

**Kustannus-hyötyanalyysin ja monitavoitearvioinnin yhteiskäyttö
ympäristövaikutusten arvioinnissa
Esimerkkitapauksena Tampereen Rantaväylä**

Mirja Jämsén
Helsingin yliopisto
Taloustieteen laitos
Ympäristöekonomia
Pro gradu -tutkielma
Marraskuu 2013



Tiedekunta/Osasto Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta		Laitos Taloustieteen laitos	
Tekijä Mirja Jämsén			
Työn nimi Kustannus-hyötyanalyysin ja monitavoitearvioinnin yhteiskäyttö ympäristövaikutusten arvioinnissa – Esimerkkitapauksena Tampereen Rantaväylä			
Oppiaine Ympäristöekonomia			
Työn laji Pro gradu -tutkielma	Aika Marraskuu 2013	Sivumäärä 95 sivua	
Tiivistelmä <p>Työn tarkoituksena on tutkia monitavoitearvioinnin ja kustannus-hyötyanalyysin yhteiskäyttöä soveltamalla sitä Tampereen Rantaväylän ympäristövaikutusten arviointiin (YVA). Tavoitteena menetelmien yhteiskäytöllä on muodostaa hyvä kokonaiskuva hankkeen vaikutuksista huomioiden niin rahamittalliset kuin vaikeasti rahassa mitattavat vaikutukset sekä subjektiiviset näkemykset vaikutusten merkittävyydestä. Yhteiskäyttö tehdään tutkielmassa kolmella eri tavalla: kustannus-hyötyanalyysi osana monitavoitearviointia, monitavoitearviointi osana kustannus-hyötyanalyysiä ja menetelmien rinnakkainen tarkastelu erilaisten kuvaajien avulla. Tavoitteena on löytää hyviä käytäntöjä menetelmien yhteiskäyttöön YVA-prosessissa huomioiden molempien menetelmien vahvuudet ja rajoitteet. Lisäksi tutkielmassa tarkastellaan, miten YVAN materiaaleja voidaan hyödyntää monitavoitearvioinnin kriteerien painojen määrittämisessä ja miten yhteiskäytön tulokset voidaan kuvata selkeästi.</p> <p>Tutkielma tehdään toimeksiantona Suomen ympäristökeskukselle osana IMPERIA-hanketta, jonka tavoitteena on hyödyntää monitavoitearvioinnin käytäntöjä ja työkaluja YVAN laadun ja vaikuttavuuden parantamisessa. Lähdemateriaaleina tutkielmassa käytetään Tampereen Rantaväylän YVAN materiaaleja sekä hankkeen yleissuunnitelmaa.</p> <p>Tutkielmassa monitavoitearviointi tehdään YVAssa määritellyistä tavoitteista ja vaikutuksista, koska niissä kuvataan hanke kattavasti. Monitavoitearvioinnin painojen määrittämistä varten materiaalien pohjalta muodostetaan neljä erilaista arvostusprofiilia kuvaamaan sidosryhmien arvostuksia hankkeesta. Monitavoitearvioinnin tuloksena saatu vaihtoehtojen paremmuusjärjestys riippuu käytetystä arvostusprofiilista. Kustannus-hyötyanalyysin tuloksena käytetään sekä nettonykyarvoa että hyöty-kustannussuhdetta. Yhteiskäytön tuloksista nähdään, kuinka eri hankevaihtoehdot täyttävät asetettuja tavoitteita suhteessa kustannuksiin tai hankkeen taloudellisiin hyötyihin. Pylväsdiagrammit ja kaksiulotteiset kuvaajat havainnollistavat, mistä tekijöistä saadut tulokset koostuvat.</p>			
Avainsanat kustannus-hyötyanalyysi, monitavoitearviointi, ympäristövaikutusten arviointi, Tampereen Rantaväylä			
Säilytyspaikka Viikin tiedekirjasto, Viikinkaari 11 A, 00014 Helsingin Yliopisto			
Muita tietoja			



Faculty Faculty of Agriculture and Forestry		Department Department of Economics and Management	
Author Mirja Jämsén			
Title Synthesis of cost benefit analysis and multi-criteria decision analysis in environmental impact assessment – Case Tampereen Rantaväylä			
Subject Environmental Economics			
Level Master's thesis	Month and year November 2013	Number of pages 95 pages	
Abstract <p>The objective of this thesis is to study the synthesis of multi-criteria decision analysis and cost benefit analysis applying that to Tampereen Rantaväylä's environmental impact assessment (EIA). The goal is to do an extensive analysis of the project taking into account economic and other impacts and include also a subjective evaluation of the impacts. Synthesis of the analyses is done by three different ways: cost benefit analysis as a part of multi-criteria analysis and the other way round and parallel review of the methods with various graphs. The goal is to find good practices for the synthesis in EIA process, taking into account the strengths and limitations of both methods. In addition, the thesis studies how the EIA materials can be used in a multi-criteria decision analysis for determination of the weights for the criteria and how the results of the synthesis can be described clearly.</p> <p>The thesis is done on assignment to the Finnish Environment Institute as part of the IMPERIA project, which aims to improve environmental assessment by adopting good practices and tools of multi-criteria decision analysis. Materials for the thesis are from Tampere Rantaväylä's EIA and the overall project plan.</p> <p>The multi-criteria decision analysis is done utilizing objectives and impacts defined in the EIA because those describe the project thoroughly. Project stakeholders valuations are described in four different valuation profiles that are formed based on the EIA materials. Valuation profiles are then used for determination of weights in the multi-criteria decision analysis. Resulting ranking order of the project alternatives depends on which valuation profile is used. Net present value and cost benefit ratio are used as results of cost-benefit analysis. Overlaps of the analyses in the synthesis are taken into account by modifying the value tree in multi-criteria decision analysis. Results of the synthesis show how the different alternatives fulfil the project objectives in relation to costs or economic benefits. Two-dimensional graphs and bar charts are used to demonstrate the factors of results.</p>			
Keywords multicriteria analysis, cost-benefit analysis, environmental impact assessment, Tampereen Rantaväylä			
Where deposited Viikki Science Library, Viikinkaari 11 A, 00014 University of Helsinki			
Additional information			

Alkusanat

Tämä pro gradu -työ on tehty toimeksiantona Suomen ympäristökeskukselle. Tutkielman nyt valmistuttua haluan kiittää Suomen ympäristökeskuksen johtavaa asiantuntijaa Mika Marttusta johdatuksesta aiheen pariin. Erityiskiitokset työni asiantuntevasta ohjauksesta, kommentteista sekä kannustuksesta esitän Suomen ympäristökeskuksen erikoistutkija Jyri Mustajoelle. Kiitän Maa- ja Vesitekniikan tuki ry:tä sekä IMPERIA-hanketta (EU LIFE11 ENV/FI/905) tutkielmani taloudellisesta tuesta. Kiitokset myös professori Markku Ollikaiselle työn ohjauksesta.

Sisällysluettelo

1 Johdanto	7
1.1 Kustannus-hyötyanalyysi ja monitavoitearviointi	8
1.2 Tutkielman tavoite ja esimerkkitapaus	10
1.3 IMPERIA-hanke	11
1.4 Tutkielman rakenne	11
2 Kustannushyötyanalyysin ja monitavoitearvioinnin menetelmät	11
2.1 Monitavoitearviointi	12
2.1.1 Tilanteen identifiointi ja jäsentäminen.....	13
2.1.2 Tavoitemallin rakentaminen ja käyttö.....	14
2.1.3 Tulosten arviointi ja toimintasuunnitelman luonti	17
2.1.4 Monitavoitearvioinnin haasteita.....	19
2.2 Kustannus-hyötyanalyysi	20
2.2.1 Hankevaihtoehtojen määrittely ja rajaus	21
2.2.2 Hankevaihtoehtojen kaikki vaikutukset	22
2.2.3 Analyysin tunnuslukujen laskenta.....	24
2.2.4 Herkkyysanalyysi ja suositus.....	26
2.2.5 Kustannus-hyötyanalyysin haasteet.....	28
2.3 Kustannus-hyötyanalyysin ja monitavoitearvioinnin yhteiskäyttö	29
2.3.1 Kustannus-hyötyanalyysi osana monitavoitearviointia	32
2.3.2 Monitavoitearviointi osana kustannus-hyötyanalyysiä	33
2.3.3 Kustannus-hyötyanalyysin ja monitavoitearvioinnin rinnakkainen ja vertaileva käyttö.....	33
3 Tieliikennehankkeiden arvioinnin ohjeet ja Tampereen Rantaväylä	34
3.1 Tieliikennehankkeiden arviointi	35
3.1.1 Kannattavuuslaskelma.....	38
3.1.2 Vaikuttavuuden arviointi.....	40
3.2 Tampereen Rantaväylän kehittäminen	41
3.2.1 Hankkeen ympäristövaikutusten arviointi ja tavoitteet	43
3.2.2 Hankkeen kannattavuuslaskelma ja herkkyysanalyysi.....	45
3.2.3 Hankkeen vaikuttavuuden arviointi	50
4 Kustannus-hyötyanalyysin ja monitavoitearvioinnin yhteiskäyttö Tampereen Rantaväylän suunnittelussa	52
4.1 Monitavoitearviointi	54
4.1.1 Arvopuumalli.....	54
4.1.2 Tavoitemallin painojen määrittäminen.....	57

4.1.3	Monitavoitearvioinnin tulokset.....	65
4.2	Kustannus-hyötyanalyysin ja monitavoitearvioinnin yhteiskäyttö.....	68
4.2.1	Kustannus-hyötyanalyysin laskelmien hyödyntäminen osana monitavoitearviointia	72
4.2.2	Kustannus-hyötyanalyysin tulos osana monitavoitearviointia	73
4.2.3	Monitavoitearvioinnin tulos osana kustannus-hyötyanalyysiä	75
4.2.4	Monitavoitearvioinnin ja kustannus-hyötyanalyysin tulosten vertailu	76
5	Tulosten tarkastelu.....	79
5.1	YVAN materiaalien hyödyntäminen monitavoitearvioinnissa	79
5.2	Hyviä käytäntöjä kustannus-hyötyanalyysin ja monitavoitearvioinnin yhteiskäyttöön YVA-prosessissa	81
5.3	Kustannus-hyötyanalyysin ja monitavoitearvioinnin yhteiskäytön ongelmia YVA-prosessissa.....	83
6	Johtopäätökset	84
	Lähdeluettelo.....	87
	Liitteet.....	90
	Liite 1 Karttakuvat Tampereen Rantaväylän YVA:n vaihtoehtoista	90
	Liite 2 Tutkielmassa käytetyt eri arvopuumallit	91
	Liite 3 Monitavoitearvioinnin tulokset eri arvostusprofiileilla.....	93

1 Johdanto

Tutkielmassa tutkitaan kustannus-hyötyanalyysin ja monitavoitearvioinnin yhteiskäyttöä ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä (YVA).

Ympäristövaikutusten arviointi on suunnittelun apuväline isoissa hankkeissa. Sen avulla pyritään vähentämään tai kokonaan estämään hankkeen haitallisia ympäristövaikutuksia. Menettelyn tavoitteena on lisätä ympäristövaikutusten huomiointia suunnittelussa ja päätöksenteossa sekä kansalaisten tiedonsaantia ja osallistumismahdollisuuksia. Tällöin voidaan vielä pohtia vaihtoehtoja ja vaikuttaa lopulliseen ratkaisuun. YVAN toteutus on hankkeen omistajan vastuulla. Menettelyä ohjaa ja valvoo elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen (ELY) yhteysviranomaisen (Ympäristöministeriö 2011, 3).

Lainsäädännössä Valtioneuvoston asetuksessa (17.8.2006/713) määritellään yksityiskohtaisesti hanketyypit ja niiden koot, joista on aina tehtävä YVA. Hanketyyppejä ovat muun muassa erilaiset teollisuuden hankkeet, jäte- ja vesihuoltohankkeet ja liikennehankkeet. ELY-keskuksen päätöksestä menettelyä sovelletaan myös yksittäistapaukseen, jos sen oletetaan aiheuttavan laadultaan ja laajuudeltaan, myös eri hankkeiden yhteisvaikutukset huomioon ottaen, hankeluettelon hankkeiden vaikutuksiin rinnastettavia merkittäviä haitallisia ympäristövaikutuksia (Ympäristöministeriö 2011, 3).

Tieliikennehankkeista asetuksessa eritellään tilanteet, joissa täytyy tehdä YVA:

- moottoriteiden tai moottoriliikenneteiden rakentaminen
- neli- tai useampikaistaisen, vähintään 10 kilometrin pituisen yhtäjaksoisen uuden tien rakentaminen
- tien uudelleenlinjaus tai leventäminen, josta muodostuvan yhtäjaksoisen neli- tai useampikaistaisen tieosan pituudeksi tulee vähintään 10 kilometriä (Ympäristöministeriö 2011, 13).

YVA-menettely jakaantuu kahteen vaiheeseen, ensimmäisessä vaiheessa tehdään arviointiohjelma ja sen jälkeen toisessa vaiheessa arviointiselostus. Hankkeesta vastaava toimittaa ne ELY-keskuksen yhteysviranomaiselle, jonka vastuulla on tiedottaa arviointiohjelman ja -selostuksen nähtävillä olosta ja antaa

niistä lausunto. Usein käytännön työskentelyä ohjaa ja valvoo hankkeen eri osapuolten edustajista koottu hanke- tai ohjausryhmä. (Tiehallinto 2009, 21.) Ensimmäisessä vaiheessa tehtävä arviointiohjelma suuntaa ja painottaa vaikutusten arviointia ja varmistaa osaltaan arvioinnin tarkoituksenmukaisella ja tarpeellisella tavalla. Siinä määritellään hankevaihtoehdot ja käsitellään niiden keskeisiä vaikutuksia. Toteuttamiskelvottomat vaihtoehdot karsitaan pois jo alkuvaiheessa. Arvioitavien vaihtoehtojen valinta ja karsittujen poisjättäminen tulee perustella arviointiohjelmassa. Hankevaihtoehdoista arvioidaan välittömät ja välilliset vaikutukset sekä yhteisvaikutukset muiden hankkeiden kanssa. YVA-menettelyn toisessa vaiheessa käsitellään arviointiohjelman mukaan tehdyn arvioinnin tulokset ja tehdään vaihtoehtojen vertailu. Arviointiselostus perustuu tehtyyn arviointiin ja arviointiohjelmasta saatuun yhteysviranomaisen lausuntoon. Arviointimenettely päättyy, kun yhteysviranomainen toimittaa lausuntonsa ja hankkeesta saadut muut lausunnot sekä mielipiteet hankkeesta vastaavalle. (Tiehallinto 2009, 24-27.) Molemmissa vaiheissa yleisöllä on mahdollisuus osallistua arviointimenettelyyn. Arviointiohjelmassa esitetään aikataulu, jossa kuvataan arvioinnin ja suunnittelun eteneminen. Sen mukaan sidosryhmät ja muut halukkaat voivat vaikuttaa suunnitteluun mielipitein ja kannanotoin. (Tiehallinto 2009, 35-36.)

Suomen YVA-lainsäädäntöä arvioitiin 2010 Jantusen ja Hokkasen julkaisussa ”YVA-lainsäädännön toimivuusarviointi”, (Jantunen & Hokkanen 2010). Siinä arvioinnin raportoinnin laatua pidettiin yleisesti hyvänä, mutta tunnistettiin myös kehityskohteita. YVA-menettelyn eri osapuolilta löytyi näkemuseroja, mitä vaihtoehtoja tarkasteluun tulisi sisällyttää. Eri vaihtoehtojen vertailun merkitystä voisi vahvistaa tuomalla paremmin esille vaihtoehtojen välisiä vaikutuseroja. Tällöin voitaisiin myös korostaa enemmän merkityksellisiä vaikutuksia. (Jantunen & Hokkanen 2010. YVA-lainsäädännön toimivuusarviointi, 38-41.) Julkaisussa kehityskohteeksi todettiin (2010, 50) myös arviointiselostuksien raportoinnin havainnollisuus ja kansantajuus.

1.1 Kustannus-hyötyanalyysi ja monitavoitearviointi

YVAssa vaikutusten arvioinnissa voidaan hyödyntää järjestelmällisiä menetelmiä. Tutkielmassa keskitytään kustannus-hyötyanalyysiin (KHA) ja

monitavoitearviointiin. Kustannus-hyötyanalyysi on yhteiskunnallisen päätöksenteon apuväline, jossa arvioidaan kaikki oleelliset vaikutukset hankkeen ajalta ja määritetään niiden arvot rahassa. Hankkeen kustannusten ja hyötyjen nykyarvon erotuksena lasketaan nettonykyarvo, jonka avulla eri vaihtoehtoja vertaillaan ja arvioidaan, tuottaako hanke yhteiskunnallista hyötyä. KHA soveltuu hyvin tilanteisiin, joissa hyödyt ja kustannukset saadaan helposti määriteltäviä rahassa, mutta tällöin sosiaaliset tekijät saattavat jäädä analyysin ulkopuolelle. (Mustajoki & Marttunen 2008, 167, 170).

Monitavoitearviointi on päätösanalyttinen menetelmä, jota voidaan käyttää laajoissa ja monimutkaisissa tilanteissa. Monitavoitearvioinnissa tilanteen tarkasteluun sisällytetään erilaisia tavoitteita ja arvostuksia, joiden ei tarvitse olla mitattavissa samoilla yksikköarvoilla. Sen avulla voidaan jäsentää tavoitteita, sovittaa yhteen erimittaisia vaikutuksia, arvioida vaihtoehtoja systemaattisesti ja tunnistaa eri tavoitteiden väliset vaihtokaupat. Oleellista on myös oppia suunnittelutilanteeseen liittyvistä erilaisista tavoitteista ja arvostuksista. Monitavoitearviointi soveltuu hyvin tilanteeseen, jossa vaikutukset eivät ole helposti rahassa määritettäviä. Toisaalta siinä taloudelliset asiat saattavat jäädä vähemmälle huomiolle. (Mustajoki & Marttunen 2008, 167.) Monitavoitearviointia on sovellettu esimerkiksi, kun tarkasteluun on haluttu sisällyttää sidosryhmien näkemyksiä. Näin tehtiin SYKEssä mm Päijänteen säännöstelyvaihtoehtojen vertailussa ja Mäntsälän järvien kunnostustarpeen arvioinnissa (Marttunen et al. 2008, 37).

Kustannus-hyötyanalyysiä ja monitavoitearviointia voidaan käyttää yhdessä, jolloin arvioitavasta tilanteesta saadaan taloudellisten tekijöiden ja myös muissa yksiköissä olevien tekijöiden analyysi. KHA:n keskittyessä taloudellisiin tekijöihin monitavoitearvioinnissa huomio kohdistuu sidosryhmien arvostuksiin. Vuonna 2008 tehtiin kirjallisuuskatsaus ”Kustannus-hyötyanalyysin ja monitavoitearvioinnin vertailu ja menetelmien toisiaan täydentävä käyttö” (Mustajoki & Marttunen, 2008). Kirjallisuuskatsauksessa todettiin, että pohdinta menetelmien käytöstä toisiaan tukevana on lisääntynyt ja menetelmien yhteiskäytön hyödyistä tarvitaan lisää tietoa, jotta tunnistetaan paremmin tilanteet, jolloin yhteiskäyttö on hyödyllistä. (Mustajoki & Marttunen 2008, 178)

1.2 Tutkielman tavoite ja esimerkkitapaus

Tutkielman tavoitteena on löytää hyviä käytäntöjä monitavoitearvioinnin ja kustannus-hyötyanalyysin yhteiskäyttöön YVAssa. Yhteiskäytöllä haetaan synergiaetuja soveltamalla menetelmiä toisiaan täydentävinä. Tarkoitus on tutkia eri yhteiskäyttötapojen vahvuuksia ja heikkouksia sekä niiden tulosten esittämistapoja. Tämän lisäksi tavoitteena on tutkia, miten YVAn materiaaleja voidaan hyödyntää monitavoitearvioinnissa tarvittavien kriteerien tärkeysrajojen määrittämisessä ilman sidosryhmien haastatteluja.

Tutkielmassa keskitytään tiehankkeeseen, josta on tehty KHA ja YVAssa monitavoitearvioinnin kaltainen tarkastelu. Esimerkkitapauksena on Tampereen Rantaväylän (valtatie 12) kehittämishanke, jonka YVA-menettely päättyi vuonna 2010. Hankkeessa arvioitiin Rantaväylän 4,2 kilometriä pitkän tieosuuden eri kehittämisvaihtoehtoja.

Tutkielmassa ei tehdä kustannus-hyötyanalyysiä, vaan se saadaan suoraan Tampereen Rantaväylän hankearvioinnista. Hyödyt perustuvat liikenne-ennusteeseen ja kustannukset tulevat rakentamisesta ja kunnossapidosta. Monitavoitearviointi tehdään Tampereen Rantaväylän kehittämishankkeen lähdemateriaaleihin pohjautuen. Hankkeessa on tunnistettu tavoitteita ja vertailtu vaihtoehtoja niiden suhteen monitavoitearviointia vastaavalla tavalla. YVA-prosessissa hankeryhmä on määrittänyt tavoitteet Rantaväylän kehittämiselle, joissa huomioidaan sekä liikennejärjestelyjen sujuvuus että hankkeen muut tavoitteet. Yleissuunnitelmassa vaihtoehtojen vaikuttavuutta on arvioitu indikaattoreiden ja mittausarvojen avulla. Sidoryhmien erilaiset näkökulmat tunnistetaan hankemateriaaleista ja muodostetaan arvostusprofiilit eri näkökulmista. Arvostusprofiileja käytetään arvopuun kriteerien painoarvojen estimointiin.

Vaikutusten arviointiin ja vaihtoehtojen vertailuun monitavoitearviointi ja kustannus-hyötyanalyysi ovat hyviä menetelmiä ja menetelmien yhteiskäyttö voisi tuoda lisäarvoa hankkeen vaikutusten arviointiin. Menetelmien yhteiskäyttöä demonstroidaan eri tavoilla ja saatuja tuloksia tarkastellaan esimerkkihankkeessa.

1.3 IMPERIA-hanke

Tutkielma on toteutettu toimeksiantona Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) koordinoimaa IMPERIA-hanketta. Hankkeen tavoitteena on parantaa tiedonvaihtoa, vuoropuhelua sekä vaikutusmahdollisuuksia YVA- ja SOVA-menettelyissä ja sitä kautta lisätä sidosryhmien tyytyväisyyttä arviointeihin. Hankkeessa tunnistetaan hyviä käytäntöjä ja kehitetään uusia työkaluja YVAn ja SOVAn eri vaiheiden tueksi. Menetelmällisesti keskitytään monitavoitearviointiin ja sen soveltamismahdollisuuksien havainnollistamiseen, jota demonstroidaan valituissa pilottihankkeissa. Niistä saatujen kokemusten perusteella laaditaan ohjeisto vaikutusten merkittävyyden arviointiin ja vaihtoehtojen vertailuun. (Suomen ympäristökeskus 2012, 2.)

1.4 Tutkielman rakenne

Tutkielman luvussa kaksi käydään läpi tutkielman teoreettiset menetelmät, kustannus-hyötyanalyysi ja monitavoitearviointi. Ne käsitellään prosessien vaiheiden mukaan ja lisäksi käsitellään menetelmien haasteita. Kustannus-hyötyanalyysin ja monitavoitearvioinnin yhteiskäyttöä tarkastellaan aiempien tutkimusten perusteella. Luvussa kolme käsitellään tieliikennehankkeiden arviointi ja Tampereen Rantaväylän YVA-hanke sekä käytetyt muut lähdemateriaalit, joiden perusteella luvussa neljä tehdään monitavoitearviointi. Lisäksi luvussa neljä sovelletaan monitavoitearvioinnin ja kustannus-hyötyanalyysin yhteiskäyttöä. Luvussa viisi tarkastellaan saatuja tuloksia suhteessa tutkielman tavoitteeseen ja luku kuusi sisältää johtopäätökset.

2 Kustannushyötyanalyysin ja monitavoitearvioinnin menetelmät

Hyvä päätöksenteko perustuu ymmärrykseen asiaan liittyvistä arvostuksista ja päätöksen seurauksista. Päivittäisissä tilanteissa päätöksiä tehdään paljon intuitiivisesti tai aiempien kokemusten pohjalta, mikä yksinkertaisissa tilanteissa on usein helppoa. Monimutkaisissa ja hankalissa tilanteissa intuitio ei aina riitä ja tällöin järjestelmällisiä päätösanalyttisiä menetelmiä voidaan käyttää tukemaan päätöksentekoa. Näiden lähestymistapojen tavoitteena on auttaa

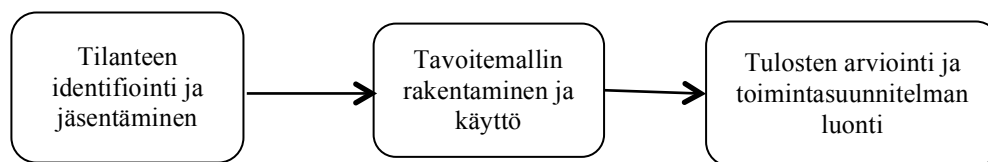
päätöksentekijöitä rationaaliseen ja läpinäkyvään päätökseen. (Eisenführ, Weber, Langer 2010, 3-4.) Menetelmät itsessään eivät takaa hyvää lopputulosta, mutta tarjoavat käytännöllisen prosessin tilanteen analysointiin ja päätöksentekoon (Gregory ym. 2012, 6). Päätöstilanteisiin liittyy monesti useita eri tavoitteita ja sidosryhmiä. Eri sidosryhmien erilaiset tavoitteet toteutuvat harvoin saman vaihtoehdon kohdalla ja päätöksissä tarvitaan kompromisseja. Päätösanalyttisillä menetelmillä voidaan helpottaa vaihtoehtojen arviointia ja jäsentämistä, eri yksiköillä mitattavien vaikutusten yhteensovittamista ja eri sidosryhmien tavoitteiden huomiointia. (Marttunen, Mustajoki, Verta, Hämäläinen 2008, 8.) Järjestelmällistä päätösanalyysia tarvitaan erityisesti, kun päätöksen seuraukset ovat merkittäviä, vaikuttavat pitkällä aikavälillä ja useisiin ihmisiin (Belton & Stewart 2002, 2).

2.1 Monitavoitearviointi

Monitavoitearviointi on päätösanalyttinen menetelmä, jota voidaan käyttää laajoissa ja monimutkaisissa tilanteissa. Siinä muodostetaan ja arvioidaan ratkaisuvaihtoehtoja. Monitavoitearviointi voidaan määritellä ”joukoksi menetelmiä ja lähestymistapoja, joita voidaan soveltaa erilaisia arvostuksia, erimitallisia vaikutuksia ja epävarmuutta sisältävien laajojen ja monimutkaisten aiheiden jäsentelyssä” (Mustajoki & Marttunen 2008, 167). Sen avulla voidaan selventää ja organisoida päätöstilanne paremmin ymmärrettäväksi ja arvioida eri vaihtoehtoja, kun tilanteeseen liittyy ristiriitaisia tavoitteita (Belton & Stewart 2002, 2). Sitä on sovellettu esimerkiksi, kun tarkasteluun on haluttu sisällyttää sidosryhmien näkemyksiä. SYKEssä monitavoitearviointia on käytetty esimerkiksi Päijänteen säännöstelyvaihtoehtojen vertailussa ja Mäntsälän järvien kunnostustarpeen arvioinnissa (Marttunen ym. 2008, 31).

Monitavoitearvioinnin tarkoituksena on auttaa päätöksentekijöitä ymmärtämään sidosryhmien prioriteetteja ja arvostuksia, tarkoitus ei niinkään ole ongelman ratkaisu yhdellä oikealla vastauksella. Menetelmän tavoitteena on johtaa harkittuun, perusteltuun ja läpinäkyvään ratkaisuun. Samalla siihen osallistujat oppivat analyysin kohteena olevasta tilanteesta ja eri sidosryhmien arvostuksista. (Belton & Stewart 2002, 3-5.)

Monitavoitearvioinnin onnistuminen riippuu paljolti analyysin tekijöiden osaamisesta. Ulkopuolista analyysin tekijää prosessikonsultin roolissa suositellaan etenkin, jos päätöstilanne on monimutkainen, sidosryhmiä on useita ja näillä on toisistaan eriäviä tavoitteita. Tällöin ulkopuolinen henkilö pystyy ohjaamaan prosessia ottamatta kantaa päätöksen sisältöön, auttamaan erityisesti ristiriidoissa ja toimimaan menetelmän asiantuntijana. Vaikka analyysin suorittaa ulkopuolinen henkilö, päätöstilanteen arvioi sidosryhmien edustajat. (Belton & Stewart 2002, 263, 271.) Käytännössä prosessi voidaan toteuttaa eri tavoin tilanteesta riippuen: työpajoissa, yksittäin työskennellen tai erillisissä asiantuntijaryhmissä. Ainakin osittainen yhteistyö on kuitenkin ehdotonta yhteisen näkemyksen muodostamiseksi, kun päätöksenteosta vastaa ryhmä henkilöitä. (Belton & Stewart 2002, 267-269.) Tutkielmassa käsitellään menetelmä kuvassa 1 esitettyjen vaiheiden mukaisesti. Lisäksi käsitellään menetelmään liittyviä haasteita.



Kuva 1. Monitavoitearvioinnin vaiheet (Belton & Stewart 2002, 6).

Prosessin vaiheet kuvataan menetelmälle tyypillisessä tapauksessa, jolloin päätöksenteossa on mukana useita sidosryhmiä ja prosessia ohjaa päätösanalyytikko.

2.1.1 Tilanteen identifiointi ja jäsentäminen

Monitavoitearvioinnin ensimmäisessä vaiheessa prosessiin osallistujat tunnistavat ongelmatilanteen, johon haetaan ratkaisua. Alussa tehtävää tilanteen identifiointia ja jäsentämistä pidetään oleellisena, koska sillä varmistetaan eri osapuolten yhtenevä näkemys ja tilanteen ymmärtäminen. Jäsentämisen tarkoitus on tilanteen keskeisten tekijöiden ja huolenaiheiden tunnistaminen. Se voidaan aloittaa ideoinnilla yleisellä tasolla, josta tarkennetaan ja ryhmitetään vaihtoehtoihin liittyviä tekijöitä. Apuna voidaan käyttää erilaisia käsitekarttoja, joilla ideat ryhmitellään järjestelmällisesti ja samalla tilanne jaetaan komponentteihin, joita ovat vaihtoehdot, tavoitteet ja kriteerit. (Belton & Stewart 2002, 48, 52-55.)

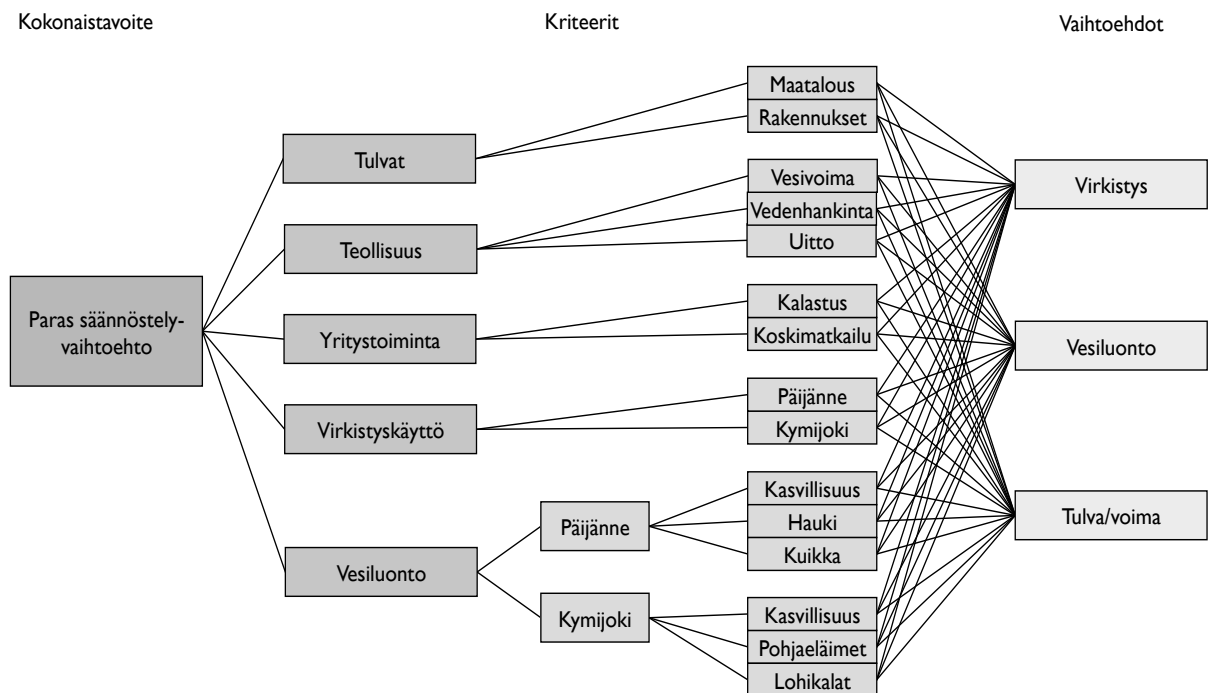
Tilanteen ja ongelman jäsentämisessä syntyneistä ideoista muodostetaan ratkaisuvaihtoehdot. Vertailtavaksi valittuja vaihtoehtoja tulisi olla sopiva määrä ja niiden erotuttava selvästi toisistaan. Vaihtoehdot voivat myös olla yhdistelmiä erilaisista toimenpiteistä tai tarkentuvat vasta analyysin aikana. Jo alussa on kuitenkin hyvä tunnistaa vaatimusten vastaiset vaihtoehdot ja jättää sellaiset pois. Identifioinnista ja jäsentämisestä prosessissa siirrytään työstämään tavoitemallia. Siihen saadaan tämän vaiheen tuloksena mahdolliset ratkaisuvaihtoehdot ja niiden vertailussa arvioitavat kriteerit. (Belton & Stewart 2002, 79.)

2.1.2 Tavoitemallin rakentaminen ja käyttö

Seuraavassa vaiheessa kuvataan tilanteen tavoitteet, vaihtoehdot ja kriteerit tavoitemallilla. Tätä muodostettaessa voidaan vielä iteroida vaihtoehtoja; muokata vanhoja tai löytää mahdollisesti uusia tai hylätä toteuttamiskelvottomia. (Belton & Stewart 2002, 52.) Tavoitemallilla päätöksentekijöiden arvostukset ongelmatilanteesta jäsennetään hierarkkiseksi kaavioksi. Mallin tekeminen auttaa ymmärtämään ja hahmottamaan tilanteen paremmin ja tulosten analysointi lisää keskustelua sekä eri osapuolten arvostusten ymmärtämistä. (Belton & Stewart 2002, 80, 120.)

