



**HANKEKEHITTÄJÄN KÄYTÄNNÖNLÄHEINEN REAALIOPTIOANALYYSI
ALUEKEHITYSHANKKEISSA**

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

Kauppatieteiden pro gradu -tutkielma

2022

DI Tuomo Riepponen

Tarkastajat: Professori Satu Pätäri

Tutkijatohtori Timo Leivo

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT
LUT-kauppakorkeakoulu
Kauppatieteet

DI Tuomo Riepponen

Hankekehittäjän käytännönläheinen reaalioptioanalyysi aluekehityshankkeissa

Kauppatieteiden pro gradu -tutkielma
2022

108 sivua, 34 kuvaa, 21 taulukkoa ja 3 liitettä

Tarkastajat: Professori Satu Pätäri, Tutkijatohtori Timo Leivo

Avainsanat: Reaalioptioanalyysi, Aluekehityshanke, Fuzzy Pay-off method, FPOM, FPOSROV

Reaalioptioanalyysi (ROA) ja reaalioptioiden viitekehys on havaittu akateemisessa kirjallisuudessa hyödylliseksi vastaamaan perinteisesti investointihankkeiden kannattavuudessa käytettävien tavanomaisten diskontattuihin kassavirtoihin (DCF) perustuvien menetelmien puutteisiin. Verrattuna DCF-menetelmiin ROA kykenee huomioimaan paremmin investointiin liittyvää joustavuutta ja epävarmuutta. Kuitenkin ROA:n tunnettuus ja sovelluskohteet ovat olleet verrattain vähäistä käytännössä erityisesti kiinteistö- ja rakennusosalalla, vaikkakin projektien avainhenkilöt tosiasiaa hyödynnävät reaalioptioita intuitiivisesti ohjatessaan hanketta kohti optimaalisinta lopputulosta. Tämän tutkimuksen tavoitteena onkin tutkia, kuinka aluekehityshankkeen lykkäysoption arvo voidaan määrittää eri kehitysstrategioilla hankekehittäjän näkökulmasta erityisesti käytännön päätöksentekoon soveltuvalla reaalioptioiden arvonmäärittämismenetelmällä.

Työn empiirinen osio toteutettiin kvantitatiivisena tapaustutkimuksena. Kirjallisuuskatsauksen perusteella parhaiten soveltuvaksi arvonmäärittämismenetelmäksi valikoitui Fuzzy pay-off menetelmä (FPOM) ja menetelmää sovellettiin Espoon Finnoossa sijaitsevaan aluekehityshankkeeseen. Finnoo valikoitui tapaustutkimuskohteeksi, koska alueelle on ennustettu lähivuosille voimakasta arvonnousua, jolloin oletettavasti myös hankkeen vaiheistuksen lykkäämisellä on merkittävää arvoa. Empiirissä osiossa määritettiin nk. strategisten reaalioptioiden arvot eri kehitysstrategioille, joita olivat hankitun tontin myynti, tontin vuokraus, kohteen kehittäminen omistusasunnoiksi ja kohteen kehittäminen vuokra-asuntosijoittajalle. Tämän lisäksi määritettiin optimaalisimmat ajankohdat toteuttaa edellä mainitut optiot. Tämän jälkeen tuloksia verrattiin perinteisen DCF-laskelman tuloksiin. Tutkimuksen perusteella FPOM-menetelmä havaittiin soveltuvan hyvin erilaisten reaalioptioiden arvonmäärittämiseen ja nk. yhdistelmäoptioiden arvonmäärittämiseen. Lisäksi menetelmän eduksi voidaan katsoa sen pohjautuvuus tavanomaiseen DCF-laskennan toimintaperiaatteille, arvonmäärittämisprosessin läpinäkyvyys, visuaalisuus ja soveltuvuus käytännön päätöksentekoon. Lisäksi menetelmä ei edellyttänyt arvonmäärittämisprosessissa perinteisesti käytettyjen optioiden arvonmäärittämismenetelmien tavoin yksittäisen varianssiluvun käyttöä, vaan tulevaisuuden eri tilat muodostettiin kolmella eri ske-naariolla. Hankkeen vaiheistuksen aloitusajankohdan lykkääminen tuotti tutkimuksen mukaan 803 €/hym² suuremman taloudellisen hyödyn hankekehittäjälle.

Tutkimuksessa käytettiin ensi kertaa täysin possibilistisessä muodossa olevaa FPOM varianttia (FPOSROV) ja menetelmää sovellettiin ensi kertaa horisontaalisessa vaiheistuksessa kunkin strategisen tason reaalioption osalta. Tämä oli myös tietääksemme ensimmäinen kerta, kun alueen palvelu- ja liikenneinvestointien vaikutusta kiinteistöjen arvonnousun sovelletaan hankekehittäjän näkökulmasta tehtävässä reaalioptiotutkimuksessa. Arvonnousun ennustamisessa hyödynnettiin aluekehityshankkeiden reaalioptioanalyysin näkökulmasta käänteentekevää Cityfier monimuuttujamallia, joka ennusti asuntojen palveluperusteista arvonkehitystä 20 vuoden päähän avoimen datan ja kaavavaranon perusteella.

ABSTRACT

Lappeenranta–Lahti University of Technology LUT
School of Business and Management
Business Administration

M.Sc (tech.) Tuomo Riepponen

Practical real option analysis in area development projects

Master's thesis

2022

108 pages, 34 figures, 21 tables and 3 appendices

Examiners: Professor Satu Pätäri, Postdoctoral Researcher Timo Leivo

Keywords: Real options, Area development projects, Fuzzy Pay-off method, FPOM, FPOSROV

Real option analysis (ROA) and the real option framework has been recognized as a valuable tool in academic discussion in response to the shortcomings of traditionally used DCF methods. According to academia, ROA has been considered as a tool to capture opportunities in investments such as flexibility and uncertainty compared to DCF models. Despite its benefits, ROA has not been yet used widely in practice especially in property development and real estate industry, although project executives intuitively use the real option framework to steer the project outcomes towards higher profits. The purpose of this study is to study how the value of a staging option for a area development project can be determined by different development strategies from the project developer's point of view using a real option valuation method suitable for practical decision-making.

The empirical part of the study was carried out as a quantitative case study. Based on the literature review, the Fuzzy pay off method (FPOM) was found to be the most suitable and practical valuation method. FPOM was applied to a Finnoo greenfield area development project located in Espoo Finland. Because of expected positive rise in property values in Finnoo during the coming years, deferral options should have significant value. In the empirical section, the values of real options for different development strategies and the most optimal timing to start phasing or abandon the project were determined. for each strategic level option such abandon option, option to develop for housing or option to develop for residents. After this the results were compared to those of a conventional DCF calculation. Based on the study, the FPOM method was considered suitable for the valuation of several types of real options in area development project including compound options, the valuation logic of method was transparent, visually informative and suitable for practical problem solving. In addition, the method did not require the use of a single variance number in valuation process to generate possible states for the future. Instead FPOM uses scenario approach to generate the future value distribution. In this study ROA yielded 803 €/net floor area premium for the project developer.

In this study the fully possibilistic variant of FPOM was applied (FPOSROV) for the first time in horizontal phasing for each strategic level options. To our knowledge, this was also the first time that the impact of service and transport investments has been applied in project developer's real option analysis and decision making. To predict the increase in property values the Cityfier multivariate model was used for following 20 years period. In the field of area development real option analysis Cityfier that uses upcoming city plans and open data to predict the values of properties is a remarkable and new way to analyze the hidden value and future opportunities of property development.

ALKUSANAT

Ajatus kauppatieteiden opinnoista ja kiinnostus laskentatoimea kohtaan heräsi jo ensimmäisenä opiskeluvuoteni Tampereen teknillisessä yliopistossa opiskellessani rakennustekniikkaa. Kahden yliopistotutkinnon opiskeleminen on tuottanut minulle paljon onnistumisen tunteita, mutta tehty työ on myös ottanut paljon sekä omastani että muiden kanssa vietetystä ajasta. Nyt yli kahdeksan vuotta myöhemmin voin kuitenkin tyytyväisenä katsoa tehtyä taitavaa.

Haluan osoittaa kiitokseni kollegoilleni kaikista niistä opeista ja tuesta, joita olen teiltä saanut työelämässä. Kiitos teille Anssi, Jukka, Ville, Markus, Pipsa, Jani ja muut. Haluan kiittää myös työni tarkastajia Satu Pätäriä ja Timo Leivoa arvokkaista neuvoista ja kommentteista kirjoitusprosessin aikana. Lopuksi haluan kiittää vanhempiani, siskoani ja muita läheisiäni saamastani kannustuksesta ja tuesta opintojani ennen, niiden aikana ja tästä edespäin. Haluaisin kuitenkin kiittää erityisesti Lindaa, joka on kärsivällisesti kestänyt pitkiksi venyneitä iltoja ja työntäyteisiä viikonloppuja.

Mikkelissä 12.2.2022

Tuomo Riepponen

LYHENTEET JA MERKINNÄT

B&S	Black & Scholes malli
DCF	Diskontatut kassavirrat
DMM	Datar-Mathews-menetelmä
FPOM	Fuzzy pay-off -menetelmä
FROV	Reaalioption arvo käyttämällä alkuperäistä FPOM:ää
FPROBROV	Probabilistinen reaalioption arvo käyttämällä FPOM:ää
FPOSROV	Possibilistinen reaalioption arvo käyttämällä FPOM:ää
GBM	Geometrinen Brownin liike
NPV	Nettonykyarvo
MCS	Monte Carlo -simulaatio
IRR	Investoinnin sisäinen korko
RO	Reaalioptio
ROA	Reaalioptioanalyysi
ROV	Reaalioption arvo
RS-kohde	Vapaarahoitteinen omistusasuntokohde
k-m ²	Kerrosala, käytetään määriteltävässä rakennuksen laajuutta asemakaavan tai rakennusluvan yhteydessä.
brm ²	Bruttoala kuvaa koko rakennuksen laajuutta.
hym ²	Hyötyala, kuvastaa kassavirtaa tuottavien tai myytävien huoneiden laajuutta.

Sisällysluettelo

Tiivistelmä

Abstract

Kiitokset

Lyhenteet ja merkinnät

1	JOHDANTO	1
1.1	Tutkimuksen tausta.....	1
1.2	Tutkimuksen tavoitteet, motivaatio ja tutkimuskysymykset	4
1.3	Tutkimusmenetelmät ja aineisto	7
1.4	Tutkimuksen rakenne.....	10
2	REAALIOPTIOT JA REAALIOPTIOIDEN ARVONMÄÄRITYS	12
2.1	Epävarmuuden esiintymismuodot investointilaskennassa	12
2.2	Reaaliopitiot ja reaaliopitioajattelu	14
2.3	Reaaliopitiot aluekehityshankkeissa	22
2.4	Reaaliopitoiden arvonmäärittymenettelmät	32
2.4.1	Osittaisdifferentiaalimenettelmät	33
2.4.2	Dynaamiset ohjelmointimenettelmät.....	35
2.4.3	MAD-mallit	37
2.4.4	Simulaatiomenettelmät, Datar mathews.....	37
2.4.5	Sumeisiin lukuihin pohjautuvat menettelmät	41
2.4.6	Menettelmien vertailu ja empiirinen evidenssi	45
2.5	Teoreettiset lähtökohdat empirialle	48
3	TAPAUSTUTKIMUS: ESPOON FINNOO.....	52
3.1	Tutkimusasetelma ja laskentaprosessi	53
3.2	Tutkimusmenettelmä	59
3.2.1	Perinteinen NPV	59
3.2.2	Menettelmäkuvaus FPOM.....	60
3.3	Tutkimusaineisto	66
3.3.1	Laajuustiedot	67
3.3.2	Tonttikustannukset ja varainsiirtovero	69
3.3.3	Suunnittelu-, kehitys- ja rakennuskustannukset sekä pysäköintikustannus	71

3.3.4	Kiinteistöverot	72
3.3.5	RS-kohteen ja pysäköintipaikkojen myyntihinnat	73
3.3.6	Vuokra-asuntokohteen arvo ja pysäköintipaikkojen arvo vuokrasijoittajalle.....	74
3.3.7	Yleinen inflaatio	77
3.3.8	Suunnittelu- ja rakennuskustannusten inflaatio	78
3.3.9	Kiinteistöjen reaalin arvonnousuennuste	79
3.3.10	Tuottovaatimukset	82
4	TULOKSET.....	86
4.1	Yksittäisten osaprojektien tulokset	86
4.1.1	DCF-laskelmat.....	87
4.1.2	Reaalioptioanalyysi, FPOM-menetelmä	88
4.2	Tulokset koko korttelin osalta huomioiden vaiheistuksen	91
4.2.1	Nykyisen toteutusaikataulun mukainen vaiheistus, DCF.....	91
4.2.2	Nykyisen toteutusaikataulun mukainen vaiheistus, FPOM.....	92
4.2.3	Lykätään aloitusta 3 vuotta, DCF	95
4.2.4	Lykätään aloitusta 3 vuotta, FPOM	96
5	TULOSTEN VERTAILU JA TULKINTA	99
6	YHTEENVETO, JOHTOPÄÄTÖKSET JA JATKOTUTKIMUS.....	103
6.1	Yhteenveto ja suositukset.....	103
6.2	Tutkimuksen arviointi, rajoitukset ja ehdotus jatkotutkimuksesta	106

Liitteet

Liite 1. Laskenta-arvot kootusti

Liite 2. Tulojen ja menojen allokointi

Liite 3. Kustannusarviot, tavoitehintamenettely

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen tausta

Kaupungistuminen on maailmanlaajuinen megatrendi, jonka eteneminen näyttää jatkuvan myös Suomessa, ja YK:n arvion mukaan noin kaksi kolmannesta maailman väestöstä asuu kaupungeissa vuoteen 2050 mennessä ja kaupungistuminen ilmiönä liittyy keskeisesti rakennettuun ympäristöön: asumiseen, työpaikkoihin, palveluihin, liikenteeseen sekä muuhun infrastruktuuriin (KTI 2017). Muuttovoitosta hyötyvät kunnat pyrkivät puolestaan vastamaan kaupungistumisesta aiheutuneeseen tontti- ja asutokysyntään kaavoittamalla asuntoja erityisesti alueille, joissa on hyvät julkiset kulkuyhteydet, vastauksena mm. ilmastonmuutoksen tuomiin haasteisiin (YM 2015). Tietyille alueille keskittyvä väestömäärä puolestaan johtaa luonnollisesti palveluiden kysynnän kasvuun, ja asumisesta ollaan valmiita maksamaan sitä enemmän, mitä paremmin saavutettava sijainti on ja mitä paremmat palvelut alueella ovat (Loikkanen & Laakso 2016). Näillä yksittäisillä liikenne- ja palveluinvestoinneilla on kaupunkitaloustutkimuksessa havaittu olevan vaikutuksia asuntojen arvoihin, mutta tutkimus on keskittynyt tyypillisesti vain yhden arvokomponentin vaikutusten arviointiin mm. julkisten liikenneinvestointien osalta (Laakso 1986; Harjunen 2018; Manninen 2021). Viime vuosina on kuitenkin kehitetty kaupunkitaloustutkimukseen nojaava palvelu, joka huomioi liikenneinvestointien lisäksi julkisten palveluiden investointien ja yksityisten palveluinvestointien vaikutuksia asuntojen arvonkehitykseen hyödyntämällä kaava-asiakirjoja, kaupunkitaloustutkimusta ja avoimia tietolähteitä jopa 20 vuoden päähän (Cityfier 2021).

