tehokas	Melko tehoton	Melko edullinen	Vaikutukset epävarmoja	
	Kuivatettujen jättömaiden vesittäminen	Tehokas	Melko tehoton	Melko kallis	Vaikutukset epävarmoja	
Yhdyskuten jäteveden puhdistamot		Verkoston saneeraus	Melko tehoton	Melko tehoton	Melko kallis	-
		Typen poisto	Melko tehoton	Melko tehoton	Erittäin kallis	-
		Jälkikäsitteily	Melko tehoton	Melko tehoton	Melko edullinen	-
Turvetuotanto		Pintavalutus	Melko tehokas	Hyvin tehokas	Melko edullinen	-
		Kemiallinen käsittely	Melko tehoton	Hyvin tehokas	Kallis	-
		Virtaaman säätö	Melko tehoton	Melko tehokas	Edullinen	Vaikutukset epävarmoja
Metsätalous		Kevyet maanmuokkausmenetelmät	Melko tehoton	Tehokas	Edullinen	-
		Suojavyöhykkeet	Tehokas	Hyvin tehokas	Melko kallis	-
		Pintavalutus	Tehokas	Hyvin tehokas	Melko edullinen	Soveltuvia kohteita vähän pääuomassa
		Laskeutusaltaat	Melko tehokas	Hyvin tehokas	Melko edullinen	Lyhytkestoinen
		Pohjapadot	Melko tehoton	Tehokas	Melko edullinen	Saattaa edellyttää luvan
		Kosteikot	Tehokas	Hyvin tehokas	Melko kallis	Saattaa edellyttää luvan
Haja-asutus		Kuivakäymälät	Melko tehokas	Tehokas	Edullinen	-
		Liittyminen viemäriin	Melko tehokas	Tehokas	Melko kallis	-
		Kylien yhteispuhdistamot	Melko tehokas	Tehokas	Melko kallis	Lupa- tai ilmoitusmenettely
		Maaperäkäsittely	Melko tehoton	Melko tehokas	Melko edullinen	Lupa- tai ilmoitusmenettely
		Pienpuhdistamot	Melko tehokas	Tehokas	Kallis	Lupa- tai ilmoitusmenettely
Vesistörakenteet		Kalojen kulkumahdollisu-uksien parantaminen	Tehokas	Melko tehokas	Melko edullinen	Mahdollisia yhteiskun-nallisia haittoja, saattaa edellyttää luvan
		Säännöstelykäytännön muutos	Tehokas	Tehokas	Kallis	Mahdollisia yhteiskun-nallisia haittoja, lupamenettely
		Habitaattikunnostukset	Tehokas	Tehokas	Melko edullinen	Saattaa edellyttää luvan
		Muut kunnostukset ja ennallistamiset	Tehokas	Tehokas	Melko edullinen	Saattaa edellyttää luvan

Tasojä asetettaessa keskusteltiin muun muassa siitä, asetetaanko tasot esimerkiksi ideaalisiksi pitkän aikavälin tavoitetasoiksi vai realistisiksi, jotka on mahdollista saavuttaa esimerkiksi vuoteen 2015 mennessä.

Varsinaisiin toimenpideyhdistelmiin pyrittiin löytämään sellaiset toimenpiteet, joita vesistössä tulisi ensisijaisesti tehdä, kun ekologista tilaa pyritään parantamaan. Suositeltaviksi toimenpideyhdistelmiksi valittiin koko toimenpidejoukon sekä kunkin kuormitustahon kustannustehokkaimmat ja toteutettavuudeltaan parhaat toimenpiteet. Toimenpideyhdistelmästä pois jääneet toimenpiteet ovat toissijaisesti suositeltavia. Nämä toimenpiteet tulevat kyseeseen, jos ensisijaisesti suositeltavia toimenpiteitä ei jostain syystä voida toteuttaa tai ne eivät ole riittäviä. Jotkut toimenpiteistä ovat suositeltavia varauksin. Tällaiset toimenpiteet voivat yksittäisissä tapauksissa olla kustannustehokkaita ja toteutettavia, mutta kaikissa tapauksissa niitä ei voida ensisijaisesti suositella.

5.4.3

Kokemuksia

Kyrönjoen esimerkki antaa hyvän käsityksen siitä, miten toimenpideohjelmatyössä voidaan soveltaa päätösanalyttisiä menetelmiä. Kyrönjoella sovellettu lähestymistapa auttoi jäsentämään monita-hoista ongelmaa ja tuotti järjestelmällisen tavan edetä vaihe vaiheelta ja perustellusti suositeltavaan toimenpideyhdistelmään. Työssä käytetyt taulukot (esim. taulukko 12) kokosivat hyvin yhteen eri tutkimuksissa ja keskusteluissa ilmi tulleet tiedot. Tämän lisäksi taulukoihin voitiin työn edetessä helposti palata ja tehdä niihin tarkistuneita käsi-tyksiä vastaavia muutoksia. Päätösanalyttisen lähestymistavan avulla taulukoihin kerätyt tiedot oli mahdollista yhdistää toimenpiteiden vaikutta-vuutta kuvaaviksi suhteelliseksi tehokkuuksiksi. Saatuja tuloksia voitiin käyttää hyvänä lähtötie-tona kustannustehokkaan toimenpideyhdistelmän muodostamisessa. Lisäksi tulokset pystyttiin esit-tämään havainnollisessa muodossa pylväsdiagrammeina, joista käy ilmi vaihtoehtojen koko-naistehokkuuksien lisäksi myös eri osatekijöiden vaikutukset tuloksiin. Tästä oli apua, kun tulok-sista keskusteltiin sidosryhmien kesken erilaisissa neuvotteluissa ja kokouksissa.

Kyrönjoen tapaus oli työmäärältään suuri, mikä johtui osittain työn pilottiluonteesta. Jatkossa työn vaiheita voidaan yksinkertaistaa ja karsia, mikä tekee menettelystä kevyemmän. Joitakin Kyrön-joen tapauksessa täytettyjä taulukoita voidaan käyttää myös muissa vesistöissä tehtävien tarkas-

telujen pohjana, mikä myös vähentää menettelyn työläisyyttä.

5.5

Plavinaksen voimalaitoksen ohijuoksutusomavaihtoehtojen YVA

5.5.1

Lähtökohdat

Monitavoitteista päätösanalyysiä on sovellettu myös Latvian suurimmassa joessa, Daugavassa, olevan Plavinaksen voimalaitoksen ohijuoksutus-vaihtoehtojen arvioinnissa. Hankkeessa arvioitiin ohijuoksutuskapasiteetin lisäämiseksi ja käytettä-vyyden parantamiseksi suunniteltujen vaihtoehtojen ympäristövaikutuksia. Selvityksestä vastasi Fortum Hydropower Services ja Mika Marttunen SYKEstä toimi siinä päätösanalyysiasiantuntijana (Muotka 2006). Plavinas on yksi joen kolmesta suuresta vesivoimalaitoksesta, jotka vastaavat noin kolmea neljännessä Latvian energiantuotannosta ja tuottavat noin puolet Latvian koko energiantar-peesta. Tällä hetkellä Plavinaksen ohijuoksutuskapasiteetti ei kaikilta osin täytä kansainvälisiä vaati-muksia. Hankkeessa arvioitiin ja vertailtiin neljää erilaista lisätulva-aukon rakentamisvaihtoehtoa.

5.5.2

Päätösanalyysin soveltaminen hankkeessa

Työssä sovellettiin arvopuuanalyysiä ja Web-HIPRE -ohjelmistoa. Itse päätösanalyysiprosessi oli tyypillinen ja seurasi seuraavia vaiheita:

- Ongelman rajausta
- Tavoitteiden tunnistaminen ja jäsentely
- Attribuuttien määrittäminen
- Vaihtoehtojen generointi ja niiden vaikutus-ten määrittäminen
- Asianosaisten ja päätöksentekijöiden mieltymysten selvittäminen
- Kriteerien painojen määrittäminen
- Vaihtoehtojen paremmuusjärjestys
- Tulosten arviointi.

Työn ensimmäisessä vaiheessa päätösanalyysi-asiantuntija jäseni suunnittelutilanteen yhdessä hankkeeseen syvällisemmin paneutuneen konsultin kanssa. Tässä vaiheessa määritettiin kriteerit ja mittarit sekä arviointiasteikot (liite 1). Kriteerit jäsennettiin hierarkkisesti arvopuuksi Web-HIPRE -ohjelmalla (liite 2) ja YVA-asiakirjoja hyödyntäen

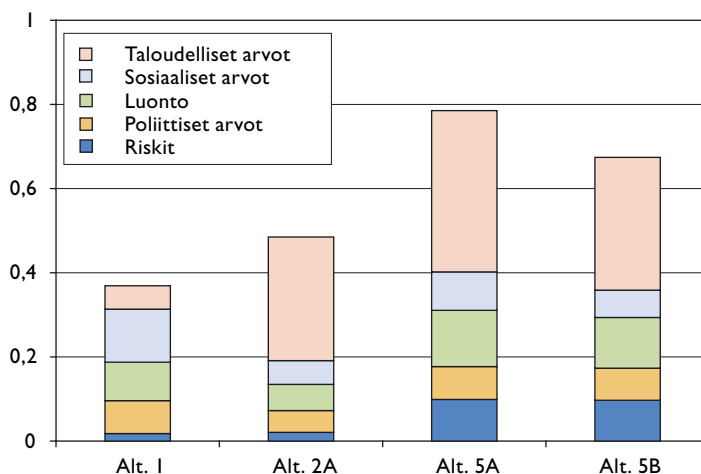
määritettiin mittausarvot vaihtoehdoille. Seuraavassa vaiheessa konsultti kävi keskusteluja kriteereistä ja mittareista latvialaisten asiantuntijoiden kanssa. Osa alun perin ehdotetuista näkemyksistä ei soveltunut paikalliseen arvoympäristöön, mikä vuoksi kriteereitä ja arvopuuta muutettiin asiantuntijoiden näkemysten perusteella. Joillekin kriteereille määritettiin myös uudet mittarit paikallisen konsultin YVA:an liittyvien selvitysten perusteella.

Hankkeessa ei aikataulu- ja budjettisyyistä ollut mahdollista tehdä henkilökohtaisia päätösanalyysihaastatteluja, vaan painotukset tehtiin asiantuntija-arvioina. Nämä perustuivat osittain haastattelututkimukseen, joka tehtiin suullisena tutkimusta varten luodun kysymysjoukon pohjalta. Haastatteluja tehtiin sekä voimalaitoksen lähialueella ja alempana jokivarressa oleville asianosaisille.

Päätösanalyytikko ei osallistunut varsinaiseen kriteerien painotukseen, mutta opasti painotustekniikassa ja painotuskysymysten muotoilussa. Hän

myös informoi konsulttia yleisimmistä painotusharhoista ja niiden välttämisestä. Vaihtoehtoihin liittyvien vaikutusten arvioinnissa käytettiin sekä YVA:an liittyvien selvitysten että haastattelujen tuloksia. Työn erityispiirteenä oli useiden epäsuorien ja luotujen attribuuttien käyttö. Luotujen attribuuttien kohdalla on tärkeää, että näissä käytettävät mitta-asteikot ovat helposti kuvailtavissa ja käsitettävissä. Taulukoissa 14 ja 15 on esitettyä kaksi luotua attribuuttia ja näiden attribuuttitasojen kuvaukset. Epäsuorien attribuuttien käytössä sen sijaan on tärkeää, että attribuutti kuvaa mahdollisimman tarkasti attribuutin hyvyttä kyseessä olevan kriteerin suhteen. Esimerkkinä hankkeessa käytetystä epäsuorasta attribuutista on padon rakentamiseen käytettävän maa-aineksen määrä, jolla kuvataan rakennustyön aikaisia vedenlaatuun kohdistuvia vaikutuksia.

Parhaaksi vaihtoehdoksi tarkastelun perusteella osoittautui vaihtoehto 5A (kuva 20). Se oli tarkastelluista vaihtoehdoista paras yhtä lukuun otta-



Kuva 20. Plavinaksen ohijuohtusvaihtoehtojen kokonaisarvot.