Tavoitemallin kuvaamiseen graafinen esitystapa on hyödyllinen ja usein prosessissa käytetty työväline. Sen käyttö edesauttaa päätöksentekijöitä tarkentamaan ja selventämään käsityksiään tilanteesta itselleen ja muille. Graafinen malli voi olla vaikutuskaavio, päätösmatriisi, päätös- tai arvopuu. (Eisenführ ym. 2010, 19.) Tutkielmassa käsitellään tavoitemalleista tarkemmin arvopuuanalyysiä. Arvopuussa tavoitteet eritellään hierarkkisesti tarkempiin osatavoitteisiin, kuvataan kriteerit ja vaihtoehdot. Ylimmällä tasolla on kokonaistavoite yleisellä tasolla ja se haarautuu kriteereihin, jotka voivat edelleen jakautua yksityiskohtaisempiin alakriteereihin. Arvopuuhun valittujen kriteereiden tulisi sisältää kaikki tilanteeseen liittyvät oleelliset tekijät, mutta pysyä määrällisesti hallittuna ja selkeänä. Kriteerit liittyvät päätöksentekijöiden arvostuksiin, ovat yksiselitteisiä, ymmärrettäviä ja mitattavia (Belton & Stewart 2002, 55-58). Vaihtoehdot arvioidaan erikseen alimman tason kriteerien suhteen, joita kutsutaan usein attribuuteiksi. Jokaiselle niistä määritetään arviointia varten mitta-asteikko. Kukin arvioinnin tekijä antaa attribuuteille painot, jotka kuvaavat attribuuttien tärkeyttä hänelle. Vaihtoehdot pisteytetään kunkin attribuutin suhteen kuvaamaan

vaihtoehdon paremmuutta attribuuttien suhteen. Additiivisella mallilla vaihtoehdoille saadaan kokonaisarvot kertomalla attribuuttien painot vaihtoehdon attribuuttikohtaisilla pisteillä ja laskemalla arvot yhteen. Näin eri vaihtoehdot voidaan järjestää paremmuusjärjestykseen. (Belton & Stewart 2002, 80-81.)



Kuva 2. Esimerkki arvopuusta (Marttunen ym. 2008, 39).

Kuvassa 2 esitetään Päijänteen eri säännöstelyvaihtoehtoja vertaileva arvopuu, jota analyysin tekijät käyttivät päätösanalyysihaastatteluisissa. Vertailun tavoitteena oli parhaiden säännöstelytoimenpiteiden suunnittelu eri intressiryhmät huomioiden. Arvopuun kriteereiksi koottiin tekijät, joiden suhteen säännöstelyvaihtoehdot poikkesivat toisistaan. Kriteereinä säännöstelytoimenpiteille olivat tulvat, teollisuus, yritystoiminta, virkistyskäyttö ja vesiluonto. Vesiluonnon osalta analyysissä tarkasteltiin erikseen vaikutuksia Päijänteellä ja Kymijoella. Vaihtoehdot olivat virkistyskäyttöä palveleva säännöstely ja ekologinen säännöstely, joka huomioi vesi- ja rantaluonnon tilan, sekä tulvasuojelu- ja voimatalouspainotteinen säännöstely. Kuvassa vaihtoehdot on nimetty niihin liittyvän ensisijaisen tavoitteen mukaan. Vaihtoehtoja vertailtiin kriteerien suhteen, joille oli määritetty mittarit. Analyysin tekijät haastattelivat sidosryhmien edustajia, jolloin vaihtoehtojen vertailuun saatiin näkemyksiä eri säännöstelytapojen välillä olevien vaikutuserojen merkittävyydestä. Tuloksina vaihtoehdoille saatiin arvot, jotka kuvasivat kunkin vaihtoehdon paremmuutta sidosryhmien edustajille. Vaihtoehtoja vertailemalla

esitettiin suosituksia vedenkorkeuden säännöstelytoimenpiteille. (Marttunen ym. 2008, 39-41.)

Arvopuun kriteerit määrittelevät päätöksen lopputuloksen kannalta sidosryhmille merkittävät asiat ja ovat aina tapauskohtaisia (Gregory ym. 2012, 69). Analyysissä niille määritetään mitta-asteikko kuvaamaan alimman tason kriteerin määrää eli niiden suorituskykyä ylätason tavoitteeseen nähden. Eri kriteerien mittayksiköiden ei tarvitse olla samoja vaan ne ovat kriteerikohtaisia. Osalle saadaan luonnostaan selkeä asteikko, kuten esimerkissä kalastuksen tuotto. Yleensä mitta-asteikon vaihteluväli normeerataan, eli skaalataan 0-1 välille, jolloin kriteerin minimiarvoa vastaa nolla ja maksimiarvoa vastaa yksi. (Belton & Stewart 2002, 82-83.) Aina kriteereille ei löydy suoraan sopivaa mitta. Tällöin voidaan kehittää kvalitatiivinen mitta, jolle pyritään saamaan ääriarvojen lisäksi ainakin kaksi kohtaa ääriarvojen väliltä. Kvalitatiiviset mitta-arvot ovat kriteeriä kuvailevia, arvioijalle tuttuja, käyttökelpoisia ja perusteltuja. (Belton & Stewart 2002, 128.) Kriteerille voidaan määrittää myös proxy -mitta, joka indikoi epäsuorasti kriteerin muutosta. Se mittaa kriteerin muutokseen liittyvää tekijää, esimerkiksi tiettyjen kasvien tai eläinten esiintyminen ympäristön saastumisen mittarina. Käytettäessä epäsuoria indikaattoreita pitää varmistaa, että yhteys haluttuun kriteeriin todella esiintyy. (Eisenführ ym. 2010, 73.)

Eri vaihtoehdoille voidaan laskea arvofunktiolla vertailtavat kokonaisarvot. Arvioijalla oletetaan olevan mitattavissa olevia preferenssejä vaihtoehtoja verrattaessa ja niitä voidaan kuvata matemaattisesti arvofunktiota hyödyntämällä. Arvofunktiomenetelmästä käytetään usein additiivista mallia. Siinä vaihtoehdoille annetaan pisteet yleensä välillä 0-1 kunkin attribuutin suhteen ja attribuuteille annetaan painot, jotka kuvaavat niiden suhteellista tärkeyttä toisiin attribuutteihin nähden. (Eisenführ ym. 2010, 107-109.) Funktio $V(a)$ kuvaa arvioijan arvostusta vaihtoehdosta a :

$$V(a) = \sum_{i=1}^m w_i v_i(a_i) \quad (1)$$

Siinä m kertoo attribuuttien lukumäärän, w_i on attribuutin i kokonaispaino ja $v_i(a_i)$ on vaihtoehdon a saama arvo attribuutin i suhteen. Painojen merkitys muuttuu, jos jonkin attribuutin mitta-asteikkoa tai sen saamia arvoja muutetaan. (Eisenführ ym. 2010, 127.) Eri vaihtoehtoja voidaan verrata niiden saaman arvon perusteella.

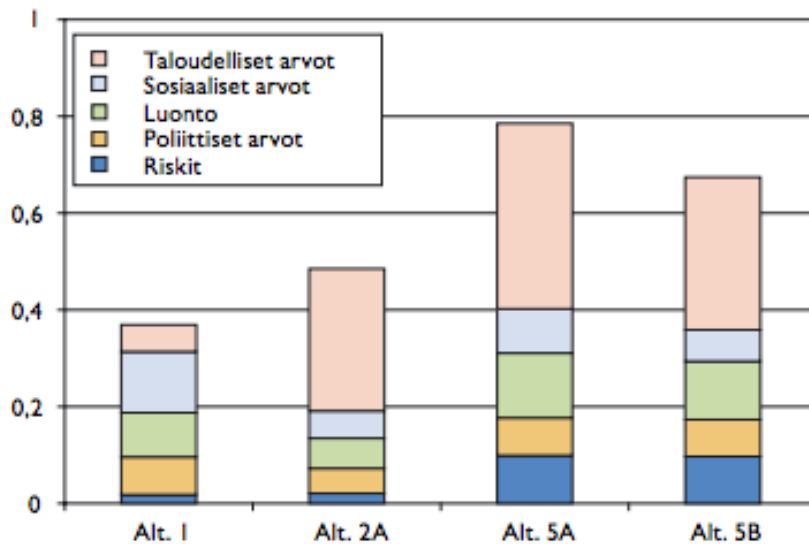
$V(a) > V(b)$, kun vaihtoehtoa a pidetään parempana kuin vaihtoehtoa b attribuutin i suhteen. Jokaiselle vaihtoehdolle lasketaan arvo kaavalla 1 ja vaihtoehdoille saadaan paremmuusjärjestys. (Belton & Stewart 2002, 85.)

Painoilla voidaan myös suhteuttaa eri attribuuteille alun perin määritetyt mitta-asteikot toisiinsa. Esimerkiksi, jos kalastukselle annettu paino on kaksinkertainen verrattuna koskimatkailuun, tällöin puoli yksikköä mitattua kalastuksen määrää tuottaa saman hyödyn arvioijalle kuin yksi yksikkö koskimatkailua. Arvioija olisi siis valmis vaihtamaan näitä kriteerejä tässä suhteessa. (Belton & Stewart 2002, 115, 135.)

Attribuuttien painojen määrittämiseen on monia menetelmiä, joista useat perustuvat trade-offien tekemiseen tavoitteiden välillä. Trade-offilla tarkoitetaan vaihtosuhdetta, joka saadaan kysymyksillä arvioijalta. Kysymyksillä verrataan kahta tekijää kerrallaan vaihtosuhteen löytämiseksi. Esimerkiksi voidaan kysyä, jos kriteeri muuttuu tasolta x tasolle y, niin minkä suuruinen muutos toisessa kriteerissä tarvitaan kompensoimaan edellä mainittua muutosta. Vertailuilla saadaan attribuuttien painot. (Eisenführ ym. 2010, 135-136.) Swing – menetelmässä attribuutit järjestetään sen mukaan, miten ne lisäävät tavoitteen kokonaisarvoa arvioijan mielestä. Ensin annetaan 100 pistettä attribuutille, minkä mieluiten haluaisi nostettavan huonoimmalta tasolta parhaalleen. Sen jälkeen muut attribuutit pisteytetään sen mukaan, kuinka tärkeänä arvioija pitää attribuutin nostoa huonoimmalta parhaalle tasolle suhteessa tärkeimpään attribuuttiin. Lopuksi painot normeerataan ja pisteiden summa saadaan ykköseksi sekä lasketaan vaihtoehdoille kokonaisarvot. (Belton & Stewart 2002, 135-138.)

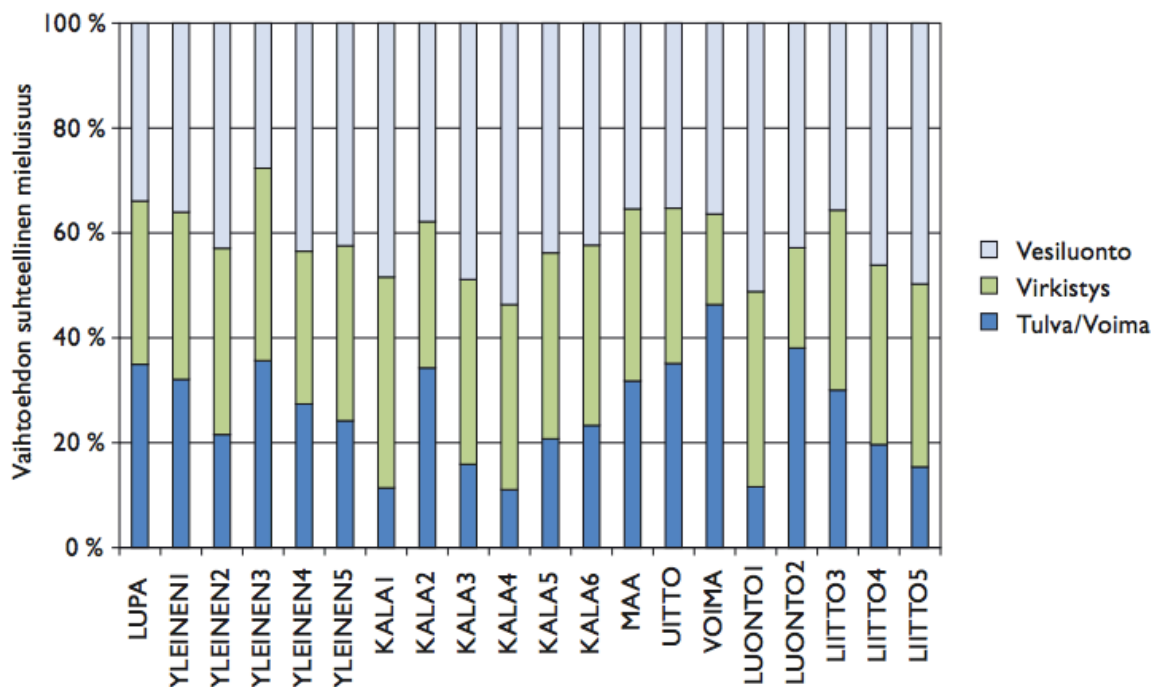
2.1.3 Tulosten arviointi ja toimintasuunnitelman luonti

Monitavoitearvioinnin viimeisessä vaiheessa tarkastellaan ja analysoidaan tuloksia, joiden pohjalta laaditaan toimenpide-ehdotus. Vaihtoehtojen vertailun tuloksia voidaan esittää erilaisilla kuvaajilla, jotka havainnollistavat eri sidosryhmien arvostuseroja. Kuvaajia voidaan käyttää myös tulosten esittelyyn laajemmalle yleisölle. Kuvan 3 esimerkissä tarkasteltiin Plavinaksen voimalaitoksen ohijuoksutusvaihtoehtoja. Se on selkeä tapa esittää vaihtoehtojen saamat kokonaisarvot verrattuna toisiinsa. Siinä on eroteltu eri väreillä kokonaisarvojen koostuminen eri tekijöistä. (Marttunen ym. 2008, 52.)



Kuva 3. Hankevaihtoehtojen saamat kokonaisarvot (Marttunen ym. 2008, 52).

Kuvassa 4 on yksi esimerkki Päijänteen säännöstelyvaihtoehtojen vertailun tuloksista. Siinä esitetään pylvädiagrammilla eri vaihtoehtojen suhteellinen mieluisuus kunkin haastateltavan antamilla painoilla. Pylväät edustavat eri haastateltavia ja ovat nimetty intressiryhmien mukaan. Hankkeessa tarkastelun tuloksia hyödynnettiin päätettäessä, mitä tavoitteita ja miten paljon toteutettavassa säännöstelyssä olisi painotettava. (Marttunen ym. 2008, 41.)



Kuva 4. Vaihtoehtojen suhteellinen mieluisuus haastateltavien antamilla painoilla (Marttunen ym. 2008, 41).

Vertailun tuloksia voidaan arvioida yleisesti: vastaavatko ne intuitiota, puuttuuko jokin aspekti ja ovatko arvot arvioitu oikein. Analyysin avulla saadaan selville vaihtoehtojen heikkouksia ja vahvuuksia. Apuna voidaan käyttää erilaisia tietokoneohjelmia, joilla tuloksia voidaan tarkastella helpommin eri näkökulmista. Tuloksille tehdään usein herkkyysanalyysi, jolla tarkistetaan tulosten herkkyys mallin muutoksille. Tulosten herkkyyteen saattaa vaikuttaa jonkin oleellisen tiedon puuttuminen tai arvioijien epävarmuus tai erilaiset näkökulmat. Herkkyysanalyysillä voidaan tarkastella analyysin yksittäisten tekijöiden vaikutusta lopputulokseen, jos esimerkiksi yksittäisen kriteerin painon muutos muuttaa vaihtoehtojen paremmuusjärjestystä. Herkkyysanalyysi tehdään silloin kyseisen kriteerin suhteen ja siitä nähdään, millä painolla paremmuusjärjestys muuttuu. Analyysissä painoja muuttamalla voidaan myös tarkastella, millaisilla painojen yhdistelmällä tietty vaihtoehto saisi parhaimman kokonaisarvon. (Belton & Stewart 2002, 145-149.) Arvioinnin ja herkkyysanalyysin tulosten perusteella analyysin tekijä tekee toimintasuunnitelmaehdotuksen ja päätöksentekijät päättävät etenemisestä.

2.1.4 Monitavoitearvioinnin haasteita

Monitavoitearviointi vaatii tekijöiltä analyysin ymmärtämistä ja kokemusta. Menetelmän yleisimmät haasteet tulevat arvopuun rakenteeseen ja painojen määrittämiseen liittyvistä ajatusharhoista, jotka perustuvat ihmisten taipumuksiin ja käyttäytymiseen. Analyysin tekijän on hyvä olla niistä tietoinen, koska ne voivat vaikuttaa tuloksiin merkittävästi. Belton ja Stewart (2002, 116-117) korostavat erityisesti arvopuun rakenteesta ja vertailujen muotoilusta tulevia harhoja. Arvopuuta laadittaessa kriteerejä voidaan jakaa eri tasoille ja saman ongelman analyysistä voidaan tehdä hyvin erin näköinen arvopuumalli. Jos kriteeri jaetaan useampaan alakriteeriin, niiden painojen summan tulisi vastata alkuperäisen kriteerin saamaa painoa. Alakriteeriksi jaettuna painojen summasta tulee kuitenkin helposti suurempi kuin, jos alkuperäistä kriteeriä ei olisi jaettu. Esimerkiksi kuvassa 2 vesiluonto –kriteeri on jaettu koskemaan erikseen Päijännettä ja Kymijokea. Sen saaman painon tulisi pysyä samana suhteessa muihin kriteereihin, vaikka sitä ei olisi jaettu eri vesistöjen osalta.

Päätöstilannetta analysoitaessa arvopuun rakenne saattaa vaikuttaa kriteerien saamiin painoihin riippuen kriteerien sijainnista. Sama kriteeri voi olla hierarkiassa eri tasolla tai ryhmiteltynä eri kriteerien kanssa mallista riippuen. Ylempänä

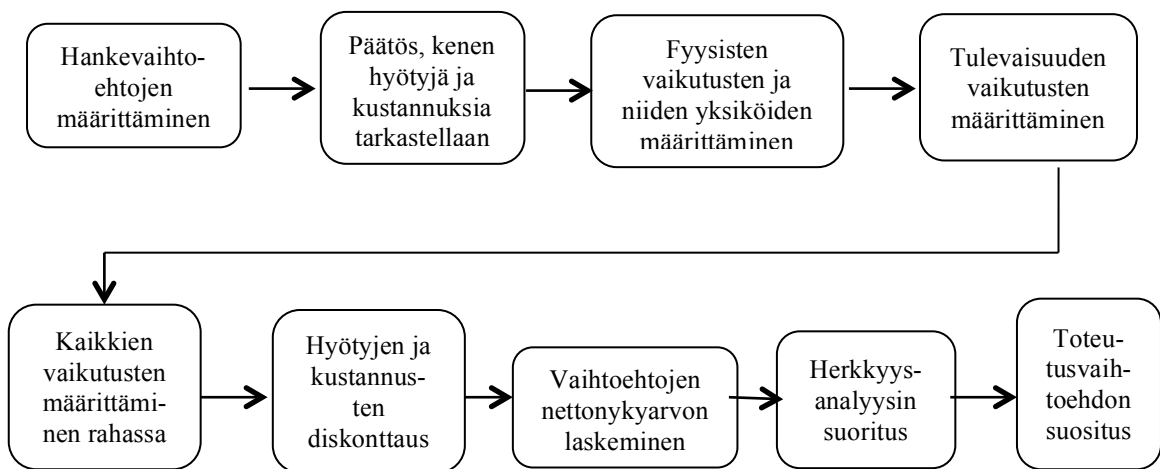
hierarkiaa sen on todettu (Eisenführ ym. 2010, 154) saavan yleensä suuremman painon kuin alempana hierarkiaa. Usein analyysiä tehdään kysymyksillä ja vertailuilla. Se, millaisia kysymyksiä analyysin tekijä esittää arvioijalle, saattaa vaikuttaa harhan muodostumiseen ja aiheutuu ns. framing effect. Ihmiset reagoivat eri tavalla, kun puhutaan esimerkiksi vähennyksistä tai lisäyksistä. Jos kriteerin ilmaistaan tarkoittavan vähennystä suhteessa toiseen kriteeriin, arvioija antaa sille todennäköisesti korkeamman painon, kuin jos sen ilmaistaan tarkoittavan lisäystä suhteessa johonkin toiseen kriteeriin. Tällainen harha voidaan välttää varmistamalla, että arvioija ymmärtää asian oikein. Näiden lisäksi harhoja voi aiheuttaa attribuuttien mitta-asteikko. Painojen merkitystä voidaan tulkita vain suhteessa mitta-asteikkoon. Ongelma syntyy, jos arvioija ei huomioi asteikon vaihteluväliä, vaan arvioi asian yleistä tärkeyttä. Samoin painojen tulisi muuttua, jos mitta-asteikkoa muutetaan. Tutkimuksissa on kuitenkin havaittu, että arvioijat eivät ole muuttaneet painoja, kun asteikkoa on muutettu. (Eisenführ ym. 2010, 154.)

2.2 Kustannus-hyötyanalyysi

Kustannus-hyötyanalyysi (KHA) on apuväline yhteiskunnalliseen päätöksentekoon. KHA:ssa määritetään hankevaihtoehtojen kaikki vaikutukset rahassa, jolloin vaihtoehdot saadaan vertailukelpoisiksi. Se on systemaattinen tapa käsitellä, tulisiko hanke tai poliittinen toimenpide toteuttaa. KHA:ssa erotellaan selkeästi hankkeen kustannukset ja hyödyt sekä niiden toteutumisen aikajänne. Tuloksena suositellaan suurimmat yhteiskunnalliset hyödyt tuottavaa hankevaihtoehtoa. (Boardman ym. 2006, 17.) KHA määrittää eri hankevaihtoehtojen suhteellista tehokkuutta toisiinsa nähden ja sen voidaan ajatella tuottavan puitteet resurssien tehokkaan käytön arviointiin. Boardman ym. (2006, 26-28) käyttävät tässä tehokkuuden määritelmänä Pareto-tehokkuutta. Resurssien jako on Pareto-tehokasta, kun niiden jakamiseen ei ole olemassa vaihtoehtoista tapaa, joka parantaisi jonkun tilannetta huonontamatta jonkun toisen tilannetta. KHA:n positiivinen tulos kertoo mahdollisuudesta Pareto-tehokkaaseen resurssien allokointiin. KHA:n avulla valinta voidaan kohdentaa eniten yhteiskunnan hyvinvointia lisäävään vaihtoehtoon. KHA:ta voidaan hyödyntää eri hanke- tai projektivaihtoehtojen vertaamiseen, politiikan tai toimenpideohjelman toteuttamiskelpoisuuden määrittämiseen etukäteen tai

toteutuksen jälkeen onnistumisen arviointiin. Joskus sitä käytetään hankkeen aikana tarkasteltaessa, eteneekö hanke suunnitelmien mukaan tai samasta projektista voidaan verrata ennen toteutusta ja jälkikäteen tehtyä kustannus-hyötyanalyysiä. Tällöin tulokset kertovat KHA:n vaikuttavuudesta päätöksenteon ja arvioinnin välineenä. Useimmiten kuitenkin analyysi tehdään ennen projektia päätöksenteon tueksi. (Boardman ym. 2006, 2-3.)

Kustannus-hyötyanalyysi jakaantuu yhdeksään vaiheeseen, jotka ovat kuvassa 5. Seuraavissa luvuissa prosessi käydään läpi vaiheittain ja käsitellään analyysiin liittyviä haasteita.



Kuva 5. Kustannushyötyanalyysin vaiheet (Boardman ym. 2006, 2).

2.2.1 Hankevaihtoehtojen määrittely ja rajaus

Kustannus-hyötyanalyysin ensimmäisessä vaiheessa analyysin tekijät tarkentavat vertailtavat vaihtoehdot, jotka ovat usein jo etukäteen annettuja. KHA:ssa ei niinkään painoteta vaihtoehtojen suunnittelua, vaan keskitytään niiden vertailuun. Vaihtoehdot määritellään yksityiskohtaisesti, jotta niiden eroavaisuudet ovat selkeät ja jotta niiden vaikutukset tunnistetaan. Vaihtoehtojen tulee olla toteutettavissa olevia selkeitä kokonaisuuksia. Tarkastelussa saattaa olla vain yksi vaihtoehto, jonka toteutuskelpoisuutta arvioidaan. Vaihtoehtoja verrataan aina perustapaukseen, joka on yleensä nykytilanne ilman hankkeen toteutusta. Joskus nykytilanne ei kuitenkaan ole realistinen vertailukohta, jos se muuttuu joka tapauksessa. (Boardman ym. 2006, 7-8.) Tällöin tekijät saattavat muodostaa vertailuun nykytilanteesta mahdollisen ennustetun tulevaisuuden ilman hankkeen toteutusta. Joissakin tapauksissa vertailukohtana voi olla nykytilanne minimaalisin

muutoksin, esimerkiksi nykyisen infrastruktuurin modernisointi muuttuneiden säännösten vuoksi. Vertailukohtana se edustaa perustapausta minimikustannuksilla. Perustapauksen määrittämisen lisäksi analyysin ensimmäisessä vaiheessa selvitetään muut mahdolliset vaihtoehdot. (European Commission 2008, 32.)

Alussa päätetään, keiden hyödyt ja kustannukset analyysiin sisällytetään. Kirjallisuudessa käytetään usein englanninkielistä termiä ”standing” kuvaamaan näitä ihmisryhmiä. Joissakin tapauksissa identifioidaan useita eri ryhmiä riippuen hankkeen laajuudesta sekä kustannusten ja hyötyjen kertymisestä. Samalla rajataan vaikutusten käsittelyä tiettyihin ihmisryhmiin ja alueisiin. Rajauksesta riippuen KHA voidaan tehdä paikallisella, kansallisella tai globaalilla tasolla. Analyysin tekijöiden tulee tunnistaa hankkeesta, kuuluuko se osaksi kansallista tai kansainvälistä verkostoa, joita ovat esimerkiksi liikenne- ja energiainfrastruktuurin hankkeet. Usein tarkastelu tehdään kansallisella tasolla, mutta päätös kohdentumisen rajaamisesta ei välttämättä ole helppo. Esimerkiksi arvioitaessa kahta kaupunkia yhdistävää junaraideosuutta, ympäristövaikutukset saattavat olla suhteellisen suuria paikallisella tasolla, mutta kansallisella tasolla raideosuuden hyödyt voivat kasvaa haittoja suuremmiksi. Lopputulos hyödyistä riippuu hankkeen rajauksesta. (European Commission 2008, 28-31.)

2.2.2 Hankevaihtoehtojen kaikki vaikutukset

Kustannus-hyötyanalyysin seuraavissa vaiheissa käsitellään hankevaihtoehtojen kaikkien vaikutusten tunnistamista ja määrittämistä. Nämä vaiheet voidaan eritellä vaikutusten ja niiden mittaamiseen käytettävien yksiköiden määrittämiseen sekä hankkeen koko ajalle tulevien vaikutusten ennustamiseen. Hankkeen vaikutuksilla tarkoitetaan kaikkia fyysisiä vaikutuksia, hyötyjä ja haittoja hankkeen koko keston ajalta. Analyysin tekijät voivat aluksi listata vaikutuksia hyvin laajasti, mutta tarkasteluun otetaan vain ne vaikutukset, jotka kohdentuvat edellisessä vaiheessa analyysiin sisällytettyihin ihmisryhmiin. Hankkeen voidaan esimerkiksi sanoa hyödyntävän alueellista kehittymistä, mutta analyysiä varten tulee identifioida, kuinka se hyödyntää alueen ihmisryhmiä. Toisaalta hankkeella saattaa olla vastakkainen vaikutus eri ihmisryhmille, positiivinen toisille ja negatiivinen toisille. Saman asian vastakkaisille vaikutuksille tarvitaan analyysiin omat kategoriat. (Boardman ym. 2006, 9-10.)

Vaikutusten määrittämisessä Hanley ja Spash (1993, 11) mainitsevat esimerkiksi siltahankkeen, josta tässä vaiheessa listataan kaikki rakentamiseen tarvittavat materiaalit, työn määrä, vaikutukset alueen työttömyyteen, liikenteeseen, kiinteistöjen hintoihin ja maisemavaikutukset alueella, jonka kiinteistöjen hintojen vaikutusta ei huomioida. Lisäksi vaikutuksia ovat siltaa käyttävien autojen vuosittainen määrä, ajansäästö, jonka silta toisi matkaan sekä sillan vaikutukset kalakantoihin. Tässä vaiheessa nämä vaikutukset analysoidaan kaikki omilla yksiköillään, työn määrä ja matka-ajan säästö ajassa ja tarvittavat materiaalit niiden painossa. Sillan rakentamiseen tarvittavien resurssien määrä voidaan laskea suhteellisen tarkasti, mutta vaikutukset kalakantoihin on jo huomattavasti hankalampi ennustaa ja sisältää enemmän epävarmuutta. Ympäristöasioissa vaikutusten määrittäminen on hankalaa useammasta syystä: niillä ei yleensä ole markkinahintaa tai määrällistä mittaa, ekosysteemi on monimutkainen kokonaisuus ja kaikkia vaikutuksia ei välttämättä tiedetä. (Hanley & Spash 1993, 20-21.)

Kustannus-hyötyanalyysiin sisällytetään vain suoraan hankkeesta johtuvat vaikutukset, ei välillisiä vaikutuksia. Esimerkiksi julkista liikennettä parantava hanke saattaa vähentää yksityisautoilua, ilmansaasteita, ruuhkia ja lisätä linja-autojen käyttöä. Se saattaa myös vähentää tarvetta autojen korjaukselle, parkkipaikoille ja polttoaineelle. Osa vaikutuksista johtuu suoraan hankkeesta, kuten yksityisautoilun väheneminen, ja osa johtuu hankkeesta välillisesti, kuten parkkipaikkojen tarpeen väheneminen. Välillisistä vaikutuksista saattaisi tulla kaksoiskirjaus, koska ne sisältyvät yleensä jo hankkeen suoriin vaikutuksiin. (Boardman ym. 2006, 112-113, 118.) Kaikki arvioidut vaikutukset ja niiden määrät määritetään koko hankkeen ajalta, myös tulevaisuudessa ilmenevät. Hankkeen aikahorisontin tulee olla sopiva taloudelliseen käyttöikänsä nähden ja tarpeeksi pitkä kattamaan todennäköiset vaikutukset, mutta ei liian pitkä, ettei se ylitä hankkeen kannattavuutta. Suurimmalle osalle infrastruktuurihankkeita tarkasteltava ajanjakso on vähintään 20 vuotta. (European Commission 2008, 36-37.) Vaikutusten ennustaminen saattaa olla hankalaa ja siihen liittyy aina epävarmuutta. Tulevaisuuden tapahtumiin vaikuttaa hankkeen tuomien muutosten seuraukset, jotka eivät välttämättä ole odotettavissa. Toisaalta hanke saattaa

vaikuttaa kolmanteen osapuoleen, joka osaltaan muuttaa hankkeen hyötyjä tai kustannuksia. (Boardman ym. 2006, 11-12.)

2.2.3 Analyysin tunnuslukujen laskenta

Kustannus-hyötyanalyysin seuraavassa vaiheessa vaihtoehtoja verrataan nettonykyarvon (NPV) perusteella, joka kertoo eri vaihtoehtojen hyötyjen ja kustannusten erotuksen nykyarvon. Ensin lasketaan hyötyjen ja kustannusten nykyarvot, jota varten edellisen vaiheen eri mittayksiköissä määritetyt vaikutukset yhteismitallistetaan rahassa. Hanley ja Spash (1993, 11) mukaan raha on vain sopiva keino yhteiseksi mitaksi, ei kannanotto sen tärkeydestä. Markkinahinnoilla hankkeen vaikutuksille saadaan suhteelliset arvot.

Osa vaikutuksista voi olla hankala määrittää rahassa, kuten ympäristövaikutukset, joille ei yleensä ole markkinahintaa. KHA:n kannalta hankkeen tuoma muutos on merkityksellinen, jos se on havaittavissa, vaikkei sille olisi hintaa. (Hanley & Spash 1993, 10.) Hyödykkeen arvoa voidaan arvioida sen tuottamien hyötyjen tai haittojen perusteella, jos sille ei ole markkinahintaa. Arvioinnissa auttavat kyselytutkimukset arvottamisesta, joilla selvitetään maksuhalukkuutta tai halukkuutta hyväksyä jonkin asian muutos. Tutkimuksilla saadaan tietoa tarvittavasta vastikkeesta asian muutoksessa parempaan tai huonompaan. Maksuhalukkuuskyselyitä käytetään esimerkiksi virkistysalueiden, veden puhtauden, metsästyksen tai soiden säästämisen arvottamiseen. Toisaalta maksuhalukkuuden selvittämiseen tarvittavat kyselyt ovat hyvin hypoteettisia ja tuloksia ei aina pidetä tarkkoina. Kysymysten asettelu saattaa vaikuttaa vastauksiin sekä asenne asiaan suhtautumisessa. Vastauksiin voi myös heijastua strateginen käyttäytyminen kyseessä olevan asian suhteen. (Boardman ym. 2006, 369, 379.) Maksuhalukkuutta tutkittiin (Lehtoranta & Seppälä, 2011) Pielisen vedenpinnan säännöstelystä, jossa maksu kuvattiin kotitalouskohtaisena tietyllä ajanjaksolle tulevana verona. Osa vastaajista ilmoitti maksuhalukkuudeksi nolla euroa ja suurin osa näin ilmoittaneista perusteli vastaustaan verotuksen vastustamisella. Nämä vastaukset luokiteltiin protestiääniksi, joiden osalta ainoaksi syyksi maksuhaluttomuuteen todettiin verotuksen vastustaminen, lisätietojen tarve tai että esitettyä muutosta pidettiin liian pienenä.

KHA:ssa vertailtavien vaihtoehtojen kustannukset ja hyödyt ilmenevät usein eri ajanjaksoilla. Kustannukset ilmenevät yleensä hankkeen alussa ja hyödyt myöhemmin, joskus vasta useamman vuoden päästä hankkeen valmistumisesta. Vertailua varten tulevaisuudessa tapahtuvat hyödyt ja kustannukset diskontataan nykyarvoiksi, jolloin ne vastaavat nykyhetken hyötyjä ja kustannuksia. (Boardman ym. 2006, 131.)

$$\text{hyötyjen nykyarvo } (B) = \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+i)^t} \quad (2)$$

$$\text{kustannusten nykyarvo } (C) = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i)^t} \quad (3)$$

Nykyarvojen laskukaavoissa 2 ja 3 C_t ja B_t kuvaavat vuonna t ilmeneviä kustannuksia ja hyötyjä, jotka muutetaan nykyarvoiksi jakamalla tekijällä $(1+i)^t$, jossa i on diskonttokorko. Kaavoissa n kertoo hankkeen keston vuosissa. (Boardman ym. 2006, 14-15.) Diskonttokorko kuvastaa ajatusta, että tulevaisuudessa hyödynnettävissä olevat resurssit ovat arvoltaan alhaisemmat kuin sama määrä hyödynnettävää resurssia nykyhetkellä. Diskonttokoron arvo pienenee, mitä kauemmas tulevaisuuteen mennään. Boardman ym. (2006, 238) mielestä diskonttokoron arvo on kustannus-hyötyanalyysissä yksi eniten keskustelua herättävä tekijä, koska sen eri arvoilla päädytään erilaisiin tuloksiin. Alhainen korko suosii vaihtoehtoja, joilla on korkeimmat kokonaishyödyt riippumatta, milloin hyödyt konkretisoituvat. Korkeampi diskonttokorko antaa pienemmät painoarvot hyödyille ja kustannuksille, jotka realisoituvat kauempana tulevaisuudessa. Se suosii vaihtoehtoa, jonka hyödyt ja kustannukset painottuvat hankkeen alkupuolelle. (Boardman ym. 2006, 236-238.)

Euroopan komissio (2008, 57) suosittelee vuosille 2007-2013 diskonttokoron arvoksi 5,5 %, joka perustuu ennusteeseen pidemmän ajan kasvupotentiaalista sekä myös muihin parametreihin. Tästä poikkeavien arvojen käyttö voidaan perustella yksittäisen maan sosioekonomisilla olosuhteilla. Jokaisen maan tulisi asettaa korko kansallisella tasolla ja käyttää samaa arvoa johdonmukaisesti kaikkiin hankkeisiin.