Vaikka kaupunkitaloustutkimus on osoittanut, että yksittäiset investoinnit vaikuttavat asuntojen arvonkehitykseen, noudattavat asuntojen yleinen hintakehitys ja rakennuskustannukset yleisesti ottaen stokastista eli sattumanvaraista prosessia (Titman 1985). Näin ollen hankekehittäjän näkökulmasta tulevaisuuden ennustamiseen liittyy epävarmuutta, ja tämä epävarmuus tulisi kyetä huomioimaan hankkeen alkuvaiheessa tehtävissä investointipäätöksissä hankkeesta saatavan taloudellisen hyödyn maksimoimiseksi, oli markkinamuutos hankekehittäjän näkökulmasta sitten positiivinen tai negatiivinen. Esimerkiksi Rocha ym. (2017) toteavat, että äkillisten markkinatilanteiden, kuten kustannusten nousun tai myyntihintojen ja

kysynnän laskun vuoksi voi olla kannattavaa lykätä hankkeen aloitusta, kunnes kattavampaa informaatiota on käytettävissä. Mintah ym. (2018a) puolestaan toteavat, että hankekehittäjät hyödyntävät tyypillisesti ennen hankkeeseen ryhtymistä ennakkomarkkinointia, jolla pyritään selvittämään hankkeeseen kohdistuva kysyntä ja näin ollen arvioimaan hankkeeseen liittyviä riskejä. Mintah ym. (2018a) nostavat kuitenkin esille, että ennakkomarkkinoinnin yhteydessä esitetyt myyntihinnat lukitsevat tulevaisuuden tuottopotentialin, ja näin ollen asuntojen mahdollinen äkillinen arvonnousu voi jäädä realisoitumatta tuottoina. Markkina-tilanteiden muutokset ovat reaali maailman esimerkkejä tulevaisuuden epävarmasta luonteesta ja mahdollisuuksista, joihin päätöksentekijä puolestaan kykenee reagoimaan. Nämä mahdollisuudet ovat reaali optioita – oikeuksia, mutta eivät velvollisuuksia toteuttaa tietty toimenpide tiettyä ajanhetkenä korkeamman hyödyn aikaansaamiseksi (Black & Scholes 1973).

Kiinteistökehitys- ja rakennushankkeiden kannattavuuden arvioinnissa on käytetty perinteisesti diskontattuihin kassavirtoihin (*discounted cash flow, DCF*) pohjautuvia menetelmiä, jotka ovat yleisesti käytössä myös muilla toimialoilla (Block 2007; Baker, Dutta & Saadi 2011; Horn ym. 2015; Liljebloom & Vaihekoski 2004). Kuitenkin DCF-menetelmiin on kohdistettu kritiikkiä, koska ne perustuvat oletukselle siitä, että laskelmat tehdään peruuttamattomasti tässä ajanhetkessä asetettujen staattisten oletusten mukaisesti ilman, että ne huomioivat investointiin liittyvää joustavuutta ja tulevaisuuden mahdollisuuksia tehden investoinnin mahdollisesta suunnan muuttamisesta vaikeaa (Myers 1984; Dixit & Pindyck 1995; Leslie & Michaels 1997; Trigeorgis 2002). Poiketen perinteisten diskontattujen kassavirtojen oletuksista reaali optioiden toimintalogiikka puolestaan pohjautuu ajatukselle siitä, että päätöksiä kyetään tekemään ajan kuluessa täydellisemmän informaation pohjalta, jolloin kyetään säilyttämään mahdollisuus voittoihin, samanaikaisesti rajoittamalla tappioita (Rocha ym. 2007). Toisin sanoen reaali optioajattelu perustuu oletukseen siitä, että hankekehittäjällä on joustava oikeus vaikuttaa projektin kulkuun rajoittamalla tulevaisuuden riskejä ja samanaikaisesti säilyttäen mahdollisuuden tulevaisuudessa ilmeneviin korkeampiin tuottomahdollisuuksiin Mintah ym. (2018a).

Aluekehityshankkeet ovat taloudellisesta näkökulmasta tarkasteltuna ainutkertaisia käytettävissä olevan maa-alueen, ajan, pääoman ja muiden rajallisten resurssien muodostamia kokonaisuuksia, joiden koko vaihtelee muutaman rakennuksen muodostamista kokonaisuuksista kokonaisuun kaupunginosaan (Riepponen 2019, 1). Aluekehityshankkeille on ominaista, että niiden rakennusajat ovat pitkiä, investoinnit ovat pitkäikäisiä ja pääomaintensiivisiä, ja lisäksi kassavirtojen arviointiin liittyy huomattavasti tulevaisuudesta johtuvaa epävarmuutta, mikä tekee kannattavuuden arvioinnista kompleksista ja haastavaa (Collan 2010a; Rocha ym. 2007). Aluekehityshankkeet ovatkin edellä mainittujen tekijöiden lisäksi mielekkäitä reaalioptioiden tutkimusalueita myös siksi, että kehitysprosessi koostuu useista toisiaan seuraavista vaiheista, joiden aloitusajankohtiin liittyy joustavuutta, ja toisaalta niihin liittyy mahdollisuus irtautua hankkeesta myymällä kiinteistöt kussakin prosessin vaiheessa. Lisäksi reaalioptioiden arvonmäärittämismenetelmän tulee olla sellainen, että se kykenee käytettävissä olevan datan perusteella huomioimaan arviointiin liittyvää epätarkkuutta sekä mahdollistaa peräkkäisten ja toisiinsa liittyvien eli nk. yhdistelmäoptioiden arvonmäärittäminen. (Collan 2010a).

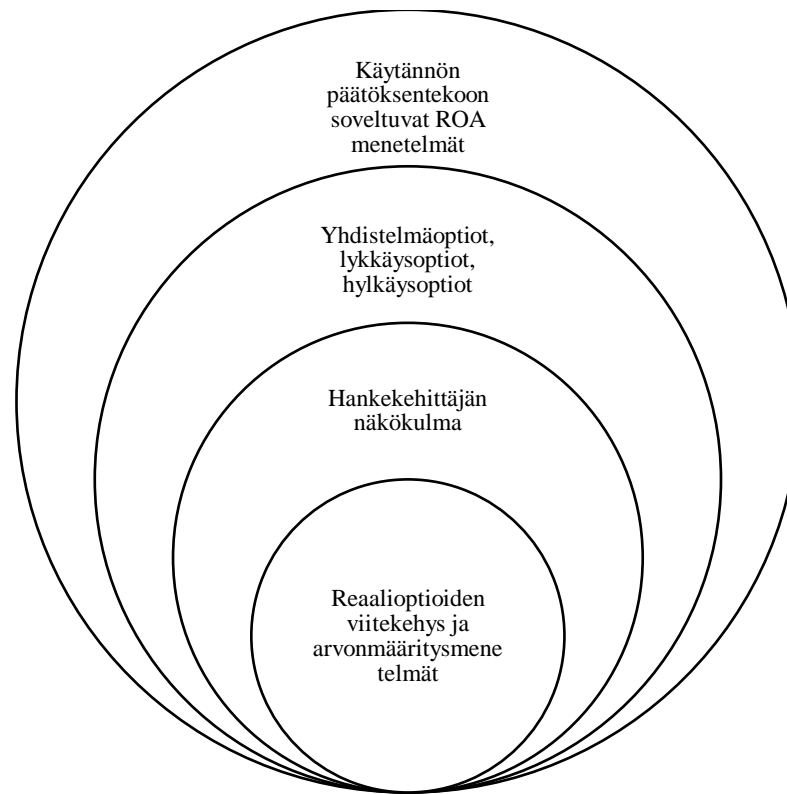
Reaalioptioiden teoria ja ensimmäiset optioiden hinnoittelumallit ovat lähtöisin finanssimarkkinoista, ja niitä onkin käytetty finanssioptioiden arvonmäärittämisessä. Tästä huolimatta samoja menetelmiä voidaan käyttää kuitenkin myös reaalioptioiden arvonmäärittämisessä tietyin rajoituksin. Ensimmäinen kehitetyistä malleista oli Nobel-palkittu Black-Scholes-malli (Black & Scholes 1973), joka loi pohjan sekä optio- että reaalioptioteorialle ja jota seurasi binomipuumalli (Cox, Ross & Rubinstein 1979). Näitä arvonmäärittämisalgoritmeja on käytetty myös monissa kiinteistöalouden tutkimuksissa (mm. Titman 1985; Schen & Pretorius 2013; Baldi 2013). Viimeisen parin vuosikymmenen aikana on kuitenkin kehitetty uusia, puhtaasti reaalioptioiden arvonmäärittämiseen tarkoitettuja menetelmiä, jotka ovat olleet myös käytännön liike-elämän sovelluksissa mukana. Näitä menetelmiä ovat Monte Carlo -simulaatioon pohjautuva Datar-Mathews-menetelmä (DMM), joka pohjautuu todennäköisyyslaskentaan (Datar & Mathews 2004), sekä Fuzzy pay-off -menetelmä (FPOM), joka hyödyntää sumeita lukuja (Collan, Fullér & Mezei 2009).

1.2 Tutkimuksen tavoitteet, motivaatio ja tutkimuskysymykset

Tämän tutkimuksen tavoitteena on mallintaa tapaustutkimuskohteena toimivan vapaarahoitteen aluekehityshankkeen reaalioptioita hankekehittäjän näkökulmasta käytännön päätöksentekoon soveltuvilla menetelmillä. Kirjallisuudessa reaalioptioanalyysi on koettu arvokkaaksi rakennus- ja kiinteistöalan akateemisessa keskustelussa, mutta toistaiseksi reaalioptioiden soveltaminen käytännön liike-elämässä on ollut niukkaa (Lucius 2001; Oppenheimer 2002; Vimpari 2014; Mintah ym. 2017) ja uusille tapaustutkimuksille on tarvetta (Geltner & de Neufville 2012). Lander & Pinches (1998) nostavat esille, että matemaattisten taitojen puutteet, arvonmääritysmallien rajoittavat oletukset sekä tarkasteltavan ongelman kompleksisuus ovat tyypillisimpiä esteitä reaalioptioiden arvonmäärityksen yleistymiselle käytännössä. Kritiikkiä onkin kohdistettu kirjallisuudessa siihen, että arvonmääritys on nojannut pitkälti 1970-luvulla kehitettyihin finanssioptioiden arvonmääritysmenetelmiin ja niiden heikkoon sovellettavuuteen ja käytettävyyteen (Borison 2005; Collan, Haahtela, & Kyläheiko 2016). Pomykacz & Olmsted (2013) puolestaan kritisoivat perinteisiä optioiden arvonmääritysmalleja siitä, että mallit perustuvat olettamukseen tehokkaista markkinoista, jota ei puolestaan voida olettaa mm. kiinteistömarkkinoista, joille on ominaista osakemarkkinoita heikompi likviditeetti ja korkeat transaktiokustannukset. Myös Suomessa pienillä otannoilla toteutetut, rakennus- ja kiinteistöalan asiantuntijoille suunnatut kyselytutkimukset ovat antaneet viitteitä siitä, että reaalioptioissa nähdään rakennus- ja kiinteistöalalla potentiaalia, mutta monimutkaisuutensa vuoksi niiden soveltaminen on alkutekijöissään ja investointipäätökset tehdään ensisijaisesti DCF-pohjaisilla tavanomaisilla kassavirtalaskelmilla (Penttinen 2021; Järvelä 2021). Perinteisillä DCF-menetelmillä onkin alalla vakiintunut asema, vaikkakin reaalioptiot ovat käsitteenä alalla tiedossa, mutta niille ei ole erikseen esitetty soveltamisohjeita. Esimerkiksi Suomen Kiinteistöarviointiyhdistys ry nostaa esille IVS (international valuation standards) teknisessä ohjeessa, että aineettomien hyödykkeiden arvioinnissa voi käyttää tuottoarvomenetelmää, kauppaa-arvomenetelmää ja kustannusarvomenetelmää, mutta nostaa esille myös reaalioptioihin perustuvat menetelmät, joille ei teknisiä ohjeistuksia kuitenkaan esitetä niiden vähäisen käytön vuoksi (Viitanen & Falkenbach 2014b). Myös maailman johtava kiinteistöalan ammatillinen järjestö RICS, Royal Institution of Chartered Surveyors (2019) tunnistaa ohjeessaan rakentamattomien tonttien (development properties) arvonmäärityksen osalta, että reaalioptioilla voi olla merkittävä vaikutus hankkeen arvoon ja että arvioitsijan tulisi huomioida ne arvioissaan. Tähän pohjautuen

tutkimuksen motivaationa on myös analysoida olemassa olevien reaalioptioiden arvonmäärittämenetelmien soveltuvuutta käytännön päätöksenteossa.