Taulukko 14. Attribuuttitasot luodulle attribuutille ”maisemalliset vaikutukset”.

Attribuuttitaso	Vaikutus
0 (Ei vaikutuksia)	Ei haitallisia vaikutuksia
- 1 (Vähäinen)	Vähäisiä vaikutuksia tai vaikutukset kohdistuvat vain teollisuusalueeseen tai jätemaahan
- 3 (Kohtalainen)	Kohtalaisia vaikutuksia luontoon, tai teollisuus- tai jätemaahan kohdistuvia suuria vaikutuksia, jotka vähentävät maan arvoa huomattavasta
- 5 (Suuri)	Laajoja vaikutuksia luontoon tai asuinalueiden maisemaan

Taulukko 15. Attribuuttitasot luodulle attribuutille ”työn viivästyminen”.

Attribuuttitaso	Kuvaus
0	Pieni riski 3-6 kuukauden viivästymiseen, ei riskiä yli vuoden viivästymiseen
1 (Matala)	Suuri riski 3-6 kuukauden viivästymiseen tai pieni riski yli vuoden viivästymiseen
2 (Kohtalainen)	Suuri riski 1-1,5 vuoden viivästymiseen tai pieni riski yli 2 vuoden viivästymiseen
3 (Suuri)	Suuri riski yli 2 vuoden viivästymiseen

matta kaikkien pääkriteerien suhteen. Ainoastaan sosiaalisten vaikutusten suhteen vaihtoehto 1 oli sitä selvästi parempi.

5.5.3

Kokemuksia

Hankkeessa monitavoitearviointia hyödynnettiin laajan YVA-aineiston jäsentämisessä. Tunnistamalla keskeiset vaikutukset ja vertailemalla vaih-

toehtoja järjestelmällisesti niiden suhteen kyettiin muodostamaan aikaisempaa parempi kokonaisnäkemys asiasta. Analyysin perusteella voitiin myös havainnollistaa eri vaihtoehtojen vahvuuksia ja ongelmia. Analyysi vahvisti asiantuntijoilla ollutta käsitystä siitä, että vaihtoehto 5A on paras. Monitavoitearviointi tarjosi hyvän perustan myös suomalaisen konsultin ja latvialaisten asiantuntijoiden välisille keskusteluille.

6 Esimerkkejä päätösanalyysin soveltamisesta ja tutkimuksesta muilla sektoreilla Suomessa

Tässä julkaisussa on keskitytty kuvaamaan päätösanalyysiä hyödyntäviä vesistöjen käyttöön ja hoitoon liittyviä hankkeita. Näiden lisäksi päätösanalyysiä on SYKEssä käytetty laajasti elinkaariarviointiin pohjautuvissa tutkimushankkeissa (esim. Seppälä 1999, 2003; Tenhunen ym. 2000). Päätösanalyysiä on hyödynnetty myös muun muassa arvioitaessa jollakin tietyllä alueella, esimerkiksi Etelä-Savossa, tapahtuvien toimintojen ympäristövaikutuksia (esim. Tenhunen ym. 2004; Tenhunen ja Seppälä 2000) ja tuotannon ekotehokkuutta (Tenhunen & Lohi 2001) sekä arvioitaessa teollisuuden sivutuotteiden käyttökelpoisuutta maa-rakenteissa (Sorvari ja Tenhunen 2000).

SYKEN lisäksi päätösanalyttisiä työkaluja on sovellettu ja tutkittu myös muilla sektoreilla. Seuraavassa luomme lyhyen katsauksen Metsäntutkimuslaitoksella, Tielaitoksella/hallinnossa ja Säteiluturvakeskuksessa tehtyihin sovelluksiin.

6.1

Päätösanalyysi Metsäntutkimuslaitoksella

Metsäntutkimuslaitoksen tutkimusryhmä ”Päätöksenteon menetelmät ja prosessit metsäalalla” tutkii metsäalaan liittyvien päätösongelmien ratkaisua. Keskeistä tutkimuksessa on, kuinka informaation, menetelmien ja järjestelmien avulla voidaan lisätä ymmärrystä päätöksenteon perusteista, tukea päätöksentekoa ja parantaa samalla päätösten laatua.

Ryhmän tutkimukset voidaan jakaa neljään toisiaan täydentävään tutkimussuuntaan:

- Adaptiivisen päätöksenteon tutkimuksissa päätöksentekoprosessi voidaan sopeuttaa ominaisuuksiin, joita tarkasteltavalla päätösongelmalla on.
- Päätöksenteon epävarmuuksien ja riskien tutkimuksissa kehitetään tilastotieteellisiä malleja, joilla lähtötietojen aiheuttamat epä-

varmuudet voidaan ottaa päätöksenteossa huomioon.

- Spatiaalisten ja hierarkkisten päätösongelmien tutkimuksissa kehitetään ja testataan erilaisia menetelmiä, joiden avulla voidaan ottaa huomioon resurssien määrän lisäksi niiden sijainti toisiinsa nähden.
- Sosio-ekologisten järjestelmien tutkimuksissa luonnonvarojen käyttöön liittyviä päätösongelmia analysoidaan niin, että huomio kiinnitetään samanaikaisesti sekä sosiaalisiin, ekologisiin, että taloudellisiin vuorovaikutussuhteisiin.

Tutkimusryhmässä päätösanalyysiä on sovellettu etenkin metsienhoidon suunnittelussa (Kangas ym. 2000, 2001, 2006). Tutkimukset ovat liittyneet muun muassa yksityismetsänomistajan päätöksentekoon ongelmien (esim. Hujala ym. 2007), alueellisiin metsäohjelmiin (esim. Leskinen 2004) ja Metsähallituksen luonnonvarasuunnitteluun (esim. Pykäläinen ym. 2007). Metsien käytön suunnittelun lisäksi työn alla on muun muassa sahateollisuuden liiketoimintastrategiaan ja bioenergiaan liittyviä päätöstukisovelluksia.

Tutkimusryhmä on myös tuottanut joukon päätöksenteon tukemiseen suunniteltuja sovelluksia ja työkaluja. Näitä ovat muun muassa STEPS-ohjelmisto (STatistical Elicitation of PreferenceS) ja MESTA-päätöstukisovellus. STEPS on preferenssien mittaamiseen soveltuva tietokoneohjelmisto, joka huomioi preferenssien sisältämät epävarmuudet tilastotieteellisiä malleja hyödyntämällä. Näiden mallien avulla voidaan muun muassa arvioida, millä todennäköisyydellä jokin päätösvaihtoehto on parempi kuin jokin toinen, kun otetaan huomioon lähtötietojen sisältämä epävarmuus. Epävarmuuden mittaaminen perustuu esimerkiksi preferenssitiedon sisäiseen epäjohdonmukaisuuteen. STEPS on yleinen päätöksenteon tukiohjelmisto, ja sitä voidaan soveltaa myös metsäalan ulkopuolella.

MESTA on päätösvaihtoehtojen kokonaisvaltaisen arvottamisen Internet-sovellus. Se perustuu hyväksymisrajojen (esimerkiksi sen, montako euroa hakkuutuloja metsänomistajan on vähintään saatava) säätämiseen siten, että päätöksentekijä löytää suunnitelmavaihtoehtojen joukosta omien tavoitteidensa kannalta parhaan vaihtoehdon. MESTA:a on käytetty muun muassa Metsähallituksen Itä- ja Länsi-Lapin alueiden luonnonvarasuunnittelussa.

6.2

Päätösanalyysin ja monitavoiteoptimoinnin soveltaminen Tielaitoksella ja Tiehallinnossa

Tiehallinnossa ja Tielaitoksella on tutkittu päätösanalyttisten menetelmien ja optimoinnin käyttöä tienpidon suunnittelussa. Hankkeissa on sovellettu jo olemassa olevia menetelmiä, mutta myös testattu uusien menetelmien soveltuvuutta tienpidon suunnitteluun. Erilaisten päätösanalyttisten ja monitavoiteoptimointimenetelmien soveltuvuutta on arvioitu muun muassa raporteissa *"Päätöksenteon avustaminen tienpidon suunnittelussa"* (Hokkanen ja Kautto 1996), *"Epävarmuuden hallinta tienpidon vaikutusten arvioinnissa"* (Rossi ym. 2005) sekä *"Optimoinnin käyttö tienpidossa, sovelluskohteita ohjauksessa, suunnittelussa ja hankinnassa"* (Dietrich ja Männistö 2007).

Monitavoiteoptimoinnin menetelmiä on sovellettu muun muassa tienpidon rahoituksen jakamiseen eri ylläpito- ja hoitotuotteiden kesken (Mild 2007). Hankkeessa rakennettiin mallinnusviitekehys, jonka avulla tuotteita ja niihin kuuluvia toimenpiteitä voidaan systemaattisesti rinnastaa monen arviointikriteerin suhteen. Lisäksi työssä kehitettiin optimointimalli, jolla tiepiirin vuotuinen ylläpito- ja hoitobudjetti voidaan jakaa tuotteiden kesken niiden monikriteerisen kokonaishyödyn perusteella.

RPM-menetelmää on Tiehallinnossa testattu ja sovellettu siltojen korjausohjelman valinnassa (Mild 2006). Siltojen ylläpito on tyypillinen monitavoiteongelma, josta voidaan tunnistaa useita erilaisia priorisointikriteerejä korjausohjelmien laatimisen pohjaksi. Vaihtoehtoisia korjaushankkeita on yleensä useita, joita kaikkia ei ole mahdollista toteuttaa. RPM-menetelmä tarjoaa järjestelmällisen viitekehyksen, jonka puitteissa vaihtoehtoisia, osin ristiriitaisia ja yhteismitattomia kriteerejä voidaan tarkastella samanaikaisesti. Menetelmän avulla hankkeille saadaan ydinluvut, jotka kuvaavat näiden soveltuvuutta ohjelmaan, ja joiden perus-

teella voidaan toteutettavaksi valita resurssien käytöltään kaikkein tehokkaimmat hankkeet.

Tiehallinnossa on myös tunnistettu useita muita potentiaalisia sovelluskohteita, joissa monitavoitteisia optimointi- ja arviointimenetelmiä voidaan hyödyntää (Dietrich ja Männistö 2007). Mahdollisia sovelluskohteita löytyy niin tienpidon ohjauksen, ohjelmoinnin kuin hankinnankin osa-alueilta. Yksityiskohtaisia kohteita voisivat olla esimerkiksi ennustemallien luominen, liikenneturvallisuuden parantamishankkeet sekä mittauksen ja tiedonkeruun määrän ja kohdentamisen arviointi.

6.3

Päätösanalyysin soveltaminen Säteilyturvakeskuksessa

Säteilyturvakeskuksessa (STUK) on tutkittu päätösanalyttisten menetelmien käyttöä mahdollisten ydinonnettomuustilanteiden hallinnassa. Tutkimusaiheena on ollut muun muassa riskienhallinta (Hämäläinen ym. 2000) sekä asianosaisten, eri alojen toimijoiden ja kansalaisten osallistaminen prosessiin (Sinkko ym. 2004).

Käytännön tapaustutkimuksissa lähestymistapana on yleensä ollut päätösanalyysityöpaja, jonne on kutsuttu eri alojen asiantuntijoita keskustelemaan aiheesta (Sinkko ym. 2004). Työpajojen aiheina ovat olleet muun muassa maidontuotantoon kohdistuvien toimenpiteiden hallinta ydinonnettomuuden sattuessa (Sinkko ym. 2001), ensivaiheen suojautumistoimenpiteiden analysointi (Hämäläinen ym. 1998) sekä puhdistustoimenpiteiden vertailu ydinvoimaonnettomuuden jälkihoidossa (Sinkko ym. 2005). Työpajoissa jokaisella osapuolella tai sidosryhmällä on ollut käytössään tietokone, jolla he ovat painottaneet tavoitemallin omien näkemystensä mukaisesti (Mustajoki ym. 2007). Tämän jälkeen malleja on tarkasteltu yhdessä eri näkökulmien esiin tuomiseksi. Työpajoissa suoritettavat analyysit on yleensä tehty jonkin onnettomuusskenaarion pohjalta, mutta saatuja tuloksia ja kokemuksia voidaan hyödyntää mahdollisen todellisen ydinvoimaonnettomuuden sattuessa.