Nettonykyarvo on keskeinen indikaattori hankkeen tuottamista sosioekonomisista hyödyistä. Eri toteutusvaihtoehdoista paras vaihtoehto saa suurimman nettonykyarvon. Hankkeen hyödyt eivät kata kustannuksia, jos nettonykyarvo jää negatiiviseksi. Nettonykyarvo NPV lasketaan hyötyjen PV(B) ja kustannusten PV(C) nykyarvojen erotuksesta:

$$NPV = PV(B) - PV(C) \quad (4)$$

Hankevaihtoehtojen vertailu tulisi tehdä yhtä pitkältä ajanjaksolta, jotta vaihtoehdoilla on yhtäläiset mahdollisuudet kerryttää hyötyjä ja kustannuksia. Kestot voidaan yhteismitallistaa jakamalla nettonykyarvot annuiniteettikertoimella, jossa käytetään samaa ajanjaksoa ja korkoa kuin NPV:n laskennassa. (Boardman ym. 2006, 145-146.)

KHA:n tunnuslukuna voidaan myös laskea kustannusten ja hyötyjen suhde. Suhdeluku voidaan laskea kustannukset jaettuna hyödyillä tai toisinpäin, hyödyt jaettuna kustannuksilla. Kustannusvaikuttavuus saadaan jakamalla kustannukset hyödyillä. Sitä käytetään esimerkiksi terveystalouden apukeinona, jolloin voidaan puhua hankkeen vaikuttavuudesta kustannus/pelastettu henki. Nettonykyarvoon verrattuna suhdeluku saattaa tuottaa eri tuloksen parhaimmaksi vaihtoehdoksi. Suhdeluvun ongelmana on, ettei se huomioi vaihtoehtojen skaalaa, eikä se ole käyttökelpoinen, jos vaihtoehtojen kustannukset poikkeavat suuresti toisistaan. Suurimman suhdeluvun saava vaihtoehto ei välttämättä tuota suurimpia nettohyötyjä vaihtoehtojen erilaisten skaalojen vuoksi. Siihen vaikuttaa myös, miten hankkeen haitat lasketaan. Suhdeluvuksi saadaan eri tulos sen mukaan, luetaanko hankkeen haitta negatiivisena hyödyksi tai jos se lisätään kustannuksiin. Tällä tavoin voidaan vaikuttaa vaihtoehtojen vertailuun ja muuttaa saatua tulosta. Parhaimman vaihtoehdon valintaan tulisikin käyttää nettonykyarvon antamaan tulosta. (Boardman ym. 2006, 16, 32-33.)

2.2.4 Herkkyysanalyysi ja suositus

Kustannus-hyötyanalyysin lopussa tehdään herkkyysanalyysi tuloksista ja viimeisenä vaiheena analyysin tekijät antavat suosituksen hankevaihtoehdoista. KHA:n useaan kohtaan sisältyy epävarmuuksia ja oletuksia, erityisesti tulevaisuuden vaikutusten ennustamiseen. Epävarmuuksia ja oletuksia käsitellään

herkkyysanalyysissä. (Boardman ym. 2006, 17.) Sillä tutkitaan keskeisten muuttujien arvojen muutoksen vaikutusta lopputulokseen. Perustapauksena pidetään muuttujien todennäköisimmillä arvoilla laskettua nettonykyarvoa. Tulosta voidaan pitää luotettavana, jos oletuksia muuttamalla perustapauksen etumerkki ei muutu. Herkkyysanalyysiä varten keskeisimmät oletusarvot saattaa olla hankala tunnistaa. Niiden tärkeys riippuu nettonykyarvon reaktiosta arvojen muutokseen ja se voidaan todentaa vasta herkkyysanalyysin tuloksista. Tämän vuoksi analyysiä toistetaan useamman kerran. (Boardman ym. 2006, 175, 179.) Hanley ja Spash (1993, 20) suosittlevat herkkyysanalyysissä tutkittaviksi keskeisiä parametreja: diskonttokorko, fyysisten vaikutusten määrät ja niiden hinnat sekä hankkeen kesto. Kun näistä löydetään herkimmät parametrit, niistä tehtyjä oletuksia voidaan tarkentaa ja, jos mahdollista, projektin aikana kyseisiä asioita voidaan pyrkiä hallitsemaan tarkemmin.

Herkkyysanalyysin tekemiseen on kolme yleistä tapaa: osittainen analyysi, parhaimman ja huonoimman tapauksen analyysi sekä Monte Carlo –analyysi. Osittaisessa herkkyysanalyysissä muutetaan yhtä arvoa kerrallaan ja katsotaan sen vaikutus lopputulokseen. Parhaimman tapauksen analyysissä muuttujille annetaan arvot, joilla analyysistä oletetaan saatavan paras mahdollinen nettonykyarvo. Vastaavasti huonoimman tapauksen analyysissä parametreille annetaan huonoimman nettonykyarvon tuottavat arvot. Näin saadaan laskettua ylä- ja alarajat nettonykyarvolle. Parhaimman tapauksen analyysi on erityisen hyödyllinen, jos perustapauksella saadaan negatiivinen nettonykyarvo ja huonoimman tapauksen analyysi, jos perustapaus antaa positiivisen arvon. Tällöin voidaan todentaa, muuttuuko nettonykyarvon etumerkki ääritapauksilla ja tarkastelua voidaan jatkaa tutkimalla, millä oletusten yhdistelmällä nettonykyarvo pysyy positiivisena. Boardman et al. (2006, 175) mukaan huonoimman tapauksen analyysin tarkistus on hyödyllinen erityisesti, jos hankkeeseen liittyy ulkopuolisia kannustimia tai rajoitteita tuottaa optimistinen nettonykyarvo. Monte Carlo -analyysi tehdään tietokoneavusteisesti ja se perustuu todennäköisyysjakaumiin. Keskeisimmille muuttujille muodostetaan todennäköisyysjakaumat ja niistä otetaan satunnaiset arvot nettonykyarvon laskentaan. Laskelmia toistetaan jakaumista saatavilla eri alkuarvoilla ja tulokseksi saadaan histogrammi nettonykyarvon jakaumasta. Siitä tulos on helposti tulkittavissa ja havaittavissa nettonykyarvon jakauma eri parametrien arvoilla. (Boardman ym. 2006, 180-182.)

KHA:n viimeisen vaiheen suositus toteutettavasta hankevaihtoehdosta tehdään nettonykyarvon ja herkkyyssanalyysin perusteella. Yleensä suositus on suurimman nettonykyarvon tuottava vaihtoehto, mutta herkkyyssanalyysi saattaa vaikuttaa suositukseen. Paras vaihtoehto ei välttämättä ole optimaalisin toteutustapa. Analyysillä arvioidaan vain määritetyt vaihtoehdot, ei pyritä optimoimaan kustannusten ja hyötyjen suhdetta. Tällöin jokin analyysin ulkopuolelle jäänyt vaihtoehto saattaa tuottaa parhaimman nettonykyarvon. Toisaalta, joskus nykytilanne on paras vaihtoehto. (Boardman ym. 2006, 16-17.)

2.2.5 Kustannus-hyötyanalyysin haasteet

Kustannus-hyötyanalyysiin on kohdistunut vuosien varrella paljon kritiikkiä, joka voidaan jakaa kahteen tyyppiin. Ensimmäinen kohdistuu periaatteeseen hyötyjen ja kustannusten korvattavuudesta, kun toisille koituvia kustannuksia korvataan joidenkin toisten saavuttamalla hyödyillä. Toinen kritiikin kohde ovat KHA:n käytännön ratkaisut: analyysiin valitut vaikutukset, niiden rahallinen arvo ja diskonttokoron arvo. Ne ovat kaikki valittavissa olevia arvoja ja niihin liittyy epävarmuutta. (Boardman ym. 2006, 2.) Valittu diskonttokorko vaikuttaa paljon analyysin tulokseen. Mitä pidemmälle tulevaisuuteen hyödyt ja kustannukset sijoittuvat, sitä pienemmäksi nettonykyarvo menee diskontattuna. Tällöin diskonttauksen vuoksi esimerkiksi kaukaisessa tulevaisuudessa syntyvät ympäristöhaitat saavat hyvin alhaisen arvon. Ympäristöön vaikuttavien julkishankkeiden diskonttokoron valintaa voidaan pitää poliittisena päätöksenä, jossa koron valinta riippuu näkemyksestä sukupolvien välisestä tasa-arvosta ja taloudelle annetusta luonteesta. Koron arvo on usein kompromissi, eikä sille ole olemassa yhtä tiettyä oikeaa arvoa. Korkea korko saattaa jättää ympäristöä tuhoavia hankkeita toteuttamatta, mutta estää myös vaihtoehtoisten energialähteiden kehittämistä, koska nettonykyarvon tulos jää huonoksi. Alhainen korko taas saattaa lisätä investointien määrää ja samalla lisää luonnonvarojen hyödyntämistä, kuten kaivosteollisuutta. (Hanley & Spash 1993, 135, 145.) Haasteena on myös kaikkien tarvittavien lukuarvojen tuottaminen. Aina ei ole mahdollista ilmaista määrällisesti ja arvottaa rahassa hankkeen oleellisia vaikutuksia, tai tietojen hankintaan saattaisi kulua huomattavan paljon resursseja. Näitä vaikutuksia voivat olla esimerkiksi maiseman muutokset tai ihmishenkien arvottaminen. Tällöin voidaan soveltaa laadullista analyysiä, jossa analyysin tekijät

määrittävät rahassa kaikki vaikutukset, jotka voivat ja kuvaavat loput vaikutukset laadullisesti. (Boardman ym. 2006, 41.)

2.3 Kustannus-hyötyanalyysin ja monitavoitearvioinnin yhteiskäyttö

Kustannus-hyötyanalyysin ja monitavoitearvioinnin yhteiskäyttöön on eri tapoja:

- kustannus-hyötyanalyysi osana monitavoitearviointia
- monitavoitearviointi osana kustannus-hyötyanalyysiä
- kustannus-hyötyanalyysin ja monitavoitearvioinnin rinnakkainen ja vertaileva käyttö

(Mustajoki & Marttunen, 2008, 183).

Kustannus-hyötyanalyysin ja monitavoitearvioinnin vertailusta ja toisiaan täydentävästä käytöstä tehdyssä kirjallisuuskatsauksessa (Mustajoki & Marttunen 2008, 171) löydettiin 12 artikkelia, joissa menetelmiä yhdistettiin ja kuusi artikkelia, joissa menetelmiä käytettiin rinnakkain. Nämä ovat listattuna taulukossa 1, sekä lisäksi menetelmiä teoreettisesti vertailleet artikkelit. Yhteiskäyttöä perusteltiin useissa artikkeleissa KHA:n puutteiden vähentämisellä monitavoitearvioinnin avulla. Näin arviointiin saatiin sisällytettyä vaikeasti rahassa mitattavia asioita ja laaja näkökulma analysoitavasta asiasta. Monitavoitearviointi teki päätöksenteon avoimemmaksi, läpinäkyvämmäksi, helpotti osallistumista ja huomioi eri näkökulmat sekä tuki keskustelua. Useimmissa yhteiskäyttöä käsittelevissä artikkeleissa rahassa mitatut tekijät käsiteltiin KHA:ssa ja otettiin sitten osaksi monitavoitearviointia, jossa KHA:lla saadut tulokset olivat yhtenä tekijänä arvopuumallissa. Lisäksi kahdessa artikkelissa monitavoitearvioinnin rahalliset tulokset sisällytettiin KHA:iin. Tällöin monitavoitearvioinnin tulos skaalattiin valitulla kertoimella rahalliseksi hyödyksi. (Mustajoki & Marttunen, 2008, 171-174.)

Taulukko 1. Kirjallisuuskatsauksessa käsitellyt artikkelit ja niiden lähestymistapa menetelmiin (Mustajoki & Marttunen, 2008, 171, 185-186).

Taloudelliset tekijät yhdistetty KHA:ssa ja sisällytetty osaksi monitavoitearviointia	
Tekijät	Tutkimus
Bekifi Z., Kiss L.N., Tanczos K. (2003)	Multicriteria analysis of the financial feasibility of transport infrastructure projects in Hungary. <i>INFOR</i> 41(1), 105-126.
Ding G.C.K. (2005)	Developing a multicriteria approach for the measurement of sustainable performance. <i>Building Research & Information</i> 33(1), 3-16.

Liu A., Collins A., Yao S. (1998)	A multiobjective and multidesign evaluation procedure for environmental protection forestry. <i>Environmental and Resource Economics</i> 12, 225-240.
Messner F., Zwirner O., Karkuschke M. (2006)	Participation in multi-criteria decision support for the resolution of a water allocation problem in the Spree River basin. <i>Land Use Policy</i> 23, 63-75.
Panou K.D., Sofianos A.I. (2002)	A fuzzy multicriteria evaluation system for the assessment of tunnels vis-à-vis surface roads: Theoretical aspects – part I. <i>Tunneling and Underground Space Technology</i> 17, 195-207.
Sijtsma F.J. (2006)	Project Evaluation, Sustainability and Accountability: Combining Cost-Benefit Analysis (CBA) and Multi-Criteria Analysis (MCA). PhD Thesis – University of Groningen.
Strijker D., Sijtsma F.J., Wiersma D. (2000)	Evaluation of nature conservation. <i>Environmental and Resource Economics</i> 16(4), 363-378.
Tiwari D.N., Loof R., Paudyal G.N. (1999)	Environmental-economic decision-making in lowland irrigated agriculture using multi-criteria analysis techniques. <i>Agricultural Systems</i> 60, 99-112.
Tsamboulas D., Mikroudis G. (2000)	EFECT – evaluation framework of environmental impacts and costs of transport initiatives. <i>Transportation Research Part D</i> 5, 283-303.
Vreeker R. (2006)	Evaluating effects of multiple land-use projects: A comparison of methods. <i>Journal of Housing and the Built Environment</i> 21, 33-50.
Monitavoitearviointien tulokset rahallistettu ja sisällytetty osaksi KHA:ta:	
Tekijät	Tutkimus
Salling K.B., Jensen A.V., Leleur S. (2005)	COSIMA-DSS evaluation system: A new decision support system for large-scale transport infrastructure projects. <i>Proceedings of the 16th Mini-EURO Conference on Artificial Intelligence in Transportation</i> , Poznan, Poland, September 13-16.
Salling K.B., Jensen A.V., Leleur S. (2007)	Modelling decision support and uncertainty for large transport infrastructure projects: The CLG-DSS model of the Oresund Fixed Link. <i>Decision Support Systems</i> 43, 1539-1547.
Menetelmien rinnakkainen käyttö:	
Tekijät	Tutkimus
Brouwer R., van Ek R. (2004)	Integrated ecological, economic and social impact assessment of alternative flood control policies in the Netherlands. <i>Ecological Economics</i> 50, 1-21.
Diakoulaki D., Karangelis F. (2007)	Multi-criteria decision analysis and cost-benefit analysis of alternative scenarios for the power generation sector in Greece. <i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i> 11, 716-727.
Joubert A.R., Leiman A., de Klerk H.M., Katua S., Aggenbach J.C. (1997)	Fynbos vegetation and the supply of water: A comparison of multi-criteria decision analysis and cost-benefit analysis. <i>Ecological Economics</i> 22, 123-140.
Tudela A., Akiki N., Cisternas R. (2006)	Comparing the output of cost benefit and multicriteria analysis: An application to urban transport investments. <i>Transportation Research Part A</i> 40, 414-423.
van Pelt M.J.F. (1994)	Environment and project appraisal: Lessons from two cases. <i>Annals of Regional Science</i> 28, 55-76.
Vreeker R. (2006)	Evaluating effects of multiple land-use projects: A comparison of methods. <i>Journal of Housing and the Built</i>

	Environment 21, 33-50.
Menetelmiä teoreettisesti vertailevia tutkimuksia	
Tekijät	Tutkimus
Bebbington J., Brown J., Frame B. (2007)	Accounting technologies and sustainability assessment models. <i>Ecological Economics</i> 61, 224-236.
Gamper C.D., Thöni M., Weck-Hannemann H. (2006)	A conceptual approach to the use of cost benefit and multi criteria analysis in natural hazard management. <i>Natural Hazard and Earth System Sciences</i> 6, 293-302.
Gamper C.D., Turcanu C. (2007)	On the governmental use of multi-criteria analysis. <i>Ecological Economics</i> 62, 298-307.
Joubert A.R., Leiman A., de Klerk H.M., Katua S., Aggenbach J.C. (1997)	Fynbos vegetation and the supply of water: A comparison of multi-criteria decision analysis and cost-benefit analysis. <i>Ecological Economics</i> 22, 123-140.
Turner R.K., van den Bergh J.C.J.M., Söderqvist T., Barendregt A., van der Straaten J., Maltby E., van Ierland E.C. (2000)	Ecological-economic analysis of wetlands: Scientific integration for management and policy. <i>Ecological Economics</i> 35, 7-23.
van Leeuwen E.S., Vreeker R., Bruinsma F.R. (2006)	Integrated river basin project evaluation: A comparative study. <i>International Journal on Environmental Technology and Management</i> 6(1/2), 123-140.

Eales ym. (2005, 113) mainitsevat trendiksi eri arviointimenetelmien yhdistämisen. Hankkeen suunnittelun eri vaiheissa tehtäviä vaikutusarvioiteja voidaan yhdistää tai arvioida erityyppisiä vaikutuksia samassa arvioinnissa. Vaikutusarvioiteja yhdistämällä vältetään samojen vaikutusten käsittely useaan kertaan ja arviointiprosesseja voidaan keventää. Toisaalta arviointien ohjeistukset eivät tue yhdistämistä. (Eales ym. 2005, 114-115.) Euroopan komission (2008, 20) mukaan KHA:ta voidaan täydentää muilla analyyseillä, kuten monitavoitearvioinnilla, jos hankkeella nähdään olevan oleellisia ei-rahassa mitattavia vaikutuksia. Käytettävä analyyssimenetelmä riippuu Brouwerin ja van Ekin (2004, 4) mukaan käytettävissä olevasta ajasta ja muista resursseista sekä saatavilla olevasta informaatiosta. Mikään yksi arviointitapa ei pysty yksiselitteisesti ja tyydyttävästi arvioimaan kaikkia hankevaihtoehtojen eri näkökulmia ja vaikutuksia. Vreekerin (2006, 48) mielestä analyyssitavan valinta riippuu ongelmatilanteesta, analyyssin tavoitteista ja saatavilla olevasta informaatiosta. Yleensä hankearviointia varten on jo olemassa ohjeistettu ja vaadittu arviointimenetelmä. Tällöin kokonaisarvio tulee tehdä sen kanssa yhteensopivaksi. Sekä KHA:ta että monitavoitearviointia varten arviointikriteerit, mittaukset ja yksiköt tulee olla päätetty ja yhteensopivia aiempien arviointien kanssa. Usein arviointiin käytettävissä oleva aika ja resurssit eivät riitä vaikutuksiin ja kriteerien painoihin liittyvien epävarmuuksien täydelliseen mallintamiseen. (Gühnemann ym. 2012, 15.)

2.3.1 Kustannus-hyötyanalyysi osana monitavoitearviointia

Kustannus-hyötyanalyysin tuloksena NPV voidaan sisällyttää monitavoitearviointiin esimerkiksi arvopuun kriteeriksi tai sisällyttää KHA:ssa arvioidut taloudelliset hyödyt ja kustannukset arvopuun osatavoitteiden alle. KHA:n tietosisältö tulee siten osaksi monitavoitearviointia muiden vaikutusten rinnalle. Tosin tällöin saattaa olla haastavaa määrittää painot kustannuksille suhteessa muihin vaikutuksiin. (Mustajoki & Marttunen, 2008, 174, 181.)

Gühnemann ym. (2012) yhdistivät KHA:n ja monitavoitearvioinnin kansallisessa tiehankkeessa sisällyttämällä KHA:n tulokset monitavoitearviointiin. He muuttivat rahassa mitatut tulokset monitavoitearvioinnissa pisteytykseksi muiden kriteerien tavoin. Tällä saatiin arvioijien preferenssit selkeämmin näkyville, kun kaikki päätökseen vaikuttavat seikat sisällytettiin arviointiin. Monitavoitearviointia käyttämällä he saivat arviointiin mukaan hankkeeseen liittyvät poliittiset tavoitteet, joita ei voitu mitata rahassa. Tällä yhteiskäyttötavalla he saivat hankkeen kokonaisarvioinnista johdonmukaisen ja läpinäkyvän. (Gühnemann ym. 2012, 15, 23)

Liu, Collins ja Yao (1998) käyttivät KHA:n ja monitavoitearvioinnin yhdistämistä metsätaloushankkeessa vaihtoehtojen vertailuun. Tavoitteena oli verrata vaihtoehtoja huomioiden hankkeen kaikki kriteerit. Vaihtoehdoille tehtiin hankkeen taloudellisten tietojen perusteella kustannushyötyanalyysi, jonka tuloksena saatiin kullekin vaihtoehdolle NPV. Monitavoitearviointi ja KHA yhdistettiin ottamalla NPV yhdeksi kriteeriksi arvopuuhun. Muita kriteereitä olivat työpaikkojen lisäys, luonnonsuojelu ja metsän tuotto-osuus. Näistä vain NPV oli rahassa mitattu, muut olivat muissa yksiköissä, esimerkiksi metsän tuotto laskettiin puun kuutiomäärässä. Ryhmä asiantuntijoita antoi painot kriteereille ja vaihtoehtoja verrattiin kriteerien suhteen. Tuloksena saatiin vaihtoehtojen paremmuusjärjestys kaikki kriteerit huomioonottaen. Menetelmien yhteiskäyttö koettiin käytännölliseksi ja kattavammaksi kuin pelkkä KHA ja tuloksista toivottiin olevan apua päätöksentekijöille jatkossa vastaavien hankkeiden arvioinnissa. (Liu, Collins, Yao 1998, 227-233, 237.)

2.3.2 Monitavoitearviointi osana kustannus-hyötyanalyysiä

Toinen tapa menetelmien yhteiskäytölle on sisällyttää monitavoitearviointi kustannus-hyötyanalyysiin. Tällöin monitavoitearviointi tehdään vaikeasti rahallistettavien vaikutusten suhteen ja ne yhteismitallistetaan kustannus-hyötyanalyysillä taloudellisten vaikutusten kanssa, kun monitavoitearvioinnin tulokset sisällytetään osaksi KHA:a. Näin kaikkia vaikutuksia verrataan rahassa mitattuna. (Mustajoki & Marttunen, 2008, 181.)

Barford ym. (2011) sisällyttivät monitavoitearvioinnin tulokset kustannushyötyanalyysiin. Heidän tavoitteensa oli arvioida liikennehankkeen taloudelliset ja strategiset vaikutukset. He tekivät monitavoitearvioinnin hankkeen vaikutuksille, joita ei mitattu rahassa ja jotka eivät sisältyneet KHA:iin. Kriteerien valinnassa oltiin tarkkoja, jotta välttyttiin päällekkäisyyksiltä arvioinneissa. Monitavoitearviointiin valittiin neljä kriteeriä ja painot annettiin niiden tärkeysjärjestyksen perusteella. Sen jälkeen monitavoitearvioinnin tulokset laskettiin yhteen KHA:n tuloksen kanssa kokonaisarviota varten. Monitavoitearvioinnin ja KHA:n tuloksia ei pidetty yhdenvertaisina, vaan KHA:ta pidettiin oleellisimpana osana arviota, koska hanke ei ollut iso eikä strateginen liikenneinfrastrukturiin nähden. Sen vuoksi monitavoitearvioinnin tulosta tasapainotettiin kertoimella suhteessa KHA:n tulokseen ja monitavoitearvioinnille tuli prosentuaalisesti pienempi osuus kokonaisarviossa. Artikkelissa todettiin (2011, 173) käytännön osoittaneen 0,2-0,3 hyväksi kertoimeksi tässä hankkeessa monitavoitearvioinnin tulokselle. Kertoimen suuruuteen vaikuttaa yhteiskunnan taloudellinen tilanne, poliittiset suuntaukset ja arvioitavan projektin tyyppi. Ominaista tässä tutkimuksessa oli monitavoitearvioinnin tuloksen muunnos samaan arvioon KHA:n tuloksen kanssa, jolloin hankkeen strategisille tekijöille saatiin päätöksentekijöiden arvostuksiin perustuva taloudellinen arvo. (Barford ym. 2011, 168-169, 173)

2.3.3 Kustannus-hyötyanalyysin ja monitavoitearvioinnin rinnakkainen ja vertaileva käyttö

Kustannus-hyötyanalyysiä ja monitavoitearviointia voidaan soveltaa rinnakkain samaan ongelmaan. Tällöin ongelmasta tehdään molemmilla menetelmillä erilliset analyysit ja tuloksia vertaillaan. Useimmiten tällaisissa tutkimuksissa menetelmillä

on saatu eri tulokset johtuen menetelmiin sisällytetyistä eri vaikutuksista sekä myös monitavoitearvioinnissa tehdystä vaikutusten subjektiivisesta arvottamisesta. (Mustajoki & Marttunen, 2008, 177.)

Tudela ym. (2006) hyödynsivät monitavoitearviointia ja KHA:n menetelmiä tiehankkeen vaikutusanalyysissä. Monitavoitearviointia varten muodostettiin kaksi arvopuuta, joista toiseen sisällytettiin hankkeen hyödyt ja toiseen haitat. Molemmissa arvopuissa oli erillisinä kriteereinä taloudelliset ja ympäristölliset tekijät. Verrattujen vaihtoehtojen saamien arvojen tulkinta riippui siitä, kummasta arvopuusta oli kyse: hyödyissä korkeampi painoarvo oli parempi ja haitoissa toisinpäin. Lopulliset vertailuarvot vaihtoehtoilta laskettiin jakamalla hyötyjen paino haittojen saamalla painolla. Menetelmällä saatiin pelkkää KHA:ta laajempi analyysi ja monitavoitearvioinnilla mukaan saatiin sidosryhmien arvostuksia. Käytetyllä menetelmällä vaihtoehtoilta tuli eri paremmuusjärjestys kuin KHA:lla. Tuloksista todettiin, että päätöksentekoon tulee huomioida muutkin kuin taloudelliset tekijät ja myös yleisön mielipide, kun se perustuu hankkeesta oikeaan aikaan tarjottuun tarkkaan tietoon. (Tudela, ym. 2006, 419-422.)

Vaihtoehtoja voidaan vertailla myös näyttämällä kustannus-hyötyanalyysin ja monitavoitearvioinnin tulokset samalla kuvaajalla, jossa KHA on toisella akselilla ja monitavoitearviointi toisella. Kuvaajalla voidaan havainnollistaa eri hankevaihtoehtojen vahvuuksia ja heikkouksia eri vaikutusten suhteen. Siitä nähdään helposti taloudellisten vaikutusten suhde muihin vaikutuksiin. Tämä tapa ei ole vaihtoehtoinen aiemmissa kohdissa kuvatuille yhteiskäyttötavoille, vaan tätä voidaan hyödyntää niiden rinnalla tulosten tarkasteluun. (Mustajoki & Marttunen, 2008, 182-183)

3 Tieliikennehankkeiden arvioinnin ohjeet ja Tampereen Rantaväylä

Tutkielman esimerkkitapaukseksi valittiin tieliikennehanke, jonka YVA-prosessi on päättynyt, josta on tehty kustannus-hyötyanalyysi ja monitavoitearvioinnin tyypistä tarkastelua. Esimerkkitapauksena on Tampereen Rantaväylän (vt 12) kehittäminen, josta lähdemateriaaleina tutkielmassa käytetään YVA:n

arviointiselostusta ja siitä sekä arviointiohjelmasta saatuja lausuntoja, kommentteja ja yleisötilaisuuden muistiota sekä tieosuuden yleissuunnitelmaa.

3.1 Tieliikennehankkeiden arviointi

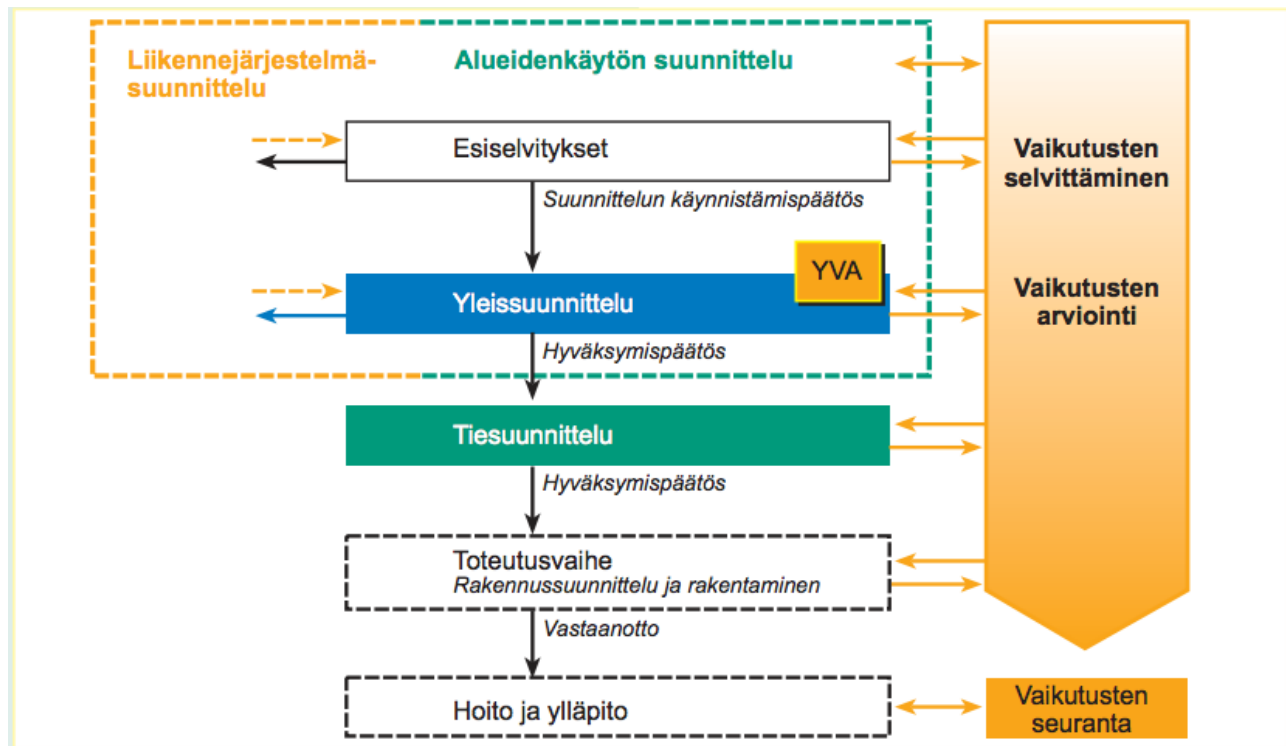
Tieliikennehankkeiden suunnittelussa käytetään erilaisia arviointimenettelyjä, joista yleisimpiä ovat KHA ja monitavoitearviointi. Kustannus-hyötyanalyysiä käytetään yleensä projektien tai vaihtoehtojen priorisointiin ja valintaan. Monitavoitearviointia taas käytetään erityisesti kehityshankkeen alkuvaiheessa, kun tarvitaan kuvailevaa analyysiä. Arviointimenetelmissä tuotetaan tietoa päätöksen tueksi, mutta ei tehdä päätöksiä. (Bristow, Nellthorp, 2000, 52-53.)

Tieliikennehankkeiden suunnittelu etenee usein vaiheittain maankäytön suunnittelun kanssa. Hankkeiden tavoitteet liittyvät yleisesti tavara- ja henkilöliikenteen olosuhteiden parantamiseen, alueen saavutettavuuteen ja parannuksiin ympäristön laadussa sekä alueen asukkaiden hyvinvoinnissa. Liikennehankkeilla pyritään ratkaisemaan muun muassa seuraavanlaisia asioita:

- ruuhkien vähennys liikenteen solmukohtia muuttamalla tai rakentamalla uusia liittymiä tai reittejä
- liittymien parantaminen ja onnettomuuksien vähentäminen
- matkustustavan muuttaminen ympäristövaikutusten ja päästöjen vähentämiseksi
- liikenneverkkojen ajantasaistaminen vastaamaan tien käyttäjien tarpeita
- parannukset reuna-alueiden saavutettavuuteen. (European Commission 2008, 71-71.)

Valtion ylläpitämien teiden suunnittelun eri vaiheisiin kuuluu esisuunnitelma, yleissuunnitelma, tiesuunnitelma ja rakennussuunnitelma, joista Liikennevirasto hyväksyy yleissuunnitelman ja tiesuunnitelman (Tampereen kaupunki 2010b, 25). Kuvassa 6 kuvataan suunnittelun eri vaiheet. Alkuvaiheessa tarkastellaan liikenteen ja maankäytön tavoitteita, analysoidaan tilannetta ja selvitetään liikenteellisiä ongelmakohtia. Esisuunnitteluvaiheessa tehdään hankearviointi, jossa keskitytään ongelmien, tavoitteiden ja vaikutusten kuvaamiseen. Yleissuunnitteluvaiheessa hanke arvioidaan esisuunnittelua laajemmin ja varmistetaan hankkeen taloudellinen ja ympäristöllinen toteutettavuus yleissuunnitelman ja YVAN avulla. Hankkeen oleellimmat ratkaisut tehdään tässä

vaiheessa. Yleissuunnitelman pohjalta hanke hyväksytään ja valitusta vaihtoehdosta aloitetaan yksityiskohtainen tiesuunnitelma. (Tiehallinto 2004, 15.) Tässä luvussa käsitellään tarkemmin yleissuunnitteluvaiheen hankearviointia ja siitä erityisesti kannattavuuslaskelman ja vaikuttavuuden arvioinnin osuuksia.



Kuva 6. Tiehankkeen vaikutusten selvittäminen ja arviointi eri vaiheissa (Tiehallinto 2009, 11).

Tiehallinto ohjeistaa hankearvioinnin, jota on noudatettava liikenne- ja viestintäministeriön toiminta- ja taloussuunnitelmiin, investointiohjelmiin tai talousarvioihin ehdolla oleviin hankkeisiin. Liikennevirasto julkaisi 2013 toukokuussa päivitetyn version tiehankkeiden arviointiohjeesta, joka korvaa aiemman version. Tutkielmassa käytettiin lähteenä aiempaa versiota, koska esimerkkihanke on arvioitu sen mukaan. Valtion viranomaiset ovat velvoitettuja noudattamaan ohjeen kehikkoa ja pääperiaatteita sekä siinä annettuja laskenta- ja yksikköarvoja. Arvioinnin laajuus, hankkeen vaikutukset ja käytettävät menetelmät määritetään hankekohtaisesti. Hankearvioinnilla selvitetään hankkeen yhteiskuntataloudellista kannattavuutta ja toteutettavuutta sekä parannetaan päätöksenteon edellytyksiä, kun eri hankkeet arvioidaan yhdenmukaisesti. (Tiehallinto 2004, 9-11.)

Hankearviointi jakaantuu seitsemään päävaiheeseen:

- hankkeen kuvaus
- vaikutustietojen kokoaminen ja kuvaus
- vaikutusten arviointi
- kannattavuuslaskelma
- vaikuttavuuden arviointi
- toteutettavuuden arviointi
- loppupäätelmät.

Jos hankkeesta tehdään YVA, osa asioista käsitellään siinä, mutta se ei korvaa hankearviointia. (Tiehallinto 2004, 12.)

