

Monitavoitearvioinnin ja ongelmien jäsentelymenetelmien hyödyntäminen ympäristövaikutusten arvioinneissa

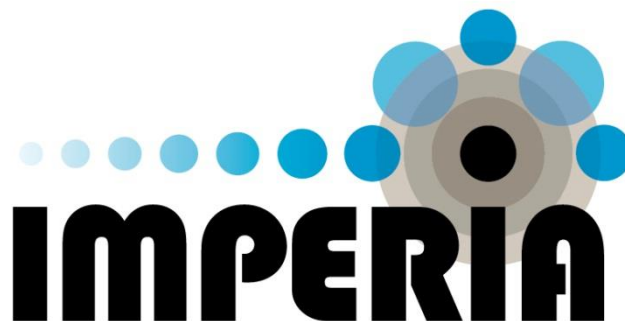
IMPERIA-hankkeen projektiraportti

19.12.2015

Jyri Mustajoki, Suomen ympäristökeskus

Mika Marttunen, Suomen ympäristökeskus

Joonas Hokkanen, Ramboll Finland Oy



**Improving environmental assessment
by adopting good practices and tools
of multi-criteria decision analysis**

Sisältö

1.	Johdanto	4
2.	Monitavoitearviointi.....	5
2.1.	Lähestymistavan tavoitteet ja toimintaperiaatteet	6
2.2.	Monitavoitearvioinnin vaiheet	7
2.3.	Sidosryhmien osallistuminen prosessiin.....	9
2.4.	Perusteita monitavoitearvioinnin soveltamiselle YVAssa	9
3.	Menetelmiä monitavoitearvioinnin sekä ongelmien jäsentelyn tukemiseen	11
3.1.	Ongelman jäsentelykehikot.....	12
3.1.1.	SWOT-analyysi.....	13
3.2.	Tavoitehierarkia.....	14
3.3.	Vaikutuskaaviot	16
3.3.1.	Käsitteelliset vaikutuskaaviot	16
3.3.2.	DPSIR-kehikko.....	18
3.3.3.	Laskennallisia menetelmiä hyödyntävät vaikutuskaaviot ja -verkot.....	20
3.4.	Toimenpidetaulukko.....	21
3.5.	Vaikutustaulukko	22
3.6.	Järjestelmälliset arviointikehikot vaikutusten merkittävyyden arviointiin	23
3.7.	Moniulotteiset kuvaajat	27
3.8.	Arvopuuanalyysi	28
3.8.1.	Ongelman jäsentely	29
3.8.2.	Preferenssien ja mittausarvojen määrittäminen.....	30
3.8.3.	Tulosten arviointi.....	32
3.9.	Skenaarioanalyysi	34
3.10.	Todennäköisyyslaskentaa hyödyntävät menetelmät	36
3.10.1.	Päätöspuut.....	36
3.10.2.	Bayesilaiset menetelmät	38
3.10.3.	Stokastinen hyväksyttävyyshanalyysi (SMAA).....	39
4.	Työkalut	41
4.1.	ARVI-työkalu	41
4.1.1.	Kommentteja ARVI-työkalusta ja sen sovellettavuudesta	42
4.2.	Web-HIPRE.....	43
4.3.	Muita työkaluja monitavoitearvioinnin tukemiseen	44
5.	Monitavoitearvioinnin hyödyntäminen YVA-ohjelmavaiheessa	45
5.1.	Vaikutusten tunnistaminen ja jäsentäminen	45
5.1.1.	Laissa määritellyt vaikutukset ja aiempien YVA-hankkeiden hyödyntäminen	45

5.1.2.	Vaikutuskaavioiden ja -ketjujen muodostaminen	46
5.1.3.	Tavoitehierarkian muodostaminen	48
5.1.4.	Arviointiryhmän näkemysten huomioonottaminen.....	49
5.2.	Merkittävyyden arviointikriteerien sekä vaikutusta kuvaavien mittarien ja niiden arviointiasteikkojen määrittäminen	49
5.3.	Alustava vaikutusten merkittävyyden arviointi ja vaikutusarvioiden kohdentaminen	51
5.4.	Vaihtoehtojen määrittäminen	53
6.	Monitavoitearvioinnin hyödyntäminen YVA-selostusvaiheessa	55
6.1.	Vaikutusten merkittävyyden arviointi	55
6.1.1.	Merkittävyyden arvioinnin peruseriaatteet ja eri tapoja arvioida merkittävyyttä	55
6.1.2.	ARVI-lähestymistavan hyödyntäminen YVAn merkittävyyden arvioinnissa.....	56
6.1.3.	Toteuttamiskelpoisuuden arviointi	59
6.1.4.	Laskennallisten menetelmien hyödyntäminen	59
6.2.	Kumulatiivisten/yhteisvaikutusten sekä epävarmuuksien ja riskien tarkastelu	60
6.2.1.	Kumulatiivisten/yhteisvaikutusten tarkastelu.....	60
6.2.2.	Epävarmuuksien tarkastelu	60
6.2.3.	Riskien tarkastelu.....	61
6.3.	Lieventämistoimenpiteiden tarkastelu.....	61
6.4.	Vaihtoehtojen vertailu.....	62
6.4.1.	Erittelevät menetelmät	63
6.4.2.	Eriteltyjä vaikutuksia yhdistelevät menetelmät	64
6.4.3.	Arvopuuanalyysi	64
6.4.4.	Muita menetelmiä	65
7.	Monitavoitearvioinnin hyödyntäminen SOVAssa.....	67
7.1.	Tavoitteiden tunnistaminen ja jäsentely	67
7.2.	Vaihtoehtojen muodostaminen ja vertailu	67
7.3.	Epävarmuuksien hallinta	68
8.	Käytännön esimerkkejä menetelmien soveltamisesta	69
8.1.	Piiparinmäen–Lammaslamminkankaan tuulivoimapuiston YVA.....	69
8.2.	Vihdin jätevesihuollon YVA.....	71
8.3.	Balticconnector-maakaasuputkihankkeen YVA.....	74
8.4.	Helsingin Energian biopolttoaineiden käytön lisäämisen YVA	77
8.5.	Oulun varavedenhankinnan vaihtoehtotarkastelu.....	80
8.6.	Etelä-Pohjanmaan turvetuotannon vesistövaikutusriskien arviointi	83
8.7.	Lapuanjoen vesistöalueen tulvariskien hallintasuunnitelman SOVA	87
9.	Yhteenveto	90
	Viitteet	91

1. Johdanto

Monitavoitearviointi on järjestelmällinen lähestymistapa, jonka avulla voidaan jäsenellä ongelmia, tunnistaa niihin liittyviä tärkeitä tavoitteita ja punnita vaihtoehtoja eri näkökulmista. Sitä voidaan hyödyntää etenkin laajoissa yhteiskunnallisissa hankkeissa, jotka koskettavat monia eri sidosryhmiä. Haasteena on ottaa eri näkökulmat huomioon, jolloin tarve läpinäkyville ja järjestelmällisille menetelmille tavoitteiden yhteensovittamiseksi on suuri. Viime vuosina monitavoitearviointia onkin yhä enemmän sovellettu laajoissa ja vuorovaikutteisissa ympäristöhankkeissa.

Tässä raportissa esitellään mahdollisuuksia hyödyntää monitavoitearvioinnin käytäntöjä ja menetelmiä sekä erilaisia ongelmien jäsentelymenetelmiä ympäristövaikutusten arvioinnin tukemiseen. Tavoitteena on antaa uusia ideoita arviointien järjestelmällisyyden ja läpinäkyvyyden lisäämiseksi. Raportti ei kuitenkaan pyri normatiivisesti ohjeistamaan, miten vaikutusten arviointi tulisi tehdä, sillä hankkeet ja niiden tarpeet vaihtelevat hyvin paljon. Täten myös menetelmien ja työkalujen soveltaminen on harkittava tapauskohtaisesti.

Eräs ympäristövaikutusten arviointikäytäntöjen ja -menetelmien laaja sovellusalue on ns. YVA-menettelyn mukainen ympäristövaikutusten arviointi (YVA-laki 1994; YVA-asetus 2006). Sitä tulee soveltaa hankkeisiin ja niiden muutoksiin, joista saattaa aiheutua merkittäviä haitallisia ympäristövaikutuksia Suomen luonnon ja muiden ympäristön erityispiirteiden vuoksi. Tämä raportti on syntynyt osana YVA-käytäntöjä kehittävästä IMPERIA-hanketta (IMPERIA 2012; Marttunen ym. 2015a). Vaikka raportissa keskitytään menetelmien sovellusmahdollisuuksiin YVAssa, niin menetelmät itsessään soveltuvat yleisesti kaikenlaiseen ympäristövaikutusten arviointiin. Raportissa ei kuitenkaan varsinaisesti ohjeisteta YVA-menettelyn mukaisen prosessin suorittamista, sillä tätä varten on laadittu useita eri alakohtaisia ohjeistoja vaikutusten arvioinnin toteuttamiseen esimerkiksi tie- (Tiehallinto, 2009), kiviaines- (Jantunen 2012) ja kaivoshankkeissa (Jantunen ja Kauppila 2015; Kauppila ym. 2015) sekä poronhoitoon (Ketola ym. 2009) ja energiantuotantoon liittyvissä hankkeissa (Hokkanen ja Rinne 2013). Lisäksi on laadittu teemakohtaisia ohjeistoja esimerkiksi ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arvioinnin tukemiseen (Kauppinen ja Rotko 2015).

Luvussa 2 kuvataan monitavoitearvioinnin peruseriaatteet ja luvussa 3 menetelmien soveltaminen yleisellä tasolla. Luvussa 4 esitellään muutamia tietokoneohjelmistoja, joita voidaan hyödyntää järjestelmällisten menetelmien käytön tukemiseen. Luvussa 5 esitellään mahdollisia tapoja soveltaa menetelmiä YVAN ohjelmavaiheessa ja luvussa 6 vastaavasti selostusvaiheessa. Luvussa 7 käsitellään menetelmien hyödyntämismahdollisuuksia suunnitelmien ja ohjelmien ympäristövaikutusten arvioinnissa (SOVA). Luku 8 havainnollistaa menetelmien käytännön soveltamista esittelemällä muutamia jo toteutettuja järjestelmällisiä menetelmiä hyödyntäneitä YVA-hankkeita.

Tekstissä mainitut viitteet on esitetty raportin lopussa. Tämän lisäksi eri aihepiirejä käsittelevien lukujen perässä voidaan mainita muutamia lähteitä, joista löytyy yleistajuista lisätietoa aiheesta.

Lisätietoa aiheesta:

IMPERIA (2015). Improving Environmental Assessment by Adopting Good Practices and Tools of Multi-criteria Decision Analysis. EU Life+ -hanke (LIFE11 ENV/FI/905). <http://imperia.jyu.fi> – YVA-käytäntöjä kehittäneen IMPERIA-hankkeen internet-sivusto, josta löytyy kaikki hankkeessa tuotettu materiaali sähköisessä muodossa.

Marttunen, M., Grönlund, S., Hokkanen, J., Jantunen, J., Karjalainen, T.P., Luodemäki, S., Mustajoki, J., Neste, J., Saarikoski, H., Vallius, E., Vartia, M., Vehmas, A., Vienonen, S. (2015a). Hyviä käytäntöjä ympäristövaikutusten arvioinnissa – IMPERIA-hankkeen yhteenveto. IMPERIA-hankkeen julkaisu. – IMPERIA-hankkeessa tunnistettuja hyviä YVA-käytäntöjä kokoava raportti.

2. Monitavoitearviointi

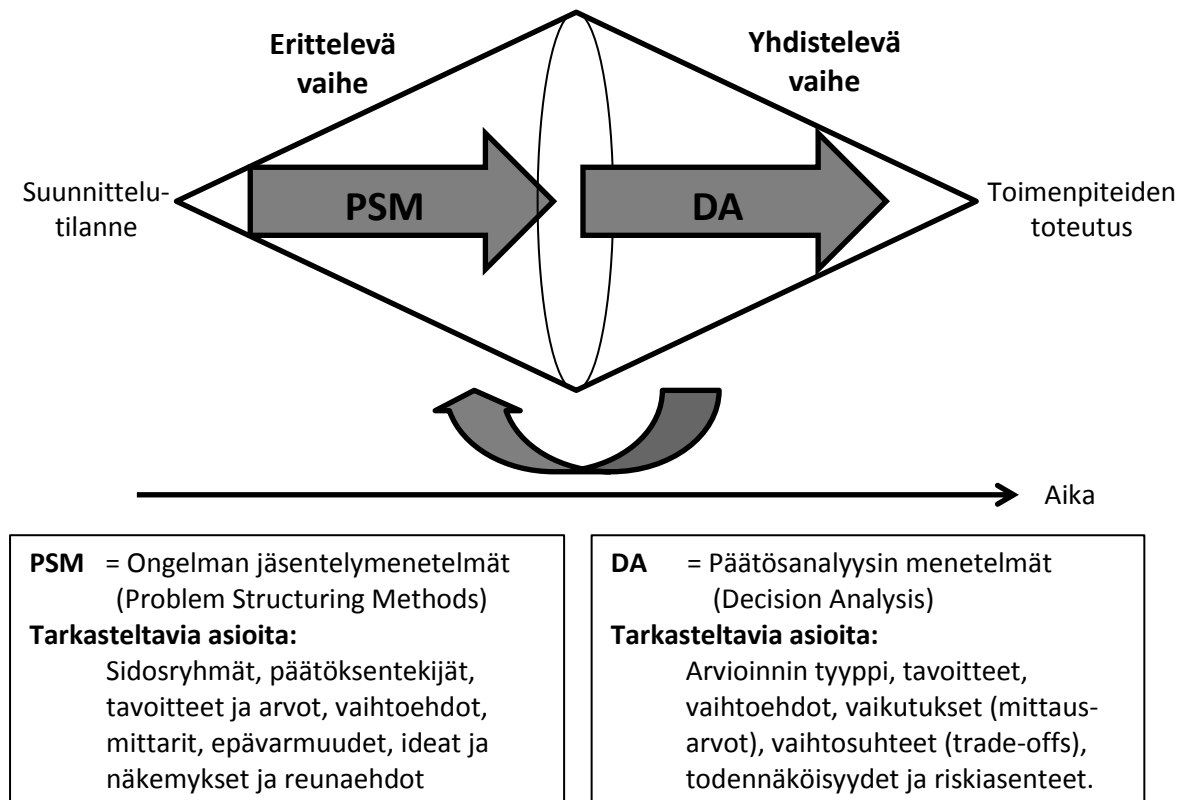
Käytännön ongelmissa on usein monia eri tavoitteita, jotka kaikki olisi pyrittävä ottamaan huomioon. Kuitenkin vain harvoin eri sidosryhmien tavoitteet täyttyvät saman vaihtoehdon kohdalla ja tavoitteiden välillä on yleensä tarve tehdä kompromisseja. Monitavoitearviointi soveltuu erilaisia arvostuksia, erimitallisia vaikutuksia ja epävarmuutta sisältävien laajojen ja monimutkaisten aiheiden jäsentelyyn ja analysointiin. Sillä voidaan tukea tavoitteiden järjestelmällistä jäsentämistä, erimitallisten vaikutusten yhteensovittamista, vaihtoehtojen järjestelmällistä arviointia ja keskeisten vaihtokauppojen (trade-offs) tunnistamista niin, että eri sidosryhmien näkemykset ja suhtautuminen erilaisiin tavoitteisiin ja vaihtoehtoihin tulevat mukaan tarkasteluun. Ympäristöongelmat sisältävät usein juuri tämäntyyppisiä elementtejä, ja monitavoitearviointia onkin sovellettu laajasti ympäristöongelmien tukemiseen (Lahdelma ym. 2000; Keisler ja Linkov 2014). Monitavoitearviointia soveltavista ympäristöhankkeista on laadittu useita katsausartikkeleita (mm. Kiker ym. 2005; Hajkowicz ja Collins 2007; Huang ym. 2011). Myös ongelman jäsentelymenetelmiä hyödyntäneistä tapaustutkimuksista on laadittu katsauksia (esim. Mingers and Rosenhead 2004).

Monitavoitearvioinnin erona muihin systeemi- ja operaatiotutkimuksen osa-alueisiin on se, että siinä pyritään objektiivisen tutkimustiedon lisäksi ottamaan huomioon ja mallintamaan myös sidosryhmien henkilökohtaisia käsityksiä ja arvostuksia eri asioista. Lähtökohtana on ”erittele–yhdistä–ymmärrä” -periaatteen soveltaminen monimutkaisten ongelmien ratkaisemiseen: ongelma pilkotaan pienemmiksi osiksi, joita tarkastelemalla ja lopuksi yhdistämällä pyritään selvittämään suunnittelu- tai päätöksentekotilanteen luonnetta. Lähestymistapa auttaa myös kokoamaan monista eri palasista koostuvaa tietoa ja arvostuksia ja jäsenellisesti analysoimaan näiden muodostamaa kokonaisuutta.

Monitavoitearvioinnista voidaan käyttää useita eri termejä (englanniksi Multi-Criteria Evaluation – MCE tai Multi-Criteria Assessment – MCA), joiden käyttö riippuu usein suunnittelutilanteesta. Voidaan puhua myös monitavoitteisesta päätösanalyysistä (Multi-Criteria Decision Analysis – MCDA), jos halutaan esimerkiksi korostaa lähestymistavan käyttöä tukemaan päätöksenteon valmistelua. Käytännössä lähestymistapojen peruseriaatteen ovat kuitenkin samat termistöstä riippumatta. Monitavoitearviointi käsitteenä voidaan myös ymmärtää joko suppeasti koskien vain vaihtoehtojen vertailua tukevia järjestelmällisiä matemaattisia menetelmiä tai laajasti käsittämään koko arviointiprosessin ongelman jäsentelystä lähtien.

Monitavoitearviointia pidetään usein niin sanottuna yhdistelevänä vaihtoehtojen vertailumenetelmänä (esim. Turtiainen 2000). Tätä se vaihtoehtojen vertailussa tapahtuvan kokonaisarvojen laskemisen osalta onkin. Toisaalta, jotta tekijöitä voidaan yhdistää, on ne ensin täytynyt tunnistaa ja eritellä, mikä on olennainen osa monitavoitearvioinnin oppimisprosessia. Monitavoitearviointi voidaan toteuttaa myös ilman yhdistelevää vaihetta, jos erittelevä vaihe tuottaa jo riittävän ymmärryksen suunnittelutilanteesta ratkaisun löytämiseksi (Gregory ym. 2012).

Tässä raportissa monitavoitearviointi-termiä käytetään yleiskäsitteenä, joka kattaa sekä erittelevän ongelman jäsentelyvaiheen että yhdistelevän vaihtoehtojen järjestelmällisen vertailuvaiheen (Kuva 2-1). Jäsentelyvaiheessa pyritään hahmottamaan ja ymmärtämään suunnittelutilanne eri osapuolten näkökulmista ja tunnistamaan olennaiset tekijät, epävarmuudet ja reunaehdot hyödyntäen erilaisia ongelman jäsentelymenetelmiä (Problem Structuring Methods – PSM). Tämän jälkeen arvioidaan vaikutuksia ja lopuksi tehdään kokonaisvaltainen synteesi näistä hyödyntäen päätösanalyysin laskentamenetelmiä (Decision Analytical Methods – DA). Käytännössä prosessi on usein iteratiivinen, sillä yhdistelevässä vaiheessa tulleen uuden tiedon perusteella voidaan joutua palaamaan erittelevään vaiheeseen ja muuttamaan siinä tehtyjä ratkaisuja.



Kuva 2-1. Monitavoitearviointiprosessin muodostuminen erittelevästä ongelman jäsentelymenetelmiä (PSM) hyödyntävästä vaiheesta sekä yhdistelevästä päätösanalyysin menetelmiä (DA) hyödyntävästä vaiheesta (mukailtu lähteestä Montibeller 2010).

2.1. Lähestymistavan tavoitteet ja toimintaperiaatteet

Monitavoitearviointi yhdistää vaihtoehtojen vaikutuskohtaista tietoa eri tavoitteiden suhteen siihen, miten ihmiset arvostavat eri tavoitteita. Mitä monimutkaisempi tilanne, sitä selvemmin monitavoitearvioinnin vahvuudet tulevat esille. Etenkin seuraavia elementtejä sisältävissä ongelmissa monitavoitearvioinnista voi olla suurta hyötyä:

- **Monimutkaisuus.** Ongelma on niin monitahoinen, että kokonaisuutta ja päätöstilannetta on vaikea hahmottaa ilman kunnon jäsentelyä.
- **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 kehitysennusteisiin 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.
- **Erlaisia näkemyksiä asioista.** Tarve saada eri sidosryhmien näkemyksiä mukaan prosessiin ja osallistaa sidosryhmät mukaan.

Monitavoitearvioinnin taustalla on niin sanottu arvoperustainen ajattelu (Value-focused thinking; Keeney 1992, 2013). Sen mukaan keskeistä kaikessa päätöksenteossa on päätöksentekijöiden tai sidosryhmien

perimmäisten tavoitteiden tunnistaminen sekä heidän arvojensa huolellinen tarkastelu ja jäsentely. Se voidaan nähdä vastakohtana perinteiselle keinokeskeiselle ajattelulle, jossa pohdinta lähtee liikkeelle valmiiksi määritellyistä vaihtoehdoista, joista valitaan paras. Tällöin vaihtoehdon valinta tehdään usein puutteellisesti määritellyin kriteerein ja vaihtoehdot eivät välttämättä toteuta päätöksentekijöiden tavoitteita. Sen sijaan arvokeskeisessä ajattelussa keinoja tavoitteiden saavuttamiseksi pohditaan vasta tavoitteiden jäsentelyn jälkeen, jolloin uusien näkökulmien kautta myös keinovalikoima tavoitteiden toteuttamiseksi voi olla laajempi.

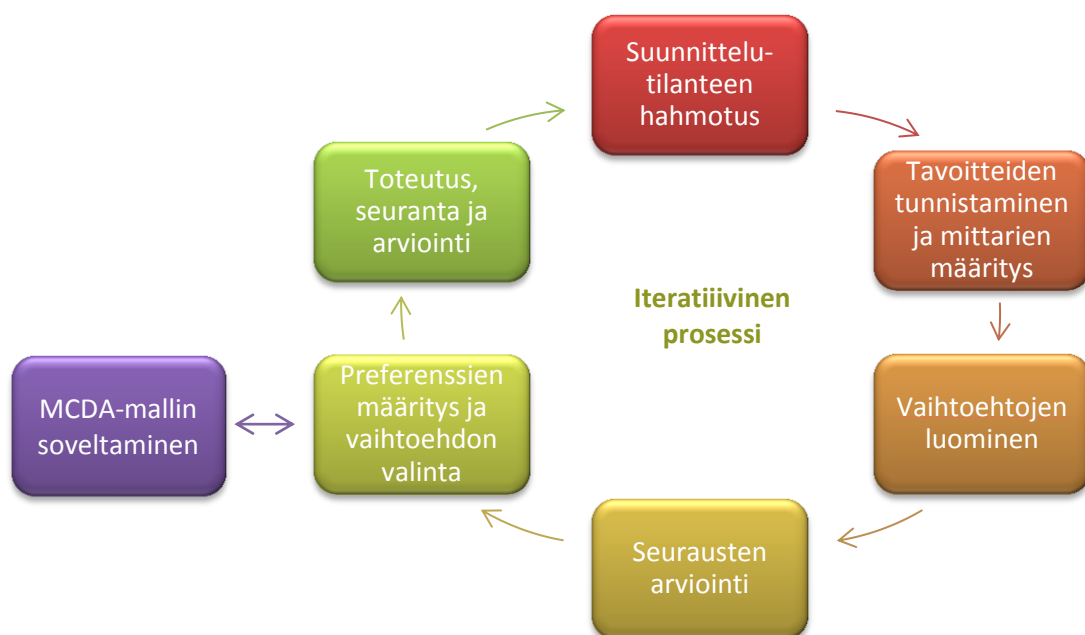
Varsinaisten ongelmaan liittyvien tavoitteiden lisäksi itse monitavoitearvioinnin toteutukselle voi myös olla muita tavoitteita. Seuraavassa on listattu erityyppisiä monitavoitearviointiin liittyviä tavoitteita:

- **Perimmäiset tavoitteet:** Perustavia arvoja, joihin pyritään. Vastaavat kysymykseen ”miksi?”. Esimerkkinä *luonnon hyvinvointi*.
- **Keinotavoitteet:** Tavoitteita tai tapoja, jotka edesauttavat perimmäisten tavoitteiden saavuttamista. Vastaavat kysymykseen ”miten?”. Esimerkiksi keinotavoitteita luonnon hyvinvoinnin saavuttamiseksi ovat *eläinten elinolojen parantaminen* tai *saasteiden vähentäminen*.
- **Prosessitavoitteet:** Tavoitteita prosessin suorittamiselle ja sille miksi prosessi tehdään. Esimerkkinä *yhteisymmärryksen lisääminen asiasta* tai *sidosryhmien oppimisprosessi*.
- **Organisaatiotavoitteet:** Päätöksentekijän edustaman organisaation asettamia tavoitteita ratkaisulle esimerkiksi strategian, politiikan tai vakiintuneen käytännön muodossa. Esimerkkinä *yhtiön imagon parantaminen*.

Se, mitä näistä tavoitellaan, ohjaa paljon myös käytettävien menetelmien valintaa. Täten monitavoitearvioinnin toteutus tulee aina suunnitella hankkeen ja sen tarpeiden mukaan.

2.2. Monitavoitearvioinnin vaiheet

Monitavoitearviointi perustuu hyvin jäsennehtyyn prosessiin ongelman elementtien tunnistamiseksi ja käsittelemiseksi. Prosessi voidaan kuvata monin eri tavoin, esimerkiksi Gregory ym. (2012) ovat kirjassaan ”Structured Decision Making (SDM)” esitelleet havainnollisen kuvauksen prosessista (Kuva 2-2).



Kuva 2-2. Monitavoitearvioinnin mallien sijoittuminen jäsennehtyyn päätöksentekoprosessiin (Gregory ym. 2012).

Yksityiskohtaisemmin jäsennellyn päätöksentekoprosessin vaiheet ovat seuraavat:

- 1) **Suunnittelutilanteen hahmotus.** Ongelman määrittäminen antaa suuntaviivat koko prosessin toteutukselle ja on siksi tarpeen tehdä huolella. Eri osapuolilla voi olla erilaisia näkemyksiä siitä, mikä on ratkaisun vaativa ongelma. Ongelman määrittämiseen voi myös liittyä kysymyksiä ja valintoja, joita ei ole aiemmin edes tiedostettu. Tarkastelun laajuus ja sen tarkkuustaso on tarpeen määrittää huolella jo tässä vaiheessa, sillä ne vaikuttavat olennaisesti koko tulevan prosessin toteutukseen. Ongelman jäsentelymenetelmiä hyödyntämällä on mahdollista laajentaa ja rikastaa katsantokantoja niin, että koko suunnittelutilanne nähdään uudessa valossa. Myös suunnittelun edetessä voi tulla esille asioita, joiden vuoksi tähän vaiheeseen on tarvetta palata uudestaan. Monitavoitearvioinnin kirjallisuudessa ongelman jäsentelyvaiheen tärkeyttä ja yhteiskunnallisen näkökulman tuomista siihen ovat korostaneet esimerkiksi Belton ja Stewart (2002) ja Munda (2004).
- 2) **Tavoitteiden tunnistaminen ja mittarien määrittäminen.** Tavoitteista keskustelu ja niiden systemaattinen jäsentäminen ohjaa huomiota keinoista siihen, mitä päätöksentekijät tai eri sidosryhmät pitävät tärkeänä ja tavoittelemisen arvoisena. Tavoitteiden kirjaaminen ja jäsentäminen yhdessä eri osapuolten kanssa edesauttaa hyvän suunnitteluilmapiirin syntyä, koska osallistujat kokevat, että heidän mielipiteensä on tärkeä ja sitä arvostetaan.

Mittarien avulla kuvataan, kuinka hyvin vaihtoehdot edistävät tavoitteiden saavuttamista. Ne tulisi valita siten, että vaihtoehtojen hyvyys niiden suhteen on helposti mitattavissa. Esimerkiksi luonnollinen mittari kustannusten mittaamiseen on raha. Mikäli luonnollisia mittareita ei ole, voidaan käyttää epäsuoria mittareita, jotka kuvaavat välillisesti asian saavuttamista, tai luoda mittari itse esimerkiksi jonkin luokitteluasteikon avulla (Keeney ja Gregory 2005).
- 3) **Vaihtoehtojen luominen.** Vaihtoehdot ovat erilaisia keinoja tavoitteiden saavuttamiseen. Tilanteesta riippuen vaihtoehtojen joukko voi olla määritelty hyvin jo ongelman asetelussa, mutta aina ennalta määriteltävissä olevaa luonnollista vaihtoehtojoukkoa ei ole. Tällöin vaihtoehdot on muodostettava prosessin aikana. Vaihtoehtojen muodostamisessa voidaan hyödyntää aikaisemmin määriteltäviä tavoitteita pohtimalla, millä keinoilla olisi mahdollista saavuttaa jokin yksittäinen tai samanaikaisesti useampi tavoite. Vaihtoehtojen avulla opitaan ymmärtämään suunnittelutilannetta, esimerkiksi sitä, kuinka suuria eroja tavoitteiden saavuttamisessa eri vaihtoehtojen välillä on. Siksi on tärkeää tarkastella riittävän erilaisia vaihtoehtoja.
- 4) **Vaikutusten arviointi.** Vaihtoehtojen vaikutuksia arvioidaan kaikkien olennaisten tavoitteiden suhteen hyödyntämällä mittareita. Arviot voivat perustua suoraan tutkimustietoon, mallien antamiin tuloksiin. Mikäli näitä ei ole mahdollista saada, ne voivat myös olla asiantuntija-arvioita.
- 5) **Preferenssien määrittäminen ja vaihtoehdon valinta.** Sidosryhmien mieltymykset eri tavoitteiden suhteen voidaan ottaa mukaan tarkasteluun preferenssimallin avulla, jossa arvioija painottaa tavoitteita omien näkemystensä mukaan. Yhdistämällä nämä vaihtoehtojen vaikutuksiin saadaan vaihtoehtojen kokonaisarvot, jotka kuvaavat niiden hyvyttä arvioijalle. Vertailemalla eri arvioijien mieltymysten mukaisia tuloksia voidaan oppia ymmärtämään asiaa eri näkökulmista ja saavuttamaan kokonaisvaltainen näkemys vaihtoehtojen hyvistä ja huonoista puolista.

Eri osapuolten näkemyksiä ja arvostuksia voidaan selvittää esimerkiksi työpajatyöskentelyllä, haastattelulla tai kyselyillä. Tärkeä osa tätä vaihetta ovat herkkyystarkastelut, joiden avulla tunnistetaan tekijät, joiden painoarvojen muutoksille tulos on herkin sekä vaihtoehdot, joiden vaikutusarvioihin sisältyy eniten epävarmuutta.

Riippuen tarkastelun tavoitteista tämän vaiheen tuotoksena voi olla esimerkiksi läpinäkyvä analyysi vaihtoehtojen kokonaisvaikutuksista tai suositus jonkin tarkastellun vaihtoehdon toteuttamiselle. Vaihtoehtotarkastelun tuottaman tiedon ja ymmärryksen perusteella

voidaan myös esimerkiksi ehdottaa täysin uuden vaihtoehdon toteuttamista. Mahdollista on myös se, että yksiselitteisesti parasta vaihtoehtoa ei ole, jolloin voidaan esittää esimerkiksi eri vaihtoehtojen vahvuudet ja heikkoudet eri näkökulmista.

- 6) **Toteutus, seuranta ja arviointi.** Monitavoitearviointi antaa tukea päätöksentekoon ja sen avulla voidaan analysoida päätöstilannetta. Varsinainen tulosten täytäntöönpano riippuu sen sijaan usein asianomaisesta instanssista ja sen toimintatavoista ja rajoitteista. Jatkuvuuden kannalta on kuitenkin olennaista, että toteutukseen kytketään kiinteästi mukaan myös onnistumisen seuranta ja sen arviointi.

Monitavoitearviointi voidaan toteuttaa monin eri tavoin, ja toteutusta suunniteltaessa on itse hankkeen tavoitteet syytä olla kirkkaana mielessä. Laajimmin toteutettuna monitavoitearviointi toimii viitekehyksenä koko prosessille ja ohjaa sen eri vaiheita siten, että näissä suoritettavat tehtävät tukevat saumattomasti toisiaan. Toisena ääripäänä on yksittäisen menetelmän käyttö johonkin tiettyyn tarkoitukseen. Esimerkiksi, kun kaikki aineisto on kerätty, niin monitavoitearviointia voidaan hyödyntää vaihtoehtojen vertailussa. Tämäkin voi tuoda merkittävää lisäarvoa, mutta suurimmat hyödyt saadaan, kun monitavoitearviointi muodostaa kehikon koko arvioinnille ja sen periaatteita ja työkaluja sovelletaan suunnittelun eri vaiheissa.

2.3. Sidosryhmien osallistuminen prosessiin

Kuten kaikessa suurta yleisöä koskevassa suunnittelussa, myös monitavoitearvioinnissa sidosryhmien osallistuminen on olennainen osa prosessia. Monitavoitearviointiin mukaan otettavien sidosryhmien edustajien valinnassa huomioon otettavia seikkoja ovat esimerkiksi sidosryhmien määrä ja resurssit. Hankkeen aluksi on tärkeää kartoittaa tärkeät sidosryhmät ja varmistaa, että osallistujat kattavat ongelmaan liittyvien näkemysten kirjon. Mukaan otettavien ryhmien valinta voi perustua myös lakiin ja niiden tunnistamisessa voidaan hyödyntää esimerkiksi sidosryhmäanalyysin menetelmiä (Partanen-Hertell 2008; Reed ym. 2009). Hankkeissa, joissa on jo valmiiksi perustettu ohjausryhmä, on luontevaa, että ohjausryhmäläiset osallistuvat monitavoitearviointiin, mutta heidän lisäksi mukaan voidaan ottaa muita osapuolia. Ohjausryhmäläiset ovat monesti myös motivoituneita prosessiin, millä voi olla tärkeä merkitys prosessin laadun kannalta. Monitavoitearviointia ja sidosryhmien osallistumista ovat käsitelleet esimerkiksi Banville ym. (1998) ja Marttunen ym. (2015b).

Ongelman jäsentely kannattaa tehdä tiiviissä yhteistyössä eri sidosryhmien kanssa, mikä edesauttaa luomaan kaikkien osapuolten hyväksymiä malleja. Prosessiin osallistujat eivät välttämättä tunne entuudestaan käytettäviä menetelmiä, jolloin on erittäin tärkeää perustella ja kuvata heille, mitkä ovat prosessin tavoitteet ja miksi eri menetelmiä käytetään. Myös prosessin tuleva kulku on selvitettävä ja se, mihin osallistujilla on vielä mahdollisuus vaikuttaa.

Osallistujien luottamus prosessiin riippuu siitä, kuinka tasapuoliseksi ja avoimeksi he kokevat prosessin ja miten heidän prosessiin antamansa panos vaikuttaa lopputuloksiin. Vuorovaikutteisia menetelmiä, kuten miellekarttoja, sovellettaessa osallistujilla on mahdollisuus heti arvioida tuloksia. Menetelmien ymmärrettävyys ja käytön helppous ovat tärkeitä tekijöitä menetelmän valinnassa.

2.4. Perusteita monitavoitearvioinnin soveltamiselle YVAssa

Sekä YVA-menettelyn että monitavoitearvioinnin lähtökohtana on erilaisten vaihtoehtojen vaikutusten tunnistaminen ja vertailu. Molemmissa pyritään jäsenneltyyn, johdonmukaiseen ja läpinäkyvään arviointiin, mutta hieman eri näkökulmasta. YVAssa keskeistä on mahdollisten merkittävien vaikutusten ja niiden lieventämismahdollisuuksien tunnistaminen. Monitavoitearvioinnissa taas on olennaista tavoitteiden tunnistamisen kautta tapahtuva vaihtoehtojen vertailu ja suunnittelutilanteen parempi ymmärtäminen.

Yhtäläisyyksistään huolimatta sekä YVAssa että monitavoitearvioinnissa sovelletaan tyypillisesti jo pitkään käytössä olleita menetelmiä ja vakiintuneita käytäntöjä, jotka eroavat jonkin verran toisistaan. Siksi on hyödyllistä vertailla ja etsiä hyviä käytäntöjä, joita voitaisiin tuoda monitavoitearvioinnista YVA-menettelyyn ja myös toisinpäin. Esimerkiksi monitavoitearvioinnissa sovellettuja lähestymistapoja vaihtoehtojen vertailuun voitaisiin hyödyntää myös YVAssa. YVAssa puolestaan mennään syvemmälle

vaikuttavuuden (Dahler-Larsen 2005) ja vaikutusten merkittävyyden jäsennellyssä arvioinnissa, ja siellä kehitettyjä menetelmiä voitaisiin hyödyntää monitavoitearvioinnin puolella.

Ympäristövaikutusten arvioinnissa on tärkeää ymmärtää eri tekijöiden väliset syy–seuraus -suhteet (Hokkanen ym. 2010). Etenkin monitavoitearvioinnissa käytössä olevat hierarkkiset jäsentelymenetelmät ovat sellaisia, joiden soveltamisesta vaikutuksiltaan laajoissa ja monimutkaisissa YVA-hankkeissa voi olla hyötyä. Vaihtoehtojen vertailu on usein haastavaa, koska vaihtoehtojen paremmuus riippuu arvioijan arvostuksista. Tämän vuoksi YVA-hankkeissa ei usein otetakaan selvästi kantaa vaihtoehtojen paremmuuteen. Monitavoitearvioinnissa sen sijaan vaihtoehtojen paremmuutta on arvioitu yhdistämällä päätöksentekijöiden ja sidosryhmien arvostuksia vaikutuksia kuvaavaan tietoon. Myös tulosten visualisointiin on kiinnitetty paljon huomiota taustalla olevien arvostusten ymmärtämiseksi.

Vaikka tämän raportin pääpaino on monitavoitearvioinnin tarjoamien mahdollisuuksien hyödyntämisessä YVAssa, niin myös YVAN vahvuusalueet esimerkiksi vaikutusten merkittävyyden jäsennellyssä arvioinnissa on tiedostettu (Jantunen ja Hokkanen 2010; Jalava 2014). Ne on pyritty kytkemään osaksi kokonaisvaltaista lähestymistapaa, joka korostaa molempien menetelmien vahvuuksia.

Lisätietoa monitavoitearvioinnista ja vaikuttavuuden arvioinnista sekä YVA-menettelystä:

- Banville, C., Landry, M., Martel, J.M., Boulaire, C. (1998). A stakeholder approach to MCDA. *Systems Research*, 15, 15–32. – Sidoryhmien osallistamista monitavoitearvioinnissa käsittelevä artikkeli
- Dahler-Larsen, P. (2005). Vaikuttavuuden arviointi. Hyvät käytännöt -menetelmä-käsikirja. STAKES. http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/77071/vaikuttavuuden_arv.pdf – Yleistajuinen perusteos vaikuttavuuden arvioinnin periaatteista
- Gregory, R., Failing, L., Harstone, M., Long, G., McDaniels, T., Ohlson, D. (2012). *Structured Decision Making: A Practical Guide to Environmental Management Choices*. Wiley-Blackwell, Chichester, UK. – SDM-lähestymistavan esittely ja havainnollinen 'maalaisjärkinen' kuvaus.
- Hokkanen, J., Mild, P., Somerpalo, S. (2010). Ohjelmaston vaikuttavuuden arviointi. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 47/2010. – Havainnollistava kuvaus vaikutusketjujen ymmärtämisen merkityksestä ja kuvaamisesta ympäristövaikutusten arvioinnissa.
- Jantunen, J., Hokkanen, P. (2010). YVA-lainsäädännön toimivuusarviointi. Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn toimivuus ja kehittämistarpeet. *Suomen ympäristö 18/2010*. – YVAN toimivuutta arvioiva raportti, jossa käsitellään muun muassa YVAN toimeenpanoa, roolia ja käytännön toteutusta sekä YVAN suhdetta muuhun lainsäädäntöön.
- Kauppinen, T., Rotko, T. (eds.) (2015). Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arvioinnin (IVA) käsikirja. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. <https://www.thl.fi/fi/web/terveyden-edistaminen/johtaminen/tyokaluja/ihmisiin-kohdistuvien-vaikutusten-arviointi-iva> – Käsikirja, joka esittelee ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arvioinnin periaatteita, vaiheita, toteutustapoja ja menetelmiä. Näkökulma on terveyden ja hyvinvoinnin alalta, mutta käsikirjassa esiteltävät menetelmät soveltuu myös ympäristövaikutusten arviointiin yleisemmin.
- Marttunen, M., Mustajoki, J., Dufva, M., Karjalainen, T.P. (2015b). How to design and realize participation of stakeholders in MCDA processes? A framework for selecting an appropriate approach. *Euro Journal on Decision Processes*, 3, 187–214. – Keskustelua eri tavoista osallistaa sidosryhmiä monitavoitearviointi-prosessiin ja kokemuksia käytännön tapaustutkimuksista.
- Marttunen, M., Mustajoki, J., Verta, O.-M., Hämäläinen, R.P. (2008). Monitavoitearviointi vuorovaikutteisessa ympäristösuunnittelussa. *Suomen ympäristö 11/2008*. – Perustietoa monitavoitearvioinnin soveltamisen periaatteista ympäristösuunnittelussa.
- Reed, M.S., Graves, A., Dandy, N., Posthumus, H., Hubacek, K., Morris, J., Prell, C., Quinn, C.H., Stringer, L.C. (2009). Who's in and why? A typology of stakeholder analysis methods for natural resource management. *Journal of Environmental Management*, 90(5), 1933–1949. – Artikkelijoka käsittelee sidosryhmäanalyysin työkalujen hyödyntämistä luonnonvarojen hyödyntämisestä koskevilla hankkeilla
- Turtiainen, M. (2000). Vertailu ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä. *Suomen ympäristö 391*. – Erilaisia vaihtoehtojen vertailumenetelmiä ympäristövaikutusten arvioinnissa kartoittava ja vertaileva raportti.

3. Menetelmiä monitavoitearvioinnin sekä ongelmien jäsentelyn tukemiseen

Tässä raportissa monitavoitearvioinnilla tarkoitetaan lähestymistapaa, johon sisältyvät sekä ongelmien jäsentely- eli strukturointimenetelmät (Kuva 2-1) että vaihtoehtojen vertailussa käytettävät päätöstukimenetelmät. Jäsentelymenetelmiä voidaan soveltaa suunnittelutilanteen hahmottamisessa ja jäsentämisessä myös itsenäisesti ilman, että niiden soveltamista seuraisi monitavoitearvioinnin menetelmien soveltaminen. Toisaalta monitavoitearviointiprosessi vaatii aina ongelman jäsentelyvaiheen, jossa hyödynnetään usein samoja periaatteita kuin yleisen tason jäsentelymenetelmissäkin. Tässä raportissa käsitellään niitä jäsentelymenetelmiä, joita voidaan hyödyntää monitavoitteisen arviointiprosessin erittelevän vaiheen jäsentelyssä.

Taulukossa 3-1 on yhteenveto raportissa kuvatuista monitavoitearvioinnin menetelmistä. Tämän raportin tavoitteena on antaa yleiskuvaus menetelmistä, mutta tarkempaa tietoa näistä löytyy kirjallisuudesta (esim. Belton ja Stewart 2002; Marttunen ym. 2008).

Taulukko 3-1. Taulukko monitavoitearvioinnin jäsentely- ja arviointimenetelmistä ja niiden soveltamiskohteista

Menetelmä	Kuvaus	Soveltamiskohteet
Ongelman jäsentelykehikot (Decision structuring frameworks) (Luku 3.1)	Erlaisia järjestelmällisiä tapoja ja tarkistuslistoja ongelman ja siihen liittyvien elementtien tunnistamiseen ja jäsentelyyn.	Auttavat tunnistamaan ongelman eri osatekijöitä ja jäsentelemään näitä järjestelmällisesti.
Tavoitehierarkia (Objectives hierarchy) (Luku 3.2)	Puumainen kuvaus ongelmaan liittyvistä perimmäisistä tavoitteista ja niiden saavuttamista edesauttavista keinotavoitteista.	Auttaa ongelmaan liittyvien tavoitteiden tunnistamisessa ja jäsentämisessä.
Vaikutuskaaviot/-ketjut (Cause-effect -diagrams) (Luku 3.3)	Kaavio välittömien ja välillisten vaikutusten syy-seuraus -suhteiden tunnistamiseen ja jäsentämiseen.	Auttavat ymmärtämään ongelmaa ja siihen liittyviä välillisiä vaikutuksia.
Toimenpidetaulukko (Strategy generation table) (Luku 3.4)	Työkalu, jonka avulla voidaan tunnistaa toimenpiteitä ja muodostaa näistä toimenpideyhdistelmiä.	Auttaa luomaan tehokkaita toimenpidestrategioita tilanteissa, joissa on lukuisia mahdollisia toimenpidevaihtoehtoja.
Vaikutustaulukko (Consequence table) (Luku 3.5)	Taulukko, jossa kuvataan vaihtoehtojen vaikutukset (mittausarvot) arvioitavien tekijöiden suhteen.	Auttaa kokoamaan vaikutusaineistoa havainnollisesti ja ymmärrettävästi.
Vaikutusten merkittävyyden arviointikehikot (Impact significance frameworks) (Luku 3.6)	Kehikko, jonka avulla voidaan arvioida vaihtoehtojen vaikutusten merkittävyyttä perustuen vaikutuskohteeseen ja vaihtoehdon aiheuttamaan muutokseen.	Auttavat arvioimaan vaikutusten merkittävyyttä johdonmukaisesti ja yhdenmukaisesti muiden arvioitsijoiden kanssa.
Moniulotteiset kuvaajat (Dimensional graphs) (Luku 3.7)	Moniulotteisia kuvaajia, joissa akseleilla eri tekijöitä, esim. "asiantuntijoiden merkittävyysarviot vs. sidosryhmien edustajien näkemykset" tai "asian yleinen tärkeys vs. vaikutusten vaihteluväli kyseisessä ongelmassa".	Auttavat tuomaan uusia näkökulmia keskusteluun ja lisäämään arvioinnin läpinäkyvyyttä.

<p>Arvopuuanalyysi (Value tree analysis) (Luku 3.8)</p>	<p>Kokonaisvaltainen lähestymistapa, jossa tavoitteita painotetaan niiden tärkeyden mukaan ja vaihtoehtoja arvioidaan sen mukaan, kuinka ne täyttävät kunkin tavoitteen. Tuloksena on vaihtoehtojen hyvyksiä kuvaavat kokonaisarvot, jotka heijastelevat sekä päätöksentekijöiden mieltymyksiä että vaihtoehtojen mittausarvoja eri tavoitteiden suhteen.</p>	<p>Auttaa ymmärtämään eri vaihtoehtojen vahvuuksia ja heikkouksia ja näiden perusteella muodostamaan kokonaiskuvan vaihtoehtojen paremmuudesta.</p>
<p>Skenaarioanalyysi (Scenario analysis) (Luku 3.9)</p>	<p>Lähestymistapa, jossa luodaan erilaisia mahdollisia tulevaisuuden kuvia sekä tapahtumaketjuja, joiden kautta päädytään näihin, ja näiden avulla tarkastellaan ongelmaan liittyviä epävarmuuksia.</p>	<p>Strategisen suunnittelun apuväline, joka odotettavissa olevien tulevaisuuden trendien lisäksi auttaa varautumaan myös mahdollisiin odottamattomiin tapahtumiin.</p>
<p>Todennäköisyyslaskentaa hyödyntävät menetelmät (Luku 3.10)</p>	<p>Yleiskäsite epävarmuutta todennäköisyysjakaumien avulla mallintaville menetelmille.</p>	<p>Auttavat ottamaan epävarmuuden huomioon mallintamalla epävarmoja tapahtumia todennäköisyyksillä.</p>

3.1. Ongelman jäsentelykehikot

Monitavoitearvioinnin menetelmien soveltaminen edellyttää, että tätä ennen ongelman eri elementit on järjestelmällisesti tunnistettu ja jäsennetty (Kuva 2-1). Tähän jäsentelyvaiheeseen on tarjolla useita erityyppisiä viitekehysjä ja tarkistuslistoja, joiden tavoitteena on varmistaa, että ongelman kaikki olennaiset elementit tulevat tarkasteltua. Viitekehyksille on kirjallisuudessa esitetty useita erilaisia akronyymejä helpottamaan prosessin eri vaiheissa huomioon otettavien asioiden intuitiivista muistamista.

Hammond ym. (1999) käyttävät lyhennystä **PROACT** kuvaamaan prosessin eri vaiheita:

- **P**roblem (ongelma)
- **O**bjectives (tavoitteet)
- **A**lternatives (vaihtoehdot)
- **C**onsequences (seuraukset)
- **T**rade-Offs (vaihtokaupat).

Prosessiin voi lisäksi kuulua epävarmuuksien, riskiasenteen ja mahdollisten seuraavien päätösten käsittelyä. Belton ja Stewart (2002) puolestaan ehdottavat lyhennystä **CAUSE** muistilistaksi ongelman jäsentelyyn:

- **C**riteria (kriteerit)
- **A**lternatives (vaihtoehdot)
- **U**ncertainties (epävarmuudet)
- **S**takeholders (asianosaiset)
- **E**xternal factors (ulkopuoliset tekijät)

Systeemiajattelun puolella puolestaan käytetään usein **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)
- **E**nvironment (ulkoiset tekijät)

Vaikka edellä olevat muistilistat eroavat painotuksiltaan hieman toisistaan, niin kaikkien tavoite on sama, eli pyrkiä tarkastelemaan ongelmaa erilaisista näkökulmista ja tunnistamaan ongelmaan liittyvät olennaiset tekijät. Prosessien eri vaiheista on myös syytä muistaa, että näitä ei aina suinkaan tarvitse orjallisesti suorittaa annetussa järjestyksessä, vaan ongelman erityispiirteet on otettava huomioon. Lisäksi päätösanalyysi on tyypillisesti oppimisprosessi, jossa päätöksentekijän ja analyysoijan ymmärrys ongelmasta kasvaa prosessin edetessä. Tämän vuoksi prosessin aikana voi myös 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 mallintamivaihetta, jolloin pääpaino on ongelman jäsentelyssä ja käsitteiden määrittelyssä.

Taulukko 3-2. Ongelman jäsentelykehikkojen ja tarkistuslistojen hyötyjä ja haasteita.

Jäsentelykehikkojen ja tarkistuslistojen hyötyjä	Jäsentelykehikkojen ja tarkistuslistojen haasteita
+ Antavat järjestelmällisen rungon ajatteluprosessille + Auttavat ottamaan kaikki eri tekijät järjestelmällisesti huomioon	– Voivat heikentää innovatiivista ajattelua, jos hyödynnetään liian kaavamaisesti – Voivat vähentää iteratiivisuutta, jos toteutetaan vaihe kerrallaan

3.1.1. SWOT-analyysi

SWOT-analyysi on hieman erityyppinen viitekehys kuin edellä mainitut tarkistuslistat. Se on lyhenne sanoista:

- **S**trengths (vahvuudet)
- **W**eaknesses (heikkoudet)
- **O**pportunities (mahdollisuudet)
- **T**hreats (uhat)

SWOT-analyysin tavoitteena on ongelmaan liittyvien positiivisten (vahvuudet ja mahdollisuudet) ja negatiivisten (heikkoudet ja uhat) asioiden kautta tunnistaa, mitkä ovat olennaisia tekijöitä ajateltaessa ongelmaa. SWOT-analyysi toteutetaan usein kaksiulotteisena nelikenttänä, jossa toisella akselilla on asian myönteisyys/kielteisyys ja toisella se, liittyykö asia sisäisiin vai ulkoisiin tekijöihin (Kuva 3-1). Arvioimalla nelikentän eri lokeroihin tulevia asioita voidaan tunnistaa ja oppia ymmärtämään vahvuuksien ja heikkouksien lisäksi myös sitä, mihin asioihin voidaan itse vaikuttaa ja mihin ei. Nelikenttää voidaan hyödyntää myös strategisten toimenpiteiden suunnittelussa muodostamalla sen avulla erilaisia toimenpidekombinaatioita, jotka korostavat vahvuuksia ja auttavat heikkouksien lieventämisessä, tai jotka korostavat vahvuuksia ja hyödyntävät mahdollisuuksia. SWOT-analyysiä on myös sovellettu yhdessä monitavoitearvioinnin kanssa tekijöiden keskinäisen tärkeyden arvioimiseksi (Marttunen ym. 2016).

	+	-
Sisäinen	Strengths Vahvuudet	Weaknesses Heikkoudet
Ulkoinen	Opportunities Mahdollisuudet	Threats Uhat

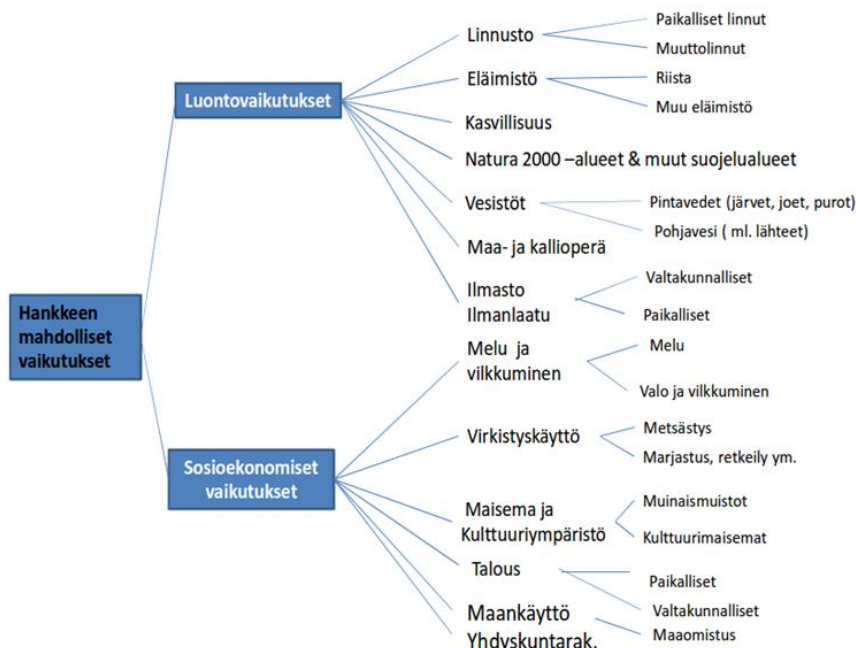
Kuva 3-1. SWOT-analyysin nelikenttäjako.

Lisätietoa ongelman jäsentelystä:

- Belton, V., Stewart, T.J. (2002). Multiple Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach. Kluwer Academic Publishers. – Monitavoitearvioinnin käytäntöjä ja menetelmiä kuvaava käsikirja.
- Checkland, P. (1981). Systems Thinking, Systems Practice. John Wiley & Sons, Chichester. – Systeemijattelun perusteita kuvaava perusteos.
- French, S., Maule, J., Papamichail, N. (2009). Decision behaviour, analysis and support. Cambridge University Press, Cambridge, UK. – Kansantajuinen johdatus monitavoitearviointiin sisältäen myös katsauksen ongelman jäsentelymenetelmistä.
- Gregory, R., Failing, L., Harstone, M., Long, G., McDaniels, T., Ohlson, D. (2012). Structured Decision Making: A Practical Guide to Environmental Management Choices. Wiley-Blackwell, Chichester, UK. – SDM-lähestymistavan esittely ja havainnollinen 'maalaisjärkinen' kuvaus.
- Hammond J.S., Keeney R.L., Raiffa H. (1999). Smart Choices. A Practical Guide to Making Better Decisions. Harvard Business School Press, Boston, MA. – Käytännönläheinen ja ei-matemaattinen opas ongelman jäsentelyyn tarkasteluun. Esittelee myös Even Swaps -menetelmän, jota voidaan hyödyntää vaihtoehtojen vertailussa.
- Marttunen, M., Lienert, J., Belton, V. (2016). Improving problem structuring in Multi-Criteria Decision Analysis – a literature review. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag). Käsikirjoitus. – Ongelmien jäsentelymenetelmien hyödyntämistä monitavoitearvioinnissa käsittelevä artikkeli

3.2. Tavoitehierarkia

Tavoitehierarkia on puumainen kuvaus ongelmaan liittyvistä tavoitteista. Hierarkian ylimmällä tasolla on perimmäisin tunnistettu tavoite, joka jakautuu yksityiskohtaisempiin tavoitteisiin. Kuvassa 3-2 on esimerkki tavoitehierarkiasta.



Kuva 3-2. Piiparinmäki-Lammaslamminkankaan YVA-hankkeessa arvioitavat vaikutukset esitettynä tavoitehierarkian muodossa (Metsähallitus/Laatumaa 2014).

Tavoitehierarkian tavoitteena on jäsentää ongelma ja saada monipuolinen käsitys kokonaisuudesta (Taulukko 3-3). Sen avulla voidaan hahmottaa keino tavoitteisiin liittyviä perimmäisiä tavoitteita ja näiden välisiä suhteita. Tavoitehierarkia auttaa myös selvittämään tavoitteisiin liittyvää termistöä ja kohdentamaan keskustelua olennaisimpiin asioihin.

Tavoitehierarkia on esiaste arvopuulle, jota hyödynnetään monitavoitearvioinnissa vaihtoehtojen vertailussa. Arvopuussa tavoitteet jäsenetään vastaavasti kuin tavoitehierarkiassa, mutta sen formaali

käyttö vaihtoehtojen järjestelmälliseen vertailuun asettaa tarkempia vaatimuksia puussa esitettäville tavoitteille. Tällöin puussa ei saa esimerkiksi esiintyä tavoitteiden päällekkäisyyttä ja alimman tason tavoitteiden on oltava mitattavissa joillain mittareilla. Arvopuun vaatimuksista lisää luvussa 3.8.

Taulukko 3-3. Tavoitehierarkian hyötyjä ja haasteita.