STUK on ollut myös mukana yleis-eurooppalaisessa RODOS-hankkeessa (Ehrhardt ja Weis 2000), jossa päätösanalyttistä lähestymistapaa sovelletaan eri maiden ydinonnettomuusvalmiuden ylläpitoon. STUK on muun muassa järjestänyt päätöskonferenssin, jossa eri maiden viranomaisia on koulutettu päätösanalyysimenetelmien soveltamiseen.

7 Hyviä toimintatapoja päätösanalyysin soveltamiseen

Päätösanalyttiset menetelmät ovat osoittautuneet hyväksi tavaksi analysoida ongelmia, joihin liittyy monia ristiriitaisia tavoitteita ja vaihtoehtoisia toimintatapoja (Dufva ja Marttunen 2007). Kuten edellä esitetyt esimerkitkin osoittivat, päätösanalyysimenetelmät sovellettuna vuorovaikutteisesti eri sidosryhmien kanssa tarjoavat mahdollisuuksia yhteiseen ongelmanratkaisuun ja oppimiseen sekä yhteisymmärryksen löytämiseen vaikeissakin intressiristiriidoissa.

Kirjallisuudessa on esitetty myös joitain tapaus-tutkimuksia, joissa menetelmien käytössä on ollut ongelmia (Corner ja Buchanan 1997; Pykäläinen ym. 1999; Bell ym. 2001; Sinkko ym. 2004). Usein kyse ei kuitenkaan ole itse lähestymistavan toimimattomuudesta, vaan siitä, millä tavoin prosessi on toteutettu ja kuinka ymmärrettävästi osallistujille on pystytty kuvaamaan menetelmien käyttö ja niiden tarpeellisuus (Kangas ym. 2001; Hostmann 2005; Marttunen ja Hämäläinen 2008). Taulukossa 16 on yhteenveto arvopuuanalyysin vahvuuksista ja mahdollisista ongelmakohtista (esim. Gamper ja Turcanu 2007). Olisikin tärkeää löytää sellaisia

toimintatapoja, joilla mahdolliset ongelmakohdat voitaisiin välttää. Havaintojemme perusteella tämä on mahdollista työn huolellisella toteutuksella.

Osallistavia suunnitteluprosesseja on tutkittu paljon ja monet tutkijat ovat kehittäneet kriteereitä osallistumisen arviointiin (Morgan 1998; Beierle 1998; Chess ja Purcell 1999; Beierle ja Cayford 2002; O'Leary ja Bingham 2003; French ym. 2005). Prosessin hyvyttä voidaan luonnehtia muun muassa oppimisen määrällä ja laadulla ennen ja jälkeen päätöksen sekä osallistujien tyytyväisyydellä prosessiin (Beierle 1998). Kirjallisuudessa on myös esitetty erilaisia toimintatapoja, joilla osallistavaa päätösanalyysiprosessia voidaan parantaa ja lisätä sen laadukkuutta (Keeney ja Raiffa 1976; Hobbs ja Horn 1997; Hostmann 2005). Näiden ja edellä esitetyistä tapaus-tutkimuksista saamiemme kokemusten perusteella kuvaamme tässä luvussa hyviä toimintatapoja prosessin toteuttamiseksi. Tauluk-koon 17 on koottu prosessissa huomioon otettavia seikkoja, joiden avulla suurimmilta epäkohdilta voidaan välttyä.

Taulukko 16. Arvopuuanalyysin vahvuuksia ja mahdollisia ongelmakohtia.

Vahvuuksia	Mahdollisia ongelmakohtia
• Kannustaa tavoitekeskeiseen ajatteluun • Tukee oppimista (henkilökohtainen ja sosiaalinen) • Mahdollistaa erimittailisten vaikutusten vertailun • Trade-offit selkeitä • Mahdollisuus ottaa huomioon sidosryhmien arvot • Tukee näkemyserojen ja niiden syiden ymmärtämistä • Havainnollinen • Erilaiset epävarmuuden tyypit mahdollista ottaa huomioon (kriteerit, vaikutusdata, eri osapuolet) • Järjestelmällinen ja läpinäkyvä prosessi • Helppokäyttöisiä tietokoneohjelmia	• Tekijöiden tärkeyttä kuvaavien painoarvojen määrittäminen vaikeaa ja prosessi on altis erilaisille harhoille • Tuloksen oikeellisuuden arviointi vaikeaa • Melko työläs ja aikaa vievä, jos tehdään paljon henkilökohtaisia haastatteluja • Eri koulukuntia, joilla on eri sanasto • Analyttikon rooli erittäin keskeinen

Taulukko 17. Huomioon otettavia asioita ja toimintatapoja osallistavaan päätösanalyysiin (Keeney ja Raiffa 1976; Hobbs ja Horn 1997; Hostmann 2005).

Suunnitteluvaihe • Osallistujien huolellinen valinta • Kattavatko osallistujien näkökannat riittävän hyvin mahdollisten mielipiteiden kirjon? • Menetelmän harkittu valinta • Onko menetelmä tarpeeksi helppokäyttöinen ottaen huomioon osallistujien lähtökohdat? • Onko valitun menetelmän käyttö perusteltua? • Menetelmän soveltamistapa • Toteutetaanko prosessi henkilökohtaisina haastatteluina vai ryhmässä esimerkiksi päätösanalyysityöpajana? • Ongelman jäsentely • Hyväksyvätkö kaikki osallistujat arvopuun? • Täyttääkö arvopuu hyvälle arvopuulle asetetut kriteerit (ks. taulukko 5)? • Etukäteisharjoittelu ja koehaastattelut ennen varsinaista päätösanalyysitilaisuutta
Osallistujien perehdyttäminen • Tärkeää oppiminen ja painovertailu vaihtoehtojoukon luomassa tilanteessa • Tietoisuus menetelmiin liittyvistä harhoista ja inhimillisistä virhemahdollisuuksista • Onko arvopuun muodostamisessa ja käytössä otettu huomioon mahdollisuudet vähentää harhoja? • Onko osallistujia informoitu mahdollisista ongelmista ja harhoista? • Etukäteissuunnittelu • Onko osallistujat perehdytetty menetelmään ja suunnittelutilanteeseen ennen haastatteluja tai päätösanalyysityöpajaa?
Menetelmän käyttö • Vaihteluvälien huomiointi painotuksessa – kyse ei ole kriteerien yleisestä tärkeydestä • Vuorovaikutteinen ja tarkentuva käyttö suositeltavaa • Annettujen painojen johdonmukaisuus • Osallistujien mahdollisuus muuttaa annettuja painoja
Analyysi ja tulosten esittely • Tukeeko tulosten esittely asian ymmärtämistä? • Järjestetäänkö tapaamisia, joissa tulokset esitellään ja niistä keskustellaan?

Suunnitteluvaihe

Projektin ohjausryhmäläisten ja päätösanalyysihaastattelujen osallistujien valinnassa huomioon otettavia seikkoja ovat esimerkiksi sidosryhmien määrä ja resurssit. Hankkeen aluksi on tärkeää kartoittaa tärkeät sidosryhmät. Mukaan otettavien ryhmien valinta voi perustua myös lakiin. Henkilökohtaisissa päätösanalyysihaastatteluissa haastateltavien määrä ei voi olla suuri. Käytännössä yli 15–20 henkilön haastattelu on jo työlästä. Olennaista on päättää, kuinka monta asianosaista haastatellaan ja keitä he ovat, jotta eri näkemysten koko kirjo tulisi katettua. Ohjausryhmälähtöisissä prosesseissa on luontevaa, että haastateltavat ovat ohjausryhmän jäseniä, koska silloin analyysin aikana tapahtuva oppiminen tuottaa suurimman hyödyn hankkeelle. Ohjausryhmäläiset ovat yleensä myös motivoituneita prosessiin, millä voi olla tärkeä merkitys prosessin laadun kannalta.

Kuten aiemmin todettiin, päätösanalyysiprosessin suorittamiseen on tarjolla useita eri menetelmiä, joilla jokaisella on omat oletuksensa ja rajoituksensa. Usein näitä ei kuitenkaan huomioida, vaan menetelmä valitaan sen perusteella, kuinka hyvin päätösanalyttikko tuntee sen eikä niinkään sen mukaan, kuinka hyvin menetelmä soveltuu itse tilanteeseen (Guitouni ja Martel 1998).

Osallistavassa suunnittelussa haastateltavat eivät yleensä tunne menetelmiä, joten käytön helppous ja läpinäkyvyys ovat tärkeitä tekijöitä menetelmän valinnassa (Kangas ym. 2001; Hostmann 2005). Myös menetelmän soveltuvuus ongelmaan sekä menetelmän käytön perusteltavuus on otettava huomioon (Hobbs ja Horn 1997).

Eri painotustapojen vertaileva käyttö voi olla hyödyllistä mahdollisten menetelmiin liittyvien harhojen eliminoimiseksi (Hobbs ja Horn 1997; Gregory ym. 2001; Bell ym. 2001). Käytännössä tämä on kuitenkin usein mahdotonta sen työläyden vuoksi, ja usein onkin suositeltavaa keskittyä vain yhden hyvin hallitun menetelmän käyttöön. Päätösanalyysiprosessin tukemiseen käytetty malli voidaan myös räätälöidä tietäntyyppisten ongelmien analysointiin, jolloin ongelman erityispiirteet tulevat paremmin esiin mallinnuksessa. Esimerkkinä tällaisesta soveltamisesta on Pirkkanmaan ja Koitereen säännöstelyprojektien tukena käytetty REGAIM-malli (Marttunen ja Suomalainen 2005), jonka avulla määritettiin sidosryhmien edustajien tavoitevedenkorkeudet.

Ongelman jäsentely kannattaa tehdä tiiviissä yhteistyössä eri sidosryhmien kanssa. Tämä edesauttaa sellaisen arvopuun muodostamista, jonka

kaikki osapuolet voivat hyväksyä. Joidenkin kriteerien kohdalla voi syntyä erimielisyyttä kriteerin sisällyttämisestä arvopuuhun. Yleisperiaatteena voidaan pitää, että mikäli jokin taho kokee kriteerin tärkeäksi, se otetaan mukaan malliin. Ne, joiden mielestä kriteeri ei ole merkitystä arviointitilanteessa, voivat antaa sille painoarvoksi nolla. Kriteerien valinnassa täytyy kuitenkin myös pitää mielessä taulukossa 5 mainitut periaatteet.

Osallistujien perehdyttäminen

Päätösanalyttisten menetelmien käytössä on ensiarvoisen tärkeää, että päätösanalyttikolla on riittävä menetelmien soveltamiseen tarvittava pohjakoulutus. Kokenut päätösanalyttikko osaa välttää kohdassa 3.2.4 esitettyjä harhoja ja myös opastaa osallistujat menetelmän käyttöön. Menetelmien käytössä on myös oltava huolellinen, sillä epäselvyydet vähentävät nopeasti osallistujien menettelyä ja tuloksia kohtaan kokemaa luottamusta. Tämä heijastuu luonnollisesti myös sitoutumisessa itse prosessiin.

Useimmat päätösanalyysiprosessin osallistujat eivät tunne entuudestaan käytettäviä menetelmiä, jolloin on erittäin tärkeää selkiyttää heille, mihin menetelmiä käytetään ja mitkä ovat prosessin tavoitteet. Myös prosessin tuleva kulku on selvitettävä. Päätösanalyysihaastattelujen kohdalla esimerkiksi seuraavanlainen kolmivaiheinen lähestymistapa on osoittautunut toimivaksi: 1) järjestetään kaikille haastateltaville yhteinen tapaaminen, jossa menetelmät ja niiden käyttö selitetään, 2) haastateltaville jaetaan itsenäisesti tutustuttavaksi kirjallista materiaalia, jossa kuvataan menetelmä, alustavat toimenpidevaihtoehdot ja niiden vaikutukset sekä kriteerien ja tavoitteiden painottamisessa tarvittavat kysymykset, 3) haastattelujen aluksi kerrataan vielä menetelmän periaatteet ja keskustellaan vielä mahdollisista haastateltavalle epäselväksi jääneistä seikoista.