Hankearvioinnissa tehdään liikenne-ennuste suunniteltavan tieosuuden tulevasta tilanteesta. Liikenne-ennuste määrittää osaltaan hankkeen kokoa ja rajaa suunnittelualueetta. Se voi pohjautua joko tiehallinnon kasvukerroyennusteisiin, eri seutujen omiin mallijärjestelmiin tai kaupunkiseuduille tehtyihin liikennemalleihin. Liikenne-ennuste tehdään maksimiennusteena tien mitoituksen vuoksi, jotta se olisi riittävä liikenteen erilaisissa tilanteissa. Ennusteen tulee olla realistinen, ettei se vaikuta liikaa hankkeen kannattavuuteen. Suureen liikennemäärän kasvuun perustuva ennuste nostaa huomattavasti kannattavuutta. Liikenne-ennuste suositellaan sisällytettäväksi herkkyysanalyysiin. (Tiehallinto 2004, 20.)

Hankearvioinnissa kuvattavilla vaikutuksilla tarkoitetaan tienpidon aiheuttamaa muutosta jonkin asian tilassa. Vaikutuksista voidaan erotella liikenteeseen kohdistuvat välittömät vaikutukset, muuhun yhteiskuntaan ja ympäristöön sekä tienpitäjään kohdistuvat vaikutukset. Hankkeella on usein välittömiä vaikutuksia ruuhkiin, ajonopeuksiin, matka-aikoihin, ajomukavuuteen ja tien häiriöherkkyyteen. Ne voidaan jaotella liikkumisen kustannuksiin, palvelutasoon ja liikenneturvallisuuteen. Muuhun yhteiskuntaan ja ympäristöön kohdistuvat vaikutukset voidaan jaotella ihmisten terveyden, elinolojen ja viihtyvyyden muutoksiin, elinkeinoelämän, alueidenkäytön ja yhdyskuntarakenteen muutoksiin sekä maaperän, kasvillisuuden, ilman, eliöiden, vesien, luonnon monimuotoisuuden ja maiseman, kaupunkikuvan sekä kulttuuriperinnön muutoksiin. Hankkeesta riippuen muutokset voivat olla positiivisia tai negatiivisia. Kaikille yhteiskuntaan tai ympäristöön kohdistuville vaikutuksille ei ole vakiintuneita arviointimenetelmiä ja ne arvioidaan usein YVAssa. (Tiehallinto 2004, 33-38.)

3.1.1 Kannattavuuslaskelma

Kannattavuuslaskelma on keskeinen menetelmä tiehankkeen analysointiin ja se tehdään kustannus-hyötyanalyysin periaatteiden mukaan. Tiehankkeiden arviointiohje määrittää siihen sisällytettävät ja ulkopuolelle jätettävät tekijät. Laskelma sisältää investointikustannuksen, sen jäännösarvon ja mahdolliset vältetyt ja välilliset investoinnit, kunnossapitokustannukset, tien käyttäjien ja muun yhteiskunnan kustannusten muutokset. Tien käyttäjien kustannuksilla tarkoitetaan ajoneuvo-, aika- ja onnettomuuskustannuksia ja muun yhteiskunnan kustannuksilla päästö- ja melukustannuksia. Kannattavuuslaskelma ei saa sisältää vaikutuksia, joiden mittaamiseen ja arvottamiseen ei ole selkeää arvottamismenetelmää tai taloudellisia heijastus- tai kerrannaisvaikutuksia, kuten vaikutukset työllisyyteen, hankealueen kasvuedellytyksiin, talouden rakenteeseen tai muutoksiin maan arvossa. (Tiehallinto 2004, 38-39.)

Hankkeen tuottamat aikahyödyt edustavat usein suurinta osaa hankkeen hyödyistä. Useassa Euroopan maassa käytetään kansallisia viitearvoja ajansäästöille. Niiden arviointi on kriittistä kannattavuuslaskelman osalta ja käytetyt arviot suositellaan raportoimaan selkeästi. Liikenteessä matkustajien ajan arvo riippuu tulotasosta, matkan tarkoituksesta ja joissakin tapauksissa matkustustavasta. Työn ulkopuolella tehdyn matkustamisen ajan arvo on yleensä huomattavasti pienempi kuin työajalla tehdyn matkustamisen. Ympäristövaikutukset riippuvat yleensä matkaetäisyyksistä ja päästöille altistumisesta. Niiden taloudelliseen määrittämiseen voidaan käyttää tutkimuksista saatuja arvoja. Jos hyödyille ei ole kansallisesti määritettyjä arvoja, Euroopan komissio suosittelee HEATCO –tutkimuksen (Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment) arvoja tai Euroopan komission liikennesektorin ulkoisvaikutusten arvioinnin käsikirjan arvoja. Melun vaikutukset voidaan eritellä haitan kokijoiden määränä eri melutasojen alueilla ja pakokaasupäästöille on eri arvot taajamissa ja haja-asutusalueella. (European Commission 2008, 77-79.) Kevyen liikenteen suoritteista ei ole tarpeeksi tietoa, joten sen kustannusten muutosta ei yleensä huomioida. Lisäksi useassa hankkeessa kevyen liikenteen merkitys on vähäinen. Onnettomuuskustannukset muodostuvat taloudellisista ja hyvinvoinnin menetyksistä. Niiden muutos esitetään tien käyttäjien hyötynä, vaikka se sisältää myös muun yhteiskunnan hyötyjä.

Erityyppisille onnettomuuksille ja niiden seurauksille sekä onnettomuuden keskimääräiselle arvolle on määritelty yleisesti käytetyt yksikköarvot euroissa. (Tiehallinto 2004, 41-42.)

Kannattavuuslaskelmassa liikenne- ja viestintäministeriön vahvistamia laskentaperusteita ja niiden arvoja ovat:

- perusvuosi, jolle arvot diskontataan on yleensä hankkeen valmistumisen jälkeinen täysi vuosi
- laskenta-ajanjakso, jolle hyödyt ja kustannukset lasketaan on 30 vuotta perusvuodesta eteenpäin
- jäännösarvo laskenta-ajanjakson lopussa on maksimissaan 25 % investoinnista
- kuoletusaika on hankkeen laskennallinen käyttöikä
- laskentakorkona käytetään 5 % diskonttokorkoa. (Tiehallinto 2004, 39.)

Tiehanke kannattavuutta arvioitaessa perustunnusluvaksi Tiehallinto suosittelee laskettavaksi hyötykustannussuhteen, joka tarkoittaa diskontattujen nettohyötyjen suhdetta investointikustannukseen. Tunnusluvun tulee olla suurempi tai yhtä suuri kuin yksi, jotta hanke on yhteiskunnalle taloudellisesti kannattava. Suhdeluvun lisäksi voidaan laskea nettohyötyarvo hyötyjen ja kustannusten erotuksesta. (Tiehallinto 2004, 44.)

Euroopan komissio (2008, 57) sen sijaan suosittelee taloudelliseksi tunnusluvuksi nettohyötyarvoa (NPV). Sitä tulisi käyttää projektin taloudellisen arvioinnin tärkeimpänä tekijänä, koska sillä saadaan vertailukelpoista tietoa eri hankevaihtoehtojen kannattavuudesta riippumatta vaihtoehtojen skaalasta. Sitä täydentämään voidaan laskea hyötyjen ja kustannusten suhdeluku, mutta suhdeluku saattaa sisältää ongelmia. Suhdeluvun ongelmana on sen herkkyyden kustannusten ja hyötyjen luokittelusta. Osaa hankkeen positiivisista vaikutuksista voidaan käsitellä joko hyötyjen kasvuna tai kustannusten vähenemisenä ja käsittelytapa vaikuttaa suhdeluvun arvoon. Vastaavasti kustannus voidaan sisällyttää kustannuksiin tai negatiivisena tekijänä hyötyihin. Lisäksi suhdelukuun vaikuttaa vaihtoehtojen skaala, jos eri vaihtoehtojen kustannukset poikkeavat suuresti toisistaan. Suhdeluku on yleensä suurempi vaihtoehdolle, jolla on pienet kustannukset. Se saattaa tuottaa suuremman arvon vaihtoehdolle, joka hyödyttää

vähemmän julkista hyvinvointia. Suhdelukua suositellaan käytettävän, jos hankkeelle on budjettirajoite, jolloin skaalaongelma ei vaikuta tuloksiin. (European Commission 2008, 211-214.)

Kannattavuuslaskelmasta tehtävässä herkkyyshanalyysissä verrataan eri tekijöiden vaikutuksia hankkeen perustapauksen tunnuslukuihin. Tavoitteena on saada päätöksentekoon lisätietoja laskelmiin liittyvistä epävarmuustekijöistä. Tiehallinnon (2004, 25) mukaan tärkeimmät herkkyyshanalyysissä huomioitavat tekijät ovat kustannusarvio, liikenne-ennuste, ajokustannusten perusarvot sekä liikennejärjestelmän ja maankäytön kehittymiseen liittyvät epävarmuustekijät. Lisäksi herkkyyshanalyysiä suositellaan muiden tekijöiden suhteen, jos hankkeessa joidenkin toimenpiteiden hyötyjä ei pystytä arvioimaan, mutta niiden kustannukset muodostavat huomattavan osan hankkeen kokonaiskustannuksista, esimerkiksi maiseman vuoksi valittu siltavaihtoehto (Tiehallinto 2004, 27).

Euroopan komission ohje (2008, 60) suosittelee herkkyyshanalyysiin hankkeen kannalta kriittisiä muuttujia eli tekijöitä, jotka vaikuttavat eniten hankkeen talouteen. Tiehankkeiden osalta suositellaan tarkasteltavaksi muuttujia, joilla ei ole markkina-arvoa, kuten ajan ja ulkoisvaikutusten arvot. Näiden lisäksi muita mahdollisia ovat investointi- ja käyttökustannukset sekä liikenne-ennuste. (European Commission 2008, 82.)

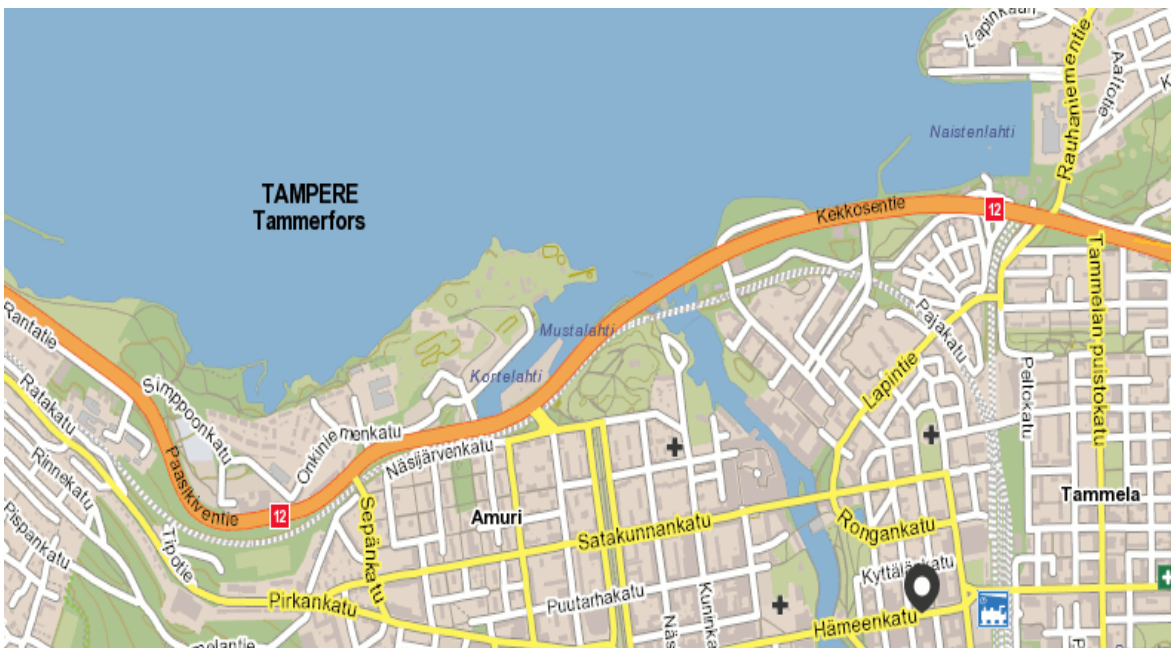
3.1.2 Vaikuttavuuden arviointi

Osaksi hankearviointia kuuluu vaikuttavuuden arviointi, jossa arvioidaan hankkeen vaikutusten merkittävyyttä ja kuinka vaikutukset toteuttavat hankkeen tavoitteita. Se täydentää YVAa ja hankkeesta tehtyä muuta arviointia. Vaikuttavuuden arviointi on perusteleva sanallinen kuvaus hankkeen vaikutuksista ja vaikutusmekanismeista eri näkökulmista katsottuna. Se antaa lisätietoja vaihtoehtojen vertailuun ja sen avulla voidaan lisätä arvioinnin läpinäkyvyyttä. Vaikutuksen suuruuden ja vaikuttavuuden arviointiin ei ole yhdenmukaisia kriteereitä, vaan tulokset saattavat vaihdella arvion tekijän mukaan. Sen vuoksi arvioinnilla ei saada tekijästä riippumatonta toistettavuutta, jota pidetään luotettavuuden mittarina. Siksi vaikuttavuuden arviointi soveltuu parhaiten saman hankkeen eri vaihtoehtojen vertailuun eikä eri hankkeiden vaikuttavuuden keskinäiseen vertailuun. (Tiehallinto 2004, 47-48.)

Vaikuttavuuden arviointiin valitaan yleensä osa YVAssa arvioiduista vaikutuksista. Niillä tulisi olla olennaisesti merkitystä hankkeen hyväksyttävyyteen ja vaihtoehtojen vertailuun. Vaikutusten suuruus arvioidaan vaikutuskohtaisilla mittasteikoilla, jotka ovat yleensä 7- tai 4 -portaisia. Nollakohtaksi asetetaan tilanne vertailuvaihtoehdossa ennustetilanteessa, eli esimerkiksi YVAn 0+ vaihtoehto. Asteikon ääripäiksi asetetaan vaikutuksesta riippuen määrällinen tai laadullinen suurin myönteinen ja kielteinen arvo. Asteikon arvot tulisi valita siten, että vaihtoehtojen erot tulevat niissä esille. Useille vaikutusten mittareille voidaan saada arvoja YVAssa. Jokaisen hankevaihtoehdon vaikutukset arvioidaan asteikolla ja tuloksena saatu yhteenveto kertoo hankkeen olennaisista vaikutuksista ja niiden muutosten suunnasta eri näkökulmista. (Tiehallinto 2004, 49-50.)

3.2 Tampereen Rantaväylän kehittäminen

Hanke käsittelee Tampereen Rantaväylän kehittämistä Santalahden ja Naistenlahden välisellä 4,2 kilometriä pitkällä osuudella. Rantaväylä on Suomen vilkkain maantie pääkaupunkiseudun ulkopuolella. Se on osa valtakunnallista päätieverkkoa ja toimii Tampereelle sisääntuloväylänä sekä läpikulkuväylänä Vaasan, Turun, Lahden ja Jyväskylän suuntiin. Siinä kulkee myös paikallinen ja seudullinen työmatka- ja asiointiliikenne. Kuvassa 7 Rantaväylä on merkitty tienumerolla 12. Rantaväylän pohjoispuolella on Näsijärvi ja eteläpuolella kaupungin keskusta sekä Pispalan harju. Tien vieressä kulkee rautatieyhteys Helsingistä Pohjois-Suomeen. Yhdessä valtatie ja rautatie muodostavat estevaikutuksen rajaamalla järven ranta-alueen ja tien pohjoispuoleiset asuinalueet sekä Särkänniemen keskustasta. Samalla estyy maankäytön laajentaminen ranta-alueelle. Julkinen liikenne kulkee muun liikenteen seassa ja kevyelle liikenteelle on oma väylä tien rinnalla. (Tampereen kaupunki 2010, 9, 14.) Rantaväylän lähellä on tiivistä asutusta järven rantaa lukuun ottamatta. Nykyisellään tiestä aiheutuu lähiseudun asukkaille melu-, päästö- ja viihtyvyyshaittoja. Asutuksen lisäksi tien lähellä sijaitsee virkistys- ja viheralueita. (Tampereen kaupunki 2010a, 21.)



Kuva 7. Tampereen Rantaväylä, vt12 (Fonectan www-palvelu, 2013).

Tampereen kaupunkiseudun asukasmäärä on kasvanut usean vuosikymmenen ajan ja kasvun odotetaan jatkuvan. Viimeisen kymmenen vuoden aikana liikennemäärä on kasvanut 11 %. Vuonna 2010 Rantaväylän liikennemääräksi mitattiin 32 800 – 44 500 ajoneuvoa vuorokaudessa, josta raskasta liikennettä oli noin 3,3 %. Liikenteestä suurin osa on Tampereen keskustaan suuntautuvaa työmatka- ja asiointiliikennettä, joka ajoittuu arkipäivien aamu- ja iltapäivien aiheuttaen ruuhkia ja onnettomuuksista. Vuosina 2005 – 2009 Rantaväylällä tapahtui yhteensä 203 onnettomuutta, joista keskimäärin 6,4 vuodessa johti henkilövahinkoon. Onnettomuusrisin vertailuarvona se tarkoittaa 11,1 henkilövahinkoon johtanutta onnettomuutta 100 miljoonaa autokilometriä kohden. Vastaava luku Tampereen läntisellä ja itäisellä kehätiellä oli tarkasteluaikana 4,7 ja koko Suomen valtateillä vuonna 2008 vertailuarvo oli keskimäärin 7,0. (Tampereen kaupunki 2010a, 16-18.)

Rantaväylän kehittäminen kytkeytyy Tampereen kaupungin ja seudun maankäytön suunnitteluun ja kaavoitukseen. Tampereen kaupungin rakennesuunnitelman mukaan kaupungin halutaan kasvavan ja uusille alueille suunnitellaan lisää asuntoja. Kaupungin tavoitteena on muuntaa asuinalueeksi Rantaväylän molemmiin puoliin sijoittuva alue, joka on aiemmin ollut teollisuuskäytössä. Nykyisellään Rantaväylä jakaa alueen, mutta tien siirtäminen tunneliin

mahdollistaisi ranta-alueen asuinrakentamisen. (Tampereen kaupunki 2010a, 19-20.)

3.2.1 Hankkeen ympäristövaikutusten arviointi ja tavoitteet

Rantaväylän kehittämistä on suunniteltu 1980-luvun lopulta alkaen ja tieosuutta varten on tehty useita esisuunnitelmia ja -selvityksiä. 2000 -luvun alussa aloitettiin Tampereen keskustan liikenneosayleiskaavan valmistelu, jonka rinnalla tarkasteltiin Rantaväylän kehittämistä. Vuonna 2006 kaava hyväksyttiin ja samalla hyväksyttiin Rantaväylän kehittäminen pitkän tunnelin suunnitelman mukaan. Suunnittelua jatkettiin, mutta Pirkanmaan ympäristökeskus päätti, että hankkeesta tulee tehdä ympäristövaikutusten arviointi. Hallinto-oikeus tuki päätöstä ja YVA-prosessi aloitettiin vuonna 2009. (Tampereen kaupunki 2010b, 9-12.) YVA päättyi vuonna 2010 ja samalla aloitettiin yleissuunnitelman laadinta pitkän tunnelin vaihtoehdosta (Tampereen kaupunki 2010a, 9).

YVA-menettelyssä käsiteltiin neljä hankevaihtoehtoa:

- Ve 0, nykyinen tie ilman muutoksia vuoden 2030 liikenne-ennusteen tilanteessa
- Ve 0+, nykyinen tie korjatuilla tasoliittymillä
- Ve 1, Onkiniemen lyhyt tunneli ja eritasoliittymät keskustan osayleiskaavan mukaan
- Ve 2, tiesuunnitelman mukainen pitkä tunneli

Vaihtoehdot on esitelty karttakuvilla liitteessä 1. Aiemmin toteutuskelvottomiksi tai kustannuksiltaan epärealistiksi todettuja ratkaisuja ja rakenteita ei sisällytetty vertailuun. (Tampereen kaupunki 2010b, 15.) YVAssa tarkasteltiin tasapuolisesti kaikkia vaihtoehtoja ja huomioitiin yleisön esittämiä ehdotuksia ja ideoita, vaikka ratkaisuksi oli aiemmin suunniteltu pitkää tunnelia.

YVAssa arvioitiin vaihtoehtojen ympäristövaikutukset, jotka aiheutuvat suoraan tai välillisesti tien rakentamisesta ja liikenteestä. Arvioinnissa huomioitiin vaikutukset:

- alue- ja yhdyskuntarakenteeseen
- maankäyttöön ja kaupunkirakenteeseen
- maisemaan, kaupunkikuvaan, kulttuuriympäristöön ja kulttuuriperintöön
- ihmisten terveyteen, elinoloihin ja viihtyvyyteen
- melusta, tärinästä ja päästöistä

- luonnonoloihin
- herkkiin kohteisiin, kuten Särkänniemen delfiineihin
- vesistöihin ja pohjaveteen
- luonnonvarojen käyttöön
- liikenteeseen, kuljetuksiin ja liikenneturvallisuuteen
- patoturvallisuuteen
- ilmastonmuutoksen hillitsemiseen ja siihen sopeutumiseen. (Tampereen kaupunki 2010b, 29.)

Arviointiselostuksessa vaikutusten käsittelyn jälkeen verrattiin kootusti taulukkomuodossa eri vaihtoehtojen ympäristövaikutuksia. Tämän lisäksi vaihtoehtoja verrattiin suhteessa hankkeen tavoitteisiin ja kuinka eri vaihtoehdot toteuttavat tavoitteita. (Tampereen kaupunki 2010b, 89.) Vertailussa ei päädytty minkään toteutusvaihtoehdon suositukseen, vaan työtä ohjannut hankeryhmä esitti toteutettavaksi parasta kehittämismahdollisuutta ympäristövaikutusten selvityksen jälkeen. Vaihtoehdon valintaan on vaikuttanut myös yhteysviranomaisen lausunto YVA-ohjelmasta. (Tampereen kaupunki 2010b, 6.)

Ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa (2010b, 14) käsiteltiin hankkeelle asetetut tavoitteet, jotka ovat ohjanneet suunnittelua. Ne muodostettiin Tampereen kaupungin, tienpitäjän, Tampereen kaupunkiseudun ja Pirkanmaan maakunnan tavoitteista sekä valtakunnan alueiden käyttötavoitteista. Hankkeella haetaan ympäristön, kaupunkirakenteen, liikenneturvallisuuden ja liikenteen sujuvuuden kannalta pitkälle tulevaisuuteen kestävä ratkaisua. YVA-menettelyä ohjaava hankeryhmä on jäsentänyt tavoitteet viiteen teemaan:

- Liikennejärjestelmätavoite
Tavoite koskee keskustan saavutettavuutta, liikennejärjestelyjen selkeyttä ja turvallisuutta sekä julkista ja kevyttä liikennettä. Keskustan saavutettavuus halutaan pitää entisellään väestönkasvusta huolimatta ja keskustaa sivuva liikenne pois keskustan katuverkolta. Liikenneonnettomuuksien todennäköisyyttä halutaan vähentää erityisesti kevyen liikenteen osalta. Julkisen ja kevyen liikenteen toiminta- ja kehittämismahdollisuuksia sekä houkuttelevuutta halutaan tukea, eikä rautatieliikenteen kehittämismahdollisuuksia haluta heikentää.

- Maankäyttötavoite
Tiehankkeella halutaan tukea keskusta-alueen maankäytön tiivistämistä. Rantaväylästä johtuvaa kaupunkirakennetta erottavaa vaikutusta halutaan vähentää. Keskusta ja Näsijärven ranta-alue halutaan yhdistää paremmin sekä alueelle uusia käyttömahdollisuuksia. Onkiniemen, Särkänniemen ja Lapinniemen alueille halutaan paremmat kävely-yhteydet keskusta-alueelta.
- Keskustan elinvoimaisuustavoite
Keskusta-alueen kilpailukyky halutaan säilyttää. Rantavyöhykkeestä halutaan viihtyisä oleskeluympäristö ja väylä kevyelle liikenteelle. Hankkeella halutaan tukea Särkänniemen kytkemistä aiempaa paremmin osaksi keskustaa ja sen muita matkailukohteita. Lisäksi halutaan säilyttää Mustalahden satama-alueen kulttuurihistoriallinen luonne.
- Ympäristötavoite
Tieosuuden liikennemeluun ja päästöihin liittyviä haittoja ja riskejä halutaan ennaltaehkäistä ja vähentää sekä lisätä Näsijärven ranta-alueen viihtyvyyttä. Pohjaveden haitallisia muutoksia halutaan vähentää ja poikkeuksellisten luonnonolojen riskejä ennaltaehkäistä. Kasvihuonepäästöjä halutaan vähentää ja säilyttää kulttuuriympäristöt sekä luonnonperimän arvot.
- Valtatietavoite
Rantaväylä halutaan säilyttää valtakunnallisen pitkämatkan liikenteen yhteytenä ja turvata sen kehittämismahdollisuudet. Tieosuutta halutaan myös kehittää kaupunkiväylänä ja estää ruuhkautuminen työmatkaliikenteen huipputunteina. (Tampereen kaupunki 2010b, 14.)

3.2.2 Hankkeen kannattavuuslaskelma ja herkkyysanalyysi

Yleissuunnitteluvaiheessa laskettiin hankevaihtoehtojen kannattavuus, joka esitetään taulukossa 2 (Tampereen kaupunki 2010a, 40). Taulukossa eritellään hyödyt ja kustannukset Tiehallinnon ohjeiden mukaan. Laskelman hyödyissä miinusmerkkinen arvo tarkoittaa kustannusten lisäystä ja plusmerkkinen hyötyä eli säästöä. Vaihtoehdolle 2 jäännösarvo on merkitty negatiiviseksi, jonka oletetaan olevan virhe taulukossa. Laskelman lopputuloksessa jäännösarvo on ollut positiivinen. Tuloksena on laskettu hyötyjen ja kustannusten suhdeluku, jonka mukaan vaihtoehto 1 on kannattavin. Taulukossa VE2B on alavaihtoehto VE2:lle, jossa pitkän tunnelin keskelle toteutettaisiin suuntaisliittymänä erillinen ramppi.

Hankevaihtoehdoille ei laskettu netto nykyarvoja. Tutkielmassa ne on laskettu taulukon 2 luvuilla taulukkoon 4.

Taulukko 2. Rantaväylän hankevaihtoehtojen kannattavuuslaskelma (Tampereen kaupunki 2010a, 41).

	VE0+	VE1	VE2	VE2B
Lähtötiedot Laskenta-ajanjakso 30 vuotta (2010-2040) Käyttöönottovuosi 2015 Laskentakorko 5% Diskonttaustekijä (30 v) 0,231377449 Kuoletusaika 40 vuotta Jäännösarvo 25%				
Investointikustannukset	13,250 M€	103,200 M€	173,170 M€	184,000 M€
Laskelmaan sisältyvät hyödyt ja haitat 1)				
Väylänpitäjän hyödyt / kustannukset Kunnossapitokustannukset (30 vuoden ajalta)	-1,6 M€	-16,4 M€	-32,7 M€	-34,4 M€
Väylän käyttäjien hyödyt / kustannukset Ajoneuvokustannukset				
- Henkilöliikenne	2,9 M€	52,8 M€	41,8 M€	39,8 M€
- Tavaraliikenne	1,0 M€	45,4 M€	37,1 M€	36,4 M€
Aikakustannukset				
- Henkilöliikenne	27,3 M€	296,8 M€	249,1 M€	230,2 M€
- Tavaraliikenne	2,3 M€	99,7 M€	87,8 M€	86,4 M€
Onnettomuuskustannukset	4,0 M€	47,2 M€	47,6 M€	38,3 M€
Ulkopuolisten hyödyt / kustannukset Ympäristökustannukset / melu Ympäristökustannukset / päästöt	0,05 M€	9,4 M€	6,4 M€	6,2 M€
Jäännösarvo / diskontattuna 30 v	0,8 M€	6,0 M€	-10,0 M€	10,6 M€
Hyödyt / kustannukset yhteensä	36,7 M€	540,9 M€	447,2 M€	413,6 M€
Laskelmaan sisältyvät investointikustannukset Rakentamiskustannukset Rakentamisen aikaiset korot	13,3 M€ 1,0 M€	103,2 M€ 7,9 M€	173,2 M€ 13,3 M€	184,0 M€ 14,1 M€
H-K -laskelmassa käytettävä investointi	14,3 M€	111,1 M€	186,5 M€	198,1 M€
Tunnusluvut				
H-K-suhde	2,57	4,87	2,4	2,09

Laskelmaan ei sisällytetty rahassa vaikeasti mitattavia vaikutuksia, joita hankkeessa ovat maankäytön ja keskustan kehittämismahdollisuudet, tien vaikutus maisemaan ja kaupunkikuvaan sekä tien estevaikutus. (Tampereen kaupunki 2010a, 40.) Laskelmaa varten laadittiin liikenne-ennuste vuodelle 2030 Tampereen teknillisen yliopiston TALLI-liikennemallilla. Siinä huomioitiin

kaupungin rakennesuunnitelman mukaiset arviot asukasmäärien ja työpaikkojen kasvusta. Mallin mukaan Rantaväylän liikenne tulee lisääntymään eri tieosuuksilla 15-28 % vuoden 2010 tasosta. (Tampereen kaupunki 2010a, 17.) Eri vaihtoehtojen investointikustannukset vaihtelevat 13-173 miljoonan euron välillä ja sisältävät kaikki kunkin hankevaihtoehdon tarvitsemat työt ja järjestelyt. Lisäksi kustannuksia tulee tien hoidosta ja ylläpidosta. Nykyiset hoito- ja ylläpitokustannukset ovat noin 70 000 euroa vuodessa ja eri hankevaihtoehdoissa ne vaihtelevat 100 000 euron ja 2 miljoonan euron välillä. Vaihtoehdoissa 1, 2 ja 2B lisäkustannuksia tulee tunnelirakenteiden ylläpidosta ja hoidosta. (Tampereen kaupunki 2010a, 40.)

Ajoneuvokustannukset, matka-aikasäästöt, onnettomuus- ja ympäristökustannukset laskettiin tiehallinnon ohjeiden mukaan. Liikenneennusteen perusteella määritettiin hankkeen jälkeinen keskivuorokausiliikenne, josta eriteltiin henkilö- ja tavaraliikenne. Tarvittava laskentatarkkuus saatiin laskemalla liikenteen keskimatkanopeudet ja kustannukset vapaissa liikenneoloissa ja vuoden tuhanneksi vilkkaimpana tuntina. Hankkeen jälkeiset tavoitenopeudet määritettiin erikseen eri ajoneuvotyypeille. Siinä huomioitiin tiegeometrian ja liikenneolosuhteiden lisäksi tien päällystetyyppi ja liittymien tiheys. Ajoneuvojen polttoaineen kulutus määritettiin liikenteen nopeuden, tien geometrian ja kunnan pohjalta. Eri ajoneuvotyypeille Tiehallinnon ohjeessa on määritetty keskimääräinen polttoaineen kulutus litroissa 100 kilometriä kohden. Ajoneuvokustannukset ilmoitetaan senttiä kilometriä kohden (c/km) eri ajoneuvotyypeille polttoaineen kulutuksen ja verottomien käyttökustannusten avulla. Verottomista käyttökustannuksista on annettu valmiit kilometrikohtaiset arvot. Näillä pohjatiedoilla hankevaihtoehdoille saatiin vuotuiset ajoneuvokustannukset. (Tiehallinto 2005, 13-22.)

Kustannus-hyötylaskelmaan sisällytettiin myös hankevaihtoehtojen muutokset henkilövahinko-onnettomuuksissa. Tien aiemmat onnettomuudet eivät välttämättä kuvaa luotettavasti turvallisuuden tasoa. Parempi arvio turvallisuudesta saadaan yhdistämällä onnettomuushistorian tiedot ja vastaavien tieolosuhteiden keskimääräiset onnettomuusluvut. Erilaisille tielinjoille Tiehallinnon ohje määrittää keskimääräisen onnettomuusasteen henkilövahinkoina ajettua miljoonaa kilometriä kohden ja onnettomuuden vakavuuden kuolleiden määrällä 100

henkilöonnettomuutta kohden. Hankkeelle laskettiin toteutuksen jälkeinen arvio henkilövahinko-onnettomuuksista parannustoimenpiteille määritettyjen vaikutuskertoimien avulla. Niille saatiin kustannukset valmiiksi määriteltyjen onnettomuustyyppikohtaisten yksikköarvojen avulla. (Tiehallinto 2005, 24-28.) Ympäristökustannuksista kannattavuuslaskelmaan voidaan määrittää arvot meluhaitalle ja pakokaasupäästöille. Hankkeen laskelmaan sisällytettiin päästöjen vähennyksen tuoma hyöty. Päästökustannuksille on määritelty yksikköarvot eri päästöyhdisteille tonnia kohden johon sisältyvät typen oksidit, hiukkasten hiilimonoksidit, hiilivedyt ja kasvihuonekaasut. Liikennemääräennusteiden ja päästömääräennusteiden avulla saatiin päästöt tarkasteluvuosille ja yksikköarvon avulla kustannukset. (Tiehallinto 2005, 30-32.)

Herkkyysanalyysi tehtiin vain tunnelivaihtoehdolle (VE2) neljästä eri tilanteesta. Analyysissä huomioitiin investointikustannukset ja liikenne-ennuste. Taulukossa 3 esitetään tehdyt herkkyystarkastelut, niissä huomioidut muuttujat ja saatu hyötykustannussuhde.

Taulukko 3. Herkkyyksanalyysin tapaukset (Tampereen kaupunki 2010a, 65).

Analyysitapaus	Muuttuja	Muutos	H/K-suhde
Perustapaus VE2			2,4
1	tunnelin sammutusjärjestelmä	kustannus +10 milj.	2,25
2	tunnelin sammutusjärjestelmä ja eritasoliittymä keskelle tunnelia	kustannus +20 milj.	1,99
3	ennustettu keskimääräinen vuorokausiliikenne	10 % ennustettua vähemmän liikennettä	2,28
4	yhdistelmä tapauksista 2 ja 3	kustannus + 20 milj. ja 10 % ennustettua vähemmän liikennettä	1,91

Tunnelin suunnittelussa on harkittu automaattista sammutusjärjestelmää ja tunnelin keskelle tulevaa eritasoliittymää, mutta niitä ei ole sisällytetty tunnelivaihtoehtoihin VE1 tai VE2. Pienempi liikenne-ennuste sisällytettiin herkkyyksanalyysiin, koska Tampereen läntisen ohikulkutien ja Rantaväylän liikenne-ennusteet olivat suuremmat kuin yleiset pääteiden liikenne-ennusteet.

Lisäksi tarkasteltiin näiden muutosten yhteisvaikutusta hyötykustannussuhteeseen. Perustapaukseen verrattuna eri herkkyytarkasteluilla saatiin hyötykustannussuhteelle pienempi arvo. (Tampereen kaupunki 2010a, 65.)

Tutkielmassa laskettiin kannattavuuslaskelman luvuilla vaihtoehdoille nettonykyarvot. Laskelma on taulukossa 4. Kustannusten lisäys, kuten kunnossapitokustannus, on tässä laskettu kustannuksiin, ei negatiivisena arvona hyötyihin. Taulukossa väylän käyttäjien hyötyjä ei ole eritelty henkilö- ja tavaraliikenteen mukaan.