Tavoitehierarkian hyötyjä	Tavoitehierarkian haasteita
<ul style="list-style-type: none"> + Auttaa eri osapuolia näkemään hankkeen laajemmin + Auttaa osapuolia tulemaan tietoisemmaksi eri osapuolten tavoitteista + Antaa vankan perusta vaihtoehtojen arvioinnille + Havainnollistaa vaihtoehtojen vertailussa huomioonotettavia asioita + Voi tukea myös vaihtoehtojen muodostamista 	<ul style="list-style-type: none"> – Hierarkian laatiminen työlästä – Esitystavan valinta ei helppoa, sillä yleensä useita mahdollisia tapoja kuvata tavoitteet – Osin päällekkäisten tavoitteiden jäsentely ei välttämättä kovin helppoa

Hierarkiassa mukana olevien tavoitteiden tarkkuustaso on myös suunniteltava huolella. Liian yksityiskohtiin menevät tavoitteet voivat ohjata keskusteluja ja analyysejä pois kokonaisvaltaisesta tarkastelusta, kun taas liian yleiset tavoitteet eivät tuo ongelman konkretiaa esille. Mahdollisilla toimenpiteillä voi myös olla hyvinkin erilaisia ulottuvuuksia, esimerkiksi:

- **Laatu:** talous-, ympäristö-, sosiaalinen, jne. tekijä
- **Mittakaava:** paikallinen, alueellinen, valtakunnallinen, maailmanlaajuinen
- **Kesto:** palautuva, palautumaton, lyhytaikainen, pitkäaikainen
- **Kohdentuminen:** valtio, kunta, yritys, kansalainen

Hyvään lopputulokseen pääseminen edellyttää monien erilaisten näkökulmien huomioon ottamista, luovuutta ja johdonmukaisuutta. Harjoittelu ja kokemus auttavat toimivien ratkaisujen löytämisessä.

Hierarkian laatimisessa voidaan käytännössä hyödyntää arvoperustaista ajattelua (Luku 2.1), jossa ideana on jäsentää ongelma lähtien päätöksentekijällä olevista tavoitteista. Tällöin päästään usein kiinni ongelman perimmäisiin tekijöihin, joita ymmärtämällä on usein helpompaa lähteä pohtimaan ratkaisuja. Esimerkiksi Bond ym. (2008, 2010) ovat todenneet, että saadessaan kunnan tukea päätöksentekijät ovat tunnistaneeet paljon enemmän perimmäisiä tavoitteita kuin ilman tukea. Arvoperustaisessa ajattelussa *Miksi*-kysymysten avulla liikutaan kohti hierarkian huippua ja päästään käsiksi ylempällä tasolla oleviin tavoitteisiin. *Miten*-kysymysten avulla puolestaan päästään käsiksi alemmalla tasolla oleviin keinotavoitteisiin. Tosin aina tämäkään ei ole näin suoraviivaista. Yksi tapa on pyrkiä tarkastelemaan, mitkä ovat kaikkein olennaisimmat erot vaihtoehtojen välillä ja näiden kautta pyrkiä rakentamaan hierarkiaa.

Jos halutaan selvittää, kuinka eri sidosryhmien edustajat hahmottavat ongelman, voi olla tarkoituksenmukaista jäsenellä ongelma erikseen kunkin kanssa. Sen sijaan, mikäli tavoitteena on tukea yhteisesti hyväksyttävän ratkaisun löytymistä, on perusteltua pyrkiä yhteiseen arvopuuhun, joka ottaa huomioon näkemysten kirjon. Käytännössä jäsentely voidaan suorittaa erilaisissa päätösanalyytikon johtamissa sidos- ja ohjausryhmätyöpajoissa ja keskustelutilaisuuksissa. Lisäksi voidaan hyödyntää esimerkiksi postikyselyitä yleisen mielipiteen kartoittamiseksi, jotta kaikki mahdolliset näkökulmat saadaan mukaan arvopuuhun.

Lisätietoa tavoitehierarkiasta:

Keeney, R.L. (1992). Value-Focused Thinking. Harvard University Press, Cambridge, MA. – Arvokeskeisen ajattelun perusteos, joka kuvaa myös hierarkian muodostamiseen liittyviä asioita perimmäisten ja keinotavoitteiden tunnistamisen kautta.

Marttunen, M., Mustajoki, J., Verta, O.-M., Hämäläinen, R.P. (2008). Monitavoitearviointi vuorovaikutteisessa ympäristösuunnittelussa. Suomen ympäristö 11/2008. – Perustietoa monitavoitearvioinnin soveltamisen periaatteista ympäristösuunnittelussa.

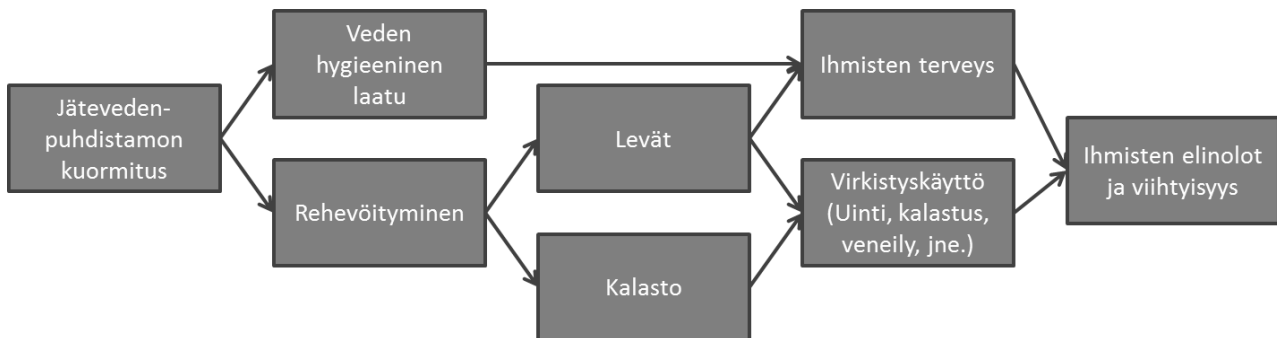
3.3. Vaikutuskaaviot

Vaikutuskaavio tai syy–seuraus -kaavio on yleisnimike verkostomaisille kaavioille, joilla kuvataan hankkeen aiheuttamia muutoksia eri asioihin sekä näiden aiheuttamia välillisiä vaikutuksia. Lähestymistavassa tunnistetaan ongelman eri elementit ja näiden väliset syy–seuraus -suhteet. Näitä kuvataan nuolilla siten, että nuolen alkupää kertoo sen, mikä vaikuttaa ja nuolen loppupää sen, mihin se vaikuttaa.

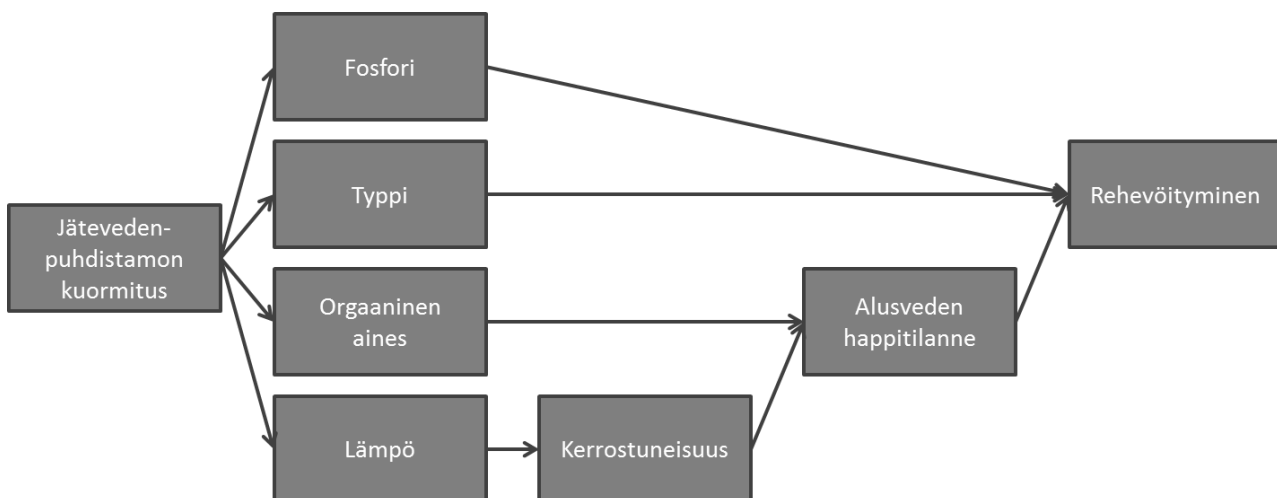
3.3.1. Käsitteelliset vaikutuskaaviot

Käsitteellisten vaikutuskaavioiden tavoitteena on havainnollistaa ongelman luonnetta ja ymmärtää paremmin siihen liittyvien tekijöiden välisten vaikutusten muodostamaa kokonaisuutta (esim. Kirkwood 1998; Greenland ja Brumback 2002). Ne ovat hyödyllisiä varsinkin mutkikkaiden vaikutusketjujen tuloksena syntyvien välillisten vaikutusten hahmottamisessa. Esimerkiksi ympäristön tilaan tai ihmisten terveyteen ja hyvinvointiin vaikuttavat monet yksittäiset tekijät, joiden tunnistaminen ja kuvaaminen havainnollisesti voi muuten olla vaikeaa.

Tarkastelun tavoitteista riippuen vaikutuskaavioita voidaan laatia eri tarkkuustasoille. Kuvassa 3-3 on esimerkki hyvin yleisellä tasolla olevasta vaikutuskaaviosta, jossa kuvataan jätevedenpuhdistamon aiheuttaman vesistökuormituksen välittömien vaikutusten johtumista välillisiin ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen liittyviin vaikutuksiin. Kuvassa 3-4 on puolestaan tarkennettu kuvan 3-3 jätevedenpuhdistamon kuormituksen ja rehevöitymisen välistä vaikutusnuolta yksityiskohtaisempiin vaikutusmekanismeihin. Vastaavasti muita nuolia tarkentamalla saataisiin koko ongelmasta mallinnettua laajempi vaikutuskaavio. Tällöin on syytä huomata, että kuvan 3-4 tekijöistä saattaa lähteä vaikutusnuolia myös muihin kaavion osa-alueiden tarkennettuihin tekijöihin, jolloin kaaviosta saattaa tulla melko mutkikas. Usein kaavion suunnittelu onkin tasapainoilua kattavuuden ja kokonaisuuden ymmärrettävyyden välillä.



Kuva 3-3. Yleisellä tasolla oleva vaikutuskaavio



Kuva 3-4. Yksityiskohtaisempi vaikutuskaavio jätevedenpuhdistamon kuormituksen ja rehevöitymisen välisistä vaikutusmekanismeista.

Käsitteellisiä vaikutuskaavioita voidaan ympäristövaikutusten arvioinnissa hyödyntää esimerkiksi seuraaviin tehtäviin:

- **Arvioinnissa mahdollisesti tarkasteltavien vaikutusten tunnistaminen ja kuvaaminen.** Vaikutuskaaviot tuovat tähän vaiheeseen kokonaisvaltaisuutta, järjestelmällisyyttä ja läpinäkyvyyttä.
- **Vaikutusketjujen tunnistaminen.** Auttaa ymmärtämään ja perustelevaan välillisiä vaikutuksia ja niiden syntymekanismeja.
- **Sidosryhmien kuuleminen.** Vaikutuskaavioiden laatiminen yhdessä paikallisten sidosryhmien edustajien kanssa tarjoaa havainnollisen tavan koota heillä olevaa tietoa. Vaikutuskaaviot helpottavat myös sidosryhmien näkemysten kuvaamista esimerkiksi arviointiryhmässä.
- **Ongelman havainnollistaminen.** Vaikutuskaaviot tarjoavat tekstimuotoista esitystä paremman tavan havainnollistaa asioiden välisiä syy- ja seuraussuhteita.
- **Eri vaikutusten perimmäisten syiden tunnistaminen.** Näihin vaikuttamalla pystytään usein saavuttamaan kaikkein kestävimällä pohjalla olevia ratkaisuja ja tunnistamisesta voi olla apua esimerkiksi lieventämistoimenpiteiden suunnittelussa.
- **Arviointia tekevien asiantuntijoiden ja hankevastaavan välisen vuoropuhelun edistäminen.** Kaavion avulla pystytään havainnollistamaan ongelman luonnetta ja helpottamaan käsitteistöä. Vaikutuskaaviot voivat myös helpottaa kommunikointia hankevastaavan ja yhteysviranomaisen välillä.
- **Vaikutusarvioita käsittelevän raportin sisällön kuvaaminen.** Välillisten vaikutusten kuvauksessa voidaan esittää ko. vaikutukseen liittyvä osa kokonaiskaaviosta, jolloin on helpompi hahmottaa, mitä asioita kyseisessä kohdassa kuvataan ja miten ne liittyvät kyseiseen asiaan.
- **Merkittävyyden arvioinnin tukeminen.** YVAssa on usein jo ainakin asettamien vaatimusten vuoksi tarpeen arvioida erikseen sekä välittömiä että välillisiä vaikutuksia, vaikka nämä olisivat osin päällekkäisiä. Kaavion avulla pystytään havainnollistamaan mahdollisia päällekkäisyyksiä arvioitavien välillisten ja välittömien vaikutusten välillä.

Käytännössä vaikutuskaavion rakentaminen ja käyttö voidaan jakaa kolmeen eri vaiheeseen:

1. **Ongelman eri tekijöiden tunnistaminen ja listaaminen.** Ongelman tekijöiden tunnistaminen ja listaaminen on tyypillistä pohdinta/ideointityöskentelyä, jossa voidaan hyödyntää esimerkiksi erilaisia aivoriihimenetelmiä. Tekijöiden tunnistamiseksi voidaan kysyä esimerkiksi seuraavia kysymyksiä: "Mikä on olennaista hankkeessa?", "Mihin asioihin hanke vaikuttaa?", "Mitkä asiat ovat tärkeitä hanketta toteutettaessa?", "Mitkä asiat pelottavat hankkeessa?", jne. Olennaista on, että kaikki tärkeät tekijät tulisi tunnistettua ja listattua. Toisaalta liian yksityiskohtaisessa jäsentelyssä vaarana on, että tärkeät vaikutukset eivät erotu vähämerkityksellisemmistä. Tavoitteena on, että tämän vaiheen jälkeen on listattuna hankkeen vaikutuksiin liittyvät tärkeimmät tekijät (tyypillisesti noin 10–30 tekijää).
2. **Tekijöiden välisten vaikutussuhteiden määrittäminen.** Vaikutussuhteiden määrittäminen tapahtuu piirtämällä nuolia vaikuttavasta tekijästä vaikutuksen kohteena olevaan tekijään. Monimutkaisten kaavioiden hahmottamista helpottaa, jos tekijät on ryhmitelty aihepiireittäin. Ryhmittelyssä voidaan hyödyntää myös DPSIR-lähestymistapaa (Luku 3.3.2). Tekijöiden sijaintia on usein tarpeen muuttaa prosessin kuluessa tasapainoisen ja selkeän kaavion aikaansaamiseksi.

Vaikutussuhteiden määrittäminen kannattaa tehdä järjestelmällisesti käymällä läpi kaikki edellisessä vaiheessa tunnistetut tekijät ja kunkin kohdalla pohtia, mihin tekijöihin kyseinen tekijä vaikuttaa sekä mitkä tekijät vaikuttavat kyseiseen tekijään. Olennaista on myös tunnistaa vaikutussuhteen suunta, eli se kumpi tekijä on varsinainen syy ja kumpi tämän seuraus. Hyviä kysymyksiä vaikutussuhteiden määrittämiseen ovat esimerkiksi: "Mihin muihin tekijöihin kukin tekijä vaikuttaa?", "Miksi tekijä on tärkeä?", "Mitkä tekijät vaikuttavat tähän tekijään?". Tässä vaiheessa kaavioon on usein tarpeen lisätä etenkin "Miksi?" -tyyppisten kysymysten kautta esille tulleita uusia tekijöitä, mikäli käy ilmi, että nämä ovat oennaisia vaikutusketjujen kattavuuden kannalta. Vastaavasti tässä vaiheessa voidaan myös jättää pois tekijöitä, mikäli nämä osoittautuvat epäolennaisiksi ongelman kannalta.

3. **Vaikutuskaavion hyödyntäminen.** Vaikutuskaavion avulla pystytään havainnollistamaan sidosryhmille hankkeen aiheuttamia välittömiä ja välillisiä vaikutuksia sekä näiden välisiä vaikutusketjuja. Esimerkiksi nuolia taaksepäin seuraamalla voidaan tunnistaa välillisten vaikutusten taustalla olevia välittömiä vaikutuksia. Ongelman kannalta keskeisiä vaikutuksia pystytään puolestaan tunnistamaan tarkastelemalla, kuinka moniin muihin asioihin kukin vaikutus vaikuttaa, joskin myös vaikutusten voimakkuudet on tällöin tarpeen huomioida. Kaaviosta voidaan myös tunnistaa takaisinkytkentöjä, joissa vaikutusketjut johtavat jotain kautta takaisin vaikutukseen itseensä. Etenkin vaikutusta itseään vahvistavilla takaisinkytkennöillä voi olla erittäin suuri merkitys, sillä nämä voivat aiheuttaa hallitsematonta käyttäytymistä järjestelmään.

Edellä vaikutuskaavio-käsitettä on kuvattu yleisellä tasolla, mutta käsitteen alta voidaan tunnistaa useita formaaleita tekniikoita, joissa ongelman eri tekijöiden välisiä vaikutussuhteita tunnistetaan ja mallinnetaan järjestelmällisesti tietyn logiikan avulla. Vaikutuskaavioita hyödyntäviä menetelmiä tai ainakin läheisesti sukua näille ovat muun muassa:

- **Kognitiivinen tai mielikuvakartta (Cognitive mapping).** Kuvaus, jossa mielen sisäistä ajattelua mallinnetaan visuaalisesti yhdistelemällä toisiinsa liittyviä asioita viivoilla. Tavoitteena on helpottaa ajattelua järjestelemällä asioita loogisiksi kokonaisuuksiksi (esim. Eden 2004). Kartta voidaan laatia esimerkiksi ensin yksittäisille henkilöille erikseen ja näistä voidaan myöhemmin koota yhteinen kartta. Vaihtoehtoisesti voidaan laatia ryhmätyönä kartta, jossa kaikkien näkemykset ovat heti mukana.
- **”Logic mapping” -ajattelu** – Menetelmä vaikutusketjujen rakentamiseen, jossa kohteen sisällön ja sen välillisten pitkän ajan vaikutuksen välissä olevaa vaikutusketjua mallinnetaan panosten, tuotosten ja välittömien lyhyen tähtäimen vaikutusten tunnistamisen kautta (esim. Hills 2010).
- **Keino-päämäärä-verkko (Means-Ends network)** – Arvoperustaisen ajattelun taustalla oleva perimmäisten ja keinotavoitteiden välisiä suhteita havainnollistava verkkokaavio. Tavoitteena on edesauttaa perimmäisten tavoitteiden tunnistamisen kautta esimerkiksi tavoitehierarkian muodostamista arvopuuanalyysissä (esim. Keeney 1992).
- **Syy-seuraus -kaavio (Cause-effect diagram, causal diagram)** – Kaavio, jossa nuolilla kuvataan syy-seuraus -suhteita eri tekijöiden välillä. Käytetään välittömien ja välillisten vaikutusten sekä ongelman kannalta olennaisten tekijöiden tunnistamiseen ja havainnollistamiseen (esim. Kirkwood 1998; Greenland ja Brumback 2002).
- **Vuorovaikutuskaavio (Causal loop diagram)** – Vastaava kuin edellinen laajennettuna siten, että plus- ja miinus-merkeillä kuvataan vaikutuksen suuntaa. Käytetään etenkin takaisinkytketyissä systeemeissä olevien itseään vahvistavien ja tasapainottavien vaikutussilmukoiden tunnistamiseen ja mallintamiseen (esim. Kirkwood 1998).

3.3.2. DPSIR-kehikko

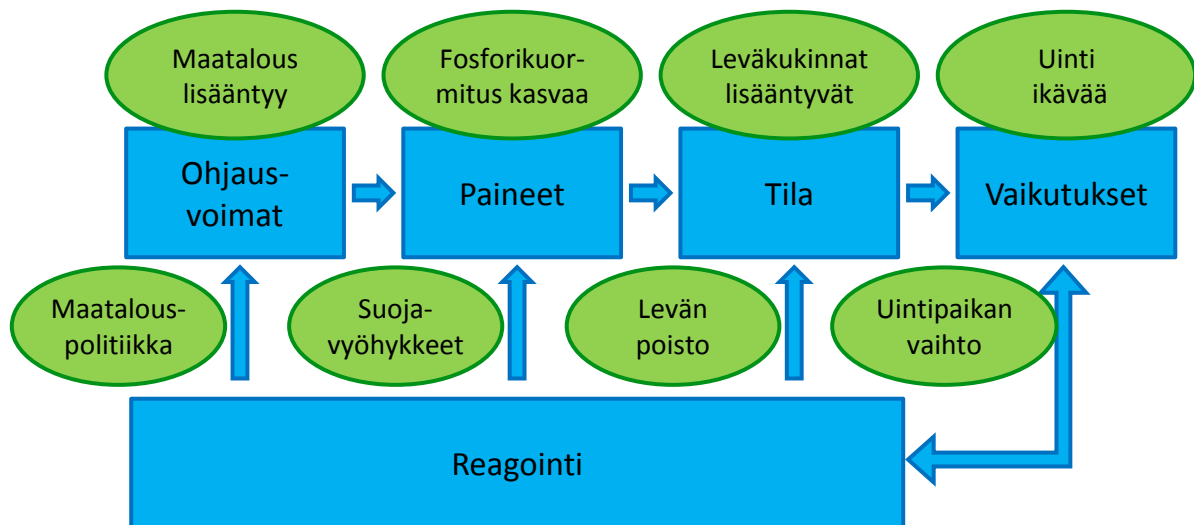
DPSIR-kehikko on lähestymistapa ongelmaan liittyvien avaintekijöiden löytämiseen ja näiden välisten suhteiden jäsentelyyn (Gari ym. 2015; Tscherning ym. 2012). Kehikon tavoitteena on havainnollistaa vaikutusten syntymistä eri tekijöistä ja sitä, miten näihin voidaan yrittää reagoida. Kehikon nimi tulee sanoista *Ohjausvoimat (Drivers)* – *Paineet (Pressures)* – *Tila (State)* – *Vaikutukset (Impact)* – *Reagointi (Response)*. Ohjausvoimat ovat luonnossa olevia ulkoisia tekijöitä, esimerkiksi ihmisen toimia tai luonnon itsensä aiheuttamia tekijöitä. Nämä aiheuttavat paineita ympäristölle esimerkiksi erilaisten saasteiden muodossa, jotka puolestaan vaikuttavat ympäristön tilaan. Varsinaiset vaikutukset ovat biologisia, sosiaalisia tai taloudellisia vaikutuksia ihmisiin ja eliöihin ja tapahtuvat edellä mainittujen tilan muutosten kautta. Tavoitteena on tunnistaa, miten vaikutuksiin voidaan reagoida ketjun eri tekijöiden kautta. Yleensä mitä syvemmälle ketjussa reagointi voidaan tehdä, sitä kestävämmällä pohjalla tehdyt ratkaisut ovat. Taulukossa 3-4 on kuvattu DPSIR-kehikon hyötyjä ja haasteita.

Kuvassa 3-5 on havainnollistettu DPSIR-kehikon soveltamista maatalouden aiheuttamiin vesistövaikutuksiin. Maatalouden lisääntyessä (*Ohjausvoima*) myös fosforikuormitus vesistöön (*Paine*) lisääntyy. Tämä puolestaan lisää levän määrää (*Tilan muutos*), mikä konkretisoituu esimerkiksi uintikokemuksen muuttumisessa ikäväksi (*Vaikutus*). Uintikokemuksen parantamiseksi voidaan yrittää

reagoida tämän ketjun eri asioihin. Itse vaikutukseen eli uintikokemukseen voidaan yrittää vaikuttaa esimerkiksi menemällä muualle uimaan, mutta usein tällainen reagointi ei välttämättä ole kovin pitkänäköistä, sillä tilamuutoksilla voi olla paljon muitakin vaikutuksia. Toisena ääripäänä voidaan yrittää reagoida ohjausvoimiin, esimerkiksi maatalouspolitiikan myötä, mutta nämä päätökset vaativat usein korkeamman tason poliittisia päätöksiä, mihin yksittäisissä hankkeissa ei välttämättä ole rahkeita. Sen sijaan paineisiin voidaan usein jo yksittäisissäkin hankkeissa reagoida. Esimerkiksi tässä tapauksessa se voisi tarkoittaa suojavyöhykkeiden rakentamista peltojen ja vesistöjen väliin, mikä on jo varsin realistinen tapa yrittää vähentää haittavaikutuksia.

Taulukko 3-4. DPSIR-kehikon hyötyjä ja haasteita.

DPSIR-kehikon hyötyjä	DPSIR-kehikon haasteita
<ul style="list-style-type: none"> + Tunnistetaan ongelman taustalla olevia perimmäisiä tekijöitä + Tunnistetaan ohjausmuuttujien ja ongelman eri tekijöiden välisiä vaikutussuhteita + Havainnollistetaan eri vaihtoehtojen vaikutuksia perustuen perusteltuihin ajatusketjuihin ja syy-seuraus -suhteisiin + Ymmärretään paremmin vaikutusten syntymistä ja miten niihin voidaan vaikuttaa + Parannetaan keskustelua eri osapuolten välillä. 	<ul style="list-style-type: none"> – Tekijöiden luokittelu DPSIR-kategorioihin ja vaikutussuhteiden tunnistaminen ei aina ole yksiselitteistä – Kehikko keskittyy yksittäisiin syy-seuraus -suhteisiin, jolloin eri asioiden yhteisvaikutuksia voi olla vaikeaa hahmottaa – Erilaisten näkemysten kuvaaminen vaikeaa



Kuva 3-5. Esimerkki DPSIR-kehikon käytöstä maatalouden vesistön tilan muutosten kautta ihmisille aiheutuvien vaikutusten tunnistamiseksi.

DPSIR-kehikkoa käytettäessä ei ole aina täysin selvää, mihin 'laatikkoon' mikäkin tekijä kuuluu. Etenkin pitkien vaikutusketjujen kohdalla voi esimerkiksi tilan ja vaikutusten välillä olla useita eri vaikutusmekanismeja, jolloin voi olla hyvinkin vaikeaa sanoa, onko kyseessä tila vai vaikutus. Myös sama tekijä voi kuulua eri laatikkoon riippuen miltä kannalta asiaa katsoo. Esimerkiksi tarkasteltaessa biologisia tekijöitä voidaan levän määrän lisääntyminen nähdä vaikutuksena, vaikka sosiaalisten tekijöiden osalta se voidaan määritellä tilamuuttujaksi. Eräs tapa jaotteluun on hyödyntää ekosysteemipalvelu-viitekehystä, jolloin tila kuvaa ekosysteemin tilaa sellaisenaan ja vaikutukset puolestaan ovat ekosysteemistä saataviin palveluihin kohdistuvia muutoksia (esim. Kelble ym. 2013).

3.3.3. Laskennallisia menetelmiä hyödyntävät vaikutuskaaviot ja -verkot

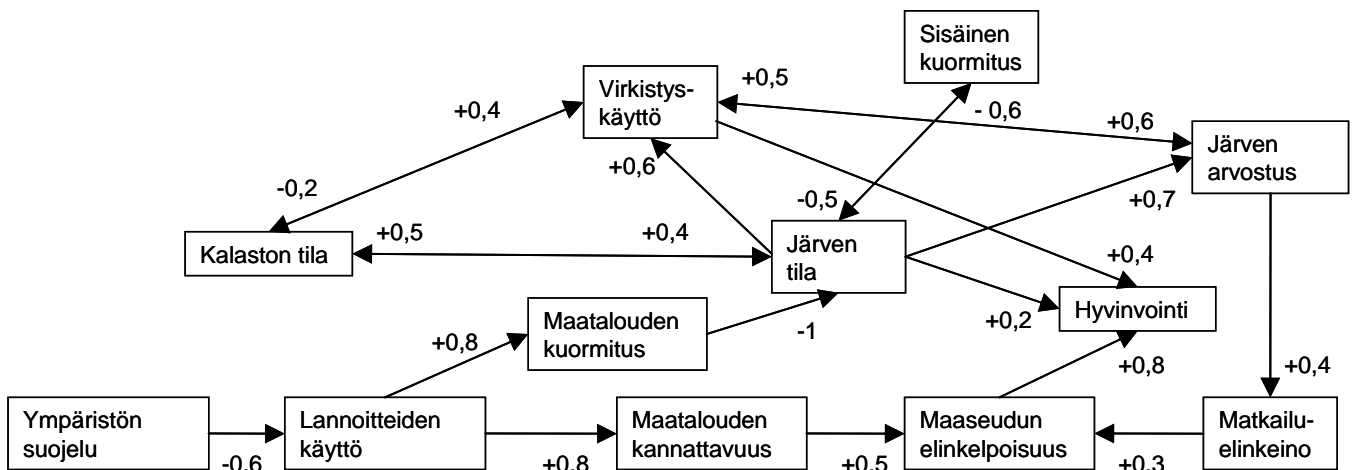
Luvussa 3.3.1 esiteltiin vaikutuskaavioiden hyödyntämistä käsitteellisesti vaikutussuhteiden tunnistamiseen ja mallintamiseen. Näiden pohjalta on kehitetty myös tekniikoita, joissa voidaan laskennallisesti mallintaa tekijöiden kokonaisvaikutuksia perustuen malliin syötettyyn numeeriseen informaatioon. Näissä malleissa kullekin elementille (eli solmulle) määritetään jokin asian tilaa kuvaava mittari sekä matemaattinen kaava sillä, miten kyseinen tila muuttuu siihen vaikuttavien asioiden (solmuun tulevat nuolet) seurauksena.

Laskennallisia menetelmiä hyödyntävien vaikutuskaavioiden avulla pystytään tutkimaan ja ymmärtämään miten pienetkin muutokset voivat vaikuttaa monimutkaisten vaikutusketjujen kautta muihin asioihin. Mallien avulla voidaan usein interaktiivisesti havainnollistaa, mitä tapahtuu, jos mallin jotain tilaa tai johonkin tilaan vaikuttavaa syötettä muutetaan. Niiden avulla voidaan laskea myös tasapainotiloja, joihin eri tekijät asettuvat ajan myötä. Malleja voidaan hyödyntää myös tunnistamaan takaisinkytkentöjä ja arvioimaan näiden voimistavaa vaikutusta.

Laskennallisten mallien käyttö vaatii vankkaa ja usein hyvin yksityiskohtaista asiantuntemusta yksittäisten asioiden vaikutuksista toisiin. Vaarana on, että huolimattomasti käytettynä mallin antamia tuloksia tulkitaan kritiikittömästi ottamatta huomioon taustalla olevia oletuksia ja yksinkertaistuksia, jotka saattavat olennaisesti vaikuttaa lopputulokseen. Myös epätarkkuudet mallin parametreissa voivat pitkien vaikutusketjujen myötä kertautua etenkin, jos mallissa on vaikutusta vahvistavia takaisinkytkentöjä.

Erlaisia vaikutusten välisiä vuorovaikutuksia ja formaalisti mallintavia menetelmiä on

- **Vaikutuskaavio (Influence diagram)** – Kaavio, jossa on kolmentyyppisiä solmuja (päättösolmu, epävarmuussolmu, ja arvosolmu) ja näiden väliset nuolet kuvaavat informaation kulkua, ehdollisuutta tai toiminnallisuutta solmujen välillä. Bayesilaisen päättelyn avulla voidaan kaaviosta laskea ehdollisia todennäköisyyksiä eri tapahtumien toteutumiselle. Bayes-verkot kuvataan tarkemmin luvussa 3.10.2.
- **Sumea kognitiivinen kartta (Fuzzy Cognitive Mapping – FCM)** – Kartta vaikutussuhteista, jossa vaikutuksen suuntaa ja voimakkuutta kuvataan numeroarvoilla. Näiden perusteella tekijöille voidaan laskea niiden suuruutta kuvaavat arvot systeemin kokonaisvaikutusten seurauksena sekä tunnuslukuja esimerkiksi tekijöiden tyyppien ja systeemin kannalta keskeisimpien tekijöiden tunnistamiseksi. Kuvassa 3-6 on esimerkki Karvianjoen tulevaisuustarkastelut -hankkeesta tehdystä FCM-kartasta, jossa tarkasteltiin järven tilaan vaikuttavia tekijöitä.



Kuva 3-6. Esimerkki Karvianjoen Tulevaisuustarkastelut -hankkeesta luodusta järven tilaan vaikuttavien tekijöiden FCM-kartasta (Martinmäki ym. 2010).

Lisätietoa vaikutuskaaviosta/-ketjuista sekä DPSIR-kehikosta:

Eden, C. 2004. Analyzing cognitive maps to help structure issues or problems. *European Journal of Operational Research* 159: 673–686. – Artikkel, jossa kuvataan tapoja analysoida mielikuvakarttoja.

Gari, S.R., Newton, A., Icelly, J.D. (2015). A review of the application and evolution of the DPSIR framework with an emphasis on coastal social-ecological systems. *Ocean & Coastal Management* 103, 63–77. – Katsausartikkeli DPRIS-kehikkoa käyttäneisiin tapaustutkimuksiin. Keskittyy merien ja rannikoiden hoitoon, mutta periaatteet sovellettavissa laajemmin sosio-ekonomisiin systeemeihin.

Hills, D. (2010). Logic mapping: hints and tips for better transport evaluations. Tavistock Institute, Report. – Opas, jossa vinkkejä ”Logic Mapping” -ajatteluun.

Hokkanen, J., Mild, P., Somerpalo, S. (2010). Ohjelmaston vaikuttavuuden arviointi. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 47/2010. – Havainnollistava kuvaus vaikutusketjujen ymmärtämisen merkityksestä ja kuvaamisesta ympäristövaikutusten arvioinnissa.

Keeney, R.L. (1992). Value-Focused Thinking. Harvard University Press, Cambridge, MA. – Arvokeskeisen ajattelun perusteos, joka esittelee ”Means–Ends” -verkot.

Kelble, C.R., Loomis, D.K., Lovelace, S., Nuttle, W.K., Ortner, P.B., Fletcher, P., Cook, G.S., Lorenz, J.J., Boyer, J.N. (2013). The EBM-DPSER conceptual model: Integrating Ecosystem Services into the DPSIR framework. *PLOS One*, 8(8), e70766, 1–12. – DPSIR-kaavion soveltamista ekosysteemipalveluissa käsittelevä artikkeli.

Kirkwood, C.W. (1998). System Dynamics Methods: A Quick Introduction. Ventana Systems, Inc. <http://www.public.asu.edu/~kirkwood/sysdyn/SDIntro/SDIntro.htm> – Netissä oleva oppikirja, jossa kuvataan systeemidynaamisten mallien (mukaan lukien vaikutuskaaviot) peruseriaatteet

Tscherning, K., Helming, K., Krippner, B., Sieber, S., Gomez y Paloma, S. (2012). Does research applying the DPSIR framework support decision making? *Land Use Policy* 29, 102–110. – Artikkel, joka kuvaa DPSIR-kehikkojen hyödyt ja haasteet ja analysoi niitä eri tapaustutkimusten kautta.

3.4. Toimenpidetaulukko

Toimenpidetaulukko (Strategy table) on apuväline useista eri toimenpiteistä muodostuvien strategiakokonaisuuksien hahmottamiseen ja vertailuun. Siinä kuvataan matriisimuodossa, mitkä eri toimenpiteet kuuluvat mihinkin strategiaan. Taulukon avulla voidaan auttaa loogisten toimenpideyhdistelmien luomista ja auttaa hahmottamaan suurempia strategiakokonaisuuksia. Taulukossa Taulukko 3-5 on kuvattu toimenpidetaulukon hyötyjä ja haasteita.

Taulukko 3-5. Toimenpidetaulukon hyötyjä ja haasteita.

Toimenpidetaulukon hyötyjä	Toimenpidetaulukon haasteita
+ Havainnollistaa vaihtoehtojen muodostamista ja tukee keskusteluja tapauksissa, joissa vaihtoehdot voivat muodostua useista erilaisista toimenpiteistä ja niiden yhdistelmistä + Voidaan hyödyntää suunnitteluvaiheessa vaikutusten tunnistamisessa ja arviointivaiheessa vaikutusten kuvauksessa	– Periaatteessa erilaisia vaihtoehtoja voi olla kymmeniä tai satoja – Mitkä mukaan analyysiin?

Toimenpidetaulukkoa voidaan hyödyntää etenkin tapauksissa, joissa on lukuisia, joskus jopa kymmeniä, erilaisia toimenpiteitä, joiden yhdistelmistä varsinaiset strategiavaihtoehdot muodostuvat. Taulukossa Taulukko 3-6 on esimerkki toimenpidetaulukosta, jolla havainnollistettiin Kemijoen tulvasuojelutarkastelussa pohdittuja vaihtoehtoja ja näiden muodostumista erilaisista toimenpiteistä (Rytkönen ja Marttunen 2013; Rytkönen ym. 2014).

Taulukko 3-6. Esimerkki Kemijoen tulvasuojelun vaihtoehtojen tarkastelussa hyödynnetystä toimenpidetaulukosta (Rytkönen ja Marttunen 2013).

Toimenpiteet	VE0+ Valmiustaso + tilapäiset rakenteet	VE1 Valmiustaso + tilapäiset rakenteet + penkereet	VE2 Tulva- penkereet	VE3 Kemijoen perkaukset
Viranomaisten valmiustason parantaminen	•	•	•	•
Tulvatiedotuksen kehittäminen	•	•	•	•
Tulvatorjuntakaluston ja massojen varastointi	•	•		
Muu valmiustason parantaminen (ennustemallit, viemäröinti)	•	•		
Tilapäisten tulvasuojeluratkaisujen käyttövalmius	•	•		
Tilapäinen Saarenputaan siltojen sulkeminen moreenimassoilla	•	•		
Kanta- ja valtateiden tilapäiset korotukset tulvatilanteessa	•	•		
Moreenipenkereet		•	•	
Kiinteät tulvaseinät			•	
Kemijoen vedenjohtokyvyn parantaminen perkauksilla				•

Lisätietoa toimenpidetaulukoista:

Rytkönen, A.-M., Marttunen, M. (2013). Monitavoitearviointiopas tulvaryhmille. Suomen ympäristökeskus. – Opas monitavoitearvioinnin soveltamiseen tulvien ennaltaehkäisemiseksi. Keskittyy tulvaesimerkkien kannalta olennaisiin monitavoitearvioinnin osa-alueisiin, esimerkiksi vaihtoehtojen muodostamiseen toimenpideyhdistelmistä.

3.5. Vaikutustaulukko

Vaikutustaulukko on kaksikulotteinen matriisi, jossa kuvataan kunkin eri vaihtoehdon vaikutukset kunkin arvioitavan tekijän suhteen. Tarkastelun tavoitteista riippuen vaikutukset voidaan esittää esimerkiksi vaihtoehtojen arviointiin käytettävien mittareiden tarkkoina arvoina, mikäli halutaan yksityiskohtaisesti arvioida eri vaihtoehtoja. Vaihtoehtoisesti vaikutukset voidaan esittää yleispiirteisemmin jonkin suuruusluokka-asteikon perusteella arvioituna, mikäli halutaan saada esimerkiksi alustava yleiskuva asiasta. Jälkimmäisessä tapauksessa voidaan hyödyntää esimerkiksi ”+” ja ”-” -merkkejä kuvaamaan sitä, onko vaikutus positiivinen vai negatiivinen, sekä merkkien määrää kuvaamaan vaikutuksen suuruutta.

Vaikutustaulukon ruuduissa voidaan hyödyntää eri värisävyjä kuvaamaan vaikutuksen voimakkuutta. Tällöin voidaan yhdellä silmäyksellä nähdä, mitkä ovat eri vaihtoehtojen vahvuudet ja heikkoudet eri tekijöiden suhteen. Toisaalta väritys voi myös johtaa harhaan, sillä taulukossa ei määritellä kuinka tärkeinä eri tekijöitä pidetään. Esimerkiksi jos jokin vaihtoehto on hyvä monessa vähämerkityksellisessä tekijässä, mutta erittäin huono kaikkein merkityksellisimmässä tekijässä, niin taulukosta voi nopealla vilkaisulla saada vaikutelman, että vaihtoehto on kokonaisuudessaan hyvä. Taulukossa 3-7 on koottuna vaikutustaulukon hyötyjä ja haasteita.

Taulukko 3-7. Vaikutustaulukon hyötyjä ja haasteita.

Vaikutustaulukon hyötyjä	Vaikutustaulukon haasteita
<ul style="list-style-type: none"> + Havainnollistaa vaihtoehtojen vertailua + Antaa nopean yleiskuvan eri vaihtoehtojen vahvuuksista ja heikkouksista 	<ul style="list-style-type: none"> - Taulukosta ei käy ilmi eri tavoitteiden tärkeydet, jolloin se voi antaa harhaanjohtavan kokonaiskuvan vaihtoehtojen hyvyyksistä - Tekijöiden jakaminen osatekijöihinsä voi korostaa näiden tekijöiden vaikutusta

YVA:ssa arvioidaan vaihtoehtojen vaikutuksia tyypillisesti yksittäisten tekijöiden suhteen ja tähän tarkoitukseen vaikutustaulukko on hyvä apuväline. YVA-hankkeissa vaikutustaulukkoja on hyödynnetty paljon kokoamaan vaikutustietoa ja antamaan yleiskuva vaihtoehtojen merkittävimmistä vaikutuksista. Taulukossa 3-8 on esimerkki yleispiirteisestä vaikutustaulukosta, jossa hyödynnetään värejä kuvaamaan vaikutuksen merkittävyyttä.

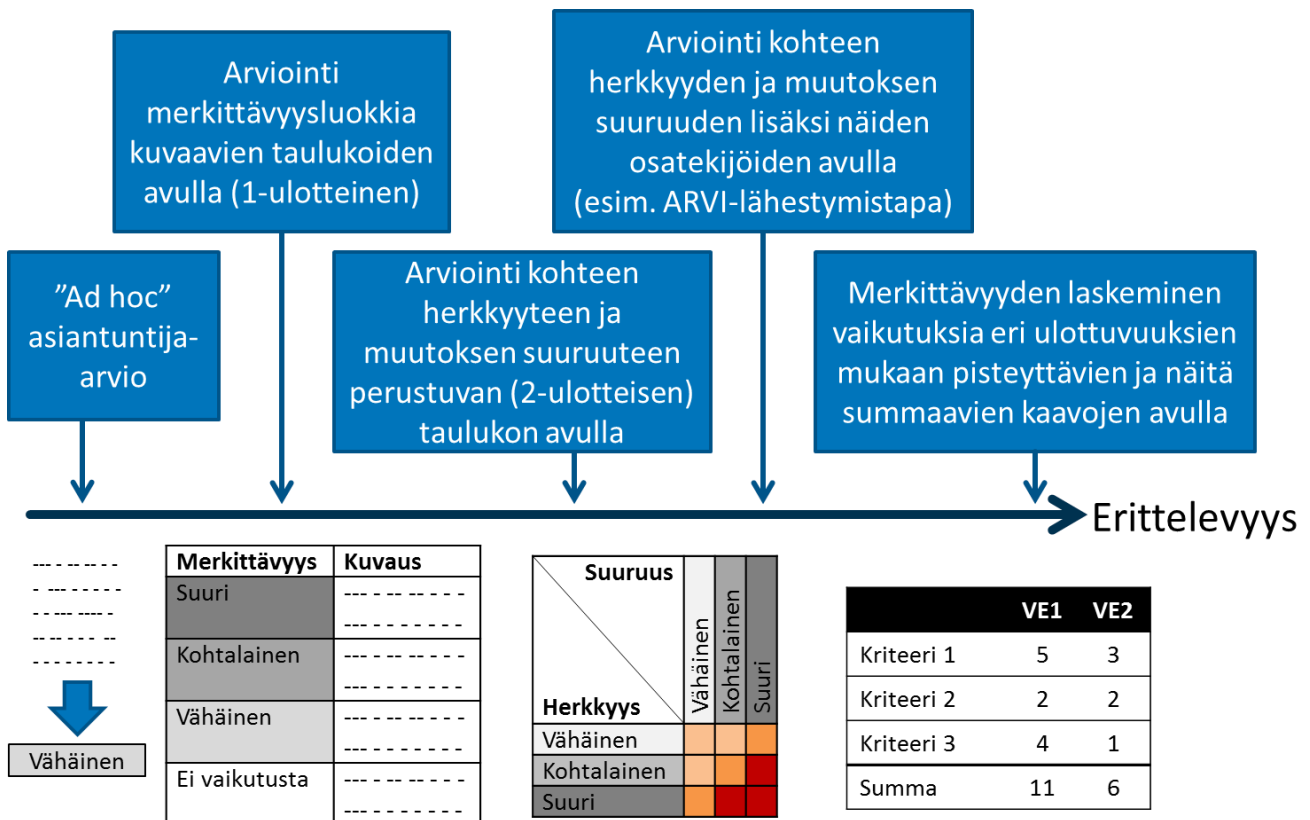
Taulukko 3-8. Esimerkki vaikutustaulukosta, jossa Piiparinmäki-Lammaslamminkankaan tuulipuistohankkeen vaikutusten merkittävyys on kuvattu vaikutuksittain eri vaihtoehdoissa rakennuksen ja toiminnan aikana (Metsähallitus/Laatumaa 2014).

TUULIVOIMAPUISTON YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN MERKITTÄVYYS	RAKENNUSAIKAISET VAIHTOEHTO VE1 / VE2 (127 / 85 VOIMALAA)	TOIMINNANAIKAISET VAIHTOEHTO VE1 / VE2 (127 / 85 VOIMALAA)
Yhdyskuntarakenne ja maankäyttö	Vähäinen –	Vähäinen –
Maisema ja kulttuuriympäristö	Kohtalainen – –	Kohtalainen – –
Kasvillisuus ja luontotyytit	Kohtalainen – –	Vähäinen –
Linnusto	Kohtalainen – –	Kohtalainen – –
Muu eläimistö	Vähäinen –	Vähäinen –
Natura 2000 -alueet ja muut suojelualueet	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta
Maa- ja kallioperä sekä vesistöt	Vähäinen –	Ei vaikutusta
Liikenne	Vähäinen –	Ei vaikutusta
Melu	Vähäinen –	Kohtalainen –
Varjon vilkkuminen	Ei vaikutusta	Vähäinen –
Muinaisjäännökset	Kohtalainen – –	Ei vaikutusta
Ilmasto ja ilmanlaatu	Ei vaikutusta	Vähäinen +
Ihmisten elinolot, viihtyvyys ja virkistyskäyttö	Kohtalainen – –	Kohtalainen – –
Aluetalous ja työllisyys	Kohtalainen ++	Kohtalainen + +
Turvallisuus	Vähäinen –	Vähäinen –

3.6. Järjestelmälliset arviointikehikot vaikutusten merkittävyyden arviointiin

YVA-hankkeiden vaikutusarviointeja tekevät tyypillisesti useat eri alojen asiantuntijat, ja näistä koostetaan YVA-projektipäällikön johdolla arviointiselostus. Vaikutusten merkittävyyden arviointiin voidaan käyttää hyvin erityyppisiä menetelmiä, joiden kirjo voi vaihdella puhtaista asiantuntija-arvioista pitkälle vietyihin numeerisiin menetelmiin (Kuva 3-7):

- **Asiantuntija-arviot** – Asiantuntija tekee arvionsa merkittävyydestä perustuen asiantuntemukseensa.
- **Luokka-asteikot** – Vaikutusten merkittävyyden eri asteiden sanallisia kuvauksia, joiden perusteella asiantuntija luokittelee merkittävyyden tiettyyn luokkaan
- **Järjestelmälliset arviointikehikot** – Viitekehys, joiden avulla jäsennellysti tunnistetaan sekä vaikutuskohteen että hankkeen aiheuttaman muutoksen ominaispiirteet ja näiden perusteella vaikutus luokitellaan tiettyyn merkittävyydenluokkaan.
- **Numeeriset laskentamenetelmät** – Matemaattisia malleja, joiden avulla vaikutuksen merkittävyys 'lasketaan' sen eri ominaisuuksien numeeristen arvioiden perusteella. Esimerkki menetelmästä: RIAM (Kuitunen ja Ijäs 2013).

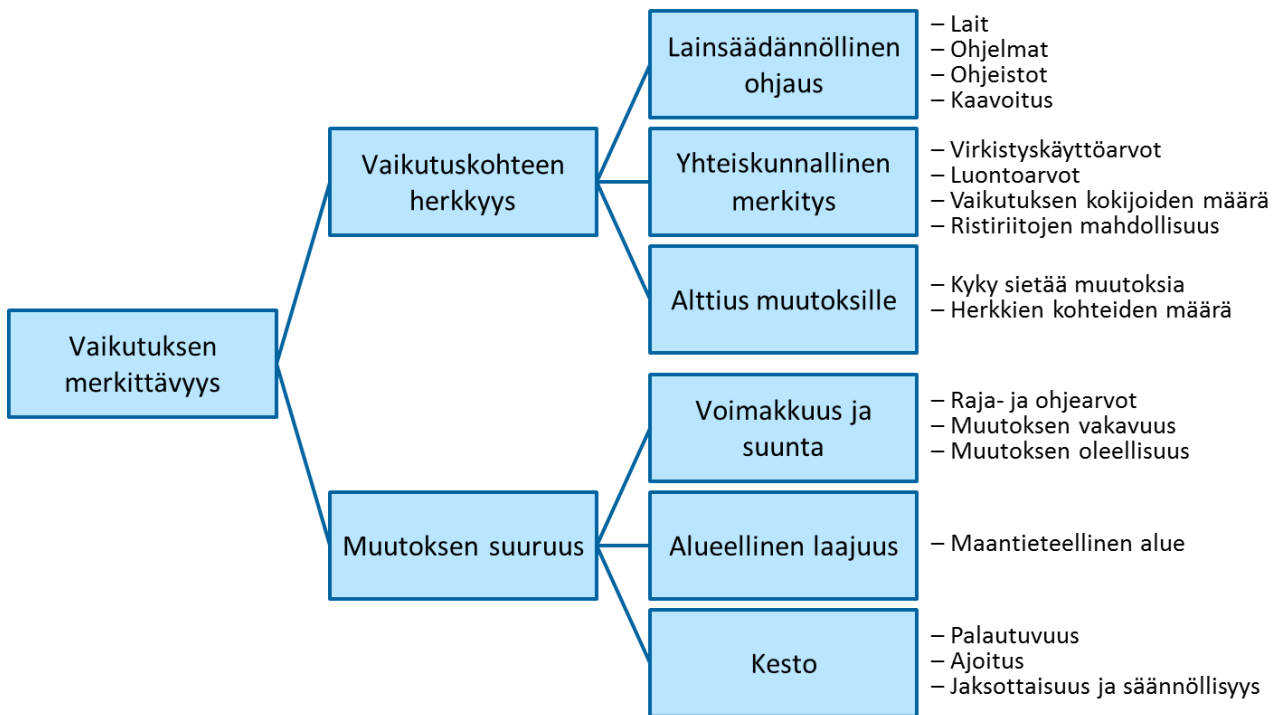


Kuva 3-7. Eri tapoja arvioida merkittävyyttä jaoteltuna sen perusteella, kuinka erittelevästi arvio tehdään perustuen vaikutuksen eri ulottuvuuksiin.

Suuri haaste YVA-hankkeissa on ollut kuvata arvioinnin perustelut ymmärrettävästi ja läpinäkyvästi selostuksen lukijalle. Vaikka asiantuntija itse pystyisi asiantuntemuksensa perusteella tekemään kattavan arvion vaikutuksen merkittävyydestä, on usein tarpeen hyödyntää läpinäkyvämpiä menetelmiä arvion perusteiden selventämiseksi. Erittelevyysasteikon toisessa päässä ovat mekaaniset laskentamenetelmät, joissa merkittävyys lasketaan vaikutuksen eri ulottuvuuksien (esim. laajuus, kesto) tulona tai summana. Nämä tuottavat näennäisesti tarkkoja arvoja, mikä antaa kuitenkin helposti virheellisen käsityksen arvioinnin tarkkuudesta, sillä laskentamenetelmiin sisältyy käytännössä aina joitakin yksinkertaistavia oletuksia. Näiden välimaastoon onkin maailmalla kehitetty erilaisia arviointikehikoita ja -kriteeristöjä (esim. Lawrence 2007), joissa vaikutusten eri ulottuvuuksia tarkastellaan järjestelmällisesti ja läpinäkyvästi, mutta kuitenkin välttämällä mekaanista eri tekijöiden yhdistämistä.

Eräs järjestelmällinen lähestymistapa vaikutusten merkittävyyden arviointiin on IMPERIA-hankkeessa kehitetty ARVI-lähestymistapa. Siinä kokonaisarvio tarkasteltavan vaikutuksen merkittävyydestä muodostetaan vaikutuskohteen herkkyyden ja hankkeen aiheuttaman muutoksen suuruuden sekä näiden osatekijöiden perusteella (Kuva 3-8). Tavoitteena on lisätä yhdenmukaisten arviointiperiaatteiden käyttöä asiantuntijoiden välillä ja näin lisätä arviointien johdonmukaisuutta. Kehikko perustuu sekä kotimaisten konsulttien (esimerkiksi Ramboll) käyttämiin että kansainvälisissä YVA-hankkeissa käytettyihin tekijöihin.

Vaikka kehikko ei varsinaisesti mikään yleisesti tunnustettu monitavoitearvioinnin menetelmä olekaan, niin taustoiltaan se mukailee hyvinkin monitavoitearvioinnin peruseriaatteita, esimerkiksi järjestelmällisyyden ja hierarkisuuden myötä.



Kuva 3-8. IMPERIAssa kehitetty ARVI-lähestymistapa vaikutusten merkittävyyden arviointiin.

Merkittävyyсарvioiden muodostamiseen voidaan hyödyntää viitteellistä taulukkoa (Taulukko 3-9). Arviointikehikon tarkoituksena ei kuitenkaan ole antaa normatiivista arviota tai 'absoluuttista totuutta' merkittävyydestä, vaan tukea vaikutuksen merkittävyyden arviointiin. Lähinnä tarkoitus on varmistaa, että kaikki eri osatekijät tulevat otettua huomioon arvioinnissa ja käsiteltyä tasapuolisesti suhteessa toisiinsa. Lisäksi tavoitteena on tukea perustelujen havainnollista ja läpinäkyvää esittämistä. Kehikon tarkoituksena on siis toimia ohjenuorana arvioinnille, mutta varsinainen vastuu arvioista jää silti sitä tekeväälle asiantuntijalle.

Taulukko 3-9. Viitteellinen taulukko vaikutuksen merkittävyyden arviointiin muutoksen suuruuden ja vaikutuskohteen herkkyuden perusteella.

Vaikutuksen merkittävyys		Kielteinen								Myönteinen	
		Muutoksen suuruus									
		Erittäin suuri	Suuri	Kohtalainen	Vähäinen	Ei muutosta	Vähäinen	Kohtalainen	Suuri	Erittäin suuri	
Kohteen herkkyys	Vähäinen	Suuri*	Kohtalainen*	Vähäinen	Vähäinen	Ei vaikutusta	Vähäinen	Vähäinen	Kohtalainen*	Suuri*	
	Kohtalainen	Suuri	Suuri	Kohtalainen	Vähäinen	Ei vaikutusta	Vähäinen	Kohtalainen	Suuri	Suuri	
	Suuri	Erittäin suuri	Suuri	Suuri	Kohtalainen*	Ei vaikutusta	Kohtalainen*	Suuri	Suuri	Erittäin suuri	
	Erittäin suuri	Erittäin suuri	Erittäin suuri	Suuri	Suuri*	Ei vaikutusta	Suuri*	Suuri	Erittäin suuri	Erittäin suuri	

* Etenkin näissä tapauksissa merkittävyys voi olla tarpeen arvioida vähäisemmäksi, mikäli herkkyys tai muutos on luokan alarajalla

Eräänä YVA-hankkeiden haasteena on ollut saada arvioiteja johdonmukaisiksi niin eri hanketyyppien kuin erityyppisten vaikutustenkin välillä. Arviointien yhdenmukaisuuden parantamiseksi IMPERIA-hankkeessa on laadittu ohje, jossa on esimerkkejä vaikutusten merkittävyyden arvioinnin luokitteluasteikoista yli 40 vaikutusluokalle ja -tyypille (Ikäheimo 2015). Luokitteluasteikkoja on tehty sekä yleisesti eri vaikutustyypeille (esim. luontovaikutukset), mutta myös tarkemmille tasoille (esim. kasvillisuus tai eläimet). Taulukossa 3-10 on esimerkki hankkeen eläimistölle aiheuttaman muutoksen suuruuden luokitteluasteikosta. Ohjeessa esitetyt luokitukset perustuvat osittain kotimaisiin ja kansainvälisiin ohjeisiin, oppaisiin ja YVA-hankkeisiin. Esimerkit ovat ohjeellisia, sillä yleispätevien kaikkiin hanketyyppisiin ja tapauksiin soveltuvien luokitteluasteikkojen laatiminen on mahdotonta. Asteikot on mukautettava kunkin YVA-hankkeen erityispiirteisiin sopiviksi. Hyvänä käytäntönä voidaan pitää hankekohtaiseksi räätälöityjen

asteikkojen muodostamista jo arviointiohjelmavaiheessa, ja asteikkojen muokkaamista viranomaisilta, sidosryhmiltä ja kansalaisilta saadun palautteen perusteella.

Taulukko 3-10. Esimerkki vaikutusten merkittävyyden arvioinnin tueksi laaditusta luokitteluasteikosta hankkeen eläimistöille aiheuttaman muutoksen suuruudelle (taulukossa vain negatiiviset vaikutukset).