Kiinteistö- ja rakennusalan reaaliopiotutkimus on tyypillisesti keskittynyt rakentamisen optimaalisen käynnistysajankohdan määrittämiseen ja reaalioption arvon määrittämiseen rakentamattomasta tonttimaasta (Titman 1985; Williams 1991; Quiqq 1993; Yamaguchi 2000; Cunningham 2006). Toisena reaaliopiotutkimuksen selvänä kiinnostuksen kohteena on ollut puolestaan vaiheistusoptiot ja niiden arvonmäärittäminen (Rocha 2007; Guma ym. 2009; Geltner & de Neufville 2012; Sewalk & Dai 2014; Mintah ym. 2018a). Lisäksi tutkimusta on tehty vaihto-optioiden näkökulmasta, liittyen rakennusten muuntojoustavuuteen ja sen tuomaan arvoon (Glen & Barlow 1996; Greden & Glicksman 2005; Fawcett 2011; Fawcett ym. 2012; Dortland ym. 2012 ja 2014; Mintah ym. 2018b). Edellä esitetyille tutkimuksille on kuitenkin ominaista, että monet niistä keskittyvät vain yksittäisten reaalioptioiden arvonmäärittämiseen, kun taas reaali maailman ilmiöt muodostuvat tyypillisesti useista toisiinsa nähden peräkkäisistä optioista (Collan 2010; Shen & Pretorius 2013; Baldi 2013). Yksi syy yhdistelmäoptioiden vähäiselle mielenkiinnolle akateemisessa kirjallisuudessa voi olla tyypillisesti käytettyjen menetelmien puutteellisuus käsitellä näin moniulotteisia ongelmia (Lucius 2001). Tutkimuksen motivaationa onkin tarkastella reaalioptioiden arvonmäärittämenetelmiä, jotka soveltuvat peräkkäisten optioiden, eli nk. yhdistelmäoptioiden arvonmäärittämiseen. Tutkimuksessa selvitetään myös, kuinka eri ROA-menetelmät kykenevät käsittelemään eri tyyppistä epävarmuutta, jota investointilaskelmissa esiintyy, ja millä tavalla reaalioption arvonmäärittämisessä tarvittava arvojakauma muodostetaan. Tutkimuksen konseptuaalinen viitekehys on esitetty seuraavassa kuvassa:



Kuva 1. Tutkimuksen konseptuaalinen viitekehys

Tutkimuksen tavoitteiden ja motivaation perusteella muodostetaan tutkimuksen päätutkimuskysymys:

- *Kuinka voidaan määrittää aluekehityshankkeen lykkäysoption arvo eri kehitysstrategioilla hankekehittäjän näkökulmasta käytännön päätöksentekoon soveltuvalla reaalioptioiden arvonmäärittämenetelmällä?*

Tutkimuksen pääkysymystä tukemaan muodostetaan tutkimuksen alakysymykset. Ensimmäisen alakysymyksen tarkoituksena on selvittää reaalioptiotutkimuksen nykytila, kartoittaa aluekehityshankkeissa esiintyviä reaalioptiotyyppejä sekä kartoittaa niiden arvonmäärittämisessä käytettyjä arvonmäärittämenetelmiä:

- *Millaisia reaalioptioita ilmenee aluekehityshankkeessa ja kuinka eri arvonmäärittämenetelmille on hyödynnetty kiinteistö- ja rakennusalan tutkimuksissa?*

Investointiin liittyvä joustavuus ja epävarmuus ovat reaalioptioteorian keskeisimpiä ominaisuuksia ja käsitteitä. Tutkimuksen toisella tutkimuskysymyksellä pyritään syventämään käsitystä siitä, kuinka epävarmuus ilmenee investointianalyseissä ja kuinka eri reaalioptioiden

arvonmäärittäminen menetelmät kykenevät käsittelemään epävarmuutta. Alakysymyksen avulla pyritään muodostamaan teoreettiset lähtökohdat käytännön päätöksentekoon soveltuvan reaalioptioiden arvonmäärittäsmallin ominaisuuksille:

- *Kuinka epävarmuus ilmenee investointilaskennassa, kuinka eri arvonmäärittäsmenetelmillä kyetään käsittelemään eri epävarmuuden lähteitä ja millainen laskentamenetelmä soveltuu parhaiten käytännön päätöksentekoon?*

Tutkimuksen kolmannen alakysymyksen tarkoituksena puolestaan on vastata siihen, kuinka valitun arvonmäärittäsmenetelmän tulokset poikkeavat investointilaskelmissa tavanomaisten DCF-menetelmien tuottamista tuloksista. Tutkimuskysymys asetettiin seuraavasti:

- *Kuinka valitun reaalioptioiden arvonmäärittäsmenetelmän tuottamat tulokset poikkeavat tavanomaisen NPV:n tuloksista?*

Tämän tutkimuksen tuottama lisäarvo muodostuu ensinnäkin siitä, että tutkimuksessa analysoidaan aluekehityshankkeiden reaalioptioanalyysissä tyypillisesti käytettyjä arvonmäärittäsmenetelmiä. Kuitenkin tutkimuksen painopisteenä on arvioida näiden menetelmien soveltuvuutta käytännön päätöksentekoon sekä kykyyn käsitellä eri tavalla ilmenevää epävarmuutta. Koska tutkimuksen mielenkiinnon kohteena on juuri käytännön päätöksentekoon soveltuvat reaalioptioiden arvonmäärittäsmenetelmät, tutkimuksen avulla pyritään edistämään reaalioptioanalyysin aseman vahvistamista käytännön liike-elämässä vastauksena perinteisesti käytettyjen reaalioptioiden arvonmäärittäsmenetelmien osalta havaittuihin haasteisiin. Tutkimuksen tuottamien tulosten avulla havainnollistetaan epävarman tulevaisuuden tuomia mahdollisuuksia, jotka voivat parantaa investointien kannattavuutta.

1.3 Tutkimusmenetelmät ja aineisto

Tutkimuksen empiirisessä osiossa esitetään laskentaesimerkki ja menetelmäkuvaus valitulla käytännön päätöksentekoon soveltuvalla reaalioptioiden arvonmäärittäsmenetelmällä, ja laskennassa käytetyt laskenta-arvot on johdettu käytettävissä olevasta markkinainformaatiosta. Tapaustutkimuskohteen lähtöasetelmana on tarkastella tilannetta, jossa hankekehittäjä ostaa asuin-kohteeksi asemakaavoitetun vapaarahoitteisen korttelikokonaisuuden tonttivarannon itselleen Espoon kaupungilta 2020. Tarkastelun keskeiset laskentaparametrit, kuten tonttien

arvot sekä vapaarahoitteisten omistusasuntokohteiden eli RS-kohteiden myyntihinnat, on määritetty kauppa-arvomenetelmällä toteutuneiden kauppahintojen mukaisesti hyödyntämällä kiinteistövälittäjien keskusliiton KVKL-dataa ja maanmittauslaitoksen kauppahintarekisteriä. Vastaavasti vuokra-asuntokohteiden markkina-arvot on määritetty tuottoarvomenetelmällä hyödyntämällä mm. vuokra-asuntojen markkinainformaatiota tuottavan palveluntarjoajan dataa. Perustuen vuoden 2020 hintatasoihin tutkimusalueella operoivat hankekehittäjät ovat olettavasti arvioineet hankkeensa kannattaviksi, koska tutkimusalueella on toteutunut kiinteistökauppoja ja koska kohteet ovat ennakkomarkkinoinnissa ja rakenteilla tätä tutkimusta tehdessä vuonna 2021. Tässä tutkimuksessa esitetyn reaalioptionalyysin arvo piilee kuitenkin siinä, että tutkimuksessa selvitetään, olisiko hankkeen ensimmäisen vaiheen käynnistämistä ollut syytä lykätä ja odottaa metron ja sen ympärille rakentuvien palveluiden valmistumista ja tästä johtuvaa arvonnousua. Tällöin eri kehitysstrategioiden tuottama lisäarvo on korkeampi hankekehittäjälle ja jolloin option toteutusajankohdan lykkäämisellä on merkittävää arvoa. Tarkastelussa on huomioitu option säilyttämisestä aiheutuvat kustannukset, mitkä muodostuvat kustannuksia rakentamattoman tontin korotettujen kiinteistöverojen kautta. Toisin sanoen tutkimuksessa keskitytään lykkäysoptioon käynnistää vaiheistus (*option to defer staging*), kun hanke vaiheistetaan nykyisen vaiheistuksen mukaisesti kahteen osaan. Empiirisen osion laskentaesimerkissä tutkitaan lykkäysoptioita jokaisen strategisen tason reaalioption osalta, joita ovat optio myydä tontti, optio vuokrata tontti ja optio käynnistää hanke joko vuokrasijoittajalle tai RS-asunnoiksi. Lisäksi laskentamenetelmä mahdollistaa ”optimaalisen” hankkeen toteutusajankohdan määrittämisen, kun laskelma iteroidaan vuosi vuodelta lykkäämällä aloitusta.

Tämä pro gradu -tutkielma on luonteeltaan kvantitatiivinen tapaustutkimus. Tutkimuksen empiiriseen osioon valittiin kirjallisuuskatsauksen perusteella sellaiset ROA-menetelmät, jotka ensinnäkin pohjautuvat helposti ymmärrettäville kassavirroille ja NPV:n toimintaperiaatteelle ja jotka ovat kiinteistöalalla tyypillisesti käytössä, kuten aiemmin todettiin. Toisekseen mallin tulee soveltua käytettävissä olevaan dataan eikä päinvastoin. Hanke- ja kiinteistökehityksen kannattavuuden arvioinnissa käytettävä laskentadata on tyypillisesti pirstaloitunutta ja eri tietolähteistä koostettavaa, ja kiinteistöjen heterogeenisestä luonteesta johtuen laskenta-arvot joudutaan osittain muodostamaan asiantuntija-arvioiden pohjalta tätä olemassa olevaa dataa hyödyntäen. Tällöin laskenta-arvoihin liittyy epätarkkuutta, jota

käytettävän laskentamenetelmän tulee sietää. Neljänneksi menetelmän tulee soveltua yhdistelmäoptioiden hinnoitteluun, koska aluekehityshanke muodostuu hankekehittäjän näkökulmasta useiden, peräkkäisten optioiden muodostamista joukoista. Viidenneksi mallilla tulee kyetä hinnoittelemaan tyyliltään amerikkalaisia optioita, eli todellisuudessa päätöksentekijällä on oikeus, mutta ei velvollisuutta toteuttaa optio minä tahansa ajanhetkenä option voimassaoloaikana, mikä rajaa eurooppalaisten optioiden hinnoitteluun tarkoitettua menetelmää tarkastelun ulkopuolelle. Viimeisenä menetelmän tulee olla sellainen, että tarkasteltava hinnoitteluongelma kyetään muodostamaan siten, että laskentamalli sisältää rahamääräisten laskenta-arvojen lisäksi myös teknisiä muuttujia, kuten suunnitelmatehokkuus, koska valmiita arkkitehtisuunnitelmia ei tyypillisesti ole käytettävissä hankkeen feasibility-vaiheen päätöksenteossa. Lisäksi menetelmän tulee olla sellainen, että arvonmäärittäminen on toteutettavissa tavanomaisella taulukkolaskentaohjelmalla, jotta menetelmä saisi suurempaa jalansijaa myös akateemisten piirien ulkopuolella käytännön päätöksenteossa.

Edellä mainitut kriteerit täyttäväksi laskentamenetelmiksi katsottiin kirjallisuusosion perusteella DMM- ja FPOM-menetelmät, joista empiiriseen osioon valittiin FPOM-menetelmä. FPOM-menetelmän valintaa voidaan perustella puolestaan tämän tutkimuksen näkökulmasta sillä, että se ei edellytä erillisen Monte Carlo -simulaatio-ohjelman hankkimista ja taitoa käyttää sitä, vaan arvonmäärittämisessä käytettävä jakauma muodostetaan hyödyntämällä kolmion muotoisia sumeita lukuja. Valittu menetelmä pohjautuu skenaariotarkasteluun, jonka tuottamasta kolmesta kassavirtaskenaariosta (optimistinen, realistinen, pessimistinen) määritetään yksittäinen numeerinen arvo eli reaalioption arvo. Tätä arvoa verrataan edelleen perinteisen NPV:n tuottamaan arvoon kannattavuudesta.

Taulukko 1. Tutkimuksessa käytettävät tutkimusmenetelmät

Nro.	Tutkimuskysymys	Menetelmä
1	Kuinka voidaan määrittää aluekehityshankkeen lykkäysoption arvo eri kehitysstrategioilla hankekehittäjän näkökulmasta käytännön päätöksentekoon soveltuvalla reaalioptioiden arvonmäärittämenetelmällä?	Täysin possibilistisessä muodossa oleva FPOM (FPOS-ROV), kirjallisuuskatsaus
2	Millaisia reaalioptioita ilmenee aluekehityshankkeessa ja kuinka ROA on hyödynnetty kiinteistö- ja rakennusalan tutkimuksissa?	Kirjallisuuskatsaus

3	Kuinka epävarmuus ilmenee investointilaskennassa ja kuinka eri arvonmääritysmenetelmillä kyetään käsittelemään eri epävarmuuden lähteitä ja millainen laskentamenetelmä soveltuu parhaiten käytännön päätöksentekoon?	Kirjallisuuskatsaus
4	Kuinka valitun reaalioptioiden arvonmääritysmenetelmän tuottamat tulokset poikkeavat tavanomaisen NPV:n tuloksista?	NPV-laskelma, täysin mahdollisissa muodossa oleva FPOM (FPOSROV), Excel ®

Taulukossa 1 esitetyjen tutkimuskysymysten lisäksi tässä tutkimuksessa selvitetään, mikä olisi käytettyjen laskenta-arvojen valossa optimaalisin toteutusajankohta toteuttaa eri reaaliotiot.