Taulukko 4. Kustannus-hyötyanalyysi, yksikköinä miljoona euroa.

	VE0+	VE1	VE2	VE2+
Hyödyt				
Ajoneuvokustannukset	3,9	98,2	78,9	76,2
Aikakustannukset	29,6	396,5	336,9	316,6
Onnettomuuskustannukset	4,0	47,2	47,6	38,3
Ympäristökustannukset, päästöt	0,05	9,4	6,4	6,2
Jäännösarvo	0,8	6,0	10	10,6
Hyödyt yhteensä	38,35	557,3	479,8	447,9
Kustannukset				
Rakentamiskustannukset	13,3	103,2	173,2	184
Rakentamisen aikainen korko	1,0	7,9	13,3	14,1
Kunnossapitokustannukset	1,6	16,4	32,7	34,4
Kustannukset yhteensä	15,9	127,5	219,2	232,5
NPV	22,45	429,8	260,6	215,4

Nettonykyarvoksi vaihtoehdolle 1 saatiin huomattavasti suurempi arvo kuin muille vaihtoehdoille, jolloin vaihtoehto 1 hyödyttää yhteiskuntaa eniten. Tuloksista hyötykustannussuhteen ja NPV:n ero näkyy selvimmin vaihtoehdon 0+ saamista arvoissa. Sen NPV on huomattavasti pienempi kuin toisten vaihtoehtojen, mutta hyötyjen ja kustannusten suhteella arvioituna se on vaihtoehdoista toiseksi paras. Kustannus-hyötyanalyysin teoriaosassa kohdassa 2.2.3 sekä kohdassa 3.1.1 mainittiin hyötyjen ja kustannusten suhdeluvun skaalaongelmasta, joka tulee tässä esille. Vaihtoehdon 0+ kustannukset ja hyödyt ovat eri kokoluokkaa kuin muiden vaihtoehtojen, mikä vaikuttaa vaihtoehdoille eri tunnusluvuilla saatuihin paremmuusjärjestyksiin.

3.2.3 Hankkeen vaikuttavuuden arviointi

Yleissuunnitelmassa (2010a, 41) hankkeen tavoitteista johdettiin 16 mitattavaa indikaattoria, joiden avulla eri vaihtoehtojen vaikuttavuutta arvioitiin. Indikaattorit ja niiden mittaustavat esitetään taulukossa 5. Liikenteen ja maankäytön asiantuntijoista koostunut ryhmä arvioi niissä olevat viisi laadullista indikaattoria. Pisteytykseen käytettiin hankearviointiohjeen mukaista asteikkoa ja kunkin laadullisen indikaattorin pistemäärään vaikutti useampi kriteeri. Numeeriset arvot indikaattoreille saatiin YVAsta ja liikenne-ennusteen perusteella.

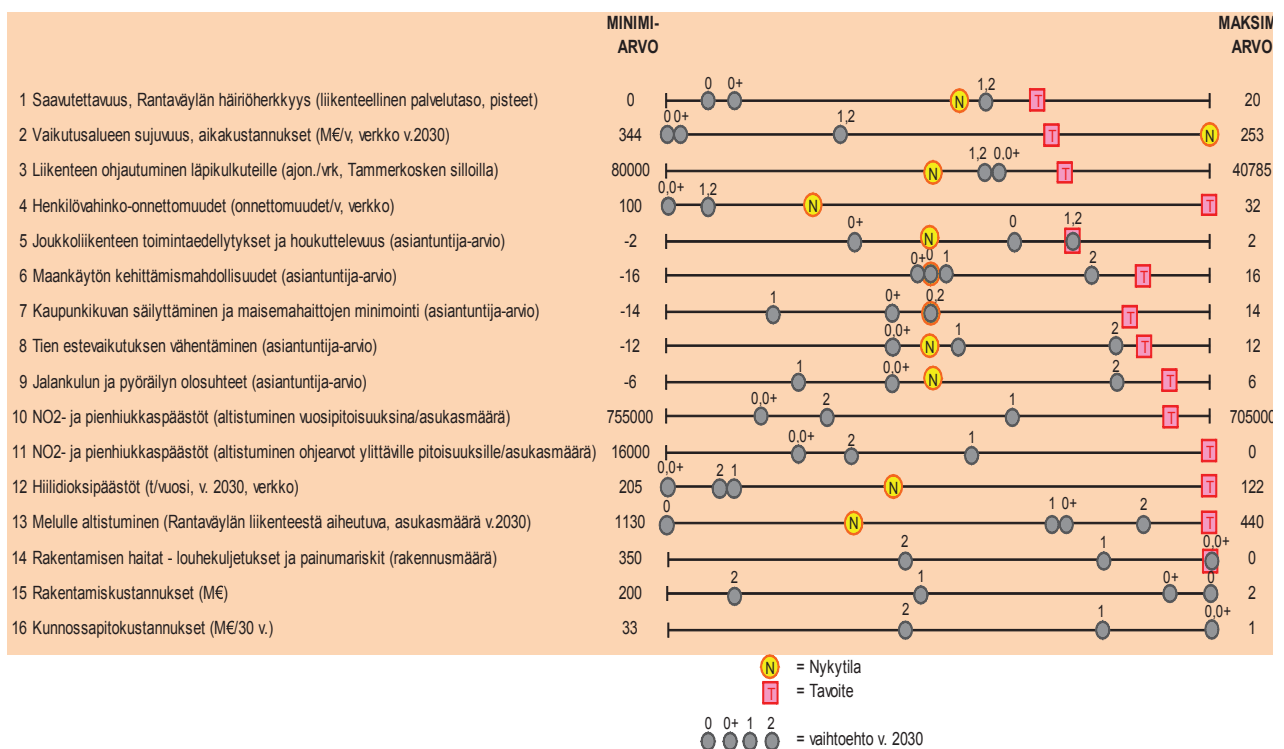
Taulukko 5. Vaihtoehtojen arvioinnin indikaattorit (Tampereen kaupunki 2010a, 41).

Kriteeri	Mittaus/arviointitapa
Keskustan saavutettavuus, Rantaväylän häiriöherkkyys	Liikenteellinen palvelutaso, pisteytys
Vaikutusalueen liikenneverkon sujuvuus, aikakustannukset	milj. euroa/vuosi, verkko vuonna 2030
Liikenteen ohjautuminen katuverkolta läpikulkuteille	Ajoneuvoa/vuorokausi Tammerkosken ylittävillä katusilloilla
Henkilövahinko-onnettomuudet	Onnettomuudet/vuosi, verkko
Joukkoliikenteen toimintaedellytykset ja houkuttelevuus	Asiantuntija-arvio, pisteytys
Maankäytön kehittämismahdollisuudet	Asiantuntija-arvio, pisteytys
Kaupunkikuvan säilyttäminen ja maisemahaittojen minimointi	Asiantuntija-arvio, pisteytys
Tien estevaikutuksen vähentäminen	Asiantuntija-arvio, pisteytys
Jalankulun ja pyöräilyn olosuhteet	Asiantuntija-arvio, pisteytys
Typpioksid- ja hiukkaspäästöt, altistuminen vuosipitoisuuksina	Asukasmäärä, keskusta-alueella
Typpioksid- ja hiukkaspäästöt, altistuminen ohjearvot ylittävillä pitoisuuksille	Asukasmäärä
Kasvihuoneilmion vaikutusten vähentäminen, hiilidioksidipäästöt	Tonnia/vuosi, vuonna 2030, verkko
Melulle altistuminen, Rantaväylän liikenteestä aiheutuva	Asukasmäärä
Rakentamisen aikaiset haitat ja riskit, louhekuljetusten haitat ja painumaherkät rakennukset	Rakennusten lukumäärä
Rakentamiskustannukset	milj. euroa
Kunnossapitokustannukset	milj. euroa/30 vuotta

Vaikuttavuuden arviointi esitettiin hankkeessa järjestetyssä yleisötilaisuudessa ja samalla osallistujia pyydettiin järjestämään indikaattorit tärkeysjärjestykseen. Osallistujat pitivät tärkeimpänä indikaattorina hankkeen rakentamiskustannuksia ja

sen jälkeen tärkeimpänä liikenteen ohjautumiseen ja keskustan saavutettavuuteen liittyviä tekijöitä. Vähiten tärkeimpänä yleisö piti päästöjen vähenemiseen liittyviä tekijöitä. Yleisötilaisuuden tuloksia vaikuttavuuden arvioinnista ei pidetty yleistettävänä kansalaisnäkökulmana, koska vastausten määrä oli vähäinen. (Tampereen kaupunki 2010a, 41.)

Hankkeessa tehdyn vaihtoehtojen vaikuttavuuden arvioinnin tuloksia tarkasteltiin kunkin indikaattorin mitta-asteikolla, johon merkittiin vaihtoehtojen saamat arvot, nykytilanne ja tavoite. Tulosten yhteenveto esitetään kuvassa 8. Kuvasta nähdään, kuinka lähellä eri vaihtoehdot ovat indikaattoreille asetettuja tavoitearvoja. Useimpien indikaattoreiden osalta vaihtoehto 2 oli lähimpänä tavoitetta ja se todettiin parhaimmaksi vaikuttavuuden arvioinnissa. (Tampereen kaupunki 2010a, 45.)



Kuva 8. Hankkeen vaikuttavuuden arvioinnin yhteenveto vaikutusakseleilla (Tampereen kaupunki 2010, 45).

4 Kustannus-hyötyanalyysin ja monitavoitearvioinnin yhteiskäyttö Tampereen Rantaväylän suunnittelussa

Tässä luvussa tarkastellaan eri tapoja kustannus-hyötyanalyysin ja monitavoitearvioinnin yhteiskäyttöön Tampereen Rantaväylän suunnittelussa. Tavoitteena on löytää hyviä käytäntöjä menetelmien yhteiskäyttöön, tarkastella eri tapojen vahvuuksia ja puutteita sekä miten yhteiskäytön tuloksia voidaan kuvata. Tutkielmassa Tampereen Rantaväylälle ei tehty kustannus-hyötyanalyysiä, koska se oli tehty hankkeen yleissuunnitelmassa ja kuvataan kohdassa 3.2.2. Sen tuloksena hyödynnetään hyötykustannussuhdetta ja nettonykyarvoa kohdassa 4.2, jossa tarkastellaan KHA:n ja monitavoitearvioinnin yhteiskäyttöä. Monitavoitearviointi tehdään hankkeen YVAN ja kohdassa 3.2.3 kuvatun vaikuttavuuden arvioinnin pohjalta ja käsitellään tässä vaiheittain. Kohdassa 2.3 esiteltiin erilaisia tapoja yhteiskäyttöön. Tampereen Rantaväylälle tutkielmassa sovellettiin kolmea erilaista tapaa, kustannus-hyötyanalyysi osana monitavoitearviointia, monitavoitearviointi osana kustannus-hyötyanalyysiä sekä menetelmien vertaileva tarkastelu kuvaajalla. Näitä tapoja pidettiin hyödyllisimpinä tutkielman tavoitteisiin nähden ja lähdemateriaaleihin hyvin sovellettavina.

Hankkeen suunnittelun aikana Tampereen Rantaväylästä tehdyissä eri tarkasteluissa arvioitiin osaksi päällekkäin samoja vaikutuksia. Taulukossa 6 verrataan, mitä vaikutustapoja ja -kohteita eri tarkasteluissa käsiteltiin.

Taulukko 6. Vaikutusten käsittely hankkeen materiaaleissa.

Vaikutustavat/kohteet	YVA	Kannattavuus-laskelma	Vaikuttavuuden arviointi
Maankäyttö ja yhdyskuntarakenne	X		X
Ihmisten elinolot/viihtyvyys	X		X
Kaupunkirakenne	X		X
Maisema	X		X
Kulttuuriympäristö ja -perintö	X		
Melu	X		X
Tärinä	X		osittain
Päästöt ja ilmanlaatu	X	X	X
Luonnonolot	X		
Pinta- ja pohjavesi	X		
Luonnonvarojen käyttö	X		
Maa- ja kallioperä	X		
Liikenteen ohjautuminen	X		X
Liikenneverkon sujuvuus	X	X	X
Julkinen ja kevyt liikenne	X		X
Liikenneturvallisuus	X	X	X
Patoturvallisuus	X		
Ilmastonmuutos/kasvihuoneilmiö	X		X
Rakentamisen aikaiset haitat	X		X
Taloudelliset tekijät		X	X

Vaikutukset käsiteltiin kattavimmin YVAssa verrattuna hankkeen muihin materiaaleihin (Tampereen kaupunki 2010b, 30-87). Kannattavuuslaskelmaan vaikutuksista sisällytettiin vain pieni osa (Tampereen kaupunki 2010a, 41). Se tehtiin Liikenneviraston ohjeiden mukaan ja sisälsi lähes kaikki ohjeiden mukaiset tiedot. Vaikka vaikuttavuuden arvioinnissa ei huomioitu kaikkia YVAn vaikutuksia, sitä voidaan pitää kattavana, koska siihen sisällytettiin oleelliset vaikutukset. Kulttuuriympäristön ja -perinnön osalta YVAssa käsiteltiin (Tampereen kaupunki 2010b, 57-61) vaikutuksia hankealueen lähellä sijaitseviin kulttuurillisesti arvokkaisiin kohteisiin. Vaikuttavuuden arvioinnissa hankkeen lähialuetta arvioitiin maisema-indikaattorilla. Hankkeen rakentamisaikainen tärinävaikutus arvioitiin YVAssa laajasti lähellä sijaitsevien herkkien kohteiden osalta (Tampereen kaupunki 2010b, 49). Vaikuttavuuden arvioinnissa rakentamisen haitat ja riskit huomioitiin painumaherkiksi arvioitujen alueiden rakennusten osalta. YVAssa todetaan (Tampereen kaupunki 2010b, 66) hankkeen sijoittuvan lähes kokonaan rakennettuun ympäristöön, eikä hankealueella ole luonnonsuojelualueita, joten vaikutukset luonnonoloihin ovat vähäiset. Samoin vaikutukset pinta- ja pohjaveteen, luonnonvarojen käyttöön sekä maa- ja kallioperään ovat vähäisiä. Niihin kohdistuvat vaikutukset tulevat rakentamisen aikaisesta louhinnasta, kiviaineksen käsittelystä ja läjityksestä. Patoturvallisuutta vaikuttavuuden

arvioinnissa ei huomioitu, mutta YVAssa todettiin (Tampereen kaupunki 2010b, 86), että patorakenteet korjataan ennen mahdollisen tunnelin rakentamista ja patorakenteille laaditaan tarkkailuohjelma.

Kannattavuuslaskelman tekijöiden ja vaikuttavuuden arvioinnin indikaattoreiden yhteneväisyydet:

- Liikenteen sujuvuutta ja aikakustannuksia vastaa laskelmassa tienkäyttäjien aikakustannukset.
- Henkilövahinko-onnettomuudet ovat indikaattorina ilmoitettu vuosittaisena lukumääränä ja laskelmassa onnettomuuksista aiheutuvien kustannusten muutoksena verrattuna nykytilaan hankkeen laskenta-ajalta.
- NO₂ - ja pienhiukkaspäästöt ovat indikaattoreina eroteltu altistumiseen vuosipitoisuuksina ja ohjearvot ylittävänä pitoisuuksina. Mitta-arvona on arvioitu altistuvien asukkaiden lukumäärä. Laskelmassa on ilmoitettu päästöistä aiheutuvien kustannusten muutos.
- Rakentamis- ja kunnossapitokustannukset saavat hyötykustannuslaskelmassa ja vaikuttavuuden arvioinnissa samat arvot.

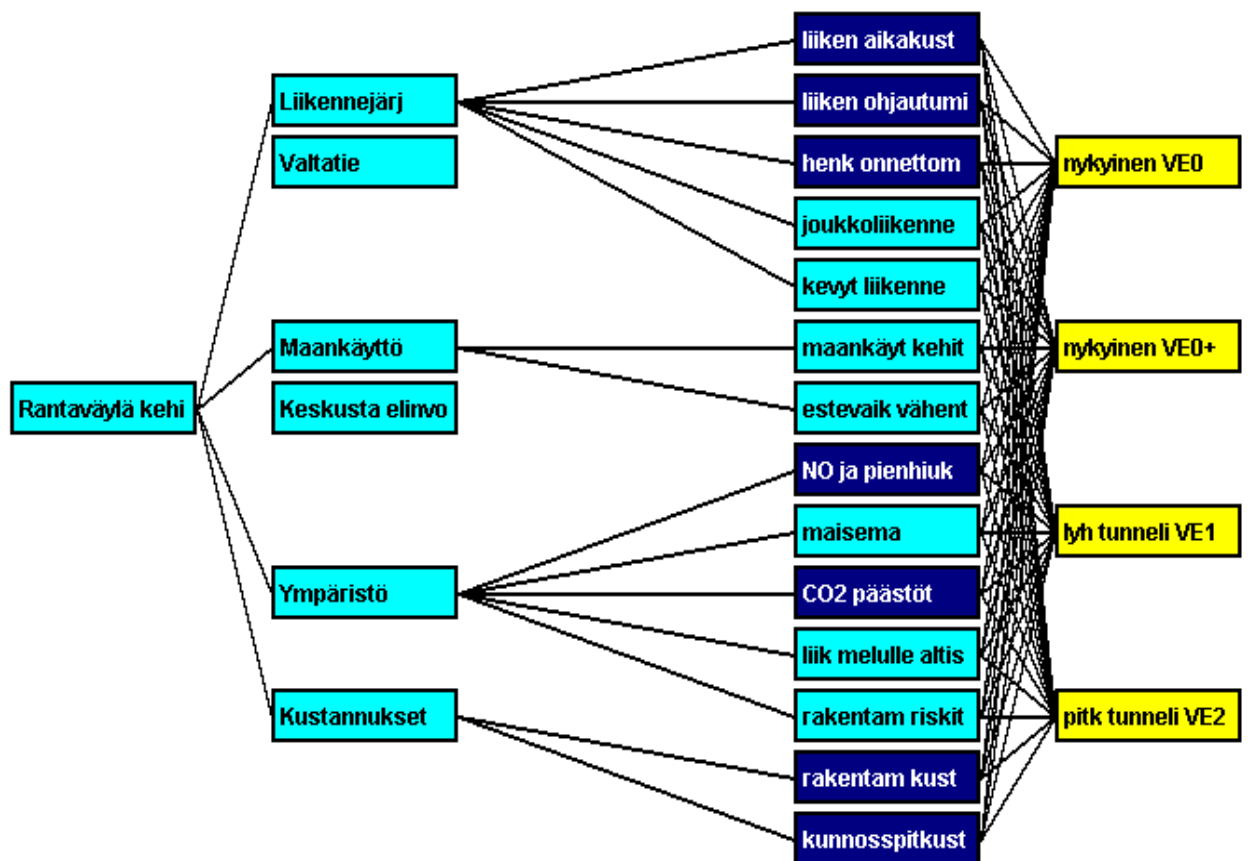
4.1 Monitavoitearviointi

Tampereen Rantaväylän YVAssa suunnittelutilanteen identifiointi ja jäsentäminen oli tehty kattavasti. Rantaväylän nykytilanne oli analysoitu ja tunnistettu ongelmakohdat, joihin hankkeella haettiin ratkaisua. YVAssa vaihtoehtojen arvioinnissa edettiin monitavoitearvioinnin prosessia vastaavalla tavalla, mutta tavoitemallia ja kriteerien painotusta ei ollut tehty. Yleensä monitavoitearvioinnissa lähdetään suunnittelutilanteen tunnistamisen ja eri osapuolten tavoitteiden kautta etsimään ratkaisuvaihtoehtoja. Tässä tutkielmassa tarkastellaan YVAssa arvioituja vaihtoehtoja (kohta 3.2) ja monitavoitearviointi aloitetaan tavoitemallin muodostamisella.

4.1.1 Arvopuumalli

Tavoitemallina tutkielmassa sovellettiin arvopuumallia, joka on selkeä graafinen tapa analyysiin ja sitä käytetään yleisesti monitavoitearvioinnin osana. Sen avulla saadaan tavoitteet ja kriteerit hierarkkiseen järjestykseen. Arvopuumalli muodostettiin hankkeen tavoitteista ja vaikuttavuuden arvioinnin indikaattoreista.

Tavoitteet olivat tarkkaan määritelty YVAssa ja yleissuunnitelmassa, ne oli helppo valita osaksi arvopuuta. Valitut kriteerit eivät sisällä kaikkia YVAssa arvioituja vaikutuksia, mutta kriteerit sisältävät hankkeen oleellimmat vaikutukset. Vaikuttavuuden arvioinnin indikaattoreista kriteereille saatiin myös mitta-arvot ja -asteikot. Se helpotti huomattavasti arvopuumallin käyttöä monitavoitearvioinnissa, koska mitta-arvoja ei tarvinnut lähteä määrittämään. Kriteerit oli suhteellisen helppo yhdistää osatavoitteisiin, koska YVAssa tavoitteiden kuvauksessa kerrottiin, mihin yksittäisiin asioihin kukin tavoite liittyy. Mallin hierarkia rakennettiin aloittaen kokonaistavoitteesta, joka jaettiin osatavoitteisiin, jotka konkretisoituivat yksittäisiin kriteereihin. Niiden alla puumallissa ovat eri hankevaihtoehdot, joita arvioitiin kriteerien suhteen. Arvopuumalli esitetään kuvassa 9, jossa on tummemmalla pohjalla kriteerit, jotka kuvaavat samoja asioita kuin sisältyy kannattavuuslaskelmaan.



Kuva 9. Hankkeen arvopuu.

Tavoitteet

Hankkeen perimmäisenä tavoitteena oli Rantaväylän kehittäminen. Sen alapuolelle sijoitettiin osatavoitteet. Liikennejärjestelmä- ja valtatieavoitteet

yhdistettiin, koska niillä oli useita yhteneväisyyksiä. Valtatietavoite korostaa sekä ohikulkuliikennettä että lähiliikennettä kaupunkiin, nämä asiat tulevat esille myös liikennejärjestelmätavoitteeseen liittyvissä kriteereissä. Valtatietavoite ei liity yksiselitteisesti vain tiettyihin kriteereihin, vaan sen kuvaus sopii hyvin useiden kriteerien yhteisvaikutukseen. Myös maankäyttö- ja keskustan elinvoimaisuustavoitteet yhdistettiin. Molempiin liittyy maankäytön parantamista ja estevaikutuksen vähentämistä mittaavat kriteerit. Keskustan elinvoimaisuustavoite ei liity yksiselitteisesti vain tiettyihin kriteereihin. Siihen liittyvät epäsuorasti myös liikenteen ohjautumisen kriteerit, jotka vaikuttavat liikenteen sujuvuuteen keskusta-alueella.

Kustannukset

YVAssa kustannusten minimointia ei käsitelty erillisenä tavoitteena, mutta hankkeen yleissuunnitelmaan kustannukset sisältyivät. Tutkielmassa yhdeksi hankkeen tavoitteeksi otettiin kustannustavoite, koska kriteereistä rakentamis- ja kunnossapitokustannukset eivät liity mihinkään toiseen tavoitteeseen ja kustannukset ovat yleensä oleellinen tekijä päätöksenteossa. Tampereen Rantaväylän eri hankevaihtoehtojen kustannukset eroavat toisistaan paljon, minkä vuoksi kustannukset oli hyvä sisällyttää tarkasteluun. Erillisenä mallina muodostettiin myös arvopuu ilman kustannuksia ja kannattavuuslaskelman sisältämiä tekijöitä. Mallin kuva on liitteen 2 kuvassa 3. Mallia hyödyntäen voitiin tarkastella kustannuksia erikseen suhteessa muihin vaikutuksiin. Lisäksi tarkasteltiin arvopuumallia, jossa kustannusten tilalla oli KHA:n tuloksena saatu nettonykyarvo tai hyötykustannussuhde (liitteen 2 kuvat 1 ja 2). Kyseisistä malleista poistettiin myös kannattavuuslaskelman sisältämät kriteerit, ettei samojen asioiden vaikutuksia laskettu kahteen kertaan. Malleilla tarkasteltiin menetelmien yhteiskäyttötapaa, jossa KHA:n tulos sisällytettiin monitavoitearviointiin.

Kriteerit

Vaikuttavuuden arvioinnin lähes kaikki indikaattorit otettiin monitavoitearviointiin alimman tason kriteereiksi eli attribuuteiksi. Niistä jätettiin pois liikenteen palvelutaso ja NO₂- ja pienhiukkaspäästöille altistuminen vuosipitoisuuksina, sillä lähes samoja asioita arvioidaan muissa kriteereissä, liikenteen palvelutaso liittyy suoraan lähes kaikkiin liikennettä arvioiviin kriteereihin ja NO₂- ja

pienhiukkaspäästöille altistuminen arvioitiin mallissa ohjeavot ylittävillä määrillä. Vaikuttavuuden arvioinnin indikaattoreille oli valmiiksi määritelty mitta-asteikot ja mitta-arvot kullekin vaihtoehdolle ja ne kattoivat hyvin hankkeesta arvioidut vaikutukset (taulukko 6). Ne tarjosivat hyvän lähtökohdan monitavoitearvioinnin toteutukseen. Kriteerien mitta-asteikkoina käytettiin vaikuttavuuden arvioinnin indikaattoreiden arvoja. Arvopuun alimman tason kriteerien arvofunktiot oletettiin lineaarisesti laskevaksi tai nousevaksi suoraksi mitta-asteikoista riippuen.

Web-HIPRE

Monitavoitearvioinnissa hyödynnettiin Web-HIPREä (Hierarchical preference analysis in the World Wide Web), joka on Aalto-yliopiston systeemianalyysin laboratoriossa tehty verkkoselaimessa toimiva sovellus päätöksentekoaanlyysiin (<http://hipre.aalto.fi/>). Web-HIPREssä ongelmaa tai tilannetta analysoidaan arvopuun muodossa. Kriteerien ja vaihtoehtojen painojen antamiseen voidaan käyttää useaa monitavoitearvioinnin menetelmää, kuten swing, AHP, arvofunktiot ja suora arvottaminen. Tutkielmassa painot annettiin swing-menetelmällä. Web-HIPREllä analyysin tulokseksi saadaan kokonaispainot vaihtoehdoille, jotka voidaan esittää erilaisilla graafisilla tavoilla.

4.1.2 Tavoitemallin painojen määrittäminen

Arvopuumallia käytettiin vaihtoehtojen paremmuusjärjestyksen määrittämiseen eri näkökulmista. Monitavoitearvioinnissa arvion tekijä antaa painot attribuuteille omien mieltymysten ja arvostusten mukaan, kuten luvussa 2.1.2 kerrottiin. Arvioinnin tulokset kuvaavat siten vaihtoehtojen paremmuutta aina arvion tekijän näkökulmasta ja hänen arvostuksiaan. Tätä varten tutkielmassa muodostettiin arvostusprofiilit YVAn materiaalien pohjalta. Lähteinä käytettiin YVAssa asetettuja tavoitteita, annettuja lausuntoja ja kommentteja sekä vaikuttavuuden arvioinnin yhteydessä pidetyn yleisötilaisuuden palautteita. Erilaisilla arvostusprofiileilla haluttiin esitellä eri näkökulmia vaihtoehtojen arvioinnissa ja ryhmitellä lähteissä esiin tulleita näkemyksiä.

Rantaväylän kehittämishankkeen aikana kansalaisilla on ollut useita mahdollisuuksia osallistua suunnitteluun. Hankkeesta on järjestetty useita yleisötilaisuuksia, julkaistu lehdistötiedotteita ja ylläpidetty hankkeen omia internet-sivuja. Siihen on kohdistunut paljon kiinnostusta median ja yleisön osalta. YVA-

menettelyn aikana hankkeen YVA-materiaalit olivat yleisön nähtävillä. Menettelyn aikana järjestettiin kaksi yleisötilaisuutta, joihin osallistui 40-60 henkilöä. Palautetta sai antaa koko YVA-menettelyn ajan hankkeen Internet-sivuilla ja karttapalautejärjestelmällä. ELY-keskuksen yhteysviranomaisen pyysi tarvittavilta viranomaistahoilta lausunnot hankkeen YVA-ohjelmasta ja –selostuksesta sekä kokosi yhteen yleisöltä tulleet palautteet. Yleisöltä saaduissa palautteissa käsiteltiin paljon vaihtoehdon 2, pitkän tunnelin, koettuja epäkohtia. Palautteissa tuotiin myös esiin vaihtoehtoisia toteutustapoja ja kehitysideoita pitkälle tunnelille. (Tampereen kaupunki 2010b, 26-28, 43.)

ARVOSTUSPROFIILIT

Monitavoitearvioinnissa arvostukset kriteereille saadaan yleensä sidosryhmien haastatteluilla, jotka voidaan toteuttaa henkilökohtaisina tai ryhmähaastatteluina. Tutkielmassa käsiteltiin jo päättynyttä YVA-hanketta, joten sidosryhmien haastatteluja ei tehty. Lisäksi yhtenä tavoitteena haluttiin tutkia, kuinka YVA:n materiaaleista saadaan tietoa sidosryhmien arvostuksista ilman haastatteluja. Arvostuksien jäsentämistä varten hankkeen materiaalien pohjalta muodostettiin arvostusprofieileja, jotka painottavat kukin hankkeen tiettyä ominaisuutta. Aiemmissa tutkimuksissa asiantuntijoiden luomia arvostusprofieileja on käytetty lähinnä täydentämään haastatteluissa saatuja näkemyksiä ja arvostuksia, jos jonkin oleellisen näkökannan on huomattu puuttuvan. Näin tehtiin esimerkiksi Keski-Suomen turvetuotantoalueiden suunnittelussa, kun ryhmähaastatteluista todettiin puuttuvan luonnonsuojelijoiden ja alueen virkistyskäyttäjien näkökulmat. Lisähaastattelujen tekeminen ei ollut mahdollista hankkeen tiukan aikataulun vuoksi, joten näkökulmista muodostettiin hypoteettiset profiilit, joissa korostettiin näkökulmille tärkeiksi oletettuja kriteerejä. (Marttunen, ym. 2013)

Arvostusprofieileja varten hankkeesta annetuista lausunnoista ja kommentteista tarkasteltiin niissä korostuvia näkökulmia. Lausuntoja ja kommentteja ryhmiteltiin samankaltaisten näkökulmien ja kommentoitujen vaikutusten mukaan. Ryhmittelyssä päädyttiin neljään arvostusprofieiliin korostuneiden näkökulmien mukaan:

- Maankäyttöä painottava
- Liikenteen sujuvuutta painottava
- Päästöjä ja rakentamisen riskejä painottava
- Kustannuksia painottava.

Maankäyttöä painottava profiili

Tämä näkökulma korostaa hankkeen maankäytön tehostamisen tavoitetta. Tampereen kaupunki kasvaa ja kaupungin tavoitteena on saada uusia asuinalueita Rantaväylän vierestä (kohta 3.2). Profiilin voidaan ajatella tukevan kaupungin näkemystä hankkeesta korostamalla uusien alueiden hyötykäyttöä. Vaihtoehtoista pitkä tunneli hyödyntää eniten maankäytön tavoitteita, koska ranta-alueet saadaan käyttöön ja tien estevaikutus poistuu. Samalla saadaan kaupungin keskustaan rantaan asti ulottuva yhtenäinen alue. Tavoitteisiin nähden uusien alueiden käyttöönotosta saadaan huomattavia hyötyjä, jotka kattavat hankkeen kustannukset. Hankkeen nähdään olevan oleellinen osa Tampereen keskustan kehittämistä. (Tampereen kaupunki 2010b, 9.) Hankkeessa maankäyttötavoitteessa mainitaan keskusta-alueen maankäytön tiivistäminen, tien estevaikutuksen vähentäminen ja ranta-alueen käyttö (Tampereen kaupunki 2010b, 14). Profiili korostaa myös hankkeen valtatie näkökulmaa ja liikenteen sujuvuutta, mutta ei pidä oleellisena kevyttä liikennettä ja ympäristövaikutuksia, koska hanke on ensisijaisesti tieliikennehanke. Rakentamisen riskeille ei anneta paljon painoa, koska riskit oletetaan huomioitavan hankkeen suunnittelussa.

Liikenteen sujuvuutta painottava profiili

Hankkeen tavoitteista profiili korostaa liikennejärjestelmä- ja valtatie tavoitetta. Profiilille hankkeessa on oleellisinta liikenteen sujuvuuden helpottuminen, erityisesti kaupungin ohikulku- ja asiointiliikenne kaupunkiin. Profiiliin kuuluvat asuvat etäämmällä kaupungista ja heidän ajatellaan arvostavan hankkeen myötä ruuhkien vähenemistä ja liikenteen helpottumista. Usein ruuhkat ja viivästykset liikenteessä ovat stressaavia, joten niiden parantamiseen halutaan panostaa. YVAN lausunnoissa esimerkiksi asukas K mainitsee hankkeen alkuperäiseksi suunnittelunäkökohdaksi liikennetarpeet (Pirkanmaan ELY-keskus 2010, 44). Tätä voidaan pitää myös Liikenneviraston näkökulmana, koska heidän vastuullaan on Suomen liikenneverkko ja sen ylläpito. Kevyen liikenteen ja hankealueen ympäristön voidaan ajatella olevan profiilin edustajille toissijaisia, koska ne eivät vaikuta heihin autoilijoina. Profiili korostaa henkilöonnettomuuksien määrän vähentämistä hieman muita näkökulmia enemmän, koska onnettomuudet hidastavat liikennettä ja ne saattavat myös sattua itselle.

Päästöjä ja rakentamisen riskejä painottava profiili

Tähän profiiliin kuuluvat erityisesti hankkeen lähialueiden asukkaat, jotka ovat huolissaan liikenteen päästöistä ja melusta sekä rakentamisen aikaisista riskeistä eli ympäristöön liittyvistä vaikutuksista. Monitavoitearvioinnissa profiilista käytetään nimeä ympäristö lyhyemmän kirjoitusasun vuoksi. Tunnelin rakentaminen vaatii räjäytystöitä ja hankealueella sijaitsee useita kerrostaloja, jotka saattavat kärsiä räjäytyksistä. Useat lähialueen asukkaat ja taloyhtiöt kommentoivat lausunnoissaan tien ympäristöhaittoja ja tunnelin rakennustöistä mahdollisesti aiheutuvia haittoja talojen rakenteisiin. Esimerkiksi As Oy Näsipuiston edustajat mainitsevat mielipiteessään tunnelin sijainnin erittäin riskialttiiksi yhtiön rakennusten osalta ja tuovat esiin huolen mahdollisista vaurioista talojen perustuksille (Pirkanmaan ELY-keskus 2010, 37). Lisäksi profiilissa painottuu kevyt- ja joukkoliikenne, koska hankealueen lähiseudun asukkaiden voidaan ajatella suosivan alueella kevyttä liikennettä. Esimerkiksi Pirkkalan kunnan ympäristölautakunta pitää lausunnossaan hankkeen tärkeimpänä asiana joukkoliikenteen ja kevyen liikenteen edellytysten parantamista (Pirkanmaan ELY-keskus 2010, 24). Kaupunki-ilman pienhiukkasten terveyshaitat ja hankevaihtoehtojen ilmanlaatuvaikutukset tuo esiin esimerkiksi Terveystien ja hyvinvoinnin laitos lausunnossaan. Siinä mainitaan: ”Kaavoituksen keinoin tulee pyrkiä asuinalueilla vallitsevien hiukkaspitoisuuksien minimointiin.” (Pirkanmaan ELY-keskus 2010, 27.) Typpioksidi- ja pienhiukkaspäästöt vaikuttavat erityisesti lähialueiden asukkaisiin. Esimerkiksi As Oy Kastinhovi edellyttää mielipiteessään hiukkaspäästöarvojen pysymistä raja-arvojen alapuolella (Pirkanmaan ELY-keskus 2010, 37). Liikenteen aikakustannusten muutos hankkeen myötä ei ole profiilille kovin oleellista, koska muutos koetaan suhteellisen pienenä. Profiilissa ei anneta maiseman muutokselle paljon arvoa, koska tien ajatellaan kuuluvan osaksi maisemaa. Kun tie ei mene tunnelissa, myös ohikulkeva liikenne pääsee ihailemaan maisemaa. As Oy Onkiniemen kommentissa todetaankin, että ”Kauneus on katsojan silmissä – toinen arvostaa järvimaisemaa, toinen tunnelin seinämää.” (Pirkanmaan ELY-keskus 2010, 49).