Erittäin suuri ----	Hankkeen aiheuttamat negatiiviset vaikutukset ovat erittäin suuria huomionarvoisille tai suurille eläinlajeille, niiden elinympäristöille tai suotuiselle suojelun tasolle. Hanke käsittää hyvin suuren osan suurten eläinlajien elinpiiristä. Eläinlajisto muuttuu hyvin selvästi. Hanke heikentää tai pirstoo erittäin selvästi tai tuhoaa huomionarvoisien tai suurten lajien elinympäristön. Paikallisesti alueesta tuhoutuu tai heikentyy yli 80%.
Suuri ---	Hankkeen aiheuttamat negatiiviset vaikutukset ovat suuria huomionarvoisille tai suurille eläinlajeille, niiden elinympäristöille tai suotuiselle suojelun tasolle. Hanke käsittää suuren osan suurten eläinlajien elinpiiristä. Eläinlajisto muuttuu selvästi. Hanke heikentää tai pirstoo selvästi tai tuhoaa suurehkon osan huomionarvoisien tai suurten lajien elinympäristöstä. Paikallisesti alueesta tuhoutuu tai heikentyy 40–80%.
Kohtalainen --	Hankkeen aiheuttamat negatiiviset vaikutukset kohtalaisia huomionarvoisille tai suurille eläinlajeille, niiden elinympäristöille tai suotuiselle suojelun tasolle. Hanke käsittää kohtalaisen osan suurten eläinlajien elinpiiristä. Huomionarvoisien tai suurten lajien elinympäristö heikkenee tai pirstoutuu osittain tai tuhoutuu osittain. Paikallisesti alueesta tuhoutuu tai heikentyy 10–40%.
Vähäinen -	Hankkeen negatiiviset vaikutukset kohdistuvat tavanomaisiin eläinlajeihin, niiden elinympäristöihin tai suotuisaan suojelun tasoon. Hanke käsittää pienen osan suurten eläinlajien elinpiiristä. Elinympäristön pirstomisvaikutus on pieni. Paikallisesti alueesta tuhoutuu tai heikentyy alle 10%.
Ei vaikutusta	Ei vaikutusta eläinlajeihin tai niiden käyttämiin elinympäristöihin.

Lähestymistavan varjopuolena on se, että mitä järjestelmällisemmin ja yksityiskohtaisemmin arviointi tehdään, sitä työläämpää se on. Jossain vaiheessa tulee vastaan raja, jonka jälkeen ei enää ole tarkoituksenmukaista tarkentaa arviointien perusteluja. Haasteena onkin määrittää, millä tarkkuudella merkittävyyden arvioinnit tehdään, etenkin kun tämä riippuu vaikutustyyppin lisäksi olennaisesti myös itse hankkeesta ja sen ominaispiirteistä. Tähän vaaditaan usein arvioijan omaa harkintaa, ja tämän tukemiseksi on IMPERIAssa kirjoitettu ohjeisto kehikon yksityiskohtaista soveltamisesta (Mustajoki ym. 2014b).

Taulukko 3-11. Vaikutusten merkittävyyden arviointikehikon hyötyjä ja haasteita.

Arviointikehikon hyötyjä	Arviointikehikon haasteita
<ul style="list-style-type: none"> + Kaikki eri tekijät tulevat otettua järjestelmällisesti huomioon + Yhdenmukaistaa tehtäviä arvioita + Lisää arvioinnin läpinäkyvyyttä ja havainnollistaa arvioinnin muodostumista eri tekijöistä 	<ul style="list-style-type: none"> – Arviointi voi tulla työlääksi etenkin jos kaikki tekijät arvioidaan samalla tarkkuustasolla – Arvioinnista voi tulla liian mekaaninen, jolloin oma ajattelu lakkaa – Kaikki arvioinnit eivät välttämättä taivu 'samaan muottiin'

Lisätietoa vaikutusten merkittävyyden arviointikehikosta:

Ikäheimo, E. (2015). Ympäristövaikutusten merkittävyyden arviointi – Kuvaukset eri vaikutustyyppien ja merkittävyyden osatekijöiden luokitteluasteikoille. IMPERIA-hankkeen raportti. <http://imperia.jyu.fi>

Lawrence, D.P. (2007). Impact significance determination – Back to basics, *Environmental Impact Assessment Review*, 27, 755–769. – Yleiskuvaus järjestelmällisten vaikutusten arviointimenetelmien peruseriaatteista ja hyödyntämisestä käytännössä.

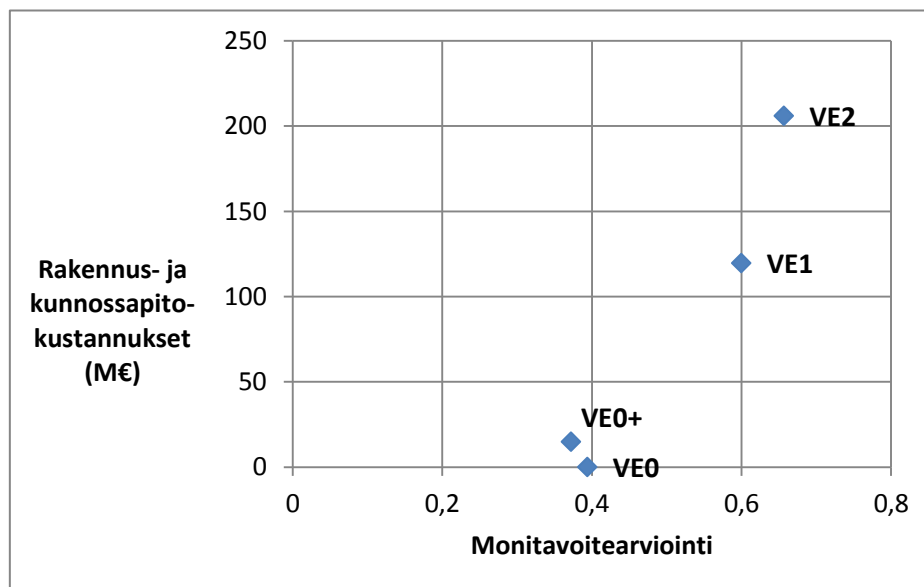
Mustajoki, J., Marttunen, M., Riekkinen, V. (2014b). Ohje vaikutusten merkittävyyksien järjestelmälliseen arviointiin – ARVI-lähestymistapa. IMPERIA-julkaisuja. – Ohje, jossa kuvataan yksityiskohtaisesti vaikutusten arvioinnin järjestelmällinen ARVI-lähestymistapa.

3.7. Moniulotteiset kuvaajat

Moniulotteisten kuvaajien avulla voidaan havainnollistaa tuloksia ja tunnistaa tehokkaita ratkaisuja kuvaajassa esitettävien muuttujien suhteen. Mikäli samassa hankkeessa on sovellettu eri menetelmiä, voidaan näillä saadut tulokset esittää kuvaajan eri akseleilla. Esimerkiksi hankkeissa, joissa toteutetaan sekä monitavoitearviointi että kustannus-hyötyanalyysi, voidaan tämänkaltaisia kuvaajia hyödyntää eri menetelmillä saatujen tulosten vertailussa.

Monissa hankkeissa varsinainen päätös hankkeen toteuttamisesta riippuu siitä, kuinka suuret hankkeen hyödyt ovat suhteessa kustannuksiin. Tätä havainnollistamaan voidaan hyödyntää kaksiulotteista kuvaajaa, jossa kustannukset ovat toisella akselilla ja hyödyt toisella. Kuvasta voidaan visuaalisesti tunnistaa tehokkaat vaihtoehdot, eli ne, joiden kohdalla ei ole toista vaihtoehtoa, jonka hyödyt olisivat suuremmat ja kustannukset pienemmät. Tehokkaiden vaihtoehtojen kohdalla voidaan kuvaajasta puolestaan nähdä suoraan, kuinka paljon lisähyötyä hankkeeseen investoitava lisäpanostus voi tuoda.

Kuvassa 3-9 on esimerkki liikenteen sujuvuutta painottavan näkökulman monitavoitearvioinnin tuloksesta suhteessa kustannuksiin Tampereen rantaväylän YV:stä tehdyssä jälkikäteistarkastelussa (Jämsén 2013; Mustajoki ym. 2014a). Kuvassa tehokkaat eli kustannuksia minimoivat ja monitavoitearvioinnin tulosta maksimoivat vaihtoehdot VE0, VE1 ja VE2 ovat oikeassa alakulmassa. Kuvasta voidaan esimerkiksi nähdä, että noin 120 M€:n lisäpanostus toteutettaessa vaihtoehto VE1 vaihtoehdon VE0 sijasta tuo 0,2 yksikön lisähyödyn monitavoitearvioinnissa. Sen sijaan vaihtoehto VE0+ on tehoton siinä mielessä, että se on kalliimpi kuin VE0, mutta monitavoitearvioinnissa arvioidut hyödyt jäävät myös pienemmiksi.



Kuva 3-9. Monitavoitearvioinnin kustannusherkkyyys liikenteen sujuvuutta painottavasta näkökulmasta katsottuna Tampereen rantaväylän YV:n jälkikäteisanalysissa (Jämsén 2013).

Kuvaajien huonona puolena on, että niiden avulla voidaan selkeästi esittää ainoastaan kaksi tai mahdollisesti kolme eri ulottuvuutta, mutta useamman ulottuvuuden esittäminen johtaa vaikeammin hahmotettaviin kuviin. Täten kuvaajia käytettäessä tulee keskittyä vain olennaisimpiin tekijöihin. Taulukossa 3-12 on koottuna moniulotteisten kuvaajien hyötyjä sekä niiden käyttöön liittyviä haasteita.

Taulukko 3-12. Moniulotteisten kuvaajien hyötyjä ja haasteita.

Moniulotteisten kuvaajien hyötyjä	Moniulotteisten kuvaajien haasteita
<ul style="list-style-type: none"> + Havainnollinen tapa monia eri ulottuvuuksia sisältävien ongelmien esittämiseen + Helpottaa tehokkaiden vaihtoehtojen tunnistamista 	<ul style="list-style-type: none"> – Kuvaajien avulla voidaan havainnollisesti esittää vain kaksi tai maksimissaan kolme ulottuvuutta – Kuvaajat eivät anna suoraa vastausta ongelmaan, vaan tuloksien perusteella täytyy vielä pohtia, kuinka paljon arvostaa eri asioita

Lisätietoa moniulotteisista kuvaajista:

Jämsén, M. (2013). Kustannus-hyötyanalyysin ja monitavoitearvioinnin yhteiskäyttö ympäristövaikutusten arvioinnissa – Esimerkkitapauksena Tampereen Rantaväylä. Pro Gradu -tutkielma, Helsingin yliopisto. – Kustannus-hyötyanalyysin ja monitavoitearvioinnin yhteiskäyttöä esimerkkitapauksen avulla käsittelevä tutkielma.

Mustajoki, J., Jämsén, M., Marttunen, M., Karjalainen, T.P. (2014a). Monitavoitearvioinnin ja kustannus-hyötyanalyysin toisiaan tukeva soveltaminen ympäristöarvioinneissa. Vesitalous 1/2014, 30–35. – Artikkel, jossa käsitellään eri menetelmillä saatujen tulosten yhdistämistä ja havainnollista esittämistä.

3.8. Arvopuuanalyysi

Arvopuuanalyysi (Value Tree Analysis) on menetelmä, jonka avulla erilaisten päätösvaihtoehtojen hyvyttä arvioidaan järjestelmällisesti hierarkkisessa jäsentelykehikossa. Siinä hyödynnetään arvokeskeisen ajattelun (Luku 2.1) sekä jo aiemmin esitettyjä tavoitehierarkian (Luku 3.2) ja vaikutustaulukoiden (Luku 3.5) peruseriaatteita. Arvopuuanalyysissä otetaan lisäksi mukaan päätöksentekijöiden tai eri sidosryhmien arvostukset selvittämällä, kuinka tärkeinä he pitävät vaihtoehtojen vaikutuseroja eri tavoitteiden suhteen. Tämän jälkeen voidaan vaikutus- ja arvostustietojen perusteella laskea kullekin vaihtoehdolle kokonaisarvo, joka kuvaa sitä, miten hyvin vaihtoehto toteuttaa arvioijan tärkeinä pitämät tavoitteet. Tulokset voidaan esittää kullekin arvioijalle erikseen tai yhdistämällä yksittäisiä arvioita näkökulmiksi.

Arvopuuanalyysissa ongelmasta tunnistetaan eri tavoitteet ja vaihtoehdot ja kutakin vaihtoehtoa tarkastellaan erikseen kunkin tavoitteen suhteen. Tämän jälkeen tarkastelut yhdistetään kokonaisuudeksi. Tavoitteena on näin jäsenneilysti käydä koko ongelma ja kaikki siinä esiintyvät näkökulmat läpi ja tämän myötä ymmärtää kokonaisvaltaisemmin ongelman luonnetta. Taulukko 3-13 esittelee lähestymistavan hyötyjä ja mahdollisia haasteita.

Taulukko 3-13. Arvopuuanalyysin hyötyjä ja mahdollisia haasteita.

Arvopuuanalyysin hyötyjä	Arvopuuanalyysin mahdollisia haasteita
<ul style="list-style-type: none"> + Kannustaa tavoitekeskeiseen ajatteluun + Tukee oppimista (henkilökohtainen ja sosiaalinen) + Mahdollistaa erimitallisten vaikutusten vertailun + Trade-offit selkeitä + Mahdollisuus ottaa huomioon sidosryhmien arvot + Tukee näkemuserojen ja niiden syiden ymmärtämistä + Havainnollinen + Erilaiset epävarmuuden tyypit mahdollista ottaa huomioon (kriteerit, vaikutusdata, eri osapuolet) + Järjestelmällinen ja läpinäkyvä prosessi + Helpokäyttöisiä tietokoneohjelmia 	<ul style="list-style-type: none"> – 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 – Analyytikon rooli erittäin keskeinen

Pääpiirteittäin arvopuuanalyysiprosessi seuraa kuvassa 2-2 esitettyjä jäsennellyn päätösanalyysiprosessin vaiheita. Arvopuuanalyysissä vaiheet voidaan eritellä työhön sisältyvien tehtävien perusteella:

1. Ongelman jäsentely

- Tavoitteiden/kriteerien määrittäminen
- Tavoitteiden/kriteerien jäsentäminen arvopuuksi
- Mittareiden määrittäminen kriteereille
- Vaihtoehtojen muodostaminen
- Vaikutusten suhteellisen toivottavuuden arviointi

2. Preferenssien ja mittausarvojen määrittäminen

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

3. Tulosten arviointi

- Lopputuloksen analysointi
- Herkkyyshanalyysi

Arvopuuanalyysin lisäksi on myös olemassa muita vaihtoehtojen vertailua tukevia monitavoitearvioinnin menetelmiä. Läheistä sukua arvopuuanalyysille on moniattribuuttinen hyötyteoria (Multi-Attribute Utility Theory – MAUT) (Keeney ja Raiffa 1976), jossa preferenssien mallinnuksessa otetaan huomioon myös päätöksentekijöiden riskiasenne. Analyttinen hierarkiaprosessi (Analytic Hierarchy Process – AHP) (Saaty 1980) on puolestaan arvopuuanalyysin kaltainen menetelmä, jossa pareittain vertaillaan kriteerien tärkeyksiä. Menetelmän teoreettinen pohja ei kuitenkaan ole yhtä vahva kuin arvopuuanalyysin (esim. Belton ja Stewart 2002). Kolmas laajempi joukko monitavoitearviointimenetelmiä ovat Outranking-koulukunnan menetelmät, joista tunnetuimpia ovat ELECTRE- ja PROMETHEE-menetelmäperheet (Figueira ym. 2005). Näissä vaihtoehtojen välille luodaan paremmuusrelaatioita tarkastelemalla, onko toisen vaihtoehdon ylivertaisuus 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. Lisätietoa ja tarkempia kuvauksia eri menetelmistä on muun muassa Beltonin ja Stewartin (2002) kirjassa.

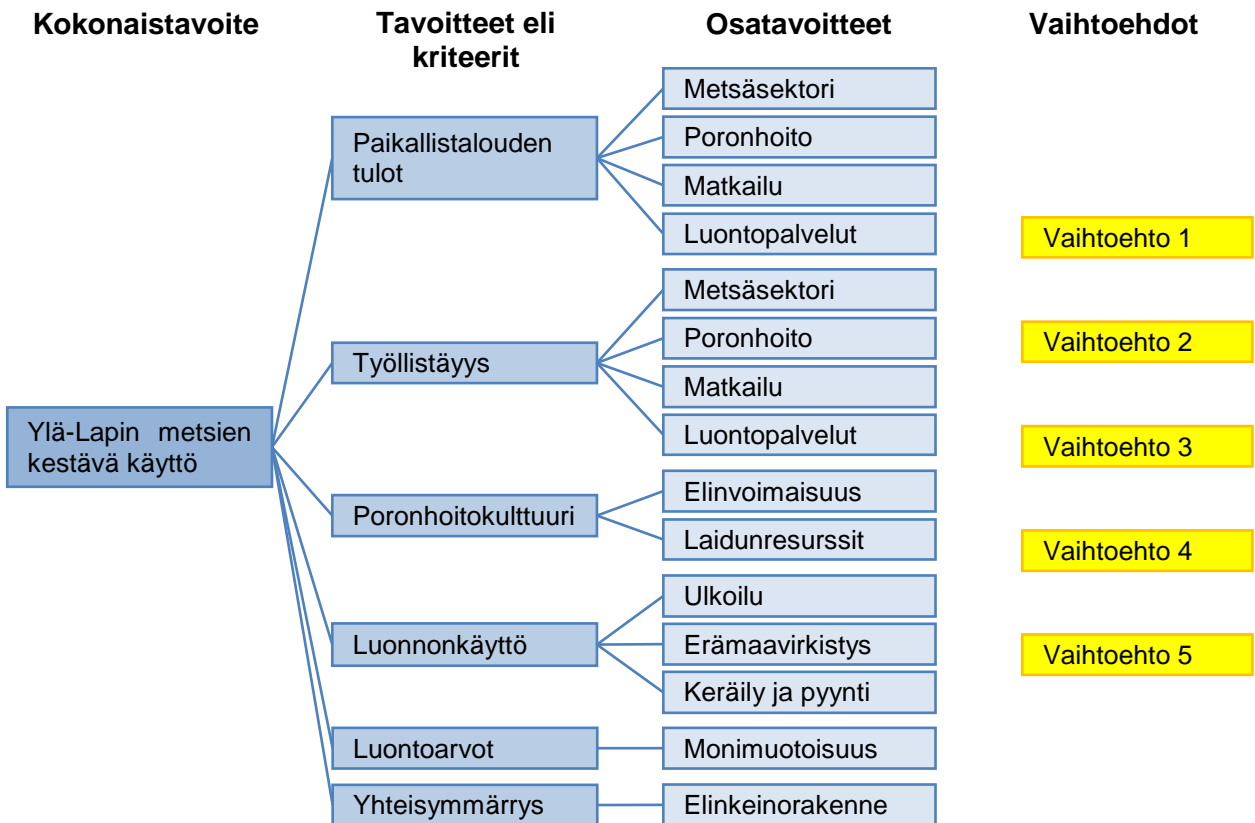
3.8.1. Ongelman jäsentely

Arvopuuanalyysissä ongelman tavoitteet jäsennellään hierarkkiseen muotoon samaan tapaan kuin luvussa 3.1. Hierarkiassa tavoitteita kutsutaan usein kriteereiksi ja alimman tason kriteereille määritetään mittarit, joilla mitataan vaihtoehtojen hyvyyttä kriteerin suhteen. Arvopuuanalyysissä tehtävä vaihtoehtojen kokonaisarvojen laskenta pohjautuu kuitenkin tiettyihin oletuksiin, minkä vuoksi hierarkkisessa jäsentelyssä ja kriteerien valinnassa on tarpeen ottaa huomioon seuraavia asioita:

- **Asiaankuuluvuus.** Kriteerien tulee olla relevantteja mitattavan arvon suhteen.
- **Ymmärrettävyys.** Kaikkien tulee ymmärtää kriteerit ja käsittää ne samalla tavoin.
- **Mitattavuus.** Vaihtoehtojen hyväys tarkasteltavan kriteerin suhteen tulee olla mahdollista määrittää.
- **Toiston välttäminen.** Samaa asiaa ei saa mitata usealla kriteerillä.
- **Riippumattomuus.** Vaihtoehtojen saamat arvot jonkin kriteerin suhteen eivät saa riippua toisen kriteerin toteutumasta. Käytännössä kriteerien täydellistä riippumattomuutta toisistaan on vaikea saavuttaa.
- **Täydellisyys.** Tarkastelussa tulee olla mukana kaikki asiaan vaikuttavat seikat.
- **Operationaalisuus.** Suunnittelua varten tarvittava tieto tulee olla kohtuullisin ponnistuksin hankittavissa.
- **Yksinkertaisuus.** Tarkasteluun tulee sisällyttää 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.

Kaikkia näitä tavoitteita ei ole aina mahdollista saavuttaa. 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. Kriteerien valinnassa kannattaakin käyttää tervettä järkeä, jotta mallista tulisi toimiva, mutta silti kaikki olennaisimmat tekijät huomioon ottava.

Kuvassa 3-10 on esimerkki Ylä-Lapin metsien kestävä käyttö -hankkeessa käytetystä arvopuusta, jossa kokonaistavoite eli metsien kestävä käyttö on jaettu kuuteen ylemmän tason tavoitteeseen, joista osa puolestaan on jaettu tarpeen mukaan yksityiskohtaisempiin tavoitteisiin.



Kuva 3-10. Ylä-Lapin metsien kestävä käyttö -hankkeessa käytetty arvopuu (Mustajoki ym. 2011).

Vaihtoehtojen hyvyyden mittaaminen eri kriteerien suhteen tapahtuu kriteerihierarkian alimmalla tasolla olevien mittarien avulla. Mittarien valinnassa kannattaa pyrkiä siihen, että vaihtoehtojen hyvyys niiden suhteen on helposti mitattavissa. Mittarit voidaan jakaa kolmeen eri tyyppiin: *luonnolliset (natural)*, *epäsuorat (proxy)* ja *rakennetut (constructed) mittarit* (Keeney 1992; Keeney ja Gregory 2005). Luonnollisille mittareille on olemassa luonteva tulkinta ja esimerkiksi kustannukset voidaan luontevasti mitata rahassa. Mittarien valinnassa kannattaa suosia luonnollisia mittareita, sillä ne ovat yleensä havainnollisia ja helposti ymmärrettäviä. Aina tämä ei kuitenkaan ole mahdollista, jolloin voidaan käyttää epäsuoria mittareita. Ne eivät ole varsinaisesti tavoiteltavia asioita, mutta kuvaavat epäsuorasti tavoitteen saavuttamista. Esimerkiksi ympäristön tila on kriteeri, jota voi olla vaikea suoraan mitata, mutta usein on olemassa indikaattorilajeja, jotka reagoivat nopeasti muutoksiin ympäristön tilassa. Tällöin näiden esiintyvyyttä voidaan käyttää epäsuorasti kuvaamaan ympäristön tilaa. Joidenkin tavoitteiden mittaamiseen ei ole olemassa luonnollista tai epäsuoraakaan mittaria, jolloin mittari on kehitettävä itse esimerkiksi käyttäen jotain sanallista luokittelusteikkoaa.

3.8.2. Preferenssien ja mittausarvojen määrittäminen

Olellainen osa arvopuuanalyysiä on preferenssimalli, jonka avulla jäsentelyvaiheessa luodut vaihtoehdot asetetaan kunkin arvioijan mieltymysten mukaiseen paremmuusjärjestykseen. Yksinkertaisimpia ja käytetyimpiä tapoja mallintaa monitavoitteinen päätösongelma on additiivinen malli, jossa kriteereille

annetaan painot kuvaamaan niiden tärkeyttä ja vaihtoehdoille pistemäärät kunkin eri mittarin suhteen kuvaamaan niiden kriteerikohtaista hyvyyttä. Vaihtoehtojen paremmuutta kuvaavat kokonaisarvot saadaan kertomalla kunkin vaihtoehdon saamat mittarikohtaiset pistemäärät näille annetuilla painoarvoilla ja laskemalla tulot yhteen (mistä nimitys additiivinen malli).

Vaihtoehtojen saama pistemäärä annetaan yleensä asteikolla 0–1. Pistemäärät voidaan antaa suoraan tai ne voidaan johtaa mittarien mittausarvoista arvofunktioilla, jotka kuvaavat, minkä pistemäärän kukin mittausarvo tuottaa. Arvofunktio voidaan esittää kaksiolotteisena kuvaajana, jossa vaakakselilla on mittausarvo ja pystyakselilla tästä saatava pistemäärä 0–1 -asteikolla. Yksinkertaisuuden vuoksi käytetään usein lineaarista arvofunktiota, jolloin yhden yksikön lisäys mittausarvoasteikolla tuottaa yhtä suuren arvonlisäyksen/vähennyksen riippumatta siitä missä kohtaa asteikkoa ollaan. On kuitenkin tilanteita, joissa tekijästä saatava hyöty muuttuu voimakkaasti jonkin tietyn kynnyksen jälkeen, jolloin epälineaarinen, esimerkiksi paloittain määritelty, arvofunktio on perusteltu. Joissain tilanteissa arvofunktio voi olla myös kupera tai kovera. Esimerkiksi vesistötapauksissa voi tulla vastaan tilanne, jossa veden laadun paraneminen kohtalaisesti hyväksi voi tuottaa hyvinkin paljon lisäarvoa, mutta laadun paraneminen hyvästä erinomaiseksi ei välttämättä enää tuotakaan niin paljoa arvoa. Tällöin voidaan käyttää ylöspäin kuperaa arvofunktiota, jossa yhden yksikön parannuksesta vedenlaadussa saatava hyöty vähenee sen myötä, mitä parempi vedenlaadun lähtötaso on.

Arvopuun jokaisen haaran osakriteerit painotetaan sen mukaan, kuinka tärkeänä arvioija pitää niitä ovat suhteessa toisiinsa. Painotuksessa on otettava huomioon se, miten vaihtoehtojen arvot on skaalattu 0–1 -asteikolle, eli painojen tulee kuvata sitä, kuinka tärkeänä arvioija pitää muutosta kriteerissä sen huonoimmalta tasolta parhaimmalleen. Esimerkkinä tästä olkoon ympäristön parantamiseen käytettävissä oleva rahamäärä, jonka vaihteluväli on 0€–1 000 000€ ja laajan vesistöalueen vedenlaatua kuvaava laadullinen kriteeri, jonka vaihteluväli on ”erittäin huono” – ”erittäin hyvä”. Jos arvioija antaa näille saman painon, niin hän pitää yhtä tärkeänä vesistöalueen vedenlaadun paranemista tilasta ”erittäin huono” tilaan ”erittäin hyvä” kuin miljoonan euron panostusta vedenlaadun parantamiseen.

Ongelman konteksti on myös otettava huomioon painoja määritettäessä. Oletetaan esimerkiksi, että edellisen esimerkin vedenlaatua kuvaava kriteeri tarkoittaisikin jonkin hyvin pienen ja virkistysarvoiltaan merkityksettömän lammikon vedenlaatua. Tällöin vedenlaadulle annettava paino tulisi todennäköisesti olemaan huomattavasti paljon pienempi, sillä tuskin kukaan olisi valmis panostamaan miljoonaa euroa sen laadun paranemiseen. Tämän vuoksi yleiset kriteerien tärkeyttä koskevat kysymykset (esim. ”Kumpi on tärkeämpää, vedenlaatu vai kustannukset?”) ovat merkityksettömiä ilman, että arvioitavien kriteerien kriteerien skaalat ja konteksti on kunnolla määritelty.

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

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

missä n on arvopuussa olevien mittarien määrä, $w_i \in [0, 1]$ on mittarin i saama kokonaispainoarvo, x_i vaihtoehdon x seuraus mittarin i suhteen ja $v_i(x_i)$ sen saama pistemäärä asteikolla 0–1 (Keeney ja Raiffa 1976). Painojen w_i summa normeerataan yhdeksi.

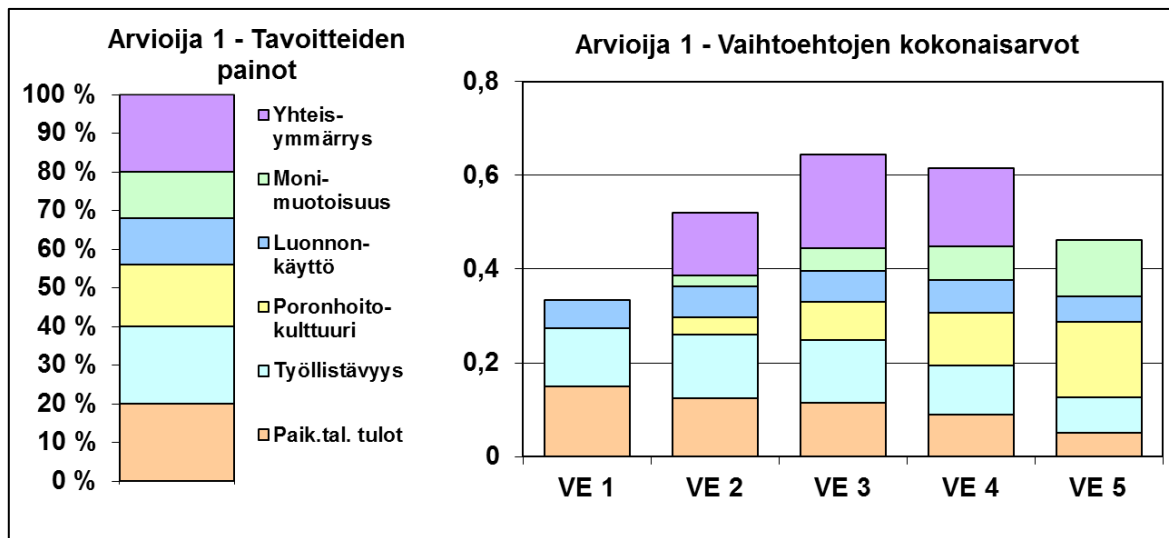
Additiivisessa mallissa oletetaan että kriteerit ovat preferenssiriippumattomia, eli vaihtoehdon saama pistemäärä jonkin kriteerin suhteen ei saa vaikuttaa siihen, minkä pistemäärän kyseinen vaihtoehto saa jonkin toisen kriteerin suhteen (Keeney ja Raiffa 1976). Tämän vuoksi arvopuu tulisi luoda siten, että preferenssiriippuvaisia kriteereitä ei siinä ole. On myös olemassa monimutkaisempia malleja, esimerkiksi multiplikatiivinen tai multi-lineaarinen malli, joissa kriteerien väliset vuorovaikutukset voidaan ottaa huomioon painottamalla kriteerien välisiä yhteisvaikutuksia. Näiden käyttö on kuitenkin huomattavasti monimutkaisempaa ja työläämpää ja pitkälti tämän vuoksi myös vähäisempää kuin additiivisten mallien.

Ympäristöongelmat koskettavat tyypillisesti monia eri sidosryhmiä eri tavalla. Tällaisissa tilanteissa päätösanalyttisten lähestymistapojen suurimmat hyödyt saadaan tarkastelemalla, miten eri sidosryhmien näkemykset tavoitteiden tärkeydestä poikkeavat toisistaan. Paljon käytetty, mutta tosin melko työläs tapa näiden näkemysten selvittämiseen on ns. päätösanalyysihaastattelu (Marttunen ja Hämäläinen 1995,

2008). Siinä päätösanalytikko käy erikseen kunkin sidosryhmän edustajan kanssa mallinnusprosessin läpi ja auttaa tätä ymmärtämään mallinnuksen periaatteet sekä painottamaan tavoitteita siten, että nämä mahdollisimman hyvin vastaisivat arvioijan mieltymyksiä.

3.8.3. Tulosten arviointi

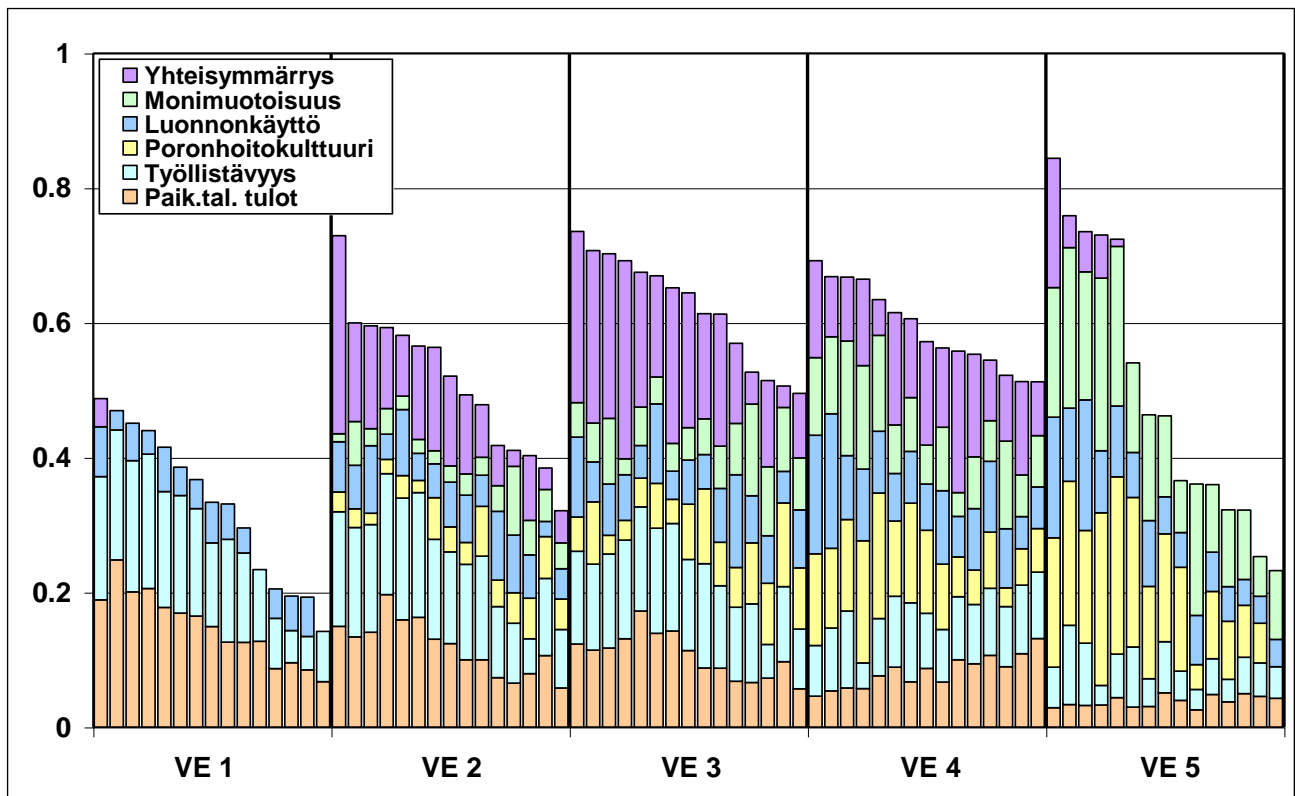
Arvopuuanalyysillä pyritään selvittämään, miten vaihtoehdot eroavat kokonaistavoitteen suhteen toisistaan. Analyysin tuloksena saatavat vaihtoehtojen kokonaisarvot esitetään yleensä graafisina pylväinä. Kuvassa 3-11 on esimerkki erään sidosryhmän edustajan mieltymysten perusteella saaduista vaihtoehtojen kokonaisarvoista Ylä-Lapin metsien hakkuunvaihtoehtoja (VE1–VE5) käsittelevässä hankkeessa (Kuva 3-10). Kuvan vasemmalla puolella oleva pylväs kertoo, mitkä painot kyseinen arvioija on antanut eri tavoitteille ja oikealla puolella olevan kaavion pylväiden korkeus kertoo näillä painoilla saadut vaihtoehtojen kokonaisarvot.



Kuva 3-11. Esimerkki erään haastateltavan antamista painoarvioista ja näiden perusteella lasketuista vaihtoehtojen kokonaisarvoista Ylä-Lapin metsien kestävä käyttö -hankkeessa (Mustajoki ym. 2011).

Olennainen osa arvopuuanalyysin tulosten tarkastelua on tiettyyn tulokseen johtavien syiden analysointi. Yksi tapa havainnollistaa tuloksia 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 $w_i(v_i)$ ja graafisesti nämä voidaan näyttää erivärisinä osuuksina kokonaisarvopylväistä. Esimerkiksi kuvassa 3-11 käytetyt painot antanut arvioija painotti melko tasaisesti eri tavoitteita. Tämän vuoksi vaihtoehdot VE3 ja VE4, jonka olivat kohtuulliset hyviä kaikissa tavoitteissa, saivat myös parhaat kokonaisarvot.

Henkilökohtaisten päätösanalyysihaastattelujen avulla toteutetun analyysin tuloksena saadaan vaihtoehdoille useita eri paremmuusjärjestyksiä, joista kukin vastaa jonkun ryhmäedustajan mieltymyksiä. Näin saatuja tuloksia voidaan vertailla esimerkiksi esittämällä kaikkien yksittäisten edustajien tulokset samassa kuvaajassa (Kuva 3-12). Vaihtoehtoisesti voidaan ryhmitellä sidosryhmien edustajia "samanhenkisiin" ryhmiin heidän mieltymystensä perusteella, ja esittämällä ryhmän edustajan tyypillisesti saama tulos samaan tyyliin kuin kuvassa 3-11. Tuloksia tarkastellessa on myös syytä muistaa, että kriteeripainot heijastavat vaihtoehtojen erojen suhteellista merkitystä tässä vaihtoehtojoukossa eivätkä esimerkiksi käytettyjen kriteerien yleistä merkitystä.



Kuva 3-12. Esimerkki Ylä-Lapin tapauksessa käytetystä kuvaajasta, jossa on esitettyä kunkin vaihtoehdon mieluisuus kunkin eri haastateltavan kohdalla (Mustajoki ym. 2011).

Lisätietoa arvopuuanalysistä:

Belton, V., Stewart, T.J. (2002). Multiple Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach. Kluwer Academic Publishers, Boston. – Käsikirja monitavoitearvioinnin soveltamisesta. Keskittyy lähestymistavan perusteisiin ja erilaisten menetelmien kuvaukseen sekä prosessien että menetelmien teknisen soveltamisen osalta.

Gregory, R., Failing, L., Harstone, M., Long, G., McDaniels, T., Ohlson, D. (2012). Structured Decision Making: A Practical Guide to Environmental Management Choices. Wiley-Blackwell, Chichester, UK. – SDM-lähestymistavan esittely ja havainnollinen 'maalaisjärkinen' kuvaus. Keskittyy hyvin voimakkaasti prosessin kuvaamiseen matemaattisten yksityiskohtien sijasta.

Keeney, R.L. (1992). Value-Focused Thinking. Harvard University Press, Cambridge, MA. – Arvokeskeisen ajattelun perusteos, jossa havainnollisesti kuvataan monitavoitteisen arvopuuanalyysin peruseriaatteet. Keskittyy enemmän prosessin ja menetelmän periaatteiden kuvaamiseen kuin sen taustalla olevaan matematiikkaan.

Keeney, R.L. (2013). Identifying, prioritizing, and using multiple objectives. EURO Journal on Decision Processes 1, 45–67. – Artikkelitavoitteiden tunnistamisen periaatteista.

Keeney, R.L., Gregory, R.S. (2005). Selecting attributes to measure the achievement of objectives. Operations Research 53(1), 1–11. – Artikkelikriteereissä käytettävien mittarien määrittämisestä.

Keeney, R.L., Raiffa, H. (1976). Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs. Wiley, New York. – Arvopuuanalysissä käytetyn matemaattisen menetelmän kuvaus.

Marttunen, M., Mustajoki, J., Verta, O.-M., Hämäläinen, R.P. (2008). Monitavoitearviointi vuorovaikutteisessa ympäristösuunnittelussa. Suomen ympäristö 11/2008. – Suomenkielinen opas monitavoitearvioinnin soveltamiseen ympäristösuunnittelussa sisältäen kuvauksen monitavoitteisen arvopuuanalyysin peruseriaatteesta ja soveltamisesta käytännössä.

3.9. Skenaarioanalyysi

Skenaariosuunnittelu on lähestymistapa tulevaisuuden epävarmuuksien hallitsemiseen strategisessa suunnittelussa (Maack 2001). Lähestymistavan yhteydessä termillä skenaario tarkoitetaan mahdollista tulevaisuuden tapahtumaketjua, joka kuvaa, minkälaiseksi tulevaisuus voisi muodostua, jos tehdyt oletukset toteutuisivat. Tavoitteena on skenaarioiden avulla mallintaa mahdollisia ulkoisia toimintaympäristön muutoksia, ja tämän perusteella tarkastella, millä eri toimenpiteillä eli vaihtoehdoilla voidaan vastata näihin muutoksiin.

Pääpiirteissään skenaarioanalyysiprosessissa voidaan tunnistaa seuraavat vaiheet:

1. Valmistelu

- Sidosryhmien osallistaminen
- Pitkälti työryhmyöskentelyä

2. Skenaarioiden muodostaminen

- Keskeisen tekijän tai päätöksen tunnistaminen
- Ohjausmuuttujien tunnistaminen
- Skenaariorunkojen luominen
- Skenaarioiden täydentäminen

3. Skenaarioiden analysointi ja kommunikointi

- Skenaarioiden seurausten analysointi
- Skenaarioiden välittäminen sidosryhmille

4. Skenaarioiden soveltaminen käytännössä

- Tulosten ja strategisten tavoitteiden hyödyntäminen käytännön toimenpiteiden suunnitteluun

Tyypillisesti luotavia skenaarioita on muutamia ja ne kattavat sekä tulevaisuuden trendejä että odottamattomia, mutta silti mahdollisia, ja vaikutuksiltaan suuria muutoksia tulevaisuuden tiloihin. Skenaarioiden tunnistamisessa ja muodostamisessa ensimmäinen vaihe on usein ohjausmuuttujien määrittäminen ja epävarmuuksien tunnistaminen. Tämän jälkeen voidaan hyödyntää esimerkiksi vaikutuksen suuruuteen ja sen toteutumisen epävarmuuteen perustuvaa matriisia (Taulukko 3-14). Lisäksi erilaiset ongelman jäsentelyyn ja tekijöiden tunnistamiseen liittyvät menetelmät, kuten edellä mainittu DPSIR-kehikko, voivat olla hyödyksi. Lisäksi skenaarioiden ympärille luodaan yleensä looginen tarina siitä, miten kyseiseen tilaan on tultu, ja mitä on tällöin täytyntä tapahtua.

Taulukko 3-14. Skenaarioiden luomisessa hyödynnettävä epävarmuus–vaikutus -matriisi

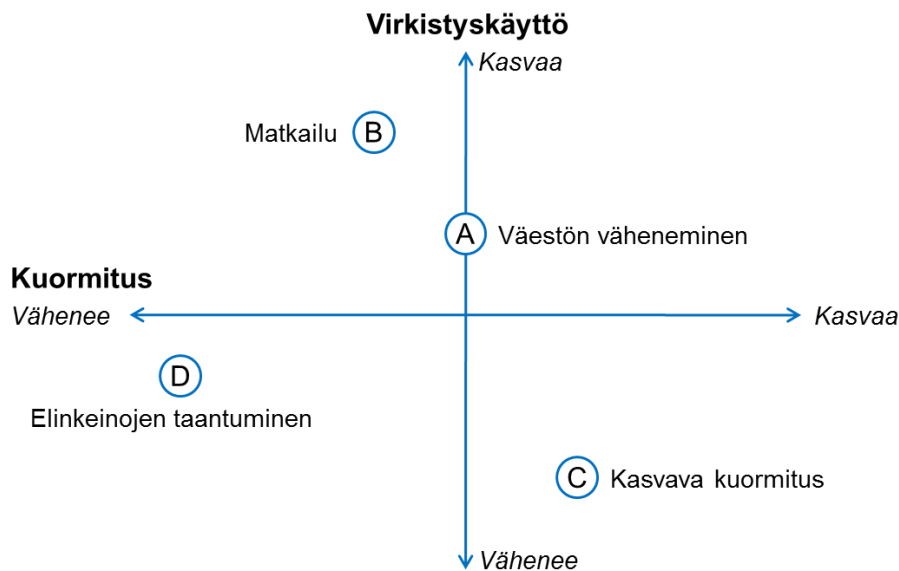
		EPÄVARMUUS	
		PIENI	SUURI
VAIKUTUS	SUURI	Kriittiset suunnitteluun vaikuttavat asiat <ul style="list-style-type: none"> • Merkityksellisiä ja ennustettavissa olevia asioita • Syytä huomioida kaikissa skenaarioissa 	Kriittiset skenaarioiden ohjausmuuttujat <ul style="list-style-type: none"> • Vaikeasti ennustettavia tekijöitä • Vaikutus lopputuloksen kannalta hyvin suuri • Skenaariot näitä varioimalla
	PIENI	Seurattavat asiat <ul style="list-style-type: none"> • Liittyvät päätökseen, mutta eivät kriittisiä • Käyttäytymistä tarkkaillaan eri skenaarioissa 	Seurattavat ja mahdollista uudelleenarviointia vaativat asiat <ul style="list-style-type: none"> • Vaikeasti ennustettavia tekijöitä • Ei välitöntä vaikutusta päätökseen • Käyttäytymistä tarpeen tarkkailla mahdollisten muutosten varalta

Skenaariosuunnittelu mahdollistaa varautumisen yllätyksiin ja tulevaisuuden kartoittamisen erilaisia epävarmuustekijöitä ajatellen. Lisäksi se auttaa ymmärtämään tulevaisuuden mahdollisia tapahtumia ja uhkakuvia, sillä vaikuttavimmat tapahtumat ovat usein odottamattomia. Analyysin pohjalta voidaan myös pohtia erilaisia strategioita eri tulevaisuuden tilanteita varten. Skenaarioanalyysin heikkoutena on, että

siinä tarkastellaan ainoastaan muutamia tulevaisuuden tiloja. Skenaarioita luotaessa pyritään kuitenkin hyödyntämään systeemijattelun järjestelmällisen arvioinnin periaatteita siinä mielessä, että analyysiin pyritään ottamaan mukaan vain vaikuttavimmat ja suuria epävarmuuksia sisältävät tulevaisuuden tilat.

Skenaariosuunnittelu eroaa ennustamisesta siten, että ennustamisen tarkoituksena on tyypillisesti tarkastella, miten jokin systeemi tulee todennäköisimmin käyttäytymään tulevaisuudessa. Ennustamiseen tarvitaan melko hyvää arviota systeemiin liittyvistä epävarmuuksista, joten se sopii yleensä hyvin ymmärrettyjen systeemien analysointiin lyhyellä aikavälillä. Skenaariosuunnittelussa tarkastellaan sen sijaan mahdollisten tulevaisuuden tapahtumien koko kirjoa, joten se soveltuu lähinnä pitkän aikavälin strategiseen suunnitteluun, jossa aikajänne voi olla jopa kymmeniä vuosia. YVAssa arvioitavat hankkeet ovat usein juuri tämäntyyppisiä, ja skenaariosuunnittelua voidaan hyödyntää YVAssa esimerkiksi mahdollisten ympäristöriskien arvioinnissa.

Skenaarioanalyysia voidaan yhdistää myös muiden menetelmien kuten monitavoitearvioinnin kanssa (esim. Wright ja Goodwin 1999; Montibeller ym. 2006). Karvianjoen tulevaisuustarkastelut -hankkeesta (Marttunen ym. 2012) hyödynnettiin skenaarioanalyysiä yhdessä monitavoitearvioinnin kanssa pohdittaessa mahdollisia vaihtoehtoja vesistön kunnostamiselle eri tulevaisuuden toimintaympäristöissä. Hankkeessa tunnistettiin aluksi tärkeimmät ohjausmuuttujat, joiden perusteella luotiin alueen tulevaisuudelle neljä mahdollista skenaarioita (Kuva 3-13). Näiden pohjalta tarkasteltiin monitavoitearvioinnin avulla, miten hyviä eri toimenpidevaihtoehtot ovat eri skenaarioissa (Kuva 3-14).



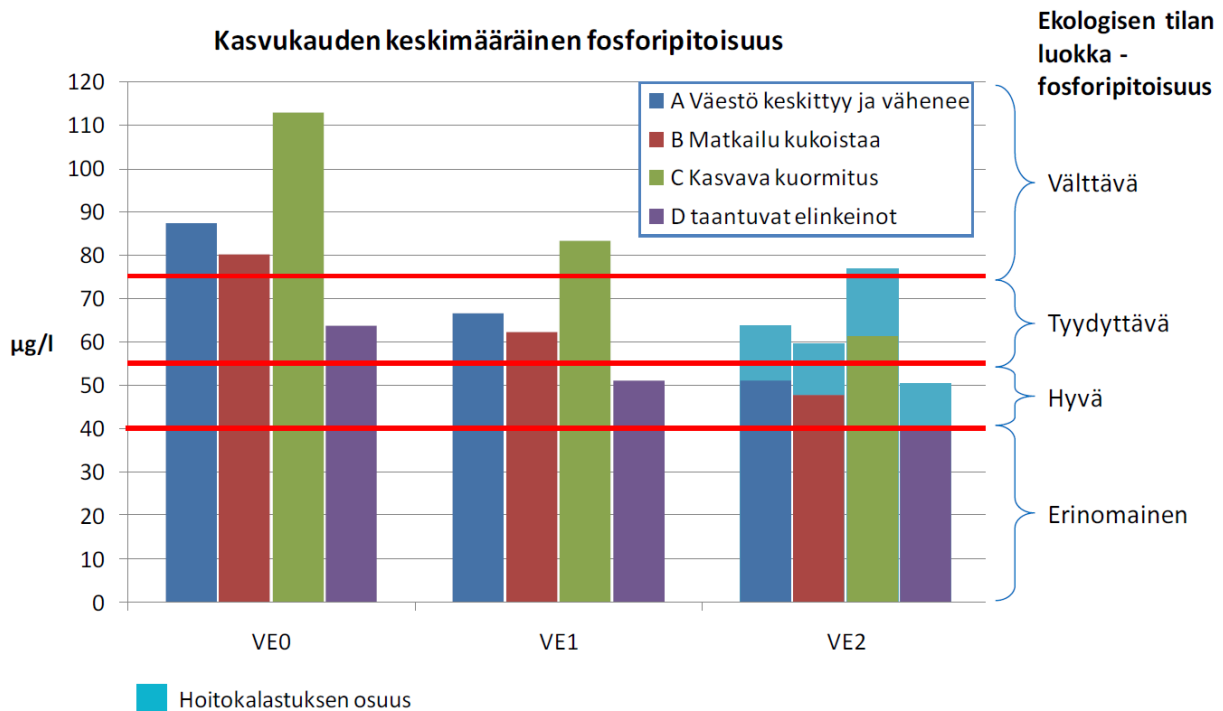
Kuva 3-13. Esimerkki skenaarioista ryhmiteltynä kahden tärkeimmän ohjausmuuttujan (virkistyskäyttö ja vesistökuormitus) perusteella Karvianjoen tulevaisuustarkastelut -hankkeessa (Marttunen ym. 2012).

Lisätietoa skenaarioanalyysistä:

Maack, J.N. (2001). Scenario analysis: A tool for task managers. In "Social Analysis: Selected Tools and Technique." Social Development Paper no. 36. The Social Development Department, the World Bank, Washington, D.C. , 62-87. – Artikkel, jossa kuvataan skenaarioanalyysin peruseriaatteet ja soveltaminen käytännössä.

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. – Monitavoitearvioinnin ja skenaarioanalyysin yhdistämistä käytännössä käsittelevä artikkeli.

Wright, G., Goodwin, P. (1999). Future-focussed thinking: Combining Scenario Planning with Decision Analysis. Journal of Multi-Criteria Decision Analysis 8, 311-321. – Monitavoitearvioinnin ja skenaarioanalyysin yhdistämisen peruseriaatteet kuvaava artikkeli.



Kuva 3-14. Esimerkki monitavoitearvioinnin hyödyntämisestä vaihtoehtojen vertailussa eri skenaarioissa Karvianjoen tulevaisuustarkastelut -hankkeessa (Marttunen ym. 2012).

3.10. Todennäköisyysslaskentaa hyödyntävät menetelmät

Ympäristövaikutusten arviointiin ja itse hankkeen vaikutuksiin voi liittyä erityyppisiä epävarmuuksia ja riskejä. Karkeasti nämä voidaan jakaa kolmeen eri luokkaan:

1. **Vaikutuksen toteutumiseen liittyvä epävarmuus** eli kuinka mahdollista on, että vaikutus ei toteudukaan tai toteutuu vain osittain, ja missä laajuudessa vaikutus toteutuu. Tyypillisesti tämä epävarmuus liittyy tulevaisuuden tilaan ja toimintaympäristöön vaikuttaviin ulkoisiin tekijöihin ja siihen, että näitä ei pystytä tarkasti ennustamaan.
2. **Vaikutusarviointiin liittyvä epätarkkuus** eli kuinka suurella tarkkuudella vaikutusarviointi pystytään tekemään. Tyypillisesti tämä epätarkkuus liittyy esimerkiksi mallinnuksen epätäydellisyyteen tai puuttuvaan tietoon asiasta, minkä vuoksi arviointia ei voida tehdä tarkasti.
3. **Hankkeeseen liittyvät riskit**, jotka kuvaavat mahdollisissa häiriötilanteissa tapahtuvia odottamattomia vaikutuksia, jotka voivat olla suuruudeltaan aivan eri kertaluokkaa kuin normaalitilanteessa. Riskejä arvioitaessa tulisi pyrkiä huomioimaan sekä vaikutuksen suuruus häiriötilanteessa että mahdollisen häiriötilanteen todennäköisyys.

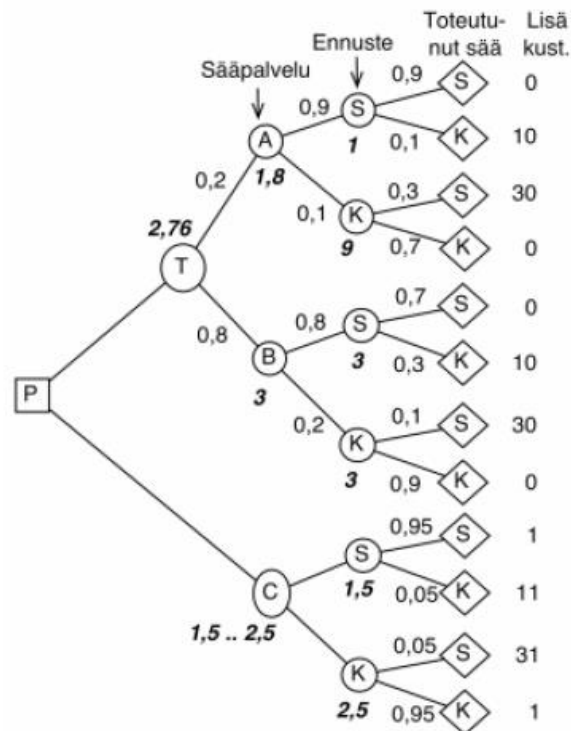
Etenkin ulkoisiin tekijöihin liittyvien epävarmuuksien käsittelyyn voidaan hyödyntää erityyppisiä todennäköisyysslaskennan menetelmiä. Tällöin itse vaikutusten lisäksi arvioidaan myös vaikutusten tai niihin liittyvien tapahtumien esiintymistä todennäköisyyksillä. Tuloksena saadaan esimerkiksi todennäköisyys merkittävän vaikutuksen tapahtumiselle tai todennäköisyysjakauma-arvio vaikutuksen merkittävydestä.

3.10.1. Päätöspuut

Päätöspuu on menetelmä, jolla voidaan mallintaa peräkkäisten päätösten ja näiden välissä olevien sattumanvaraisten tapahtumien muodostamien päätösketjujen vaikutusten todennäköisyyksiä. Puun solmut voivat kuvata joko tehtäviä päätöksiä tai satunnaisia tapahtumia, joiden toteutumistodennäköisyydet arvioidaan. Puun alimmat haarat kuvaavat kyseisen päätös/satunnainen tapahtuma -ketjun tuottamaa kokonaishyötyä. Päätöspuusta voidaan todennäköisyysslaskennan menetelmillä laskea, mikä on odotusarvomielessä optimaalinen päätös kullekin eri päätöksentekovaiheelle.

Sen avulla voidaan myös analysoida esimerkiksi, mitkä ovat huonoin ja paras mahdollinen lopputulos tehtävälle päätökselle.

Kuvassa 3-15 on esimerkki päätöspuusta ongelmaan, jossa tienpitäjän tehtävänä on tehdä päätös päivystysmiehityksestä sääennusteen perusteella (Rossi ym. 2005). Sade-ennusteen osuessa oikeaan ei tule ylimääräisiä kustannuksia, mutta jos ennusteessa luvataan sadetta, jota ei tule, tulee ylimääräisistä päivystysvuoroista 10 yksikön suuruinen lisäkustannus. Vastaavasti, jos sääennusteen povaamaa kuivaa säätä odotettaessa tulee sateen sattuessa, joudutaan miehet hälyttämään töihin ja lisäkustannuksia joudutaan maksamaan 30 yksikköä. Nyt tienpitäjälle tarjotaan tarkempaa sääennustetta, joka osuu 95 % varmuudella oikeaan, mutta maksaa 1 yksikön. Päätöspuun avulla voidaan analysoida kannattaako tarkemmasta ennusteesta C odotusarvoisesti maksaa, vai pitäytyä ennustajien A ja B ennusteissa.



Kuva 3-15. Esimerkki päätöspuusta, jonka avulla voidaan arvioida kannattaako maksaa tarkemmasta sääennusteesta (Rossi ym. 2005). Merkkien selitykset: P = Päätös, A, B, C = Ennustajan A, B, C antama ennuste, T = Painotus ennustajien A ja B välillä, S = Sataa, K = Kuivaa.

YVA-hankkeissa päätöspuita voidaan hyödyntää vastaavien tilanteiden arviointiin. Esimerkiksi vesivoiman rakentamisen suhteen voidaan arvioida, mitkä ovat tehtävien ratkaisujen vaikutukset sadannaltaan erityyppisinä vuosina. Usein tehtävillä päätöksillä voi olla useita erilaisia hyötyjä, esimerkiksi taloudellisia ja ympäristöhyötyjä, joiden suhteuttamiseen toisiinsa voidaan käyttää monitavoitearvioinnin menetelmiä.

Taulukkoon 3-15 on koottu päätöspuiden hyötyjä sekä niiden soveltamiseen liittyviä haasteita.

Taulukko 3-15. Päätöspuiden hyötyjä ja haasteita.