Menetelmien käyttö

Osallistujien luottamus prosessiin taataan sen myötä, että he pystyvät näkemään syöttämiensä muuttujien arvojen vaikutuksen lopputuloksiin. Tässä suhteessa vuorovaikutteiset menetelmät, kuten henkilökohtaiset päätösanalyysihaastattelut, on suositeltava lähestymistapa. Niissä haastateltavalla on mahdollisuus heti arvioida tuloksia, suorittaa herkkyyksianalyysiä ja tarvittaessa muuttaa mallin parametreja. Päätösanalyttikon läsnäolo puolestaan varmistaa sen, että eri toiminnoja käytetään oikein, ja että haastateltavan tulkinta esimerkiksi tuloksista on oikea. Haastateltavaa on tarpeen myös kannustaa koko vertailuasteikon käyttöön. Analyttikko myös varmistaa sen, että

annetut painot ovat johdonmukaisia, esimerkiksi kysymällä ylimääräisiä kysymyksiä eri kriteerien välisistä tärkeyksistä. Analyttikko voi myös pyytää haastateltavaa perustelemaan painoarvonsa. Näin hän voi arvioida eri kriteereille annettujen painoarvojen johdonmukaisuutta suhteessa perusteluihin. Haastattelussa myös päätösanalyttikko oppii tuntemaan haastateltavan näkökannan asiaan, mistä on hyötyä esimerkiksi jatkokeskusteluissa, joissa analyttikko vastaa siitä, että eri näkökannat tulevat tasapuolisesti esille.

Eräissä hankkeissa on noudatettu työskentelytapaa, jossa haastateltavaa pyydetään ensiksi arvioimaan mielessään paras vaihtoehto kokonaisvaltaisesti ilman tietokoneavusteista tukea (esim. Hobbs ja Horn 1997; Hostmann 2005). Tällöin haastateltava muodostaa mielessään käsityksen parhaasta vaihtoehdosta pohjautuen kaikkeen siihen tietoon, mikä vaihtoehdoista esitetään. Tämän arvioinnin jälkeen tehdään varsinainen monitavoitearviointi sekä vertaillaan molempien arviointien tuloksia ja pohditaan syitä mahdollisiin eroihin. Tämän työskentelytavan etuna on se, että se voi lisätä haastateltavan ymmärrystä esimerkiksi oman ajattelun kapea-alaisuudesta tai auttaa löytämään puutteita päätösmallista. Toisaalta lähestymistapa voi myös johtaa ankkuroitumiseen tähän omaan ennakkonäkemykseen asiasta, sillä painotusprosessi voidaan joko tietoisesti tai tiedostamatta suorittaa tarkoitushakuisesti pyrkien ennalta parhaaksi arvioidun vaihtoehdon korostamiseen.

Tulosten analysointi ja esittely

Henkilökohtaisten päätösanalyysihaastattelujen tulokset on hyvä välittömästi analysoida haastateltavan kanssa. Mikäli tulokset eroavat selvästi haastateltavan ennakkokäsityksistä, pohditaan yhdessä mahdollisia syitä tähän. Arvopuusta voi puuttua jokin tekijä, joka vaikuttaa siihen, kuinka tarkastelija arvioi vaihtoehtoja. Haastateltava on voinut myös painottaa kriteereitä virheellisesti. Tarvittaessa palataan mallinnusvaiheeseen ja muutetaan aikaisemmin annettuja painoja. On huomattava, että tulosten poikkeaminen ennakkokäsityksestä saattaa johtua myös siitä, että haastattelu on laajentanut haastateltavan näkemystä asiasta ja vaihtoehtoja on arvioitu aikaisempaa laajemmasta näkökulmasta. Itse asiassa, tämä mahdollinen mielipiteen muuttuminen ja näkökulman laajeneminen voidaan nähdä eräänä onnistuneen päätösanalyysiprosessin tunnusmerkkinä.

Päätösanalyysihaastatteluiden tulosten esittelyyn koko ohjausryhmälle on eri tapoja. Bell ym. (2001) jakaa nämä kolmeen eri tyyppiin sen mukaan esitelläänkö tulokset 1) yksittäisten haastateltavien mukaan eriteltyinä, 2) sidosryhmittäin

yhdisteltynä vai 3) koko ryhmän yhdistettyinä tuloksina. Se, mitä tapaa tulisi käyttää, riippuu pitkälti analyysin tarkoituksesta ja siksi päätös-analyytikon on tiedettävä eri tapojen mahdolliset vaikutukset ja näissä tehtävät oletukset.

Yksittäisten haastateltujen mukaan eriteltyinä kaikkien haastateltujen mielipiteet tulevat otettua huomioon. Tällöin kuitenkin tavoitemallien suuri määrä vaikeuttaa tulosten kokoamista ja kokonais-kuvan syntyä. Eräs tapa on valita joukosta yksit-täisiä malleja, jotka edustavat esimerkiksi mieli-pidekirjon ääripäitä. Tällöin kuitenkin korostuu tuloksia esittelevän päätösanalyytikon vastuu eri mielipiteiden tasapuolisesta esittelystä.

Sidosryhmittäin yhdistettynä saadaan eri mieli-piteiden kirjon pääsuunnat selville, mutta mahdol-liset sidosryhmien sisäiset näkemyserot eivät tule esille. Nämä erot voidaan kuitenkin tuoda esiin analyoimalla näissä tapauksissa myös ryhmän si-säiset yksittäiset tavoitemallit. Sidosryhmittäisen jaottelun sijasta ryhmät voidaan muodostaa myös jälkikäteen tavoitemalleista saatujen tulosten perus-teella. Esimerkiksi Päijänteen tapauksessa ryhmät muodostettiin sen mukaan, kuinka haastatellut painottivat vesivoimantuotantoon ja tulvasuoje-luun liittyviä päätavoitteita verrattuna muihin vai-kutuksiin. Tällaisessa jaottelussa voidaan käyttää hyödyksi myös erityyppisiä klusterianalyyysejä mielipideryhmien muodostamisessa.

Tuloksista voidaan laskea myös esimerkiksi kaikkien yksittäisten osallistujien tai eri sidosryh-mien malleilla saatujen tulosten keskiarvo. Kes-kiarvotuloksissa tulisi kuitenkin huomioida eri malleilla saatujen arvoerojen tärkeydet suhteessa toisiinsa, mutta ongelmana on tällöin se, kuinka

eri osallistujien tai sidosryhmien malleilla saatuja arvoeroja painotetaan (Keeney ja Raiffa 1976). Käy-tännössä painotuksen voi suorittaa esimerkiksi joku ulkopuolinen, joka päättää, kuinka paljon kullekin osallistujalle tai sidosryhmälle annetaan painoa. Vaihtoehtoisesti ohjausryhmä voi yrittää yhdessä neuvottelemalla päättää painot. Tämä saattaa voimakkaita intressiristiriitoja sisältävissä suunnittelutilanteissa kuitenkin kärjistää ilmapiiriä ja viedä keskustelua esimerkiksi yhteisymmär-ryksen löytämisen kannalta huonoon suuntaan. Keskiarvottamalla saadut tulokset eivät yleensä muutenkaan ole kovin hyödyllisiä, sillä tällöin ongelmassa esiintyvät eriävät mielipiteet jäävät tulematta esiin. Vaarana keskiarvottamisessa on myös se, että ryhmän jäsenet saattavat antaa liioi-teltuja painoja heille tärkeille attribuuteille tietäen, että tällöin myös keskiarvo muuttuu heille edul-lisempaan suuntaan.

Yksi tapa toteuttaa ryhmän tulosten yhdistä-minen on muodostaa niin sanottu intervalli-malli, missä yksittäisistä vertailuista otetaan ääripäät ja siten kaikki mielipiteen sisältyvät tähän vaihteluväliin (esim. Hämäläinen ja Pöyhönen 1996). Tällöin tulokset esitetään myös kokonaisarvojen vaihteluväleinä, eikä yhtä parasta vaihtoehtoa välttämättä nouse esiin. Mallin avulla voidaan kuitenkin yhdessä jatkaa painojen tarkentamista parhaan vaihtoehdon löytämiseksi. Tässä lähesty-mistavassa vaarana on numeroarvojen liiallinen korostaminen neuvotteluprosessissa. Olennaista on etsiä sellaisia ratkaisuja, jotka ottavat huomioon eri intressiryhmien tavoitteet ja esimerkiksi paran-tavat vaihtoehtoja niiden tekijöiden suhteen, joissa ne ovat vertailussa menestyneet huonosti.



8 Yhteenveto

Suomen ympäristökeskuksessa on kehitetty ja sovellettu käytäntöjä vesistöjen monitavoitteisen käytön ja hoidon, etenkin vesistösäännöstelyjen kehittämisen, suunnitteluun. Kokemustemme perusteella monitavoitteinen päätösanalyysi tarjoaa erittäin käyttökelpoisen lähestymistavan ja menetelmiä suunnittelun tueksi. Myös päätösanalyysiin perehtyneet asiantuntijat ovat viime vuosina eri yhteyksissä enenevässä määrin korostaneet lähestymistavan laajoja soveltamismahdollisuuksia erityisesti vuorovaikutteisen ympäristöpäätöksenteon ja suunnittelun tukena. Julkaisussa kuvatuille päätösanalyysisovelluksille onkin ollut yhteistä, että ne on toteutettu tiiviissä vuorovaikutuksessa eri sidosryhmien edustajien kanssa. Esimerkkitapauksista saamiemme kokemusten perusteella päätösanalyysin suurimmat hyödyt ovat:

1. Päätösanalyyttinen lähestymistapa tarjoaa systemaattisen ja läpinäkyvän arviointikehikon monitahoisten ja monimutkaisten suunnittelutilanteiden jäsentämiseen ja kokonaisvaltaiseen hahmottamiseen. Sen avulla eri osapuolten välille saadaan luotua yhteinen kommunikointikehikko ja yhteinen käsitys suunnittelutilanteesta.
2. Päätösanalyysimenetelmillä voidaan tehostaa ja parantaa sidosryhmien osallistumista sekä heidän mielipiteidensä ja arvojensa huomioon ottamista suunnittelussa.
3. Päätösanalyysihaastatteluilla voidaan tukea oppimista sekä yksilö- että ryhmätasolla.
4. Päätösanalyysihaastatteluilla on mahdollista yhdistää vaikutustietoa ja omia arvostuksia, mikä on tarpeen tavoitteiden priorisoimiseksi ja vaihtoehtojen hyvyyden arvioimiseksi.
5. Prosessit ovat antaneet asiantuntijoille lisää tietoa siitä, kuinka sidosryhmät suhtautuvat eri vaihtoehtoihin sekä niiden hyötyihin ja haittoihin.

6. Henkilökohtaiset päätösanalyysihaastattelut ovat antaneet jokaiselle osallistujalle "äänen", jolloin he kokevat tulleen kuulluiksi. Samalla, kun osapuolet ovat kokeneet vaikutusmahdollisuuksiensa kasvaneen, heidän tyytyväisyytensä ja sitoutuneisuutensa hankkeen toteutukseen on todettu lisääntyneen.