1.4 Tutkimuksen rakenne

Tutkimuskysymysten perusteella muodostettiin tutkimuksen rakenne, joka on jaettu viiteen osaan. Tutkimuksen ensimmäisessä luvussa eli johdantoluvussa esitetään työn tausta, tavoitteet, tutkimuskysymykset ja rajaukset. Tutkimuksen toisessa luvussa esitetään puolestaan tutkimuksen teoreettinen viitekehys ja esitetään reaalioption käsite ja pyritään havainnollistamaan reaalioptioajattelun taustalla vaikuttavia teemoja ja reaalioption arvoon vaikuttavia tekijöitä. Lisäksi luvussa esitellään, millaisia reaalioptioita alan kirjallisuudessa on tutkittu ja mitä menetelmiä niissä on käytetty. Kirjallisuuskatsauksen avulla pyritään muodostamaan kokonaiskuva arvonmääritysmenetelmistä ja arvioimaan juuri käytännön päätöksentekoon parhaiten soveltuvia menetelmiä. Kirjallisuuskatsaus toimii perustana reaalioptioiden soveltamiselle empiirisen osion aluekehityshankkeeseen. Tutkimuksen kolmannessa luvussa eli tutkimuksen empiirisessä osiossa esitellään tutkimuskohteena oleva aluekehityshanke sekä muodostetaan hankkeen reaaliotiot laskenta-arvoineen. Tutkimuksen neljännessä osassa eli neljännessä luvussa esitetään puolestaan laskelmien tulokset, jossa valitun reaalioptioiden hinnoittelumenetelmän tuloksia vertaillaan eri kehitysstrategioiden kesken. Viidennessä luvussa tuloksia verrataan tavanomaisen NPV-laskennan tuottamiin tuloksiin. Tutkimuksen

kuudennessa luvussa esitetään tutkimuksen yhteenveto ja johtopäätökset sekä ehdotus jatkotutkimuksesta.

2 REAALIOPTIOT JA REAALIOPTIOIDEN ARVONMÄÄRITYS

Tässä luvussa esitetään kahdessa ensimmäisessä kappaleessa epävarmuuden käsitteistöä ja joustavuuden merkitystä päätöksenteossa osana reaalioptioajattelua. Tämän jälkeen esitetään reaalioptiotutkimuksen nykytila aluekehityshankkeiden osalta, jonka jälkeen käsitellään reaalioptioiden arvonmäärittämismenetelmiä. Esiteltyjen arvonmäärittämismenetelmien pohjalta pyritään muodostamaan kokonaiskuva eri menetelmien suosiosta empiirisissä tutkimuksissa niin aluekehityshankkeiden kontekstissa kuin myös muissa kiinteistö- ja rakennusalan sovellusalueissa.

2.1 Epävarmuuden esiintymismuodot investointilaskennassa

Investointilaskelmille on ominaista, että päätökset toteutetaan tässä ajanhetkessä käytettävissä olevan tiedon perusteella, vaikkakin investointihankkeen pitoaika voi olla hyvin pitkä ja tulevaisuuden tarkka ennustaminen on haastavaa, ja että tulevaisuudella on epävarma luonne. Collan ym. (2016) täydentävätkin, että epävarmuus muodostuu kahdesta lähteestä:

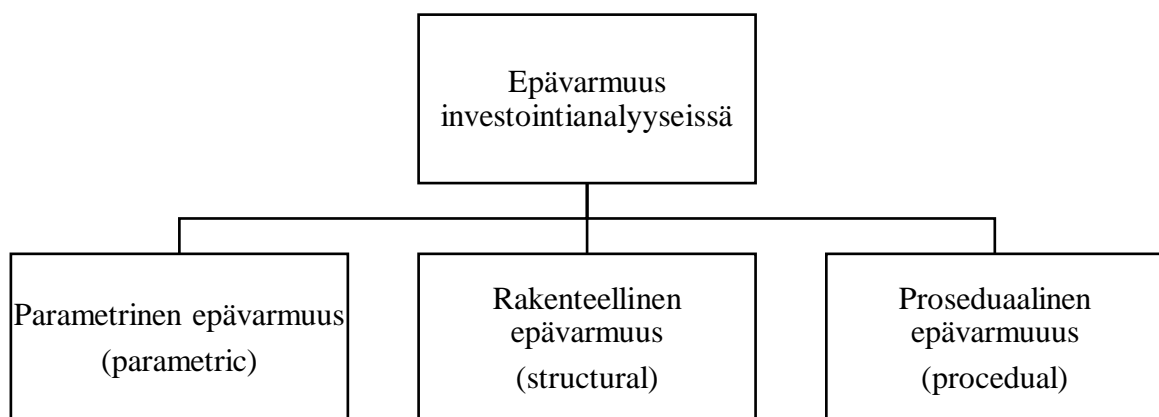
- 1 kompleksisuus kasvaa sitä enemmän, mitä pidemmälle tulevaisuudessa mennään
- 2 tässä ajanhetkessä käytettävissä olevan tiedon määrä ja sen merkitys heikkenee sitä enemmän, mitä pidemmälle tulevaisuudessa mennään.

Zimmermanin (2001, 114-116) mukaan epävarmuus itsessään puolestaan aiheutuu puutteellisesta informaatiosta, kompleksisuudesta, ristiriitaisesta tiedosta, tulkinnanvaraisuudesta, tiedon mitattavuudesta ja uskomuksista. Puutteellisella informaatiolla tarkoitetaan sitä, että päätökset tehdään käytettävissä olevien tietolähteiden perusteella, vaikka ne eivät kykene kuvaamaan tarkasteltavaa ongelmaa yksiselitteisesti, tai että päätöksenteon tueksi ei kerätä riittävää määrää informaatiota, jotta tarkkaan kuvaukseen päädyttäisiin. Kompleksisuudella puolestaan tarkoitetaan sitä, että ihminen ei kykene vastaanottamaan ja käsittelemään

samanaikaisesti suuria datamääriä. Ristiriitainen tieto puolestaan tarkoittaa sitä, että osa käytettävästä tiedosta osoittaa yhteen toimintatapaan, kun taas osa tiedosta osoittaa päinvastaiseen suuntaan. Tulkinnanvaraisuudella puolestaan tarkoitetaan sitä, että eri ihmiset saattavat tulkita tietyn informaation eri tavoilla eri konteksteissa. Mitattavuudella puolestaan tarkoitetaan sitä, että mikäli ilmiötä ei kyetä mittaamaan tarkasti, siihen liittyy epävarmuutta. Uskomukset puolestaan rajoittavat havainnoitsijan kykyä toimia puolueettomasti olemassa olevan tiedon pohjalta.

Alan tutkimuskirjallisuudessa epävarmuus jaetaan tyypillisesti kahteen eri lähteeseen. Lanz ym. (2012) jakavat epävarmuuden markkinoista aiheutuvaan epävarmuuteen sekä investoinnin toteutukseen liittyvään epävarmuuteen. Markkinoista aiheutuvalla epävarmuudella he viittaavat investoinnin myötä tuotettavan hyödykkeen tai palvelun markkinakysyntään, kun taas investoinnin toteutukseen liittyvällä epävarmuudella he tarkoittavat investointihankkeen toteutusprosessiin liittyvää epävarmuutta.

Collan, Haahtela & Kyläheiko (2016) puolestaan jakavat epävarmuuden kolmeen eri lähteeseen, joita ovat parametrisen epävarmuus, rakenteellinen epävarmuus ja proseduaalinen epävarmuus kuvan 2 mukaisesti:



Kuva 2. Epävarmuuden lähteet investointilaskennassa (Collan, Haahtela & Kyläheiko 2016)

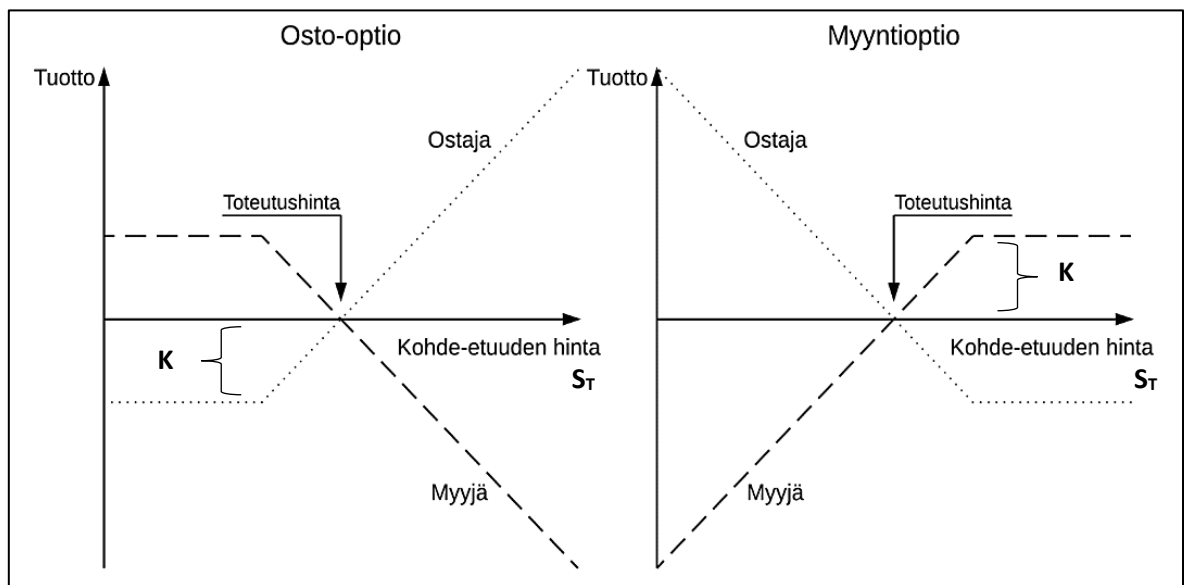
Parametrisella epävarmuudella Collan, Haahtela & Kyläheiko (2016) tarkoittavat sitä, että päätöksentekijällä on käsitys tarkasteltavasta ongelmasta, mutta epävarmaa tietoa laskelmissa käytettävistä parametreista. Rakenteellinen epävarmuus puolestaan muodostuu siitä, että myös tarkasteltavan ongelman rakenne ja tulevaisuuden tapahtumat ovat epävarmat. Proseduaalinen epävarmuus puolestaan viittaa päätöksentekijän kyvyttömyyteen käyttää kompleksisen ongelman ratkaisemiseksi tarvittavia työkaluja ja informaatiota.

On myös keskeistä tunnistaa, että riski ja epävarmuus eivät tarkoita samaa asiaa. Kirjallisuudessa usein käsitteet, kuten riski ja epävarmuus, menevät usein sekaisin ja niitä käytetään toistensa kiertoilmaisuuina, vaikka termit eivät tarkoita samaa (French & Gabrielli 2004). Byrnen & Cadmanin (1984) mukaan epävarmuudella tarkoitetaan kaikkea sitä, mitä ei tiedetä laskentakohteesta päätöksentekohetkellä, kun taas riski on määritettävissä ja tiedossa oleva numeerinen arvo päätöksen mahdollisista lopputulemista. Epävarmojen laskenta-arvojen käyttö investointilaskelmissa puolestaan johtaa lopulta siihen, että myös investointilaskelman tulokset ovat epävarmoja (Loizou & French 2012). Tämä näkemys puolestaan herättää kysymyksen siitä, voidaanko pitkälle tulevaisuuteen suuntavia investointilaskelmia tehdä perinteisten DCF-menetelmien tapaan yksiarvoisilla, näennäisesti tarkoilla arvoilla, vaikka laskelmissa käytettävät laskenta-arvot sekä laskelman tuottamat tulokset ovat epävarmoja.

2.2 Reaaliotiot ja reaaliotioajattelu

Reaaliotioiden konseptin esitteli ensimmäisenä Myers (1977), joka yhdisti reaaliotioiteorian ja optioiteorian Nobel-palkittujen tutkijoiden Blackin & Scholesin (1973) ja Mertonin (1973) tekemän työn pohjalta. Black & Scholes (1973) määrittelevät option oikeudeksi, mutta ei velvollisuudeksi ostaa tai myydä kohde-etuus tietyin ehdoin tietynä ajanhetkenä. Collan, Haahtela & Kyläheiko (2016) puolestaan määrittelevät reaaliotiot tosielämän mahdollisuuksiksi ja valinnoiksi, joilla voidaan vaikuttaa investointiprojektin kulkuun ennalta tai projektin kuluessa sen taloudellisen pitoajan aikana, ja niillä pyritään tuottamaan lisäarvoa joko kasvattamalla voiton mahdollisuuksia tai rajoittamalla riskejä.