Päätöspuiden hyötyjä	Päätöspuiden haasteita
<ul style="list-style-type: none"> + Yksinkertainen ja havainnollinen tapa kuvata peräkkäisten päätösten ja niihin liittyvien epävarmuuksien muodostamien ketjujen vaikutuksia + Ilman formaalia lähestymistapaa peräkkäisten päätösten yhteisvaikutukset voivat hämärtyä 	<ul style="list-style-type: none"> – Tulos voi olla herkkä arvioiduille todennäköisyyksille, sillä nämä kerrotaan keskenään – Puut voivat kasvaa suuriksi useiden peräkkäisten ja epävarmojen tapahtumien myötä

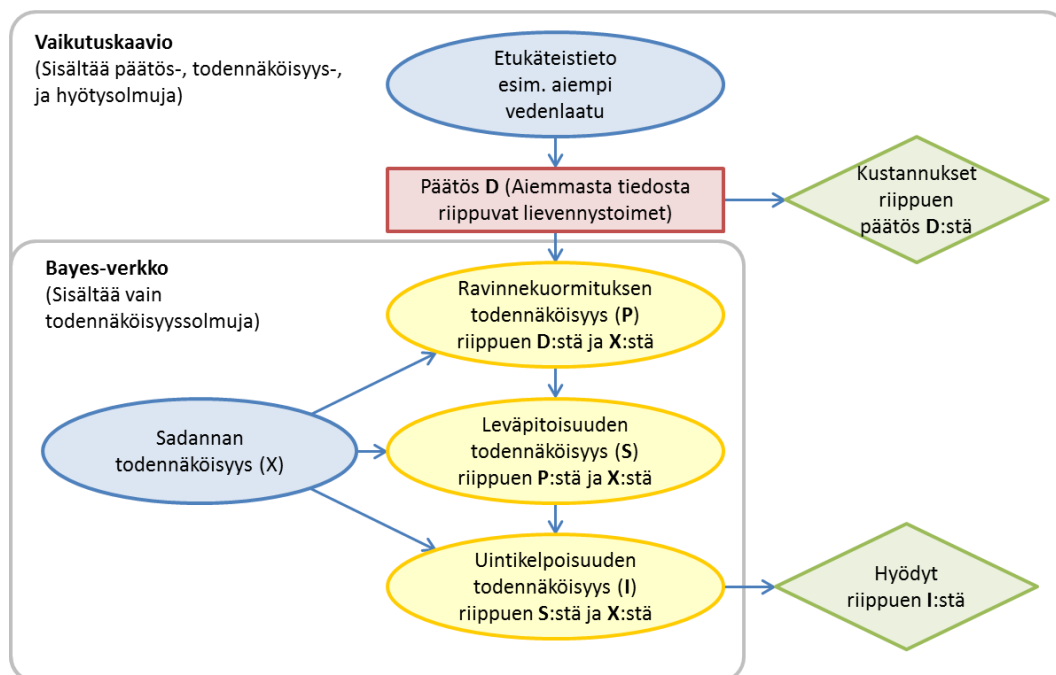
3.10.2. Bayesilaiset menetelmät

Bayesilainen päättely on tilastotieteen osa-alue, joka perustuu todennäköisyysjakaumien päivittämiseen saadun uuden havaintotiedon valossa (esim. Aguilera ym. 2011). Ideana on, että aluksi tapahtumille annetaan ennakkotietoon perustuvat todennäköisyydet esimerkiksi asiantuntija-arvioiden pohjalta. Saataessa uutta tietoa näitä a priori -todennäköisyyksiä päivitetään niin sanotun Bayesin kaavan avulla, jolloin saadaan posterioritodennäköisyydet, jotka ottavat saadun havaintoaineiston huomioon.

Bayes-verkot ovat suunnattuja graafeja, joissa nuolet kuvaavat eri solmuissa olevien tekijöiden riippuvuutta muista tekijöistä. Riippuvuuksia kuvataan ehdollisina todennäköisyyksinä siten, että kussakin solmussa olevat todennäköisyydet riippuvat ehdollisesti niitä edeltävien solmujen todennäköisyyksistä. Bayes-verkot hyödyntävät induktiivista päättelyä, mikä mahdollistaa tietojen päivittämisen saadun uuden tiedon valossa. Ehdollisten todennäköisyyksien määrittämiseen voidaan käyttää esimerkiksi simulaatiomallinnusta tai data-analyysia, tai vaihtoehtoisesti ne voidaan määrittää asiantuntija-arvioina (Barton ym. 2012).

Bayes-verkot perustuvat samalle periaatteelle kuin käsitteelliset vaikutuskaaviot, mutta niissä on lisäksi numeerista vaikutustietoa (tässä tapauksessa ehdollisia todennäköisyyksiä) elementtien välisistä suhteista. Kuvassa 3-16 on esimerkki vaikutuskaavioiden hyödyntämisestä osana Bayes-verkkoa, jossa mallinnetaan vedenlaadun vaikutusta veden uintikelpoisuuteen (Barton ym. 2012). Itse vaikutuskaavion muodostamisessa on hyödynnetty myös DPSIR-ajattelua siten, että aiemmat päätökset ravinteiden vähennystoimista toimivat ohjausvoimana (D) koko prosessille, joka puolestaan aiheuttaa paineita levien lisääntymiselle (P). Tämä vaikuttaa vesistön tilaan (S), mikä taas vaikuttaa edelleen sen uimakelpoisuuteen, joka toimii tässä siis varsinaisena vaikutuksena (I).

Pelkän käsitteellisen vaikutuskaavion avulla pystytään havainnollistamaan, mikä vaikuttaa mihinkin, mutta sen avulla ei varsinaista vaikutuksen suuruutta pystytä määrittelemään. Tähän voidaan kuitenkin hyödyntää Bayes-ajattelua siten, että kullekin kaavion elementtien väliselle vaikutusnuolelle määritetään todennäköisyysjakauma, eli arvioidaan millä todennäköisyydellä kyseinen vaikutus tulee tapahtumaan edellisen elementin arvosta riippuen. Lisäksi voidaan huomioida ulkoisia tekijöitä, esimerkiksi tässä tapauksessa sadanta, joka vaikuttaa levien esiintymiseen ja tätä myötä uintikelpoisuuteen. Tällöin kunkin tapahtuman todennäköisyys voidaan laskea ehdollisena todennäköisyytenä sadannasta ja ketjussa edellä olevan tapahtuman todennäköisyydestä riippuen. Tällöin voidaan esimerkiksi asiantuntijatyönä arvioida, mikä on leväpitoisuuden jakauma ravinnekuormituksen ja sadannan arvojen eri yhdistelmillä.



Kuva 3-16. Esimerkki Bayes-verkosta osana vaikutuskaavioita, jonka muodostamisessa on hyödynnetty myös DPSIR-kehikkoa (Barton ym. 2012).

Taulukkoon 3-16 on koottu keskeisimpiä Bayes-verkkojen hyötyjä ja haasteita. Syvällisempää keskustelua näistä löytyy artikkelista Uusitalo (2007).

Taulukko 3-16. Bayes-verkkojen hyötyjä ja haasteita.

Bayes-verkkojen hyötyjä	Bayes-verkkojen haasteita
<ul style="list-style-type: none"> + Voidaan numeerisesti arvioida ja syntetisoida useista eri lähteistä johtuvaa epävarmuutta pitkienkin vaikutusketjujen päähän + Todennäköisyyslaskentaan perustuva lähestymistapa mahdollistaa riskien ja epävarmuuksien eksplisiittisen tarkastelun 	<ul style="list-style-type: none"> – Tiedon kerääminen asiantuntijoilta sekä tiedon jäsentäminen voi olla työlästä – Ehdollisten todennäköisyyksien määrittäminen ja jakaumien diskretisointi voi olla haastavaa, mikä voi aiheuttaa epätarkkuutta malliin – Takaisinkytkentöjen käyttö mallissa ei ole mahdollista

3.10.3. Stokastinen hyväksyttävyyssanalyysi (SMAA)

Stokastinen hyväksyttävyyssanalyysi SMAA (Stochastic Multiobjective Acceptability Analysis) (Lahdelma ym. 1998) on monitavoitearvioinnin lähestymistapa, joka perustuu tavoitteiden tärkeysrajojen analysointiin. Toisin kuin esimerkiksi arvopuuanalyysissä, SMAAssa ei tavoitteille anneta suoraan tärkeysrajoja tai muuta preferenssitietoa, vaan siinä analysoidaan, millä mahdollisilla painoyhdistelmillä kukin vaihtoehto on paras. Epävarma tieto voidaan esittää todennäköisyysjakaumina. Tuloksena menetelmä tuottaa kullekin vaihtoehdolle hyväksyttävyyssarvon, joka kuvaa sitä, kuinka suuri osa kaikista mahdollisista eri painoyhdistelmistä tukee vaihtoehdon valintaa. Lisäksi SMAA tuottaa tietoa keskimääräisestä painoyhdistelmästä, joka nostaa kunkin vaihtoehdon parhaaksi sekä luotettavuuskertoimen sille, kuinka tarkkaa lähtötieto on perustellun päätöksen tekemiseen. Taulukossa 3-17 on listattu SMAAn hyötyjä ja haasteita.

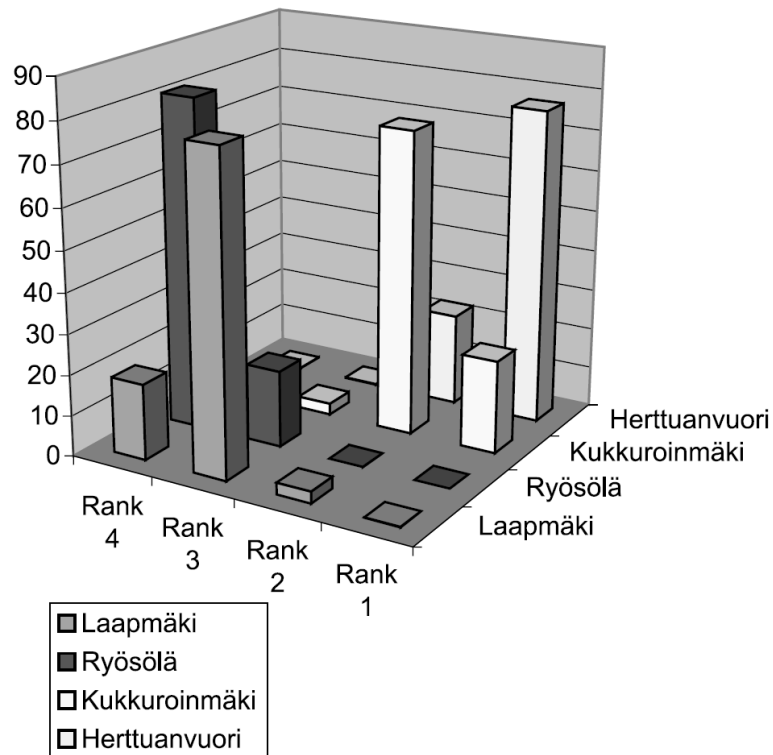
Taulukko 3-17. SMAAn hyötyjä ja haasteita.

SMAAn hyötyjä	SMAAn haasteita
<ul style="list-style-type: none"> + Päätöksentekijän ei tarvitse eksplisiittisesti eikä implisiittisesti antaa preferenssitietoa + Menetelmän eri variantit mahdollistavat menetelmän mukauttamiseen erityyppisiin ongelmiin 	<ul style="list-style-type: none"> – Ilman annettua preferenssitietoa tulos perustuu odotusarvoiseen arvioon päätöksentekijän preferensseistä, mikä ei välttämättä vastaa todellisia preferenssejä. – Taustalla oleva suhteellisen monimutkainen matematiikka voi vaikeuttaa tulosten läpinäkyvää analysointia ja vähentää luottamusta tarkasteluun – Yli kolmen tavoitteen tapauksissa tulosten havainnollistaminen ei ole suoraviivaista

SMAAsta on myös olemassa eri tarkoituksiin modifioituja versioita. Esimerkiksi SMAA-O (SMAA with Ordinal criteria) -menetelmässä vaikutustieto annetaan vaihtoehtojen paremmuusjärjestyksenä kunkin tavoitteen suhteen ilman eksplisiittistä mittaussarvotietoa. Myös esimerkiksi Outranking-menetelmiä sekä referenssipistemenetelmiä tukemaan on kehitetty omat SMAA-varianttinsa (Tervonen ja Figueira 2008).

SMAAa on sovellettu esimerkiksi Lappeenrannan seudun aluejätekeskuksen vuonna 1998 toteutetussa YVAssa, jossa vaihtoehtoja vertailtiin SMAA-O -menetelmän avulla (Lahdelma ym. 2002). Tavoitteena oli keskittää alueen jätehuolto ja vähentää ympäristökuormitusta nykyaikaistamalla jätteenkäsittelyä. Vaihtoehtoja oli neljä: Herttuanvuori, Kukkuroinmäki, Laapmäki ja Ryösölä, ja näitä arvioitiin 17 eri kriteerin perusteella: pohja-vedet, pintavedet, luonto, pirstoutuminen, hajuhaitat, tuholaiset, melu, liikenneturvallisuus, maisema, väestö, palvelut, liike-elämä, virkistyskäyttö, kuljetuskustannukset, kiinteistöjen arvo, maankäyttö, suunniteltu maankäyttö. Käytännössä vaihtoehdot laitettiin paremmuusjärjestykseen kunkin kriteerin suhteen, ja näiden perusteella SMAA-O -menetelmällä

tarkasteltiin, kuinka suuri osuus eri painoyhdistelmistä tuottaa kunkin rankkauksen eri vaihtoehdoille (Kuva 3-17). Kuvasta voi esimerkiksi nähdä, että Herttuanvuori oli lähes 80%:lla painoyhdistelmistä paras vaihtoehto, kun taas Laapmäki ja Ryösölä eivät käytännössä millään painoyhdistelmällä olleet parhaita.



Kuva 3-17. Esimerkki SMAA:n tuottamista hyväksyttävyyssindekseistä kullekin vaihtoehto/rankkausparille Lappeenrannan seudun aluejätekeskuksen vaihtoehtotarkastelussa (Lahdelma ym. 2002).

Lappeenrannan SMAA-O -tarkastelun tulosten perusteella todettiin, että ainakin Laapmäki ja Ryösölä voidaan jättää pois jatkotarkasteluista, sillä niiden menestys oli heikkoa verrattuna Herttuanvuoreen ja Kukkuroinmäkeen. Koska Herttuanvuori ja Kukkuroinmäki menestyivät molemmat hyvin saavuttaen ainakin jonkin verran ykköstitiloja, niin molemmat vaihtoehdoista olivat potentiaalisia kandidaatteja toteutettavaksi. Vaihtoehtoja tarkasteltiin vielä lähemmin, jonka perusteella Kukkuroinmäki valittiin toteutettavaksi vaihtoehdoksi lähinnä sen vuoksi, että siinä riskit ja vaikutukset pohjavesiin olivat vähäisemmät ja myös maankäytön osalta se oli helpommin toteutettavissa.

Lisätietoa todennäköisyyslaskentaa hyödyntävistä menetelmistä:

Aguilera, P.A., Fernández, A., Fernández, R., Rumí, R., Salmerón, A. (2011). Bayesian networks in environmental modelling. *Environmental Modelling & Software*, 26, 1376–1388. – Katsausartikkeli Bayesilaisten menetelmien soveltamiseen ympäristöpäätöksenteossa.

Barton, D.N., Kuikka, S., Varis, O., Uusitalo, L., Henriksen, H.J., Borsuk, M., de la Hera, A., Farmani, R., Johnson, S., Linnell, J.D.C., (2012). Bayesian networks in environmental and resource management. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 8(3), 418–429. – Katsausartikkeli Bayesilaisten menetelmien soveltamiseen ympäristöpäätöksenteossa.

Lahdelma, R., Salminen, P., Hokkanen, J. (1998). SMAA - Stochastic multiobjective acceptability analysis. *European Journal of Operational Research*, 106, 137–143.

Rossi, E. Ristikartano, J., Tikka, K. (2005). Epävarmuuden hallinta tienpidon vaikutusten arvioinnissa. *Tiehallinnon selvityksiä 18/2005*, Tiehallinto, Helsinki.

Tervonen, T., Figueira, J.R. (2008). A survey on stochastic multicriteria acceptability analysis methods. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 15(1-2), 1–14. – Katsaus SMAA-menetelmäperheen menetelmiin.

Uusitalo, L. (2007). Advantages and challenges of Bayesian networks in environmental modelling. *Ecological Modelling*, 203, 312–318. – Bayes-verkkojen hyötyjä ja haasteita ympäristömallintamisessa käsittelevä artikkeli.

4. Työkalut

Käytännössä monitavoitearvioinnin menetelmien soveltaminen vaatii jonkinlaisten tietokoneohjelmistojen käyttöä. Ongelman jäsentelyä tukevien menetelmien soveltaminen onnistuu usein ihan tavallisilla kaavioiden käyttöä tukevilla perustyökaluilla, kuten Excel tai PowerPoint. Menetelmien käyttöä tukemaan on kuitenkin kehitetty myös monia tiettyä menetelmää tukevia tietokonepohjaisia työkaluja. Esimerkiksi Hujala ym. (2013) käyvät katsauksessaan läpi erityyppisiä jäsentelytyökaluja ja näiden hyödyntämistä metsienhoidon suunnittelussa.

Myös varsinaisten monitavoitearvioinnin menetelmien käyttö voi hyvin onnistua esimerkiksi pelkällä Excelillä. Käytännössä kuitenkin menetelmän sovellusprosessia ja erilaisten painotusmenetelmien toteutusta tukemaan kehitetty ohjelmisto ja graafinen käyttöliittymä voivat olla suureksi avuksi menetelmän soveltamisessa sidosryhmien edustajien kanssa ja tulosten havainnollistamisessa. Seuraavassa esittelemme muutamia monitavoitearvioinnin työkaluja, joita voidaan hyödyntää YVA-hankkeissa.

4.1. ARVI-työkalu

Luvussa 3.6 esitetyn ARVI-lähestymistavan käytännön soveltamista tukemaan on IMPERIAssa kehitetty Excel-pohjainen ARVI-työkalu. ARVIN runkona on taulukko, johon kootaan asiantuntijoiden arviot vaikutuksen merkittävyyden osatekijöille. Työkalun avulla voidaan määrittää arvioitavat vaikutukset ja hallita eri vaikutusarvioita tekevien asiantuntijoiden antamia tietoja.

Työkalun avulla voidaan tuottaa kutakin vaikutusta arvioivalle asiantuntijalle oma vaikutusten merkittävyyden arviointia tukeva lomake, jonka hän täyttää arvionsa mukaan (Kuva 4-1). Näiden ARVI-lomakkeiden tiedot voidaan lukea automaattisesti ARVIin, jossa tiedot ovat näin koottuna yhteen paikkaa. Kuvassa 4-2 on esimerkki tietojen koontinäkymästä.

The screenshot shows the ARVI Excel tool interface. The main window is titled '1 Liikenne.xlsx - Microsoft Excel'. The active sheet is 'P29'. The form is titled 'ARVI-lomake vaikutusten merkittävyyden arviointiin'.

Project Information:

- Hanke: Testiprojekti
- Vaikutus: Liikenne
- Vaihtoehto: VE1 & VE2
- Vaikutusalue: Tuulivoimapuisto
- Arvioija:
- Päivämäärä:

Vaikutuskohteen herkkyden osatekijät (Impact Sensitivity Factors):

Lainsäädännöllinen ohjaus	Yhteiskunnallinen merkitys	Altius muutokselle	Vaikutuskohteen herkkyys
Erittäin suuri ****	Erittäin suuri ****	Erittäin suuri ****	Erittäin suuri ****
Suuri ***	Suuri ***	Suuri ***	Suuri ***
Kohtalainen **	Kohtalainen **	Kohtalainen **	Kohtalainen **
Vähäinen *	Vähäinen *	Vähäinen *	Vähäinen *

Muutoksen suuruuden osatekijät (Change Magnitude Factors):

Voimakkuus ja suunta	Laajuus	Kesto	Muutoksen suuruus
Erittäin suuri ++++	Erittäin suuri ****	Erittäin suuri ****	Erittäin suuri ++++
Suuri +++	Suuri ***	Suuri ***	Suuri +++
Kohtalainen ++	Kohtalainen **	Kohtalainen **	Kohtalainen ++
Vähäinen +	Vähäinen *	Vähäinen *	Vähäinen +
Ei vaikutusta	None	None	Ei vaikutusta
Vähäinen -			Vähäinen -
Kohtalainen --			Kohtalainen --
Suuri ---			Suuri ---
Erittäin suuri ----			Erittäin suuri ----

Merkittävyys (Significance) Scale:

Merkittävyys	Perustelut:
Erittäin suuri ++++	
Suuri +++	
Kohtalainen ++	
Vähäinen +	
Ei vaikutusta	
Vähäinen -	
Kohtalainen --	
Suuri ---	
Erittäin suuri ----	

Kuva 4-1. ARVI-lomake vaikutusarvioita tekevien asiantuntijoiden käyttöön.

Vaikutus	Vaikutuskohteen herkkyys osatekijät				HERKKYYS	Muutoksen suuruuden osatekijät			SUURUUS	MERKITTÄ
	Lainsäädännöllinen ohjaus	Yhteiskunnallinen merkitys	Yhteiskunnallinen muutokselle	Alttius muutokselle		Voimakkuus ja suunta	Laajuus	Kesto		
1.1 Kasvillisuus ja luontotyypit	Suuri	Suuri	Kohtalainen	Kohtalainen	Kohtalainen	Kohtalainen -	Vähäinen	Erittäin suuri	Kohtalainen -	Kohtalainen
1.2 Linnusto	Suuri	Kohtalainen	Kohtalainen	Kohtalainen	Kohtalainen	Kohtalainen -	Vähäinen	Erittäin suuri	Kohtalainen -	Kohtalainen
1.3 Muu eläimistö	Suuri	Vähäinen	Kohtalainen	Kohtalainen	Kohtalainen	Vähäinen -	Vähäinen	Erittäin suuri	Vähäinen -	Vähäinen
1.4 Maa- ja kallioperä sekä vesistöt	Suuri	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen -	Vähäinen	Kohtalainen	Vähäinen -	Vähäinen
1.5 Ilmasto ja ilmanlaatu	Kohtalainen	Kohtalainen	Kohtalainen	Kohtalainen	Kohtalainen	Vähäinen +	Erittäin suuri	Suuri	Vähäinen +	Vähäinen
2.1 Yhdyskuntarakenne ja maankäyttö	Vähäinen	Vähäinen	Kohtalainen	Vähäinen	Vähäinen	Kohtalainen -	Vähäinen	Suuri	Vähäinen -	Vähäinen
2.2 Maisema ja kulttuuriympäristö	Kohtalainen	Kohtalainen	Suuri	Kohtalainen	Kohtalainen	Kohtalainen -	Kohtalainen	Suuri	Kohtalainen -	Kohtalainen
2.3 Liikenne	Vähäinen	Vähäinen	Kohtalainen	Vähäinen	Vähäinen	Kohtalainen -	Kohtalainen	Vähäinen	Kohtalainen -	Vähäinen
2.4 Melu	Vähäinen	Kohtalainen	Suuri	Kohtalainen	Kohtalainen	Kohtalainen -	Vähäinen	Suuri	Kohtalainen -	Kohtalainen
2.5 Varjon vilkkuminen	Vähäinen	Kohtalainen	Kohtalainen	Kohtalainen	Kohtalainen	Vähäinen -	Vähäinen	Suuri	Vähäinen -	Vähäinen
2.6 Muinaisjäänne	Suuri	Vähäinen	Kohtalainen	Kohtalainen	Kohtalainen	Kohtalainen -	Vähäinen	Erittäin suuri	Kohtalainen -	Kohtalainen
2.7 Ihmisten elinnot ja viihtyvyys	Vähäinen	Vähäinen	Suuri	Kohtalainen	Kohtalainen	Kohtalainen -	Kohtalainen	Suuri	Kohtalainen -	Kohtalainen
2.8 Virkistyskäyttö	Kohtalainen	Kohtalainen	Suuri	Kohtalainen	Kohtalainen	Vähäinen -	Kohtalainen	Suuri	Vähäinen -	Vähäinen
2.9 Aluetalous ja työllisyys	Vähäinen	Kohtalainen	Kohtalainen	Kohtalainen	Kohtalainen	Suuri +	Kohtalainen	Suuri	Kohtalainen +	Kohtalainen
2.10 Turvallisuus	Kohtalainen	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen -	Vähäinen	Suuri	Vähäinen -	Vähäinen

Kuva 4-2. Esimerkki ARVIN näkymästä, johon on koottu vaikutustiedot.

ARVIin kootuista tiedoista voidaan tuottaa erilaisia yhteenvetotaulukoita ja havainnollisia kuvaajia. Näitä voidaan suoraan hyödyntää osana YVA-selostusta tai sen sähköisenä oheismateriaalina. Esimerkkejä ARVIN tuottamista taulukoista on luvussa 6.1, joissa kuvataan monitavoitearvioinnin menetelmien hyödyntämistä YVA-ohjelmavaiheen vaikutusten merkittävyyden arvioinnissa. Esimerkkejä taulukoista löytyy myös luvuista 8.1 ja 8.2, joissa kuvataan ARVI-työkalua soveltaneita pilottihankkeita.

ARVIssa on oletusarvoisesti käytössä luvussa 3.6 esitetty vaikutusten merkittävyyden arviointikehikko, mutta käyttäjä voi halutessaan muokata esimerkiksi arviointikehikossa käytettäviä termejä ja arviointiasteikoita. ARVIN käytännön soveltamisesta on laadittu ohje (Riekkinen 2015).

4.1.1. Kommentteja ARVI-työkalusta ja sen sovellettavuudesta

ARVI-työkalua on sen kehitysvaiheissa testattu IMPERIAN pilottihankkeissa ja muissa YVA-hankkeissa. Konsulteilta saatu palaute on ollut pääsääntöisesti myönteistä. ARVI-lähestymistapa ja työkalu tarjoavat kaivattua tukea haasteelliseen merkittävyyden arviointiin ja työkalun käyttö on tehnyt merkittävyyden arvioinneista järjestelmällisempiä ja yhdenmukaisempia. ARVIN tuottamia havainnollistavia taulukoita on myös pidetty hyvinä. ARVI-työkalun käyttö ei tosin ainakaan ensimmäisillä soveltamiskerroilla ole vähentänyt arviointien tekemiseen kulunutta aikaa, mutta jos sitä tullaan soveltamaan jatkuvasti, käytön voidaan odottaa nopeutuvan. On kuitenkin huomattava, että työkalu ja ohjeistot eivät ole olleet kokeiluhankkeissa valmiita, vaan niitä on paranneltu hankkeiden rinnalla.

Lähestymistapaan kuuluva erittelevä arviointi on osoittautunut haastavaksi, sillä monet asiantuntijat ovat tottuneet tekemään holistisia arvioita, joissa he ottavat samanaikaisesti useita osatekijöitä huomioon. Yksi mahdollisuus on käyttää ARVI-lähestymistapaa erityisesti dokumentaation apuvälineenä eikä niinkään kokonaismerkittävyyden määrittämisen apuvälineenä.

Työkalua käytettäessä tulee vaikutukset luokitella merkittävyydsuoraksi, mikä voi olla hankalaa, mikäli vaikutus on jossain luokkien välimaastossa. Työkalun tarkoituksena ei ole kuitenkaan pakottaa arvioiteja kaavamaisesti samaan muottiin, vaan sitä sovellettaessa on tärkeää miettiä kullekin vaikutustyyppille tarkoituksenmukainen arviointitapa. Lisäksi tulee pohtia, onko tarpeen jakaa vaikutustyyppi pienempiin osiin esimerkiksi siten, että vesistövaikutukset jaetaan vedenlaatuun, kalastovaikutuksiin ja muihin vesieliöihin kohdistuviin vaikutuksiin. Joskus merkittävyyden arviointiin on syytä ottaa mukaan useita eri vaikutusalueita samalle vaikutustyyppille.

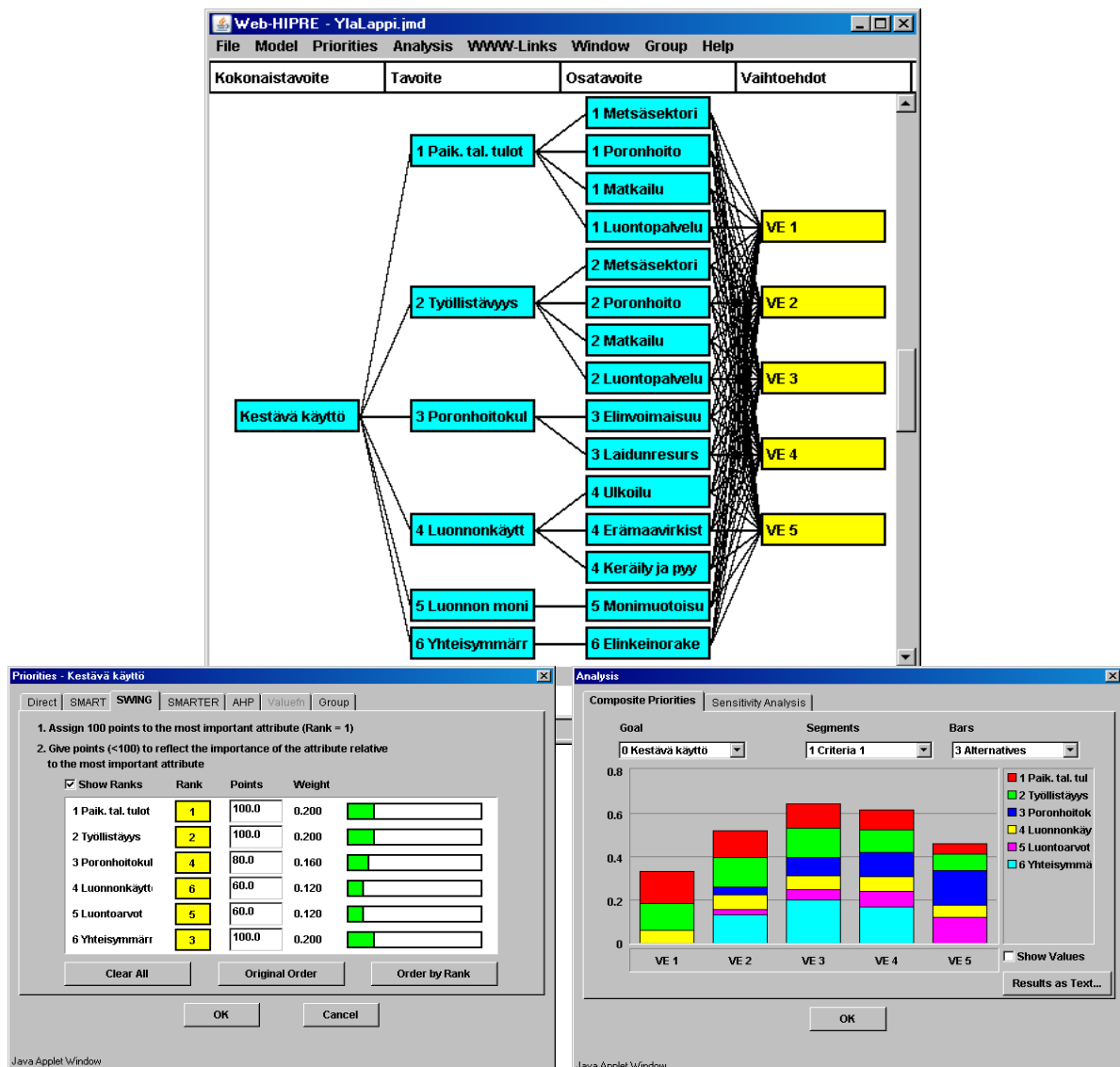
Lisätietoa ARVI-työkalusta:

Ikäheimo, E. (2015). vaikutusten merkittävyuden arvioinnin luokitteluasteikot. IMPERIA-raportti. <http://imperia.jyu.fi>
 – Eri vaikutustyypeille suunniteltuja valmiita kuvauksia luokitteluasteikkojen eri luokille, joita voidaan hyödyntää hankekohtaisten arviointiasteikkojen suunnittelussa. Kuvaukset on esitetty IMPERIAssa kehitetyn kohteen herkkyyteen ja muutoksen suuruuteen sekä näiden osatekijöihin perustuvan arviointikehikon mukaisesti.

Riekkinen, V. (2015). ARVI-työkalun käyttöohje. IMPERIA-raportti. <http://imperia.jyu.fi> – Yksityiskohtainen ja visuaalinen 'kädestä pitäen' ARVI:n käyttöön johdettava opas.

4.2. Web-HIPRE

Web-HIPRE (Mustajoki ja Hämäläinen 2000) on monitavoitteisen arvopuuanalyysin soveltamista tukeva verkkopohjainen työkalu, joka tarjoaa graafisen käyttöliittymän arvopuuhierarkian luomiseen, käyttäjien preferenssipainojen antamiseen ja tulosten havainnollistamiseen. Web-HIPREssä on mahdollista valita erilaisia painotusmenetelmiä ja tulokset voidaan esittää joko numeerisesti tai pylväsdiagrammeina. Tulosten herkkyyttä voidaan tarkastella graafisen herkkyyksanalyysin avulla. Kuvassa 4-3 on esimerkkikuvia Web-HIPREN arvopuun hierarkian luomiseen sekä painojen antamiseen käytettävistä käyttöliittymistä sekä tulosten analysointi-ikkuna.



Kuva 4-3. Esimerkki Web-HIPREN käyttöliittymänäkymistä Ylä-Lapin metsien kestävä käyttö -hankkeessa (Mustajoki ym. 2011).

Web-HIPREä on sovellettu useissa ympäristötapauksissa (esim. Mustajoki ym. 2004; Mustajoki ym. 2011; Saarikoski ym. 2010). Web-HIPRE on vapaasti sovellettavissa akateemisiin tarkoituksiin osoitteessa <http://hipre.aalto.fi>

Lisätietoa Web-HIPREstä:

Mustajoki, J., Hämäläinen, R.P. (2000). Web-HIPRE: Global decision support by value tree and AHP analysis. *INFOR* 38(3), 208–220. – Kuvaus Web-HIPRE -työkalusta ja sen ominaisuuksista.

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. – Esimerkki Web-HIPRE:n soveltamisesta järvien säännöstelyvaihtoehtojen vertailuun.

Mustajoki, J., Saarikoski, H., Marttunen, M., Ahtikoski, A., Hallikainen, V., Helle, T., Hyppönen, M., Jokinen, M., Naskali, A., Tuulentie, S., Varmola, M., Vatanen, E., Ylisirniö, A.-L. (2011). Use of decision analysis interviews to support the sustainable use of the forests in Finnish Upper Lapland. *Journal of Environmental Management* 92(6), 1550–1563. – Esimerkki Web-HIPRE:n soveltamisesta Ylä-Lapin eri metsänhakkuvaihtoehtojen vertailuun.

Saarikoski, H., Mustajoki, J., Marttunen, M., Ahtikoski, A., Hallikainen, V., Helle, T., Hyppönen, M., Jokinen, M., Naskali, A., Tuulentie, S., Varmola, M., Vatanen, E. & Ylisirniö, A.-L. 2010. Monitavoitearviointi Ylä-Lapin metsien kestävä käytön mahdollisuuksista. *Metsätieteen aikakauskirja* 1/2010: 39–63. – Suomenkielinen kuvaus Web-HIPRE:n soveltamisesta Ylä-Lapin metsien hakkuvaihtoehtojen vertailuun.

4.3. Muita työkaluja monitavoitearvioinnin tukemiseen

Edellä mainittujen lisäksi tarjolla on lukuisia sekä kaupallisia että ilmaisia työkaluja monitavoitearvioinnin tukemiseen. IMPERIA-hankkeessa on arvioitu erilaisten monitavoitearvioinnin työkalujen soveltuvuutta YVAssa tehtävää vaihtoehtojen vertailua varten (Mustajoki ja Marttunen 2013). Muita työkaluvertailuita ovat tehneet mm. French ja Xu (2005), Vassilev ym. (2005), Weistroffer ym. (2005) sekä Patchak (2014).

Lisätietoa työkaluista:

French, S., Xu, D.-L. (2005). Comparison study of multi-attribute decision analytics software, *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 13, 65–80. – Monitavoitteisen päätöksenteon tukiohjelmistoja vertaileva katsaus.

Mustajoki, J., Marttunen, M. (2013). Comparison of Multi-Criteria Decision Analytical Software. Searching for ideas for developing a new EIA-specific multi-criteria software. IMPERIA Report. <http://imperia.jyu.fi/tuotokset/Annex7.5.13ComparisonofMultiCriteriaDecisionAnalyticalSoftware.pdf> – Raportti, jossa analysoidaan monitavoitearviointia hyödyntävien työkalujen soveltamismahdollisuuksia YVAssa.

Patchak, W.M. (2014). Decision analysis software survey. *OR/MS Today*, 41(5). <http://www.orms-today.org/surveys/das/das.html> – Monitavoitteisen päätöksenteon tukiohjelmistoja vertaileva katsaus.

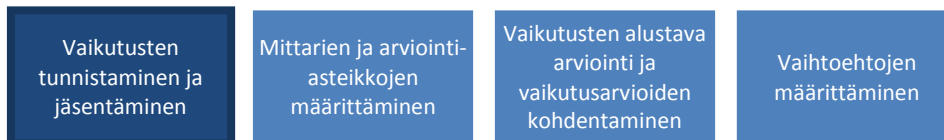
Vassilev, V., Genova, K., Vassileva, M. (2005). A brief survey of multicriteria decision making methods and software systems, *Cybernetics and Information Technologies*, 5(1), 3–13. – Monitavoitteisen päätöksenteon tukiohjelmistoja vertaileva katsaus.

Weistroffer, H.R., Smith, C.H., Narula, S.C. (2005). Multiple criteria decision support software. In: Figueira, J., Greco, S., Ehrgott, M. (eds), *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys Series*, Springer: New York, 989–1018. – Monitavoitteisen päätöksenteon tukiohjelmistoja vertaileva katsaus.

5. Monitavoitearvioinnin hyödyntäminen YVA-ohjelmavaiheessa

Tässä luvussa kuvataan, miten luvussa 2 esitetyt monitavoitearvioinnin periaatteita ja luvussa 3 esitetyt monitavoitearvioinnin ja ongelmanjäsentelyn menetelmiä voidaan hyödyntää YVA-ohjelman eri vaiheissa. Hyödyntämismahdollisuuksia esitellään käytännön esimerkkien avulla.

5.1. Vaikutusten tunnistaminen ja jäsentäminen



Ympäristövaikutusten tunnistaminen ja jäsentäminen ovat YVA-ohjelmavaiheen keskeisiä tehtäviä. Luvussa 2 esitetyt järjestelmälliset arvioinnin yleisperiaatteet soveltuvat myös tähän vaiheeseen. Esimerkiksi, vaikutusten tunnistamiseen ja jäsentämiseen on arvokasta saada näkökulmia ja asiantuntemusta eri aloilta, esimerkiksi hankkeen ohjausryhmässä tai sidosryhmäyhteistyössä. Vaikutusten arvioinnin edetessä tieto hankkeen ympäristövaikutuksista lisääntyy, joten tunnistettuja vaikutuksia voidaan tarvittaessa tarkentaa ja jäsenystä muuttaa YVA-selostusvaiheessa.

Vaikutusten tunnistamisessa on kuitenkin pidettävä mielessä, että YVA-selostuksen laatimisen jälkeen lupamenettelyssä tai yksityiskohtaisessa kaavoituksessa saatetaan edellyttää tarkempaa selvittämistä ja arviointia sellaisistakin vaikutuksista, joita ei ole YVAssa todettu merkittäviksi tai olennaisiksi hankkeen luonteen vuoksi (esimerkiksi vesilain tai maankäyttö- ja rakennuslain perusteella). Järjestelmällinen vaikutusten merkittävyyden tarkastelu kuitenkin edesauttaa myös menestyvän lupahakemuksen laatimisessa sekä kaavan selvitysten ja vaikutusten arvioinnin riittävyyden saavuttamisessa.

5.1.1. Laissa määritellyt vaikutukset ja aiempien YVA-hankkeiden hyödyntäminen

Tiettyjen vaikutusten arvioinnista on säädetty YVA-laissa (YVA-laki 1994), ja nämä on syytä käydä järjestelmällisesti läpi heti YVA-ohjelmavaiheen alussa. YVAssa edellytetään tarkasteltavan hankkeen tai sen toiminnan aiheuttamia välittömiä ja välillisiä vaikutuksia Suomessa sen alueen ulkopuolella:

- ihmisten terveyteen, elinoloihin ja viihtyvyyteen;
- maaperään, vesiin, ilmaan, ilmastoon, kasvillisuuteen, eliöihin ja luonnon monimuotoisuuteen;
- yhdyskuntarakenteeseen, rakennuksiin, maisemaan, kaupunkikuvaan ja kulttuuriperintöön;
- luonnonvarojen hyödyntämiseen; sekä
- alakohdissa a–d mainittujen tekijöiden keskinäisiin vuorovaikutussuhteisiin.

Tunnistaminen tarkoittaa näiden vaikutusten konkretisointia. Tunnistamisen lisäksi on myös tärkeää nostaa esille näistä merkittävimmät mahdollisimman selvästi ja yksiselitteisesti jo ohjelmavaiheessa, jolloin selostusvaiheessa voidaan keskittyä niiden tarkastelemiseen.

Tässä vaiheessa on hyvä myös tarkastella vastaavan tyyppisiä aiempia YVA-hankkeita ja käydä järjestelmällisesti läpi niissä käsitellyt vaikutukset. Tämä auttaa varmistamaan, että myös laissa määrittelemättömät, mutta mahdollisesti jollekin tietyille hanketyypille ominaiset vaikutukset tulevat nekin otettua huomioon. Tietyille hanketyypeille ominaisista vaikutuksista voidaan luoda myös valmiita listoja, joita voidaan hyödyntää seuraavissa hankkeissa.

Molemmat edellä mainitut tavat ovat lähinnä tarkistuslistamaisia tapoja sen varmistamiseksi, että kaikki olennaiset vaikutukset tulee tunnistettua. Niiden tukemiseksi ei monitavoitearviointi varsinaisesti tarjoa mitään yksittäistä menetelmää, mutta tarkistuslistamainen lähestymistapa on jo itsessään hyvin monitavoitearvioinnin järjestelmällisyyden periaatteiden mukainen (kts. Luku 3.1). Tässä suhteessa esimerkiksi SWOT-analyysi (Luku 3.1.1), käsitteelliset vaikutuskaaviot (Luku 3.3.1) tai DPSIR-kaaviot (Luku 3.3.2) voivat myös tarjota hieman erilaisen näkökulman vaikutusten alustavaan tunnistamiseen ja tarkasteluun.

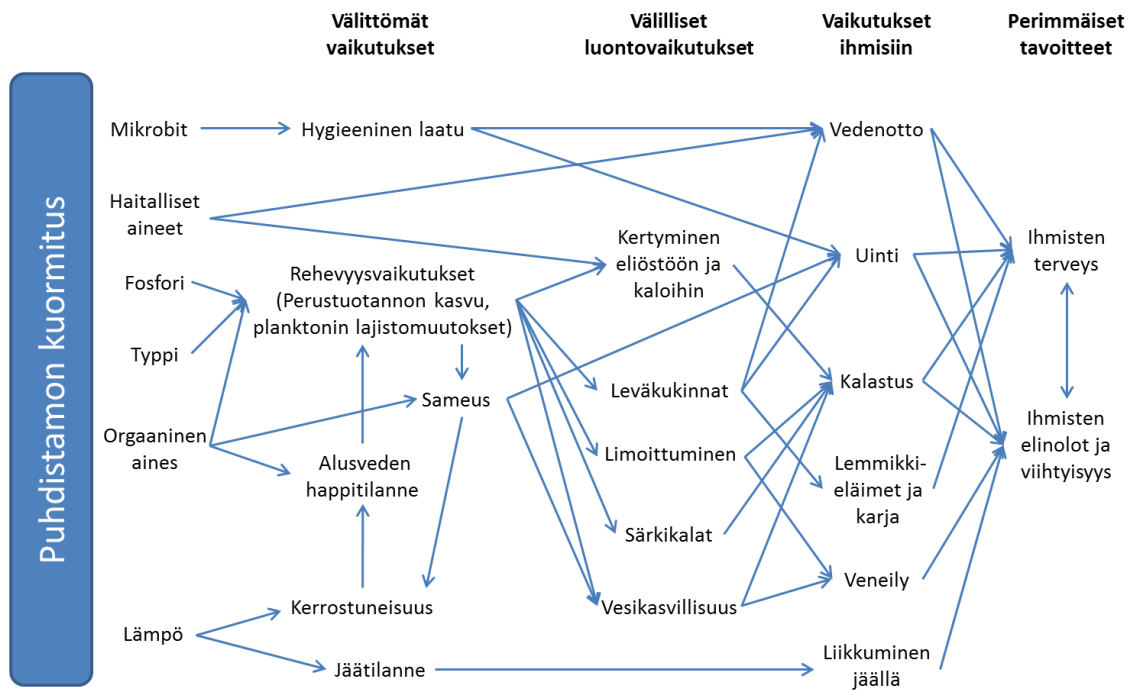
5.1.2. Vaikutuskaavioiden ja -ketjujen muodostaminen

Hankkeesta aiheutuvien vaikutusten tunnistamisessa on olennaista ymmärtää, mistä ja miten vaikutukset syntyvät. Tämä lisää ymmärrystä aiheesta, minkä myötä keskustelu hankkeesta ja sen vaikutuksista pystytään kohdistamaan kaikkein olennaisimpiin tekijöihin. Tunnistamisen avulla päästään myös paremmin selville siitä, mitä pitäisi tehdä haitallisten vaikutusten vähentämiseksi. Vaikutuskaavio (Luku 3.3.1) on menetelmä, josta voi olla suurta hyötyä YVA-hankkeiden ohjelmavaiheen vaikutusten tunnistamisessa ja jäsentelyssä. Se auttaa hahmottamaan ja muodostamaan kokonaiskuvan välittömistä ja välillisistä vaikutuksista. Sen avulla voidaan tukea myös ohjelmavaiheessa käytäviä keskusteluja ja myöhemmin hankkeen kokonaisvaikutusten kuvausta.

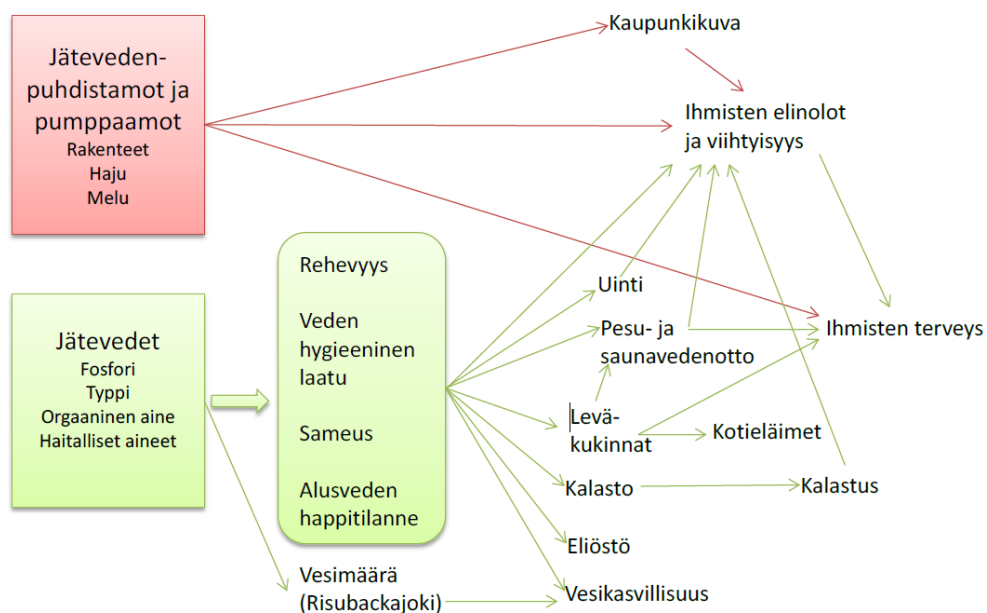
Vaikutuskaavioita voidaan hyödyntää YVA-ohjelmavaiheessa eri tavoin. Puhtaasti asiantuntijavetoisessa soveltamisessa kaavion rakentavat projektin asiantuntijat. Sitä voidaan esitellä esimerkiksi sidosryhmätilaisuuksissa, mutta tällöin kaavion tavoite on lähinnä toimia asian havainnollistajana lisäämässä ymmärrystä hankkeesta ja sen vaikutuksista. Toinen tapa on rakentaa vaikutuskaavio interaktiivisesti esimerkiksi sidosryhmätilaisuuksissa. Tällöin pohjalla voi olla jonkinlaista hahmotelmaa vaikutuksista, mutta pääasiallisesti tilaisuuden osallistujat itse hahmottelevat kaaviota. Hyötynä on niin sanottu ”tekemällä oppiminen”, mutta haittapuolena tämän toimintatavan toteutus vie paljon resursseja.

Usein suositeltava toimintatapa on kahden edellä mainitun välimuoto, jossa kaavio muodostetaan asiantuntijavetoisesti luvussa 3.3.1 kuvattujen periaatteiden mukaisesti, mutta sidosryhmätilaisuuksissa annetaan yleisölle mahdollisuus kommentoida kaaviota. Pohjaksi voidaan tällöin ottaa esimerkiksi laissa ja aiemmista YVA-hankkeista tunnistetut vaikutukset, joiden suhteita toisiinsa hahmotellaan vaikutuksia arvioivassa projektiryhmässä. Tämän jälkeen kaaviota voidaan esitellä sidosryhmätilaisuudessa, josta saadaan mukaan sidosryhmien näkemyksiä vaikutussuhteista.

Tarkastelun tavoitteista riippuen vaikutuskaavioita voidaan tehdä eri tarkkuustasoille. Aluksi voi olla vaikeaa yrittää suoraan luoda tietyn tarkkuustason kaaviota, vaan usein on hyvä lähteä johdonmukaisesti käymään läpi vaikutuksia ja sitä mistä nämä syntyvät, ja tältä pohjalta rakentaa ensimmäinen versio kaaviosta. Tätä voidaan sitten joko tarkentaa tai väljentää riippuen halutusta tarkkuustasosta. Usein asiantuntijavetoisissa prosesseissa kaavioista voi alkuun tulla hyvinkin yksityiskohtaisia, sillä asiantuntijoilla on hyvin paljon tietoa eri vaikutusmekanismeista. Näitä kaavioita voidaan hyvin hyödyntää esimerkiksi asiantuntijoiden oman ajattelun selkiyttämiseksi ja asiantuntijoiden välisen kanssakäymisen tukemiseksi. Mikäli kaavioita tullaan esittelemään sidosryhmätilaisuuksissa, on niistä usein kuitenkin tarpeen tehdä pelkistetympiä versioita, jotta olennaiset asiat nousisivat havainnollisemmin esille. Kuvassa 5-1 on esimerkki Vihdin jätevedenpuhdistamon YVA-hankkeen (Sito 2014) projektiryhmässä ensin hahmotellusta alustavasta versiosta, jota pelkistettiin YVA-selostuksessa esitettäväksi versioksi (Kuva 5-2). Tavoitteena selostuksessa oli tarkemmin havainnollistaa ihmisiin kohdistuvia vaikutuksia ja tuoda mukaan vesistövaikutusten lisäksi myös itse puhdistamon vaikutukset. Kaaviota pystyttiin kuitenkin pelkistämään vesistöä kuormittavien aineiden vaikutusten osalta, sillä nämä olivat hyvin samantyyppisiä keskenään.



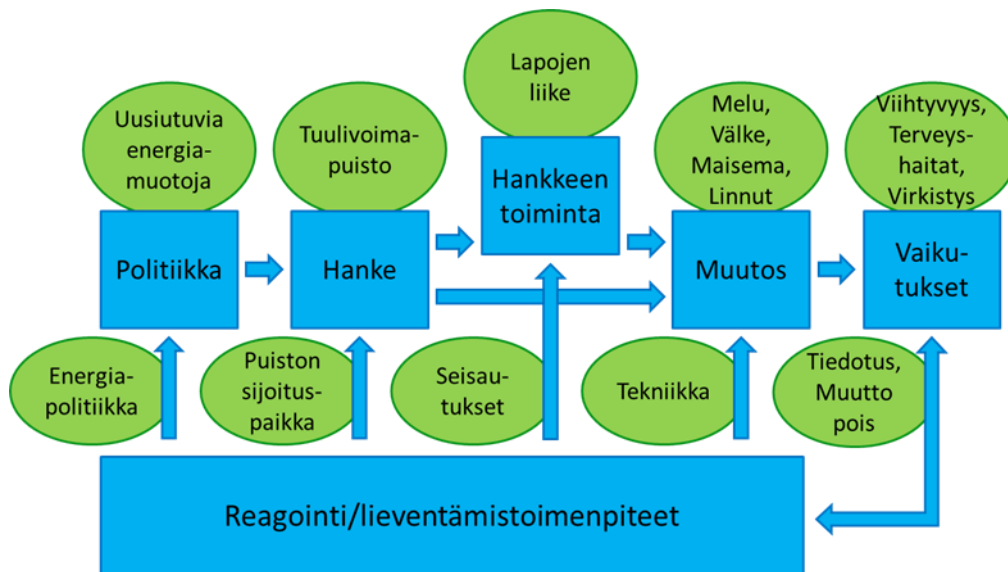
Kuva 5-1. Yksityiskohtainen ensimmäinen hahmotelma yleisestä vaikutuskaaviosta Vihdin jätevedenpuhdistamon kuormituksen aiheuttamista vaikutuksista (Sito 2014).



Kuva 5-2. Vihdin jätevedenpuhdistamon YVA-selostuksessa esitetty muokattu versio edellisen kuvan kaaviosta, johon on lisätty mukaan puhdistamon vaikutukset, mutta vesistövaikutuksia on yhdistetty toisiinsa niiden samankaltaisuuden vuoksi (Sito 2014).

DPSIR-kehikkoa (Luku 3.3.2) voidaan hyödyntää havainnollistamaan sitä, mistä hankkeen vaikutukset syntyvät ja miten niihin voidaan mahdollisesti vaikuttaa. YVA-hankkeissa rakentamisen ja käytön aikaiset vaikutukset eroavat kuitenkin luonteeltaan usein toisistaan, minkä vuoksi perinteistä DPSIR-kaaviota voi olla tarpeen muokata YVA-maailmaan sopivaksi eriyttämällä hankkeen rakentamisen ja sen toiminnan vaikutukset omiksi painetta aiheuttaviksi tekijöiksi. Kuvassa 5-3 on esimerkki DPSIR-kaaviosta YVA-

hankkeisiin sovitettuna ja esimerkki tuulivoimahankkeisiin liittyvien vaikutusmekanismien havainnollistamisesta.



Kuva 5-3. DPSIR-kehikko YVA-hankkeisiin mukautettuna ja esimerkki sen käytöstä havainnollistamaan tuulivoiman vaikutuksia.

DPSIR-kehikon avulla voidaan havainnollistaa esimerkiksi sidosryhmätilaisuudessa sitä, miten tuulivoiman eri haittavaikutuksia voitaisiin vähentää. Tällöin kaaviota voidaan tulkita siten, että yleisesti tuulivoiman rakentamista ohjaa valtion ja EU:n uusiutuvia energiamuotoja tukeva politiikka. Näiden ohjausvoimien kautta voi olla kuitenkin vaikeaa vähentää haittavaikutuksia, joten reagointi on usein kohdistettava seuraavilla tasoilla oleviin keinoihin. Esimerkiksi itse hankkeen ja sen toiminnan aiheuttamiin paineisiin voidaan yrittää vaikuttaa esimerkiksi tuulivoimapuiston ja tuulivoimaloiden sijoittelulla tai seisautuksilla lintujen muuttoaikoina. Hankkeen aiheuttamaan muutokseen voidaan myös vaikuttaa esimerkiksi kehittämällä.

5.1.3. Tavoitehierarkian muodostaminen

Tavoitehierarkiaa (Luku 3.2) voidaan hyödyntää YVAssa jäsentämään arvioitavia vaikutuksia ja näiden muodostamia kokonaisuuksia. Sen avulla voidaan myös esimerkiksi yleisötilaisuuksissa havainnollistaa, mitä vaikutuksia tullaan arvioimaan. Esimerkiksi kuvan 3-2 tavoitehierarkiaa esiteltiin Piiparinmäen-Lammaslamminkankaan YVA-ohjelmavaiheen arviointiryhmän tilaisuudessa ja kaavio oli myös YVA-ohjelmassa.

Käytännössä tavoitehierarkian rakentaminen voi olla haastavaa, sillä ei ole olemassa yhtä oikeaa hierarkiaa. Eräs hierarkian tavoitteista on ryhmitellä eri tekijöitä loogisiksi kokonaisuuksiksi, mutta tämäkin voidaan tehdä monin eri tavoin riippuen katsantokannasta. YVA-hankkeissa on kuitenkin usein vakiintuneita käytäntöjä vaikutusten jäsentelylle, ja näitä voidaan hyödyntää tavoitehierarkiaa rakennettaessa. Seuraavassa on vaiheittain esitetty eräs tapa tavoitehierarkian soveltamiseksi YVA-hankkeessa:

- **Vaihe 1:** Poimitaan lain mukaiset vaikutukset (katso Luku 5.1.1) ja muodostetaan niiden pääryhmistä hierarkian ylin taso. Tyypillisiä ryhmäjakoja voivat olla esimerkiksi ihmisiin ja luontoon kohdistuvat vaikutukset tai sosioekonomiset ja ekologiset vaikutukset. Pääryhmiä voi olla myös useampia.
- **Vaihe 2:** Järjestetään laissa mainitut ja aiempien YVA-hankkeiden perusteella tunnistetut vaikutukset pääotsikoiden alle.
- **Vaihe 3:** Tarkistetaan puuttuuko tavoitehierarkiasta tekijöitä hyödyntäen esimerkiksi vaikutuskaavioita.