Päätösanalyysiä sovellettaessa on kuitenkin muistettava, että pelkkä menetelmien käyttö itsessään ei automaattisesti tuo lisäarvoa analyysiin. Saatujen tulosten laatuun ja hyödyntämiskelpoisuuteen sekä osallistujien näkemykseen menetelmän hyväksytävyydestä vaikuttaa ratkaisevasti soveltamistapa. Päätösanalyysimenetelmien menetyksellinen soveltaminen edellyttää syvällistä menetelmällistä asiantuntemusta, vastuullisuutta ja soveltamisalueen aihepiirin tuntemusta. Vastuullisessa soveltamisessa on keskeistä, että osallistujat ymmärtävät päätösanalyysimenetelmän laskentaperiaatteen ja ovat sisäistäneet tarkasteltavat vaihtoehdot ja niiden välillä olevat vaikutuserot. Tietokoneavusteisia malleja on periaatteessa helppo soveltaa, mutta niitä on myös helppo käyttää väärin. Ihmiset saadaan esimerkiksi vastaamaan kysymyksiin, jotka teoreettisesti voivat olla täysin väärin asetettuja, jolloin saadut tulokset ovat luonnollisesti myös harhaisia. Teknillisten apuvälineiden käytön liiallinen korostaminen vie huomion myös helposti pois itse asiasta. Henkilökohtaiset ja vuorovaikutteiset haastattelut ovat työläisiä, mutta niissä syntyvä analyytikon ja haastateltavan välinen vuoropuhelu tuo merkittävää lisäarvoa ja johtaa laadukkaampaan lopputulokseen. Päätösanalyysisovelluksissa tärkeää onkin huolellinen valmistautuminen ja etukäteisharjoittelu. Kokeneiden päätösanalyysiasiantuntijoiden konsultointi auttaa myös välttämään pahimmat sudenkuopat.

Lähteet

- Alaja S. (1998). Structuring effects in environmental decision models. Master's Thesis, Systems Analysis Laboratory, Helsinki University of Technology. (Verkossa osoitteessa <http://www.sal.hut.fi/Publications/pdf-files/tala98.pdf>)
- Alho J.M., Kolehmainen O., Leskinen P. (2001). Regression methods for pairwise comparisons data. In Schmoldt D.L., Kangas J., Mendoza G.A., Pesonen M. (eds.): *The Analytic Hierarchy Process in Natural Resource and Environmental Decision Making*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 235-251.
- Anderson R.M., Hobbs B.F., Koonce J.F., Locci A.B. (2001). Using decision analysis to choose phosphorus targets for Lake Erie. *Environmental Management* 27(2), 235-252.
- Arbel A. (1989). Approximate articulation of preference and priority derivation. *European Journal of Operational Research* 43, 317-326.
- Banville C., Landry M., Martel J.-M., Boulaire C. (1998). A stakeholder approach to MCDA. *Systems Research* 15, 15-32.
- Beierle T.C. (1998). Public Participation in Environmental Decisions: An Evaluation Framework Using Social Goals. Discussion paper 99-06. Resources for the Future, Washington DC.
- Beierle T.C. (2002). The quality of stakeholder-based decisions. *Risk Analysis* 22, 739-749.
- Beierle T.C., Cayford J. (2002). *Democracy in Practice. Public Participation in Environmental Decisions*. Resources for the Future. Washington, DC.
- Bell M.L., Hobbs B.F., Elliott E.M., Ellis H., Robinson Z. (2001). An evaluation of multi-criteria methods in integrated assessment of climate policy. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis* 10, 229-256.
- Belton V., Gear T. (1982). On a short-coming of Saaty's method of analytic hierarchies. *Omega* 11(3), 228-230.
- Belton V., Stewart T.J. (2002). *Multiple Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach*. Kluwer Academic Publishers.
- Boardman A.E., Greenberg D.H., Vining A.R., Weimer D.L. (2001). *Cost-Benefit Analysis. Concepts and Practice*. Pearson Education Inc. Upper Saddle River, N.J.
- Brans J.P., Vincke P. (1985). A preference ranking organization method (The PROMETHEE method for multiple criteria decision making). *Management Science* 31(6), 647-656.
- Bromley J., Jackson N.A., Clymer O.J., Giacomello A.M., Jensen F.V. (2005). The use of Hugin to develop Bayesian network as an aid to integrated water resource planning. *Environmental Modelling & Software* 20, 231-232.
- Brouwer R., van Ek R. (2004). Integrated ecological, economic and social impact assessment of alternative flood control policies in the Netherlands. *Ecological Economics* 50, 1-21.
- Checkland P. (1981). *Systems Thinking, Systems Practice*. John Wiley & Sons, Chichester.
- Chess C., Purcell K. (1999). Public participation and the environment: Do we know what works? *Environmental Science and Technology* 33(16), 2685-2692.
- Clemen R.T. (1996). *Making Hard Decisions: An Introduction to Decision Analysis*, 2nd edition, Duxbury, Cambridge.
- Corner J.L., Kirkwood C.W. (1991). Decision analysis applications in the operations research literature, 1970-1989. *Operations Research* 39(2), 206-219.
- Corner J.L., Buchanan J.T. (1997). Capturing decision maker preference: Experimental comparison of decision analysis and MCDM techniques. *European Journal of Operational Research* 98, 85-97.
- Diakoulaki D., Karangelis F. (2007). Multi-criteria decision analysis and cost-benefit analysis of alternative scenarios for the power generation sector in Greece. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 11, 716-727.
- Dietrich J., Männistö V. (2007) Optimoinnin käyttö tienpidossa, sovelluskohteita ohjauksessa, suunnittelussa ja hankinnassa. Tieshallinnon selvityksiä 17/2007.
- Dufva, M., Marttunen, M. (2007). Päätösanalyysin kirjallisuuskatsaus. Julkaisematon raportti.
- Edwards W. (1977). How to use multiattribute utility measurement for social decisionmaking. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics* 7, 326-340.
- Edwards W., Barron F.H. (1994). SMARTS and SMARTER: Improved simple methods for multiattribute utility measurement. *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 60, 306-325.
- Ehrhardt J., Weis A (eds.) (2000). RODOS: Decision Support System for Off-site Nuclear Emergency Management in Europe. European Commission EUR 19144 EN. (www.rodos.fzk.de)
- Eskola P., Mroueh U.-M., Lehmus E. (2002). Infra-alan elinkaaritarkastelut, Kirjallisuuskatsaus, VTT, Espoo.
- Figueira J., Greco S., Ehrgott M. (eds.) (2005). *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*. Springer Science+Business Media, Inc., New York, NY.
- Finlex (2004). Laki vesienhoidon järjestämisestä 30.12.2004/1299. (Verkossa osoitteessa <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2004/20041299>)
- French S. (1996). Multi-attribute decision support in the event of a nuclear accident. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis* 5, 39-57.
- French S., Barker G., Bayley C., Carter E., Hart A., Maule J., Mohr C., Shepherd R., Zhang N. (2005). Participation and e-Participation: Involving Stakeholders in the Management of Food Chain Risks in the Rural Economy. Käsikirjoitus. (Verkossa osoitteessa <http://wintest.humanities.manchester.ac.uk/mzyxdnz2/WebApplication1/files/30/download.aspx>)
- French, S., Xu, D.-L. (2005). Comparison study of multi-attribute decision analytic software, *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis* 13(2-3), 65-80.
- Gamper C.D., Turcanu C. (2007). On the governmental use of multi-criteria analysis. *Ecological Economics* 62, 298-307.
- Greening L.A., Bernow S. (2004). Design of coordinated energy and environmental policies: use of multi-criteria decision-making. *Energy Policy* 32, 721-735.
- Gregory R., Keeney R.L. (1994). Creating policy alternatives using stakeholder values. *Management Science* 40(8), 1035-1048.
- Gregory R., McDaniels T., Fields D. (2001). Decision aiding, not dispute resolution: creating insights through structured environmental decisions. *Journal of Policy Analysis and Management* 20(3), 415-432.
- Gregory R., Wellman K. (2001). Bringing stakeholder values into environmental policy choices: a community-based estuary case study. *Ecological Economics* 39(1), 37-52.
- Guitouni A., Martel J.-M. (1998). Tentative guidelines to help choosing an appropriate MCDA method. *European Journal of Operational Research* 109, 501-521.

- Hammond J.S., Keeney R.L., Raiffa H. (1999). *Smart Choices. A Practical Guide to Making Better Decisions*. Harvard Business School Press, Boston, MA.
- Hazen G.B. (1985). Partial information, dominance, and potential optimality in multiattribute utility theory. *Operations Research* 34(2), 296-310.
- Hobbs B.F., Horn G.T. (1997). Building public confidence in energy planning: A multimethod MCDM approach to demand-side planning at BC gas. *Energy Policy* 25(3), 357-375.
- Hokkanen J., Kautto M. (1996). Päätöksenteon avustaminen tienpidon suunnittelussa. Tielaitoksen selvityksiä 64/1996.
- Hokkanen J., Lahdelma R., Salminen P. (2000). Multicriteria decision support in a technology competition for cleaning polluted soil in Helsinki. *Journal of Environmental Management* 60, 339-348.
- Hostmann M. (2005). *Decision Support for River Rehabilitation*. Swiss Federal Institute of Technology, DISS. ETH No. 16136. Doctoral Thesis.
- Hujala T., Pykäläinen J., Tikkanen J. (2007). Decision making among Finnish non-industrial private forest owners: the role of professional opinion and desire to learn. *Scandinavian Journal of Forest Research* 22, 454-463.
- Hämäläinen R.P. (1988). Computer assisted energy policy analysis in the Parliament of Finland. *Interfaces* 18(4), 12-23.
- Hämäläinen R.P., Karjalainen R. (1989). Structuring the risks of energy production. *Proceedings of the International Conference on Multicriteria Decision Making*, Bangkok, Thailand, December 6-8, 677-689.
- Hämäläinen R.P. (1990). A decision aid in the public debate on nuclear power. *European Journal of Operations Research* 48(1), 66-76.
- Hämäläinen R.P. (1992). Decision analysis makes its way into environmental policy in Finland. *OR/MS Today* 19(3), 40-43.
- Hämäläinen R.P., Pöyhönen M. (1996). On-line group decision support by preference programming in traffic planning. *Group Decision and Negotiation* 5, 485-500.
- Hämäläinen R.P., Mustajoki J. (1998). *Web-HIPRE – Global Decision Support*. Computer Software. Systems Analysis Laboratory. Helsinki University of Technology. (Verkossa osoitteessa <http://www.hipre.hut.fi>)
- Hämäläinen R.P., Sinkko K., Lindstedt M., Ammann M., Salo A. (1998). RODOS and decision conferencing on early phase protective actions in Finland. Radiation and Nuclear Safety Authority, STUK-A159.
- Hämäläinen R.P., Lindstedt M., Sinkko K. (2000). Multi-attribute risk analysis in nuclear emergency management. *Risk Analysis* 20(4), 455-468.
- Hämäläinen R.P. (2003). Decisionarium - Aiding decisions, negotiating and collecting opinions on the Web. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis* 12(2-3), 101-110. (Verkossa osoitteessa <http://www.decisionarium.tkk.fi>)
- Hämäläinen R.P., Alaja S. (2003). The threat of biases in environmental decision models. *Systems Analysis Laboratory Research Reports*, E12.
- Hämäläinen R.P. (2004). Reversing the perspective on the applications of decision analysis. *Decision Analysis* 1(1), 26-31.
- Hämäläinen R.P., Saarinen E. (eds.) (2004). *Systeemiäly - Näkökulmia vuorovaikutukseen ja kokonaisuuksien hallintaan*. Teknillinen korkeakoulu, Systeemianalyysin laboratorio, Tutkimusraportti B24.
- Hämäläinen R.P., Saarinen E. (2006). *Systems Intelligence: A Key Competence in Human Action and Organizational Life Reflections*. The SoL Journal 7(4), 17-28.
- Hämäläinen R.P., Marttunen M., Mustajoki J. (2007). A framework for collaborative water resources management – Multicriteria decision analysis and web supported participation in the development of lake regulation projects? Käsikirjoitus, Teknillinen korkeakoulu, Systeemianalyysin laboratorio. (Verkossa osoitteessa <http://www.sal.hut.fi/Publications/pdf-files/mmus06.pdf>)
- Joubert A.R., Leiman A., de Klerk H.M., Katua S., Aggenbach J.C. (1997). Fynbos (fine bush) vegetation and the supply of water: a comparison of multi-criteria decision analysis and cost-benefit analysis. *Ecological Economics* 22, 123-140.
- Kangas J., Store R., Leskinen P., Mehtätalo L. (2000). Improving the quality of landscape ecological forest planning by utilising advanced decision-support tools. *Forest Ecology and Management* 132, 157-171.
- Kangas J., Kangas A., Leskinen P., Pykäläinen J. (2001). MCDM methods in strategic planning of forestry on state-owned lands in Finland: Applications and experiences. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis* 10(5), 257-271.
- Kangas A., Kangas J., Lahdelma R., Salminen P. (2006). Using SMAA-2 method with dependent uncertainties for strategic forest planning. *Forest Policy & Economics* 9(2), 113-125.
- Keefer D.L., Kirkwood C.W., Corner J.L. (2004). Perspective on decision analysis applications, 1990-2001 (and comments by Cantor S.B. and Hämäläinen R.P.) *Decision Analysis* 1(1), 4-34.
- Keeney R.L., Raiffa H. (1976). *Decisions with Multiple Objectives. Preferences and Value Tradeoffs*. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY.
- Keeney R.L. (1992). *Value focused thinking: A path to creative decisionmaking*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Keeney R.L. (2002). Common mistakes in making value trade-offs. *Operations Research* 50(6), 935-945.
- Keeney R.L. (2004a). Framing public policy decisions. *International Journal of Technology Policy and management* 4(2), 95-115.
- Keeney R.L. (2004b). Stimulating creative design alternatives using customer values. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics – Part C: Applications and Reviews* 34(4), 450-459.
- Keeney R.L., Gregory R.S. (2005). Selecting attributes to measure the achievement of objectives. *Operations Research* 53(1), 1-11.
- Kiker G.A., Bridges T.S., Varghese A., Seager T.P., Linkov I. (2005). Application of multicriteria decision analysis in environmental decision making. *Integrated Environmental Assessment and Management* 1(2), 95-108.
- Kuikka S., Hildén M., Gislason H., Sparholt H., Varis O. (1999). Modeling environmentally driven uncertainties in Baltic cod (*Gadus morhua*) management by Bayesian influence diagrams. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 56, 629-641.
- Lahdelma R., Hokkanen J., Salminen P. (1998). SMAA – Stochastic multiobjective acceptability analysis. *European Journal of Operational Research* 106, 137- 43.
- Lahdelma R., Salminen P. (2001). SMAA-2: Stochastic multicriteria acceptability analysis for group decision making. *Operations Research* 49(3), 444-454.
- Leskinen L.A. (2004). Purposes and challenges of public participation in regional and local forestry in Finland. *Forest Policy and Economics* 6, 605-618.