Reaaliopiot, kuten myös finanssiopiot, voidaan jakaa ja luokitella usealla eri tavalla, mutta perinteisesti opiot jaetaan kahteen eri ryhmään: osto-optioihin (*call option*) ja myyntioptioihin (*put option*). Jos kohde-etuuden arvo on korkeampi kuin option merkintähinta (*strike price*), niin osto-optioiden osalta käytetään termiä ”*option is in the money*”. Vastaavasti myyntioptio on ”*in the money*”, jos kohde-etuuden arvo on matalampi kuin option merkintähinta (*strike price*). (Knüpfer & Puttonen 2014, 227)



Kuva 3. Option tuottokuvaajat option ostajaosapuolen ja myyjäosapuolen näkökulmasta (mukaiillen Knüpfer & Puttonen 2014, 227)

Yksinkertaistaen edellä esitetystä kuvasta voidaan muodostaa osto-option ja myyntioption laskentakaavat (Knüpfer & Puttonen 2014, 226):

Osto-option arvo voidaan määrittää seuraavalla yhtälöllä:

$$\text{Max} [S_T - K, 0], \quad (1)$$

jossa S_T on kohde-etuuden arvo option toteutusajankohdella ja K on option merkintähinta.

Myyntioption arvo voidaan määrittää seuraavalla yhtälöllä:

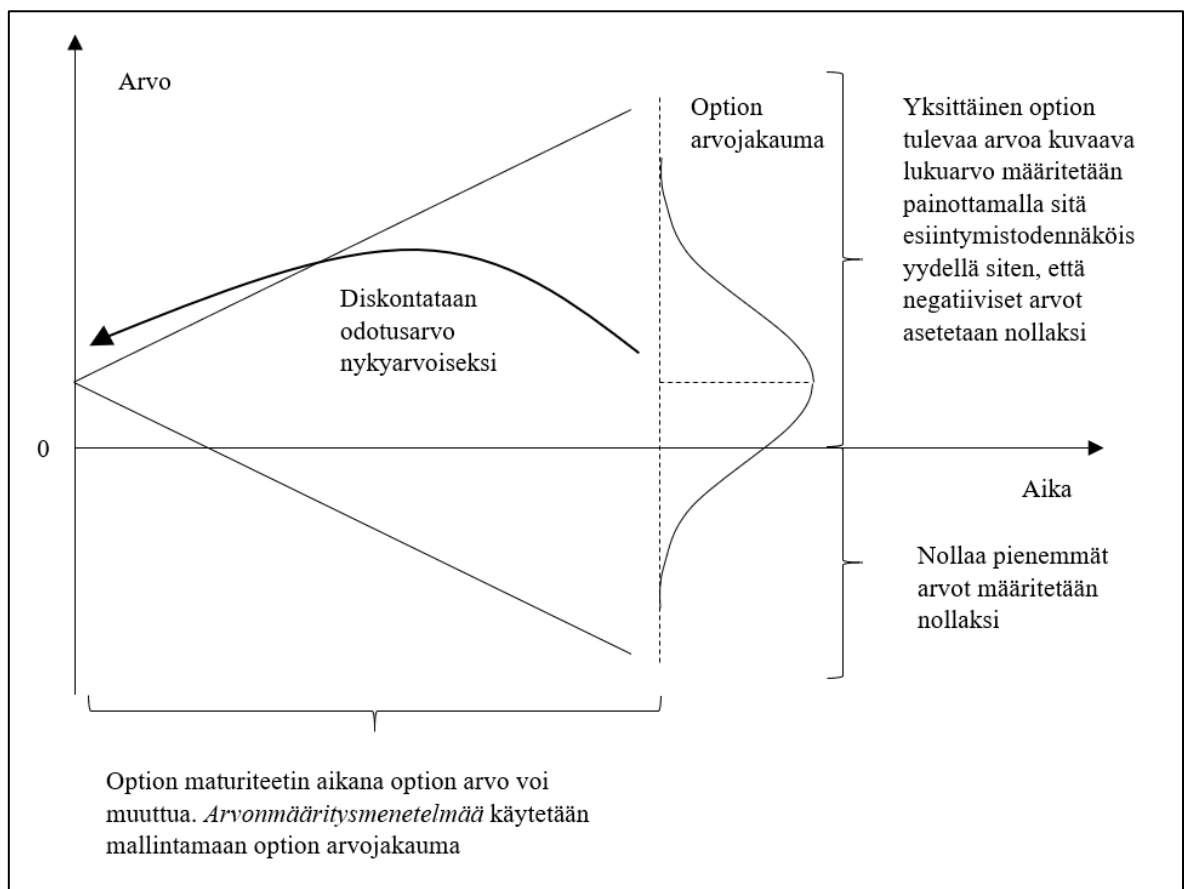
$$\text{Max} [K - S_T, 0] \quad (2)$$

jossa K on option merkintähinta ja S_T on kohde-etuuden arvo option toteutusajankohdella.

Syy, miksi option tai reaalioption arvo ei ole nolaa pienempi, johtuu siitä, että option omistajalla on oikeus, mutta ei velvollisuutta toteuttaa optio vasta silloin, kun option toteutuksesta on odotettavissa hyötyä suhteessa merkintäkustannuksiin. Tämä on nähtävissä yllä olevista kaavoista 1 ja 2 sekä kuvasta 3. Kun taas tarkastellaan optioiden arvonmäärittystä tarkemmin arvonmäärittämissä näkökulmasta, niin prosessi voidaan (Collanin 2011c) mukaan tiivistää seuraaviin, verrattain yksinkertaisiin vaiheisiin riippumatta käytettävästä RO:n arvonmäärittämissä menetelmästä:

- 1 Määritetään ensin kohde-etuuden tulevaisuuden arvot option toteutusajankohdenä (option tulevan arvon arvojakauma).
- 2 Määritetään odotusarvon laskenta käyttämällä valittua arvonmäärittämissä menetelmää siten, että rajataan negatiiviset lopputulemat jakaumasta nolaksi.
- 3 Määritetään reaalioption odotusarvon nykyarvo (diskontataan).

Arvonmäärittämissä logiikka on esitetty visuaalisessa muodossa alla olevassa kuvassa 4.



Kuva 4. Reaalioptioiden arvonmäärittämissä logiikka (Collan 2011c)

Sekä optioita että reaalioptioita voidaan luokitella eri tyyppeihin niiden toteutusajankohdan perusteella. Eurooppalaisella optiolla tarkoitetaan optiota, joka toteutetaan voimassaoloajan lopussa, kun taas amerikkalaisella optiolla tarkoitetaan optiota, joka voidaan toteuttaa minä ajanhetkenä tahansa option voimassaoloaikana. (Black & Scholes 1973). Trigeorgis (1996; 2002) puolestaan on luokitellut eri toimialoilla esiintyviä reaalioptiotyyppejä seitsemään ryhmään, jotka muistuttavat tilanteen mukaan joko osto- tai myyntioptioita. Toimivalla johdolla on tällöin mahdollisuus lykätä investointia (*defer*) tai vaiheistaa (*time to build / stage*) investointihanke jakamalla se pienempiin osiin, skaalata toimintaa markkinatilanteen mukaan (*expand / scale / contract*), hylätä (*abandon*) investointihanke, vaihtaa prosessin tuotoksia tai panoksia (*switch*) tai luoda tulevaisuuden kasvumahdollisuuksia (*growth*). Lisäksi on oleellista huomata, että optiot voivat esiintyä yksittäisten optiotyyppien kokoelmina, jolloin puhutaan yhdistelmäoptioista (*compound / multi-stage*).

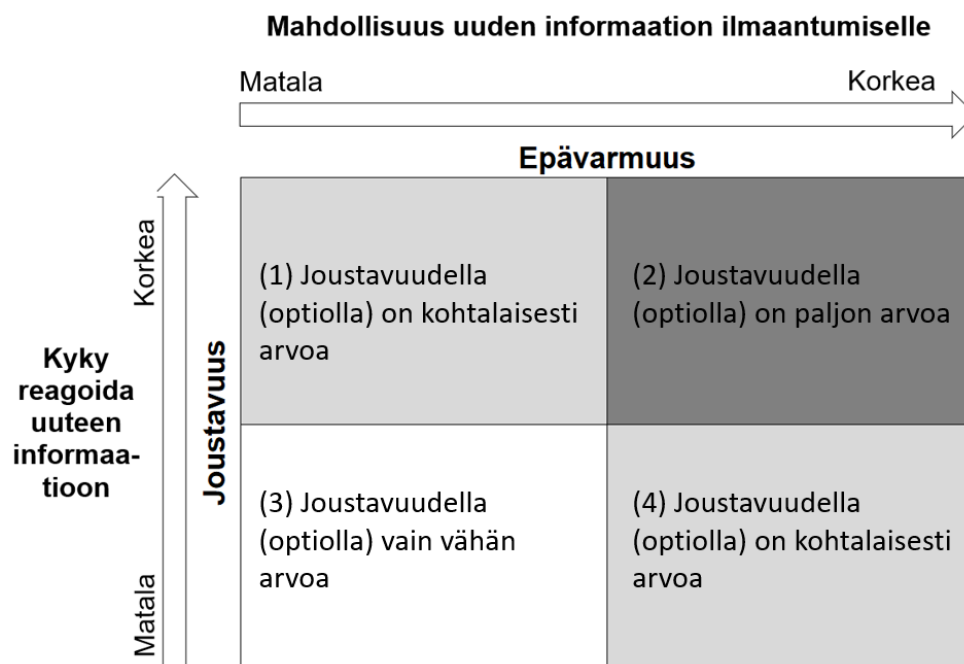
Vaikkakin reaalioptiot ovat olleet viimeisten vuosikymmenten aikana akateemisessa kirjallisuudessa suuren mielenkiinnon kohteena, eivät ne tutkimusten mukaan ole saavuttaneet toistaiseksi samanlaista suosiota osana käytännön päätöksentekoa verrattuna perinteisiin investointilaskentamenetelmiin. Ryan & Ryan (2002) havaitsivat tutkimuksessaan, että vain 11 % Fortune 1000 -yrityksistä käytti reaalioptioita, kun taas 96 % vastaajista käytti NPV:tä investointilaskentamenetelmänä. Tulokset ovat olleet linjassa myös myöhemmin tehdyissä tutkimuksissa Pohjois-Amerikassa: Block (2007) 14 %; Baker, Dutta & Saadi (2011) 17 %. Investointilaskentamenetelmien suosiosta on tehty tutkimuksia myös Pohjoismaissa. Horn ym. (2015) tekivät tutkimuksen reaalioptioiden käyttämisen suosiosta suurissa pohjoismaisissa yrityksissä (Tanska, Ruotsi, Norja, 500 suurinta kustakin maasta), ja tutkimuksen tulosten mukaan vain 6 % tutkimukseen vastanneista yrityksistä hyödynsi reaalioptioita, kun taas NPV sai 74 % suosion. Tutkimuksen mukaan eri toimialojen välillä reaalioptioanalyysin soveltaminen on ollut kaikkein vähäisintä rakennussektorilla, jossa reaalioptiohinnoittelua sovellettiin käytännön päätöksenteossa vain 2 %:ssa vastanneista yrityksistä. Lisäksi rakennussektorilla reaalioptioteorian tunnettuus oli eri toimialoista alhaisin: vain 17 %. Reaalioptioiden suosio vaikuttaisi kuitenkin kasvaneen Pohjoismaissa verrattuna vuosituhannen alkuun, jolloin reaalioptioita ei käytetty lainkaan ruotsalaisten suurten yritysten päätöksenteon työkaluna (Sandahl & Sjögren 2003). Suomessa tehdyistä tutkimuksista Liljebloom & Vaihekoski (2004) havaitsivat, että reaalioptioanalyysiä ei käytetty suomalaisissa pörssilistatuissa

y yrityksissä ensisijaisena investointilaskentamenetelmänä, mutta 2 % vastaajista käytti reaaliopioanalyysiä joko toissijaisena menetelmänä tai satunnaisesti. Hornin ym. (2015) mukaan reaaliopioiden käyttö oli toimialojen kesken yleisintä puolestaan energiasektorilla: 24 %. Vastaavasti öljy- ja kaasuteollisuusyritysten, rahoitus- ja vakuutuspalveluyritysten ja terveydenhuoltoyritysten osalta reaaliopioiteoria oli käsitteenä tuttu 46 - 56 %:lle vastanneista yrityksistä.