- **Vaihe 4:** Käydään tekijöittäin läpi voidaanko näitä yhdistää toisiinsa tai jakaa osatekijöihin. Tässä vaiheessa on hyvä myös pohtia asiaa eri intressitahojen kannalta ja katsoa onko heidän tavoitteissaan vielä sellaisia, jotka on tarpeen ottaa mukaan puuhun.
- **Vaihe 5:** Arvioidaan arviointipuun rakennetta ja muokataan sitä tarvittaessa hyödyntäen luvussa 3.1 mainittuja asioita. Asian havainnollistamiseksi mukaan on myös hyvä ottaa tekijät, joilla ei ole vaikutusta.

5.1.4. Arviointiryhmän näkemysten huomioonottaminen

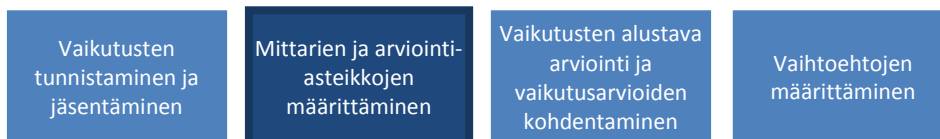
Sidosryhmien näkemysten huomioon ottamisessa on olennaista, että tämä tapahtuu tasapuolisesti ja oikeudenmukaisesti, ja että arvioinnin lopputuloksesta näkyy, miten eri näkemykset on otettu huomioon. Hankkeessa voidaan perustaa esimerkiksi arviointiryhmä (toiselta nimeltä yhteistyöryhmä), johon kutsutaan eri sidosryhmien edustajia. Periaatteessa kaikki edellä mainitut menetelmät sopivat ainakin jollain tasolla tukemaan asioiden järjestelmällistä käsittelyä arviointiryhmässä. Niiden avulla voidaan esimerkiksi tukea keskusteluiden ohjaamista kaikkein olennaisimpiin asioihin. Esimerkiksi vaikutuskaavioita (Luku 3.3) voidaan hyödyntää havainnollistamaan hankkeen olennaisimpia vaikutuksia eri sidosryhmille ja vaikutustaulukkoa (Luku 3.5) keskusteltaessa vaikutuksiin liittyvistä mahdollisista näkemyseroista.

Tavoitehierarkiaa (Luku 3.1) voidaan puolestaan hyödyntää käytäessä keskustelua eri vaikutuksista, jolloin soveltamisen kulku voi olla esimerkiksi seuraava:

- **Vaihe 1:** Esitellään luvussa 5.1.3 esitettyä prosessia hyödyntäen projektiryhmässä laadittu alustava tavoitehierarkia
- **Vaihe 2:** Keskustellaan arviointiryhmäläisten kanssa siitä, ovatko kaikki mahdolliset olennaiset vaikutukset mukana
- **Vaihe 3:** Käydään hierarkia järjestelmällisesti kohta kohdalta läpi ja kunkin vaikutuksen kohdalla keskustellaan siitä, miten erilaiset hankkeen toimenpiteet voivat vaikuttaa eri asioihin, ja kuinka merkittäväksi arviointiryhmäläiset alustavasti kokevat vaikutuksen
- **Vaihe 4:** Edellisen kohdan lomassa keskustellaan myös siitä, millä tarkkuustasolla kukin vaikutus tulisi arvioida ja miten arviointi tulisi alueellisesti ja ajallisesti rajata
- **Vaihe 5:** Dokumentoidaan käydyn keskustelun tulokset arviointiselostuksessa ja hyödynnetään keskustelusta saatua palautetta vaikutusarvioiden kohdentamisessa.

Formaalisti arviointiryhmän näkemyksiä voidaan mallintaa esimerkiksi arvopuuanalyysin (Luku 3.8) avulla, mutta etenkin ohjelmavaiheessa tämä lähestymistapa lienee turhan työläs. Tässä vaiheessa riittää usein yleiskuvan saaminen arviointiryhmäläisten näkemyksistä ja tämä voidaan saavuttaa kustannustehokkaammin esimerkiksi tavoitehierarkian avulla.

5.2. Merkittävyyden arviointikriteerien sekä vaikutusta kuvaavien mittarien ja niiden arviointiasteikkojen määrittäminen



Merkittävyyden arvioinnin yhdenmukaisuuden ja perusteltavuuden kannalta on tärkeää, että on olemassa selvästi määritellyt mittarit eri vaikutusten arviointiin. Tässä suhteessa on läpinäkyvää jo YVA-ohjelmavaiheessa määritellä sekä kriteerit merkittävyyden arvioinnille että mittarit ja arviointiasteikot näille. Jos tämä tehdään vasta itse arviointivaiheessa, voi selostuksen lukijalle jäädä kuva, että mittarien arviointiasteikot on määritelty ”sopivasti” halutun arvion aikaansaamiseksi.

Arviointikriteerien määrittämisessä voidaan hyödyntää luvussa 3.5 esiteltyä ARVI-lähestymistapaa. Etenkin YVAn ohjelmavaiheessa täytyy kuitenkin ottaa huomioon, että järjestelmällisiä lähestymistapoja käytettäessä arvioinneista tulee helposti liian raskaita, jos kaikki tekijät arvioidaan samalla tarkkuudella. Tämän vuoksi arviointikehikkoa ei sellaisenaan ole yleensä kustannustehokasta soveltaa YVA-

ohjelmavaiheessa. Sitä voidaan kuitenkin hyödyntää esimerkiksi tarkistuslistana arvioitavien vaikutusten tunnistamisessa ja alustavassa merkittävyyden arvioinnissa. Tästä aiheesta keskustellaan lisää luvussa Luku 5.3.

Mittarien valinnan lisäksi on tärkeää määrittää, kuinka suuri mittarin arvon täytyy olla, jotta vaikutus voidaan katsoa merkittäväksi. Eräs YVA-hankkeiden kehityskohde onkin ollut se, miten erityyppisissä YVA-hankkeissa tehtävät arvioinnit saataisiin tässä suhteessa johdonmukaisiksi keskenään. Tätä tukemaan on IMPERIA-hankkeessa koottu esimerkkejä arviointiin käytettävistä mittareista sekä vaikutuskohteen herkkyyden ja muutoksen suuruuden arviointiasteikoista lukuisille eri vaikutustyypeille (Ikäheimo 2015). YVA-hankkeet voivat kuitenkin erota hyvinkin paljon toisistaan, joten tätä tukimateriaalia tulee käyttää lähinnä viitteellisenä, ja arviointiasteikot on tarpeen mukauttaa kullekin hankkeelle erikseen. Mittarien ja arviointiasteikkojen määrittelyssä kannattaa hyödyntää myös jo tehdyistä YVA-hankkeista saatuja kokemuksia, sillä monille hanketyypeille (esim. jätevedenpuhdistamo ja tuulivoima) on tehty jo useita, jopa kymmeniä YVA-arviointeja. Taulukossa 5-1 on esimerkki vaikutuskohteen herkkyydskriteerien määrittämisestä pintavesien osalta Pirkanmaan keskuspuhdistamon YVA-hankkeessa.

Taulukko 5-1. Esimerkki kohteen herkkyyden määrittämisestä pintavesien osalta Pirkanmaan keskuspuhdistamon YVAssa (Tampereen Vesi 2012).

Alhainen	Keskisuuri	Suuri
Vaikutuspiirissä ei ole luonnonsuojelukohteita	Suojelualan perustaminen meneillään	Vaikutuspiirissä on Natura 2000 alue tai muu suojelualue
Valuma-alueen koko >2000 km ²	Valuma-alueen koko 200-2000 km ²	Valuma alueen koko <200 km ²
Veden viipymäaika lyhyt <5 kk.	Veden viipymäaika keskimääräinen 5-18 kk.	Veden viipymäaika pitkä >18 kk
Rehevyytaso rehevä-lievästi rehevä	Rehevyytaso lievästi rehevä-karu	Rehevyytaso karu
Ekologinen luokitus tyydyttävä tai sen alapuolella	Ekologinen luokitus hyvä	Ekologinen luokitus erinomainen
Kemiallinen luokitus hyvä tai hyvää huonompi tila	Kemiallinen luokitus hyvä	Kemiallinen luokitus hyvä
Paikallinen virkistysarvo	Alueellinen virkistysarvo	Kansallinen virkistysarvo
Ei vedenottoa	Pienimuotoista vedenottoa	Vaikutuspiirissä sijaitsee vedenottamo

Sellaisissa hanketyypeissä, joista YVA-arviointeja ei juuri ole tehty, on monet mittarit luotava usein varta vasten hanketta varten. Näiden määrittelyssä voidaan hyödyntää monitavoitearvioinnista tuttua luvussa 3.8.1 esitettyä jaottelua suoriin, epäsuoriin ja luotuihin mittareihin ja tämän avulla pyrkiä määrittelemään mahdollisimman kuvaavia mittareita asialle. Tällöin mittarien määrittäminen voi olla esimerkiksi seuraavanlainen:

- **Vaihe 1:** Käydään läpi laeissa mainitut raja-arvot, aiemmat YVA-hankkeet sekä IMPERIAssa tuotettu tukimateriaali, ja tarkastellaan löytyykö sieltä hyviä mittareita
- **Vaihe 2:** Mikäli hyviä mittareita ei ole valmiina tarjolla, pohditaan hyödyntäen jaottelua suoriin, epäsuoriin ja luotuihin mittareihin
- **Vaihe 3:** Määritellään osin jo edellisten vaiheiden lomassa myös asteikot sille, miten vaikutusten merkittävyyttä tullaan arvioimaan mittarien perusteella
- **Vaihe 4:** Dokumentoidaan mittarit ja näissä käytettävät arviointiasteikot jo arviointiohjelmassa

Mittareita määritettäessä on hyvä myös arvioida, miten ne suhtautuvat itse hankkeen lupaprosessiin ja kaavan arviointiin. Parhaimmillaan tässä vaiheessa tehdyt ratkaisut oikein valituista mittareista hyödyntävät myös hankkeen YVA-arvioinnin jälkeisiä vaiheita. Myös mittarien arviointiin käytettävät menetelmät on tarpeen määrittää ja kuvata jo tässä vaiheessa. Taulukossa 5-2 on esimerkki mittarien ja arviointimenetelmien määrittämisestä eri vaikutuksille.

Taulukko 5-2. Esimerkki mittarien ja arviointimenetelmien määrittämisestä tuulivoimahankkeen eri vaikutuksille (Muokattu taulukosta Metsähallitus/Laatumaa 2014, sivu 59).

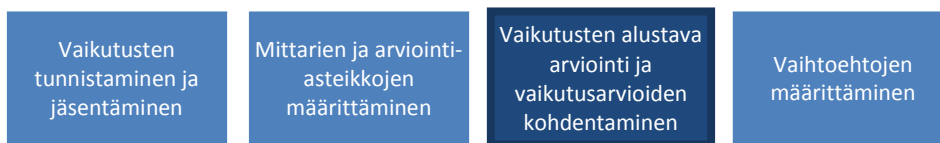
Arvioitava vaikutus	Mittarit	Arviointimenetelmät
Yhdyskuntarakenne, maankäyttö ja elinkeino	Maankäyttö: Tuulivoimaloiden alue (+5km), sähkösiirron alue (+500m) Yhdyskuntarakenne ja maankäyttö: aluerakenne, yhdyskuntarakenne, elinkeinotoiminta, valmisteilla olevat kaavat sekä sähkösiirtoreittien vaikutukset	Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet, yhdyskuntarakenne ja maankäyttö nykytilanteessa vs. suunniteltu hanke
Maisema ja kulttuuriympäristö	Maisema: tuulivoima-, tie- ja voimajohtorakenteet ym. Rakennusaikaiset muutokset	Näkymäalueanalyysi, maastokäynnit, selvitykset, tietokonemallinnus maisemasta, valokuvasoitteet
Melu	Melun leviäminen ja altistuminen eri suunnilla	Melumallinnukset: kansainväliset ja kansalliset suositukset
Varjo ja vilkkuminen	Varjon ja vilkkunan määrä ja etäisyys	Mallinnus
Kasvillisuus ja luontotyypit	Luonnon kannalta arvokkaat kohteet: uhanalaiset lajit, huomioitavat luontotyypit	Maastoinventoinnit ja olemassa oleva aineisto
Eläimistö	Lajien perimä- ja levähdysalueet sekä vaellusreitit	Maasto-inventoinnit (liito-orava, lepakot), metsästäjätapaaaminen
Linnusto	Lajien pesimä- ja saalistusreviirit, uhanalaiset lajit, muuttolinnut	Maastonselvitykset
Suojelualueet	Vaikutukset alueen suojeluarvoihin	Natura-arvioinnit
...

Lisätietoa arviointikriteerien ja mittarien määrittämisestä:

Keeney, R.L. (2013). Identifying, prioritizing, and using multiple objectives. EURO Journal on Decision Processes 1, 45–67. – Artikkelitavoitteiden tunnistamisen periaatteista.

Marttunen, M., Mustajoki, J., Verta, O.-M., Hämäläinen, R.P. (2008). Monitavoitearviointi vuorovaikutteisessa ympäristösuunnittelussa. Suomen ympäristö 11/2008. – Suomenkielinen opas monitavoitearvioinnin soveltamiseen ympäristösuunnittelussa sisältäen kuvauksen monitavoitteisen arvopuuanalyysin peruseriaatteesta ja soveltamisesta käytännössä.

5.3. Alustava vaikutusten merkittävyyden arviointi ja vaikutusarvioiden kohdentaminen



YVAssa tehtävään vaikutusten arviointiin liittyvä selvitysten järkevä kohdentaminen on nykyisellään ollut YVAn keskeisiä haasteita. Usein YVA-arvioinneista tulee raskaita osin sen vuoksi, että etukäteen ei ole pystytty kohdentamaan vaikutusten arviointia kaikkein olennaisimpiin vaikutuksiin, vaan kaikki vaikutukset, mukaan lukien etukäteen jo vähäisiksi arvioidut vaikutukset, arvioidaan samojen periaatteiden mukaisesti. Myös yhteysviranomaisen voi esimerkiksi arviointiohjelmasta saatujen lausuntojen perusteella vaatia 'varmuuden vuoksi' tekemään työläitäkin tutkimuksia, joista ei arvioinnin kannalta välttämättä ole hyötyä. Taustalla on sinänsä hyvä pyrkimys varmistaa, että kaikki mahdolliset vaikutukset tulevat riittävällä tarkkuudella arvioitua, mutta toisaalta ei ole kustannustehokasta arvioida kaikkea mahdollista. Tässä suhteessa olisi tärkeää jo ohjelmavaiheessa saada määriteltyä, mihin vaikutuksiin liittyvää ja minkä tyyppistä lisätietoa tarvitaan, ja mitä lisäarvoa YVAssa mahdollisesti tehtävät tutkimukset voisivat tuoda. Näitä arvioita hyödynnetään tukemaan hankevastaavan, YVA-konsultin ja yhteysviranomaisten keskusteluja YVAssa arvioitavista vaikutuksista ja tarvittavien selvitysten laajuudesta. Tavoitteena on, että näiden perusteella arviointia voidaan kohdentaa arvioinnin kannalta olennaisimpiin vaikutuksiin ja määrittää, millä tarkkuudella varsinainen arviointi on järkevää tehdä.

Haasteena vaikutusarvioiden kohdentamisessa on, että varsinainen vaikutusten merkittävyyden arviointi tehdään vasta selostusvaiheessa. Ohjelmavaiheessa voi kuitenkin monen vaikutuksen osalta olla jo varsin hyvä alustava arvio vaikutuksen merkittävyydestä. Mikäli tähän liittyy epävarmuustekijöitä, on kuitenkin suositeltavaa käyttää niin sanottua varovaisuusperiaatetta, jonka mukaan varsinainen arviointi tehdään sillä oletuksella, että pahin mahdollinen toteutuu. Hieman samaa periaatetta hyödynnetään skenaarioanalyysin menetelmissä, joissa tarkastellaan eri vaihtoehtojen seurauksia erilaisissa mahdollisissa tulevaisuuden tiloissa, jotka voivat olla hyvinkin ääreviä (Luku 3.9). Täydellisesti toteutettuna skenaarioanalyysi tosin vie paljon aikaa ja resursseja, mutta sen peruseriaatteita voidaan hyödyntää esimerkiksi pohdittaessa sitä, missä tilanteissa vaikutukset voivat korostua. Lisäksi voidaan pohtia, miten eri hankevaihtoehtojen vaikutukset voivat vaihdella erilaisten ulkoisten tekijöiden muuttuessa. Näiden perusteella voidaan puolestaan vaikutusarvioita kohdentaa niihin vaikutuksiin, jotka joissain tulevaisuuden tiloissa voivat mahdollisesti olla merkittäviä.

Alustavassa merkittävyyden arvioinnissa on olennaista pystyä myös perustelemaan se, miksi vähämerkityksellisiksi oletettujen vaikutusten osalta ei tarkempia tarkasteluja ole tarpeen tehdä varsinaisessa arvioinnissa. Usein ”vaatimukset” asioiden perinpohjaiselle selvittämiselle johtuvat siitä, että asiasta ei tiedetä tarpeeksi. Tällöin ei auta, että arvioita tekevä konsultti tietää arviointitarpeet, vaan ne tulisi saada kommunikoidua myös sidosryhmille. Tähän tarkoitukseen voidaan hyödyntää erilaisia vaikutuksia ja vaikutusketjuja havainnollistavia visuaalisia kaavioita (Luku 3.3). Perusteluja on myös syytä avata itse YVA-ohjelmassa, jotta myös lukijalle välittyy se, että asia on tiedostettu ja sitä on jo pohdittu. Näin voidaan välttää tilanne, jossa arviointiohjelmasta annettujen kommenttien perusteella vaadittaisiin arviointeja jo etukäteen hyvin vähämerkityksellisiksi todetuista asioista. Vaikutusarvioiden perustelemiseksi voidaan hyödyntää erilaisia taulukoita, joissa eritellään arviointitarvetta perustuen esimerkiksi tiedon nykytilaan asiasta, selvitystarpeeseen tai tehtävän selvityksen lisäarvoon. Tämä helpottaa myös yhteysviranomaisen työtä, sillä tämän tulee ottaa asiaan kantaa lausunnossaan arviointiohjelmasta.

Kuten arviointikriteerien ja -mittarien määrittämisessä (Luku 5.2), tässäkin vaiheessa voidaan hyödyntää luvussa 3.5 esiteltyä ARVI-lähestymistapaa. Tämän soveltamiseen pätevät kuitenkin samat asiat, eli YVA-ohjelmavaiheessa ei lähestymistapaa ole sellaisenaan yleensä kustannustehokasta soveltaa, mutta hyödyntäminen voi tapahtua esimerkiksi tarkistuslistamaisesti arvioitavien vaikutusten tunnistamisessa. Kehikko voi olla esimerkiksi sidosryhmätilaisuudessa taustana vaikutusten arviointien kohdistamista tukevalle keskustelulle.

Alustavan arvioinnin tulokset voidaan esittää arvioina vaikutuksista samaan tapaan kuin varsinaisen merkittävyyden arvioinnin tulokset (Taulukko 3-8). Tällöin on kuitenkin tärkeää korostaa arvioiden alustavuutta, sillä taulukossa esitetyt arviot voivat helposti jäädä elämään ihmisten mielissä ”totuutena”, jota voi olla vaikea kumota jälkikäteen. Yksi tapa on tuoda mukaan sidosryhmäläisten arviot (Taulukko 5-3), joka havainnollistaa sitä, että vaikutuksen merkittävyydestä voi olla eri näkemyksiä.

Alustava vaikutusten merkittävyyden arviointi ja vaikutusten kohdentamiseen kaikkein olennaisimpiin vaikutuksiin voidaan toteuttaa esimerkiksi seuraavasti:

- **Vaihe 1:** Listataan projektiryhmässä kaikki keskustelussa esille tulleet vaikutukset.
- **Vaihe 2:** Käydään jokainen vaikutus läpi ja hyödyntäen merkittävyyden arviointikehikon osa-alueita arvioidaan, millä tarkkuudella kyseistä vaikutusta on tarpeen arvioida.
- **Vaihe 3:** Esitellään sidosryhmätilaisuudessa, miten kutakin vaikutusta tullaan arvioimaan ja havainnollistetaan arviointitarvetta esimerkiksi tavoitehierarkian ja/tai vaikutuskaavion avulla. Havainnollistetaan merkittävyyden arviointikehikon avulla sitä, mikä ulottuvuus tekee kyseisestä vaikutuksesta sellaisen, ja minkä ulottuvuuksien selvittämiseksi tarvitaan lisätutkimuksia. Vaihtoehtoisesti kehikon avulla perustellaan, miksi kyseistä vaikutusta ei ole tarpeen tarkastella samalla tarkkuustasolla kuin kaikkein olennaisimpia vaikutuksia.
- **Vaihe 4:** Perustuen sidosryhmätilaisuudesta saatuun palautteeseen määritetään millä tarkkuustasolla ja miten kukin vaikutus tullaan arvioimaan YVA-selostuksessa.
- **Vaihe 5:** Raportoidaan YVA-ohjelmassa, miten eri vaikutuksia tullaan arvioimaan kiinnittäen huomiota perusteluihin myös niistä vaikutuksista, joita tullaan arvioimaan kevyemmin.

Taulukko 5-3. Esimerkki vaihtoehtojen alustavasta arvioinnista Piiparinmäki-Lammaslamminkankaan tuulipuiston YVA-ohjelmassa asiantuntija- sekä yhteistyöryhmän näkemysten avulla esitettyinä (Metsähallitus/Laatumaa 2014).

Vaikutustyyppi	Alustava asiantuntija-arvio merkittävyydestä	Yhteistyöryhmän arvio merkittävyydestä
Melu	Melko suuri (-)	Melko suuri / Vähäinen (-)
Välkkyminen	Melko suuri (-)	Vähäinen (-)
Linnusto (muutto- ja pesimälinnusto)	Melko suuri (-)	Melko suuri (-)
Eläimistö (riistaeläimet ja muu eläimistö)	Vähäinen (-)	Vähäinen (-)
Kasvillisuus	Vähäinen (-)	Vähäinen (-)
Natura-alueet	Melko suuri (-)	Vähäinen (-)
Vesistöt	Vähäinen (-)	Ei ole / Vähäinen (+/-)
Maa- ja kallioperä	Vähäinen (-)	Vähäinen (-)
Maisema	Melko suuri (-)	Melko suuri / Vähäinen (-)
Metsästys	Vähäinen (-)	Melko suuri / Vähäinen (-)
Marjastus	Vähäinen (-)	Melko suuri / Vähäinen (-)
Kulttuuriympäristö	Vähäinen (-)	Vähäinen (-)
Ilmasto	Vähäinen (+)	Vähäinen (+)
Talous (verotulot) ja alueen imago	Melko suuri (+)	Vähäinen (+)
Maankäyttö- ja yhdyskuntarakenne	Melko suuri (-)	(Arvio puuttuu)

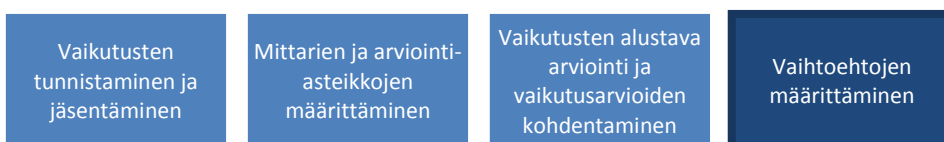
Lisätietoa alustavasta merkittävyyden arvioinnista ja vaikutusarvioiden kohdentamisesta:

Hokkanen, J., Rinne, T. (2013). Energiantuotantohankkeiden lupamenettelyiden sujuvoittaminen, Ramboll Finland Oy, Energiateollisuus julkaisuja. – Lupamenettelyjen sujuvoittamista energia-alalla käsittelevä raportti.

Jantunen, J., Hokkanen, P. (2010). YVA-lainsäädännön toimivuusarviointi. Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn toimivuus ja kehittämistarpeet. Suomen ympäristö 18/2010. – YVAN toimivuutta arvioiva raportti, jossa käsitellään muun muassa YVAN toimeenpanoa, roolia ja käytännön toteutusta sekä YVAN suhdetta muuhun lainsäädäntöön.

Jalava, K. (2014). Quality of Environmental Impact Assessment in Finland. Jyväskylä Studies in Biological and Environmental Science 289. – Väitöskirja, joka tarkastelee YVA-hankkeiden laatua Suomessa.

5.4. Vaihtoehtojen määrittäminen



Vaihtoehtojen määrittämistä tukevien menetelmien soveltuvuus riippuu paljon hanketyypistä. Esimerkiksi kaivoshankkeissa hankkeen toteutus määräytyy lähes täysin sen perusteella, missä on louhintaan soveltuvaa malmia. Tällöin tarkasteltavat vaihtoehdot liittyvät lähinnä hankkeen tekniseen toteutukseen, jolloin erot vaihtoehtojen välillä voivat olla pieniä ja vaihtoehdot tuntua jopa keinotekoisilta. Sen sijaan

esimerkiksi jätevedenpuhdistamohankkeissa voi puhdistamon sijoituspaikalle olla useita aidosti mahdollisia vaihtoehtoja. Tällöin myöskään uusien vaihtoehtojen luominen prosessin aikana ei ole poissuljettua.

Hankkeissa, joissa aidosti pohditaan esimerkiksi laitoksen parasta sijoituspaikkaa, voidaan monitavoitearvioinnin puolelta hyödyntää esimerkiksi arvoperustaisen ajattelun periaatteita (Luku 2.1). Näissä lähtökohtana ovat sidosryhmien arvostukset eri tavoitteiden suhteen ja näitä hyödyntäen pyritään löytämään erilaisia keinoja tavoitteiden saavuttamiseksi. Tällöin hankkeen YVA-ohjelmavaiheessa ja jopa vielä selostusvaiheessa voidaan pyrkiä löytämään vaihtoehtoja, jotka parhaiten täyttäisivät eri sidosryhmien tavoitteet. Vaikka vaihtoehdot olisivat jo määriteltyjä, voidaan näiden yksityiskohtia usein vielä hioa, jolloin arvoperustaista ajattelua voidaan hyödyntää esimerkiksi parhaiden teknisten ratkaisujen löytämiseksi vaihtoehtojen sisällä.

Hankkeissa, joissa vaihtoehdot muodostuvat monista eri toimenpiteistä, voidaan hyödyntää toimenpidetaulukoita (Luku 3.4) kuvaamaan vaihtoehtojen muodostumista. Etenkin keskusteltaessa vaihtoehtoista sidosryhmien kanssa, toimenpidetaulukkoja voidaan hyödyntää selkeyttämään vaihtoehtojen hahmottamista. Tämän myötä myös keskustelun osallistujat puhuvat samasta asiasta.

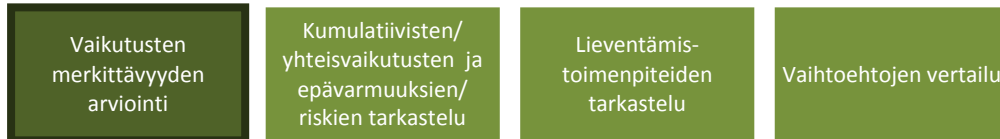
Mahdollinen lähestymistapa vaihtoehtojen määrittämiseksi voi olla esimerkiksi seuraavanlainen:

- **Vaihe 1:** Pohditaan onko 0-vaihtoehto mahdollinen? Jos on, niin laaditaan sille kuvaus. Tarvittaessa muodostetaan 0+ -vaihtoehto, jolla ratkaistaan 0-vaihtoehtoon liittyvät yhteiskunnan toiminnan kannalta olennaiset asiat.
- **Vaihe 2:** Tutkitaan, onko muita mahdollisia tapoja toteuttaa hanke ja tämän perusteella muodostetaan mahdollisia uusia vaihtoehtoja tai hylätään/muokataan jo ehdotettuja vaihtoehtoja. Tässä vaiheessa voidaan hyödyntää strategiataulukoita. Esimerkiksi vaihtoehtojen muodostuessa useista eri toimenpiteistä, tutkitaan voidaanko näistä muodostaa yhdistelmiä vai onko ne parempi arvioida erikseen.
- **Vaihe 3:** Pohditaan, voivatko arvioinnin tulokset tuottaa uusia vaihtoehtoja? Mikäli näin on, kuvataan nämä, ja pohditaan onko asia tarpeen huomioida jo ohjelmavaiheessa, vai tullaanko näitä mahdollisesti pohtimaan vasta selostusvaiheessa.
- **Vaihe 4:** Jos osoittautuu, että jotkut vaihtoehdot osoittautuvat 'dominoiduiksi' muiden vaihtoehtojen suhteen, harkitaan (yhdessä yhteysviranomaisen kanssa) näiden poisjättämistä, ja mikäli näin tehdään, perustellaan asia hyvin.
- **Vaihe 5:** Esitellään vaihtoehdot ja keskustellaan näistä sidosryhmien edustajien kanssa hyödyntäen vaihtoehtojen visualisointikeinoja. Kysytään myös, onko näillä uusia ehdotuksia vaihtoehtoiksi. Riippuen tapauksesta tämä vaihe voi olla hyvä toteuttaa jo aiemmassa vaiheessa prosessia.
- **Vaihe 6:** Päätetään arvioitavat vaihtoehdot ja kuvataan ne arviointiohjelmassa.

6. Monitavoitearvioinnin hyödyntäminen YVA-selostusvaiheessa

Tässä luvussa kuvataan, miten luvussa 2 esitettyjä monitavoitearvioinnin periaatteita ja luvussa 3 esiteltyjä monitavoitearvioinnin ja ongelmanjäsentelyn menetelmiä voidaan hyödyntää YVA-selostuksen eri vaiheissa. Hyödyntämismahdollisuuksia esitellään käytännön esimerkkien avulla.

6.1. Vaikutusten merkittävyyden arviointi

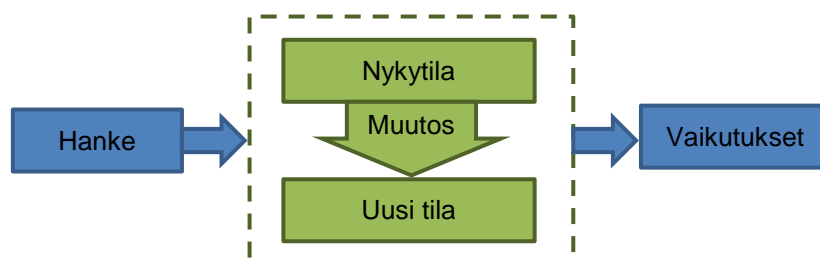


6.1.1. Merkittävyyden arvioinnin peruseriaatteet ja eri tapoja arvioida merkittävyyttä

Vaikutusten merkittävyyden arviointi on YVAN keskeinen, mutta vaikeasti hallittava alue. Laajoissa hankkeissa on tyypillisesti suuri määrä arvioitavia vaikutuksia, ja tavoitteena merkittävyyden arvioinnissa on tunnistaa ne, jotka ovat olennaisia hankkeen toteuttamiskelpoisuuden arvioinnissa ja joihin haittojen lieventämistoimenpiteet tulisi kohdentaa. Merkittävien vaikutusten tunnistaminen tukee myös hankevaihtoehtojen vertailua sekä viestintää hankkeesta ja sen vaikutuksista sidosryhmille ja kansalaisille.

Vaikutusten merkittävyyden arviointi perustuu ympäristövaikutuksia koskevien selvitysten tuottaman aineiston analysointiin ja tiivistämiseen. YVAN lähtökohtana on, että hanke voi aiheuttaa muutoksen ympäristön tai asian nykytilaan. Tästä puolestaan seuraa esimerkiksi biologisia, sosiaalisia tai taloudellisia vaikutuksia, joiden merkittävyyttä YVAssa arvioidaan (Kuva 6-1). IMPERIA-hankkeessa on käytetty seuraavaa termistöä, jonka voidaan katsoa olevan melko vakiintunut YVA-toimijoiden keskuudessa:

- **Muutos** kuvaa hankkeen aiheuttamaa fyysistä tai kemiallista muutosta alueen ympäristön tai asian tilaan. Esimerkiksi hankkeen johdosta melutaso alueella voi kasvaa, ja melumallinnusten avulla voidaan arvioida tätä muutosta.
- **Vaikutus** on ympäristön tilan muutoksen aiheuttama esimerkiksi biologinen, sosiaalinen tai taloudellinen seuraus ihmisille tai luonnolle. Esim. melutason muutos voi aiheuttaa terveyshaittoja ihmisille tai eläimille.
- **Vaikutuksen merkittävyys** kuvaa sitä, kuinka haitallisena tai hyödyllisenä vaikutus koetaan tai havaitaan. Olennaista muutoksen lisäksi on se, kuinka herkästi vaikutuksen kohde reagoi muutokseen tai kuinka tärkeänä asia nähdään. On myös tärkeää pohtia, mikä on se merkittävyytaso, jolla vaikutukseen tulee kiinnittää hankkeessa erityistä huomiota tai joka voi olla jopa esteenä hankkeen toteuttamiselle. Esimerkiksi melun aiheuttamat terveyshaitat voivat olla herkkiä kohteita (kuten päiväkotia tai sairaaloita) käsittävillä alueilla huomattavasti merkittävämpiä kuin alueilla, joissa näitä ei ole.



Kuva 6-1. Vaikutusten syntyminen hankkeesta.

Vaikka muutos itsessään voidaan usein arvioida tai mitata esimerkiksi erilaisten mittareiden avulla, niin haasteena on määrittellä, kuinka merkittävä muutoksen aiheuttama vaikutus on ympäröivään luontoon ja ihmisiin. Tavoitteena on arvioida kutakin vaikutusta eri näkökulmista ja tämän perusteella muodostaa

kokonaisarvio vaikutuksen merkittävydestä. Tällöin on tarpeen suhteuttaa ja kuvata eri vaikutuksia samalla mitta-asteikolla, mikä on usein haasteellista, sillä vaikutukset saattavat olla hyvinkin erityyppisiä.

Vaikutusten merkittävyyden arviointi on tärkeydestään huolimatta usein huonosti ymmärretty ja puutteellisesti ohjeistettu. Nykyiset arviointikäytännöt ovat kirjavia ja terminologia hankalaa, koska samaa asiaa kuvataan eri yhteyksissä eri termeillä. Tarve järjestelmällisten menetelmien ja käytäntöjen kehittämiseen on tunnistettu YVA-yhteisössä niin Suomessa kuin ulkomailla. Tämän myötä on alettu kehittää uusia lähestymistapoja ja useissa viimeaikaisissa suomalaisissa YVA-hankkeissa (esim. Hannukaisen kaivoshankkeen YVA, Northland Mines 2013) vaikutusten merkittävyyttä onkin arvioitu varsin järjestelmällisesti ja erittelevästi. Myös IMPERIA-hankkeen yhtenä keskeisenä tavoitteena on ollut yhtenäistää vaikutusten merkittävyyden arvioinnin käytäntöjä ja kehittää työkalu arvioinnin tueksi.

Merkittävyyden arvioinnissa pelkkä arvio merkittävydestä ei usein riitä, vaan yhtenä tavoitteena on auttaa sidosryhmiä ymmärtämään sitä, mihin arvio perustuu. Vaikka asiantuntija itse pystyisi asiantuntemuksensa perusteella tekemään hyvinkin tarkan arvion vaikutuksen merkittävydestä, on kokonaisuuden kannalta usein tarpeen hyödyntää erittelevämpiä menetelmiä arvion perusteiden havainnollistamiseksi. Tällöin myös yhteysviranomaisen mahdollisuus ottaa kantaa arvion oikeellisuuteen helpottuu arvioinnin järjestelmällisyyden lisääntyessä. Hyvä tavoite on, että lukija pystyy kuvauksen perusteella muodostamaan oman käsityksensä vaikutuksen merkittävydestä ilman, että hänen tarvitsee paneutua arviointimenetelmän periaatteisiin tai taustateorioihin.

6.1.2. ARVI-lähestymistavan hyödyntäminen YVAN merkittävyyden arvioinnissa

IMPERIAN tekemissä selvityksissä on ilmennyt, että suurimmat ongelmat vaikutusten merkittävyyden arvioinnissa liittyvät arvioinnin tekemiseen epämääräisesti ilman selkeitä perusteluja. Tämän vuoksi hankkeessa on kehitetty ARVI-lähestymistapa vaikutusten merkittävyyden arviointiin erilaisille hanketyypeille. Lähestymistapa perustuu konsulttien aloittamaan kehitystyöhön, jota on jatkettu IMPERIA-hankkeessa. Tavoitteena on järjestelmällisen arvioinnin kautta lisätä arvioinnin johdonmukaisuutta ja yhdenmukaistaa arviointeja eri arvioijien välillä. Järjestelmällinen arviointi lisää myös läpinäkyvyyttä, sillä tulosten esittelystä käy havainnollisesti ilmi, mihin eri tekijöihin tehty arvio merkittävydestä perustuu. Lähestymistapa on tarkemmin kuvattu luvussa 3.6 ja sitä tukeva ARVI-työkalu luvussa 4.1.

Lähestymistavan soveltaminen YVA-hankkeissa voi tuottaa muun muassa seuraavia hyötyjä:

- **Järjestelmällisyys:** Kaikki arviointiin vaikuttavat asiat ja vaikutuksen eri ulottuvuudet tulevat otettua järjestelmällisesti huomioon
- **Läpinäkyvyys ja havainnollisuus:** Arvioinnista käy havainnollisesti ja läpinäkyvästi ilmi, miten arvio merkittävydestä muodostuu eritellysti vaikutusten ja kohdealueen ominaispiirteiden perusteella. Lähestymistapa tukee myös sidosryhmien erilaisten näkemysten järjestelmällistä selvittämistä ja YVA-asiantuntijoiden välistä vuoropuhelua.
- **Perusteltavuus ja johdonmukaisuus:** Arvio muodostuu loogisesti taustalla olevan päättelyketjun mukaisesti ja se pystytään johdonmukaisesti perustelemaan. Kokonaisarvion pohjautuminen yleisesti hyväksytyihin tekijöihin, asteikkoihin ja periaatteisiin auttaa eri osapuolia ymmärtämään, miten lopputulokseen on päädytty.
- **Vertailtavuus ja yhdenmukaisuus:** Yhteinen arviointikehikko lisää eri hankkeissa tehtävien arvioiden yhdenmukaisuutta ja siten parantaa sekä eri asiantuntijoiden tekemien vaikutusarvioiden sekä eri hankkeiden vertailtavuutta. Lähestymistapa auttaa myös suhteuttamaan hankkeiden paikallisia ja alueellisia vaikutuksia valtakunnallisessa mittakaavassa.

Mitä yksityiskohtaisemmin eri tekijöitä tarkastellaan, sitä paremmin edellä mainitut tavoitteet yleensä täyttyvät. Toisaalta yksityiskohtaisuuden myötä myös arvioinnin työmäärä lisääntyy. Arvioinnin tarkastelutaso tulee valita sen mukaan, että työmäärä ei ole kohtuuton suhteessa saataviin hyötyihin. ARVI-lähestymistavan soveltamisessa haasteena on, että arvioinneista tulee helposti liian raskaita, jos myös merkittävyydeltään vähäiset vaikutukset arvioidaan yhtä yksityiskohtaisesti kuin merkittävimmät vaikutukset. Hyvä käytäntö on ennen arviointia päättää arviointikehikon soveltamisen laajuudesta esimerkiksi eri vaikutustyypeille, eri vaikutusalueille sekä työnaikaisille ja käytönaikaisille vaikutuksille.

Tällöin yksityiskohtaisemmin arvioitaviksi päätettyjen vaikutusten osalta tehdään jäsennelty arvio merkittävydestä sen kaikkien eri osatekijöiden perusteella, mutta muiden vaikutusten osalta vain yleispiirteisempi arvio perustuen muutoksen suuruuteen ja kohteen herkkyyteen.

YVA-laissa (YVA 1994) ja -asetuksessa (YVA 2006) ei kummassakaan ole eksplisiittisesti sanottu, mitä tekijöitä tulee ottaa huomioon arvioitaessa vaikutusten merkittävyttä. YVA-asetuksessa on tosin listattu, mitä täytyy ottaa erityisesti huomioon harkittaessa arviointimenettelyn soveltamista yksittäistapaukseen. Tätä listaa voidaan hyödyntää myös tarkastellessa, mitä täytyy ottaa huomioon arvioitaessa vaikutuksen merkittävyttä. Taulukossa 6-1 on listattu, miten asetuksessa mainitut eri tekijät tulevat otettua huomioon käytettäessä ARVI-lähestymistapaa.

Taulukko 6-1. YVA-asetuksessa mainittujen arviointitekijöiden vastaavuus ARVI-lähestymistavan eri tekijöiden kanssa

YVA-asetuksessa (YVA 2006, §7) mainitut huomioon otettavat tekijät	ARVI-lähestymistavan arviointitekijä, missä kyseistä laissa mainittua tekijää tulee arviotua
<p>1) Hankkeen ominaisuudet, kuten</p> <ul style="list-style-type: none"> a) hankkeen koko b) yhteisvaikutus muiden hankkeiden kanssa c) luonnonvarojen käyttö d) jätteiden muodostuminen e) pilaantuminen ja muut haitat f) onnettomuusriskit ottaen erityisesti huomioon käytettävät aineet ja tekniikat 	<p>Muutoksen suuruus</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Muutoksen voimakkuus b) Oma kohta: yhteisvaikutukset c) Oma arvioitava kohta d) Oma arvioitava kohta e) Muutoksen suuruus f) Oma kohta: riskit
<p>2) Hankkeen sijainti, kuten</p> <ul style="list-style-type: none"> a) nykyinen maankäyttö b) alueen luonnonvarojen suhteellinen runsaus, laatu ja uudistumiskyky c) luonnon sietokyky ottaen erityisesti huomioon <ul style="list-style-type: none"> - kosteikot - rannikkoalueet - vuoristo- ja metsäalueet - luonnon- ja maisemansuojelualueet - lain nojalla luokitellut tai suojellut alueet - alueet, joilla yhteisön lainsäädännössä vahvistetut ympäristön tilaa kuvaavat ohjeavot on jo ylitetty - tiheään asutut alueet - historiallisesti, kulttuurisesti tai arkeologisesti merkittävät alueet 	<p>Vaikutuskohteen herkkyys</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Lainsäädäntö, yhteiskunn. merkitys b) Yhteiskunn. merkitys, Alttius muutoksille c) Alttius muutoksille <ul style="list-style-type: none"> - Lainsäädäntö, yhteiskunn. merkitys - Lainsäädäntö, yhteiskunn. merkitys - Lainsäädäntö, yhteiskunn. merkitys - Lainsäädäntö, yhteiskunn. merkitys - Lainsäädäntö - Lainsäädäntö, alttius muutoksille - Yhteiskunn. merkitys, alttius muutoksille - Lainsäädäntö, alttius muutoksille
<p>3) Vaikutuksen luonne, kuten</p> <ul style="list-style-type: none"> a) vaikutusalueen laajuus ottaen huomioon vaikutuksen kohteena olevan väestön määrä b) valtioiden rajat ylittävä vaikutus c) vaikutuksen suuruus ja monitahoisuus d) vaikutuksen todennäköisyys e) vaikutuksen kesto, toistuvuus ja palautuvuus 	<p>Muutoksen suuruus, vaikutuskohteen herkkyys</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Laajuus, alttius muutoksille b) Laajuus c) Muutoksen suuruus, kohteen herkkyys d) Omat kohdat: epävarmuudet ja riskit e) Kesto

Vaikutusten merkittävyyden ja sen eri ulottuvuuksien havainnollistamiseen voidaan käyttää erityyppisiä kuvaajia ja taulukoita. Kuvassa 6-2 on muutamia esimerkkejä ARVI-työkalun tuottamista taulukoista. Se, millaisia taulukoita kannattaa hyödyntää, on tapauskohtaista. Esimerkiksi kuvan 6-2 taulukko sopii havainnollistamaan vaikutuksia, joissa vaikutusten merkittävyyden hahmottamiseksi on olennaista

ymmärtää johtuuko vaikutus esimerkiksi sen suuresta voimakkuudesta vai siitä, että se vaikuttaa laajalla alueella. Sen sijaan, jos suurin osa hankkeen vaikutuksista on vähäisiä, niin tällöin usein riittää arvioida erikseen ainoastaan kaikkein olennaisimpien vaikutusten osatekijät. Luvun 8 hankekuvauksissa on lisää esimerkkejä siitä, miten tämältyypisiä taulukoita on hyödynnetty käytännön YVA-hankkeissa.

Kasvillisuus ja luontotyypit

	Muutoksen suuruuden ja suunnan osatekijät				Muutoksen suuruus ja suunta
	Voimakkuus ja suunta	Laajuus	Kesto		
VE1	Kohtalainen -	Vähäinen	Erittäin suuri	➔	Kohtalainen -
VE2	Vähäinen -	Vähäinen	Suuri	➔	Vähäinen -

Vaikutuksen kasvillisuus ja luontotyypit merkittävyys

Suuruus \ Herkkyys	Suuruus			
	Vähäinen	Kohtalainen	Suuri	Erittäin suuri
Vähäinen	B			
Kohtalainen		A		
Suuri				
Erittäin suuri				

Asteikko merkittävyydelle

	= Vähäinen
	= Kohtalainen
	= Suuri
	= Erittäin suuri

A = VE1

B = VE2

Kuva 6-2. Vaikutusten merkittävyyden muodostumista ja sen eri ulottuvuuksia kuvaavia taulukoita.

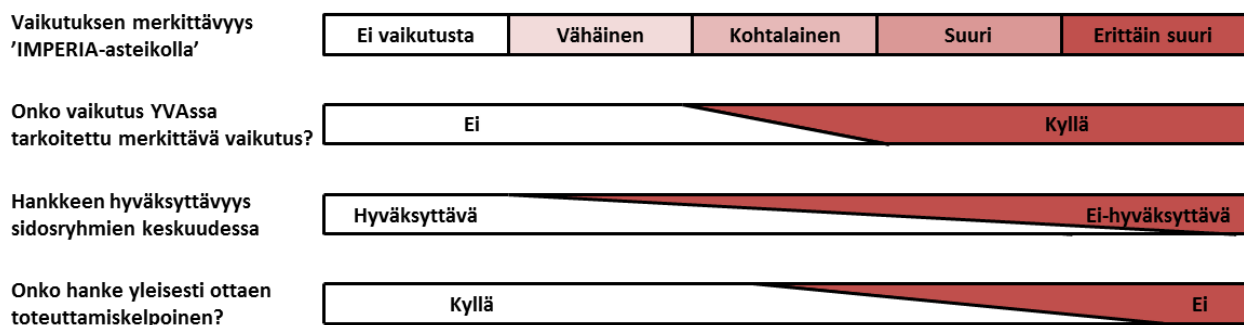
Soveltaessa ARVI-lähestymistapaa ja -työkalua suositeltava lähestymistapa vaikutusten arvioimiseksi voi olla esimerkiksi seuraavanlainen:

- **Vaihe 1:** Laaditaan ARVIin malli, jossa on kuvattuna arvioitavat vaihtoehdot sekä kaikki vaikutukset, joiden suhteen näitä arvioidaan.
- **Vaihe 2:** Pohditaan, millä tarkkuustasolla vaikutusarviot tulisi tehdä. Esimerkiksi alustavasti vähäisiksi arvioiduista vaikutuksista riittää usein, että arvioidaan merkittävyys kokonaisuutena tai pelkästään kohteen herkkyuden ja muutoksen suuruuden perusteella. Sen sijaan alustavasti olennaisiksi arvioidut vaikutukset on usein tarpeen arvioida tarkemmin herkkyuden ja suuruuden osatekijöiden arvoja hyödyntäen.
- **Vaihe 3:** Jaetaan asiantuntijoille ARVI-lomakkeet täytettäväksi ja kullekin asiantuntijalle erikseen ohje miten ja millä tarkkuustasolla arvio tehdään. Asiantuntijoille kuvataan myös tapa, jolla kukin raportoi vaikutusten arvioinnin tulokset YVA-selostukseen.
- **Vaihe 4:** Kootaan asiantuntijoilta saatu vaikutustieto ARVI-työkaluun.
- **Vaihe 5:** Tuotetaan ARVI-työkalusta koostavia taulukoita ja kuvaajia esimerkiksi seuraavanlaisesti:
 - Jokaisen vaikutuksen nykytilaa kuvaavan luvun loppuun ARVista tuotettu yhteenveto siitä, miten vaikutuskohteen herkkyys muodostuu sen osatekijöistä
 - Jokaisen hankkeen vaikutuksia kuvaavan luvun loppuun ARVista tuotettu yhteenveto siitä, miten muutoksen suuruus muodostuu sen osatekijöistä
 - Jokaisen vaikutuksen kohdalle ARVista tuotettu 'minimatriisi' siitä, miten vaikutus muodostuu vaikutuskohteen herkkyuden ja muutoksen suuruuden perusteella
 - Yhteenvetoon ja tiivistelmään yhteenvetotaulukoita vaikutuksista ja vaihtoehtojen vertailusta.

Kehikkoa hyödynnettäessä tulee ottaa huomioon sen tarkoituksenmukainen käyttö. Esimerkiksi, jos vaiheen 5 perusteella näyttää siltä, että arviointiselostukseen tulee aivan liikaa erilaisia taulukoita, voidaan nämä korvata sanallisilla selityksillä. Myös liitteitä voidaan hyödyntää siten, että osa arvioinnin tuloksista esitetään vain näissä.

6.1.3. Toteuttamiskelpoisuuden arviointi

Eri hanketyyppien sekä eri hankkeiden välillä voi olla suuria eroja, minkä vuoksi ARVI- tai muuta vastaavaa lähestymistapaa tulee käyttää lähinnä ohjenuorana merkittävyyden arvioinnin tukemiseen. Sen avulla ei saada ehdotonta oikeaa arviota merkittävyydelle, ja vastuu arvioista on aina asiantuntijoilla. Myös termistö ja sen tulkinnat vaihtelevat, joten kehikon avulla tehtyjen arvioiden perusteella ei myöskään voida antaa yksiselitteistä arviota sille, onko hanke hyväksyttävissä. Kuvassa 6-3 on esitetty joitain tulkintoja sille, miten arviointikehikon avulla tehtyjä arvioita voidaan tulkita eri termistöissä.



Kuva 6-3. Tulkintoja sille, miten arviointikehikon avulla tehtyjä arvioita voidaan tulkita eri termistöissä.

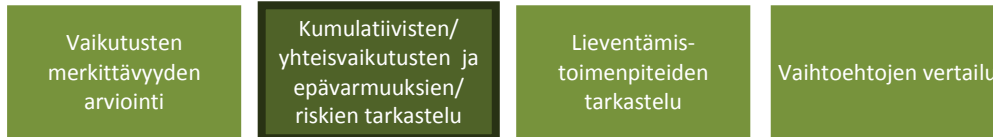
Hankkeen toteuttamiskelpoisuutta arvioidessa tulee pohtia voivatko yksittäisten vaikutusten yhteisvaikutukset olla sellaisia, että hanke olisi toteuttamiskelvoton, vaikka mikään yksittäinen vaikutus ei olisi merkittävä. Esimerkiksi, jos valtaosa vaikutuksista on kohtalaisia, mutta mikään yksittäinen vaikutus ei ole merkittävä, onko hanke silti toteuttamiskelpoinen? Tällöin on syytä tarkastella, onko vaikutuksilla yhteistä nimittäjää tai osatekijää (esim. alueellinen laajuus), mikä vaikuttaisi kaikkiin eri vaikutuksiin samalla mekanismilla. Tällöin mahdollisten lieventämistoimenpiteiden tarkastelussa voidaan keskittyä pohtimaan, josko jollain tietyllä toimenpiteellä voitaisiin vaikuttaa kaikkiin vaikutuksiin yhtäaikaaisesti.

6.1.4. Laskennallisten menetelmien hyödyntäminen

Kuvassa 3-7 äärimmäisenä oikealla ovat mekaaniset laskentamenetelmät, joissa kokonaismerkittävyys määritetään osatekijöiden tulona tai summana. Nämä tuottavat usein näennäisesti tarkkoja arvoja, mikä antaa helposti virheellisen käsityksen arvioinnin tarkkuudesta, sillä laskentamenetelmiin sisältyy käytännössä aina joitakin yksinkertaistavia oletuksia. Mikäli laskennallisia menetelmiä sovelletaan, on arviointiselostuksessa tarpeen kuvata menetelmän taustalla olevat oletukset ja rajoitteet sekä menetelmien antamiin tuloksiin liittyvä epävarmuus.

Eräs soveltamistapa on käyttää laskennallisia menetelmiä "varmistamaan" asiantuntija-arvion tulokset vertaamalla näitä keskenään. Mikäli asiantuntija-arvio ja laskennallisen menetelmä antavat saman tuloksen, voidaan pääsääntöisesti olettaa, että asiantuntija-arvio on tehty oikein. Sen sijaan mikäli tulokset eroavat toisistaan, on asiantuntijan syytä vielä kerran tarkistaa oma arvionsa. Toki voihan hyvin olla, että asiantuntija edelleen pitäytyy arviossaan, jos esimerkiksi arvioitavaan asiaan liittyy sellaista ominaispiirteitä, joita laskennallinen menetelmä ei pysty mallintamaan. Tällöin tarkistamalla asiantuntija-arvio vielä kertaalleen voidaan varmistua, että kyseessä on juuri tällainen tapaus, eikä esimerkiksi jokin yksinkertainen lapsus arvion tekemisessä.

6.2. Kumulatiivisten/yhteisvaikutusten sekä epävarmuuksien ja riskien tarkastelu



6.2.1. Kumulatiivisten/yhteisvaikutusten tarkastelu

Hankkeiden yhteisvaikutuksilla tarkoitetaan vaikutuksia, jotka aiheutuvat eri hankkeiden aiheuttamista kumuloituvista muutoksista ympäristössä. Näiden arvioinnissa otetaan huomioon suunnitellun hankkeen lisäksi alueella jo olevat toiminnot sekä toteuttamisvaiheessa olevat ja tulevaisuudessa todennäköisesti toteutettavat hankkeet. Usein yhteisvaikutusten arviointia hankaloittaa kuitenkin epätietoisuus muiden hankkeiden toteutumisesta sekä tiedonsaanti muiden hankkeiden mahdollisista vaikutuksista.

Yhteisvaikutusten tarkastelun osalta on tärkeää aluksi tunnistaa, mitkä kaikki asiat vaikuttavat mihinkin. Tämän havainnollistamiseen voidaan monitavoitearvioinnin menetelmistä hyödyntää esimerkiksi vaikutuskaavioita (Luku 3.3). Kaavion avulla pystytään havainnollistamaan, mitkä vaikutuksista ovat sellaisia, joihin ainoastaan tarkasteltava hanke vaikuttaa (joko suoraan tai välillisesti), ja mitkä taas sellaisia, joihin myös muut hankkeet vaikuttavat. Vaikutuskaavion avulla voidaan myös tunnistaa eri vaikutusten välisiä vuorovaikutuksia.

Yhteisvaikutusten arviointiin voidaan hyödyntää samoja menetelmiä kuin varsinaisten vaikutusten arviointiin, mutta sillä oletuksella, että toinen hanke tai toiset vaikutukset ovat jo toteutuneet. Tosin näihin liittyvät epävarmuudet tuovat oman haasteensa arviointiin, jolloin voidaan hyödyntää epävarmuuksien tarkasteluun liittyviä menetelmiä, jotka on kuvattu seuraavassa luvussa.

6.2.2. Epävarmuuksien tarkastelu

YVA-hankkeisiin liittyvien epävarmuuksien tarkastelussa on olennaista erottaa, mitkä epävarmuuksista liittyvät vaikutuksen toteutumiseen tai sen arviointiin, ja mitkä taas mahdollisiin häiriötilanteisiin hankkeen toiminnassa. Vaikutuksen toteutumiseen liittyvät epävarmuudet johtuvat usein siitä, että erinäisistä ulkoisista tekijöistä johtuen ei pystytä arviomaan sitä, toteutuuko jokin vaikutus vai ei. Mikäli toteutumisen todennäköisyyttä pystytään jollain tasolla arvioimaan, voidaan tämällyyppisten epävarmuuksien tarkasteluun hyödyntää etenkin todennäköisyyslaskuun perustuvia menetelmiä (Luku 3.10).

Epävarmuuksien tarkasteluun sovellettavan menetelmän valinta riippuu hyvin paljon hankkeesta ja sen ominaispiirteistä. Esimerkiksi päätöspuut (Luku 3.10.1) soveltuvat mallintamaan tapauksia, joissa on useita peräkkäisiä päätöksiä tai sattumia, mutta muun tyyppisissä hankkeissa niiden hyödyt jäävät vähäisiksi. YVA-menettelyä vaativista hankkeista tämällyyppisiä voivat olla esimerkiksi sellaiset, joissa hankkeen toteutus muodostuu useasta eri vaiheesta, joiden välillä saattaa olla epävarmuuksia.

YVA-hankkeissa tarkasteltavien ympäristövaikutusten toteutumiseen liittyy usein erilaisia ulkoisia tekijöitä, joiden yhteisvaikutukset voivat olla monimutkaisia ja joihin voi liittyä epävarmuuksia. Esimerkiksi vesistövaikutusten arvioinnissa sadannalla on usein olennainen merkitys, etenkin kun sadanta voi vaihdella vuosittain hyvinkin voimakkaasti. Viime aikoina on Bayes-verkkoja (Luku 3.10.2) alettu hyödyntää yhä enemmän tämällyyppisten ongelmien analysointiin (Barton ym. 2012). YVA-hankkeissa Bayes-menetelmiä ei kuitenkaan ole kovin paljoa käytetty, vaikka potentiaalia soveltamiseen olisi.

SMAA-menetelmää (3.10.3) sovellettaessa YVA-hankkeisiin on muistettava, että sen taustalla oleva matematiikka on melko monimutkaista. Täten sen antamat tulokset eivät välttämättä läpinäkyvästi aukea kaikille osapuolille. Mikäli menetelmää sovelletaan liian teknisellä tavalla, voi se vähentää osapuolten ymmärrystä tuloksista ja tämän myötä heidän luottamustaan menetelmää kohtaan. Tämän vuoksi analyttikon rooli on olennainen varmistamaan, että menetelmää on sovellettu tarkoituksenmukaisella tavalla, ja että myös tulokset esitetään ymmärrettävässä muodossa yleisölle.