- Leskinen P., Kangas J. (2005). Rank reversals in multi-criteria decision analysis with statistical modelling of ratio-scale pairwise comparisons. *Journal of the Operational Research Society* 56, 855-861.
- Leskinen P., Viitanen J., Kangas A., Kangas J. (2006). Alternatives to incorporate uncertainty and risk attitude in multicriteria evaluation of forest plans. *Forest Science* 52, 304-312.
- Liesiö J., Mild P., Salo A. (2007a). Preference Programming for Robust Portfolio Modeling and project selection. *European Journal of Operational Research* 181, 1488-1505.
- Liesiö J., Mild P., Salo A. (2007b). Robust Portfolio Modeling with incomplete cost information and project interdependencies. *European Journal of Operational Research* (to appear).
- Länsi-Suomen ympäristökeskus (2008). Kyrönjoen vesistöalueen vesienhoidon toimenpideohjelma.
- Marttunen M., Hämäläinen R.P. (1995). Decision analysis interviews in environmental impact assessment. *European Journal of Operational Research* 87(3), 551-563.
- Marttunen M., Järvinen E. (1999). Päijänteen säännöstelyn kehittäminen – Yhteenveto ja suositukset. *Suomen ympäristö* 357.
- Marttunen M., Turunen M. (2003). Päätösanalyysihaastattelut tavoitesäännöstelyjen muodostamisessa – Esimerkkinä Pirkanmaan keskeiset säännöstellyt järvet. *Suomen ympäristö* 602.
- Marttunen M., Suomalainen M. (2005). Participatory and multiobjective development of watercourse regulation – Creation of regulation alternatives from stakeholders' preferences. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis* 13(1), 29-49.
- Marttunen M., Hämäläinen R.P. (2008). The Decision Analysis Interview Approach in the Collaborative Management of a Large Regulated Water Course. Manuscript. (Verkossa osoitteessa <http://www.sal.hut.fi/Publications/pdf-files/MMAR06a.doc>)
- Marttunen M., Sammalkorpi I., Hagman A.-M., Lehtoranta V., Serenius K., Harjula, H., Vääriskoski J. (2008). Monitavoitearviointi järvikunnostushankkeiden vertailussa – Menetelmän kuvaus ja testaus Mäntsälän ja Uudenmaan järvillä. Ilmestyy keväällä 2008 *Suomen Ympäristö -julkaisusarjassa*.
- Maxwell, D.T. (2006). Improving Hard Decisions. *OR/MS Today* 33(6), 51-61.
- McDaniels T.L., Gregory R.S., Fields D., (1999). Democratizing risk management: Successful public involvement in local water management decisions. *Risk Analysis* 19(3), 497-510.
- Messner F., Zwirner O., Karkuschke M. (2006). Participation in multi-criteria decision support for the resolution of a water allocation problem in the Spree River basin. *Land Use Policy* 23, 63-75.
- Miettinen P., Hämäläinen R.P. (eds.) (1996). Ympäristön arvottaminen – Taloustieteelliset ja monitavoitteiset menetelmät. Teknillinen korkeakoulu, Systemianalyysin laboratorio, Tutkimusraportti B19.
- Mild P. (2006). Monitavoiteoptimointi siltojen korjausohjelman laatimisessa - RPM-menetelmän soveltaminen. Tieshallinnon selvityksiä 5/2006.
- Mild P. (2007). Monitavoiteoptimointi tienpidon tuotteiden välisessä rahanjaossa. Tieshallinnon selvityksiä 11/2007.
- Montibeller G., Gummer H., Tumidei D. (2006) Combining scenario planning and multi-criteria decision analysis in practice. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis* 14, 5-20.
- Morgan R.K. (1998). Environmental Impact Assessment. A Methodological Perspective. Kluwer Academic Publishers.
- Muotka J. (2006). Comparison of Spillway Alternatives of Plavinas Hydro Power Plant with Multicriteria Method (Web-HIPRE). Fortum Hydropower Services, Project Report.
- Mustajoki J., Hämäläinen R.P. (2000). Web-HIPRE: Global decision support by value tree and AHP analysis. *INFOR* 38(3), 208-220.
- Mustajoki J., Hämäläinen R.P., Marttunen M. (2004). Participatory multicriteria decision analysis with Web-HIPRE: A case of lake regulation policy. *Environmental Modelling and Software* 19(6), 537-547.
- Mustajoki J., Hämäläinen R.P., Salo A. (2005). Decision support by interval SMART/SWING - Incorporating imprecision in the SMART and SWING methods. *Decision Sciences* 36(2), 317-339.
- Mustajoki J., Hämäläinen R.P., Sinkko K. (2007). Interactive computer support in decision conferencing: Two cases on off-site nuclear emergency management. *Decision Support Systems* 42(4), 2247-2260.
- O'Leary R., Bingham L.B. (eds.) (2003). The Promises and Performance of Environmental Conflict Resolution. Resources for the Future Press, Washington, DC.
- Phillips L.D. (1984). A theory of requisite decision models. *Acta Psychologica* 56, 29-48.
- Phillips L.D., Phillips M.C. (1993). Facilitated work groups: Theory and practice. *Journal of Operational Research Society* 44(6), 533-549.
- Prato T. (1999). Multiple attribute decision analysis for ecosystem management. *Ecological Economics* 30, 207-222.
- Pykäläinen J. (1997). Päätösanalyysimenetelmä Metsähallituksen alueelliseen luonnonvarasuunnitteluun. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 11.
- Pykäläinen J., Kangas J., Loikkanen T. (1999). Interactive decision analysis in participatory strategic forest planning. Experiences from state owned boreal forests. *Journal of Forest Economics* 5(3), 341-364.
- Pykäläinen J., Hiltunen V., Leskinen P. (2007). Complementary use of voting methods and interactive utility analysis in participatory strategic forest planning: experiences gained from western Finland. *Canadian Journal of Forest Research* 37, 853-865.
- Pöyhönen M., Hämäläinen R.P. (1998). Notes on the weighting biases in value trees. *Journal of Behavioral Decision Making* 11, 139-150.
- Pöyhönen M., Hämäläinen R.P. (2001). On the convergence of multiattribute weighting methods. *European Journal of Operational Research* 129(3), 569-585.
- Pöyhönen M., Vrolijk H.C.J., Hämäläinen R.P. (2001). Behavioral and procedural consequences of structural variation in value trees. *European Journal of Operational Research* 134(1), 218-227.
- Rossi E., Ristikartano J., Tikka K. (2005). Epävarmuuden hallinta tienpidon vaikutusten arvioinnissa. Tieshallinnon selvityksiä 18/2005.
- Roy B. (1990). The outranking approach and the foundations of ELECTRE methods. In Bana e Costa, C.A. (ed.): *Readings in Multiple Criteria Decision Aid*. Springer-Verlag, Heidelberg, Germany, 155-184.
- Saaty T.L. (1980). The Analytic Hierarchy Process. McGraw-Hill, Inc., New York, NY.
- Saaty T.L. (1994). Highlights and critical points in the theory and application of the Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operation Research* 74, 426-447.