Kustannuksia painottava profiili

YVAssa kustannuksia ei käsitelty, mutta niiden ajatellaan liittyvän kiinteästi hankkeen toteuttamiskelpoisuuden arviointiin. Tähän profiiliin kuuluvien mielestä hanke tulisi toteuttaa mahdollisimman pienillä kustannuksilla ja tunnelivaihtoehto

koetaan liian kalliiksi. Vaikuttavuuden arvioinnin yleisötilaisuudessa saaduissa palautteissa korostui tämä näkökulma. Yleisöstä suurin osa (29 %) mainitsi tärkeimmäksi vertailutekijäksi hankkeen rakentamiskustannukset. Myös tilaisuudessa kerätyissä sanallisissa kommentteissa useissa mainitaan hankkeen kustannuksista. Kommentteissa myös epäiltiin kustannusarvion pitävyyttä ja esimerkiksi eräässä kommentissa kustannusarviota verrattiin Göteborgissa sijaitsevan tunnelin kustannuksiin, jotka olivat 350 miljoonaa euroa. (Yleisötilaisuus 2010, 2-4.) Profiilin henkilöt antavat vähän painoa kevyelle liikenteelle, koska hankkeen tuoma muutos nykyiseen koetaan vähäiseksi. Samoin myös liikenteen melun ja CO2 päästöjen muutoksille annetaan vähän arvoa. Maankäytön kehittämistä he kuitenkin arvostavat siitä yhteiskunnalle seuraavien tulojen vuoksi.

PAINOT

Kohdassa 2.1.2 käsiteltiin tavoitemallia ja kriteerien painojen määrittämistä. Tutkielmassa painojen antamiseen sovellettiin Swing-menetelmää, jolloin tarkastelu aloitetaan tilanteesta, jossa kriteerit saavat huonoimmat mitta-arvot. Arvopuumallin alatasen kriteerit pisteytetään sen mukaan, missä järjestyksessä kriteereiden mitta-arvojen halutaan nousevan parhaimmalleen tasolle. Tutkielmassa pisteet annettiin eri arvostusprofiilien mukaan SYKEN asiantuntijoiden kanssa. Kullekin profiilille tärkeimmät kriteerit saivat eniten pisteitä ja muut suhteessa vähemmän. Pisteet annettiin selkeyden vuoksi ei-hierarkkisesti vertaamalla alimman tason kriteereitä suhteessa kaikkiin muihin alimman tason kriteereihin. Tällä tavalla arvostusprofiilien näkökulmat ja eroavaisuudet eri profiilien välillä oli helpompi tuoda esille. Pisteet arvostusprofiileittain ovat taulukossa 7 jaoteltuna arvopuun rakenteen mukaan. Taulukossa 7 ovat myös kriteerien mitta-asteikon vaihteluvälit. Tässä käytettiin lokaaleja mitta-asteikkoja, jolloin minimiarvo on kyseisen kriteerin eri vaihtoehtoissa sama pienin arvo ja vastaavasti asteikon maksimi on kriteerin eri vaihtoehtoissa sama suurin arvo. Lokaalilla mitta-asteikolla eri vaihtoehtojen vaihteluvälin arvot ovat konkreettisempia kuin jos olisi käytetty vaikuttavuuden arvioinnissa määritettyä minimin ja maksimin arvoja (kuva 8), joista osa voi olla teoreettisia. Pisteytys olisi voitu tehdä myös hierarkkisesti, jolloin kunkin arvopuun haaran paras kriteeri olisi saanut 100 pistettä ja kunkin haaran muita kriteereitä olisi verrattu tähän kriteeriin.

Taulukko 7. Arvopuussa kriteereille annetut pisteet.

Kriteerit	Mitta-asteikko (vaihteluväli)	Minimi arvo	Maksimi arvo	Pisteet näkökulmittain			
				Kustannus	Liikennejärjestelmä	Maankäyttö	Ympäristö
Liikenteen Aikakustannukset	30,2 M€	344,4	314,2	20	120	40	35
Liikenteen ohjautuminen	800 ajoneuvoa/vrk	56 300	55 500	1	5	2	5
Henkilönnettomuudet	6,8 kpl	99,5	92,7	10	25	20	15
Joukkoliikenne	5 p	-2	3	3	10	5	35
Kevyt liikenne	7 p	-3	4	5	10	10	45
Maankäytön kehittäminen	10 p	-1	9	30	60	100	15
Estevaikutus	10 p	-2	8	10	15	50	25
NO2 päästöt altistuminen ohjearvon ylittävinä pitoisuuksina	5 081 asukasta	11 998	6 917	3	5	5	35
Maisema	8 p	-8	0	10	10	20	5
CO2 päästöt	11,65 t/v	204,56	192,91	1	5	2	20
Liikenteen melu	115 asukasta	645	530	2	5	5	50
Rakentamisen riskit	193 rakennusta	193	0	2	10	5	65
Kunnossapitokustannukset	31,7 M€/30 v	32,7	1,0	20	20	20	20
Rakentamiskustannukset (investointi)	184,5 M€	186,5	2	100	100	100	100
Pisteiden summa				217	400	384	470

Näkökulmia kärjistettiin hieman, jotta arvostusprofiilien erot saatiin esiin selkeämmin. Usein yleisökyselyissä osa vastauksista on myös kärjistyneitä esimerkiksi strategisen käyttäytymisen vuoksi (kohta 2.2.3).

Kriteereille laskettiin painot annetuista pisteistä. Kunkin kriteerin saama pistemäärä jaettiin kaikkien kriteerien pisteiden summalla. Esimerkiksi kustannusnäkökulmassa maankäytön estevaikutus sai 10 pistettä. Se jaettiin kaikkien kriteerien pisteiden summalla, 217, jolloin painoksi tuli 0,05. Kriteereille

näkökulmittain lasketut painot ovat taulukossa 8. Niitä käytettiin arvioinnissa Web-HIPREssä. Painojen avulla eri kriteerien erilaiset mitta-asteikot saatiin suhteutettua toisiinsa (kohta 2.1.2). Esimerkiksi joukkoliikenteen mitta-asteikko on puolet estevaikutuksen mitta-asteikosta, jolloin samansuuruiset siirtymät asteikoilla vastaa joukkoliikenteen osalta puolta estevaikutuksen muutokseen verrattuna. Kun mitta-asteikot ovat normeerattu 0-1 välille, vastaa 1 joukkoliikenteen osalta 5 pistettä ja estevaikutuksessa 1 vastaa 10 pistettä. Mitta-asteikkojen suhteet toisiinsa tuli huomioida painoja annettaessa. Vastaavasti, jos mitta-asteikkoja muutetaan, muutos tulee huomioida painojen suhteessa. Jos mallia muutetaan lisäämällä tai poistamalla kriteereitä, painojen suhteiden tulee pysyä samana.

Taulukko 8. Pisteistä lasketut painot.

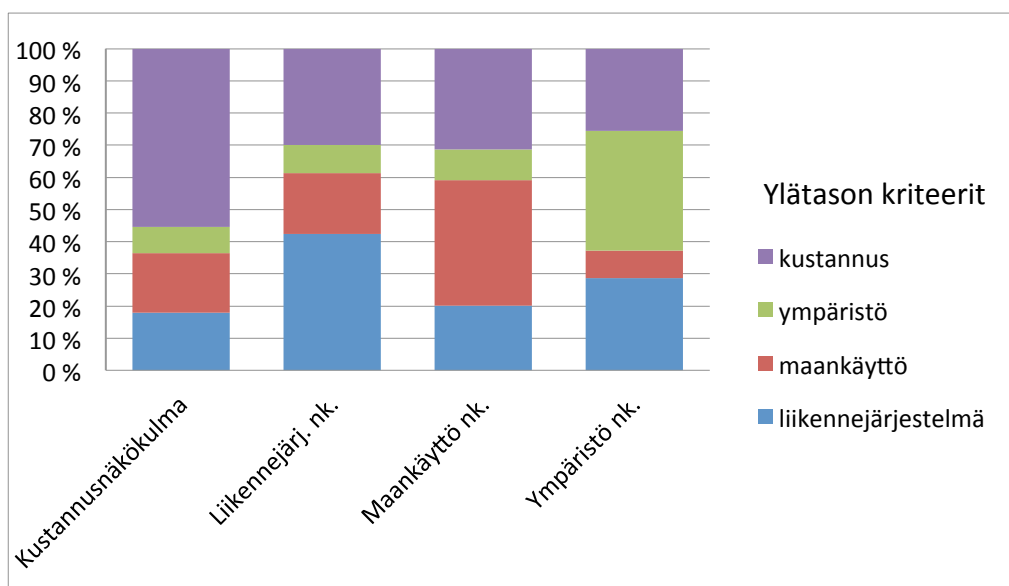
Kriteerit	Painot näkökulmittain			
	Kustannus	Liikennejärjestelmä	Maankäyttö	Ympäristö
Liikenteen Aikakustannukset	0,092	0,300	0,104	0,074
Liikenteen ohjautuminen	0,005	0,013	0,005	0,011
Henkilöonnettomuudet	0,046	0,063	0,052	0,032
Joukkoliikenne	0,014	0,025	0,013	0,074
Kevyt liikenne	0,023	0,025	0,026	0,096
Maankäytön kehittäminen	0,138	0,150	0,260	0,032
Estevaikutus	0,046	0,038	0,130	0,053
NO2 päästöt altistuminen ohjearvon ylittävänä pitoisuuksina	0,014	0,013	0,013	0,074
Maisema	0,046	0,025	0,052	0,011
CO2 päästöt	0,005	0,013	0,005	0,043
Liikenteen melu	0,009	0,013	0,013	0,106
Rakentamisen riskit	0,009	0,025	0,013	0,138
Kunnossapitokustannukset	0,092	0,050	0,052	0,043
Rakentamiskustannukset (investointi)	0,460	0,250	0,260	0,212

Ylätason kriteerien painot summattiin alatason kriteereistä ja ovat taulukossa 9. Kuvassa 10 esitetään painojen jakautuminen ylätason kriteereille näkökulmittain. Kunkin arvostusprofiilin tärkein osa-alue sai suurimman osuuden painoista. Kuvasta 10 nähdään myös eroavaisuudet eri arvostusprofiilien suhteen. Esimerkiksi kustannusnäkökulma korostaa kustannuksia ja kustannukset ovat saaneet hieman yli 50 % painoa, kun taas muissa näkökulmissa kustannukset

saavat noin 30 % painoa. Vastaavasti maankäyttönäkökulmassa korostuvat maankäytön kriteerit, jotka saavat lähes 40 % painosta.

Taulukko 9. Ylätason kriteerien saamat painot.

Ylätason kriteerit	Painot näkökulmittain			
	Kustannus	Liikennejärjestelmä	Maankäyttö	Ympäristö
Liikennejärjestelmä	0,18	0,43	0,20	0,29
Maankäyttö	0,18	0,19	0,39	0,09
Ympäristö	0,08	0,09	0,10	0,37
Kustannus	0,55	0,30	0,31	0,26



Kuva 10. Painojen jakautuminen näkökulmittain.

Tampereen Rantaväylän kriteerien muutoksille voidaan laskea rahallinen arvo verrattuna rakennuskustannusten mitta-asteikon vaihteluväliin, joka on 184,5 miljoonaa euroa. Kriteereistä myös kunnossapitokustannukset ovat rahassa ja mitta-asteikon vaihteluväli on 31,7 miljoonaa euroa. Kun mitta-asteikot normeerataan, rakennuskustannuksissa 1 vastaa 184,5 miljoonaa euroa ja kunnossapitokustannuksissa 31,7 miljoonaa euroa. Suhteessa toisiinsa kunnossapitokustannusten mitta-asteikko on noin 20% rakennuskustannusten mitta-asteikosta. Pisteytyksellä mitta-asteikot saadaan skaalattua suhteessa toisiinsa, jolloin eurot ovat yhtä arvokkaita molemmilla kriteereillä. Kunnossapitokustannukset saivat siis 20 % rakennuskustannusten saamista pisteistä. Kaikkien profiilien oletettiin pitävän kustannuksia tärkeänä ja näkemysten

eroavaisuudet haettiin muiden kriteerien arvostuksista. Tosin liikenteen sujuvuutta painottavassa profiilissa liikennejärjestelmän tärkeyttä haluttiin korostaa enemmän kuin kustannuksia.

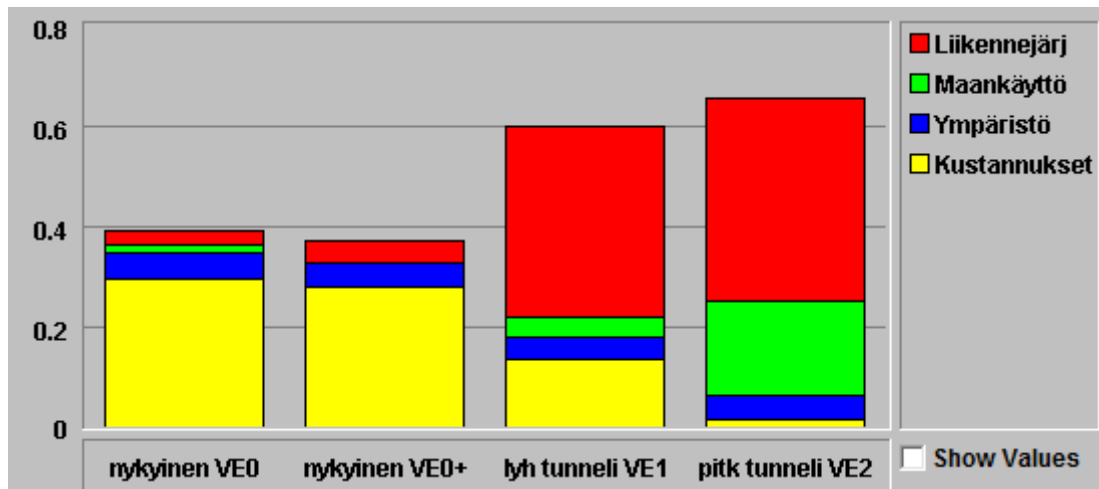
Myös muiden kriteerien muutoksille voidaan laskea rahallinen arvo vertaamalla mitta-asteikkojen vaihteluvälejä rakennuskustannuksien mitta-asteikon vaihteluväliin. Esimerkiksi henkilöönnettomuuksia mittaavan kriteerin arvo huonoimmalla tasolla on 99,5 ja parhaimmalla tasolla 92,7 henkilöönnettomuutta vuodessa. Mitta-asteikolla siirtymä huonoimmasta tilanteesta parhaimpaan tarkoittaa 6,8 henkilöönnettomuutta vähemmän vuodessa. Jos kyseiselle kriteerille annettaisiin sama paino kuin rakennuskustannuksille, se tarkoittaisi, että kyseinen henkilö olisi valmis panostamaan yhteiskunnan varoja 184,5 miljoonaa euroa henkilöönnettomuuksien vähenemiseen 6,8 kappaleella vuodessa. Kun henkilöönnettomuuksien paino maankäytönäkökulmassa on 0,052 ja rakennuskustannusten paino on 0,260, kustannus henkilöönnettomuuksien vähenemisestä vastaa $0,052 * 184,5 / 0,260 = 36,9$ miljoonaa euroa.

Arvopuumalleissa, joista poistettiin kriteerejä alkuperäisestä mallista, vaikutus jäljelle jääneiden kriteerien painojen suhteessa huomioitiin normeeraamalla alatasen painojen summa uudelleen yhdeksi. Esimerkiksi liikennejärjestelmä- ja valtatieavoitteiden alta poistettiin kaksi kriteeriä, liikenteen aikakustannukset ja henkilöönnettomuudet. Näiden poiston jälkeen jäljelle jääneiden kriteerien painot laskettiin yhteen ja kunkin kriteerin paino jaettiin kaikkien kriteerien summalla. Näin saatiin kriteerien painojen suhteet säilymään samana kuin alkuperäisessä arvopuumallissa. Ylätason kriteereille laskettiin arvopuun haarojen kriteerien summat.

4.1.3 Monitavoitearvioinnin tulokset

Web-HIPREllä saatiin kullekin arvostusprofiilille tulokseksi vaihtoehtojen paremmuusjärjestys. Kuvassa 11 on esimerkkinä Web-HIPREn tulos liikennejärjestelmää painottavalle profiilille. Vaaka-akselilla ovat eri vaihtoehdot ja pystyakselilla vaihtoehdon monitavoitearvioinnissa saama arvo. Kuvassa näkyy, kuinka eri vaihtoehdot saavat arvoa kunkin ylätason kriteerin suhteen. Tällä profiililla vaihtoehto VE2 saa parhaimman arvon ja siinä liikennejärjestelmän alla

olevat kriteerit saavat eniten arvoa suhteessa muihin. Muilla arvostusprofileilla saadut tulokset ovat liitteessä 3.

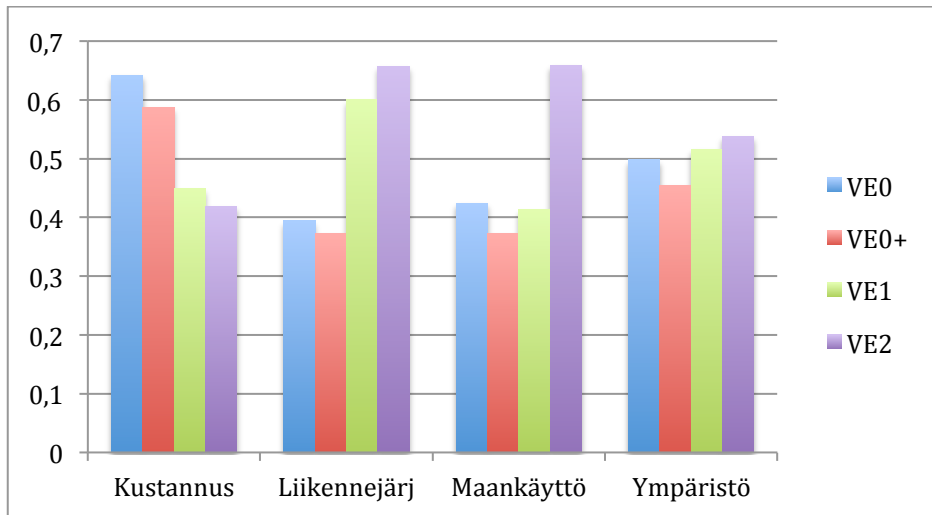


Kuva 11. Liikennejärjestelmää painottavan arvostusprofiilin monitavoitearvioinnin tulos.

Monitavoitearvioinnin tuloksista nähtiin, mikä vaihtoehdoista oli paras kussakin arvostusprofiilissa ja miten painot jakautuivat ylätasen kriteereissä. Tulosten perusteella arvioitiin, korostivatko kriteereille annetut painot profileissa tärkeiksi ajateltuja osa-alueita. Vaihtoehtojen saama paremmuusjärjestys arvostusprofileissa vastasi intuitiota. Esimerkiksi ympäristönäkökulman tuloksista (liite 3 kuva 1) VE2 saa eniten painoa ja muiden vaihtoehtojen saamat arvot ovat lähellä toisiaan, mutta koostuvat eri kriteerien saamista painoista. Vaihtoehdolla VE2 suurin osa tuloksesta on liikennejärjestelmän saamaa painoa ja vaihtoehdolla VE0 suurin osa tuloksesta on kustannusten saamaa painoa. Vaikka ympäristönäkökulman ja maankäyttönäkökulman (liite 3 kuva 2) tuloksissa vaihtoehtojen järjestys on lähes sama, tulokset koostuvat profiilien mukaan eri kriteerien saamista painoista.

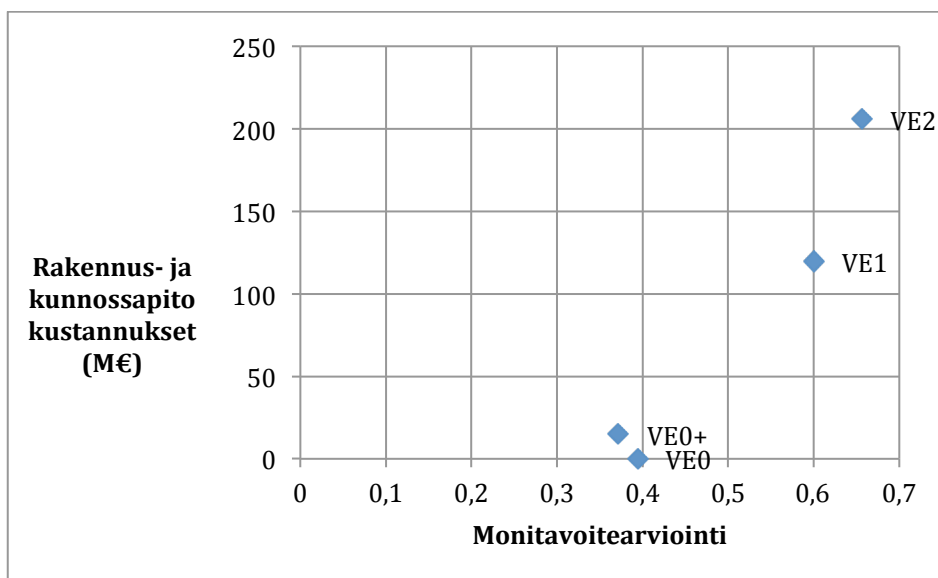
Eri arvostusprofiilien tulokset yhdistettiin samalle kuvaajalle kuvassa 12. Vaaka-akselilla ovat eri arvostusprofiilit ja pystyakselilla monitavoitearvioinnin tulosten asteikko. Pylväät kuvaavat kunkin vaihtoehdon saamaa kokonaisarvoa arvostusprofileittain. Lähes kaikissa arvostusprofileissa vaihtoehto VE2 sai parhaimman arvon. Kustannusnäkökulmasta järjestys on vaihtoehtojen kustannusten mukainen, jossa edullisin vaihtoehto on parhain. Liikennejärjestelmänäkökulmassa tunnelivaihtoehdot VE2 ja VE1 saivat

huomattavasti suuremmat arvot kuin VE0+ ja VE0. Maankäyttönäkökulmassa taas VE2 nousi selkeästi parhaimmaksi, koska se edistää parhaiten maankäytön tavoitteita. Ympäristönäkökulmassa vaihtoehtojen tulokset ovat lähellä toisiaan, koska kukin vaihtoehto saa suuren arvon profiilin painottaman jonkin kriteerin suhteen, mutta pienen arvon jonkin toisen kriteerin suhteen.



Kuva 12. Vaihtoehtojen paremmuusjärjestys kullakin arvostusprofiililla.

Saatujen tulosten kustannuserkkyttä voidaan arvioida kaksiulotteisella kuvaajalla, jossa toisella akselilla ovat vaihtoehtojen kustannukset ja toisella monitavoitearvioinnin tulokset. Näin on tehty kuvassa 13 liikennejärjestelmänäkökulmasta.



Kuva 13. Monitavoitearvioinnin kustannuserkkyys liikennejärjestelmänäkökulmasta.

Kuvasta 13 nähdään, että vaihtoehtoista VE0 ja VE0+ siirryttäessä vaihtoehtoihin VE1 ja VE2 monitavoitearvioinnin hyvyysarvo kasvaa vaihtoehdon kustannusten kasvaessa. Tulosten suhteesta voidaan nähdä, paljonko monitavoitearvioinnin tuloksen arvioluvun nousu vastaa kustannusten kasvua. Vaihtoehtoista VE2 saa parhaimman tuloksen monitavoitearvioinnissa, mutta se on myös vaihtoehtoista kallein verrattuna rakennus- ja kunnossapitokustannuksiin. Verrattuna vaihtoehtoon VE1 eroa kustannuksissa on lähes 100 miljoonaa euroa ja monitavoitearvioinnin hyvyysarvossa eroa on noin 0,5 yksikköä.

Monitavoitearvioinnin tuloksia voidaan hyödyntää hankkeen jatkotoimenpiteiden suunnittelussa ja päätöksenteossa. Tulosten pohjalta voidaan perustella, mikä vaihtoehto kannattaisi toteuttaa ja toisaalta, miksi jotain vaihtoehtoa ei kannata toteuttaa. Esimerkiksi kuvassa 12 kolmessa profiilissa vaihtoehto VE0+ on järjestyksessä viimeinen. Se täyttää vaihtoehtoista huonoiten näiden profiilien mukaisia tavoitteita. Tulosten perusteella sitä ei kannattaisi toteuttaa.

Monitavoitearvioinnin tuloksia hyödynnetään tutkielmassa seuraavassa kohdassa, jossa tarkastellaan kustannus-hyötyanalyysin ja monitavoitearvioinnin yhteiskäyttöä esimerkkihankkeessa. Yleensä tulosten perusteella luodaan toimintasuunnitelma, mutta se ei ollut tutkielmassa oleellista.

4.2 Kustannus-hyötyanalyysin ja monitavoitearvioinnin yhteiskäyttö

Tampereen Rantaväylän kustannus-hyötyanalyysin ja monitavoitearvioinnin yhteiskäytöllä tarkastellaan eri tapojen haasteita ja hyviä puolia käytännön esimerkin kautta. Yhteiskäytöllä pyritään karsimaan menetelmien haasteita ja päällekkäisyyksiä arvioinnissa. Menetelmien yhteiskäyttötavasta riippuu, millaista arvopuumallia monitavoitearvioinnissa käytetään. Arvopuumalli voi sisältää hankkeen kaikki kriteerit tai se voi sisältää vain ne kriteerit, joita ei huomioida KHA:ssa. Liitteessä 2 on kuvattuna Tampereen Rantaväylästä tehdyt erilaiset arvopuumallit, joita tutkielmassa käytettiin.

Menetelmien yhteiskäyttö voidaan tehdä sisällyttämällä kustannus-hyötyanalyysin tekijät osaksi monitavoitearvioinnin arvopuumallia. Kuvan 9 arvopuumallissa on

tummemmalla pohjalla kriteerit, jotka ovat myös kustannus-hyötylaskelmassa. Liikenteen aikakustannukset ja ohjautuminen, henkilöonnettomuudet, NO₂- ja pienhiukkaspäästöt sekä CO₂ -päästöt ovat tekijöinä KHA:ssa. Ne voivat olla kriteereinä monitavoitearvioinnissa ilman kustannus-hyötyanalyysiäkin, mutta menetelmien yhteiskäytön kannalta ne voidaan erotella arvopuussa KHA:n tekijöinä.

Liitteen 2 kuvissa 1 ja 2 arvopuumallissa kustannus-hyötyanalyysin tulos on sisällytetty monitavoitearviointiin kustannustavoitteen alle. KHA:n tuloksena voidaan käyttää nettonykyarvoa tai hyötykustannussuhdetta. Kriteereinä ne kuvaavat hyötyä toisin kuin kustannukset kuvan 9 arvopuumallissa, koska mitä suuremman tuloksen vaihtoehto saa kustannus-hyötyanalyysissä, sitä enemmän se tuottaa yhteiskunnallista hyötyä. Näistä arvopuumallista poistettiin kriteerit, jotka sisältävät samoja tietoja kuin KHA, ettei samoja vaikutuksia lasketa tuplasti yhteiskäytössä. Kyseisten kriteereiden sisältämä tieto tulee analyysiin hyötykustannussuhteen tai NPV:n myötä, eli niille annettu arvostus sisältyy sille annettuun arvostukseen. Hyötykustannussuhteen tai NPV:n tulisi edustaa kaikkia poistettuja kriteereitä, joiden tieto siihen sisältyy. Tampereen Rantaväylän kuvan 9 mukaisen arvopuun painoista laskettiin NPV:n sisältämään arvopuumalliin laskennalliset painot kriteereille. Rakennus- ja kunnossapitokustannuksista johdettiin paino nettonykyarvolle. Rakennus- ja kunnossapitokustannusten mitta-asteikot ovat yhteensä 216,2 miljoonaa euroa ja NPV:n mitta-asteikko on 430 miljoonaa euroa, eli 1,9 -kertainen. Tällöin oletettiin, että KHA:ssa laskettu yksi euro hyötyjä vastaa monitavoitearvioinnissa yhtä euroa kustannuksia. NPV skaalattiin vastaamaan alkuperäisen mallin kustannusten painoa kertomalla ylätasoa kustannukset –kriteeri suhdelluvulla. Tätä tapaa ei voida kuitenkaan soveltaa arvopuumalliin, jossa kustannusten tilalla on hyöty-kustannussuhde, koska sen mitta-asteikko ei ole rahassa eikä siten suoraan verrannollinen rakennus- ja kunnossapitokustannusten mitta-asteikkoon. Siinä kriteereiden painot kuvastavat niiden vaihtosuhtetta hyötyjen ja kustannusten suhteen. Kyseisen mallin kriteereille ei annettu erikseen pisteitä, koska tästä yhteiskäyttötavasta NPV:n sisältämän mallin tarkastelua pidettiin tutkielman kannalta riittävänä.

Menetelmien yhteiskäytössä voidaan monitavoitearvioinnista saadut arvot muuttaa rahassa mitattaviksi ja laskea osaksi KHA:ta, jolloin monitavoitearviointiin

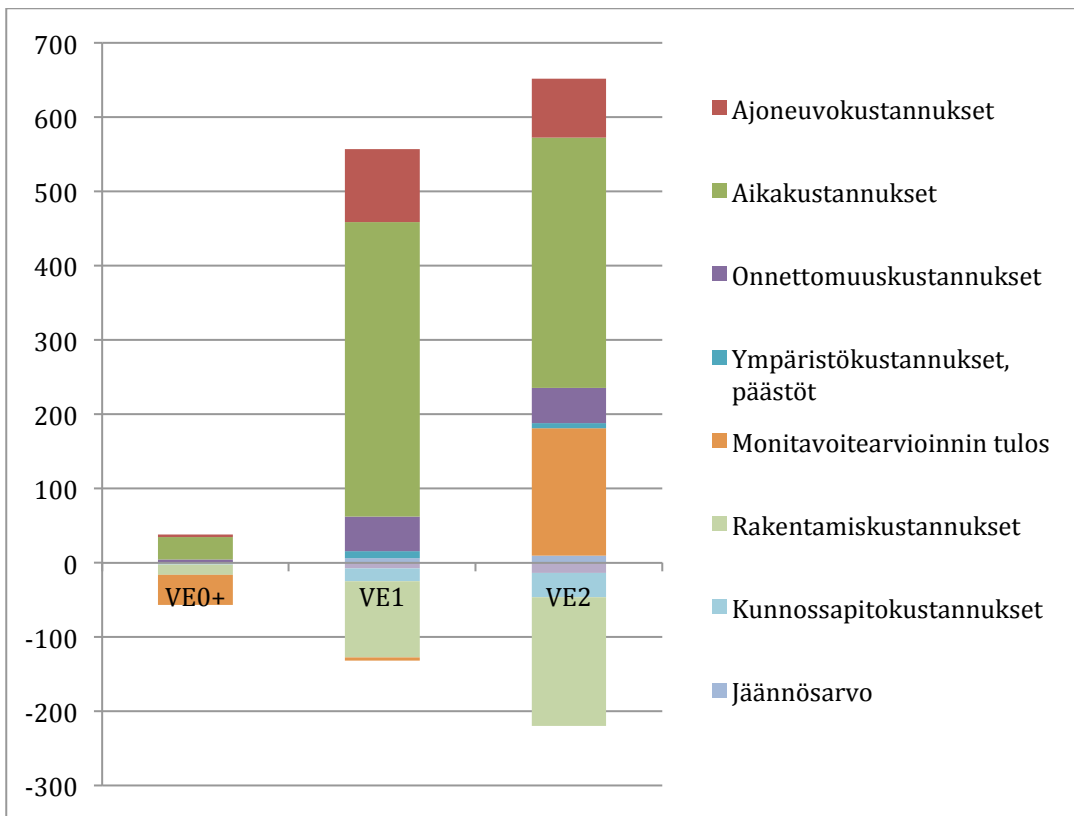
sisällytetyt vaikutukset saadaan mukaan taloudellisiin vaikutuksiin. Tällöin käytettiin liitteen 2 kuvan 3 arvopuumallia, jossa ei ole KHA:n tekijöitä. Kuvan 9 arvopuun kriteereistä tähän jäi jäljelle 10 kriteeriä. Malli oli alkuperäistä huomattavasti suppeampi. Arvioijien antamat arvostukset tulivat kyseisellä mallilla arvioitua vähemmällä kriteereillä.

Monitavoitearvioinnin tulokset laskettiin rahalliseksi arvoiksi kriteerien saamien painojen ja vaihtoehtojen kriteereissä saamien arvojen mukaan. Kriteerin painon muutokselle laskettiin rahassa vastaava arvo suhteessa rakennuskustannusten mitta-asteikkoon vastaavasti kuin kohdassa 4.1.2 on kerrottu. Saatu arvo kerrottiin kunkin vaihtoehdon kriteerissä saaman normeeratun arvon kanssa, jolloin saatiin vaihtoehdolle kriteerissä rahallinen arvo. Esimerkiksi liikennejärjestelmänäkökuulmassa kevyen liikenteen olosuhteet sai painon 0,025 ja rakennuskustannukset sai painon 0,250. Näiden suhteesta ja rakennuskustannusten mitta-asteikkoon verrattuna laskettiin rahallinen arvo kevyen liikenteen olosuhteille: $0,025 * 184,5 / 0,250 = 18,45$ miljoonaa euroa. Vaihtoehto VE2 saa kyseisessä kriteerissä arvon 4, joka normeeratulla asteikolla vastaa arvoa 1, kun mitta-asteikolla minimi on -3 ja maksimi on 4. Vaihtoehdon VE2 rahallinen arvo kyseisellä kriteerillä on siis 18,45 miljoonaa euroa, kun 18,45 kerrotaan yhdellä. Vastaavasti laskettiin rahalliset arvot kaikille vaihtoehdoille kaikissa kriteereissä. Arvoja vertaamalla vaihtoehtoon VE0 saatiin eri vaihtoehtojen tuomat muutokset kustannuksiin ja hyötyihin. Osassa kriteerejä muutos oli positiivinen ja osassa negatiivinen, jolloin kyseinen vaihtoehto sai kriteerissä negatiivisen arvon. Kaikkien kriteerien rahallisia arvoja käsiteltiin hyötyinä ja ne laskettiin yhteen. Näin monitavoitearvioinnista saatiin rahallinen arvo kustannus-hyötyanalyysiin. Taulukossa 10 on KHA, johon lisättiin hyötynä monitavoitearvioinnin tulos liikennejärjestelmänäkökuulmasta.

Taulukko 10. Liikennejärjestelmänäkökulman kustannus-hyötyanalyysi, yksikkönä miljoona euroa.