Kaikkien epävarmuuden tarkasteluun sovellettavien menetelmien kohdalla on tarpeen ottaa huomioon myös tulosten selkeä raportointi. Tuloksista tulisi selvästi käydä ilmi, mihin tarkasteltavista asioista liittyy

epävarmuutta ja miten se näkyy tuloksissa. Väärät mielikuvat voivat helposti aiheuttaa ristiriitoja, mikäli tulosten lukija tulkitseekin epävarmoina arvioidut asiat totena.

6.2.3. Riskien tarkastelu

Hankkeiden ympäristöriskit liittyvät tyypillisesti siihen, että tapahtuu jokin odottamaton ongelma- tai häiriötilanne, jolla voi olla erittäin merkittäviä vaikutuksia ympäristölle. Riskien tarkastelu on olennainen ja myös lakiin kirjattu pakollinen osa YVA-menettelyä, mutta käytännössä riskien tarkastelu YVAssa jää usein köykäiseksi. Eräs syy tähän on, että kunnolla toteutettuna riskianalyysi on hyvin työläs ja resurssien puitteissa mahdoton toteuttaa, minkä vuoksi tyydytään tekemään vain ylimalkainen listaus mahdollisista ongelmatilanteista.

Tyypillisesti odottamattomien ongelmatilanteiden toteutumistodennäköisyydet ovat niin pieniä, että jo näiden kertaluokan arviointi voi olla haastavaa. Lisäksi kun vaikutusten merkittävyyden suuruusluokkaa voi olla vaikeaa arvioida, niin todennäköisyyslaskennan menetelmien antamat tulokset eivät välttämättä ole kovin luotettavia. Usein tarkkojen arvioiden saaminen ei kuitenkaan ole välttämätöntä, vaan olennaisempaa on pyrkiä tunnistamaan mahdollisia odottamattomia tapahtumia ja karkeasti arvioimaan näiden vaikutuksia.

Eräs yksinkertainen riskien alustavaan tarkasteluun ja tunnistamiseen soveltuva menetelmä on SWOT-analyysi (Luku 3.1.1). Se on hyvin karkea tapa erilaisten ulkoisista tekijöistä aiheutuvien uhkien tarkasteluun, mutta silti käyttökelpoinen tapa alustavasti tunnistaa riskejä. Mikäli SWOT-analyysin perusteella löytyy mahdollisia uhkia, niin näitä voidaan analysoida tarkemmin muilla menetelmillä.

Riskien arvioinnissa voidaan hyödyntää myös skenaarioanalyysin menetelmiä (Luku 3.9). Nämä soveltuvat etenkin sellaisiin hankkeisiin, joissa vaikutukset ulottuvat vuosien tai vuosikymmenten päähän ja joihin ulkoiset tekijät voivat vaikuttaa olennaisesti. Ympäristövaikutuksiin liittyvien vaikutusten tarkastelussa voidaan hyödyntää myös jo valmiita skenaarioita. Esimerkiksi hallitustenvälinen ilmastopaneeli IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) julkaisee vuosittain skenaarioita ilmaston lämpenemiselle (IPCC 2015).

Riskien analysointiin on olemassa myös muita menetelmiä, esimerkiksi potentiaalisten ongelmien analyysi (SRHY 2015) ja MINERA-hankkeen työkalut (Kauppila ym. 2013). Kokonaisuutena riskien arvioinnin tärkeys korostuu yhä enemmän ympäristövaikutusten arvioinnissa. YVA-hankkeiden suunnittelussa tulisikin varata tarpeeksi resursseja myös tähän puoleen.

Lisätietoa epävarmuuksien tarkastelusta ja riskienhallinnan menetelmistä:

Kauppila, T., Komulainen, H., Makkonen, S., Tuomisto, J. (toim.) (2013). Metallikaivosalueiden ympäristöriskinarviointiosaamisen kehittäminen: MINERA-hankkeen loppuraportti. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 199. – Ympäristöriskien arvioinnin menetelmiä kuvaava raportti.

SRHY (2015). Suomen Riskienhallintayhdistys, SRHY-riskienhallinta. Työvälineet. <http://www.pk-rh.fi/index.php?page=tools> – Internet-sivusto, jossa kuvataan riskienhallinnan työvälineitä. Sivusto on suunniteltu PK-yritysten riskienhallinnan tukemiseen, mutta työvälineet on kuvattu yleisellä tasolla mihin tahansa riskienhallintaan soveltuvina.

6.3. Lieventämistoimenpiteiden tarkastelu



Haitallisten vaikutusten ehkäisy- ja lieventämistoimien suunnittelu on olennainen osa hankkeen suunnittelua. Aina ei kuitenkaan ole selvää, mitkä toimenpiteet tulisi arvioida erillisinä lieventämistoimina ja mitkä osana itse hanketta. Esimerkiksi tieliikennehankkeissa meluidan vaikutukset arvioidaan tyypillisesti osana itse hanketta, vaikka periaatteessa ne voitaisiin arvioida lieventävinäkin toimenpiteinä, sillä tie voidaan rakentaa myös ilman meluaitaa. Hyvä periaate on, että jos hankevastaava sitoutuu

toteuttamaan lieventämistoimenpiteen, niin sen vaikutukset arvioidaan osana itse hanketta. Sen sijaan, jos hankevastaava ei vielä arviointivaiheessa ole varma siitä, tuleeko toteuttamaan jonkin toimenpiteen, niin silloin tämä arvioidaan erikseen mahdollisena lieventämistoimenpiteenä. Vastaavasti tehdään, jos lieventämistoimenpiteiden tarkastelutarve tulee esiin vasta arvioinnin siinä vaiheessa, kun vaihtoehtoihin ei enää voida sisällyttää uusia toimenpiteitä.

Arvioinnissa tulee selvästi käydä ilmi, mitkä toimenpiteistä on jo suunniteltu toteutettavaksi, ja mitkä arvioidaan vain mahdollisesti toteutettavina lieventämistoimenpiteinä. Edellä olevan periaatteen käyttäminen tukee näiden tunnistamista erillisiksi, mutta vaikutuksia raportoidessa tulee silti pitää erityistä huolta siitä, että periaate välittyy myös lukijan ymmärrettäväksi.

Haitallisten vaikutusten ehkäisystä ja lieventämisestä on hallinnonala- ja hanketyyppikohtaisia ohjeita ja suunnitteluoppaita, esimerkiksi liikennesuunnittelun (Ketola ym. 2009) ja poronhoidon (Paliskuntain yhdistys 2014) alalta. Oppaissa käsitellään myös haitallisten vaikutusten kompensointia eli haittojen korvaamista, mutta sen käytöstä haitallisten ympäristövaikutusten ehkäisyn ja lieventämisen yhteydessä ei ole kattavia yhteisiä periaatteita.

Monitavoitearviointi ei varsinaisesti tarjoa mitään eksplisiittistä menetelmää lieventämistoimenpiteiden määrittelyyn. Samoja järjestelmällisiä ja kvantitatiivisia menetelmiä, joita käytetään vaikutusten arviointiin, voidaan kuitenkin hyödyntää myös hahmottamaan ja ymmärtämään lieventämistoimenpiteiden vaikutuksia. Tällöin arvioidaan vaihtoehdon vaikutukset eri lieventämistoimenpiteiden kanssa. Tosin tällöin on pidettävä huolta siitä, että mahdollisesti toteutettavia lieventämistoimenpiteitä ei ymmärretä osaksi hankkeen toteutusta. Tämä korostuu esitettäessä numeerisia tuloksia lieventämistoimenpiteiden vaikutuksista, sillä numeeriset arvot voidaan helpommin ymmärtää ”totuudeksi” kuin sanallinen pohdinta lieventämistoimenpiteiden vaikutuksista.

Eräs lieventämistoimenpiteiden kohdalla usein tarkasteltavaksi tuleva asia on toimenpiteiden kustannustehokkuus. Monesti vaikutuksille voi olla hyvinkin tehokkaita lieventämistoimenpiteitä, mutta käytännössä ne voivat osoittautua hyvin kalliiksi tai muuten toteuttamiskelvottomiksi. Usein kaikkein kalleimmat lieventämistoimenpiteet on jo hankkeen alussa saatettu jättää pois suunnittelusta, sillä niiden toteuttaminen käytännössä tekee koko hankkeesta kannattamattoman. Jossain vaiheessa YVAa olisi kuitenkin hyvä havainnollistaa perusteluita näiden poisjättämiselle tarkasteluista. Yksi vaihtoehto on YVAN lieventämistoimenpiteiden yhteydessä kuvata nämäkin ja tarkastella samassa kehikossa muiden lieventämistoimenpiteiden kanssa.

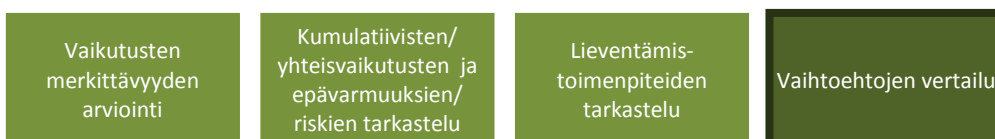
Eräs monitavoitearvioinnin tapa lieventämistoimenpiteiden ja näiden kustannusten havainnollistamiseen on kustannus–hyöty -kuvaajat (Luku 3.7). Niiden avulla voidaan graafisesti esittää ja havainnollistaa eri toimenpiteiden kustannustehokkuutta. Esimerkiksi kuvan 3-9 kaltaiseen kuvaajaan voidaan toiselle akselilla laittaa lieventämistoimenpiteiden kokonaishyödyt ja toiselle kustannukset.

Lisätietoa lieventämistoimenpiteiden tarkastelusta:

Ketola, M., Malin, K., Nyrölä, L., Suvantola, L. (2009). Kompensaation mahdollisuudet liikennehankkeissa. Suomen Ympäristö 18/2009. – Opas haitallisten vaikutusten lieventämiseen tiesuunnitteluhankkeissa.

Paliskuntain yhdistys (2014). Opas poronhoidon tarkasteluun maankäyttöhankkeissa. Pohjolan Painotuote Oy, Rovaniemi. – Opas, joka tarkastelee YVA- ja kaavoitusmenettelyiden näkökulmasta poronhoidon huomioon ottamista tehtäessä alueiden käyttöön liittyviä suunnitelmia ja hankkeita.

6.4. Vaihtoehtojen vertailu



YVA-selostuksessa on esitettävä tarpeellisessa määrin vaihtoehtojen vertailu. Tavoitteena on selvittää, onko ehdotetun hankkeen toteuttaminen ylipäänsä perusteltua, ja mikäli näin on, mikä vaihtoehto

voitaisiin tällöin valita toteutettavaksi ja millä perusteilla. Lisäksi tarkoituksena on avustaa päätöksentekoa kuvaamalla vaihtoehtojen etuja ja haittoja, sekä perustelemalla vaihtoehtojen paremmuus- ja edullisuusjärjestyksiä eri näkökulmista.

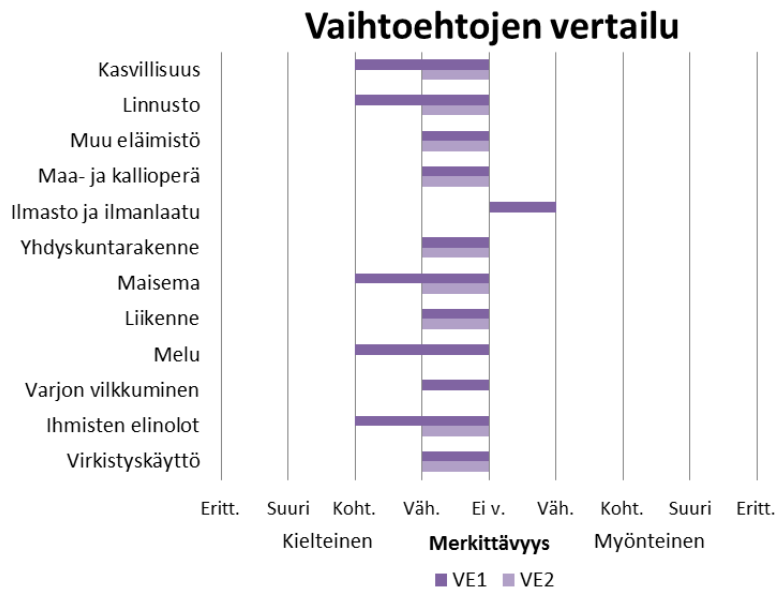
Vaihtoehtojen vertailumenetelmillä tarkoitetaan niitä systemaattisia menettelyjä, joiden perusteella vaihtoehtojen hyvyysjärjestys voidaan esittää ja perustella (Turtiainen 2000; Lawrence 2007). Vaihtoehtojen vertailu voidaan toteuttaa joko erittelevästi tarkastellen vaikutuksia erikseen tai kokonaisvaltaisesti yhdistämällä vaihtoehdon vaikutukset vaihtoehtoa kokonaisuutena kuvaavaksi vaihtoehdon hyvyysarvoksi (Turtiainen 2000). Termistö on tosin tässä suhteessa hieman epämääräinen, sillä yhdistelevissäkin vertailumenetelmissä vaikutukset on täytyntä ensin eritellä ennen kuin näitä voidaan yhdistää (Kuva 2-1). On myös olemassa holistisia lähestymistapoja, joissa vaihtoehdot arvioidaan yhtenä kokonaisuutena, mutta tässä raportissa käsitellään ainoastaan niitä yhdisteleviä menetelmiä, joissa vaikutukset ensin myös eritellään.

6.4.1. Erittelevät menetelmät

Vaihtoehtojen vertailu toteutetaan YVAssa tyypillisesti erittelevästi arvioiden kukin vaihtoehto erikseen kunkin vaikutuksen suhteen. Esimerkiksi luvussa 3.5 esitelty vaihtoehtojen vertailutaulukko vastaa tyypillistä YVAN yhteenveto-osiossa esitettävää koostetaulukkoa vaikutuksista vaihtoehdoittain, mutta arviota vaihtoehtojen vaikutuksista kokonaisuutena ei välttämättä tehdä. Vertailutaulukkoa voidaan havainnollistaa eri väreillä ja värisävyillä kuvaamaan vaikutuksen suuntaa ja merkittävyyttä. Siitä voidaan myös tarpeen mukaan muokata vaikkapa vaikutusten jakautumista eri luokkiin havainnollistavia taulukoita. Esimerkiksi ARVista voidaan tuottaa merkittävyyssuokkataulukoita, joissa vaihtoehtojen vaikutukset on ryhmitelty sen mukaan, kuinka merkittäviksi ne on arvioitu (Taulukko 6-2). Vaihtoehtojen vaikutuksia voidaan kuvata myös graafisesti, mistä puolestaan on ARVI-esimerkki kuvassa 6-4.

Taulukko 6-2. Esimerkki vaihtoehtojen vertailusta merkittävyyssuokkataulukon avulla (taulukossa mukana vain negatiiviset vaikutukset).

	Merkittävyys VE1	VE2
Suuri		
Kohtalainen	<ul style="list-style-type: none"> - Kasvillisuus - Linnusto - Maisema - Melu - Ihmisten elinot 	
Vähäinen	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Muu eläimistö</i> - <i>Maa- ja kallioperä</i> - <i>Yhdyskuntarakenne</i> - <i>Liikenne</i> - <i>Varjon vilkkuminen</i> - <i>Virkistyskäyttö</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Kasvillisuus - Linnusto - Muu eläimistö - Maa- ja kallioperä - Yhdyskuntarakenne - Maisema - Liikenne - Ihmisten elinot - Virkistyskäyttö



Kuva 6-4. Esimerkki vaihtoehtojen myönteisten ja kielteisten vaikutusten vertailua havainnollistavasta ARVIN tuottamasta pylväskuvaajasta.

6.4.2. Eriteltyjä vaikutuksia yhdistelevät menetelmät

Yksi YVAN tavoitteista on toimia suunnittelutyön apuvälineenä. Tässä suhteessa monitavoitearviointi tarjoaa YVAssa tehtävään vaihtoehtojen kokonaisvaltaiseen vertailuun monia erilaisia systemaattisia vaikutuksia yhdistäviä menetelmiä tukemaan vaihtoehtojen hyötyjen ja haittojen hahmottamista (Turtiainen 2000; Lawrence 2007). Näiden olennainen ero eritteleviin menetelmiin verrattuna on se, että yhdistämistä varten vaikutukset täytyy yhteismitallistaa keskenään. Tällöin täytyy ottaa kantaa myös siihen, kuinka tärkeitä eri vaikutukset ovat suhteessa toisiinsa. Käytännössä tämä on hyvin subjektiivinen kysymys, ja olennainen osa yhdisteleviä menetelmiä onkin sidosryhmien näkemysten selvittäminen.

Periaatteessa yhdistelevillä menetelmillä voidaan laskea keskimääräiset kokonaisvaltaiset hyvyysarvot eri vaihtoehtoille. Keskiarvottavia menetelmiä käyttäen lopputulos riippuu kuitenkin paljon siitä, kuinka eri sidosryhmät ovat edustettuina prosessissa. Usein onkin hyödyllisempää laskea kunkin eri sidosryhmän näkemyksiä kuvaavat kokonaisarvot, ja näin havainnollistaa erilaisten näkemysten kirjoa ja sitä kuinka hyviä eri vaihtoehdot ovat eri sidosryhmille. Tärkeä osa yhdistelevää prosessia on kokonaisvaltaisen kuvan saaminen ongelmaan liittyvistä erilaisista näkemyksistä ja tätä kautta parempi ymmärrys koko ongelmasta.

Yhdistelevien menetelmien perimmäisenä tarkoituksena on avustaa päätöksentekoa ja kuvata vaihtoehtojen etuja ja haittoja sekä perustella vaihtoehtojen paremmuus- ja edullisuusjärjestyksiä eri näkökulmista. Tämän vuoksi tarkasteluissa on erittäin tärkeää tuoda esiin se, mikä osa arvioista on objektiivista asiantuntija-arvioita ja mikä osa subjektiivisia näkemyksiä. Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että arviot vaihtoehtojen yksittäisistä vaikutuksista tekevät asiantuntija, mutta vaikutusten väliset arvostukset riippuvat näkökulmasta. Poikkeuksiakin on, sillä esimerkiksi maisemavaikutuksissa myös arvio vaikutuksen suunnasta ja suuruudesta riippuu arvioijasta.

6.4.3. Arvopuuanalyysi

Yksi järjestelmällinen yhdistelevä lähestymistapa on arvopuuanalyysi (Luku 3.8). Tämän tuloksena saadaan vaihtoehtojen vaikutuksia kuvaavat kokonaisarvot, jotka kuvastavat vaihtoehtojen vaikutuksia vaikutustyypeittäin sen mukaan painotettuna, miten tärkeänä arvioija pitää vaikutustyyppijä. Haasteena on kuitenkin se, että eri sidosryhmillä voi olla hyvinkin erilaisia näkemyksiä vaikutustyyppien tärkeyksistä.

Muissa kuin YVA-hankkeissa arvopuuanalyysiä on Suomessa sovellettu usein niin, että sidosryhmien edustajien kanssa on tunnistettu tavoitteet, muodostettu vaihtoehdot ja sen jälkeen selvitetty heidän näkemyksiään vaihtoehtoista ja niiden vaikutuksista sekä vaikutusten merkittävyydestä. Yhdistämällä vaikutustieto ja kunkin osallistujan mieltymykset on vaihtoehtoille laskettu kokonaishyvyysarvot. Tuloksista

on laadittu yhteenvetoja esimerkiksi niin, että osallistujat on näkemyksiensä perusteella jaoteltu kolmeen tai neljään ryhmään, ja ryhmien väliset erot on kuvattu. Kuvien perusteella voidaan tarkastella sitä, mitkä vaihtoehdot ovat parhaita esimerkiksi virkistyskäyttöarvoja painottaville ryhmille ja mitkä luontoarvoja painottaville ryhmille. Lisäksi voidaan tunnistaa kaikkien ryhmien tärkeitä tekijöitä ja tämän perusteella yrittää löytää yhteisesti hyviä kompromissiratkaisuja. Tämän tyyppiset tarkastelut edustavat moniarvoista suunnittelua ja tukevat ehdollisten johtopäätelmien tekemistä vaihtoehtotarkasteluista. Esimerkkinä tämän tyyppisestä lähestymistavasta on luvussa 8.5 kuvattava Oulun vedenhankinnan vaihtoehtotarkastelu (Rantala ym. 2014).

Periaatteessa samantyyppistä lähestymistapaa voidaan hyödyntää myös YVAssa. Haasteena kuitenkin on, että periaatteessa YVAssa tehtävässä vaihtoehtoverailussa pyritään arvioimaan pelkästään ympäristövaikutuksia ottamatta kantaa vaihtoehtojen kustannuksiin. Arvopuuanalyysissä esiin tulevat ristiriidat liittyvät kuitenkin usein juuri siihen, kuinka paljon kustannuksia arvostetaan suhteessa muihin kriteereihin. Toisaalta kustannuksia tulee usein jo välillisesti ajateltua siinä, kun valitaan hankkeen toteutusvaihtoehtoja, sillä tyyppillisesti kustannuksiltaan toteutuskelvottomat vaihtoehdot jätetään pois koko YVAssa. Myös mahdollisten lieventämistoimenpiteiden kohdalla usein ainakin välillisesti tarkastellaan myös kustannuksia. Esimerkiksi kustannuksiltaan epärealistisia lieventämistoimenpiteitä ei välttämättä edes esitetä YVA-selostuksessa, vaikka ne voisivat olla kuinka hyviä ympäristövaikutusten kannalta.

Arvopuuanalyysiä sovellettaessa tulee myös huomata, että YVAssa arvioitavat vaikutukset voivat osin olla päällekkäisiä. Esimerkiksi YVAssa arvioidaan usein erikseen meluvaikutukset ja sosiaaliset vaikutukset ihmisiin, vaikka melu on usein myös osa sosiaalisia vaikutuksia. Tällöin tulee pitää huoli siitä, ettei mikään asia (eli tässä tapauksessa melu) tule kahteen kertaan laskettua, sillä se voi aiheuttaa vääristymää lopputulokseen.

Arvopuuanalyysiä voidaan soveltaa YVAssa esimerkiksi seuraavasti:

- **Vaihe 1:** Laaditaan arvopuu tunnistettujen vaikutusten perusteella. Suositeltavaa on integroida tämä vaihe jo koko YVA:n ohjelmavaiheen ongelman jäsentelyyn, jolloin voidaan varmistua siitä, että kaikki arvopuuanalyysin kannalta olennaiset asiat tulevat otettua huomioon.
- **Vaihe 2:** Määritetään vaihtoehdot ja mittarit sille, millä näitä arvioidaan eri tavoitteiden suhteen. Tämäkin vaihe on suositeltavaa integroida jo itse YVAssa tehtävää vaihtoehtojen ja vaikutusten arvioinnin mittarien määrittämiseen, mikäli tiedetään, että hankkeessa tullaan toteuttamaan arvopuuanalyysi.
- **Vaihe 3:** Määritetään tavoitteiden painot esimerkiksi päätösanalyysihaastattelujen (Marttunen ja Hämäläinen 1995, 2008) avulla. Tämänkin vaiheen kannalta olisi hyvä jo YVA-ohjelmavaiheessa kartoittaa haastatteluihin osallistuvat sidosryhmät ja esimerkiksi arviointiryhmän jäsenet, jotta YVA-arvioinnin aikana tapahtuvissa sidosryhmätapaamisissa voidaan haastateltavia valmistaa haastatteluihin.
- **Vaihe 4:** Tarkastellaan tuloksia yhdessä sidosryhmien kanssa. Olennaista on eri sidosryhmien näkemysten havainnollistaminen.
- **Vaihe 5:** Raportoidaan tulokset ja annetaan suosituksia tulosten perusteella.

6.4.4. Muita menetelmiä

SMAA-menetelmää (Luku 3.10.3) on jonkin verran hyödynnetty YVAssa tapahtuvassa vaihtoehtojen vertailussa esimerkiksi Lappeenrannan alueen jätteenkäsittelyvaihtoehtojen (Lahdelma ym. 2000) sekä Helsingin tavarasatamavaihtoehtojen (Hokkanen ym. 1999) vaikutusten arvioinnissa. Arvopuuanalyysiin verrattuna menetelmä on kuitenkin monimutkaisempi eikä niin intuitiivisesti hahmotettavissa. Tämän vuoksi SMAA-menetelmän osalta on ensiarvoisen tärkeää, että toteutuksessa kiinnitetään huomiota tulosten ja menetelmän ymmärtämiseen. Toki sama pätee muidenkin monitavoitearvioinnin menetelmien kohdalla, sillä liian abstraktit menetelmät saattavat vähentää luottamusta itse menetelmää ja täten myös koko YVA-prosessia kohtaan.

Mikäli kustannuksia halutaan tuoda vahvemmin esiin esimerkiksi suunnittelun tukemiseksi, niin yksi tapa niiden esittämiseen on kaksiulotteiset kuvaajat, joissa toisella akselilla esitetään kokonaisarvio

vaihtoehtojen ympäristövaikutuksista ja toisella akselilla kustannukset (Luku 3.7). Tällaisten kuvaajien avulla pystytään paremmin hahmottamaan vaihtoehtojen kokonaisvaikutuksia suhteessa niiden kustannuksiin ja täten tukemaan tavoitelähtöistä suunnittelua. Kustannuksista on myös tarpeen huomioida, että ne tulevat hankevastaavan maksettavaksi, mutta muut haittavaikutukset koskettavat tyypillisesti kansalaisia. Kaksiulotteisten kuvaajien etuna on, että niissä tuodaan esiin molemmat näkökulmat, mutta ei oteta kantaa siihen kuinka kustannuksia arvostetaan suhteessa muihin haittoihin.

7. Monitavoitearvioinnin hyödyntäminen SOVAssa

Suunnitelmien ja ohjelmien ympäristövaikutusten arvioinnin (SOVA) tavoitteena on i) edistää ympäristövaikutusten arviointia ja huomioon ottamista viranomaisten suunnitelmien ja ohjelmien valmistelussa ja hyväksymisessä, ii) parantaa yleisön tiedonsaantia ja osallistumismahdollisuuksia sekä iii) edistää kestävästä kehityksestä (SOVA-laki 2005). Lain mukaan viranomaisen on huolehdittava siitä, että suunnitelman tai ohjelman ympäristövaikutukset selvitetään ja arvioidaan riittävässä määrin valmistelun kuluessa, jos suunnitelman tai ohjelman toteuttamisella saattaa olla merkittäviä ympäristövaikutuksia. Haasteena on, että SOVAssa vaihtoehdot ovat usein melko karkealla tasolla, jolloin vaikutusten arviointia ei pystytä tekemään kovin tarkasti. Tällöin ei myöskään ole mahdollista tehdä samantyyppistä vaihtoehtojen vertailua kuin YVA-menettelyissä, joissa vaihtoehdot ovat tyyppillisesti selkeästi määriteltyjä.

SOVA-arvioinneissa päähuomio on suunnittelutilanteen hahmottamisessa, eri osapuolten tavoitteiden tunnistamisessa ja vaihtoehtojen muodostamisessa niiden perusteella. Tässä suhteessa erityyppiset ongelman jäsentelymenetelmät ovat osoittautuneet erittäin käyttökelpoisiksi. SOVA-arvioinnit poikkeavat kuitenkin toisistaan huomattavasti laadultaan ja laajuudeltaan, ja arvioinnit saattavat olla laaja-alaisia, sektorirajat ylittäviä ja vaikeasti rajattavia. Niihin voi sisältyä myös laajojen ja monimutkaisten syy- ja seuraussuhteiden tunnistamista. Tämän vuoksi ei ole mahdollista antaa yleispäteviä suosituksia menetelmien soveltamiseen, vaan tämä tulee harkita tapauskohtaisesti.

Käytännössä monitavoitearvioinnin ja ongelmanjäsentelyn menetelmien soveltaminen voidaan SOVAssa tehdä pitkälti samaan tyyliin kuin YVA-ohjelma- (Luku 5) ja selostusvaiheessakin (Luku 6). Tällöin täytyy kuitenkin ottaa huomioon SOVAN erityispiirteet. Tässä luvussa keskitytään näiden erityispiirteiden kuvaamiseen.

7.1. Tavoitteiden tunnistaminen ja jäsentely

Tavoitteiden tunnistamiseen ja jäsentelyyn voidaan SOVAssa hyödyntää samoja menetelmiä kuin YVAssakin, eli esimerkiksi tavoitehierarkiaa (Luku 3.2), DPSIR-kehikkoa (Luku 3.3.2) ja vaikutuskaavioita (Luku 3.3). SOVAssa tarkastelun tarkkuustaso on usein yleisemmällä tasolla kuin YVAssa, mutta kaikki nämä menetelmät mahdollistavat myös yleisemmän tarkkuustason tavoitteiden määrittelyssä. Esimerkiksi tavoitehierarkian kohdalla ei ole välttämättä tarpeen yksityiskohtaisesti pohtia tavoitteisiin liittyviä mittareita, vaan hierarkia voidaan muodostaa pelkistä ylemmän tason tavoitteista.

Tavoitteena SOVAssa on yleensä tavoitteiden tunnistaminen ja jäsentely, mihin voidaan hyödyntää käsitteellisiä vaikutuskaavioita (3.3.1). Sen sijaan laskennallisia menetelmiä hyödyntävistä vaikutuskaavioista (3.3.3) ei välttämättä ole suurta hyötyä, sillä usein SOVAssa ei ole yksityiskohtaista tietoa vaikutusten välisistä suhteista. Käsitteellistenkin vaikutuskaavioiden kohdalla voi SOVAssa usein olla hyödyllisempää pitäytyä yksityiskohtaisen mallin (Kuva 3-4) sijasta yleisemmän tason mallissa (Kuva 3-3), sillä tämä soveltuu paremmin kokonaisuusien hahmottamiseen ja ymmärtämiseen.

SOVA-hankkeista täytyy kuitenkin muistaa, että ne voivat olla hyvin erilaisia keskenään. Täten tavoitteiden tunnistaminen voi myös SOVAssa olla tarpeen tehdä yksityiskohtaisesti, vaikka itse vaihtoehdot olisivatkin karkealla tasolla. Tässä suhteessa tavoitehierarkiat ja vaikutuskaaviot ovat joustavia, sillä ne mahdollistavat myös yksityiskohtaisemman tarkastelun.

7.2. Vaihtoehtojen muodostaminen ja vertailu

SOVAssa tehtävässä arvioinnissa vaihtoehtoja ei välttämättä ole vielä määritelty tai ne voivat olla hyvin alustavalla tasolla. Toimenpidetaulukkoa (Luku 3.4) voidaan hyödyntää tapauksissa, joissa on pohdittavana useita erilaisia toimenpiteitä, joista pitäisi muodostaa strategiakokonaisuuksia. Esimerkiksi maankäyttöä pohdittaessa vaihtoehdot voivat edustaa yleislinjoja sille, mihin suuntaan maankäyttöä (esim. virkistyskäyttö, teollisuuskäyttö) pyritään viemään. Toimenpidetaulukon avulla voidaan havainnollistaa

tarkemmin, mitä eri toimenpiteitä kyseisiin vaihtoehtoihin sisältyy. Taulukko auttaa myös varmistamaan, että mukaan otettavat toimenpiteet eivät ole ristiriidassa keskenään.

Vaikutustaulukko (Luku 3.5) on toinen vaihtoehtojen vertailuun myös SOVAssa soveltuva menetelmä. Mikäli vaikutuksia ei ole kuitenkaan vielä tarkkaan arvioitu, on vaikutustaulukoissa tuotava selvästi esiin, että kyse on alustavista arvioista. Itse alustavien vaikutusarvioiden tekemiseen voidaan hyödyntää järjestelmällisiä vaikutusten merkittävyyden arvioinnin menetelmiä (Luku 3.6) karkealla tasolla sovellettuna. Näissäkin on tosin tarpeen korostaa vaikutusarvioiden alustavuutta.

7.3. Epävarmuuksien hallinta

SOVAssa tarkasteltavat suunnitelmat ja ohjelmat liittyvät usein strategisen tason suunnitteluun ja esimerkiksi maakuntaohjelmia voidaan tehdä jopa useiden vuosikymmenien päähän. Mikäli suunnitelmat tehdään yleisellä tasolla, voi tarkasteluihin liittyä suuriakin epävarmuuksia johtuen erilaisista ulkoisista tekijöistä. SWOT-analyysi (Luku 3.1.1) soveltuu hyvin tämän tyyppisten ongelmien epävarmuuksien karkean tason hahmotteluun. Jako ulkoisiin ja sisäisiin tekijöihin auttaa hahmottamaan sitä, mihin asioihin voidaan itse vaikuttaa, ja mitkä ovat sellaisia, joihin ei voida vaikuttaa, mutta mitkä pitää ottaa huomioon suunnittelussa. Vahvuuksien ja heikkouksien tunnistaminen ja tarkastelu puolestaan auttaa jo suunnittelun alkuvaiheessa ohjaamaan suunnittelutyötä.

Toinen epävarmuuksien hallintaan ja tarkasteluun SOVAssa soveltuva menetelmä on skenaarioanalyysi (Luku 3.9). Esimerkiksi luontoon liittyvien vaikutusten arvioinnissa mahdolliset skenaariot voivat liittyä muun muassa ilmastonmuutokseen, kun taas ihmisiin liittyvissä vaikutuksissa on usein tarpeen tarkastella erilaisia väestö- ja elinkeinorakenteisiin liittyviä skenaarioita. Skenaarioiden luomisessa voidaan hyödyntää jo valmiita skenaarioita. Esimerkiksi kansainvälinen ilmastopaneeli on luonut valmiita skenaarioita ilmastonmuutoksen eri tasoille, joita voidaan hyödyntää suoraan tarkasteluissa (IPCC 2015). Tällöin fokus on mahdollisten vaikutusten tarkastelussa eri skenaarioissa. SWOT-analyysiin verrattuna skenaarioanalyysi tehdään askel analyttisemmin, mikä tekee arvioinnista myös työläämmän. Toisaalta skenaarioanalyysiäkään ei tarvitse aina toteuttaa täydellisenä vaihtoehtoja eri skenaarioissa vertailevana, vaan sen eri vaiheet ja niissä hyödynnettävät menetelmät voivat yksinäänkin tarjota tukea ongelman jäsentelyyn ja suunnitteluun.

8. Käytännön esimerkkejä menetelmien soveltamisesta

8.1. Piiparinmäen–Lammaslamminkankaan tuulivoimapuiston YVA

Metsähallitus/Laatumaa suunnittelee rakennettavaksi tuulivoimapuistoa Piiparinmäki-Lammaslamminkankaan alueelle Oulujärven lounaispuolella (Metsähallitus/Laatumaa 2014). Hankkeen YVA-menettelyssä vuosina 2012–2013 arvioitiin kahta eri toteutusvaihtoehtoa, joista toisessa on 85 noin 3 MW:n yksikkötehoista tuulivoimalaitosta ja toisessa 127 vastaavaa laitosta. Voimaloiden vuosituotanto olisi noin 765–1143 GWh vaihtoehdosta riippuen. Voimalayksiköiden suunniteltu tornikorkeus on 120–160 metriä ja lavan pituus 50–70 metriä.

Hankkeen YVA oli IMPERIA-hankkeen ensimmäinen pilottikohde. IMPERIA:n tavoitteena oli ohjelmavaiheessa testata ja kerätä käyttökokemuksia monitavoitearvioinnin menetelmien soveltumisesta tukemaan seuraavia tavoitteita:

- sidosryhmien tavoitteiden selvittäminen
- keskeisten vaikutusten ja niitä kuvaavien mittareiden määrittäminen
- vaihtoehtojen muodostamisen periaatteiden havainnollistaminen

Ohjelmavaiheessa monitavoitearvioinnin menetelmistä hyödynnettiin tavoitehierarkiaa (Luku 3.2) ja vaikutustaulukkoja (Luku 3.5). Tavoitehierarkian avulla arvioitavat vaikutuksen jäsennettiin puumaisen hierarkian muotoon (Kuva 3-2). Hierarkian muodostamisessa pohjaksi otettiin YVA-laissa määritellyt vaikutukset, joiden pohjalta hierarkian ylätasolla eriteltiin luontovaikutukset ja sosioekonomiset vaikutukset. Hierarkiaa hyödynnettiin havainnollistamaan arvioitavia vaikutuksia arviointiryhmän tilaisuudessa ja pyydettyä sidosryhmiltä arvioita olennaisimmista vaikutuksista, joihin tulisi keskittyä arvioinnissa. Vaikutustaulukkoa (Taulukko 5-3) puolestaan hyödynnettiin havainnollistamaan sitä, miten arviointiryhmältä saadut näkemykset vaihtoehtojen alustavista vaikutuksista suhtautuivat asiantuntija-arvioon. Sekä tavoitehierarkia että vaikutustaulukko kuvattiin myös arviointiselostuksessa.

YVAN jälkeen IMPERIA-hankkeessa evaluoitiin hankkeen arviointiryhmän toimintaa muun muassa haastattelemalla arviointiryhmän toiminnassa mukana olleita sidosryhmäläisiä. Evaluoinnin perusteella arviointiryhmäläiset arvostivat sitä, että he pääsivät itse arvioimaan vaikutusten merkittävyyttä ja vaikuttamaan siihen, että ryhmässä käsiteltiin paikallisiin alueen käyttäjiin kohdistuvia vaikutuksia ja muita sidosryhmätahojen huolenaiheita.

YVA-selostusvaiheessa tavoitteena oli kokeilla IMPERIAssa kehitettyä ARVI-lähestymistapaa vaikutusten merkittävyyden arviointiin sekä tätä tukemaan tehtyä ARVI-työkalua. Ohjelmavaiheessa monitavoitearvioinnin soveltamisen tavoitteena oli

- vuoropuhelun lisääminen vaikutusten arvioinnissa
- läpinäkyvä, havainnollinen ja jäsennelty vaikutusten merkittävyyden arviointi
- vaihtoehtojen keskeisten vaikutusten vertailu

Näiden tavoitteiden tukemiseksi hankkeessa hyödynnettiin ARVI-työkalun ensimmäistä kehitysversiota vaikutusten merkittävyyden arvioinnin tukemiseen ja tulosten havainnollistamiseen. Hankkeessa eri vaikutusten asiantuntijat arvioivat erikseen tuulivoimapuiston ja voimajohdon vaikutukset IMPERIAssa kehitetyn arviointikehikon avulla ja tulokset koottiin ARVI-työkaluun. Pilottihankkeesta saatiin myös hyödyllisiä soveltamiskokemuksia työkalun jatkokehitystä varten.

Työkalun avulla tuotettiin YVA-selostukseen seuraavia taulukoita ja kuvaajia:

- Jokaisen vaikutuksen nykytilaa kuvaavan luvun lopussa ARVIsta tuotettu yhteenveto siitä, miten vaikutuskohteen herkkyys muodostuu sen osatekijöistä
- Jokaisen hankkeen vaikutuksia kuvaavan luvun lopussa ARVIsta tuotettu yhteenveto siitä, miten muutoksen suuruus muodostuu sen osatekijöistä (Kuva 8-1)

- Jokaisen vaikutuksen kohdalla ARVista tuotettu 'minimatriisi' siitä, miten vaikutus muodostuu vaikutuskohteen herkkyyden ja muutoksen suuruuden perusteella (Kuva 8-2)
- Yhteenvedossa ja tiivistelmässä yhteenvetotaulukoita vaikutuksista ja vaihtoehtojen vertailusta

ARVI-työkalun tuottamista kuvista on huomioitava, että Piiparinmäen hankkeessa oli käytössä alustava kehitysversio työkalusta ja arviointikehikosta. Pilottihankkeista saatujen kokemusten perusteella termistö on kuitenkin kehittynyt jonkin verran ja tämän vuoksi kuvissa 8-1 ja 8-2 käytetyt termit eivät täysin vastaa nykyversiossa olevia. Esimerkiksi merkittävyyden arvioimiseksi oli Piiparinmäellä käytössä kolmiportainen asteikko (vähäinen, kohtalainen, suuri), mutta nykyversiossa on yläpään lisätty kohta "erittäin suuri", jotta erot merkittävien vaikutusten välillä tulisivat paremmin esiin.

	Suuruuden ja suunnan osatekijät				Vaikutuksen suuruus ja suunta
	Voimakkuus ja suunta	Laajuus	Kesto		
Tuulivoimapuisto	Kohtalainen --	Lähiympäristö	Pysyvä	→	Kohtalainen --
Voimajohto	Vähäinen -	Lähiympäristö	Toiminnan-aikainen	→	Vähäinen -

Kuva 8-1. Esimerkki ARVI-työkalun tuottamasta taulukosta, joka kuvaa muutoksen suuruuden muodostumista sen osatekijöistä (Metsähallitus/Laatumaa 2014).

Suuruus \ Herkkyys	Suuruus		
	Vähäinen	Kohtalainen	Suuri
Vähäinen	V		
Kohtalainen		T	
Suuri			

Asteikko merkittävyydelle

- ☐ = Vähäinen
- ☐ = Kohtalainen
- ☐ = Suuri

Kuva 8-2. Esimerkki ARVI-työkalun tuottamasta minimatriisista, joka kuvaa vaikutuksen merkittävyyden muodostumista vaikutuskohteen herkkyyden ja muutoksen suuruuden perusteella (V=Voimajohto ja T=Tuulivoimapuisto) (Metsähallitus/Laatumaa 2014).

Hankkeen evaluoinnin perusteella Piiparinmäen-Lammaslamminkankaan arviointiryhmään osallistuneet tahot sekä yhteysviranomaiset katsoivat, että ARVI-työkalu yhtenäisti merkittävyyden arviointia ja teki siitä havainnollisemman. Toisaalta evaluoinnissa tuotiin myös esille se, että merkittävyyden arviointiin sisältyy paljon subjektiivisia elementtejä etenkin paikallisille tahoille tärkeiden asioiden osalta.

Pääsääntöisesti oltiin tyytyväisiä siihen, että asiantuntijat esitöivät ARVI-lomakkeen, jota käsiteltiin arviointiryhmässä. Toisaalta osallistujat esittivät myös, että arviointiryhmäläiset voisivat osallistua merkittävyyden arviointi-lomakkeen täyttämiseen ainakin paikallisille asukkaille tärkeiden kysymysten, kuten melu- ja maisemahaittojen osalta.

Taulukkotyökalusta tuotiin esiin, että se saattaa antaa vaikutelman "objektiivisesta" arviosta, josta ei voi poiketa ja josta ei voi olla erilaisia tulkintoja. Työkalun mekaanisen käytön ongelmana on myös se, että siitä ei käy ilmi vaikutusten kohdistuminen eri ihmisryhmiin ja yksittäisiin ihmisiin tai kotitalouksiin. Läpinäkyvyyden vuoksi olisikin tärkeää, että arviointiselostukseen sisällytettäisiin erilaisia tulkintoja vaikutusten merkittävyydestä ainakin niiden vaikutusten osalta, joihin liittyy voimakkaita näkemyseroja.

Käytännössä tämä tarkoittaisi joko useamman merkittävyyden arviointitaulukon sisällyttämistä selostukseen tai erilaisten tulkintojen mahdolluttamista samaan taulukkoon.

Vaihtoehtojen vertailuun käytettiin hankkeessa ”perinteisiä” vaihtoehtojen vertailutaulukoita eri muodoissaan. Esimerkiksi selostuksen tiivistelmässä oli ARVista tuotettu taulukko, jossa on esitetty arviot vaikutusten merkittävyydestä merkittävyyoluokittain (Kuva 8-3). Itse selostuksessa puolestaan oli ARVista tuotettuja laajempia taulukoita, joissa oli sekä merkittävyyesarvioittain vertailtu vaihtoehtoja (Taulukko 3-8) että myös sanallisin kuvauksin tehty vastaava vertailu. Evaluointien perusteella taulukot ja yhteenvedot havainnollistavat ja selkiyttävät vaikutuksia. Tosin haastateltujen välillä oli eroja, sillä osa piti tekstiosuutta pitkäköhänä ja vaikeaselkoisena, kun taas osa koki, että teksti aukeaa paremmin kuin pelkkä taulukko.

Haitallinen ← → Myönteinen	Suuri	
	Kohtalainen	- Aluetalous ja työllisyys
	Vähäinen	- Ilmasto ja ilmanlaatu
	Ei vaikutusta	- Natura 2000 -alueet ja muut suojelualueet - Liikenne
	Vähäinen	- Yhdyskuntarakenne ja maankäyttö - Maa- ja kallioperä sekä vesistöt - Muu eläimistö - Varjon vilkkuminen - Turvallisuus
	Kohtalainen	- Muinaisjäännökset - Maisema ja kulttuuriympäristö - Kasvillisuus ja luontotyypit - Linnusto - Melu - Ihmisten elinolot ja asuinviihtyvyys sekä virkistyskäyttö
	Suuri	

Kuva 8-3. Esimerkki Piiparinmäen–Lammaslamminkankaan YVA-selostuksen taulukosta, jossa vaikutukset on ryhmitelty merkittävyyoluokittain (Metsähallitus/Laatumaa 2014).

8.2. Vihdin jätevesihuollon YVA

Vihdin jätevesihuollon vaihtoehtojen YVAN (Sito 2014) tavoitteena oli löytää ympäristön ja ihmisten hyvinvoinnin kannalta paras vaihtoehto Vihdin kunnan jätevesien puhdistamiselle ja vesistöön johtamiselle. Nykyisellään Vihdissä on jätevedenpuhdistamo sekä Kirkonkylässä että Nummelassa. YVAssa tarkasteltiin puhdistamotoimintojen keskittämistä Nummelan puhdistamoon tai vaihtoehtoisesti jätevesien johtamista Espoon keskuspuhdistamolle. Jätevesien purkupaikaksi tarkasteltiin kolmea vaihtoehtoista vesistöä.

Myös tämä YVA oli IMPERIAN pilottikohde, ja siinä kerättiin soveltamiskokemuksia etenkin vaikutuskaavioiden (Luku 3.3) ja vaikutusten merkittävyyden arviointikehikon (Luku 3.6) sekä ARVI-työkalun hyödyntämisestä (Luku 4.1). Hankkeessa kokeiltiin myös IMPERIAssa vaikutusten merkittävyyden luokitteluun tuotettua tukimateriaalia, jonka tavoitteena on yhdenmukaistaa eri hankkeissa ja eri vaikutusten kohdalla käytettäviä merkittävyyden arvioinnin luokitteluausteikkoja (Ikäheimo 2015).

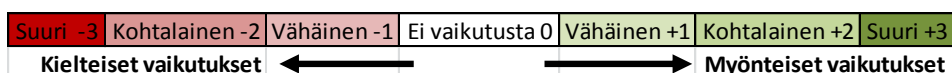
Ominaispiirteensä hankkeessa oli se, että pääosa vaikutuksista on käytön aikaisia liittyen vesistöjen tilaan. Sen sijaan rakentamisen aikaisia vaikutuksia ei juuri ole, sillä Nummelan puhdistamovaihtoehto ainoastaan uudistaisi nykyistä puhdistamoa ja Espoon vaihtoehdossakaan ei tarvitsisi rakentaa puhdistamoa, vaan ainoastaan siirtoputki. Yleisesti eräs YVAN haasteista on ollut se, että myös niitä vaikutuksia, joita ei ole katsottu olennaisiksi, on arvioitu samalla tarkkuustasolla kuin kaikkein olennaisimpia vaikutuksia. Täten

hanke toimi hyvänä testialustana sille, miten hyvin IMPERIAN vaikutusten arviointikehikko soveltuu alustavasti erityyppisiksi arvioitujen vaikutusten arviointiin.

Vesistöjen tilan osalta arviointikehikon käytöstä todettiin, että ei ole mielekästä arviota yleisesti vesistövaikutuksia, sillä vaikutukset eri vesistöissä ja vesistönosissa vaihtelivat hyvin paljon riippuen siitä, mikä on jäteveden purkupaikka. Tämän vuoksi päädyttiin siihen, että vesistö jaetaan alueisiin, ja vesistövaikutuksia arvioidaan erikseen kussakin vesialueessa IMPERIAN arviointikehikon mukaisesti. Taulukossa 8-1 on esimerkki vaikutusten merkittävyyden kuvaamisesta eri vesistöalueittain. Ratkaisu oli toimiva, sillä näin pystyttiin havainnollistamaan eroja eri vesistöalueiden välillä. Myös IMPERIAN arviointikehikon soveltamisen kannalta jako alueisiin helpotti arviointia, sillä esimerkiksi kohteen herkkyyden osalta olisi ollut vaikeaa arvioida vesistöjen herkkyyttä yhtenä kokonaisuutena. Tässä suhteessa jako alueisiin toi konkretiaa herkkyyden arviointiin.

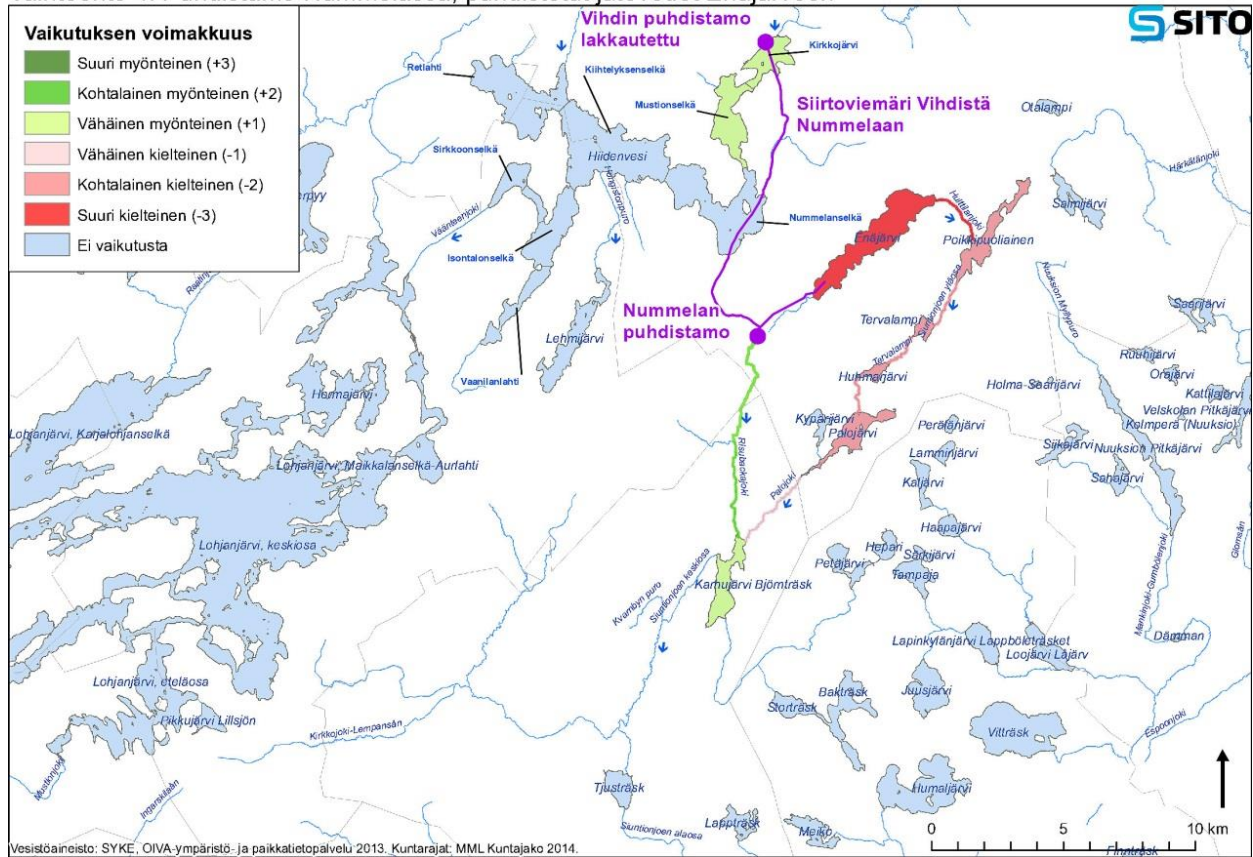
Taulukko 8-1. Vihdin jätevesihuollon YVA-hankkeen vesistövaikutusten merkittävyys ja suunta vaihtoehtoinen Siuntionjoen ja Karjaanjoen vesistöjen eri osissa (Sito 2014).

SIUNTIONJOKI	0+ 2030	VE1	VE2	VE3	VE4
Siuntionjoen vesistön yläosa					
Enäjärvi	0	0	0	0	-3
Hulttilanjoki	0	0	0	0	-3
Poikkipuoliainen	0	0	0	0	-2
Siuntionjoen yläosa	0	0	0	0	-2
Tervalampi	0	0	0	0	-2
Huhmarjärvi	0	0	0	0	-2
Palojärvi	0	0	0	0	-2
Palojoki	0	0	0	0	-1
Siuntionjoen vesistön keski- ja alaosa					
Risubackajoki	-1	+2	-1	+2	+2
Karhujärvi (Björnträsk)	0	+1	-1	+1	+1
Siuntionjoki keskiosa	0	+1	0	+1	0
Siuntiojoki, Kirkkojoen jälk.	0	0	0	0	0
Tjusträsk	0	0	0	0	0
Siuntionjoki, Tjusträskin jälk.	0	0	0	0	0
Vikträsk	0	0	0	0	0
Pikkalanjoki	0	0	0	0	0
Pikkalanlahti	0	0	0	0	0
HIIDENVESI	0+ 2030	1	2	3	4
Hiid. Kirkkojärvi	-1	+1	+1	+1	+1
Hiid. Mustionselkä	-1	+1	+1	+1	+1
Hiid. Nummelanselkä	0	0	0	-1	0
Hiid. Yhdyksennokka	0	0	0	-1	0
Hiid. Kiihkelyksenselkä	0	0	0	-1	0
Hiid. Retlahti	0	0	0	0	0
Hiid. Isontalonselkä	0	0	0	0	0
Hiid. Vaanilanlahti	0	0	0	0	0
Hiid. Sirkkoonselkä	0	0	0	0	0
Väänteenjoki	0	0	0	0	0
Lohjanjärvi	0	0	0	0	0
Mustionjoki	0	0	0	0	0
Pohjanpitäjänlahti	0	0	0	0	0



Alueittaisten taulukoiden lisäksi hankkeessa hyödynnettiin myös karttoja havainnollistamaan vaikutusten konkreettista sijoittumista eri vesistöalueilla. Kuvassa 8-4 on esimerkki vaihtoehdon 4 (Puhdistamo Nummelassa, jätevedet Enäjärveen) vesistövaikutuksista Siuntionjoen ja Karjaanjoen vesistöalueilla. Kuvat olivat hyvä lisä havainnollistamaan vaikutusten alueellista sijoittumista.

Vaihtoehto 4: Puhdistamo Nummelassa, puhdistetut jätevedet Enäjärveen



Kuva 8-4. Esimerkki vaihtoehdon 4 (Puhdistamo Nummelassa, jätevedet Enäjärveen) vesistövaikutusten havainnollistamisesta kartan avulla Siuntionjoen ja Karjaanjoen vesistöalueilla (Sito 2014).

Vesistövaikutukset ovat keskeinen tekijä hankkeessa, mutta tavallisille kansalaisille ei aina ole selvää, mihin kaikkiin asioihin esimerkiksi fosforikuormituksen lisääntyminen tai vesistön happitilanne vaikuttaa. Näiden havainnollistamiseksi kokeiltiin vaikutuskaavioiden (Luku 3.3) käyttöä kuvaamaan vaikutusten muodostumista välillisesti muista vaikutuksista (Kuvat 5-1 ja 5-2). Tämä auttoi ymmärtämään vaikutusten muodostumismekanismeja ja toimi hyvänä lisänä kuvattaessa esimerkiksi ihmisten elinoloihin vaikuttavien tekijöiden perimmäisiä syitä.

Muiden kuin vesistövaikutusten arvioinnissa hyödynnettiin myös ARVI-lähestymistapaa. Monien vaikutusten osalta oli kuitenkin jo etukäteen melko selvää, että vaikutukset eivät juuri eroa nykytilasta. Esimerkiksi puhdistamon meluvaikutukset eivät tule olennaisesti muuttumaan nykyisestä, sillä Nummelan uusi puhdistamo tulee saman rakennuksen sisälle kuin nykyinen. Näiden vaikutusten arvioinnissa ARVI-lähestymistapa (Kuva 3-8) alajaotteluineen olikin aivan liian yksityiskohtainen. Olisi ollut riittävää arvioida vain kohteen herkkyys sekä muutoksen suuruus, tai jopa pelkästään vaikutuksen merkittävyys sellaisenaan. Hankkeesta saatujen kokemusten perusteella arviointikehikko toimiikin parhaiten siten, että se mukautetaan hankkeen ominaispiirteisiin, kun taas liian kaavamainen ja orjallinen soveltaminen ei välttämättä palvele itse arviointia.

Kokonaisuutena ARVI-lähestymistavan myötä eri vaikutukset tulivat yhteismitallistettua ja perusteltua kaikki yhtä hyvin. Kehikosta oli apua etenkin viranomaisille, jotka arvioivat vaikutusarvioinnin riittävyttä. Lisäksi kehikko teki YVA-konsulttien työskentelystä järjestelmällisempää, vaikka heidän ajattelutapansa oli jo pohjiltaan samankaltainen. Tosin vaikutusten arviointia kehikolla pidettiin osin hankalana, koska kehikon käytön periaatteisiin ja termien määritelmiin on paneuduttava huolella. Vaikutusten arviointiasteikkoa toivottiin yhtenäistettävän, koska oli vaikeaa muistaa, mitä tekijää arviointiin milläkin asteikolla.

8.3. Balticconnector-maakaasuputkihankkeen YVA

Balticconnector-hankkeen YVAssa (Gasum Oy 2015) arvioitiin Viron ja Suomen välille rakennettavan maakaasuputken vaikutuksia. Myös tämä hanke oli IMPERIA-hankkeen pilottikohde. YVAN tavoitteena oli selvittää hankkeen ympäristövaikutukset koko suunnitellun maakaasuputken reitin ja siihen liittyvien toimintojen osalta. Vaikka YVA-menettely toteutettiin kummassakin maassa erikseen kansallisen lainsäädännön ohjaamana, niin molemmissa maissa pyrittiin soveltamaan yhtenäisiä arviointikäytäntöjä. Suomen YVA-menettelyssä tarkasteltiin maakaasuputken vaihtoehtoisia linjauksia Insoon vesialueilla sekä Suomen puolen avomerialueella. Hankkeen kansainvälisestä ulottuvuudesta johtuen YVA-menettelyssä noudatettiin Espoon sopimusta valtioiden rajat ylittävien ympäristövaikutusten arvioinnista. Tämän vuoksi osa hankkeesta hyödynnetyistä IMPERIAN tukimateriaalista käännettiin myös englanniksi.