Reaaliopioajattelu poikkeaa selvästi perinteisestä liikkeenjohdollisesta ajattelusta siinä, miten se suhtautuu epävarmuuteen. Sen sijaan, että epävarmuus koettaisiin uhkana, se voidaan kokea uutena arvonluontimahdollisuutena. Leslien & Michaelsin (1997) mukaan reaaliopioihin pohjautuva strategia painottaa opportunistista toimintalogiikkaa, joka kannustaa johtoa arvioimaan kustakin investoinnista ja olemassa olevasta omaisuuserästä nousevia mahdollisuuksia, tekemään uusia avauksia ja jakamaan projektit pienempiin osakokonaisuuksiin, maksimoimaan oikeuksia ja minimoimaan velvollisuuksia. Kritiikkinä perinteisille investointilaskentamenetelmille Copelandin & Keenanin (1998) mukaan investointilaskelmissa käytettävän päätöksentekotyökalun tulee täyttää neljä keskeistä kriteeriä: menetelmän tulee pohjautua kassavirtoihin, ja sillä tulee olla kyky huomioida investointiin liittyviä riskejä, tarkastella investointia koko investointiperiodilta ja huomioida investointiin liittyvä joustavuus. Perinteisesti käytetyt DCF-menetelmät, kuten NPV ja IRR, kykenevät huomioimaan näistä kolme ensimmäistä, mutta ne eivät kykene huomioimaan investointiin liittyvää joustavuutta. DCF-menetelmät tällöin sivuuttavat johdon kyvyn reagoida (*response*) markkinoiden muutoksiin ja olettavat investoinnin olevan peruuttamaton (*irreversible*) ja mukautumaton (*fixed*), mikäli laskentavaiheessa tehtyihin oletuksiin tulee muutoksia. Reaaliopioanalyysi puolestaan kykenee täyttämään kaikki edellä luetellut ehdot. (Coopeland & Keenan 1998) Mikäli investointiin liittyvä joustavuus halutaan huomioida investointilaskelmissa, voidaan se huomioida staattisen, heti toteutettavan investoinnin arvoa nostavana tekijänä. Trigeorgis (2002) esittää joustavuuden sisältävän investoinnin arvon yhtälön muodossa, joka muodostuu staattisen (eli tavanomaisen) NPV:n ja option arvon summasta seuraavasti:

$$\text{Laajennettu NPV} = \text{Staattinen NPV} + \text{Option arvo} \quad (3)$$

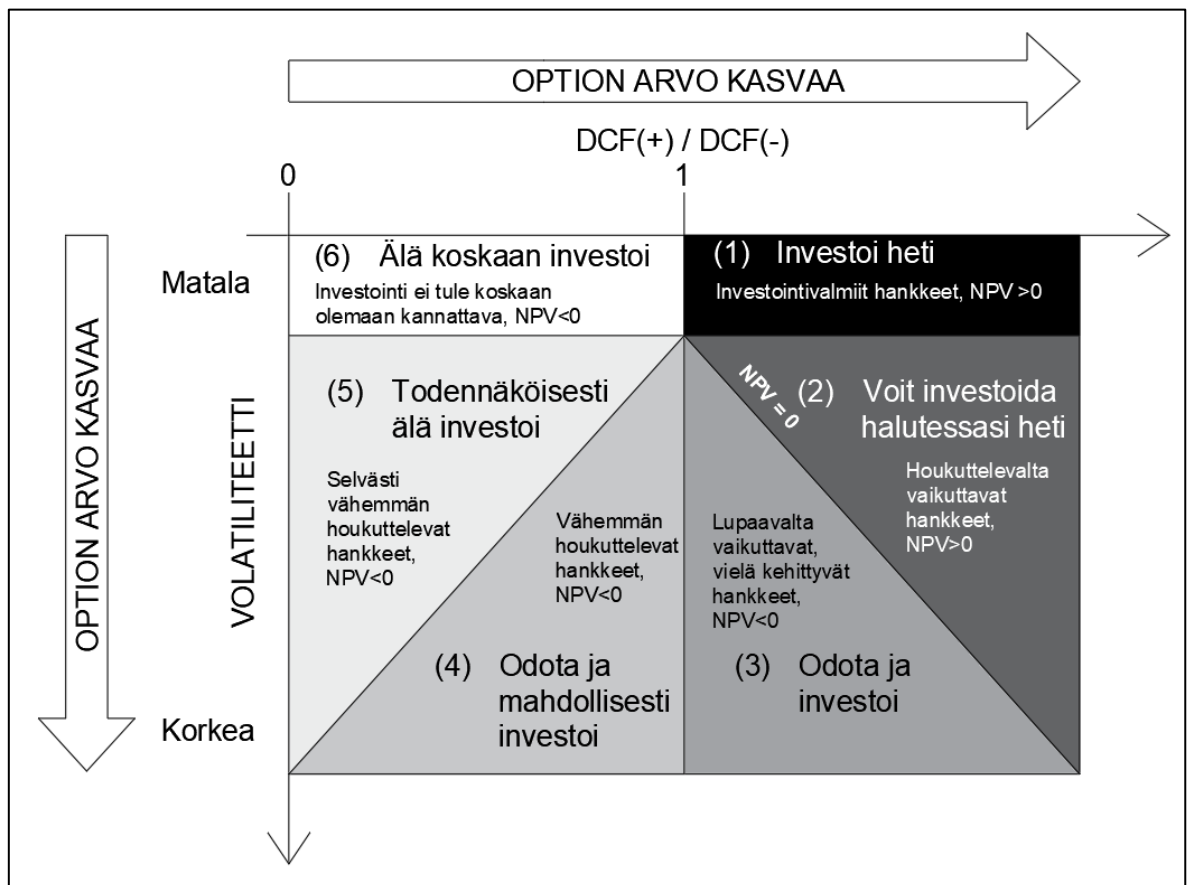
Verrattuna perinteiseen NPV-laskentaan ROA tuottaa Copelandin & Keenanin (1998) mukaan lisäarvoa tilanteissa, joissa investointiin liittyy korkea epävarmuus ja joissa johdolla on kykyä reagoida joustavasti uuteen informaatioon. Tämä tilanne on esitetty nelikentän muodossa alla esitetyn kuvan 5 toisessa (2) kentässä.



Kuva 5. Option arvo kasvaa epävarmuuden ja joustavuuden kasvaessa (Copeland & Keenan 1998)

Kun tarkastellaan kuvaa 5, voidaan huomata, että ROA vastaavasti tuottaa pienimmän lisäarvon tilanteessa, jossa on matala epävarmuus, ja tilanteessa, jossa investointiin ei liity joustavuutta (kenttä 3). Tällöin investointi toteutetaan varmoin kassavirtanäkymin, eikä reaaliopiohinnoittelu tuota lisäarvoa verrattuna tavalliseen NPV-laskentaan. Toisin sanoen, kun kuvaa 5 verrataan kaavaan 3, voidaan ajatella, että mikäli investointiin ei liity joustavuutta (kenttä 3), yhtälössä oleva option arvo on 0 ja perinteinen NPV kykenee tuottamaan riittävän kuvan investoinnin kannattavuudesta. Mikäli investointiin puolestaan liittyy joustavuutta ja epävarmuutta, optiolla on arvoa ja se kasvattaa tällöin laajennettua NPV:tä (kentät 1; 2; 4).

Copeland & Keenan (1998) jatkavat, että mikäli perinteinen NPV-laskenta tuottaa selvän hyväksymispäätöksen (hyvin korkea NPV), investointi toteutetaan heti sellaisenaan eikä optiota välttämättä tarvitse huomioida. Vastaavasti NPV:n ollessa selvästi negatiivinen edes joustavuus ei mahdollista investointihankkeen muuttamista positiiviseksi, jolloin optiotarkastelu ei tuota lisäarvoa. Reaalioptionhinnoittelun suurin arvo tulee esille tilanteissa, joissa perinteinen NPV on lähellä hyväksymisehtoa eli nollaa. Luehrman (1998) vahvistaa saman analogian esittämällä sen kuuden kentän muodossa (kuva 6), jossa volatilitettiin (epävarmuuden) ja positiivisten ja negatiivisten diskontattujen kassavirtojen suhteen (NPV:n) kasvaessa option arvo kasvaa.

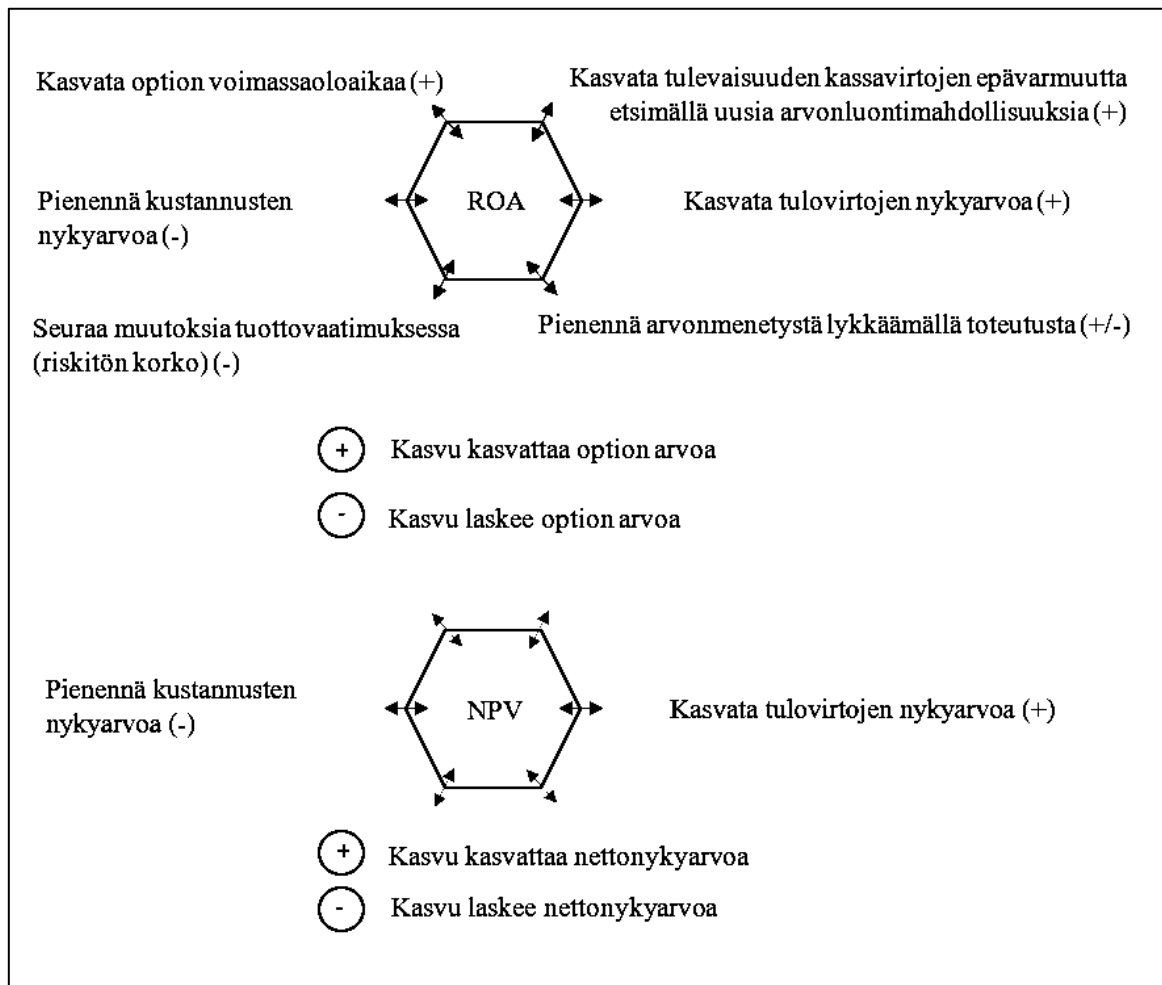


Kuva 6. ROA tuo lisäarvoa päätöksentekoon erityisesti tilanteissa, joissa tavanomainen NPV on lähellä nollaa ja epävarmuus korkea (Luehrman 1998)

Kuvasta 6 voidaan huomata, että perinteisen NPV-laskennan investoinnin hyväksymisehto on sijoitettu kenttien (2) ja (3) väliin. Kuvasta voidaan kuitenkin huomata, että jos

investointihanke sijoittuu kuusikentässä kentille (3) tai (4), on hyvinkin mahdollista, että investointi toteutetaan myöhemmin, vaikkakin NPV tuottaa nolaa pienemmän arvon. Vastaavasti jos investointi sijoittuu kentille (1) tai (6), päätöksentekijän on helppo päättää investointihankkeen kohtalosta, koska tällöin investointiin ei liity epävarmuutta ja perinteinen NPV-laskenta tuottaa riittävän päätösuosituksen, joka ilmenee tilanteissa, joissa epävarmuus on saatu tunnistettua tai vaihtoehtoisesti aika on loppunut ja päätös on tehtävä välittömästi.

Jotta investointi tuottaisi mahdollisimman suuren taloudellisen hyödyn, tulee tunnistaa epävarmuuden lisäksi muut option arvoon vaikuttavat tekijät. Tällöin projektin avainhenkilöt kykenevät johtamaan projektia kohti parempaa kannattavuutta kasvattamalla option arvoa. Leslie & Michaels (1997) puhuvat tällöin reaalioption aktiivisesta lisäarvon johtamisesta (*pulling real-option levers*), jolla tarkoitetaan sellaisten reaalioption arvoon vaikuttavien ennakoivien toimien, jotka kasvattavat option arvoa ennen kuin se toteutetaan. Näitä yksittäisiä reaalioption arvoon vaikuttavia tekijöitä on esitetty alla olevassa kuvassa 7.



Kuva 7. Option arvon johtaminen "pulling option levers" (Mukaiillen Leslie & Michaels 1997)

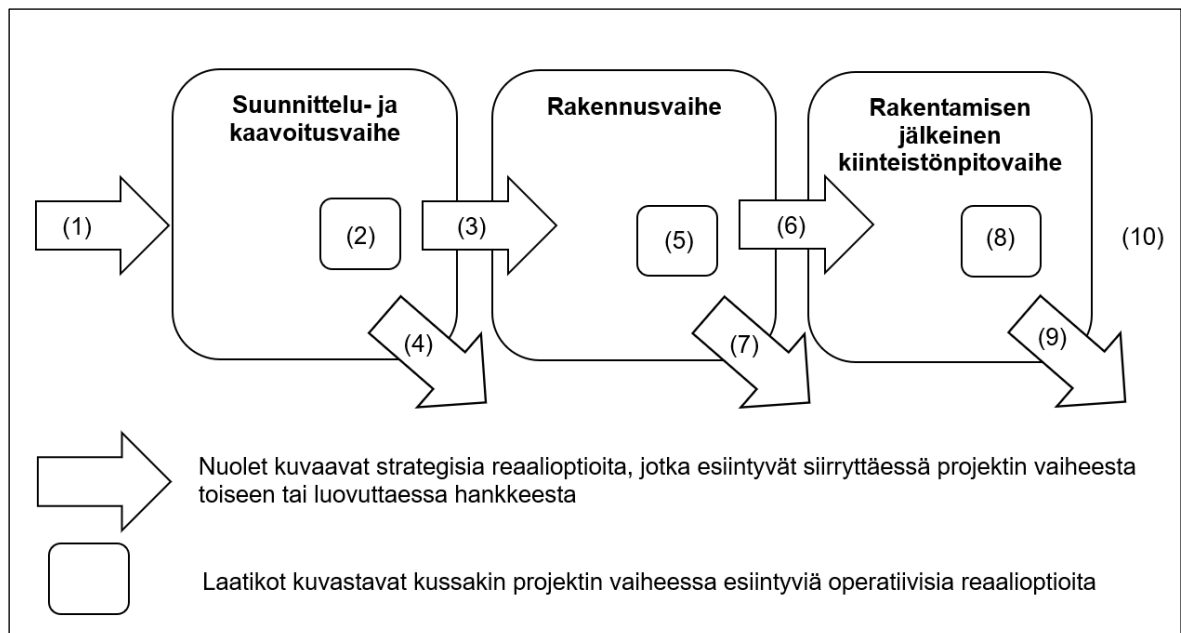
Kuvasta 7 voidaan puolestaan havaita NPV-laskennan ja reaalioptioiden arvon väliset erot. Reaalioptiohinnoittelun erona perinteiseen NPV-laskentaan onkin se, että perinteinen NPV perustuu laskentahetkessä tehdyille staattisille oletuksille eikä se mahdollista investointijakson aikana tapahtuvaa aktiivista arvonluontia. Tämä arvonluontimahdollisuus erottaa reaaliotiot myös perinteisistä finanssiotioista, jotka pohjautuvat puhtaasti spekulatioon tulevaisuuden hintakehityksestä.