	VE0+	VE1	VE2
Hyödyt			
Ajoneuvokustannukset	3,9	98,2	78,9
Aikakustannukset	29,6	396,5	336,9
Onnettomuuskustannukset	4	47,2	47,6
Ympäristökustannukset, päästöt	0,05	9,4	6,4
Monitavoitearvioinnin tulos	- 40,99	- 3,84	171,68
Jäännösarvo	0,8	6	10
Hyödyt yhteensä	- 2,64	553,46	651,48
Kustannukset			
Rakentamiskustannukset	13,3	103,2	173,2
Rakentamisen aikainen korke	1	7,9	13,3
Kunnossapitokustannukset	1,6	16,4	32,7
Kustannukset yhteensä	15,9	127,5	219,2
NPV	- 18,54	425,96	432,28

Vaihtoehdoissa VE0+ ja VE1 monitavoitearvioinnin tulos jää tässä negatiiviseksi. Vaihtoehdon VE0+ osalta myös NPV jää negatiiviseksi, mutta VE1 saa suhteellisen hyvän arvon. KHA:n koostumista eri tekijöistä voidaan tarkastella kuvan 14 mukaan. Siitä nähdään kustannus-hyötyanalyysissä aikakustannusten saama suhteellisen suuri arvo.



Kuva 14. Liikennejärjestelmänäkökulman kustannus-hyötyanalyysin tuloksen koostuminen eri tekijöistä.

Tuloksien havainnollistamiseen käytetyistä kuvaajista nähdään helposti arvioinnin tulosten koostuminen. Monitavoitearvioinnissa pyritään yleensä visualisoimaan tuloksia, esimerkiksi pylväskuvaajalla, kuten on tehty kuvissa 11 ja 14. Vastaavia kuvia käytetään harvoin KHA:ssa. Monitavoitearvioinnin menetelmät voivat tuoda lisäarvoa analyysiin esimerkiksi näin esittämällä tulosten koostumisen osatekijöistään.

4.2.1 Kustannus-hyötyanalyysin laskelmien hyödyntäminen osana monitavoitearviointia

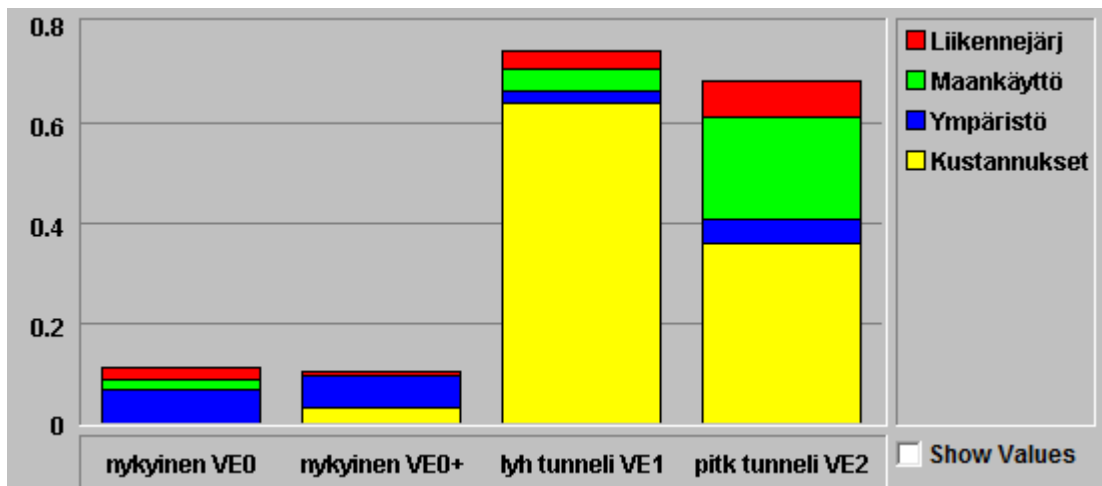
KHA:n tekijät voivat olla kriteereinä monitavoitearvioinnissa ilman kustannus-hyötyanalyysiäkin, mutta tässä kohtaa tarkastellaan yhteiskäyttöä, jossa osa kriteereistä tulee KHA:sta. Siinä arvioituja vaikutuksia ei välttämättä tarvitse laskea rahassa, esimerkiksi henkilöonnettomuudet ja pienhiukkaspäästöt voidaan määrittää niitä rahaa paremmin kuvaavilla yksiköillä. Hankkeen kaikki kriteerit arvioidaan samassa arvopuumallissa, kun siihen sisällytetään myös KHA:n laskelman tekijät. Arvioinnissa mietitään esimerkiksi, paljonko joukkoliikenteen kehittymistä arvostetaan suhteessa rakentamiskustannuksiin. Arvopuuhun tulee

huomioitua hankkeen taloudelliset vaikutukset, kun siihen sisällytetään myös KHA:n tekijät, joita ei yleensä tarkastella YVAssa. Tuloksena tässä saadaan vaihtoehtojen paremmuusjärjestys kuten monitavoitearvioinnissa kuvassa 11.

Tässä yhteiskäyttötavassa on mahdollista monitavoitearvioinnin osuudessa painottaa eri tavalla KHA:n eri tekijöitä, kun ne ovat omina kriteereinään. Esimerkiksi liikenteen aikakustannuksille voidaan antaa suuri paino suhteessa muihin KHA:n tekijöihin. Tällainen ei ole mahdollista, jos arvopuussa on kriteerinä KHA:n tulos. Tämä yhteiskäyttötapa sopisi päätöksenteon tueksi tilanteeseen, jossa tietyt KHA:n tekijöitä halutaan korostaa. Yleensä KHA:sta on tarkkaan määriteltä, mitä tekijöitä siihen voidaan sisällyttää. Tässä yhteiskäyttötavassa monitavoitearvioinnin myötä kokonaisarvioon voidaan tuoda lisäksi mitä vain haluttuja kriteereitä.

4.2.2 Kustannus-hyötyanalyysin tulos osana monitavoitearviointia

Tässä yhteiskäyttötavassa KHA:n tulos sisällytetään arvopuuhun kustannustavoitteen alla. Tuloksena saadaan vaihtoehtojen paremmuusjärjestys vastaavasti kuin monitavoitearvioinnissa (kuva 11). Kuvassa 15 on liikennejärjestelmää painottavan arvostusprofiilin tulokset, kun kustannustavoitteen alla on NPV. Kuvasta 15 nähdään vaihtoehdon VE1 saavan suurimman arvon, VE1 ja VE2 saavat huomattavasti suuremmat arvot kuin VE0 ja VE0+ johtuen niiden korkeammista nettonykyarvoista (taulukko 4). Verrattuna kuvaan 11 liikennejärjestelmätavoite saa vähemmän painoa, mutta tässä mallissa sen alla on vain kaksi kriteeriä alkuperäisen viiden sijaan. Lisäksi Arvioinnissa korostuu KHA:n laskennassa käytetyt rahamäärät ja sitä kautta kustannushyötyjen saama paino. KHA:ssa esimerkiksi hyödyt ajokustannuksista saavat suuren rahallisen arvon, kun ajoneuvojen määrällä kerrotaan säästynyt aika. Erona kuvaan 11 tuloksista tulee esille kustannustavoitteen erilainen käsittely, kuvassa 11 se käsitellään kustannuksena ja tässä hyötynä.



Kuva 15. Liikennejärjestelmää painottavan arvostusprofiilin monitavoitearvioinnin tulos, kustannuskriteerinä NPV.

KHA:n tulos lasketaan tekijöistä, joista useimmat pohjautuvat laskettuun liikenne-ennusteeseen, joka saa siten tärkeän osan arvioinnissa ja vaikuttaa paljon vaihtoehtojen saamiin arvoihin. Liikenne-ennustetta varten tehdyt oletukset vaikuttavat paljon tämän yhteiskäyttötavan tuloksiin. KHA:n tulos sisältää myös osan ympäristökustannuksista, Tampereen Rantaväylän melukustannukset oli laskettu siihen mukaan. Myös ne perustuvat liikenne-ennusteeseen, koska melu lasketaan ennustetun liikennemäärän mukaan.

KHA:n tuloksen arvottaminen monitavoitearvioinnissa saattaa lisätä tämän yhteiskäyttötavan haastavuutta. Arvioinnin kokonaiskuva osittain katoaa, koska KHA:n tulos osana arvopuuta sisältää koko kustannus-hyötyanalyysin tekemiseen käytetyn tiedon. Esitettäessä tällä tavalla saatuja tuloksia, KHA on hyvä esittää samalla, jotta ymmärretään, mitä tietoja sen tulokseen sisältyy. Tampereen Rantaväylän tapauksessa KHA:n tulos sisälsi niin liikenne-, maankäyttö- kuin ympäristötekijöitäkin. Tässä yhteiskäyttötavassa saattaa tulla haastetta, jos arvioija ei täysin ymmärrä KHA:n tuloksen merkitystä ja sen sisältämää tietoa. KHA:n tulokselle annettavan painon suhteuttaminen muihin kriteereihin voi tällöin olla vaativaa. Tämä yhteiskäyttötapa voi tulla kyseeseen, jos KHA:n jälkeen halutaan arvioida muita kriteereitä suhteutettuna KHA:n tulokseen.

4.2.3 Monitavoitearvioinnin tulos osana kustannus-hyötyanalyysiä

Menetelmien yhteiskäyttö voidaan tehdä myös ottamalla monitavoitearvioinnin tulos osaksi KHA:ta. Tätä varten monitavoitearvioinnin tulokselle laskettiin rahallinen arvo, joka sisällytettiin KHA:iin taulukon 10 mukaan.

Saatuja tuloksia voidaan verrata hankkeesta tehtyyn kustannus-hyötyanalyysiin ilman monitavoitearvioinnin tulosta (taulukko 4). Yhteiskäytössä monitavoitearvioinnin tulos on huomattava tekijä kustannus-hyötyanalyysissä, erityisesti vaihtoehdoille VE0+ ja VE2. Liikennejärjestelmänäkökulmasta vaihtoehdon VE2 saama arvo nousee huomattavasti alkuperäiseen KHA:n tulokseen verrattuna, kun taas VE0+ saama arvo menee negatiiviseksi. Myös vaihtoehtojen paremmuusjärjestys muuttuu, kun monitavoitearvioinnin tulos otetaan mukaan, liikennejärjestelmä näkökulmasta VE2 saa parhaimman nettonykyarvon, kun ilman monitavoitearviointia VE1 sai parhaimman arvon KHA:ssa. Tästä voidaan päätellä vaikutusten subjektiivisen arvioinnin monitavoitearvioinnissa vaikuttavan KHA:n tuloksiin.

Kustannus-hyötyanalyysin ja monitavoitearvioinnin yhteiskäytön tulosten pitäisi periaatteessa olla samat riippumatta, missä järjestyksessä analyysit on tehty, eli onko ensin tehty KHA, jonka tulos on yhdistetty monitavoitearviointiin vai toisinpäin. Verrattaessa tuloksia kuvassa 15 ja taulukossa 10 nähdään, ettei näin ole ainakaan liikennejärjestelmää painottavan profiilin antamilla pisteillä. Näillä eri yhteiskäytön tavoilla vaihtoehdoille saatiin eri paremmuusjärjestys, ensimmäisellä tavalla VE1 saa parhaimman arvon ja jälkimmäisellä tavalla VE2. Kun NPV on sisällytetty osaksi monitavoitearviointia, se sai huomattavasti enemmän painoa kuin muut kriteerit johtuen NPV:n suurista rahallisista arvoista vaihtoehdoissa VE1 ja VE2. Rahallinen arvo monitavoitearvioinnin tulokselle sai taulukossa 10 negatiiviset arvot kaikissa muissa vaihtoehdoissa paitsi VE2:ssa. Laskettaessa monitavoitearvioinnin rahallista arvoa, vaihtoehdot saivat useassa kriteerissä negatiivisen tai hyvin pienen arvon verrattuna nollavaihtoehtoon, koska vaihtoehdoilla ei ole suuria eroavaisuuksia kriteerien suhteen tai ne eivät tuo parannusta nykyhetkeen verrattuna. Tämän vuoksi monitavoitearvioinnin rahallinen arvo jäi osalle vaihtoehtoja negatiiviseksi. KHA:ssa kriteerit saattavat saada huomattavan suuria arvoja, jotka johtuvat osaltaan arvottamismenetelmällä

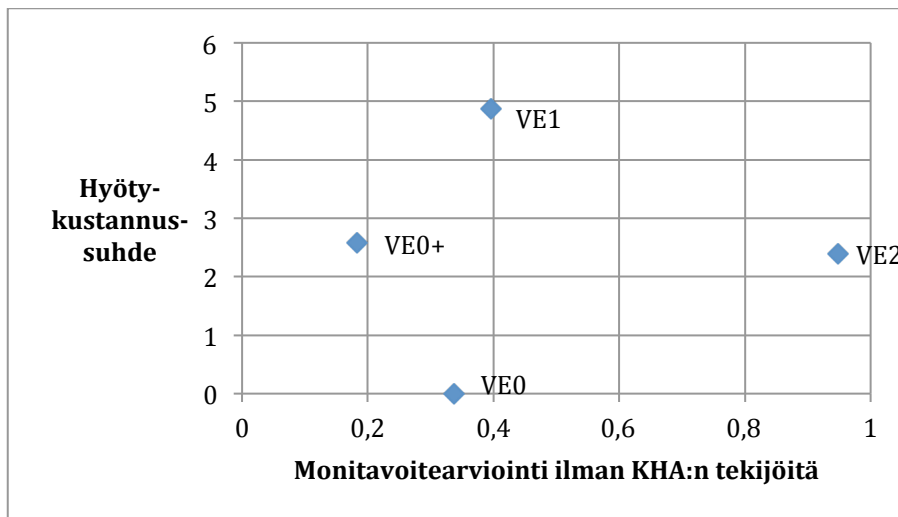
saaduista yksikköarvoista ja hyötyjen laskutavasta. Esimerkiksi aikakustannussäästöä laskettaessa matka-aikasäästö henkilöautolle on 16,09 euroa tuntia kohden, kun se kerrotaan keskivuorokausiliikenteen määrällä, saadaan aikasäästölle helposti suuria arvoja (Tiehallinto 2005, 23).

Tässä yhteiskäyttövassa haastetta tulee monitavoitearvioinnin kriteereiden rahallisen arvon määrittämisestä. Esimerkitapauksessa ne saatiin laskennallisesti ja ovat teoreettisia. Useille käytetyistä kriteereistä voisi olla työlästä tai lähes mahdotonta saada realistista rahallista arvoa. Niitä voidaan määrittää arvottamistutkimuksilla. Toisaalta tässä tavassa saadaan kaikille kriteereille mitta-arvot samalla yksiköllä ja tämä voi olla käyttökelpoista tilanteessa, jossa nimenomaan halutaan kaikkia kriteereitä arvottaa rahassa.

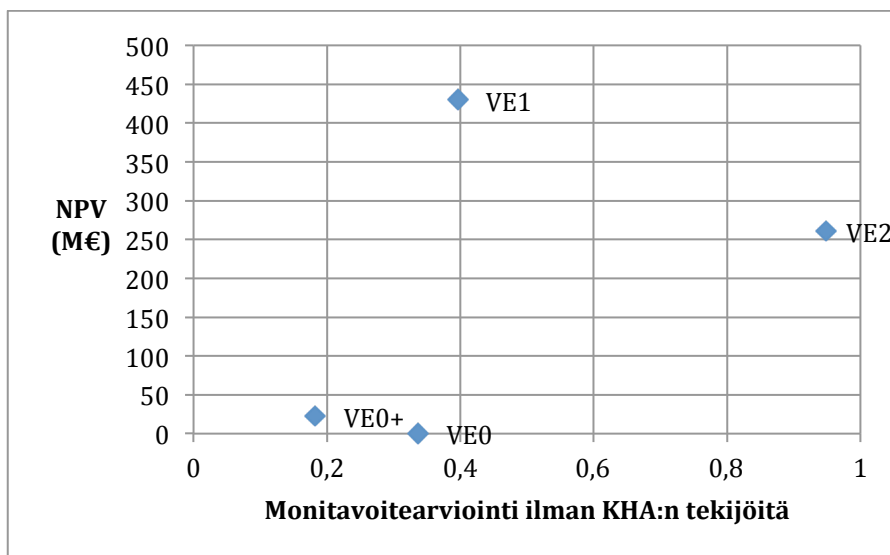
4.2.4 Monitavoitearvioinnin ja kustannus-hyötyanalyysin tulosten vertailu

Monitavoitearvioinnin ja kustannushyötyanalyysin yhteiskäyttö voidaan tehdä myös analyysin loppuvaiheessa yhdistämällä molemmilla menetelmillä erikseen saadut tulokset samaan kuvaajaan. Siihen voidaan käyttää monitavoitearvioinnista arvopuumallia, jossa on kaikki kriteerit tai josta on poistettu KHA:n sisältämät kriteerit.

Kuvissa 16 ja 17 on yhdistetty KHA:n tulokset pystyakselille ja monitavoitearvioinnin tulokset vaaka-akselille. Kustannus-hyötyanalyysin tuloksena kuvassa 16 on käytetty hyötykustannussuhdetta ja kuvassa 17 nettonykyarvoa. Monitavoitearvioinnissa on käytetty liitteen 2 kuvan 3 mukaista arvopuumallia, josta on poistettu kustannustavoite ja kustannus-hyötyanalyysiin sisältyvät kriteerit. Tällä arvopuumallilla välttyttiin näiden vaikutusten sisällyttämisestä analyysiin kahteen kertaan. Kyseinen malli ei ota kantaa, paljonko kustannuksia arvostetaan suhteessa muihin vaikutuksiin, vaan kustannuksia käsitellään vain KHA:n tunnuslukujen kautta.



Kuva 16. Hyötykustannussuhde ja monitavoitearviointi ilman KHA:n tekijöitä liikennejärjestelmää painottavalla arvostusprofiililla.

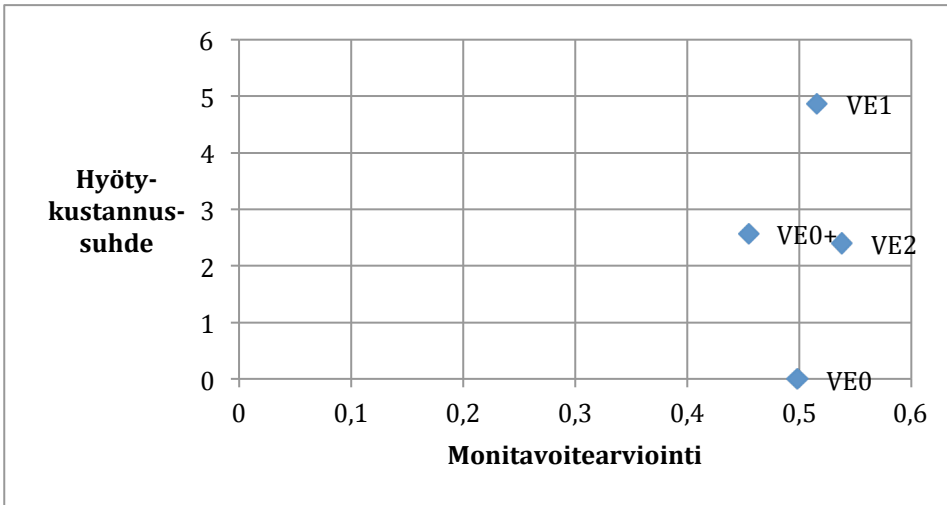


Kuva 17. NPV ja monitavoitearviointi ilman KHA:n tekijöitä liikennejärjestelmää painottavalla arvostusprofiililla.

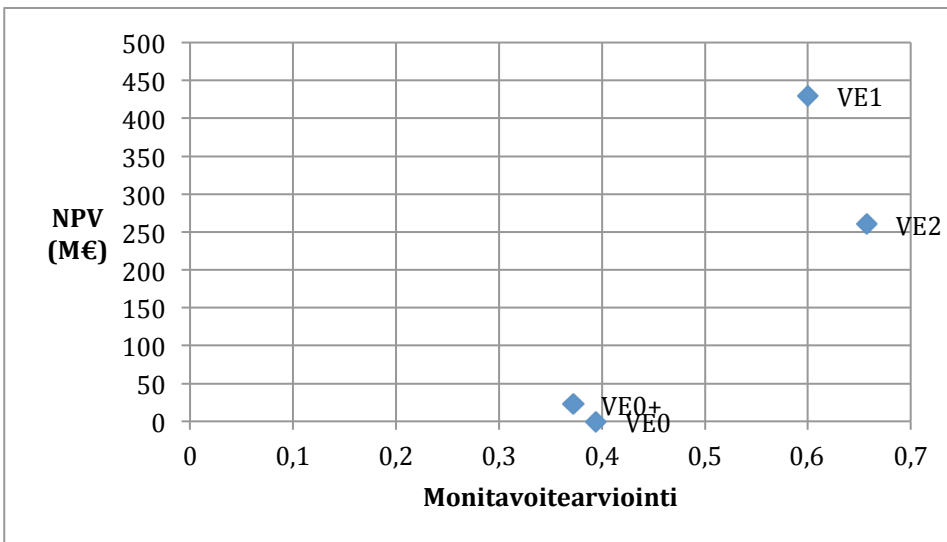
Molemmilla kuvaajilla näkyy selkeästi eri vaihtoehtojen saamien tulosten erot. Kustannus-hyötyanalyysissä vaihtoehto VE1 saa parhaimman arvon ja monitavoitearvioinnissa VE2. Erot korostuvat, kun KHA:n tuloksena käytetään hyötykustannussuhteen sijaan nettonykyarvoa, koska sillä vaihtoehtojen saamilla arvoilla on suurempi hajonta.

Eri arviointimenetelmillä saatuja vaihtoehtojen paremmuutta voidaan myös verrata kuvaajilla, joissa monitavoitearvioinnin tulokset on saatu alkuperäisellä arvopuumallilla (kuva 9), joka sisältää kaikki kriteerit, myös KHA:n sisältämät

kriteerit. Kuvaajissa kuvassa 18 KHA:n tuloksena on käytetty hyötykustannussuhdetta ja kuvassa 19 nettonykyarvoa. Myös näissä kuvaajissa monitavoitearviointi on tehty liikennejärjestelmänäkökulmasta.



Kuva 18. Hyötykustannussuhde ja monitavoitearvioinnin tulokset liikennejärjestelmää painottavalla arvostusprofiililla.



Kuva 19. NPV ja monitavoitearvioinnin tulokset liikennejärjestelmää painottavalla arvostusprofiililla.

Vertailussa vaihtoehtoista VE1 saa parhaimman tuloksen KHA:ssa ja VE2 parhaimman monitavoitearvioinnissa ja muiden vaihtoehtojen paremmuusjärjestys säilyy samana. Verrattuna tuloksiin kuvissa 16 ja 17 vaihtosuhteet eri vaihtoehtojen välillä ovat pienemmät kuvissa 18 ja 19, joissa monitavoitearviointi antaa suuremman tuloksen joka vaihtoehdolle. Kuvaajilla voidaan nähdä kuinka eri

vaihtoehdot toteuttavat tavoitteita verrattuna taloudellisiin hyötyihin. Jos arviointi on tehty joka tapauksessa molemmilla menetelmillä, tulosten vertailua varten monitavoitearvioinnin arvopuuta ei kannata supistaa poistamalla kriteereitä, vaan vertailla kuvien 18 ja 19 tavoin. Jos taas monitavoitearviointia ei ole tehty, arvopuu voidaan tehdä karsitussa muodossa ja vertailla tuloksia kuvien 16 ja 17 tavoin.

Tulosten yhdistäminen on käytännöllinen tapa tulosten tarkasteluun graafisesti eri näkökulmista. Kuvaajia voidaan käyttää selventämään päätöksenteon tuloksia esimerkiksi perusteluna, miksi jokin vaihtoehto on todettu huonoksi, jos se saa huonon tuloksen molempien menetelmien suhteen. Kuvaajista nähdään molempien arviointimenetelmien suhteen dominoivat vaihtoehdot, mutta edellisiin menetelmien yhteiskäyttötapoihin verrattuna tässä ei saada lopputulokseksi yksiselitteisesti parasta vaihtoehtoa ja vaihtoehtojen paremmuusjärjestystä. Oleellisempaa tässä on kuvaajien tulkinta ja vaihtoehtojen vertailu niiden avulla. Tosin, tulosten esittämisessä kuvien 16-19 tavoin, tulee eteen sama ongelma kuin yhdistäessä KHA:n tulos monitavoitearviointiin: NPV, hyötykustannussuhde ja nyt myös monitavoitearvioinnin tulos sisältävät paljon tietoa, joka ei välity kuvaajista.

5 Tulosten tarkastelu

Tutkielman tavoitteena oli löytää hyviä käytäntöjä monitavoitearvioinnin ja kustannus-hyötyanalyysin yhteiskäyttöön YVAssa. Tavoitteeseen pyrittiin soveltamalla menetelmiä esimerkkihankkeeseen ja tarkastelemalla siinä saavutettuja tuloksia. Tässä luvussa tarkastellaan YVAn materiaalien hyödyntämistä monitavoitearvioinnissa sekä menetelmien eri yhteiskäyttötapojen vahvuuksia ja ongelmia.

5.1 YVAn materiaalien hyödyntäminen monitavoitearvioinnissa

Tutkielman tarkoituksena oli tutkia menetelmien yhteiskäyttöä YVAssa ilman sidosryhmien haastatteluja muodostamalla arvostusprofieileja.

Tarkastelunäkökulma tutkielmaan tuli IMPERIA-hankkeesta, jossa tutkitaan erityisesti monitavoitearvioinnin soveltamista YVAssa. Materiaalien hyödynnettävyyteen vaikuttaa paljon saatavilla olevien materiaalien kattavuus ja miten asioita on käsitelty YVAssa. Tavoitteet ja ratkaisuvaihtoehdot ovat yleensä

osa YVAa ja vaihtoehtojen vertailukriteerejä voidaan tunnistaa YVAssa arvioiduista vaikutuksista. Sen sijaan kriteerien mitta-asteikot, vaihtoehtojen mitta-arvot ja kriteerien painot monitavoitearviointia varten eivät välttämättä ole saatavilla suoraan osana YVAa. Osasta vaikutuksia voidaan toki saada konkreettisia mitta-asteikkoja ja -arvoja, esimerkiksi melun desibelimäärät tai hankkeen vaikutusalueen asukkaiden lukumäärä, mutta usein vain osalle arvioituja vaikutuksia on määritelty mitattavissa olevat arvot. Tampereen Rantaväylän vaikuttavuuden arvioinnista saatiin hyvää lähdemateriaalia kriteereille, niiden mitta-asteikoille ja arvoille. Hankkeessa vaikuttavuuden arviointi oli tehty erillään YVAssa, mutta sen tuloksia oli hyödynnetty YVAssa.

Tampereen Rantaväylän YVAssa oli saatavilla laajasti materiaaleja ja yleisön kommentteja. Materiaaleista oli helposti nähtävissä hankkeessa tärkeänä pidetyt asiat. Samoin nähtiin, mitä vaihtoehtoa vastustettiin eniten. Useat kommentit oli esitetty juuri tiettyä vaihtoehtoa koskien ja sitä vastustaen. Niistä ei kuitenkaan aina täysin selvinnyt, mitä vaikutuksia kommentoija piti tärkeänä hankkeessa, jos kommentti keskittyi yhden vaihtoehdon kritisointiin. Vaikutukset, joita ei ollut kommentoitu, oletettiin monitavoitearvioinnin arvostusprofiileja muodostettaessa vähämerkityksellisiksi. YVAssa tehtävistä haastatteluista saataisiin parhaiten selville hankkeeseen kohdistuvat arvostukset ja vaikutusten tärkeys. YVAN materiaalien pohjalta sidosryhmien arvostuksista ei välttämättä saada yhtä kattavaa kuvaa kuin hyvin suunnitellulla haastattelulla olisi mahdollista saada.

Arvostusprofiileja varten YVAN lausunnot ja kommentit ryhmiteltiin samankaltaisten näkemysten kanssa. Useimmat niistä oli helppo ryhmitellä ja samat näkemykset toistuivat useissa lausunnoissa, mutta joitakin kommentteista jäi ryhmittelyn ulkopuolelle. Arvostusprofiilit olivat muodostettavissa ryhmittelyn perusteella, koska tietyt ryhmät kommentoivat samoja asioita. Esimerkiksi useat hankealueen lähiasukkaat olivat huolissaan hankkeen ympäristöllisistä vaikutuksista. Arvostusprofiileja muodostaessa sidosryhmistä tehtiin myös oletuksia, esimerkiksi tieosuutta ohikulkutienä käyttävien oletettiin olevan vähemmän kiinnostuneita hankkeen melu- tai päästövaikutuksista. Oletukset olivat välttämättömiä arvostusprofiileja muodostaessa, koska lausunnot ja kommentit kattoivat vain osan hankkeen sidosryhmistä ja vaikutuksista. Ryhmittelyn avulla näkemyksiä voitiin jäsentää ja antaa painot vaikutuksille profiilien mukaan.

Määrällisesti neljä erilaista arvostusprofiilia palvelivat hyvin tutkielman tarkoitusta ja erittelivät hankkeen pääpainopisteet. Näiden arvostusprofiilien ulkopuolelle saattoi jäädä näkemyksiä hankkeesta, mutta valitut neljä profiilia kattoivat yleisimmät ja useimmin esiin tulleet näkökannat.

Monitavoitearvioinnin keskeinen osa-alue ovat kriteerien painot. YVAssa tuleekin mietittäväksi, kenen antamalla painoilla arvio tehdään. Painot voivat tulla asiantuntijoilta, hankkeen sidosryhmiltä tai YVAN arviointiryhmältä. Tutkielmassa oli haastavaa painojen määrittäminen arvopuun kriteereille, koska vain profiilien tärkeimmille kriteereille oli perustelut ja vaihtosuhteet kriteerien kesken piti päätellä koskemaan kaikkia kriteerejä. Arvostusprofiilit auttoivat painojen määrittämisessä, koska niiden mukaan painoja voitiin miettiä tietyn näkökulman kannalta ja asettua profiilin edustajan kannalle.

Monitavoitearvioinnin ongelmana ovat useat arviointiin liittyvät ajatusharhat, joita esitettiin kohdassa 2.1.4. YVAN lausunnoissa ja kommentoissa esitetään usein mielipide tietyn asian tai vaikutuksen yleiseen tärkeyteen liittyen, eikä suhteessa muihin tekijöihin ja vaikutuksiin. Tällöin vaikutusten välisten vaihtosuhteiden päättelemisen tuo haastetta arviointiin. Tosin, kun asiantuntijat antavat painot arvostusprofiileille, ajatusharhat osataan huomioida ja ne pystytään välttämään.

Tampereen Rantaväylän eri materiaaleissa oli samoille asioille eri arvoja riippuen laskentatavasta tai laskentaan sisällytetyssä tieosuudessa. Esimerkiksi vaikuttavuuden arvioinnissa liikenteen aikakustannukset vaihtoehdolle 0+ sai arvon 344 miljoonaa euroa, kun taas kustannus-hyötylaskelmassa arvo oli 29,6 miljoonaa euroa. Erilaisista lukuarvoista ei käy ilmi, kenen hyötyjä ja kustannuksia niihin on sisällytetty ja mikä tieverkon osuus on ollut laskennassa. Jälkikäteen näitä tietoja on hankala saada.

5.2 Hyviä käytäntöjä kustannushyötyanalyysin ja monitavoitearvioinnin yhteiskäyttöön YVA-prosessissa

Monitavoitearvioinnin menetelmiä voidaan käyttää YVAssa eri tarkoituksiin alkaen tilanteen analysoinnista ja vaihtoehtojen muodostamisesta. Monitavoitearvioinnista saadaan YVAssa eniten hyötyjä, kun sitä voidaan soveltaa mahdollisimman aikaisessa vaiheessa ja tuloksia voidaan hyödyntää YVAN vaikutusten

arvioinnissa. Arvopuumalli on hyödyllinen apuväline vaihtoehtojen arviointiin, koska se tarjoaa järjestelmällisen ja jäsennellyn työtavan. Se soveltuu hyvin esimerkiksi YVAN alkuvaiheessa vaihtoehtojen määrittämiseen ja hankeryhmässä yhteisen käsityksen muodostamiseen eri tavoitteista.

Kustannus-hyötyanalyysi tehdään useimmin vain yhteiskunnan rahoittamista hankkeista, jolloin sen avulla voidaan tarkastella hankkeen yhteiskunnallista kannattavuutta ja arvioida eri vaihtoehtojen tuottamia hyötyjä. Valtioneuvoston asetus ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (Oikeusministeriö, 2006) ei edellytä kustannusten käsittelyä YVAssa. Tampereen Rantaväylän YVAssa kustannuksia ei käsitelty, mutta yleisötilaisuuden (22.9.2010) perusteella yleisöä kiinnosti hankkeen kustannukset. Kun KHA:n tulos yhdistetään monitavoitearviointiin, saadaan myös hankkeen taloudellisille vaikutuksille subjektiivinen arvio ja taloudelliset vaikutukset voidaan sen kautta huomioida YVAssa.

Kun YVAssa hyödynnetään KHA:n ja monitavoitearvioinnin yhteiskäyttöä, niiden päällekkäisyydet on hyvä integroida mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jotta vältetään asioiden tekemisestä kahteen kertaan. Esimerkiksi jo alussa kriteerien tunnistamisessa voidaan miettiä vaadittavat kriteerit YVAan ja KHA:iin ja sen perusteella suunnitella molempiin sopivat mittarit.

Tutkielmassa monitavoitearvioinnin ja KHA:n yhteiskäyttö tehtiin valmiista YVA:sta, mutta yhteiskäyttöä voi soveltaa sekä YVA:n ohjelma- että selostusvaiheessa. Kuten muissakin tutkimuksissa on todettu menetelmien yhteiskäytöstä (kohta 2.3), sillä saadaan laaja näkemys vaihtoehtojen vaikutusten arviointiin, kun mukana ovat sekä taloudelliset että muut vaikutukset ja sidosryhmien arvostukset. YVAN yleisötilaisuuksissa voidaan hyödyntää yhteiskäytöllä saatuja tuloksia ja kuvaajia hankevaihtoehtojen vaikutusten esittelyssä ja vertailussa. Kuvaajilla saadaan selkeästi esitettyä eri tavoitteiden toteutuminen ja kustannukset eri vaihtoehdoissa. Kuvaajia voidaan hyödyntää myös päätösten perustelemiseen, esimerkiksi tietyn vaihtoehdon valinnan tai poisjättämisen perusteena. Menetelmien tulosten yhdistäminen tai vertailu samalla kuvaajalla kertoo selkeästi vaihtoehtojen vertailun tuloksista ja millaiseen paremmuusjärjestykseen vaihtoehdot sijoittuvat eri arviointimenetelmillä.

5.3 Kustannus-hyötyanalyysin ja monitavoitearvioinnin yhteiskäytön ongelmia YVA-prosessissa

Tutkielmassa tuli vastaan kustannus-hyötyanalyysin ja monitavoitearvioinnin yhteiskäytön ongelmia. Yhteiskäyttötavat, joissa tehdään molemmat analyysit, ovat suhteellisen työläitä ja YVAssa näiden tapojen voidaan kokea lisäävän työmäärää. Tähän voidaan vaikuttaa suunnittelemalla analyysien käyttö jo alussa ja huomioida menetelmien integrointimahdollisuudet. Joissakin tapauksissa, kuten tutkielman esimerkkitapauksessa, KHA on vaadittu osana suunnittelua ja YVAssa pitää joka tapauksessa arvioida vaikutuksia, joten menetelmät ja niiden yhteiskäyttö eivät sinänsä ole ylimääräistä työtä vaan osa suunnitteluprosessia.