Balticconnector-hankkeessa testattiin ARVI-lähestymistapaa vaikutusten merkittävyyden arviointiin (Luku 3.6) sekä ARVI-työkalua (Luku 4.1). Kehikon soveltaminen toteutettiin pääosin niiden peruseriaatteiden mukaisesti, mitä IMPERIA-hankkeessa on ajateltukin. Osatekijöiden arvoja määritettäessä hyödynnettiin merkittävyyden osatekijöiden luokittelukriteereitä (Ikäheimo 2015), jotka on muokattu IMPERIA-hankkeessa esitettyjen yleisten luokittelutaulukoiden pohjalta tähän hankkeeseen sopivaksi ja esitetty arviointiselostuksen liitteenä (Gasum Oy 2015, liite 3). Tulokset on koottu selkeisiin yhteenvetotaulukoihin (Taulukot 8-2 ja 8-3), jotka auttavat kokonaiskuvan hahmottamista.

Taulukko 8-2. Balticconnector-hankkeen YVA-raportin tiivistelmässä esitetty yhteenvetotaulukko vaihtoehtojen (VE FIN 1, VE FIN 2, RK1 ja RK2) aiheuttamien ympäristövaikutusten merkittävyydestä verrattuna nykytilanteeseen ja hankkeen toteuttamatta jättämiseen (nollavaihtoehto) (Gasum Oy 2015).

HANKKEEN YMPÄRISTÖ- VAIKUTUKSET	VE 0	RAKENTAMINEN				KÄYTTÖ			
		VE FIN 1	VE FIN 2	RK1	RK2	VE FIN 1	VE FIN 2	RK1	RK2
Merenpohja	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Vedenlaatu	0	---	---	---	---	-	-	-	-
Pohjaeläimet ja vesikasvillisuus	0	-	-	---	-	-	-	-	-
Kalasto	0	---	---	----	---	-	-	-	-
Kalastus	0	---	---	----	---	0	0	0	0
Luonnonsuojelukohteet	0	---	---	-	-	0	0	0	0
Kasvillisuus	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Linnusto	0	---	---	-	-	0	0	0	0
Muu eläimistö	0	-	-	-	-	0	0	0	0
Maa- ja kallioperä, pohjavedet	0	-	-	-	-	0	0	0	0
Melu	0	---	---	---	---	-	-	-	-
Tärinä	0	-	-	-	-	0	0	0	0
Vesiliikenne	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Maaliikenne	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Päästöt ilmaan	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Maankäyttö ja rak. ympäristö	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Maisema ja kulttuuriympäristö	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Ihmiset ja yhteiskunta	0	-	-	-	-	+	+	+	+
Luonnonvarat	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Jätteet	0	-	-	-	-	-	-	-	-

Vaikutusten merkittävyys	Erittäin suuri ++++
	Suuri +++
	Kohtalainen ++
	Vähäinen +
	Ei vaikutusta (0)
	Vähäinen -
	Kohtalainen --
	Suuri ---
	Erittäin suuri ----

Taulukko 8-3. Esimerkki taulukosta, jolla Balticconnector-hankkeessa kuvattiin arvioitujen toteutusvaihtoehtojen (VE FIN 1, VE FIN 2, RK1 ja RK2) merkittävimmät ympäristövaikutukset ja niiden merkittävyys verrattuna nykytilanteeseen ja hankkeen toteuttamatta jättämiseen (nollavaihtoehto) (Gasum Oy 2015).

HANKKEEN YMPÄRISTÖ-VAIKUTUKSET	NOLLA-VAIHTOEHTO	VE FIN 1	VE FIN 2	RK1	RK2
Merenpohja	Ei vaikutuksia.	<p>Rakentamisen vaikutus merenpohjaan on voimakkuudeltaan ja laajuudeltaan vähäistä ottaen huomioon putken rajattu alue. Vaikutuksen kesto on lyhyt ja muutoksen suuruuden voidaan katsoa olevan kaikkienensa vähäinen.</p> <p>Pohjan muokkauksen fyysisten vaikutusten voimakkuus kokonaisuudessaan Suomenlahdella on pieni, mutta rannikoiden läheisyydessä, etenkin Inכון alueella, joka on saariston rajaama, vaikutukset ovat rajoitetun ajan suurempia. Kokonaisvaikutus sielläkin on silti vähäinen. Pysyvää muutosta, jolla on ympäristöllistä merkitystä, ei aiheudu Suomen puolella.</p> <p>Merenpohja eri vaihtoehtojen alueilla on vaihtelevaa. Kuitenkin linjausten erot ovat kokonaisuudessaan sen verran pieniä, ettei niiden vaikutuksissa arvioida olevan merkittävää eroa.</p>			
Vedenlaatu	Ei vaikutuksia.	<p>Rakennusaikaisten vaikutusten suuruus arvioidaan kokonaisuutena kohtalaiseksi. Kaasuputken rakentamiseen liittyvistä merenpohjan muokkaustoiminnoista aiheutuva samennus on sekä alueellisesti että ajallisesti rajattua. Sedimenttitulosten perusteella myös riski haitallisten aineiden liukenemisesta veteen on pieni. Putken painetestin jälkeiset huuhteluvedet lisäävät haitallisten aineiden riskiä hieman mikäli siinä käytetään biosidejä.</p> <p>Putken käytön aikana aiheutuu vain hyvin lieviä vaikutuksia pohjavirtausten ja edelleen eroosiomuutosten muodossa putken lähiympäristössä. Vaikutusten suuruus ja kokonaismerkittävyys arvioidaan vähäiseksi.</p>			
		Vaikutukset ovat rakentamisen aikana suuremmat kuin vaihtoehdossa VE FIN 2. Inכון edustan rannikkoalueen mittakaavassa vaihtoehtojen eroa ei kuitenkaan voida pitää merkittävänä.	Vaikutukset ovat rakentamisen aikana pienemmät kuin vaihtoehdossa VE FIN 1. Inכון edustan rannikkoalueen mittakaavassa vaihtoehtojen eroa ei kuitenkaan voida pitää merkittävänä.	Sekä vaikutusten voimakkuus että vaikutusalueen laajuus ovat rakentamisen aikana mallinnusten perusteella paikallisesti suurempia kuin rantautumiskohdassa RK2.	Sekä vaikutusten voimakkuus että vaikutusalueen laajuus ovat rakentamisen aikana mallinnusten perusteella paikallisesti pienempiä kuin rantautumiskohdassa RK1.
Vastaavasti muut vaikutukset...			

ARVI-lähestymistavan avulla tehdyn arvioinnin tuloksia esitettäessä hyödynnettiin ARVI-työkalusta saatavia taulukoita ja kuvia. Hankkeessa on kunkin vaikutuksen kohdalla esitetty matriisi, jossa vaikutuksen merkittävyys muodostuu herkkyden ja suuruuden perusteella, mikä havainnollistaa merkittävyyden perusteluiden hahmottamista (Taulukko 8-4). Herkkyden ja suuruuden muodostuminen osatekijöistä voitaisiin myös esittää taulukkona, mutta Balticconnector-hankkeessa näin ei tehty, vaan muodostuminen on kuvattu tekstissä. Ainakin tässä hankkeessa tällainen lähestymistapa soveltui hyvin hankkeen tarkoituksiin. Tosin joidenkin vaikutusten kohdalla kehikossa käytetyn termistön käyttö sellaisenaan tekee tekstistä hieman ”kapulakielimäistä”, mihin on tulevaisuudessa syytä kiinnittää huomiota.

Taulukko 8-4. Esimerkki taulukosta, jolla Balticconnector-hankkeessa kuvattiin vaikutusten kokonaismerkittävyys rantavyöhykkeen vesikasvillisuudelle ja pohjaeläimille (A = avomerielue, R = rakentamisen aikana, K = käytön aikana) (Gasum Oy 2015).

Vaikutuksen merkittävyys		Muutoksen suuruus								
		Erittäin suuri	Suuri	Kohtalainen	Vähäinen	Ei muutosta	Vähäinen	Kohtalainen	Suuri	Erittäin suuri
Kohteen herkkyys	Vähäinen	Suuri	Kohtalainen	A/R Vähäinen	A/K Vähäinen	Ei vaikutusta	Vähäinen	Vähäinen	Kohtalainen	Suuri
	Kohtalainen	Suuri	Suuri	R RK1 Kohtalainen	R VE1, VE2, RK2 Vähäinen	K RK1, RK2, VE1, VE2 Ei vaikutusta/Vähäinen	Vähäinen	Kohtalainen	Suuri	Suuri
	Suuri	Erittäin suuri	Suuri	Suuri	Kohtalainen	Ei vaikutusta	Kohtalainen	Suuri	Suuri	Erittäin suuri
	Erittäin suuri	Erittäin suuri	Erittäin suuri	Suuri	Suuri	Ei vaikutusta	Suuri	Suuri	Erittäin suuri	Erittäin suuri

Balticconnector-hankkeen ominaispiirteinä oli, että monen vaikutuksen kohdalla rakentamisen- ja käytönaikaisten vaikutusten lisäksi myös avomerelle ja saaristoon kohdistuvat vaikutukset ovat hyvin erityyppisiä keskenään. Tämän vuoksi näiden vaikutusten kohdalla on erikseen arvioitu merkittävyys eri alueilla. Myös tämä ratkaisu näyttää toimivan ja antaa joustoa kehikon soveltamiseen, sillä ne vaikutukset, joissa alueellisia eroja ei ole, on voitu arvioida suurempina kokonaisuuksina. Tosin joidenkin vaikutusten kohdalla (esim. kalasto ja vesikasvillisuus, Taulukko 8-4) taulukko voi alkuun tuntua sekavalta siinä käytettyjen monien eri lyhenteiden vuoksi.

Toinen erityispiirre hankkeessa oli, että kaasuputken rakentamisaikaiset vaikutukset voivat olla hyvinkin lyhytaikaisia, jopa vain päiviä tai viikkoja. Kehikkoa käytettäessä vaikutuksen kesto on kuitenkin vain yksi osatekijä muiden joukossa, ja samalla kehikolla voidaan arvioida myös vaikutuksia, joiden kesto saattaa olla kymmeniä vuosia. Tämän vuoksi hyvin lyhyen ajanjakson vaikutukset voivat kehikon avulla tulla helposti arvioitua suuremmiksi kuin ne todellisuudessa ovat. Toisaalta, esimerkiksi kalastovaikutuksia arvioitaessa on otettava huomioon, että kutuaikana poikastuotantoon kohdistuva hyvinkin lyhytaikainen häiriö voi heijastua kalapopulaatioon pitkään, jolloin itse vaikutuksen kesto voi olla pidempiaikaisempi kuin varsinainen rakennustyön aiheuttama häiriö.

Myös vaikutuksen laajuuden osalta hyvin pienellä alueella esiintyvä vaikutus voi tulla helposti arvioitua suuremmaksi kuin se todellisuudessa on. Tässä suhteessa on tärkeää, että tarkastelualue rajataan oikein. Esimerkiksi tässä tapauksessa tarkastelualueen rajaaminen vaikutuksina saaristoon on riittävän laaja kokonaisuus.

Kokonaisuutena tapa, millä Balticconnector-hankkeessa sovellettiin IMPERIAssa kehitettyjä menetelmiä ja työkaluja, tuntuu toimivalta. Usein järjestelmällisten menetelmien käytössä on vaarana, että arvioinneista tulee liian raskaita. Balticconnector-hankkeessa menetelmää on kuitenkin käytetty melko joustavasti ottaen huomioon hankkeen tarpeet. Esimerkiksi soveltaen kehikkoa eri tarkkuustasolle eri vaikutusten kohdalla on voitu keskittyä olennaisimpiin vaikutuksiin. Pöyryn asiantuntijat olivat myös myötämielisiä ja avoimia soveltamaan lähestymistapaa, mikä on edellytys onnistuneelle soveltamiselle.

Kehikon käytössä oli myös haasteensa. Esimerkiksi kalojen osalta olisi ollut hyvä tehdä oma taulukko eri kalalajeille, joten arviointia jouduttiin toisaalta yhtenäistämään/vetämään yhteen ARVIN takia. Lisäksi myös tässä hankkeessa tuli ilmi, että liian orjallisesti toteutettuna lähestymistavasta voi tulla liian työläs ja sen mukauttaminen palvelemaan mielekkäästi hankkeen tavoitteita on erittäin tärkeää. Balticconnector-hankkeessa vaikutukset olivat pääosin hankkeen rakentamisaikaisia ja kestoaltaan lyhytaikaisia, ja tämän myötä vaikutusten merkittävyys tuli myös arvioitua usein hyvin vähäiseksi. Tämän myötä jopa koko vaikutusarvioinnin mielekkyys kyseenalaistettiin, ja tulevissa YVA-hankkeissa tulisi edelleen kiinnittää huomiota siihen, miten myös vähäiset vaikutukset voitaisiin arvioida mielekkäästi ja tarkoituksenmukaisesti.

Hankkeen jälkeen tehdyssä arvioinnin evaluoinnissa todettiin, että kokonaisuutena suurimpia hyötyjä IMPERIAssa kehitettyjen menetelmien ja työkalujen käytössä olivat arvioinnin yhtenäistäminen ja systemaattisuus sekä saman periaatteen soveltaminen. Lisäksi monimutkaisemmissa kokonaisuuksissa kehikko auttoi jäsentämään sisältöä. Jokainen arvioija joutui analysoimaan ja perustelevaan, miksi on päätytty mihinkin arvioon, mikä lisäsi arvioiden yhdenmukaisuutta ja vähensi subjektiivisuutta etenkin vaikutuksen merkittävyyden osalta, kun tietty alue tai asiantuntijan kokemus ei korostunut. Kokonaisuutena arvioiden vertailtavuus lisääntyi, kun kaikki sovelsivat samaa menetelmää sovitulla tavalla. Myös vaikutusarvioiteja luettaessa oli helpompi nähdä, miksi oli päädytty tiettyyn lopputulemaan, ja mikä aiheuttaa minkäkin suuruisen vaikutuksen. Erityisen hyödyllisinä nähtiin vaikutusten merkittävyyden arviointia tukemaan laaditut viitteelliset merkittävyyden luokitteluasteikot eri vaikutuksille (Ikäheimo 2015), sillä ilman näitä arviointikehikosta ei välttämättä saada täyttä hyötyä irti.

8.4. Helsingin Energian biopolttoaineiden käytön lisäämisen YVA

Helsingin Energian tavoitteena on lisätä uusiutuvien energianlähteiden käyttöä 20 %:iin vuoteen 2020 mennessä, vähentää sähkön ja lämmön tuotannon kasvihuonekaasupäästöjä 20 % vuoteen 2020 mennessä vuoden 1990 tasosta ja toteuttaa hiilineutraalia energianhankintaa vuoteen 2050 mennessä. Helsingin Energian biopolttoaineiden käytön lisäämisen YVAssa (Helsingin Energia, 2014) tarkasteltiin kahta vaihtoehtoa näiden tavoitteiden saavuttamiseksi. Vaihtoehdossa VE1 rakennetaan Vuosaaren uusi monipolttoainevoimalaitos ja vaihtoehdossa VE2 lisätään biopolttoaineiden osuutta Hanasaaren ja Salmisaaren voimalaitoksissa 40 %:iin. Suunnitelmissa olevan biomassaa ja kivihiiltä polttoaineena käyttävän monipolttoainevoimalaitoksen kaukolämpöteho olisi noin 410 MW ja sähköteho noin 240 MW. Samalla rakennettaisiin Vuosaaren ja Hanasaaren välille 12 kilometriä pitkä kallioon louhittava energiatunneli kaukolämmön siirtämiseksi koko kaupungin tarpeisiin. Vertailuvaihtoehtona VE0+ hankkeessa oli Hanasaaren ja Salmisaaren nykyisten voimalaitosten polttoaineen pitäminen kivihiilenä kuitenkin siten, että biopolttoaineiden käyttöä lisätään 5–10 %:iin ja teollisuuspäästödirektiivin edellyttämät muutokset toteutetaan.

YVAssa hyödynnettiin ARVI-lähestymistapaa vastaavaa lähestymistapaa, jossa vaikutuksen merkittävyyttä arvioidaan kohteen herkkyden ja muutoksen suuruuden perusteella. Tosin käytössä oli kolmiportainen arviointiasteikko ARVI:ssa olevan neliportaisen sijasta. Lähestymistavan läpinäkyvyyden kannalta olennaista arvioinnissa oli se, että sekä herkkyden että suuruuden arvioinnissa käytettävät kriteerit ja näiden luokitteluasteikot oli etukäteen selvästi kuvattu. Taulukossa 8-5 on esimerkkinä asteikko, jossa on vaikutuskohteen herkkyden ja muutoksen suuruuden eri tasojen kriteerit luontovaikutusten arvioinnille. Myös itse menetelmä ja se, miten vaikutuksen merkittävyys muodostuu herkkydestä ja suuruudesta oli havainnollisesti kuvattu.

Toinen ominaispiirre hankkeessa oli, että hankesuunnitelmaa muutettiin hankkeen kuluessa, kun havaittiin, että siitä voi syntyä merkittäviä haitallisia vaikutuksia. Vuosaaren voimalaitosvaihtoehdossa VE1 oli useampi mahdollinen sijoituspaikka kivihiilivarastolle (A1, A2, B). Näistä tehdyn luontovaikutusten merkittävyydsarvion perusteella vaihtoehdon sijoituspaikkavaihtoehdosta B aiheutuu kuitenkin merkittävyydeltään suurta haittaa kasvillisuudelle ja luontotyypeille (Taulukko 8-6). Täten se jätettiin pois tulevista hankesuunnitelmista mahdollisena sijoituspaikkana.

Taulukko 8-5. Vaikutuskohteen herkkyden ja muutoksen suuruuden arviointiasteikko luontovaikutuksille (Helsingin Energia, 2014).

Vaikutuskohteen herkkyystason kriteerit

Vähäinen herkkyys	Rakentamisalueella ei ole uhanalaisten lajien, direktiivilajien tai uhanalaisten luontotyyppien esiintymiä eikä metsä- tai vesilakikohteita. Rakentamisalueiden metsät ja suot ovat hakkuin ja ojituksin käsiteltyjä talousmetsiä.
Kohtalainen herkkyys	Rakentamisalueella on metsälaki- tai vesilakikohteita, mutta ei uhanalaisten lajien, direktiivilajien tai uhanalaisten luontotyyppien esiintymiä. Rakentamisalueen metsät ja suot ovat luonnontilaisen kaltaisia ja vain vähän käsiteltyjä.
Suuri herkkyys	Rakentamisalueella on metsä- tai vesilakikohteita, uhanalaisten lajien, direktiivilajien tai uhanalaisten luontotyyppien esiintymiä. Rakentamisalueen metsät ja suot ovat luonnontilaisia.

Luontovaikutusten suuruuden kriteerit

Suuri kielteinen vaikutus	Hankkeen aiheuttamat vaikutukset ovat vakavia lajistolle tai elinympäristölle: hävittää kasvupaikkoja ja elinympäristöjä. Lajisto muuttuu selvästi ja/tai heikentää merkittävästi elinympäristöä. Vaikutusten kesto hyvin pitkäaikainen tai pysyvä.
Keskisuuri kielteinen vaikutus	Hankkeen aiheuttamat vaikutukset kohtalaisia lajistolle tai elinympäristölle. Lajisto ja/tai elinympäristö muuttuvat huomattavasti, mutta palautuvat kohtalaisessa ajassa.
Pieni kielteinen vaikutus	Hankkeen vaikutukset ovat vähäisiä tai ei merkittäviä lajistolle tai elinympäristölle. Ei pitkäaikaista haittaa.
Ei vaikutusta	Vaikutuksia lajistoon tai elinympäristöihin ei aiheudu.
Pieni myönteinen vaikutus	
Keskisuuri myönteinen vaikutus	
Suuri myönteinen vaikutus	

Taulukko 8-6. Vaikutuksen merkittävyyden arviointi herkkyden ja suuruuden perusteella (Helsingin energia, 2014). Vaihtoehdossa VE1 kivihiilen sijoituspaikkavaihtoehdon B kielteiset vaikutukset todettiin merkittävyydeltään suuriksi, millä perusteella se jätettiin pois tulevista hankesuunnitelmista mahdollisena sijoituspaikkana.

Vaikutusten merkittävyys, VE1 sijoituspaikkavaihtoehdo B

	Suuri vaikutus	Keskisuuri vaikutus	Pieni vaikutus	Ei vaikutusta	Pieni vaikutus	Keskisuuri vaikutus	Suuri vaikutus
Vähäinen herkkyys	Kohtalainen	Vähäinen	Vähäinen	Ei merkitystä	Vähäinen	Vähäinen	Kohtalainen
Kohtalainen herkkyys	Suuri	Kohtalainen	Vähäinen	Ei merkitystä	Vähäinen	Kohtalainen	Suuri
Suuri herkkyys	B	Suuri	Kohtalainen	Ei merkitystä	Kohtalainen	Suuri	Suuri

Vaikutus on kielteinen ja merkittävyydeltään suuri. Rakentaminen pirstoo yhtenäistä metsäaluetta ja kaventaa linnuston elinympäristöjä. Elinympäristöjen menetys tapahtuu rakentamisaikana, mutta vaikutus on luonteeltaan pysyvä. Melu voi aiheuttaa häiriövaikutuksia linnustolle sekä rakentamisen että toiminnan aikana.

Vaikutukset kohdistuvat erittäin uhanalaiseksi luokiteltuun luontotyyppiin. Osa uhanalaisesta luontotyyppiä jää rakentamisen alle ja osaan kohdistuu kuivumisvaikutuksia. Luontotyyppiin on aiheutunut kuivumisvaikutuksia jo aiemmista sataman rakennustoimista, eikä alue täytä luonnonsuojelulain mukaiselle suojellulle luontotyyppille asetettuja kriteereitä.

Taulukossa 8-7 esitettiin yhteenveto vaikutusten merkittävyyden arvioinnin tuloksista siten, että rakentamisen ja toiminnan aikaiset vaikutukset olivat samassa taulukossa. Taulukon perusteella voidaan todeta, että uuden suuren voimalaitoksen rakentaminen uuteen paikkaan (VE1) aiheuttaa aina ympäristövaikutuksia rakentamiskohteessa ja sen lähialueella. Vaihtoehto VE1 vapauttaa kuitenkin samalla Hanasaaresta alueita muuhun maankäyttöön, mikä näkyy taulukossa useina Hanasaaren kohdistuvina myönteisinä vaikutuksina. Paikallisesti merkittäviä suuria haitallisia on arvioitu syntyvän ainoastaan, jos vaihtoehdossa VE 1 kivihiilen käyttövarasto sijoitettaisiin sijoitusvaihtoehdon B mukaisesti.

Taulukko 8-7. Tiivistelmä tarkasteltujen vaihtoehtojen merkittävydestä (Helsingin energia 2014).

V = Vuosaaressa

H = Hanasaressa

S = Salmisaressa

A1 = Kivihiilivarasto Satamatien länsipuolella, junien ja autojen purku junaradan koillispuolelle

A2 = Kivihiilivarasto Satamatien länsipuolella, vain junien purku junaradan koillispuolella

B = Kivihiilivarasto junaradan koillispuolella

100B = 100 % bio

80B = 80 % bio

100K = 100 % kivihiili

Vaikutuksen merkittävyyden asteikko

Suuri kielteinen	Kohtalainen kielteinen	Vähäinen kielteinen	Ei merkittäviä muutoksia	Vähäinen myönteinen	Kohtalainen myönteinen	Suuri myönteinen
------------------	------------------------	---------------------	--------------------------	---------------------	------------------------	------------------

		VE1			VE2			VE0+		
GLOBAALIT VAIKUTUKSET		100B	80B	100K						
Ilmasto	toiminta									
PAIKALLISET VAIKUTUKSET										
Ilmanlaatu	rakentaminen	V	H	S	V	H	S	V	H	S
	toiminta	V	H	S	V	H	S	V	H	S
Pintavedet	rakentaminen	V	H	S	V	H	S	V	H	S
	toiminta	V	H	S	V	H	S	V	H	S
Kalasto	rakentaminen	V	H	S	V	H	S	V	H	S
	toiminta	V	H	S	V	H	S	V	H	S
Sedimentti	rakentaminen	V	H	S	V	H	S	V	H	S
	toiminta	V	H	S	V	H	S	V	H	S
Maa- ja kallioperä	rakentaminen	V	H	S	V	H	S	V	H	S
	toiminta	V	H	S	V	H	S	V	H	S
Pohjavesi	rakentaminen	V	H	S	V	H	S	V	H	S
	toiminta	V	H	S	V	H	S	V	H	S
Kasvillisuus ja eläimistö	rakentaminen	A1 A2 B	H	S	V	H	S	V	H	S
	toiminta	A1 A2 B	H	S	V	H	S	V	H	S
Luonnonsuojelualueet	rakentaminen	A1 A2 B	H	S	V	H	S	V	H	S
	toiminta	V	H	S	V	H	S	V	H	S
Maankäyttö	rakentaminen	V	H	S	V	H	S	V	H	S
	toiminta	V	H	S	V	H	S	V	H	S
Maisema ja kulttuuriperintö	rakentaminen	V	H	S	V	H	S	V	H	S
	toiminta	V	H	S	V	H	S	V	H	S
Liikenne	rakentaminen	V	H	S	V	H	S	V	H	S
	toiminta	V	H	S	V	H	S	V	H	S
Melu	rakentaminen	A1 A2 B	H	S	V	H	S	V	H	S
	toiminta	A1 A2 B	H	S	V	H	S	V	H	S
Sosiaaliset vaikutukset	toiminta	V	H	S	V	H	S	V	H	S
Elinkeinoelämä	rakentaminen	V	H	S	V	H	S	V	H	S
	toiminta	V	H	S	V	H	S	V	H	S
Riskit	rakentaminen	V	H	S	V	H	S	V	H	S
	toiminta	V	H	S	V	H	S	V	H	S

Kokonaisuutena järjestelmällinen lähestymistapa edesauttoi merkittävästi vaihtoehtojen vertailua ja laajan selostusaineiston hallitsemista. Hanke palkittiin myös Hyvä YVA -palkinnolla, ja palkinnon perusteluissa kiiteltiin muun muassa sitä, että massiivisesta aineistosta huolimatta YVA-selostus oli kuitenkin havainnollinen ja rakenteeltaan selkeä. Perusteluissa tuotiin esiin myös panostus merkittävyyden arviointiin, jossa käytetty menettelytapa oli ensin kuvattu yleisesti, jonka jälkeen vaikutusten merkittävyys oli perustellen arvioitu jokaiselle vaikutuskokonaisuudelle ja esitetty raportissa yhdenmukaisesti.

8.5. Oulun varavedenhankinnan vaihtoehtotarkastelu

Oulun vedenhankinnan monitavoitearviointi -hanke (Rantala ym. 2014) liittyy kaupungin tavoitteeseen turvata vesihuolto tilanteessa, jossa Oulujoen nykyinen päävesijärjestelmä on mahdollisesti pois käytöstä. Vedenhankinnan varmistamiseksi kaupunki selvitti uudestaan keskusteluissa vaihtoehtoina olleita eri pohjavesiratkaisuja, pintaveden ottoa lijoesta sekä hajautettuja ratkaisuja. Arvioinnissa selvitettiin vedenhankintaan liittyvät tavoitteet, vaihtoehdot ja vaikutukset ja sen toteutuksessa hyödynnettiin monitavoitearvioinnin periaatteita (Luku 2) sekä varsinaisena vaihtoehtojen vertailumenetelmänä arvopuuanalyysiä (Luku 3.8). Hanke ei siis varsinaisesti ollut YVA-hanke, vaikka Viinivaaran pohjavesivaihtoehdolle olikin tehty YVA jo aiemmin. Hankkeessa toteutetun arvioinnin tyyppistä vaihtoehtojen vertailua voitaisiin kuitenkin hyvin soveltaa myös YVA- ja SOVA-hankkeissa.

Helmikuussa 2014 käynnistynyt monitavoitearviointi kokosi Oulun kaupungin päättäjiä, viranomaisia, asiantuntijoita ja paikallisia ihmisiä yhteen arvioimaan eri vaihtoehtoja. Monitavoitearvioinnin toteutti Oulun yliopisto osin Suomen Akatemian vesitutkimusohjelman (AQVI-hanke) ja osin IMPERIA-hankkeen tutkimusrahoituksella. Hanke oli myös yksi IMPERIA-hankkeen minipilottihankkeista. Koska Oulun vedenhankinnan kysymys jakaa mielipiteitä, keskustelu avattiin vedenhankinnan tavoitteista, vaihtoehdoista ja niihin liittyvistä kiistakysymyksistä. Tutkimusryhmä tuki päätöksentekoa ja oli arvioinnin neutraali välittäjä.

Hanke muodostui seuraavista vaiheista:

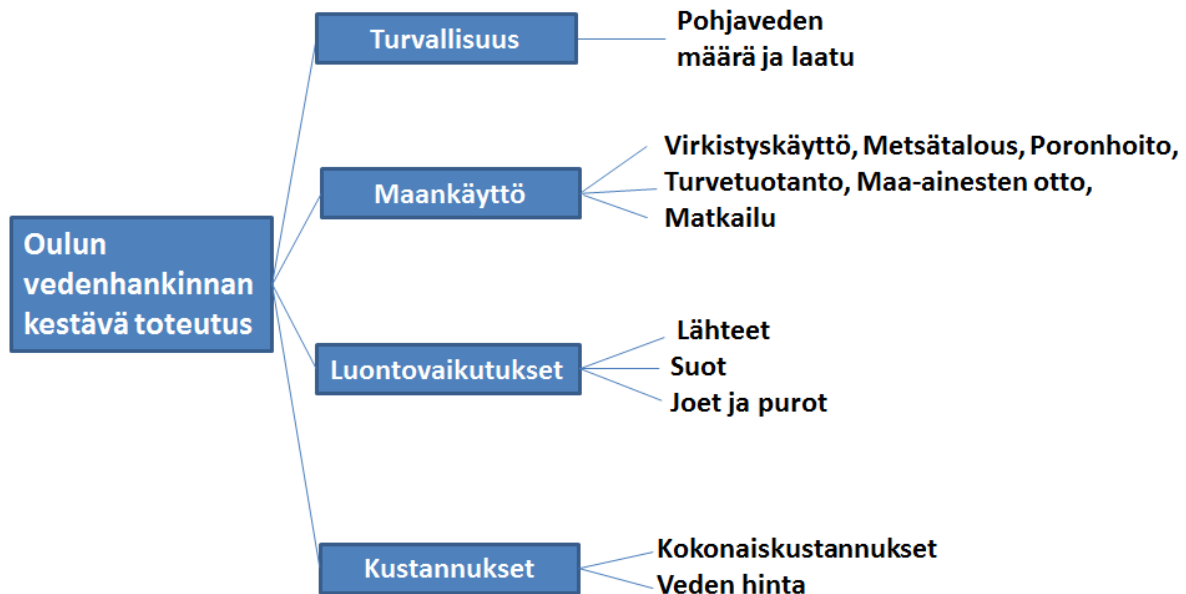
1. Käytiin läpi selvitykset ja taustatieto eli jäsennettiin alkutilanne. Tässä vaiheessa selvitettiin myös, keitä asia koskee eli eri osapuolet.
2. Sovittiin hankkeen tavoitteista ja kriteereistä (arviointitekijöistä), joilla vaihtoehtoja arvioidaan. Vaihtoehdot muokattiin ja rajattiin yhdessä päätöstukiryhmän kanssa.
3. Arvioitiin vaihtoehdot sovittujen kriteerien suhteen asiantuntijoiden kanssa ja kirjallisuuden avulla. Vaikutuksista keskusteltiin päätöstukiryhmässä ja ryhmä painotti eri vaikutusten merkittävyydet kysymyslomakkeessa.
4. Analysoitiin vastaukset, muodostettiin näkökulmat, mallinnettiin preferenssit sekä esiteltiin tulokset päätöstukiryhmälle ja laajemmalle yleisölle.

Oulun vedenhankinnan tavoitteet selvitettiin sidosryhmien ja asiantuntijoiden haastatteluilla (yli 50 kpl) sekä valtuustoryhmiin kohdistetulla internet-kyselyllä (n. 50 vastausta). Yleisötilaisuuksilla edistettiin julkista keskustelua aiheesta. Kahdenkeskisiin tapaamisiin asiaan paneutuneiden päättäjien kanssa panostettiin ja niiden merkitys oli oppimisen ja tiedonvälityksen kannalta suuri. Tärkeimmiksi tavoitteiksi muodostuivat turvallisuuden parantaminen ja kielteisten luonto- ja maankäytön vaikutusten sekä kustannusten minimoiminen.

Keskeisessä roolissa monitavoitearvioinnissa olivat päätöstukiryhmän kokoukset, jossa päättäjät ja asiantuntijat yhdessä keskustelivat mm. tavoitteista ja arvioivat vaihtoehtoja. Kokouksien ohessa tehtiin haastatteluja ja järjestettiin muita tilaisuuksia, joissa taustatietoa kerättiin, tarkistettiin ja arvioitiin, ja joka tuotiin päätöstukiryhmän kokouksiin siltä osin kuin sillä oli merkitystä vaihtoehtojen arvioinnin kannalta. Kyseessä oli jatkuva kaksisuuntainen oppimisprosessi ja vuoropuhelu. Monitavoitearvioinnin etenemisestä tiedotettiin nettisivuilla (<http://www.oulu.fi/thule/vesiarviointi> ja <http://www.facebook.com/vesiarviointi>), paikallislehdissä sekä sähköpostilistan avulla.

Arviointikriteerit, joilla tavoitteiden toteutumista arvioitiin, muodostettiin asiantuntijatyönä ja niistä sovittiin yhdessä päätöstukiryhmässä. Osa arviointikriteereistä jätettiin pois päätöksenteon kannalta

vähäisen merkityksen vuoksi ja koska arvioidut kriteerit eivät muodostaneet eri vaihtoehtojen välille keskinäisiä eroja. Näin monitavoitearviointi saatiin pidettyä päättäjille ymmärrettävänä ja helposti lähestyttävänä. Tavoitteista ja arviointikriteereistä tehtiin puumalli, jota hyödynnettiin keskustelussa ja tiedotuksessa (Kuva 8-5).

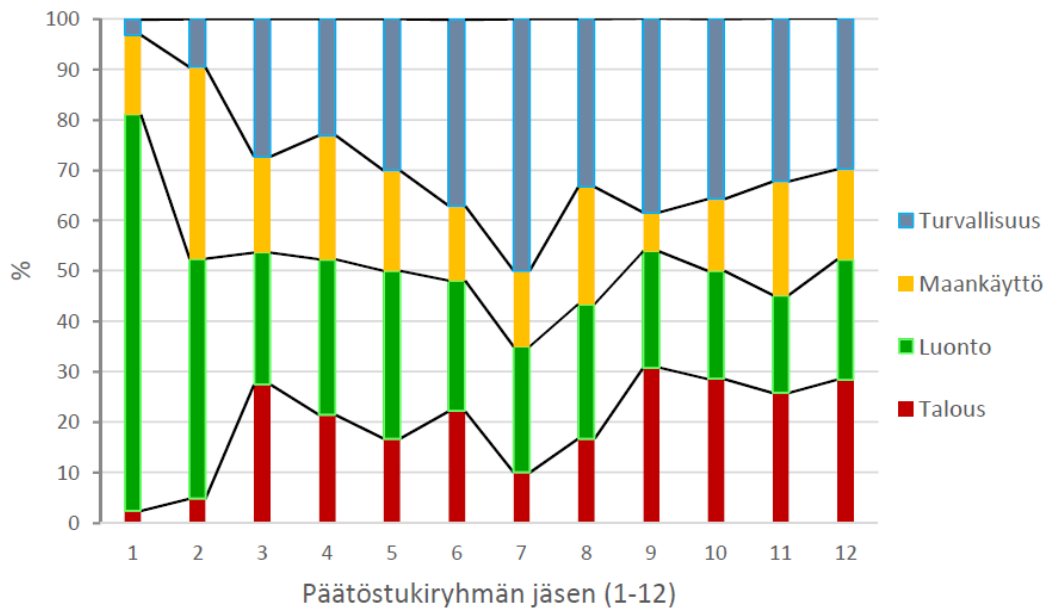


Kuva 8-5. Vaihtoehtojen arviointikriteerit Oulun vedenhankinta -hankkeessa (Rantala ym. 2014).

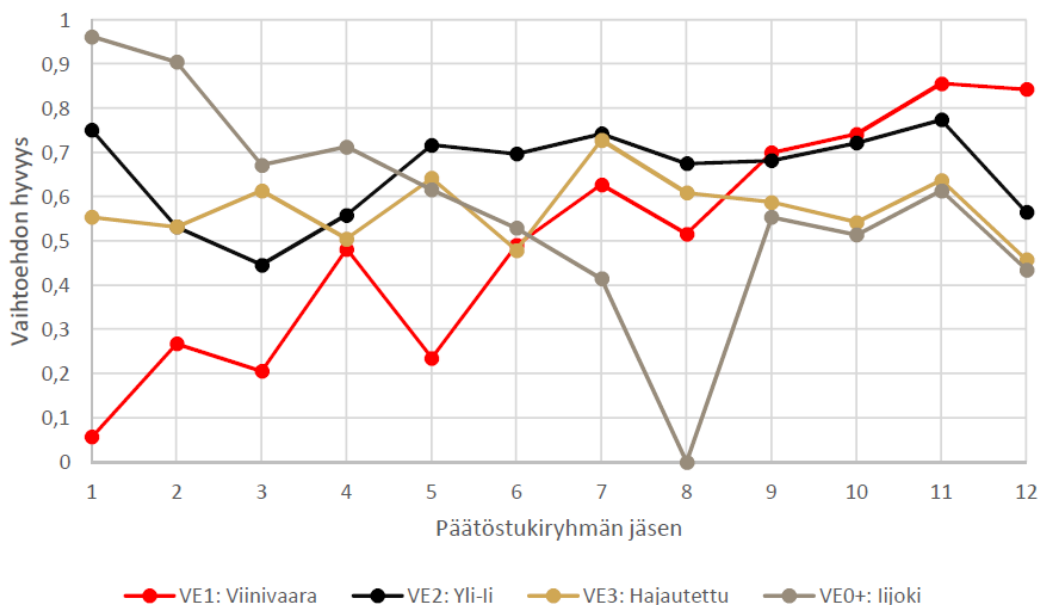
Myös arvioitavia vaihtoehtoja määrittäessä päätöstukiryhmä oli keskeisessä roolissa. Vaihtoehtoja oli aluksi seitsemän, joista vaikutusmatriisia (Luku 3.5) hyödyntäen karsittiin alustavasti neljä pois. Lopulliseen arviointiin vaihtoehtoiksi otettiin Yli-lin, Viinivaaran ja Oulun lähialueista koostuvat pohjavesialueet sekä lijoen pintavesivaihtoehto. Määrältään vaihtoehdot mitoitettiin noin kolmasosaan Oulun kantakaupungin vedenkulutuksesta, sillä kyseessä ei ole päävesijärjestelmä, vaan poikkeustilanteessa veden riittävyyden takaava sekajärjestelmä. Vaihtoehdot arvioitiin sovittujen kriteerien suhteen asiantuntijoiden kanssa hyödyntäen Arvi-työkalua. Arvioiduista vaikutuksista keskusteltiin päätöstukiryhmässä ja lopuksi päätöstukiryhmä sai painottaa eri vaikutusten merkittävyyksiä tätä varten laaditussa kysymyslomakkeessa.

Päätöstukiryhmän vastaukset analysoitiin Web-HIPRE -työkalua (Luku 4.2) apuna käyttäen. Paras vaihtoehto muodostui siitä, kuinka hyvin se toteutti annettuja tavoitteita (asiantuntija-arvio), miten päätöstukiryhmän jäsenet painottivat eri tavoitteiden ja vaihtoehtojen vaikutusten merkittävyyttä ja miten vaihtoehtojen epävarmuudet saatiin hallintaan.

Tarkastelussa arvioitiin vaihtoehtojen paremmuutta kolmesta erilaisesta näkökulmasta. Tulosten havainnollistamiseen hyödynnettiin erityyppisiä kuvaajia. Esimerkiksi kunkin päätöstukiryhmän jäsenen eri ylätasoinen tavoitteille antamat painot (Kuva 8-6) ja näillä saadut vaihtoehtojen kokonaisarvot (Kuva 8-7) esitettiin ryhmän tilaisuudessa. Niiden perustella keskusteltiin ongelmaan liittyvistä tavoitteista ja niitä koskevista eri näkemyksistä.

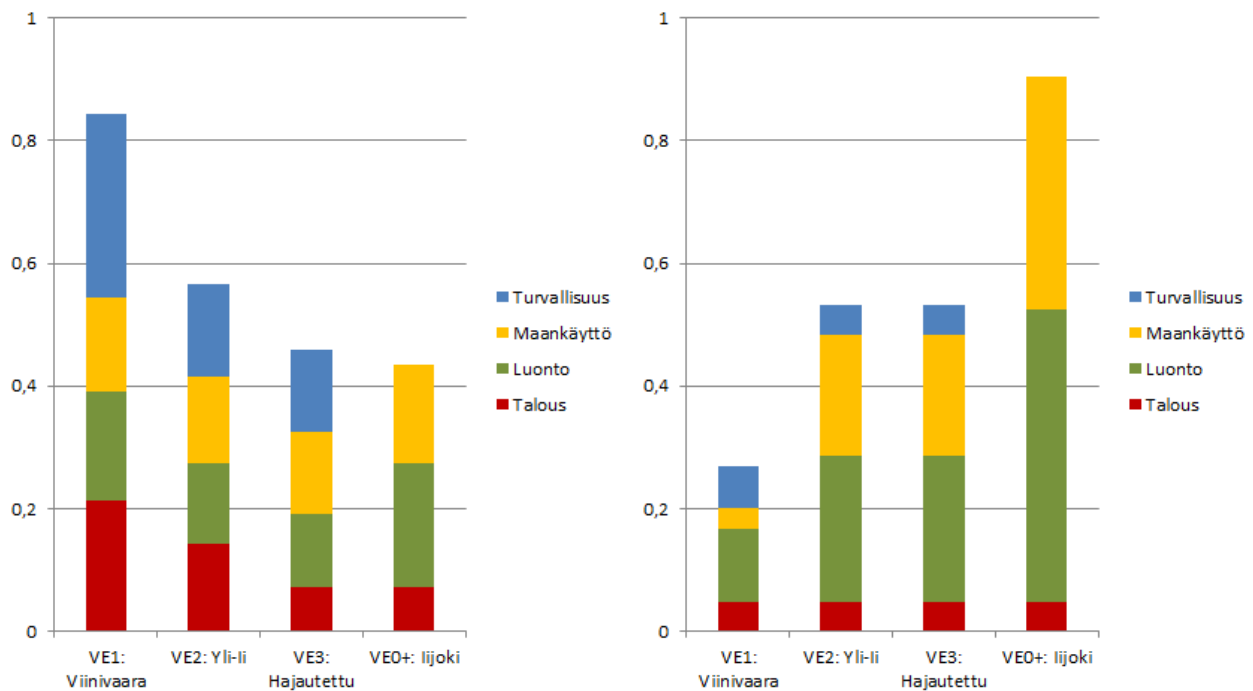


Kuva 8-6. Päätöstukiryhmän jäsenten antamat painot arviointipuussa olleille yltäason tavoitteille (Rantala ym. 2014).



Kuva 8-7. Päätöstukiryhmän jäsenten painoituksilla saadut vaihtoehtojen kokonaisarvot (Rantala ym. 2014).

Päätöstukiryhmän jäsenten tavoitteille antamien painojen perusteella tunnistettiin myös kolme eri näkökulmaa: 1) Turvallisuutta ja taloutta painottava, 2) Turvallisuutta ja maankäyttöä painottava sekä 3) Turvallisuutta luonto huomioiden painottava näkökulma (Kuva 8-8). Näin saadut tulokset kuvaavat sitä, kuinka hyvin vaihtoehdot toteuttavat päätöstukiryhmän vastaajien tavoitteita ja arvoja. Monitavoitearvioinnin perusteella yksikään vaihtoehto ei noussut yksiselitteisesti parhaimmaksi vaihtoehdoksi. Sen sijaan arvojen integroiminen vaihtoehtojen paremmuusvertailuun toi esille arvostuserot sekä eri vaihtoehtojen hyvät ja huonot puolet ja teki näin päätöksenteosta läpinäkyvää.



Kuva 8-8. Web-HIPRE-mallilla lasketut vaihtoehtojen hyvyysarvot Turvallisuus ja talous -näkökulmasta (vas.) sekä Luonto ja maankäyttö -näkökulmasta (oik.) (Rantala ym. 2014).

Kokonaisuutena monitavoitearviointi soveltui hankkeen jälkeen päätöskiryhmälle tehdyn kyselyn perusteella hyvin kunnallisen päätöksenteon tukemiseen ja tarjosi riittävästi tietoa päätöksen tekemiseen. Esimerkiksi yli 70 % vastaajista oli täysin tai jokseenkin samaa mieltä väitteestä ”Monitavoitearviointi soveltuu hyvin kunnallisen päätöksenteon tukemiseen vaikeissa kysymyksissä”. Lisäksi kukaan ei ollut täysin eri mieltä ja vain alle 10 % oli jokseenkin eri mieltä tästä väitteestä. Monitavoitearvioinnin suurimpia hyötyjä oli, että se nosti aidosti esille erilaisia vaihtoehtoja ja auttoi vaihtoehtojen vertailussa. Osa vastaajista kertoi jopa muuttaneen kantaansa tämän perusteella. Lisäksi kun on pakko valita joku vaihtoehto, niin kukaan ei voinut heittäytyä vain vastustamaan, vaan kaikkien täytyi aktiivisesti pohtia parasta vaihtoehtoa kokonaisuus ja eri näkökulmat huomioiden.

Vaikka itse monitavoitearviointi toteutettiin puolueettoman tahon eli Oulun yliopiston toimesta, niin lähtötiedoissa jouduttiin osin nojautumaan hankkeen omistajan eli Oulun Veden sekä konsulttina toimineen Pöyryn selvityksiin. Tämä nosti osin epäilyitä lähtötietojen puolueettomuudesta. Myös riskien hallintaan eri vaihtoehtoisissa toivottiin selkeyttä, ja tässä suhteessa monitavoitearviointia tukemaan voi olla hyvä soveltaa myös riskienhallinnan menetelmiä.

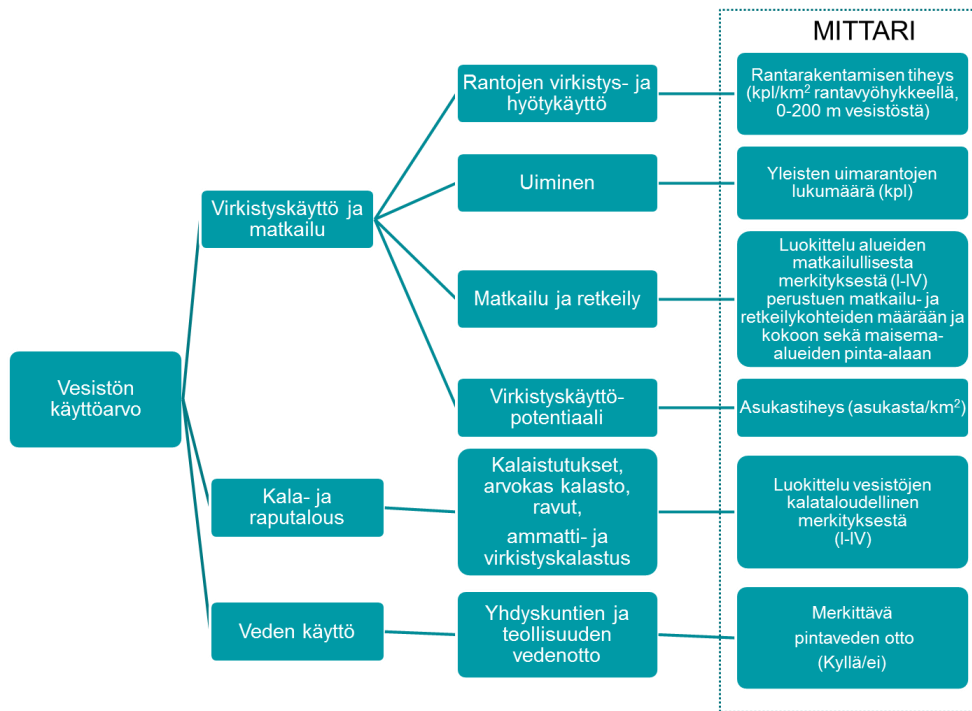
8.6. Etelä-Pohjanmaan turvetuotannon vesistövaikutusriskien arviointi

Selvityksen tavoitteena oli arvioida turvetuotannon vesistövaikutusriskiä Etelä-Pohjanmaan maakunnan alueella aikavälillä 2012–2040 (Etelä-Pohjanmaan liitto 2014). Selvitys oli osa Etelä-Pohjanmaan liiton käynnistämää soiden käyttöä ohjaavaa vaihemaakuntakaavan laadintaa, jonka tavoitteena on sovittaa yhteen soiden käytön ja suoluonnon sekä vesistöjen suojelun tarpeet. Maakuntahallitus on Etelä-Pohjanmaan III vaihemaakuntakaavassa asettanut tavoitteeksi osoittaa turvetuotantoon soveltuvia uusia alueita 15 000 ha. Selvityksessä tarkasteltiin 454 mahdollista uutta turvetuotantoaluetta, joiden koko vaihteli välillä 20–670 ha ja yhteenlaskettu pinta-ala oli noin 26 205 ha. Työssä toteutettu monitavoitearviointi oli yksi IMPERIAN minimipilottikohteista. Sen käytännön toteutuksesta vastasi WSP Finland SYKEN toimiessa monitavoitearvioinnin ohjaajana ja asiantuntijana.

Monitavoitearvioinnin tavoitteena oli eri vesistöalueille kohdistuvien haittariskien erojen selvittäminen. Arviointia tukemaan perustettiin sidosryhmien edustajista arviointiryhmä, jonka tehtävänä oli nostaa esiin

keskeiset arviointikriteerit, arvioida käytettyjä mittareita sekä tuoda paikallistuntemusta arviointiin. Vaikutusten arviointi toteutettiin monitavoitteisella arvopuuanalyysillä (Luku 3.8).

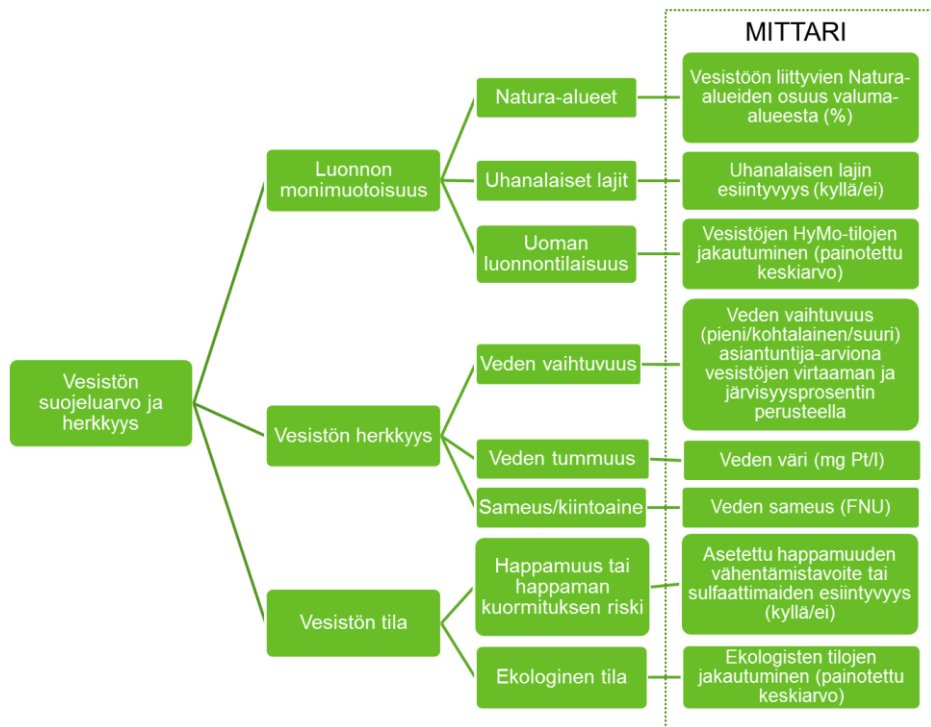
Arvopuuanalyysissä käytetyn arviointipuun laadinta oli monivaiheinen ja iteratiivinen prosessi. Se toteutettiin yhteistyössä hankkeen arviointiryhmän kanssa. Arviointiryhmän ensimmäisessä työpajassa esiteltiin konsultin laatima alustava arviointipuuluonnos, jota muokattiin käytyjen keskustelujen perusteella Etelä-Pohjanmaan tilanteeseen sopivaksi. Arviointipuuta muokattiin kriteeritiedon keräysvaiheessa sopimaan paremmin sekä arviointiryhmän että sen alatyöryhmien seuraavissa kokouksissa. Lopullisessa arviointipuussa vesistövaikutusriskin päähaaroina olivat valuma-alueiden vesistöjen käyttöarvot (Kuva 8-9) sekä vesistöjen suojeluarvot ja herkkyys muutoksille (Kuva 8-10).



Kuva 8-9. Arviointipuun ensimmäinen vesistöjen käyttöarvoihin liittyvä päähaara (Etelä-Pohjanmaan liitto 2014).

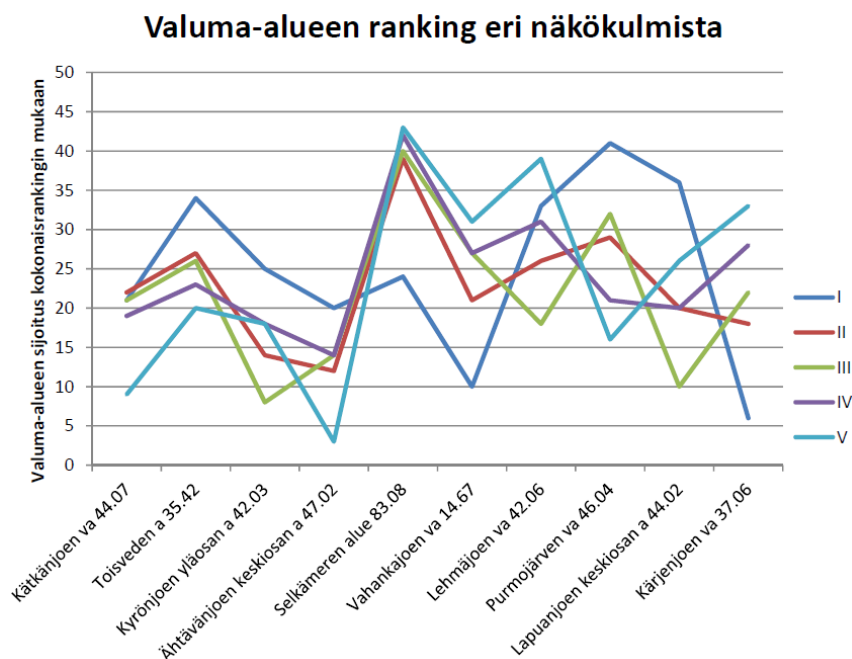
Tarkastelukohteina arvioinnissa olivat toisen jakovaiheen valuma-alueet, joilla oli turvevaraselvitysten perusteella tietyillä kriteereillä tuotantokelpoisiksi todettuja soita. Kaikkiaan tarkasteltavia alueita oli 48, jotka arvioitiin kaikkien arviointipuussa esitettyjen mittarien perusteella. Osa arviointitekijöistä pystyttiin arvioimaan hyödyntämällä suoraan eri tietokannoista löytyvää mittaritietoa, mutta osassa hyödynnettiin asiantuntija-arvioita ja myös paikallista tietoa.

Valuma-alueiden vesistövaikutusriskien kokonaisarvion määrittämiseksi eri arviointitekijöitä painotettiin niiden tärkeyden mukaan. Tekijöille annettavat painot riippuvat kuitenkin katsantokannasta, sillä vesistöjen eri käyttö- ja suojeluarvoihin liittyvät arvostukset ovat subjektiivista. Näiden havainnollistamiseksi arvioinnissa muodostettiin viisi erilaista näkökulmaa, jotka eroavat toisistaan tavoitteille annettujen painojen suhteen: i) Luontoarvoja ja herkkyyttä painottava, ii) Sekä käyttöarvoja että luontoarvoja ja herkkyyttä painottava, iii) Käyttöarvoja painottava, iv) Sekä käyttöarvoja että luontoarvoja ja herkkyyttä painottava, mutta ongelmallisimmat kriteerit poisjättävä, ja v) Turvetuottajien arvoja painottava näkökulma. Näkökulmien muodostamisen perustana olivat arviointiryhmän työpajassa ryhmätöinä käyttö- ja suojeluarvoille määritetyt tärkeys-painot sekä näiden perustelut. Näkökulmia täydennettiin asiantuntijatyönä, jolloin myös lisättiin kaksi uutta näkökulmaa, jotka toivat tarkasteluun asioita, jotka muuten olisivat jääneet huomioimatta. Asiantuntijatyössä näkökulmia myös kärjistettiin hieman, sillä tavoitteena ei niinkään ollut kuvata keskimääräistä sidosryhmän edustajaa, vaan sitä, kuinka erilaisia näkemyksiä asiasta voi olla. Tämä täytyi toki ottaa huomioon myös tulosten tarkastelussa, eli tulokset kuvaavat herkkyyksanalyysimäisesti sitä, millainen lopputulos voisi olla, jos arvioijan näkemys asiasta olisi painojen mukainen.