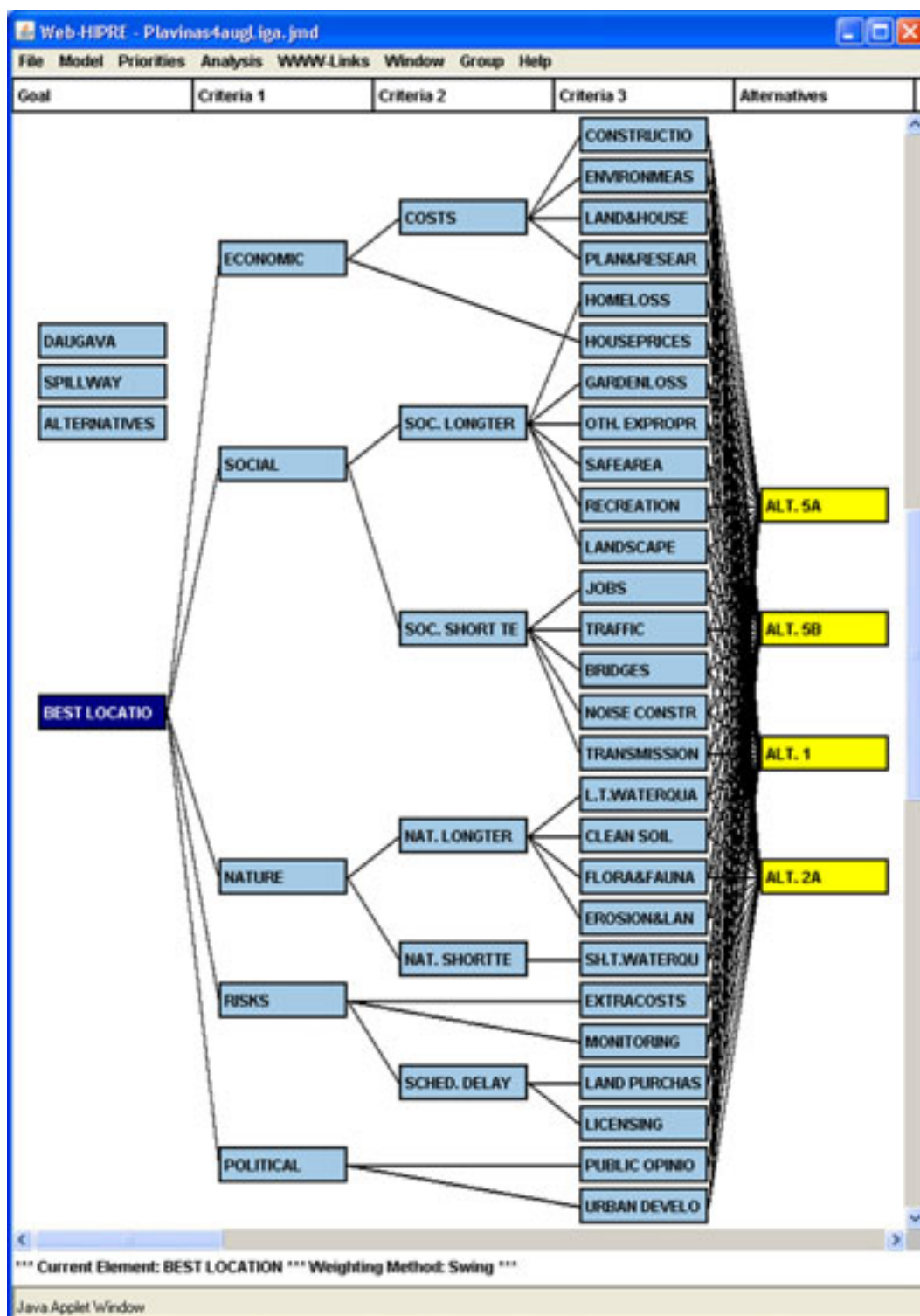
- Salling K.B., Leleur S., Jensen A.V. (2007). Modelling decision support and uncertainty for large transport infrastructure projects: The CLG-DSS model of the Øresund Fixed Link. *Decision Support Systems* 43, 1539-1547.
- Salo A., Hämäläinen R.P. (1992). Preference assessment by imprecise ratio statements. *Operations Research* 40(6), 1053-1061.
- Salo A., Hämäläinen R.P. (1995). Preference programming through approximate ratio comparisons. *European Journal of Operational Research* 82, 458-475.
- Salo A. (1996). On fuzzy ratio comparisons in hierarchical decision models, *Fuzzy Set and Systems* 84, 21-32.
- Salo A., Hämäläinen R.P. (1997). On the measurement of preferences in the Analytic Hierarchy Process (and comments by Belton V., Choo E., Donegan T., Gear T., Saaty T., Schoner B., Stam A., Weber M., Wedley B.). *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis* 6(6), 309-343.
- Salo A., Hämäläinen R.P. (2001). Preference ratios in multiattribute evaluation (PRIME) – elicitation and decision procedures under incomplete information. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics – Part A: Systems and Humans* 31(6), 533-545.
- Salo A., Punkka A. (2005). Rank inclusion in criteria hierarchies. *European Journal of Operational Research* 163(2), 338-356.
- Schoemaker P.J., Waid C.C. (1982). An experimental comparison of different approaches to determining weights in additive utility models. *Management Science* 28, 182-196.
- Seppälä J. (1999). Decision analysis as a tool for life cycle impact assessment. In Klöpffer W., Hutzinger O. (eds.): *LCA Documents*, Vol 4. Eco-Infoma Press, Landsberg.
- Seppälä J. (2003). Life Cycle Impact Assessment Based on Decision Analysis. Doctoral Thesis. Helsinki University of Technology, Systems Analysis Laboratory Research Reports A86.
- Seppäläinen T.O., Hämäläinen R.P. (1986). Päätösanalyysi ja sen energiapolittiset sovellukset. Teknillinen korkeakoulu, Systemianalyysin laboratorio, Tutkimusraportti B8.
- Sijtsma F.J. (2006). Project Evaluation, Sustainability and Accountability – Combining Cost-Benefit Analysis (CBA) and Multi-Criteria Analysis (MCA). Doctoral Thesis, University of Groningen, Faculty of Economics, REG-publication 27.
- Sinkko K., Ammann M., Kostianen E., Salo A., Liskola K., Hämäläinen R.P., Mustajoki J. (2001). Maitotuotteisiin kohdistuvat vastatoimenpiteet ydinvoimaonnettomuustilanteessa. Säteilyturvakeskus, Raportti STUK-A185.
- Sinkko K., Hämäläinen R.P., Hänninen R. (2004). Experiences in methods to involve key players in planning protective actions in the case of a nuclear accident. *Radiation Protection Dosimetry* 109(1-2), 127-132.
- Sinkko K., Ammann M., Hämäläinen R.P., Mustajoki J. (2005). Facilitated workshop on clean-up actions in inhabited areas in Finland after an accidental release of radionuclides. Radiation and Nuclear Safety Authority, STUK-A214.
- Slotte S., Hämäläinen R.P. (2003). Decision Structuring Dialogue. Systems Analysis Laboratory Research Reports, E13.
- Slotte S. (2006). Systems sensitive dialogue intervention. *Systems Research and Behavioral Science* 23(6), 793-802.
- Sorvari J., Tenhunen J. (2000). Definition of environmental criteria for the industrial by-products used in earth construction. Proceedings of the International Conference on Practical Applications in Environmental Geotechnology, Ecogeo 2000. Helsinki, Finland. VTT Symposium 204, 151-158.
- Tarvainen A., Verta O.-M., Marttunen M., Nykänen J., Korhonen T., Pönkkä H., Höytämö J. (2006). Koitereen säännöstelyn vaikutukset ja kehittämismahdollisuudet – Yhteenveto ja suositukset. Suomen ympäristö 37/2006.
- Tenhunen J., Oinonen J., Seppälä J. (2000). Vesihuollon elinkaaritutkimus: Tampereen vesilaitoksen vaikutukset ympäristöön. Suomen ympäristö 434.
- Tenhunen J., Seppälä J. (toim.) (2000). Alueellinen ympäristöanalyysi: esimerkkinä Etelä-Savo. Suomen ympäristö 383.
- Tenhunen J., Lohi T.-K. (2001). Ekotehokkuus vesihuollossa. Menetelmä ja sovelluksia vesi- ja viemärlaitosten kestävä kehityksen arvioimiseksi. Suomen ympäristö 488.
- Tenhunen J., Seppälä J., Koskela S., Hiltunen M.-R., Melanen M. (2004). Ympäristöä muuttavien ja kuormittavien tekijöiden vaikutusten arviointi. Julkaisussa Koskela S. (toim.): Kymenlaakson alueellinen ympäristöanalyysi ja ympäristöindikaattorit. ECOREG-hankkeen dokumentointiraportti 1, Osa 2. Suomen ympäristö 697, 83-108.
- Turban E., Aronson J.E., Liang T.-P. (2004). *Decision Support Systems and Intelligent Systems*, 7th Edition. Prentice Hall Inc., Upper Saddle River, NJ.
- van der Zee D.J., Achterkamp M.C., de Visser B.J. (2004). Assessing the market opportunities of landfill mining. *Waste Management* 24, 795-804.
- Varis O., Kuikka S. (1999). Learning Bayesian Decision Analysis by doing: Lessons from environmental and natural resources management. *Ecological Modelling* 119, 177-195.
- von Winterfeldt D., Edwards W. (1986). *Decision Analysis and Behavioral Research*. Cambridge University Press, New York.
- Vreeker R., (2006). Evaluating effects of multiple land-use projects: A comparison of methods. *Journal of Housing and the Built Environment* 21, 33-50.
- Weber M. (1987). Decision making with incomplete information. *European Journal of Operational Research* 28, 44-57.
- Weber M., Borchertding K. (1993). Behavioral influences on weight judgments in multiattribute decision making. *European Journal of Operational Research* 67, 1-12.
- Weistoffer R.H., Smith C.H., Narula S.C. (2005). Multiple criteria decision support software. In: Figueira J., Greco S., Ehrgott M. *Multiple criteria decisions analysis: State of the art surveys*. Springer, 989-1018.

Liite I.Tavoitteet Plavinaksen voimalaitoshankkeessa

Objective	Description	Attribute	Type of attribute	Unit
Economic impacts				
Costs	Investment and operative costs of the construction work	Money	Natural	Euro, €
House prices	Change in the prices of the houses near the spillway (after project, the houses that will not be reclaimed)	Price decrease (expert judgment: none, low, moderate, high); number of houses less than 100/200/300? m from the spillway	Constructed	Numbers
Social impacts				
Number of reclaimed houses	Number of houses which have to be reclaimed and removed due to the construction work	Number of houses	Natural	Numbers
Number of lost gardens	Number of gardens or greenhouses which have to be removed due to the construction work	Number of greenhouses	Natural	Numbers
Other territory to be expropriated	Area of land, which shall be expropriated (the reclaimed houses and gardens excluded)			
Safety	Impacts on the safety of the area for children and teenagers. The spillway may attract some people to risky deeds.	The distance of the nearest house (or activity place) from the spillway	Proxy	Metres, m
Visual impacts	Impacts on landscape	Overall impact, expert judgment -5 - 0 - 5 (significant negative and positive impact)	Constructed	Unitless
Recreational opportunities	Impacts of land use changes on different outdoor activities: e.g. walking/jogging, cycling, swimming, canoeing, playgrounds.	Overall impact, expert judgment -5 - 0 - 5 (significant negative and positive impact)	Constructed	Unitless
Traffic problems and impacts due to increased traffic	Impacts of the increased traffic on noise, air quality, traffic jam and safety	Transportation costs	Proxy	Euros, €
Traffic problems due to building and transferring bridges	During the construction of new bridges there will be temporary arrangements, which cause traffic jams and inconvenience to people	Bridge costs	Proxy	Euro , €
Noise of construction	The harm caused for people living near the construction	Number of houses or activities 200m 200-400 m and 400-600 m from the construction area	Constructed	Unitless
Risk to electricity supply	The risk to grid because of relocating cables, transmission lines, switch yard	Overall impact expert judgment 0-5 (no impact- significant impact)	Constructed	Unitless
Jobs	Number of jobs created by the construction work	Total capital costs	Proxy	Euros, €

Environmental impacts				
Biodiversity, (flora and fauna)	Impacts of the construction work on flora and fauna, valuable habitat or valuable nature area	Overall impact, expert judgment 0-5 (no impact- significant impact)	Constructed	Unitless
Erosion	Impacts of construction work and operation on the erosion of banks and bottom of the river downstream and risk of landslides	Overall impact expert judgment 0-5 (no impact- significant impact)	Constructed	Unitless
Water quality (long term)	Impacts on the risk for water quality deterioration due to the toxic compounds in the polluted soil	Will there be measures in the polluted soil area? (Yes, no)	Proxy	Unitless
Cleansing of soil	Changes in the status of polluted soil in the impact area of construction work	Overall impact, expert judgment 0-5 (no impact- significant positive impact)	Constructed	Unitless
Water quality (short term)	Impacts on water quality due to the erosion in the spillway after the construction work.	Length of the coffer dam	Proxy	Unitless
Risks				
Disruption/delay of the work	Possible delays in the project due to the unexpected events like strong organized opposition toward the chosen alternative or unexpected environmental impacts may occur.	Overall impact, expert judgment 0-5 (no risk – high risk)	Proxy	Unitless
Licensing	Possible delays in the project schedule.			
Land purchase	Possible delays in the project schedule.			
Monitoring system	Relocating piezometers cause extra costs and could be risk for monitoring system	Number of piezometers	Proxy	Numbers
Extra costs	Risk for high extra costs of possible further investigations or extra construction and remedial measures. E.g. construction work in the vicinity of artesian groundwater may require some extra measures if problems occur.	Expert judgment, technical risk from reports 0-5 (no risk – high risk for large costs)	Proxy	Unitless
Political impacts				
Public opinion	Opinions of local people toward spillway alternatives.	The proportion of local people who consider the option acceptable/non-acceptable.	Natural	Percentage
Urban development opportunities	Impacts on urban development in the future. E.g. new/less opportunities for town planning in the future (recreation, settlement). Need to change territory plan.	Expert judgment -5 - 0 - 5 (significant negative and positive impact)	Proxy	Unitless