YVAN vaikutusten arvioinnin ja lopputulosten sekä tehtyjen päätelmien esittämistapa tulisi olla selkeä ja helposti ymmärrettävissä. Päätelyketjujen tulisi olla mahdollisimman läpinäkyviä, jotta niistä selviää, miten lopputuloksiin on tultu. Monitavoitearvioinnin ja arvostusprofiilien avulla voidaan esimerkiksi päätellä, miten eri asioiden arvostuksella painotetaan hankkeen tiettyjä vaikutuksia ja mikä hankevaihtoehto niiden perusteella koetaan parhaaksi. Monitavoitearvioinnissa vertailukriteerit, mitta-asteikot ja mittarit tulisi avata ymmärrettäväksi. Kriteerien nimet ja saamat arvot eivät välttämättä kerro asiaa riittävän selkeästi. Esimerkiksi Tampereen Rantaväylän vaikutusten arvioinnissa osa vaikutuksista oli arvioitu asiantuntijoiden pisteytyksellä, mutta pisteytyksen skaalan merkitystä ei avattu YVAssa tai tiesuunnitelmassa. Jos arvopuumalliin sisällytetään KHA:n tulos, se sisältää useita tietoja, jotka eivät näy mallissa. Se saattaa tehdä mallin käytöstä painojen määrittämisessä haastavampaa, koska KHA:n tulosta arvoitettaessa tulee huomioida, mistä arvoista se on laskettu.

Subjektiiivisuus on mukana sekä monitavoitearvioinnissa että kustannus-hyötyanalyysissä. Monitavoitearvioinnissa arvioijien arvostusten myötä ja KHA:ssa rajauksesta, kenen hyötyjä ja kustannuksia arvioidaan sekä diskonttokoron valinnasta ja kustannusten määrittelystä. Kun menetelmiä käytetään yhdessä, monitavoitearviointi saattaa sisältää eri sidosryhmien arvostuksia kuin mitä on arvioitu KHA:ssa. Yhteiskäytössä asian huomiointi on haasteellista, koska monitavoitearviointi on aina arvioijan näkökulmasta ja KHA laajemman ryhmän osalta. Tällöin arvion tekijä arvottaa omasta näkökulmastaan KHA:ssa rajatun

ihmisryhmän hyötyjä ja kustannuksia.

Myös aikaperspektiivin erilainen huomiointi menetelmissä tuo haastetta yhteiskäytölle. Kustannus-hyötyanalyysissä kaikki tekijät lasketaan hankkeen koko ajalta ja diskontataan nykyarvoon. Siten arviointiin sisällytetään myös tulevaisuuden hyödyt ja kustannukset. Vastaavaa aikaperspektiivin huomiointia ei suoraan sisälly monitavoitearvioinnin prosessiin. Siinäkin vaikutukset voidaan arvioida samalta aikaväliltä kuin KHA:ssa. Jos kuitenkin vaikutuksia on menetelmissä arvioitu eri aikaväleiltä, yhteiskäytössä vaikutuksia voi olla hankala suhteuttaa toisiinsa. Aikaperspektiivin huomiointi tuo myös haastetta, jos vertailtavat vaihtoehdot ovat kestoiltaan erimittaisia. KHA:n osalta vertailua voidaan tällöin tehdä yhteismitallistamalla kestot annuiniteettikertoimella, mutta vastaavaa ei tehdä monitavoitearvioinnissa.

6 Johtopäätökset

Tutkielmassa tarkasteltiin monitavoitearvioinnin ja kustannus-hyötyanalyysin yhteiskäyttöä ympäristövaikutusten arvioinnissa esimerkkitapauksen avulla. Menetelmien taustalla ovat toisaalta erilaiset periaatteet analyysiin, mutta niissä on myös paljon samoja piirteitä. Monitavoitearvioinnissa oleellista on arvioijien subjektiivisten arvostusten sisällyttäminen analyysiin, kun taas KHA pyrkii objektiiviseen taloudelliseen analyysiin. Tosin KHA:n rajaukset ja oletukset tuovat myös siihen subjektiivisuutta, esimerkiksi käsiteltävien vaikutusten ja vaikutusalueen rajauksen myötä.

Tutkielmassa monitavoitearvioinnin arvostukset sisällytettiin analyysiin hankkeesta muodostettuja arvostusprofiileja hyödyntämällä. Ne olivat tutkielmassa käytännöllisiä esitettyjen lausuntojen ja kommenttien ryhmittelyyn. Arvostusprofiileilla saatiin esiin hankkeen oleellisimmat vaikutukset. Tutkielmassa hankkeen kriteerit otettiin vaikuttavuuden arvioinnista ja niitä oli suhteellisen paljon. Osalle kriteerejä painojen määrittäminen oli haastavaa, koska lausunnoista ja kommentteista oli hankala päätellä kriteerien vaihtosuhteita. Jos kriteereitä olisi vähemmän, arvostusprofiilien mukaisten painojen määrittämisessä tarvittaisiin vähemmän oletuksia.

Kun monitavoitearviointia ja KHA:ta käytetään yhdessä, lopputulos sisältää subjektiivisen ja objektiivisen näkökulman, mutta myös molempien analyysien oletukset. Yhteiskäytöllä saadaan integroitua yhteen analyysiin molemmilla menetelmillä saadut tiedot. Tiettyjen hanketyyppien suunnittelun osana pitää tehdä KHA, kuten tieliikennehankkeissa. YVAssa taas on keskeistä hankkeen vaikutusten analysointi. Monitavoitearvioinnin ja KHA:n yhteiskäytöllä nämä tarpeet on mahdollista täyttää tehokkaasti ja saada synergiaetuja analyysistä.

Esimerkkitapauksessa monitavoitearvioinnin ja KHA:n yhteiskäyttö tehtiin kolmella eri tavalla sekä tarkasteltiin menetelmillä saatuja tuloksia vertailussa samoissa kuvaajissa. Kaikki yhteiskäyttötavat vaativat lähes saman työmäärän. Hyvin suunniteltuna ja otettuna mukaan YVAan jo alussa yhteiskäyttö toisi hyötyjä ja sisältöä vaikutusten arviointiin.

Suhteessa kirjallisuuskatsauksen aiempiin tutkimuksiin (taulukko 1), tutkielmassa käsiteltiin useaa tapaa menetelmien yhteiskäyttöön samassa hankkeessa. Suurimmassa osassa aiemmista tutkimuksista KHA oli yhdistetty osaksi monitavoitearviointia ja harvemmissa oli yhteiskäyttö tehty toisinpäin. Monissa oli myös vertailtu menetelmiä teoreettisesti. Siihen nähden tutkielma tuo näkökulmaa menetelmien yhteiskäyttöön eri tavoilla samassa hankkeessa ja myös tarkasteluun monitavoitearvioinnin tulosten määrittämisestä rahassa osaksi KHA:ta. Tutkielmassa KHA:n ja monitavoitearvioinnin vertailua ei koettu oleelliseksi, koska sitä on tehty useissa aiemmissa tutkimuksissa. Samoin kuin tutkielmassa myös aiemmissa yhteiskäyttöä tutkivissa artikkeleissa oli monitavoitearvioinnin painot antanut ryhmä asiantuntijoita, esimerkiksi Liu, Collins, Yao 1998.

KHA:n tulos osana monitavoitearviointia jättää arvopuusta pois näkyviltä KHA:n sisältämät tiedot. Samoin käy myös monitavoitearvioinnin kriteereille, jos monitavoitearvioinnin tulokselle lasketaan rahallinen arvo osaksi KHA:ta. Tällöin yhteiskäytössä tulee huomioida, mitä kaikkea tietoa yhteen tunnuslukuun sisältyy ja tuoda se esiin tulosten esittelyssä.

Hyödyt, kustannukset ja niiden arvostukset saattavat eri analyysitavoilla kohdistua eri ihmisryhmiin, jonka seurauksena menetelmien yhteiskäytössä yhdistetään eri ryhmien hyötyjä ja kustannuksia. KHA:n hyödyt ja kustannukset lasketaan aina

tietyssä analyysissä rajatun ihmisryhmän osalta (kohta 2.2.1), kun taas monitavoitearvioinnin arvostukset tulevat painojen antajan mukaan. Monitavoitearvioinnin painot eivät välttämättä kuvasta KHA:ssa rajatun ihmisryhmän arvostuksia, vaan ainoastaan painojen antajan, jolloin hän arvottaa KHA:ssa määritellyn ihmisryhmän saamia hyötyjä ja kustannuksia.

Menetelmien yhteiskäytössä saatiin arviointiin lisäarvoa tulosten kuvaajilla, koska yhdellä kuvalla voidaan kertoa selkeästi vaihtoehtojen vertailusta.

Monitavoitearvioinnin ja KHA:n tulosten vertailu kuvaajilla ei anna tulokseksi vaihtoehtojen paremmuusjärjestystä, vaan toimii lisäinformaationa ja pohjana keskusteluille eri vaihtoehtoista. Tulosten vertailussa kuvaajilla ei oteta kantaa tulosten arvottamiseen, se jätetään avoimeksi päätöksentekoa varten. Kyseisiltä kuvaajilta nähdään hyvin, ovatko vaihtoehtojen vahvuudet ja heikkoudet arvioinnin taloudellisissa ja muissa tekijöissä.

Yhteiskäytön tulosten esittämistapa on hyvä miettiä kohdeyleisön mukaan. YVAN hankeryhmälle, eri sidosryhmille tai yleisötilaisuuteen saattaa olla tarpeen erilaiset esittämistavat. Perustelut tuloksista ja molempien menetelmien vertailu antaa paremmin tietoa kuin pelkkä lukuarvo tai vaihtoehtojen paremmuusjärjestys.

Jatkotutkimuksena yhteiskäyttöä olisi mielenkiintoista toteuttaa hankkeen YVAN aikana osana jo alussa mukana vaikutusten arviointia sekä soveltaa kuvaajia YVAN materiaaleissa ja päätöksenteon tukena, kun hankkeen vaihtoehtoa valitaan.

Lähdeluettelo

Belton, V., Stewart, T. 2002. Multiple Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach. Kluwer Academic Publishers. Boston. Dordrecht. London.

Boardman, A., Greenberg, D., Vining, A., Weimer, D. 2006. Cost-Benefit Analysis. Concepts and Practice. Pearson Prentice Hall. New Jersey. USA.

Eisenführ, F., Weber, M., Langer, T. 2010. Rational Decision Making. Springer. London. New York.

European Commission. 2008. Directorate General Regional Policy. Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects.

Fonecta. 2013. <http://www.fonecta.fi/kartat>. Haettu 10.4.2013.

Gregory, R., Failing, L., Harstone, M., Long, G., McDaniels, T., Ohlson, D. 2012. Structured Decision Making: A Practical Guide to Environmental Management. Wiley-Blackwell. UK.

Gühnemann, A., Laird, J., Pearman, A. 2012. Combining cost-benefit and multi-criteria analysis to prioritise a national infrastructure programme. Transport Policy 23, 15-24.

Hanley, N., Spash, C. 1993. Cost-Benefit Analysis and the Environment. Edward Elgar Publishing. England.

Jantunen, J., Hokkanen, P. 2010. YVA-lainsäädännön toimivuusarviointi. Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn toimivuus ja kehittämistarpeet. Suomen Ympäristö 18/2010. Ympäristöministeriö. Edita Prima Oy. Helsinki.

Lehtoranta, V., Seppälä, E. 2011. Aukkaiden näkemykset ja maksuhalukkuus Pielisen säännöstelystä. Suomen Ympäristö 35/2011. Suomen ympäristökeskus. Edita Prima Oy. Helsinki.

Liu, A., Collins, A., Yao, S. 1998. A Multi-Objective and Multi-Design Evaluation Procedure for Environmental Protection Forestry. *Environmental and Resource Economics* 12, 225-240. Kluwer Academic Publishers.

Marttunen, M., Mustajoki, J., Verta, O-M., Hämäläinen, R. 2008. *Monitavoitearviointi vuorovaikutteisessa ympäristösuunnittelussa*. Suomen ympäristökeskus. Helsinki.

Marttunen, M., Mustajoki, J., Dufva, M., Karjalainen, T. 2013. How to design and realize participation of stakeholders in MCDA processes? A framework for selecting an appropriate approach. *EURO Journal on Decision Processes*. September 2013. Springer.

Mustajoki, J., Marttunen, M. 2008. Kustannus-hyötyanalyysin ja monitavoitearvioinnin vertailu ja menetelmien toisiaan täydentävä käyttö: Kirjallisuuskatsaus ja soveltamismahdollisuudet Karvianjoen tulevaisuustarkastelut –hankkeessa. SYKE.

Oikeusministeriö. Finlex. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19940468>. Päivitetty 2009. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2006/20060713>. Haettu 12.2.2013.

Pirkanmaan ELY-keskus. 2010. Lausunto Tampereen Rantaväylän (VT12) välillä Santalahti-Naistelahti –hankkeen ympäristövaikutusten arviointiselostuksesta. Tampere.

Suomen ympäristökeskus. 2012. Imperia hankkeen yleiskuvaus. 18.10.2012.

Tampereen kaupunki. 2010a. Valtatie 12 (Tampereen Rantaväylä) välillä Santalahti-Naistenlahti. Yleissuunnitelma. Tampere.

Tampereen kaupunki. 2010b. Ympäristövaikutusten arviointiselostus. Tampereen Rantaväylä (valtatie 12) välillä Santalahti-Naistenlahti. Kopijyvä Oy. Mikkeli.

Tiehallinto. 2004. Tiehankkeiden arviointiohje: Suunnitteluvaiheen ohjaus. Helsinki.

Tiehallinto. 2005. Tieliikenteen ajokustannusten laskenta. Helsinki.

Tiehallinto. 2009. Ympäristövaikutusten arviointi tiehankkeiden suunnittelussa. Edita Prima Oy. Helsinki.

Valtion ympäristöhallinnon verkkopalvelu. Hankkeiden YVA-menettely.
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=1499&lan=fi> Haettu 12.2.2013

Yleisötilaisuus. 22.9.2010. Yhteenveto yleisön palautelomakkeiden annista. Haettu 2.7.2013.

http://www.tampere.fi/material/attachments/y/5tKPeJ1QC/yleisotilaisuus220910kommmentit_u.pdf

Ympäristöministeriö. 2011. Tuulivoimalat YVA-asetuksen hankeluetteloon 1.6.2011. Edita Prima Oy. Helsinki.

YVAKO - Ympäristövaikutusten arvioinnin koulutus- ja osaamisportaali. Jyväskylän yliopisto. Haettu 22.4.2013. <http://yvako.jyu.fi/yva-tietoa/yva-menettelyn-tarkoitukset-ja-tavoitteet-1>

Liitteet

Liite 1 Karttakuvat Tampereen Rantaväylän YVA:n vaihtoehtoista

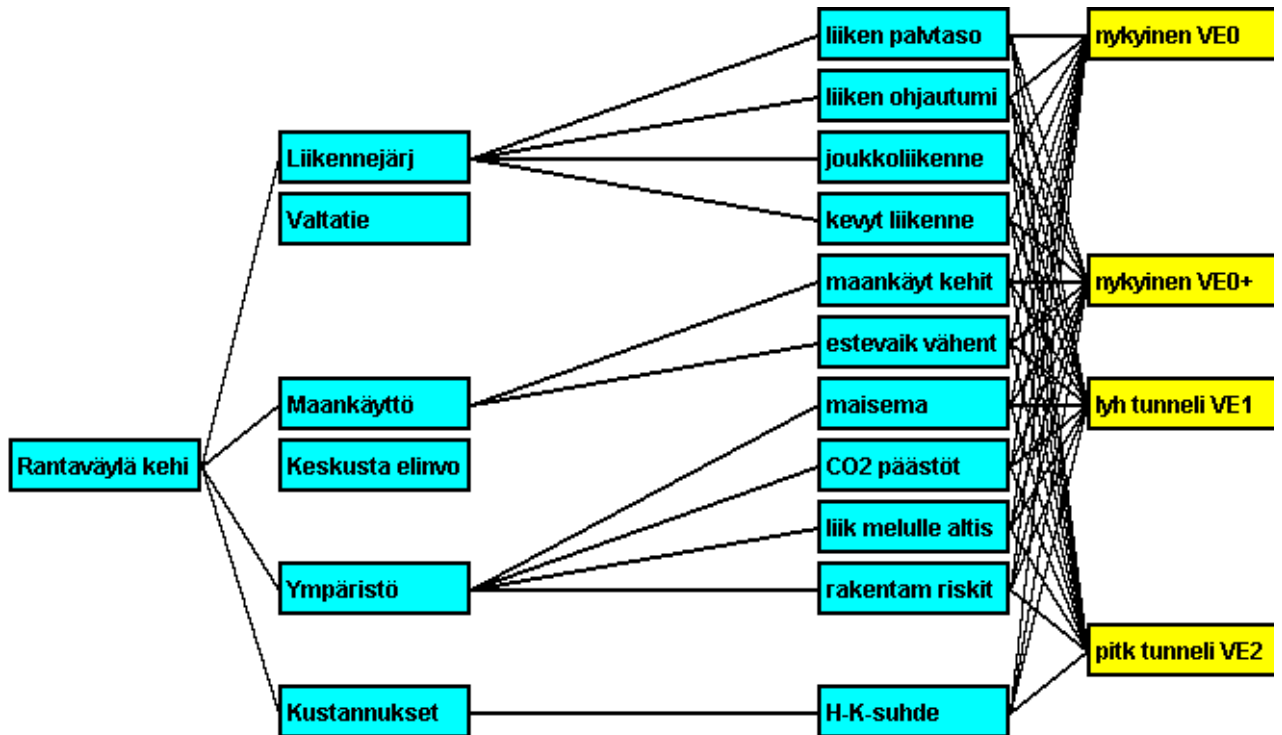
Kuva 1. Vaihtoehto 0.

Kuva 2. Vaihtoehto 0+.

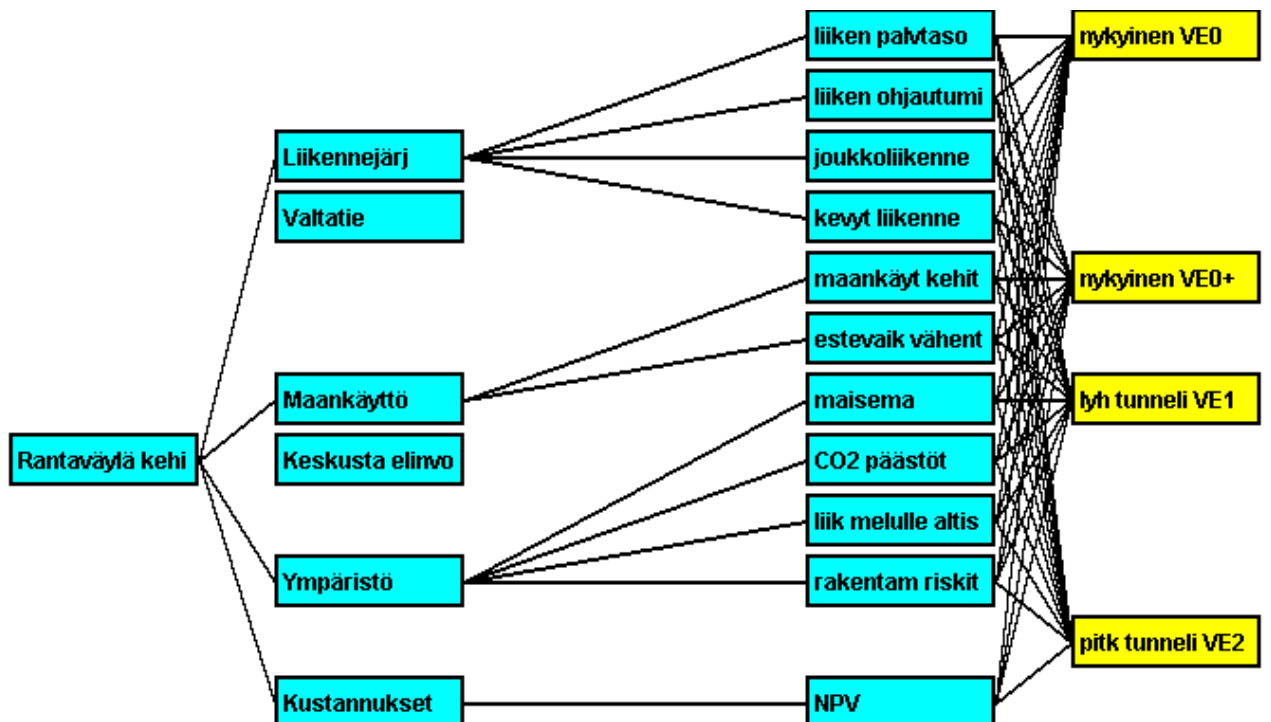
Kuva 3. Vaihtoehto 1.

Kuva 3. Vaihtoehto 2.

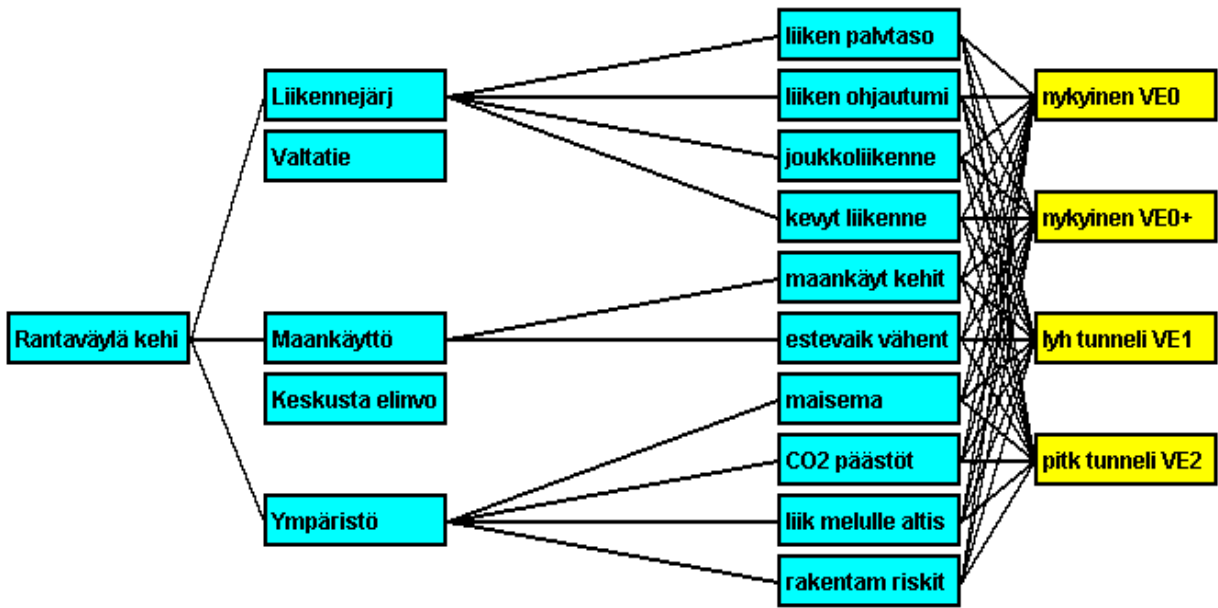
Liite 2 Tutkielmassa käytetyt eri arvopuumallit



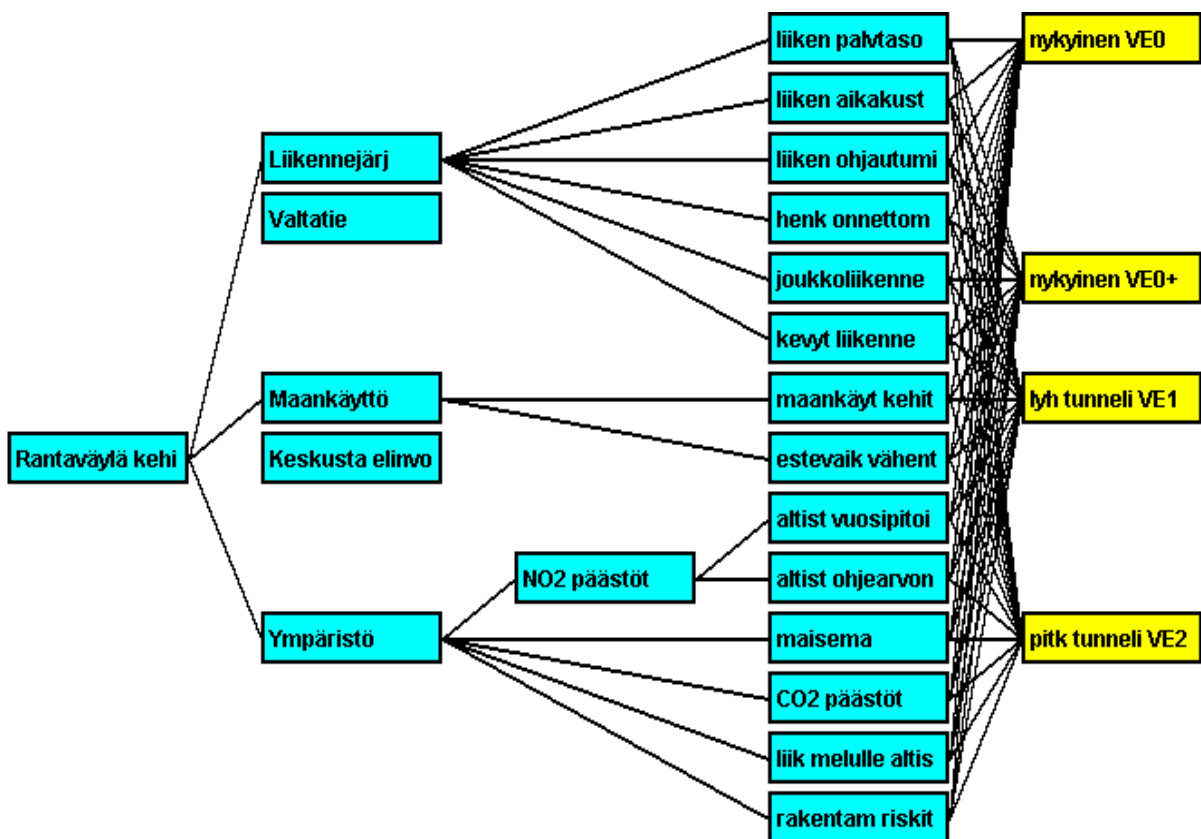
Kuva 1. Arvopuumalli, jossa kustannustavoitteen alla hyöty-kustannussuhde.



Kuva 2. Arvopuumalli, jossa kustannushyötytavoitteen alla nettonykyarvo

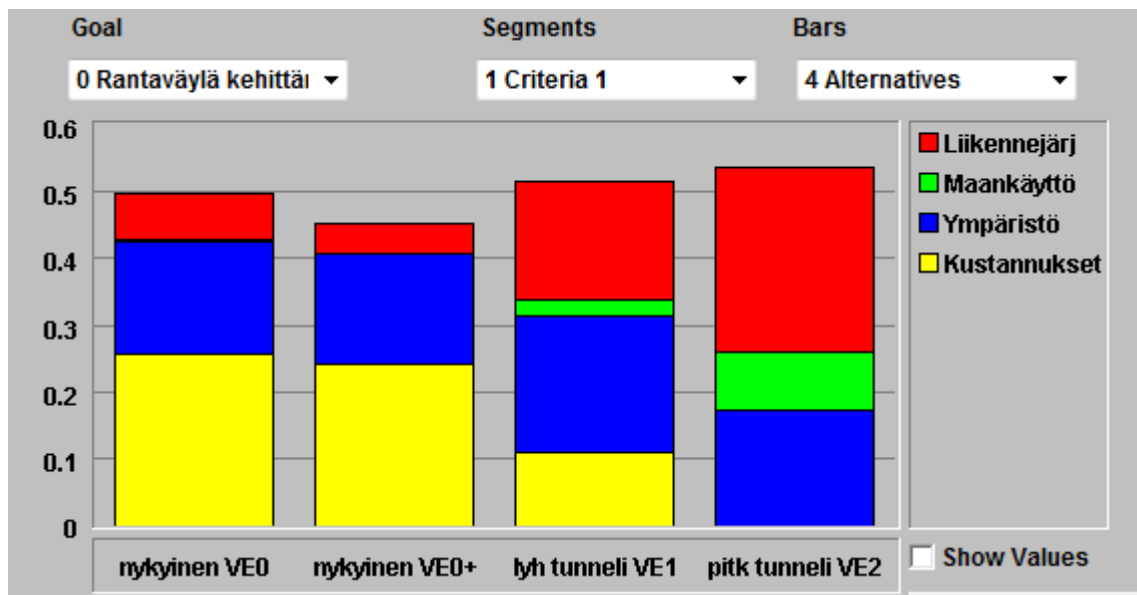


Kuva 3. Arvopuumalli ilman kustannus-hyötyanalyysin tekijöitä

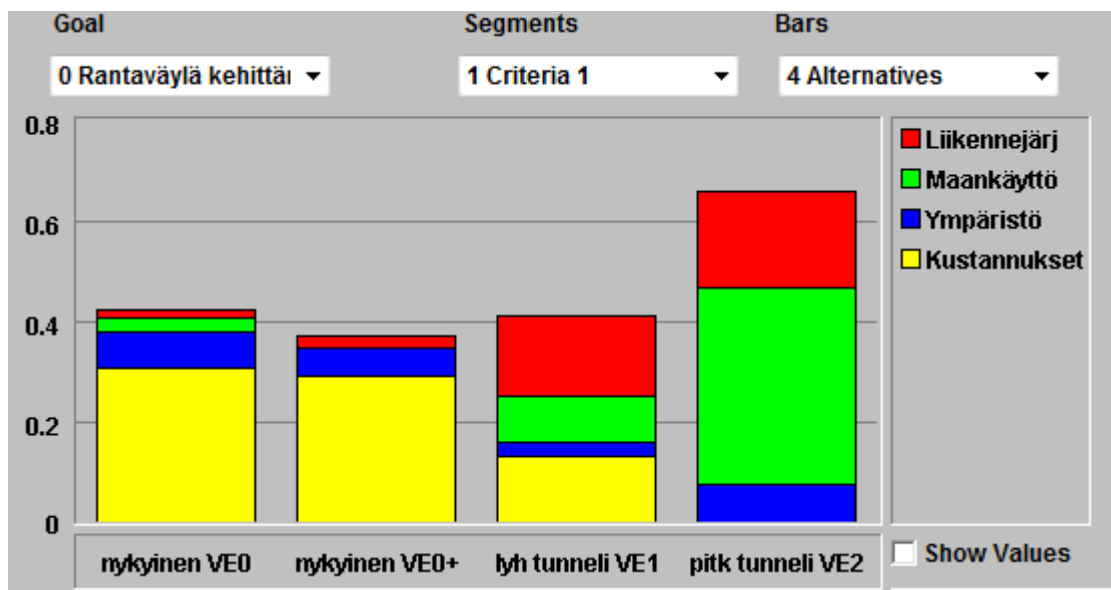


Kuva 4. Arvopuumalli ilman kustannustavoitetta

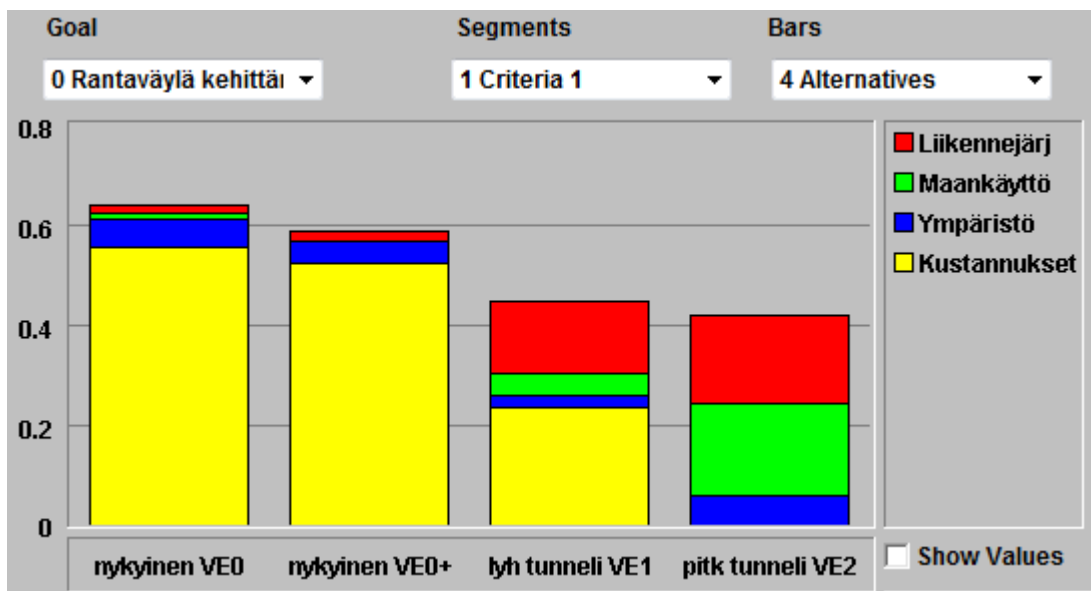
Liite 3 Monitavoitearvioinnin tulokset eri arvostusprofileilla



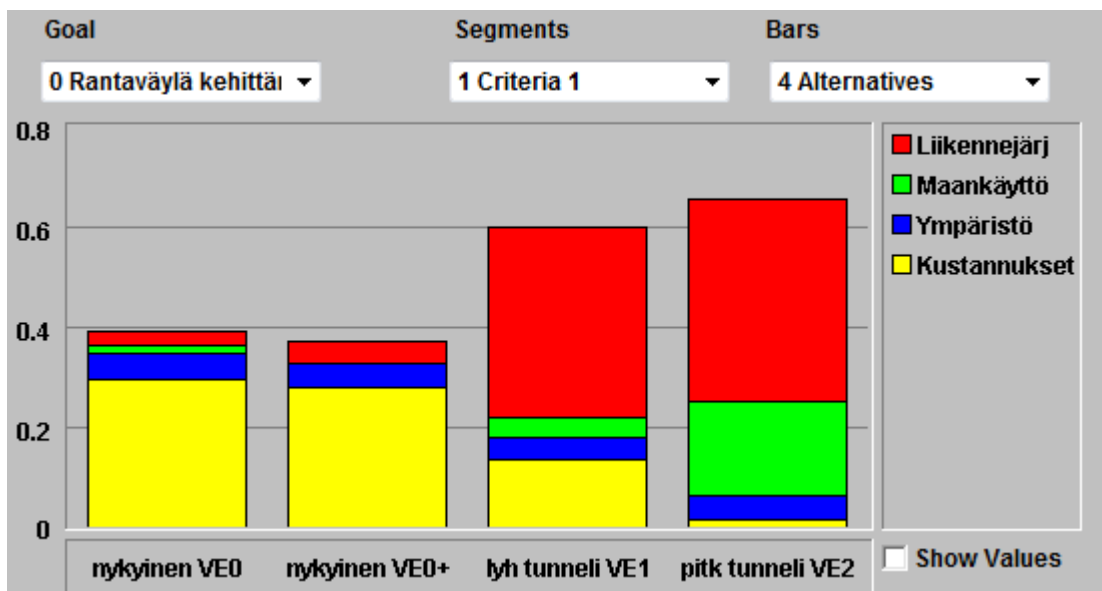
Kuva 1. Tulos ympäristönäkökulmasta.



Kuva 2. Tulos maankäytönäkökulmasta.



Kuva 3. Tulos kustannusnäkökulmasta.



Kuva 4. Tulos liikennejärjestelmän näkökulmasta.