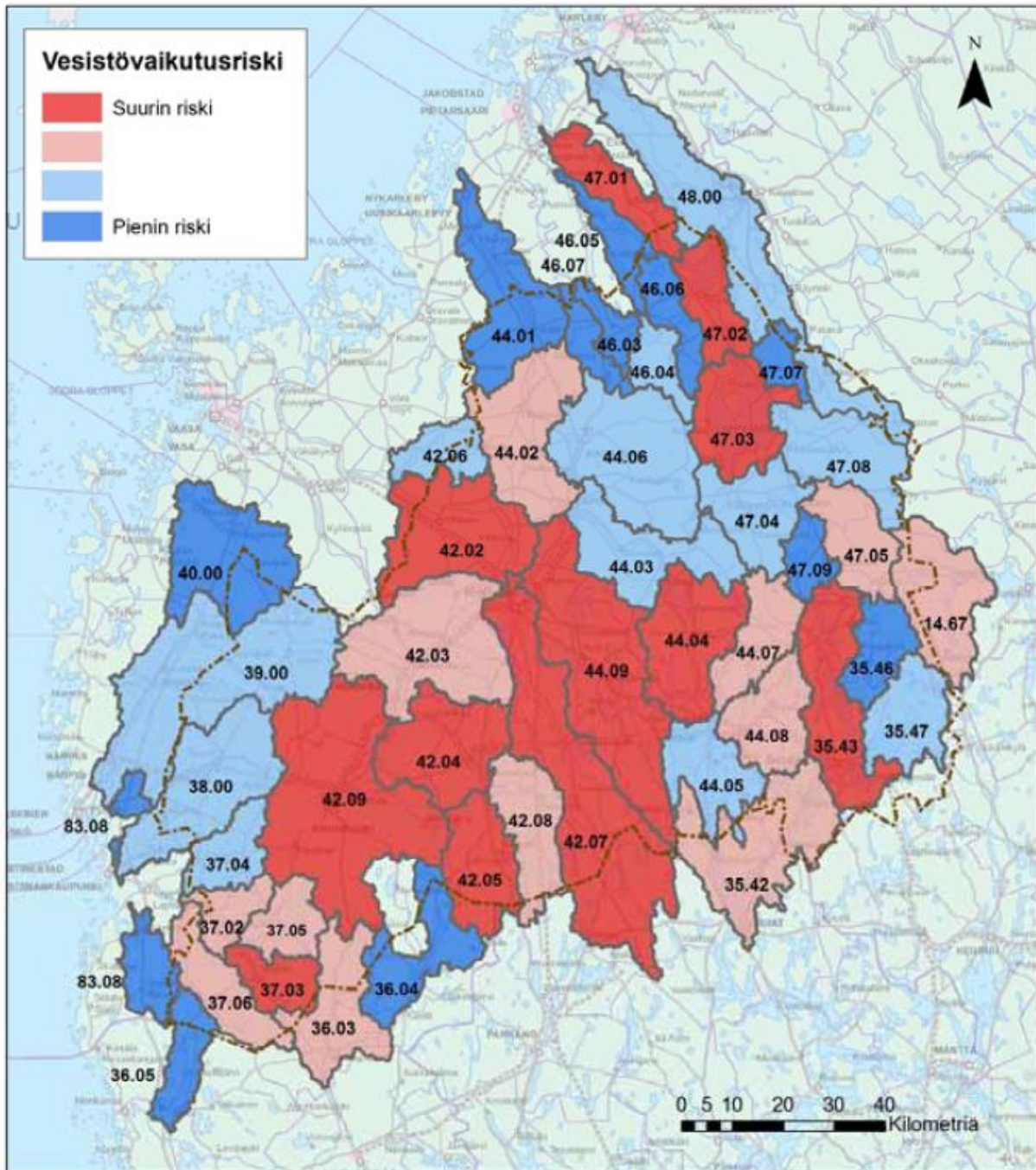


Kuva 8-10. Arviointipuun toinen vesistöjen suojeluarvoihin ja herkkyteen liittyvä päähaara (Etelä-Pohjanmaan liitto 2014).

Tulokset esitettiin havainnollistamalla eri näkökulmilla saatuja kokonaisarvioita vesistövaikutusriskeille eri valuma-alueilla. Esimerkiksi kuvassa 8-11 on esitetty kokonaisriskit kymmenelle valuma-alueelle, joissa arvioitu riski vaihteli eniten eri näkökulmissa. Kuvassa 8-12 puolestaan on esitetty valuma-alueiden keskimääräiset arvioidut vesistövaikutusriskit kokonaisuudessaan luokiteltuna neljään eri riskiluokkaan siten, että kuhunkin tulee 12 valuma-aluetta. Arviointitapa on näin ollen suhteellinen, joten sen pohjalta ei voida suoraan todeta, mitkä alueet soveltuvat turvetuotantoon. Etenkin suurimman riskin alueilla on kuitenkin syytä kiinnittää erityisesti huomiota siihen, kuinka turvetuotantoon osoitettavat suot ja riskitekijät sijoittuvat toisiinsa nähden.



Kuva 8-11. Kymmenen valuma-aluetta, joiden sijoitus kokonaisriskien paremmuusjärjestyksessä vaihteli eniten eri näkökulmissa I–V (Etelä-Pohjanmaan liitto 2014).



Kuva 8-12. Arvioidut vesistövaikutusriskit kokonaisuudessaan esitettynä valuma-alueittain jaoteltuna siten, että kussakin väri-luokassa 12 valuma-aluetta (Etelä-Pohjanmaan liitto 2014).

Arviointi toteutettiin turvetuotannon vesistövaikutusriskien selvittämiseksi, mutta tuloksia voidaan hyödyntää myös arvioitaessa muiden uusien kuormituslähteiden aiheuttamaa vesistövaikutusriskiä. Käytetty menetelmä soveltui hyvin tämäntyyppiseen arviointiin, ja etenkin karttakuvat havainnollistivat erityyppisten vaikutusten esiintymistä eri valuma-alueilla. Menetelmä soveltaminen vaatii kuitenkin paljon paikkatietoa eri tekijöiden alueellisista vaikutuksista, mutta tässä tapauksessa sitä oli hyvin saatavilla. Paikkatietoa hyödynnetään nykypäivänä yhä enemmän eri yhteyksissä ja myös paikkatietoa hyödyntävät monitavoitearvioinnin sovellukset ovatkin viime aikoina lisääntyneet nopeasti (esim. Geneletti ja van Duren 2008, Uribe et al. 2014, Jelokhani-Niaraki ja Malczewski 2015).

8.7. Lapuanjoen vesistöalueen tulvariskien hallintasuunnitelman SOVA

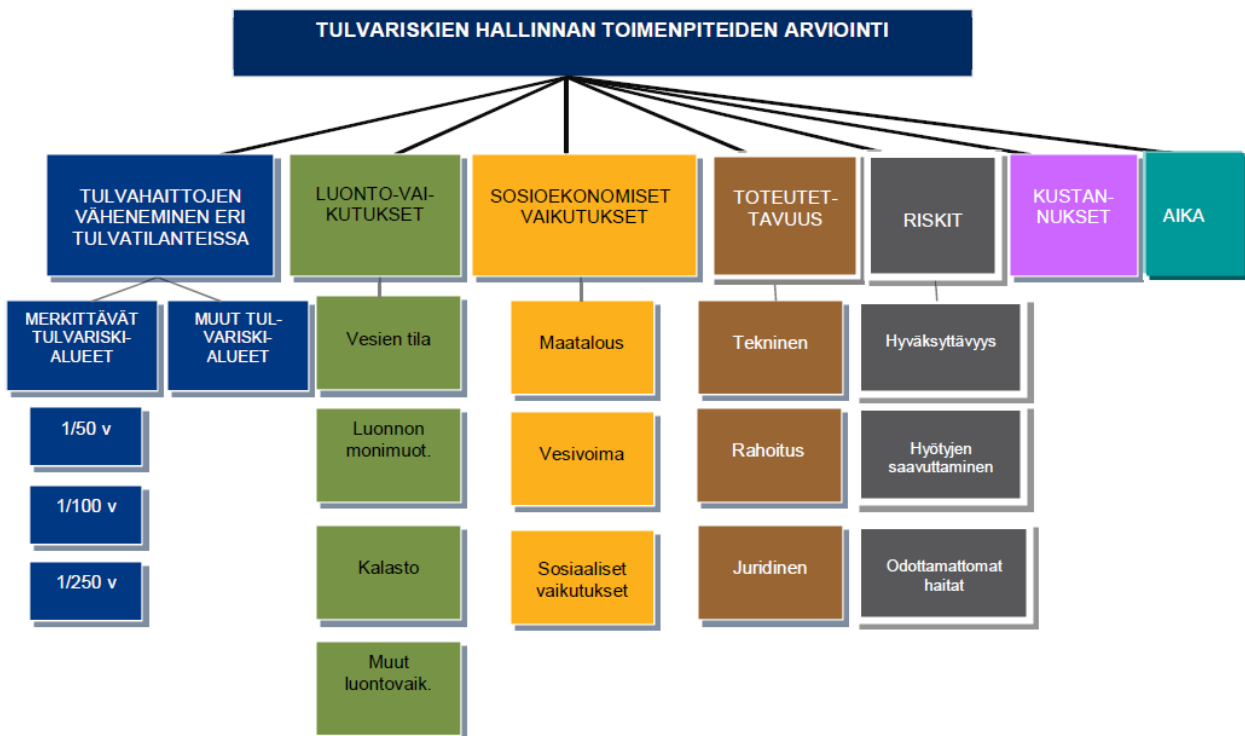
Lapuanjoki on tyypillinen tulville altis Pohjanmaan joki, jonka jokivarsien tulvaherkkyyteen vaikuttaa muun muassa maaston tasaisuus, vähäjärvisyys ja maankäyttö. Alue on yksi Suomen 21 merkittävästä tulvariskialueesta. Vesistöalueelle on laadittu vuosina 2012–2014 ehdotus tulvariskien hallintasuunnitelmaksi, johon sisältyi SOVA-lain mukainen ympäristöselostus (Raitalampi ym. 2015). IMPERIA-hanke oli mukana hankkeessa tukemassa monitavoitearvioinnin menetelmien soveltamista.

Monitavoitearvioinnin tavoitteina hankkeessa oli:

- luoda tulvaryhmälle kokonaiskuva tarkasteltavista vaihtoehdoista sekä niiden hyödyistä, haitoista ja toteutettavuudesta
- selvittää vaihtoehtoihin liittyviä näkemyseroja
- tarjota menettelytapa sidosryhmien osallistumiselle ja vuorovaikutukselle
- tuottaa tulvaryhmälle toimenpiteiden valintaa ja priorisointia tukeva aineisto

Hankkeessa tarkasteltavien toimenpiteiden arviointi ja valinta tapahtui kolmessa Lapuanjoen tulvaryhmälle ja jokityöryhmälle järjestetyssä työpajassa. Ensimmäisessä näistä esiteltiin alustavat toimenpiteet, ja työpajan arvioinnin perusteella näistä valittiin jatkoarviointiin, joskaan yhtäkään toimenpidettä ei pidetty täysin ongelmattomana. Tämän jälkeen toimenpiteet arvioitiin asiantuntijaryhmän toimesta ja tehtyjä arvioita käsiteltiin toisessa työpajassa. Kolmannessa työpajassa keskityttiin mahdollisten toimenpideyhdistelmien arviointiin.

Toimenpiteiden arvioinnissa eri tavoitteiden suhteen hyödynnettiin hierarkkista arviointikehikkoa (Luku 3.2) (Kuva 8-13). Kunkin toimenpide arvioitiin kunkin eri tekijän suhteen joko asteikolla ”Suuri kielteinen vaikutus (– – –)” – ”Suuri myönteinen vaikutus (+ + +)” tai numeerisella 0–10 -asteikolla. Lisäksi tavoitteisiin liittyvät riskit arvioitiin sanallisella ”pieni – keski-suuri – suuri” -asteikolla, kustannukset euromääräisesti ja aika suoraan toteutukseen kuluvana aikana. Kuvassa 8-14 on esimerkki arvioinnista kolmen ensimmäisen päätekijän osalta.

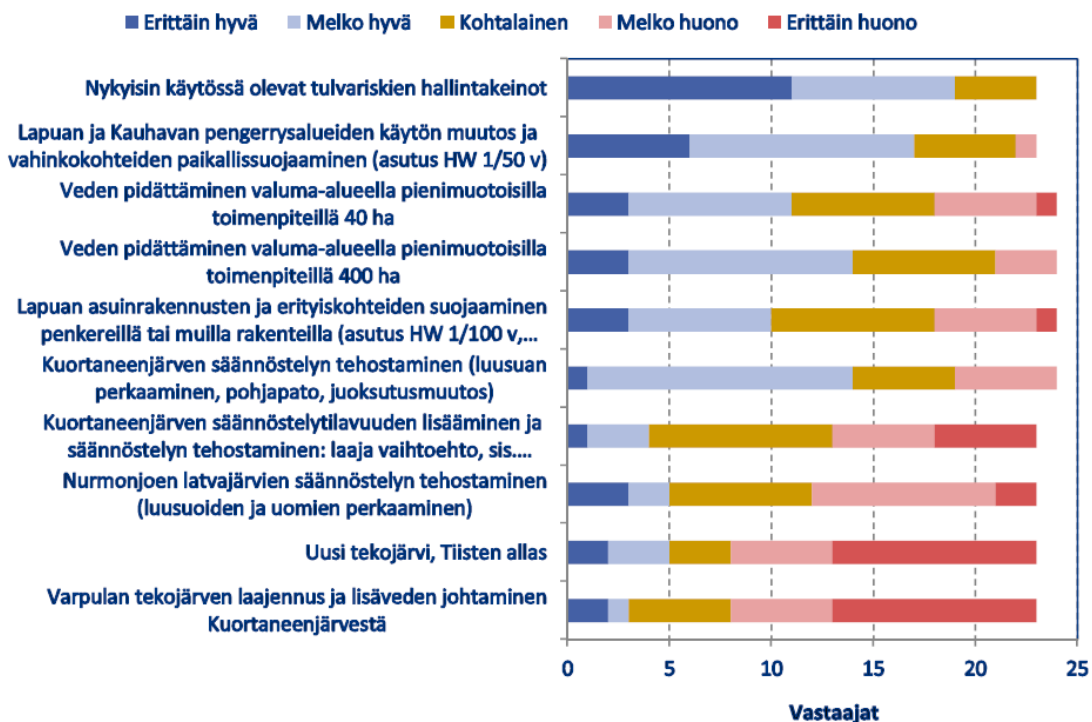


Kuva 8-13. Toimenpiteiden arvioinnissa käytetyt arviointitekijät (Raitalampi ym. 2015).

Toimenpide	Tulvahaittojen väheneminen eri tulvatilanteissa				Luontovaikutukset				Sosio-ekonomiset vaikutukset		
	1/50	1/100	1/250	Muut alueet	Vesien tila	Luonnon monimuot.	Kalasto	Muut luontovaik.	Maatalous	Vesivoima	Sosiaaliset
Käytössä olevat tulvariskien hallinnan keinot ja niiden tehostaminen	5	3	1	+	0	-	-	0	0	0	0
Lapuan ja Kauhavan pengerrysalueiden käytön muutos ja vahinkokohteiden paikallissuojaaminen	10	9	7	+	++	0	+	0	++	0	-
Veden pidättäminen valuma-alueella pienimuotoisilla toimenpiteillä 40 ha:lle	1	0	0	+	+	++	0	+	-	0	+
Veden pidättäminen valuma-alueella pienimuotoisilla toimenpiteillä 400 ha:lle	3	1	0	+	++	+++	+	++	-	+	+++
Lapuan asuinrakennusten ja erityiskohteiden suojaaminen penkereillä tai muilla rakenteilla (esim. Lapuan jätevedenpuhdistamo, eläinsuojat jne.)	10	10	1	0	++ /0	-	0	0	0	0	---
Kuortaneenjärven säännöstelyn tehostaminen.	5	3	1	+	-	-	-	0	0	+	0
Kuortaneenjärven säännöstelytilavuuden lisääminen ja säännöstelyn tehostaminen.	7	4	1	++	---	---	---	-	0	+	---
Nurmonjoen latvajärvien säännöstelyn tehostaminen.	3	1	0	+	---	-	---	0	0	+	---
Uusi tekojärvi, Tiisten allas	10	10	7	++	---	---	-/+	0	-	+++	++
Varpulan tekojärven laajennus ja lisäveden johtaminen Kuortaneenjärvestä.	10	7	5	++	---	---	/0	---	0	+++	-

Kuva 8-14. Toimenpiteiden arvioidut vaikutukset kolmen ensimmäisen päätekijän osalta (Raitalampi ym. 2015).

Arviointikehikkoa hyödynnettiin toisessa työpajassa arvioitavien vaikutusten havainnollistamiseen. Työpajassa osallistujat jaettiin pienempiin ryhmiin, joissa keskusteltiin toimenpiteistä ja niiden asiantuntija-arvioista, ja tarpeen vaatiessa tehtiin muutosehdotuksia arvioille. Työpajassa kukin osallistuja antoi myös lopuksi kokonaisarvion toimenpiteistä (Kuva 8-15).



Kuva 8-15. Toisessa työpajassa tehdyn toimenpiteiden kokonaisarvioita koskevan kyselyn tulokset (Raitalampi ym. 2015).

Kolmannessa työpajassa keskityttiin toimenpiteistä muodostettujen yhdistelmien arviointiin ja keskusteluun näistä. Keskustelun pohjaksi hyödynnettiin toimenpidetaulukkoa (Luku 3.4), jossa esitettiin asiantuntijaryhmässä muodostettuja toteuttamiskelpoisuudeltaan ja hyväksyttävyydeltään mahdollisimman hyviksi havaittuja toimenpideyhdistelmiä (Kuva 8-16). Lisäksi vaihtoehtojen vertailun tukemiseksi oli näistä tehty oma taulukkonsa (Kuva 8-17). Työpajassa osallistujat antoivat myös arvion vaihtoehtojen paremmuusjärjestyksestä ja 10 vastaajaa 13:sta arvioi vaihtoehdon VE4 parhaaksi. Vaikka tämä vaihtoehto oli kalliimpi kuin vaihtoehdot VE1 ja VE3, niin sen vaikutukset tulvahaittojen vähenemiseen nähtiin kuitenkin sen verran suuriksi, että tehty rahallinen panostus kannattaa.

Toimenpide	VE 1 "Pengerrys- alueiden käytön muutos"	VE 2 "Lapuan asutuk- sen ja erityiskoh- teiden suojaus penkereillä"	VE 3 "Kuortaneen- järven sään- nöstelyn tehos- taminen"	VE 4 "Pengerrysalueiden käytön muutos ja Kuortaneenjärven säännöstelyn tehos- taminen"
Käytössä olevat tulvariskien hallinnan keinot ja niiden tehostaminen	X	X	X	X
Veden pidättäminen valuma-alueella pienimuotoisilla toimenpiteillä (max 400 ha)	X	X	X	X
Lapuan ja Kauhavan pengerrysalueiden käytön muutos ja vahinkokohteiden paikallissuojaaminen	X			X
Lapuan asuinrakennusten ja erityiskohteiden suojaaminen penkereillä tai muilla rakenteilla (esim. Lapuan jätevedenpuhdistamo, eläinsuojat jne.)		X		
Kuortaneenjärven säännöstelyn tehostaminen			X	X

Kuva 8-16. Toimenpidetaulukko Lapuanjoen toimenpideyhdistelmistä (Raitalampi ym. 2015).

	VE1 "Pengerrysalueiden käytön muutos"	VE2 "Lapuan asutuksen ja erityiskohteiden suojaus penkereillä"	VE3 "Kuortaneenjärven säännöstelyn tehos- taminen"	VE4 "Pengerrysalueet + Kuortaneenjärvi"
Tulvahaittojen väheneminen	Tavoitteiden täyttyminen todennäköistä	Tavoitteiden täyttyminen todennäköistä	Tavoitteiden täyttyminen epävarmaa	Tavoitteiden täyttyminen varmintaa
Luonto-vaikutukset	Kuormitus pelloilta vähenee +	Penkereiden vaikutukset ranta-vyöhykkeeseen -	Kuortaneenjärven luusuan perkaus -	Vesistökuormitus vähenee + Kuortaneenjärvi -
Sosioekonomiset vaikutukset	Maatalous + Maisema -	Maisema --	Maatalous + vesivoima +	Maatalous + Vesivoima + Maisema -
Toteutettavuus	Hyvä	Kohtalainen/Huono	Hyvä/kohtalainen	Hyvä/kohtalainen
Kustannukset *)	Pengerrysalueet + paikallissuojaukset 3 milj.€ **	Tulvapenkereet ja teiden korotukset 8 milj.€	1 milj.€	Peng.alueet 3 milj. € Kuortjärvi 1 milj.€
Mahdollinen toteuttaja	ELY + kunnat	Kaupunki + asukkaat	ELY	ELY+ kunnat
Toteutusaika	Pääosin 0-6 v	Pääosin 6-12 v	Pääosin 0-6 v	Pääosin 0-6 v

*) Kaikkiin vaihtoehtoihin sisältyvät toimenpiteet: Nykyiset toimenpiteet ja niiden tehostaminen: 1-2 milj. €/vuosi. Valuma-alueen vedenpidätyskyvyn lisääminen 5-10 milj. €.

**Kustannusarviossa ei ole huomioitu vesihuoltoon liittyviä kustannuksia.

Kuva 8-17. Vaihtoehtojen vertailutaulukko Lapuanjoen toimenpideyhdistelmistä (Raitalampi ym. 2015).

Tehty monitavoitearviointi osoitti, että se voi tarjota tukea myös ohjelmaston tyypiseen jäseneltyyn tarkasteluun. Tosin tässä tapauksessa tarkastellut toimenpiteet ja näistä muodostetut toimenpideyhdistelmät olivat melko konkreettisia, mikä ei aina ole tyypillistä ohjelmaston tarkasteluilla. Toisaalta hanke toi esiin sen, että ohjelmaston tarkastelut voivat olla hyvinkin erityyppisiä, mikä täytyy ottaa huomioon menetelmiä sovellettaessa.

9. Yhteenveto

Tässä raportissa on esitelty sekä ongelman jäsentelyyn että monitavoitteisten arviointien tukemiseen soveltuvia menetelmiä ja kuvattu niiden käyttömahdollisuuksia ympäristövaikutusten arvioinnissa. IMPERIA-hankkeesta saamiemme kokemusten perusteella monitavoitearvioinnin suurimmat hyödyt ovat:

1. Monitavoitearvioinnin menetelmät tarjoavat systemaattisen ja läpinäkyvän arviointikehikon monitahoisten ja monimutkaisten suunnittelutilanteiden jäsentämiseen ja kokonaisvaltaiseen hahmottamiseen sekä vaikutusten merkittävyyden arviointiin ja vaihtoehtojen vertailuun.
2. Menetelmien käyttö ei välttämättä tuo kustannushyötyjä, vaan suurimmat hyödyt saadaan arvioinnin parantuneen laadun myötä. Tämän myötä menetelmät voivat tarjota kustannustehokkaan lisän arviointiin. Menetelmien oppiminen vie kuitenkin aikaa, mikä pitää ottaa huomioon ensimmäisillä sovelluskerroilla.
3. Menetelmien mielekäs käyttö edellyttää, että menetelmiä sovelletaan hankkeen tarpeisiin mukautettuna. Liian orjallinen menetelmä edellä tapahtuva soveltaminen voi tuottaa eitaroituksenmukaisia tuloksia ja tämän myötä epäluulo ja tyytymättömyys prosessia kohtaan voi kasvaa. Ongelman jäsentelymenetelmien avulla syntynyt parempi ymmärrys suunnittelutilanteesta voi auttaa myös tarkoituksenmukaisen lähestymistavan ja menetelmien valinnassa.
4. Monitavoitearvioinnin menetelmillä voidaan tehostaa ja parantaa sidosryhmien osallistumista sekä heidän mielipiteidensä ja arvojensa huomioon ottamista ympäristövaikutusten arvioinnissa. Niiden avulla voidaan myös havainnollistaa, että arviot eivät ole objektiivisesti yksiselitteisiä vaan sisältävät osin subjektiivisia elementtejä.

Kuten aikaisemmat esimerkit ovat osoittaneet, monitavoitearviointi on joustava lähestymistapa, jota voidaan soveltaa hyvin erityyppisissä tilanteissa ja monella eri tavalla. Kulloinkin tarkoituksenmukainen tapa soveltaa tulee kuitenkin arvioida ongelman jäsentelyvaiheessa. Raportissa esitetyt menetelmät kannattaa hyödyntää etenkin kaikkein monimutkaisimpien ongelmien jäsentelyssä. Näin voidaan esimerkiksi välttää tilanne, jossa ongelma on rajattu väärin ja sen seurauksena ratkotaan väärää ongelmaa.

Kiitokset

Kiitokset Päivi Karviselle ja Anne Vehmaalle raportin käsikirjoituksen kommentoinnista. Raportti on kirjoitettu IMPERIA-hankkeen (EU:n Life+ -hanke: LIFE11 ENV/FI/905) rahoituksella.

Viitteet

- Aguilera, P.A., Fernández, A., Fernández, R., Rumí, R., Salmerón, A. (2011). Bayesian networks in environmental modelling. *Environmental Modelling & Software*, 26, 1376–1388. – Katsausartikkeli Bayesilaisten menetelmien soveltamiseen ympäristöpäätöksenteossa.
- Banville, C., Landry, M., Martel, J.M., Boulaire, C. (1998). A stakeholder approach to MCDA. *Systems Research*, 15, 15–32. – Sidosryhmien osallistamista monitavoitearvioinnissa käsittelevä artikkeli.
- Barton, D.N., Kuikka, S., Varis, O., Uusitalo, L., Henriksen, H.J., Borsuk, M., de la Hera, A., Farmani, R., Johnson, S., Linnell, J.D.C., (2012). Bayesian networks in environmental and resource management. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 8(3), 418–429. – Bayes-verkkojen käyttöä ympäristösovelluksissa kuvaava artikkeli.
- Belton, V., Stewart, T.J. (2002). *Multiple Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach*. Kluwer Academic Publishers, Boston. – Käsikirja monitavoitearvioinnin soveltamisesta. Keskittyy lähestymistavan perusteisiin ja erilaisten menetelmien kuvaukseen sekä prosessien että menetelmien teknisen soveltamisen osalta.
- Bond, S.D., Carlson, K.A., Keeney, R.L. (2008). Generating objectives: can decision makers articulate what they want? *Management Science*, 54(1), 56–70. – Tavoitteiden tunnistamisen perusteita käsittelevä artikkeli.
- Bond, S.D., Carlson, K.A., Keeney, R.L. (2010). Improving the generation of decision objectives. *Decision Analysis*, 7(3), 238–255. – Tavoitteiden tunnistamisen perusteita käsittelevä artikkeli.
- Checkland P. (1981). *Systems Thinking, Systems Practice*. John Wiley & Sons, Chichester. – Systemiajattelun perusteita kuvaava perusteos.
- Dahler-Larsen, P. (2005). Vaikuttavuuden arviointi. Hyvät käytännöt -menetelmä-käsikirja. STAKES. http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/77071/vaikuttavuuden_arv.pdf – Yleistajuinen perusteos vaikuttavuuden arvioinnin periaatteista.
- Eden, C. (2004). Analyzing cognitive maps to help structure issues or problems. *European Journal of Operational Research*, 159, 673–686. – Artikkeli, jossa kuvataan, kuinka mielikuvakarttoja voidaan analysoida.
- Etelä-Pohjanmaan liitto (2014). Etelä-Pohjanmaan turvetuotannon vesistövaikutusten arviointi. Osa 2: Vesistövaikutusriskin monitavoitearviointi. Julkaisu B:59. – Raportti IMPERIA:n pilottina olleessa hankkeessa toteutetusta monitavoitearvioinnista.
- Figueira, J., Greco, S., Ehrgott, M. (2005). *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*. Springer, New York. – Katsaus monitavoitearvioinnin menetelmiin mukaan lukien ELECTRE- ja PROMETHEE-menetelmäperheet.
- French, S., Xu, D.-L. (2005). Comparison study of multi-attribute decision analytics software, *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 13, 65–80. – Monitavoitteisin päätöksenteon tukiohjelmistoja vertaileva katsaus.
- Gari, S.R., Newton, A., Icelly, J.D. (2015). A review of the application and evolution of the DPSIR framework with an emphasis on coastal social-ecological systems. *Ocean & Coastal Management* 103, 63–77. – Katsausartikkeli DPRIS-kehikkoa käyttäneisiin tapaustutkimuksiin. Keskittyy merien ja rannikoiden hoitoon, mutta periaatteet sovellettavissa laajemmin sosio-ekonomisiin systeemeihin.
- Gasum Oy (2015). Balticconnector – Maakaasuputki Suomen ja Viron välillä. Ympäristövaikutusten arviointiselostus (YVA-konsultti Pöyry Finland Oy). – IMPERIA-hankkeen pilottihankkeena ollut YVA, jossa painotettiin erityisesti tulosten raportointia. Hankkeessa tuotettiin myös paljon englanninkielistä materiaalia, sillä YVA raportointiin sekä suomeksi että englanniksi.
- Geneletti, D., van Duren, I. (2008). Protected area zoning for conservation and use: a GIS-based integration of multicriteria and multiobjective analysis. *Landscape and Urban Planning* 85, 97–110. – Paikkatietojärjestelmiä ja monitavoitearvioinnin yhdistämistä kuvaava tapausartikkeli.
- Greenland, S., Brumback, B. (2002). An overview of relations among causal modelling methods. *International Journal of Epidemiology*, 31(5), 1030–1037. – Artikkeli, joka kuvaa vaikutuskaavioiden peruskäsitteet.
- Gregory, R., Failing, L., Harstone, M., Long, G., McDaniels, T., Ohlson, D. (2012). *Structured Decision Making: A Practical Guide to Environmental Management Choices*. Wiley-Blackwell, Chichester, UK. – SDM-

lähestymistavan esittely ja havainnollinen 'maalaisjärkinen' kuvaus. Keskittyy hyvin voimakkaasti prosessin kuvaamiseen matemaattisten yksityiskohtien sijasta.

- Hajkowicz, S., Collins, K. (2007). A review of multiple criteria analysis for water resource planning and management. *Water Resources Management*, 21, 1553–1566. – Katsaus monitavoitearviointia vesienhoitoon soveltaneista tapaustutkimuksista.
- Hammond J.S., Keeney R.L., Raiffa H. (1999). *Smart Choices. A Practical Guide to Making Better Decisions*. Harvard Business School Press, Boston, MA. – Käytännönläheinen ja ei-matemaattinen opas ongelman jäseneltyyn tarkasteluun. Esittelee myös Even Swaps -menetelmän, jota voidaan hyödyntää vaihtoehtojen vertailussa.
- Helsingin Energia (2014). Biopolttoaineiden käytön lisääminen Helsingin energiantuotannossa. Ympäristövaikutusten arviointiselostus (YVA-konsultti Ramboll Oy). – YVA-hanke, jossa painotettiin vahvasti sidosryhmien osallistamista sekä järjestelmällisten vaikutusten merkittävyyden arviointimenetelmän hyödyntämistä ja näiden avulla saatujen tulosten havainnollista esittämistä.
- Hills, D. (2010). Logic mapping: hints and tips for better transport evaluations. Tavistock Institute, Report. – Opas, jossa vinkkejä "Logic Mapping" -ajatteluun.
- Hokkanen, J., Lahdelma, R., Salminen, P. (1999). A multiple criteria decision model for analyzing and choosing among different development patterns for the Helsinki cargo harbor. *Socio-Economic Planning Sciences*, 33, 1–23. – SMAA-menetelmää hyödyntänyt Helsingin tavarasatamavaihtoehtojen ympäristövaikutuksia arvioinut YVA.
- Hokkanen, J., Mild, P., Somerpalo, S. (2010). Ohjelmaston vaikuttavuuden arviointi. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 47/2010. – Havainnollistava kuvaus vaikutusketjujen ymmärtämisen merkityksestä ja kuvaamisesta ympäristövaikutusten arvioinnissa.
- Hokkanen, J., Rinne, T. (2013). Energiantuotantohankkeiden lupamenettelyiden sujuvoittaminen, Ramboll Finland Oy, Energiatoteutus julkaisuja. – Lupamenettelyjen sujuvoittamista energia-alalla käsittelevä raportti.
- Huang, I.B., Keisler, J., Linkov, I. (2011). Multi-criteria decision analysis in environmental sciences: Ten years of applications and trends. *Science of the Total Environment*, 409, 3578–3594. – Katsausartikkeli monitavoitearvioinnin menetelmiä hyödyntävistä ympäristöhankkeista.
- Hujala, T., Khadka, C., Wolfslehner, B., Vacik, H. (2013). Review. Supporting problem structuring with computer-based tools in participatory forest planning. *Forest Systems*, 22(2), 270–281. – Katsausartikkeli, jossa käydään läpi erityyppisten ongelmanjäsentelyä tukevien työkalujen soveltamista metsienhoitoon liittyvissä tapaustutkimuksissa.
- Ikäheimo, E. (2015). vaikutusten merkittävyyden arvioinnin luokitteluasteikot. IMPERIA-raportti xx. – Eri vaikutustyypeille suunniteltuja valmiita kuvauksia luokitteluasteikkojen eri luokille, joita voidaan hyödyntää hankekohtaisten arviointiasteikkojen suunnittelussa. Kuvaukset on esitetty IMPERIAssa kehitetyn kohteen herkkyyteen ja muutoksen suuruuteen sekä näiden osatekijöihin perustuvan arviointikehikon mukaisesti.
- IMPERIA (2012). Improving Environmental Assessment by Adopting Good Practices and Tools of Multi-criteria Decision Analysis. EU Life+ -hanke (LIFE11 ENV/FI/905). <http://imperia.jyu.fi> – YVA-käytäntöjä kehittänyt EU Life+ -hanke, jossa tarkasteltiin etenkin monitavoitearvioinnin menetelmien ja käytäntöjen hyödyntämistä YVAssa.
- IPCC (2015). Intergovernmental Panel on Climate Change. <http://www.ipcc.ch/> – Hallitustenvälisen ilmastomuutospaneelin Internet-sivut, joilla julkaistaan mm. ilmaston lämpenemisskenaarioita.
- Jantunen, J. (2012). Kiviaineshankkeiden ympäristövaikutusten arviointi. Suomen ympäristö 27/2012. Edita Prima Oy, Helsinki. – Opas YVAN toteuttamiseen kiviaineksen ottohankkeissa.
- Jantunen, J., Hokkanen, P. (2010). YVA-lainsäädännön toimivuusarviointi. Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn toimivuus ja kehittämistarpeet. Suomen ympäristö 18/2010. – YVAN toimivuutta arvioiva raportti, jossa käsitellään muun muassa YVAN toimeenpanoa, roolia ja käytännön toteutusta sekä YVAN suhdetta muuhun lainsäädäntöön.
- Jantunen, J., Kauppila, T. (toim.) (2015). Ympäristövaikutusten arviointimenettely kaivoshankkeissa. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja. Edita Prima Oy, Helsinki. – Opas YVAN toteuttamiseen kaivoshankkeissa.
- Jalava, K. (2014). Quality of Environmental Impact Assessment in Finland. *Jyväskylä Studies in Biological and Environmental Science* 289. – Väitöskirja, joka tarkastelee YVA-hankkeiden laatua Suomessa.

- Jelokhani-Niaraki, M., Malczewski, J. (2015). A group multicriteria spatial decision support system for parking site selection problem: A case study. *Land Use Policy* 42, 492–508. – Tapaustudkimus paikkatietojärjestelmien hyödyntämisestä monitavoitearvioinnissa.
- Jämsén, M. (2013). Kustannus-hyötyanalyysin ja monitavoitearvioinnin yhteiskäyttö ympäristövaikutusten arvioinnissa – Esimerkkitapauksena Tampereen Rantaväylä. Pro Gradu -tutkielma, Helsingin yliopisto. – Kustannus-hyötyanalyysin ja monitavoitearvioinnin yhteiskäyttöä esimerkkitapauksen avulla käsittelevä tutkielma.
- Kauppila, T., Komulainen, H., Makkonen, S., Tuomisto, J. (toim.) (2013). Metallikaivosalueiden ympäristöriskinarviointiosaamisen kehittäminen: MINERA-hankkeen loppuraportti. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 199. – Ympäristöriskien arvioinnin menetelmiä kuvaava raportti.
- Kauppila, T., Kauppila, P.M., Räisänen, M.L., Jantunen, J., Komulainen, H., Törmä, H., Kauppinen, T., Leppänen, M., Tornivaara, A., Pasanen, A., Kempainen, E., Liukko, U.-M., Raunio, A., Marttunen, M., Mustajoki, J., Huttula, T., Kauppi, S., Ekholm, P., Karjalainen, N., Tuomela, P., Hietala, J. (2015). Hyviä käytäntöjä kaivoshankkeiden ympäristövaikutusten ennakoarvioinnissa. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 199. – Raportti, jossa kuvattiin hyviä käytäntöjä kaivoshankkeiden ympäristövaikutusten ennakoarvioinnissa.
- Kauppinen, T., Rotko, T. (toim.) (2015). Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arvioinnin (IVA) käsikirja. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. <https://www.thl.fi/fi/web/terveyden-edistaminen/johtaminen/tykaluja/ihmisiin-kohdistuvien-vaikutusten-arviointi-iva> – Käsikirja, joka esittelee ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arvioinnin periaatteita, vaiheita, toteutustapoja ja menetelmiä. Näkökulma on terveyden ja hyvinvoinnin alalta, mutta käsikirjassa esiteltävät menetelmät soveltuu myös ympäristövaikutusten arviointiin yleisemmin.
- Keeney, R.L. (1992). *Value-Focused Thinking*. Harvard University Press, Cambridge, MA. – Arvokeskeisen ajattelun perusteos, jossa havainnollisesti kuvataan monitavoitteisen arvopuuanalyysin peruseriaatteet. Keskittyy enemmän prosessin ja menetelmän periaatteiden kuvaamiseen kuin sen taustalla olevaan matematiikkaan.
- Keeney, R.L. (2013). Identifying, prioritizing, and using multiple objectives. *EURO Journal on Decision Processes* 1, 45–67. – Artikkelitavoitteiden tunnistamisen periaatteista.
- Keeney, R.L., Gregory, R.S. (2005). Selecting attributes to measure the achievement of objectives. *Operations Research* 53(1), 1–11. – Artikkelikriteereissä käytettävien mittarien määrittämisestä.
- Keeney, R.L., Raiffa, H. (1976). *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs*. Wiley, New York. – Arvopuuanalyysissä käytetyn matemaattisen menetelmän kuvaus.
- Keisler, J., Linkov, I. (2014). Environment models and decisions. *Environment Systems and Decisions* 34(3), 369–372. – Monitavoitearvioinnin soveltamisen nykytilaa ympäristövaikutusten arvioinnissa tarkasteleva artikkeli.
- Kelble, C.R., Loomis, D.K., Lovelace, S., Nuttle, W.K., Ortner, P.B., Fletcher, P., Cook, G.S., Lorenz, J.J., Boyer, J.N. (2013). The EBM-DPSER conceptual model: Integrating Ecosystem Services into the DPSIR framework. *PLOS One*, 8(8), e70766, 1–12. – DPSIR-kaavion soveltamista ekosysteemipalveluissa käsittelevä artikkeli.
- Ketola, M., Malin, K., Nyrölä, L., Suvantola, L. (2009). Kompensaation mahdollisuudet liikennehankkeissa. *Suomen Ympäristö* 18/2009. – Opat haitallisten vaikutusten lieventämiseen tiesuunnitteluhankkeissa.
- Kiker, G., Bridges, T., 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. – Katsausartikkeli monitavoitearvioinnin menetelmiä hyödyntävistä ympäristöhankkeista.
- Kirkwood, C.W. (1998). *System Dynamics Methods: A Quick Introduction*. Ventana Systems, Inc. <http://www.public.asu.edu/~kirkwood/sysdyn/SDIntro/SDIntro.htm> – Netissä oleva oppikirja, jossa kuvataan systeemidynaamisten mallien (mukaan lukien vaikutuskaaviot) peruseriaatteet.
- Kuitunen, M., Ijäs, A. (2013). RIAM-menetelmän (Rapid Impact Assessment Matrix) käyttö ympäristövaikutusten arvioinnissa ja vaikutusten merkittävyyden hallinnassa. IMPERIA-raportti. <http://imperia.jyu.fi/tuotokset/RIAMmenetelmnyktymprienvaikutustenarvioinnissa.pdf> – RIAM-menetelmän käytön ympäristövaikutusten arvioinnissa kuvaava raportti.
- Lahdelma, R., Salminen, P., Hokkanen, J. (1998). SMAA - Stochastic multiobjective acceptability analysis. *European Journal of Operational Research*, 106, 137–143. – SMAA-menetelmän perusteet kuvaava artikkeli.
- Lahdelma, R., Salminen, P., Hokkanen, J. (2000). Using multicriteria methods in environmental planning and management. *Environmental Management*, 26 (6), 595–605. – Katsausartikkeli, jossa tarkastellaan monitavoitearvioinnin menetelmiä ympäristösuunnittelussa soveltaneita tapaustudkimuksia.

- Lahdelma, R., Salminen, P., Hokkanen, J. (2002). Locating a waste treatment facility by using stochastic multicriteria acceptability analysis with ordinal criteria. *European Journal of Operational Research*, 142, 345–356. – Tapaustutkimus, jossa hyödynnettiin SMAA-menetelmää YVAssa.
- Lawrence, D.P. (2007). Impact significance determination – Back to basics, *Environmental Impact Assessment Review*, 27, 755–769. – Yleiskuvaus järjestelmällisten vaikutusten arviointimenetelmien peruseriaateista ja hyödyntämisestä käytännössä.
- Maack, J.N. (2001). Scenario analysis: A tool for task managers. In "Social Analysis: Selected Tools and Technique." Social Development Paper no. 36. The Social Development Department, the World Bank, Washington, D.C. , 62-87. – Artikkel, jossa kuvataan skenaarioanalyysin peruseriaatteet ja soveltaminen käytännössä.
- Martinmäki, K., Marttunen, M., Ulvi, T., Visuri, M., Dufva, M., Sammalkorpi, I., Ahtiainen, H., Lemmelä, E., Auvinen, H., Partanen-Hertell, M., Lehto, A., Väisänen, T., Mustajoki, J., Ihme, R. (2010). Uusia menetelmiä järven kunnostushankkeen suunnitteluun. *Suomen ympäristö 19/2010*. – Raportti, joka esittelee erityyppisiä järvien kunnostushankkeiden suunnitteluun sekä järven tilaan vaikuttavien tekijöiden tunnistamiseen ja kunnostustoimenpiteiden arviointiin soveltuvia menetelmiä.
- Marttunen, M., Hämäläinen, R.P. (1995). Decision analysis interviews in environmental impact assessment. *European Journal of Operational Research*, 87, 551–563. – Päätösanalyysihaastattelujen peruseriaatteet kuvaava artikkeli.
- Marttunen, M., Hämäläinen, R.P. (2008). The decision analysis interview approach in the collaborative management of a large regulated water course. *Environmental management*, 42(6), 1026–1042. – Päätösanalyysihaastattelujen soveltamista vesienhoidossa kuvaava artikkeli.
- Marttunen, M., Mustajoki, J., Verta, O.-M., Hämäläinen, R.P. (2008). Monitavoitearviointi vuorovaikutteisessa ympäristösuunnittelussa. *Suomen ympäristö 11/2008*. – Suomenkielinen opas monitavoitearvioinnin soveltamiseen ympäristösuunnittelussa sisältäen kuvauksen monitavoitteisen arvopuuanalyysin peruseriaatteesta ja soveltamisesta käytännössä.
- Marttunen, M., Dufva, M., Martinmäki, K., Sammalkorpi, I., Hjerpe, T., Huttunen, I., Lehtoranta, V., Joensuu, E., Seppälä, E., Partanen-Hertell, M. (2012). Vesienhoidon vuorovaikutteinen ja kokonaisvaltainen suunnittelu. Yhteenveto Karvianjoen tulevaisuustarkastelut -hankkeen tuloksista. *Suomen ympäristö 15/2012*. – Vesienhoitoon liittyvä tapaustutkimus, jossa sovellettiin skenaarioanalyysiä.
- Marttunen, M., Grönlund, S., Hokkanen, J., Jantunen, J., Karjalainen, T.P., Luodemäki, S., Mustajoki, J., Neste, J., Saarikoski, H., Vallius, E., Vartia, M., Vehmas, A., Vienonen, S. (2015a). Hyviä käytäntöjä ympäristövaikutusten arvioinnissa – IMPERIA-hankkeen yhteenveto. IMPERIA-hankkeen julkaisu. – IMPERIA-hankkeessa tunnistettuja hyviä YVA-käytäntöjä kokoava raportti.
- Marttunen, M., Mustajoki, J., Dufva, M., Karjalainen, T.P. (2015b). How to design and realize participation of stakeholders in MCDA processes? A framework for selecting an appropriate approach. *Euro Journal on Decision Processes*, 3, 187–214. – Keskustelua eri tavoista osallistaa sidosryhmiä monitavoitearviointi-prosessiin ja kokemuksia käytännön tapaustutkimuksista.
- Marttunen, M., Lienert, J., Belton, V. (2016). Improving problem structuring in Multi-Criteria Decision Analysis – A literature review. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag). Käsikirjoitus. – Kirjallisuuskatsaus ongelman jäsentelymenetelmien hyödyntämisestä osana monitavoitearviointia.
- Metsähallitus/Laatumaa (2014). Piiparinmäki-Lammaslamminkangas, tuulivoimapuiston ympäristövaikutusten arviointiselostus. Metsähallitus/Laatumaa (YVA-konsultti Pöyry Finland Oy). – IMPERIA-hankkeen pilottihankkeena ollut YVA, jossa painotettiin erityisesti ohjelmavaiheeseen sekä testattiin vaikutusten merkittävyyden arviointikehikkoa.
- Mingers, J., Rosenhead, J. (2004). Problem structuring methods in action. *European Journal of Operational Research*, 152, 530–554. – Katsausartikkeli ongelman jäsentelymenetelmiä hyödyntäneistä tapaustutkimuksista.
- Montibeller, G. (2010). Problem Structuring for MCDA Interventions. Presentation in MCDA Summer School 2010, Paris, France. <http://www.lgi.ecp.fr/~mousseau/mcda-ss/pmwiki-2.1.27/uploads/Main/SlidesMontibeller1.pdf> – Kalvosarja, joka käsittelee päätösanalyysin erittelevää ja yhdistelevää luonnetta ja eri vaiheissa hyödynnettäviä menetelmiä.

- 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. – Monitavoitearvioinnin ja skenaarioanalyysin yhdistämistä käytännössä käsittelevä artikkeli.
- Munda, G. (2004). Social multi-criteria evaluation: Methodological foundations and operational consequences. *European Journal of Operational Research*, 158(3), 662–677. – Sosiaalisten tekijöiden huomioon ottamista monitavoitearvioinnissa tarkasteleva artikkeli.
- Mustajoki, J, Hämäläinen, R.P. (2000). Web-HIPRE: Global decision support by value tree and AHP analysis. *INFOR* 38(3), 208–220. – Kuvaus Web-HIPRE -työkalusta ja sen ominaisuuksista.
- Mustajoki, J., Marttunen, M. (2013). Comparison of Multi-Criteria Decision Analytical Software. Searching for ideas for developing a new EIA-specific multi-criteria software. IMPERIA Report. <http://imperia.jyu.fi/tuotokset/Annex7.5.13ComparisonofMultiCriteriaDecisionAnalyticalSoftware.pdf> – Raportti, jossa analysoidaan monitavoitearviointia hyödyntävien työkalujen soveltamismahdollisuuksia YVAssa.
- 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. – Esimerkki Web-HIPRE:n soveltamisesta järvien säännöstelyvaihtoehtojen vertailuun.
- Mustajoki, J., Saarikoski, H., Marttunen, M., Ahtikoski, A., Hallikainen, V., Helle, T., Hyppönen, M., Jokinen, M., Naskali, A., Tuulentie, S., Varmola, M., Vatanen, E., Ylisirniö, A.-L. (2011). Use of decision analysis interviews to support the sustainable use of the forests in Finnish Upper Lapland. *Journal of Environmental Management* 92(6), 1550–1563. – Esimerkkitapaustutkimus, jossa Web-HIPREä sovellettiin Ylä-Lapin eri metsänhakuuvalintojen vertailuun.
- Mustajoki, J., Jämsén, M., Marttunen, M., Karjalainen, T.P. (2014a). Monitavoitearvioinnin ja kustannus-hyötyanalyysin toisiaan tukeva soveltaminen ympäristöarvioinneissa. *Vesitalous* 1/2014, 30–35. – Artikkelii, jossa käsitellään eri menetelmillä saatujen tulosten yhdistämistä ja havainnollista esittämistä.
- Mustajoki, J., Marttunen, M., Riekkinen, V. (2014b). Ohje vaikutusten merkittävyysien järjestelmälliseen arviointiin – ARVI-lähestymistapa. IMPERIA-julkaisuja. – Ohje, jossa kuvataan yksityiskohtaisesti vaikutusten arvioinnin järjestelmällinen ARVI-lähestymistapa.
- Northland Mines Oy (2013). Hannukaisen kaivosohje, Ympäristövaikutusten arviointiselostus (YVA-konsultti Ramboll Finland Oy yhdessä Pöyry Environment Oy:n sekä Gecko Environment Oy:n kanssa). – Kaivoshankkeen YVA, jossa on hyödynnetty järjestelmällisiä menetelmiä vaikutusten merkittävyyden arvioinnissa.
- Paliskuntain yhdistys (2014). Opas poronhoidon tarkasteluun maankäyttöhankeissa. Pohjolan Painotuote Oy, Rovaniemi. – Opas, joka tarkastelee YVA- ja kaavoitusmenettelyiden näkökulmasta poronhoidon huomioon ottamista tehtäessä alueiden käyttöön liittyviä suunnitelmia ja hankkeita.
- Partanen-Hertell, M. (2008). Alueellisen suunnitteluhankkeen sidosryhmäanalyysi. Karvianjoen tulevaisuustarkastelut - hankkeen osaselvitys. Suomen ympäristökeskus. – Kuvaus sidosryhmäanalyysin menetelmästä.
- Patchak, W.M. (2014). Decision analysis software survey. *OR/MS Today*, 41(5). <http://www.orms-today.org/surveys/das/das.html> – Monitavoitteisen päätöksenteon tukiohjelmistoja vertaileva katsaus.
- Raitalampi, E., Rautio, L.M., Haukilehto, K., Saari, T., Bonde, A. (toim.) (2015). Ehdotus Lapuanjoen vesistöalueen tulvariskien hallintasuunnitelmaksi 2016–2021. Liitteenä ympäristösuunnitelma. Etelä-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. – Raportti hankkeesta ja ehdotus tulvariskien hallintasuunnitelmaksi.
- Rantala, L., Karjalainen, T.P., Rossi, P. (2014). Oulun vedenhankinnan monitavoitearviointi – Loppuraportti. Oulun yliopisto, Thule-instituutti ja vesi- ja ympäristötekniikan tutkimusryhmä. – Oulun vedenhankinnan vaihtoehtojen vertailuun toteutetun monitavoitearvioinnin havainnollinen kuvaus.
- Reed, M.S., Graves, A., Dandy, N., Posthumus, H., Hubacek, K., Morris, J., Prell, C., Quinn, C.H., Stringer, L.C. (2009). Who's in and why? A typology of stakeholder analysis methods for natural resource management. *Journal of Environmental Management*, 90(5), 1933–1949. – Artikkelii, joka käsittelee sidosryhmäanalyysin työkalujen hyödyntämistä luonnonvarojen hyödyntämistä koskevilla hankkeilla.
- Riekkinen, V. (2015). ARVI-työkalun käyttöohje. IMPERIA-raportti. – Yksityiskohtainen ja visuaalinen 'kädestä pitäen' ARVI:n käyttöön johdettava opas.

- Rossi, E. Ristikartano, J., Tikka, K. (2005). Epävarmuuden hallinta tienpidon vaikutusten arvioinnissa. Tiehallinnon selvityksiä 18/2005, Tiehallinto, Helsinki. – Erilaisia epävarmuuden hallintaan tienpidossa soveltuvia menetelmiä kuvaava raportti.
- Rytkönen, A.-M., Marttunen, M. (2013). Monitavoitearviointiopas tulvaryhmille. Suomen ympäristökeskus. – Opas monitavoitearvioinnin soveltamisesta tulvien ennaltaehkäisemiseksi. Keskittyy tulvakeissien kannalta olennaisiin monitavoitearvioinnin osa-alueisiin, esimerkiksi vaihtoehtojen muodostamiseen toimenpideyhdistelmistä.
- Rytkönen, A.-M., Marttunen, M., Kurkela, A., Karjalainen, N., Alaraudanjoki, T. (2014). Kemijoen tulvariskien hallinnan suunnittelun monitavoitearviointi – Toimenpiteiden arvioinnin toteutus ja tulokset. Hankkeen loppuraportti, Suomen ympäristökeskus ja Lapin ELY-keskus. – Hankkeessa toteutetun monitavoitearvioinnin kuvaus.
- Saarikoski, H., Mustajoki, J., Marttunen, M., Ahtikoski, A., Hallikainen, V., Helle, T., Hyppönen, M., Jokinen, M., Naskali, A., Tuulentie, S., Varmola, M., Vatanen, E. & Ylisirniö, A.-L. 2010. Monitavoitearviointi Ylä-Lapin metsien kestävän käytön mahdollisuuksista. Metsätieteen aikakauskirja 1/2010: 39–63. – Suomenkielinen kuvaus Web-HIPRE:n soveltamisesta Ylä-Lapin metsien hakkuuvaihtoehtojen vertailuun.
- Saaty, T. (1980). The Analytic Hierarchy Process. McGraw-Hill Inc. – Analyttisen hierarkiaproessin (AHP) perusteos.
- Sito (2014). Vihdin jätevesihuollon vaihtoehdot. Ympäristövaikutusten arviointiselostus. Sito (Hankevastaavana Vihdin vesi). <http://www.ymparisto.fi/vihdinjatevesihuoltoYVA> – IMPERIA-hanke, jonka ominaispiirteenä oli vaihtoehtojen suuri määrä ja jossa testattiin IMPERIAssa kehitettyjä vaikutusten merkittävyyden arviointikehikkoa.
- SOVA-laki (1994). Laki viranomaisten suunnitelmien ja ohjelmien ympäristövaikutusten arvioinnista. Suomen laki 8.4.2005/200. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2005/20050200> – Alkuperäinen SOVA-laki.
- SRHY (2015). Suomen Riskienhallintayhdistys, SRHY-riskienhallinta. Työvälineet. <http://www.pk-rh.fi/index.php?page=tools> – Internet-sivusto, jossa kuvataan riskienhallinnan työvälineitä. Sivusto on suunniteltu PK-yritysten riskienhallinnan tukemiseen, mutta työvälineet on kuvattu yleisellä tasolla mihin tahansa riskienhallintaan soveltuvin.
- Tampereen Vesi (2012). Pirkanmaan keskuspuhdistamo. Ympäristövaikutusten arviointiselostus. Tampereen Vesi (YVA-konsultti Ramboll). – Havainnollinen esimerkki YVA-selostuksesta, jossa on vaikutusten merkittävyyden arviointi on järjestelmällisesti toteutettu kohteen herkkyyteen ja vaikutuksen suuruuteen perustuvan kehikon avulla, ja jossa arvioinnin kriteerit ja mittarit on selkeästi määritelty.
- Tervonen, T., Figueira, J.R. (2008). A survey on stochastic multicriteria acceptability analysis methods. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 15(1-2), 1–14. – Katsaus SMAA-menetelmäperheen menetelmiin.
- Tiehallinto (2009). Ympäristövaikutusten arviointi tiehankkeiden suunnittelussa. Edita Prima Oy, Helsinki. – Yksityiskohtainen opas ympäristövaikutusten arviointiin tiehankkeiden suunnittelussa.
- Tscherning, K., Helming, K., Krippner, B., Sieber, S., Gomez y Paloma, S. (2012). Does research applying the DPSIR framework support decision making? *Land Use Policy* 29, 102–110. – Artikkel, joka kuvaa DPSIR-kehikkojen hyödyt ja haasteet ja analysoi niitä eri tapauksien kautta.
- Turtiainen, M. (2000). Vertailu ympäristövaikutusten arviointimenetelmissä. *Suomen ympäristö* 391. – Erilaisia vaihtoehtojen vertailumenetelmä ympäristövaikutusten arvioinnissa kartoittava ja vertaileva raportti.
- Uribe, D., Geneletti, D., del Castillo, R., Orsi, F. (2014). Integrating stakeholder preferences and GIS-based multicriteria analysis to identify forest landscape restoration priorities. *Sustainability* 6(2), 935–951. – Paikkatietojärjestelmien hyödyntämistä monitavoitearvioinnissa hyödyntänyt tapauksellinen tutkimus.
- Uusitalo, L. (2007). Advantages and challenges of Bayesian networks in environmental modelling. *Ecological Modelling*, 203, 312–318. – Bayes-verkkojen hyötyjä ja haasteita ympäristömallintamisessa käsittelevä artikkeli.
- Vassilev, V., Genova, K., Vassileva, M. (2005). A brief survey of multicriteria decision making methods and software systems, *Cybernetics and Information Technologies*, 5(1), 3–13. – Monitavoitteisen päätöksenteon tukiohjelmistoja vertaileva katsaus.
- Weistroffer, H.R., Smith, C.H., Narula, S.C. (2005). Multiple criteria decision support software. In: Figueira, J., Greco, S., Ehrgott, M. (eds), *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys Series*, Springer: New York, 989–1018. – Monitavoitteisen päätöksenteon tukiohjelmistoja vertaileva katsaus.

- Wright, G., Goodwin, P. (1999). Future-focussed thinking: Combining Scenario Planning with Decision Analysis. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis* 8, 311-321. – Monitavoitearvioinnin ja skenaarioanalyysin yhdistämisen peruseriaatteet kuvaava artikkeli.
- YVA-asetus (2006). Valtioneuvoston asetus ympäristövaikutusten arviointimenettelystä. Suomen laki 17.8.2006/713. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2006/20060713> – YVA-lakia täydentävä asetus.
- YVA-laki (1994). Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä. Suomen laki 10.6.1994/468. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19940468> – Alkuperäinen YVA-laki, jota on täydennetty asetuksella.