Liite 2.Arvoapu Plavinaksen voimalaitoshankkeessa



KUVAILULEHTI

Julkaisija	Suomen ympäristökeskus (SYKE)			Julkaisu-aika Maaliskuu 2008
Tekijä(t)	Mika Marttunen, Jyri Mustajoki, Olli-Matti Verta ja Raimo P. Hämäläinen			
Julkaisun nimi	Monitavoitearviointi vuorovaikutteisessa ympäristösuunnittelussa – Menetelmä ja sen soveltamisesimerkkejä vesistöjen käytössä ja hoidossa			
Julkaisusarjan nimi ja numero	Suomen ympäristö 11/2008			
Julkaisun teema	Luonnonvarat			
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut	Julkaisu on saatavana myös internetistä: www.ymparisto.fi/julkaisut			
Tiivistelmä	Vesistöjen käytön ja hoidon suunnittelu on muuttumassa entistä monimutkaisemmaksi. Vesistön eri käyttäjäryhmillä on usein erilaisia ja jopa vastakkaisia tavoitteita, joiden tunnistaminen ja järjestelmällinen jäsentely on tärkeää jo suunnittelun alkuvaiheessa. Lisäksi vesienhoidon suunnittelua koskevassa lainsäädännössä tapahtuvat muutokset tuovat uusia haasteita vesistöjen käytön ja hoidon suunnitteluun. Ilmastonmuutokseen on myös varauduttava. Näihin haasteisiin vastaaminen onnistuneesti edellyttää valuma-alueenäkökulmaa, suunnitteluprosessin hallintaa, sidosryhmäyhteistyötä ja eri intressien tavoitteiden yhteensovittamista. Uusien lähestymistapojen ja menetelmien kehittämiseen ja soveltamiseen onkin suuri tarve. Monitavoitteinen päätösanalyysi on joukko menetelmiä ja lähestymistapoja, joita voidaan soveltaa erilaisia arvostuksia, erimittaisia vaikutuksia ja epävarmuutta sisältävien laajojen ja monimutkaisten aiheiden jäsentelyssä. Tavoitteena on tukea eri tavoitteiden järjestelmällistä yhdistämistä siten, että eri vaihtoehtojen vaikutukset ja eri sidosryhmien näkemykset tavoitteiden suhteen otetaan huomioon päätöksenteossa. Tavoitteiden systemaattinen tunnistaminen voi myös edesauttaa kestävämpien ratkaisujen löytymistä. Päätösanalyysiprosessissa tavoitteiden ja vaihtoehtojen jäsentäminen tehdään yleensä yhteistyössä sidosryhmien kanssa, mikä lisää suunnitelman läpinäkyvyyttä ja hyväksyttävyyttä. Tässä julkaisussa kuvataan päätösanalyttisten menetelmien perusteet ja käyttötapoja vesienhoidon suunnittelussa. Päätösanalyttisiä menetelmiä on sovellettu Suomen ympäristökeskuksessa jo 1990-luvun alkupuolelta lähtien vesistöjen käytön ja hoidon monitavoitteisessa suunnittelussa. Menetelmistä saadut kokemukset ovat olleet myönteisiä. Viiden tapausesimerkin avulla kuvataan päätösanalyysin soveltamismahdollisuuksia. Julkaisussa esitetään myös hyviä toimintatapoja päätösanalyttisten menetelmien soveltamiseen suunnittelun eri vaiheissa. Kokemustemme perusteella monitavoitteinen päätösanalyysi tarjoaa erittäin käyttökelpoisen lähestymistavan ja menetelmiä vesistöjen käytön ja hoidon suunnitteluun.			
Asiasanat	vesistöt, vesienhoito, vesistöjen säännöstely, ympäristövaikutukset, arvot, päätösanalyysi, monitavoitearviointi, suunnittelu, osallistuminen, päätösanalyysihaastattelut			
Rahoittaja/ toimeksiantaja	Suomen ympäristökeskus (SYKE)			
	ISBN 978-952-11-3043-4 (nid.)	ISBN 978-952-11-3044-1 (PDF)	ISSN 1238-7312 (pain.)	ISSN 1796-1637 (verkkok.)
	Sivuja 71	Kieli Suomi	Luottamuksellisuus Julkinen	Hinta (sis.alv 8 %) 28 €
Julkaisun myynti/ jakaja	Edita Publishing Oy, PL 800, 00043 EDITA, vaihe 020 450 00 Asiakaspalvelu, puhelin 020 450 05, faksi 020 450 2380 Sähköposti: asiakaspalvelu@edita.fi , http://www.edita.fi/netmarket			
Julkaisun kustantaja	Suomen ympäristökeskus (SYKE), PL 140, 00251 Helsinki puhelin 020 490 123			
Painopaikka ja -aika	Edita Prima Oy, 2008			

PRESENTATIONSBLAD

Utgivare	Finlands miljöcentral (SYKE)			Datum Mars 2008
Författare	Mika Marttunen, Jyri Mustajoki, Olli-Matti Verta och Raimo P. Hämäläinen			
Publikationens titel	Monitavoitearviointi vuorovaikutteisessa ympäristösuunnittelussa – Menetelmä ja sen soveltamisesimerkkejä vesistöjen käytössä ja hoidossa (Multikriterieanalys i interaktiv miljöplanering) – Metod och exempel på hur den tillämpats i användning och vård av vattendrag			
Publikationsserie och nummer	Miljön i Finland I I/2008			
Publikationens tema	Naturtillgångar			
Publikationens delar/andra publikationer inom samma projekt	Publikationen finns tillgänglig på internet: www.ymparisto.fi/julkaisut			
Sammandrag	Planeringen av användningen och vården av vattendrag håller på att bli allt mer komplicerad. De olika brukargrupperna har ofta divergerande och till och med motsatta mål, vilka det är viktigt att identifiera och strukturera systematiskt i början av planeringen. Därtill skapar ändringarna i lagstiftningen om planering av vattenvården nya utmaningar. Klimatförändringen kräver också uppmärksamhet. För att svara på dessa utmaningar med framgång krävs att man har perspektivet på avrinningsområdet, att man behärskar planeringsprocessen, att intressegrupperna samarbetar och att olika intressen och mål sammanjämkas. Det finns ett stort behov av att utveckla nya infallsvinklar och metoder. Multikriterieanalys eller beslutsanalys är en grupp metoder och sätt att se på problem, som kan tillämpas i struktureringen av omfattande och komplicerade teman som innehåller olika värderingar, icke jämförbara effekter och osäkerhet. Syftet är att stöda en systematisk sammankoppling av mål så, att verkningarna av olika alternativ och olika intressegruppers synpunkter om målen tas i beaktande i beslutsfattandet. En systematisk identifiering av målen kan också främja hållbarare lösningar. I beslutsanalysen struktureras målen och alternativen i allmänhet i samarbete med intressegrupperna, vilket ökar planens transparens och acceptabilitet. I denna publikation beskrivs grunderna för de beslutsanalytiska metoderna och hur de används i planeringen av vattenvården. Beslutsanalytiska metoder har tillämpats i Finland redan från början av 1990-talet i multikriterieplanering av användningen och vården av vattendrag. Erfarenheterna har varit positiva. Med fem exempelfall beskrivs möjligheterna att tillämpa beslutsanalys. I publikationen presenteras också bra tillvägagångssätt att tillämpa beslutsanalytiska metoder i planeringens olika skeden. Vår erfarenhet är, att multikriterieanalys erbjuder en mycket bra metod för planering av användningen och vården av vattendrag.			
Nyckelord	vattendrag, vattenvård, vattenreglering, miljöeffekter, värden, beslutsanalys, multikriterieanalys, planering, deltagande, beslutsanalysintervjuer			
Finansiär/uppdragsgivare	Finlands miljöcentral (SYKE)			
	ISBN 978-952-11-3043-4 (hft.)	ISBN 978-952-11-3044-1 (PDF)	ISSN 1238-7312 (print)	ISSN 1796-1637 (online)
	Sidantal 71	Språk Finska	Offentlighet Offentlig	Pris (inneh. moms 8 %) 28 €
Beställningar/distribution	Edita Publishing Ab, PB 800, 00043 EDITA, växel 020 450 99, Postförsäljning: Telefon +358 20 450 05, fax +358 20 450 2380, Internet: www.edita.fi/netmarket			
Förläggare	Finlands miljöcentral, PB 140, 00251 Helsingfors Telefon +358 20 490 123			
Tryckeri/tryckningsort och -år	Edita Prima Ab, 2008			

DOCUMENTATION PAGE

<i>Publisher</i>	Finnish Environment Institute (SYKE)			<i>Date</i> March 2008
<i>Author(s)</i>	Mika Marttunen, Jyri Mustajoki, Olli-Matti Verta and Raimo P. Hämäläinen			
<i>Title of publication</i>	Monitavoitearviointi vuorovaikutteisessa ympäristösuunnittelussa – Menetelmä ja sen soveltamisesimerkkejä vesistöjen käytössä ja hoidossa (Multicriteria assessment in interactive environmental planning – A method and examples of how it has been applied in the management of water courses)			
<i>Publication series and number</i>	The Finnish Environment 11/2008			
<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/julkaisut			
<i>Abstract</i>	Planning of use and management of water bodies is becoming more and more complicated. Various involved interest groups often have different and even conflicting objectives, and changes in legislation set new challenges for the planning. The planning process also has to reckon with climate change. Meeting these challenges successfully requires a watershed perspective, proper management of the planning process, cooperation between interest groups and reconciling their different objectives. Thus there is a great need to develop and apply new approaches and methods to facilitate the process. Multicriteria decision analysis is a set of methods and approaches for structuring complex problems involving different values, intangible and incommensurable impacts and uncertainties. The goal is to create a structured process to identify objectives, create alternatives and compare them from different perspectives. This kind of systematic process to identify the objectives can also help finding new innovative and sustainable solutions. The problem is usually structured in close collaboration with the interest groups, which increases transparency and acceptability of the planning process and the outcome. In this publication we describe the basics of the decision analysis methods as well as their use in five water body management cases. These methods have been applied in the Finnish Environmental Institute since the 1990's in multicriteria planning of water resources. The experiences from the use of the methods have been very positive. We illustrate the various possibilities of these methods with five case studies. We also discuss best practices for applying the methods in different phases of the process. According to our experiences, multicriteria decision analysis provides a very useful approach for the management of water courses.			
<i>Keywords</i>	water courses, water management, water level regulation, environmental effects, values, decision analysis, multicriteria assessment, planning, participation, decision analysis interviews			
<i>Financier/ commissioner</i>	Finnish Environment Institute (SYKE)			
	ISBN 978-952-11-3043-4 (pbk.)	ISBN 978-952-11-3044-1 (PDF)	ISSN 1238-7312 (print)	ISSN 1796-1637(online)
	No. of pages 71	Language Finnish	Restrictions Public	Price (incl. tax 8 %) 28 €
<i>For sale at/ distributor</i>	Edita Publishing Ltd, Box 800, FIN-00043 EDITA, Finland, Phone +358 20 450 00 Mail orders: Phone +358 20 450 05, telefax +358 20 450 2380 Internet: www.edita.fi/netmarket			
<i>Financier of publication</i>	Finnish Environment Institute, P.O.Box 140, FIN-00251 Helsinki, Finland Phone +358 20 490 123			
<i>Printing place and year</i>	Edita Prima Ltd, 2008.			

Monitavoitteinen päätösanalyysi eli monitavoitearviointi on joukko menetelmiä ja lähestymistapoja, joita voidaan soveltaa erilaisia arvostuksia, erimitallisia vaikutuksia ja epävarmuutta sisältävien laajojen ja monimutkaisten aiheiden jäsentelyssä. Julkaisussa kuvataan menetelmien perusteet ja käyttö vesienhoidon suunnittelussa. Viiden tapausesimerkin avulla kuvataan päätösanalyysin soveltamistapoja erilaisissa tilanteissa. Kokemustemme perusteella monitavoitteinen päätösanalyysi tarjoaa erittäin käyttökelpoisen lähestymistavan ja menetelmiä vesistöjen käytön ja hoidon suunnitteluun. Julkaisun tavoitteena on lisätä asiantuntijoiden tietoisuutta menetelmistä ja sen erilaisista käyttömahdollisuuksista sekä parantaa asiantuntijoiden ja tutkijoiden valmiuksia soveltaa menetelmiä laadukkaasti.



S Y K E

Myynti: Edita Publishing Oy
PL 800, 00043 EDITA
Asiakaspalvelu: puh. 020 450 05, faksi 020 450 2380
Edita-kirjakauppa Helsingissä:
Antinkatu 1, puh. 020 450 2566

ISBN 978-952-11-3043-4 (nid.)

ISBN 978-952-11-3044-1 (PDF)

ISSN 1238-7312 (pain.)

ISSN 1796-1637 (verkkoj.)



9 789521 130434