2.3 Reaaliotiot aluekehityshankkeissa

Yksittäiset kehityshankkeet voidaan katsoa ominaisuuksiensa perusteella peruuttamattomiksi, koska päätöksentekijät eivät kykene keskeyttämään hanketta rakentamisen ollessa jo

käynnissä ilman kustannuksia. Lisäksi kiinteistöinvestoinneille on ominaista alhainen likviditeetti, pitkät taloudelliset pitoajat ja epävarmuutta aiheuttavat tekijät, kuten kysyntä, hinta, maan hankinnasta aiheutuvat kustannukset ja lupamenettely. (Rocha ym. 2007) Kiinteistömarkkinat eivät ole myöskään yhtä tehokkaat kuin osakemarkkinat, mikä puolestaan ilmenee korkeampina transaktiokuluina ja osakemarkkinoita heikompana likviditeettinä, ja kolmanneksi finanssiopiot ovat luonteeltaan spekulatiivisempia, perustuen puhtaasti kohde-etuu- den hinnan kehityksen arvailuun, kun taas kiinteistöinvestoinneissa toimijalla on aktiivinen rooli arvonluonnissa (Shilling, Sirmans & Benjamin 1987).

Aluekehityshankkeissa joustavuus ilmenee Baldin (2013) mukaan joko ajoittumiseen liitty- vinä optioina (*timing*) tai optioina vaikuttaa toiminnan laajuuteen (*scale*). Päätöksentekijällä on siis oikeus, mutta ei velvollisuutta joko käynnistää hanke heti tai lykätä aloitusta sekä oikeus, mutta ei velvollisuutta toteuttaa hanke tietyn laajuisena. Mikäli aluekehityshankkeen reaalioptioita puolestaan tarkastellaan peräkkäisten reaalioptioiden muodostamana proses- sina, Baldin (2013) nimeämät aluekehityshankkeen reaaliopiot voidaan Collanin (2009a; 2009b) mukaan jäsenellä kolmen tyypillisen vaiheen – suunnittelun ja kaavoituksen, raken- tamisen ja rakentamisen jälkeisen pitovaiheen – ympärille (kuva 8). Lisäksi aluekehitys- hankkeen reaalioptioita on jaettu kuvaamaan myös sitä, liittyvätkö reaaliopiot hankkeen yk- sittäisen vaiheen sisäiseen ja tekniseen toteutustapaan liittyvään joustavuuteen (*in project / operational level real options*) vai joustavuuteen siirtyä hankkeen vaiheesta toiseen tai hy- lätä hanke (on *project / strategic level real option*) (de Neufville ym. 2008; Collan 2009a; 2009b).



Kuva 8. Aluekehityshankkeen reaaliopiot (mukaiillen Collan 2009a; Collan 2010a)

Kuvassa 8, päätöksentekijällä on ensin strateginen ajoitusoptio vaikuttaa kaavoitusprosessin käynnistymisajankohtaan (1), jonka jälkeen kaavoitus voidaan vaiheistaa ja toteuttaa pienemmissä osissa (2). Kaavoituksen ja suunnittelun valmistuttua päätöksentekijällä on strategisen tason optio (3) siirtyä välittömästi rakennusvaiheeseen tai lykätä päätöstä aloittaa rakentaminen. Vaihtoehtoisesti hankkeesta voidaan luopua ja luopumisajankohta voidaan ajoittaa joko myymällä tai vuokraamalla kaavoitettu rakennusoikeus (4). Rakennusvaiheen aikana päätöksentekijällä on operatiivinen optio vaikuttaa rakennettavien kohteiden panoksiin, muuntojoustavuuteen ja rakentamisen vaiheistukseen joko horisontaalisesti tai vertikaalisesti (5). Kohteiden tullessa valmiiksi päätöksentekijällä on optio siirtyä joko rakennutettujen kohteiden omistajaksi (6) ja pyrkiä tätä kautta saamaan vuokratuottoa tai vaihtoehtoisesti luopua rakennutetuista kohteista myymällä kohteet (7). Tämän jälkeen päätöksentekijällä on operatiivisen tason optio vaikuttaa rakennutettujen tilojen käyttötarkoituksiin ja vuokrausasteeseen (8) sekä strategisen tason optio myydä kohteet (9), kuten kohdassa (7). Lisäksi päätöksentekijällä on koko prosessin aikana strategisen tason reaaliopio (10) hakea kaavamuutosta ja kaavoittaa alue kokonaan uudelleen, jolloin prosessi voidaan aloittaa alusta. (Collan 2009a; 2009b; Baldi 2013)

Aiempi reaaliopiotutkimus on tyypillisesti keskittynyt hankkeen optimaalisen aloitusajan kohdan määrittämiseen ja reaaliopioiden arvon määrittämiseen rakentamattomasta tonttimaasta. Keskeiset aihealueen tutkimukset on esitetty alla olevassa taulukossa 2. Titman (1985) oli ensimmäinen, joka tunnisti aluekehityshankkeiden sisältävän reaaliopioita ja havaitsi, että optio lykkätä investointipäätöstä tuottaa arvoa maanomistajalle, mikäli tulevaisuuden kiinteistöjen arvoihin liittyy korkeaa epävarmuutta. Williamsin (1991) tutkimus vahvisti Titmanin (1985) tekemiä havaintoja ja laajensi näkökulmaa tarkastelemaan myös hylkäysoptioita. Tutkimuksessaan Williams (1991) tutki hankkeen käynnistämisen ja hankkeen hylkäämisen optimaalista ajankohtaa ja korosti, että rakennuskustannukset ja niistä saatavat tulot noudattavat stokastista prosessia, mikä tulee huomioida päätöksenteossa. Quigg (1993) hyödynsi tutkimuksessaan Williamsin (1991) esittämää teoreettista viitekehystä ja Titmanin (1985) esittämiä päätelmiä. Tutkimus tuotti laajaan empiiriseen aineistoon pohjautuvaa tukea sille, että lykkäysoptiot kasvattivat rakentamattomien tonttien arvoja kohdemarkkinalla ja että Williamsin (1991) pohjalta muokattu hinnoittelumalli kykeni kuvaamaan tätä preemiota. Tutkimuksen mukaan optioiden arvo rakentamattomasta tonttimaasta vaihteli 1 %:n ja 30 %:n välillä ja oli keskiarvoisesti 6 %. Hinnoittelumallia on käytetty myös myöhemmin tehdyissä tutkimuksissa, ja tutkimuksen tulokset ovat tuottaneet yhteneväisiä löydöksiä (Yamaguchi 2000; Cunnigham 2006). Capozza & Li (1994) ovat käyttäneet tutkimuksessaan kaavoittamattoman raakamaan hinnoittelussa reaaliopioita ja näyttivät, että kaavoittamattoman raakamaan omistajilla on optio kaavoittaa omistamallensa maa-alueelle rakennuksia ja että optimaalinen aloitusajankohta on riippuvainen kohteen etäisyydestä kaupunkiin. He jakoivat maan arvoon vaikuttavat komponentit viiteen osaan, joita olivat kaavoittamattoman raakamaan arvo, kaavoituksesta aiheutuvat kustannukset, kaupungin kasvunopeus, epävarmuuspremio ja saavutettavuuspremio ja tulivat siihen lopputulokseen, että kaavoittamattoman raakamaan arvo eli option arvo kasvaa, kun kaupungin uloin vyöhyke lähestyy tarkasteltavaa aluetta. Yamaguchi (2000) nostaa tutkimuksessaan esille myös sen, että mitä korkeampi option arvo on, sitä haluttomampia maanomistajat ovat rakentamaan omistamalleen maalle. Shen & Pretorius (2013) toivat puolestaan esille, että reaaliopioiden arvonmäärityksessä huomiota tulisi kohdentaa kontekstuaalisiin tekijöihin, kuten hankkeen osapuolten vuorovaikutussuhteisiin, rajallisten resurssien realiteettiin ja lakisääteisiin rajoitteisiin, mitkä vaikuttavat hankkeen joustavuuteen.

Taulukko 2. Yhteenveto klassisimmista aluekehityshankkeen reaaliopiotutkimuksista. Aluekehityshankkeiden reaaliopiotutkimus on tyypillisesti keskittynyt rakentamisen optimaalisen

käynnistysajankohdan määrittämiseen ja reaalioption arvon määrittämiseen rakentamattomasta tonttimaasta.

Tutkijat	Tavoite	Tarkasteltava optio	Metodologia	Tulokset
Titman (1985)	Rakentamattoman tonttimaan arvon määrittäminen	Lykkäysoptio	BOPM	Aluekehittämiseen liittyy reaalioptioita. Optiolla lykätä rakentamista on arvoa.
Williams (1991)	Optimaalisen rakennus- ja hylkäysajankohdan sekä optimaalisen rakennusvolyymien määrittäminen	Lykkäysoptio, hylkäysoptio	Analyytinen ja numeerinen ratkaisu	Tulovirrat kehittyvät stokastisesti, mikä vaikuttaa optimaaliseen kehityssajankohtaan ja volyyymiin.
Quiq (1993)	Lykkäysoption preemion arvonmäärittäminen Titmanin (1985) ja Williamsin (1991) viitekehityksen pohjalta	Lykkäysoptio	Hedoninen regressiomalli, empiirinen aineisto	Lykkäysoptiolla on arvoa. Empiirisen aineiston perustella option preemio oli 6 % maan arvosta.
Yamaguchi (2000)	Lykkäysoption preemion hinnoittelu ja optimaalisen rakennusajankohdan määrittäminen Tokion kiinteistömarkkinoilla	Lykkäysoptio	ks. Quigg (1993)	Tulokset yhteneväiset Quigg (1993) kanssa. RO-preemio on 18 %.
Cunningham (2006)	Reaalioptioiden arvon muodostumisen selvittäminen Seattlen kiinteistömarkkinoilla. Reaalioptioiden vaikutus rakentamattomien tonttien hintoihin ja rakennusajankohtiin	Lykkäysoptio	Duraatioanalyysi, empiirinen aineisto	Epävarmuus kiinteistöjen hintakehityksessä johtaa rakentamisajankohdan lykkäämiseen ja kasvattaa rakentamattomien tonttien hintoja.
Shen & Pretorius (2013)	Arvonmäärittämissä mallien kehittäminen, joka huomioi käytännön päätöksenteon kannalta keskeiset tekijät	Lykkäysoptio	BOPM	Opitoita tulisi tarkastella portfolioina yksittäisen optiotyyppin arvonmäärittämisessä.

				Reaalioptioanalyysissä teoria tulisi saattaa lähemmäs käytäntöä.
--	--	--	--	--

Vaiheistusoptiot ovat olleet toinen tyypillinen aluekehityshankkeiden reaalioptioiden sovel-lusalue, ja niillä tarkoitetaan sitä, että hanke voidaan toteuttaa pienemmissä osissa sen sijaan että se toteutettaisiin kerralla. Tällä pyritään hajauttamaan tai rajoittamaan investointiin liit-tyviä riskejä, jolloin rakennettava volyyymi sovitetaan sen hetkiseen markkinatilanteeseen sopivaksi tai hanke keskeytetään hetkeksi yhden lohkon tullessa valmiiksi, kunnes markki-natilanne muuttuu suotuisammaksi. Vaiheistusoptioista tehtyjä tutkimuksia on esitetty alla olevassa taulukossa 3. Rocha ym. (2007) ovat tutkineet optimaalista strategiaa kehittää asuinkäyttöön suunniteltu asuinalue joko pienemmissä osissa tai kerralla. Tutkimuksen mu-kaan korkean epävarmuuden markkinoilla voi olla kannattavaa myöhästyttää seuraavan vai-heen rakentamisen käynnistämistä mahdollisten äkillisten markkinatilanteiden muutosten vuoksi ja tätä kautta rajoittaa tappioiden mahdollisuutta. Tutkijoiden mukaan vaiheistuksen myötä päätöksentekijällä on edellä mainitun odotusoption lisäksi informaatio-optio ja hyl-käysoptio, mikäli hanke ei ole kannattava. Vaiheistusoptioita ovat tutkineet myös Geltner & de Neufville (2012) suuren kaupunkikehityshankkeen yhteydessä ja todenneet, että reaaliop-tiot voivat johtaa laadukkaampaan arvon määrittämiseen ja joustavampaan kaupunkikehityk-seen ottaen parhaan hyödyn arvoa tuottavista mahdollisuuksista. Mintah ym. (2018a) käyt-tivät reaalioptiohinnoittelua asuinalueen kehityshankkeen vaiheistusoption arvon määrittäk-sessä, ja tutkimuksen tuottamat löydökset olivat yhteneväisiä aiempien tutkimusten kanssa (Rocha ym. 2007; Geltner & de Neufville 2012). Edellä esitetyt tutkimukset ovat hyviä esi-merkkejä erityisesti aluekehityshankkeiden näkökulmasta, jolloin kyseessä on nk. horison-taalinen vaiheistus. On kuitenkin tärkeää huomata, että vaiheistusoptio voi olla myös verti-kaalinen (Guma ym. 2009; Sewalk & Dai 2014). Vertikaalisella vaiheistuksella tarkoitetaan sitä, että rakennus voidaan suunnitella siten, että se mahdollistaa ensimmäisen vaiheen val-mistuttua uusien, ensimmäiseen vaiheeseen nähden yläpuolisten kerrosten rakentamisen.

Taulukko 3. Yhteenveto keskeisistä vaiheistusoptiota koskevista tutkimuksista. Vaiheistuk-sella on tutkimusten perusteella selvää arvoa, ja se voidaan toteuttaa joko vertikaalisesti tai horisontaalisesti.

Tutkijat	Tavoite	Tarkastel- tava optio	Metodologia	Tulokset
Rocha (2007)	Optimaalisen vaiheistus- strategian luominen Rio de Janeirossa sijaitsevaan aluekehityshankkeeseen. Tarkastelun kohteena oli selvittää, tulisiko alue ke- hittää kerralla vai osissa.	Horisontaali- nen vaiheis- tus, optio ke- hittää hanke (option to de- velop)	Analyyttinen arvio	Reaalioptiomenetelmä kuvastaa perinteisiä me- netelmiä paremmin kan- nattavuutta ja tukee tätä kautta paremmin pää- töksentekoprosessia. Vaiheistaminen kasvatti hankkeen kannatta- vuutta 10 % vähentäen samalla riskejä 50 %:lla verrattuna perinteisiin menetelmiin.
Guma ym. (2009)	Vertikaalisen vaiheistuk- sen tuottaman potentiaa- lisen arvon demonstrointi	Vertikaalinen vaiheistus	Kirjallisuus- katsaus	Vertikaalinen vaiheistus on arvokas organisaat- ion toimitilastrategian näkökulmasta, koska se mahdollistaa kyvyn vas- tata organisaation tilan- tarpeen kasvuun.
Geltner & de Neufville (2012)	Joustavuuden merkityk- sen havainnollistaminen osana rakennetun ympä- ristön suunnittelua	Horison- taalinen vaiheistus	BOPM + MCS	Käytännön päätöksenteon kannalta on tärkeää löytää käytäntöön sovel- tuvia menetelmiä. Simu- laatiomenetelmiä tulisi hyödyntää kiinteistö- ja infrahankeinvestointien päättöksenteon tukena.
Sewalk & Dai (2014)	Arvioida reaalioptiokir- jallisuutta tilatarpeen kasvun näkökulmasta ja käyttää binomipuumallia sairaalakiinteistön	Vertikaalinen vaiheistus	BOPM	BOPM soveltuu ROA- menetelmäksi, mutta siinä käytettävien las- kenta-arvojen määrittä- miseen liittyy haasteita.

	vaiheistusoptyoiden arvonmäärityksessä			
Mintah ym. (2018a)	Asuinaluekehityshankkeen vaiheistusoptyoiden arvonmääritys ja tulosten vertailu suhteessa perinteiseen NPV-laskentaan	Horison-taalinen vaiheistus	FPOM	Joustavuus tulee huomioida päätöksentekoa tukevissa laskelmissa. Käytetty FPOM-menetelmä kykeni huomioidaan hankkeen arvon n. 3 % paremmin kuin perinteinen NPV-laskenta. FPOM:n havaittiin olevan perinteisesti käytettyihin ROA-menetelmiin verrattuna soveltuva käytännön päätöksentekoon.

Kolmas tyypillinen reaaliopitoiden sovellusalue on ollut yksittäisten rakennusten muuntojoustavuuteen liittyvät tutkimukset, jotka muistuttavat luonteeltaan vaihto-optioita. Joustavuus voi tällöin ilmetä tehtyjen teknisten ratkaisujen myötä, tyypillisesti joustavien suunnittelu ja toteutusratkaisujen myötä sekä kiinteistön käyttötavan myötä. Vimpari (2015) toteaa kuitenkin, että joustavuus ei tuo lisäarvoa kaikissa rakennuksen tiloissa ja että tämä tosiasia tulee tunnistaa myös päätöksenteossa. Gann & Barlow (1996) ovat tutkineet rakennusten muuntojoustavuuteen vaikuttavia tekijöitä, joita tulee huomioida, kun toimistojen käyttötarkoitus muutetaan asunnoiksi. Tutkimuksen yhteenvedon todettiin, että rakennukset suunnitellaan harvoin soveltuviksi tulevaisuuden vaatimuksille ja että kiinteistönomistajien tulisi suosia monikäyttöisiä ja joustavia ratkaisuja. Greden & Glicksman (2005) toteuttivat tutkimuksen joustavan tilan arvonmäärityksestä reaaliopitioilla ja pyrkivät tutkimuksessa vastaamaan siihen, kuinka paljon muuntojoustavia tiloja oli perusteltua toteuttaa taloudellisesta näkökulmasta. Fawcett (2011) ja Fawcett ym. (2012) ovat niin ikään korostaneet reaaliopitoiden merkitystä rakennusten suunnittelussa ja avasivat samalla uuden näkökulman siitä, että reaaliopitioihin liittyvä päätöksenteko on luonteva sovellusalue myös elinkaarikustannuslaskentaan (*life cycle costing*, LCC) ja elinkaariarviointiin (*life cycle assesment*, LCA). Dortmund ym. (2012, 2014) puolestaan tekivät laadullisen tutkimuksen terveyst- ja

hoivakiinteistöjen joustavuudesta ja havaitsivat reaalioptioanalyysin ja skenaariosuunnittelun tehokkaiksi työkaluiksi havainnollistamaan joustavuuden merkitystä päätöksenteossa. Mintah ym. (2018b) tutkivat puolestaan liiketiloilla varustetun asuinkerrostalon optimaalista kehitysstrategiaa muuntojoustavuuden näkökulmasta. Tutkimuksen mukaan joustavuuden mahdollistavien teknisten ratkaisujen aiheuttamat kustannukset voidaan arvioida suoraviivaisesti, mutta joustavuudesta aiheutuvan lisäarvon suuruuden arvioimiseksi tarvitaan reaalioptioiden arvonmääritysmenetelmiä.

Taulukko 4. Yhteenveto rakennusten vaihto-optioista, jotka ilmenevät muuntojoustavuutena.

Tutkijat	Tavoite	Tarkasteltava optio	Metodologia	Tulokset
Glen & Barlow (1996)	Rakennusten muuntojoustavuuteen vaikuttavien tekijöiden kokoaminen toimistojen konversiohankkeissa asuinkäyttöön	Vaihto-optio	Laadullinen tutkimus	Rakennukset suunnitellaan tyypillisesti tiettyä käyttötarkoitusta varten, ja suunnittelun painopiste tulisi kohdistaa muuntojoustavuuteen.
Greden & Glicksman (2005)	Toimistorakennusten joustavuuden arvonmääritykseen tarvittavan menetelmän kehittäminen. Menetelmällä selvitetään, kuinka paljon muuntojoustavia tiloja on syytä rakentaa taloudellisesta näkökulmasta tarkasteltuna.	Vaihto-optio	BOPM + MCS	ROA on edistysaskel suhteessa perinteiseen NPV-laskentaan, ja menetelmä soveltuu myös muihin kuin toimistorakennuksiin. Muuntojoustavuuden vaaliminen rakennuksen elinkaaren kannalta on keskeistä, kuitenkin saavutettavien hyötyjen tulee olla suuremmat kuin option hankinnasta aiheutuvat kustannukset.

Fawcett (2011); Fawcet ym. (2012)	RO-viitekehysten soveltaminen rakennusten elinkaarikustannuslaskentaan ja elinkaariarviointiin	Vaihtovaltuus, hylkäsoptio	Laadullinen tutkimus	RO-viitekehys auttaa tekemään rationaalisia päätöksiä tässä ajanhetkessä, mutta se ei ole työkalu tulevaisuuden ennustamiseksi. Joustavuuden käsite suunnittelun lähtökohdalla on aiemmin nähty epätarkasti määritettynä ja vaikeasti mitattavana olevana, eikä sen tuottamaa lisäarvoa ole aiemmin täysin ymmärretty.
Dortland ym. (2012,2014)	RO-viitekehys parantaa ymmärrystä siitä, kuinka terveysalan toimijat arvioivat tulevaisuuden epävarmuustekijöitä ja niiden seurauksia kiinteistöstrategiassa ja voisiko skenaariosuunnittelu ja RO-ajattelu parantaa kykyä vastata näihin haasteisiin.	Vaihtovaltuus, laajennusoptio, hylkäsoptio	Laadullinen tutkimus, haastattelut ja workshopit	Skenaariosuunnittelun ja RO-ajattelun havaittiin olevan tehokkaita työkaluja havainnollistamaan joustavuuden merkitystä kiinteistöstrategiassa.
Mintah ym. (2018b)	Muuntojoustavuuden taloudellisen lisäarvon arvonmääritys liiketoimintayksiköillä varustetussa asuinrakennuskohteissa Australiassa	Vaihtovaltuus	Modifioitu B&S-malli, ks. McDonald & Siegel (1986)	RO-näkökulma tulisi ottaa osaksi uudiskohteiden suunnittelua. Vaihtovaltuus huomiointi johti korkeampaan investoinnin kannattavuuteen.

Kirjallisuuden osittaisena kiinnostuksen kohteena on ollut myös alueen uudelleen kehittäminen, jolloin päätöksentekijällä on mahdollisuus purkaa olemassa olevat kiinteistöt ja rakentaa alue uudelleen asetettujen kaavamääräysten puitteissa. Kaupunkien laajentumisen kehittymistä tutkineet Brueckner (1980) ja Wheaton (1982) päätyvät tutkimuksissaan samaan johtopäätökseen, jonka mukaan kaavoitettu alue kehitetään uudelleen, mikäli uudelleen rakentamisella saavutettavat hyödyt ylittävät purkamisesta ja uudelleen rakentamisesta aiheutuvat kustannukset. Childsin ym. (1996) tekemän tutkimuksen havaintojen mukaan alhaiset uudelleenkehityskustannukset ja kiinteistön muuntojoustavuus vaikuttavat puolestaan merkittävästi olemassa olevan kiinteistön arvoon. Myöhemmin tekemässään tutkimuksessa Williams (1997) puolestaan analysoi uudelleenkehitysoptiota ja toteaa, että uudelleenkehitysoptio, jossa kehitettävälle alueelle voidaan sijoittaa useita eri toimintoja (*mixed-use*) on arvokkaampi kuin tilanteessa, jossa alue kehitetään uudelleen palvelemaan yhtä käyttötarkoitusta (*single use*).

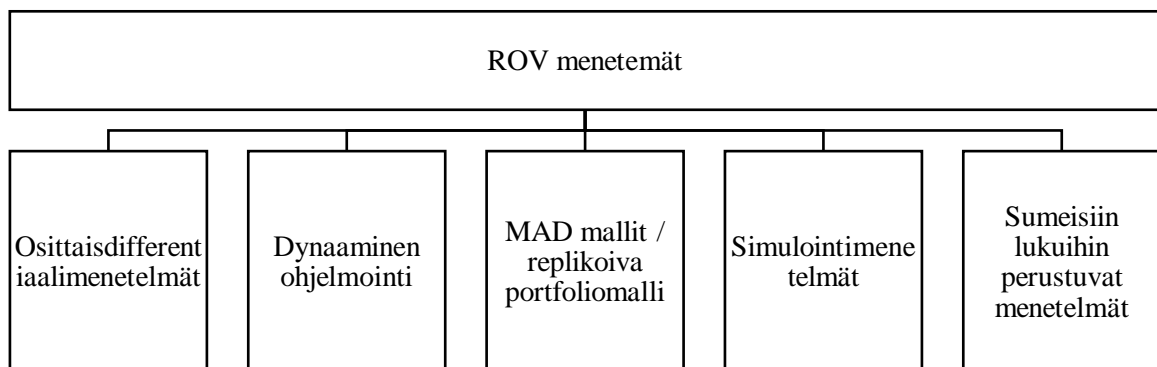
Edellä kuvasimme aluekehityshankkeiden yhteydessä ilmeneviä reaalioptioita sekä niiden luokittelua. Sen sijaan tutkimusta on tehty huomattavasti niukemmin yhdistelmäoptioiden näkökulmasta, jolloin aluekehityshanketta tarkasteltaisiin optioiden muodostamana kokonaisuutena (Collan 2010; Shen & Pretorius 2013; Baldi 2013). Shen & Pretorius (2013) kritisoivatkin aiempaa reaalioptiotutkimusta siitä, että se keskittyy yksittäisten reaalioptio-tyyppien hinnoitteluun, kun taas käytännön sovellukset edellyttävät optioiden tarkastelua joukkona ts. portfoliona eri optioita. Yksi syy yhdistelmäoptioiden vähäiselle mielenkiinnolle akateemisessa kirjallisuudessa voi olla tyypillisesti käytettyjen menetelmien puutteellisuus käsitellä näin moniulotteisia ongelmia (Lucius 2001). Perinteisten hinnoittelumenetelmien puitteissa yhdistelmäoptioiden hinnoittelu onkin havaittu haastavaksi, vaikkakin tutkimusta on tehty myös tällä saralla (Geske 1979; Herath & Park 2002; Shen & Pretorius 2013).

2.4 Reaalioptioiden arvonmäärittäminen

Tässä kappaleessa esitetään reaalioptioiden hinnoittelussa tyypillisimmin käytettyjä hinnoittelumalleja, mallille ominaisia piirteitä ja sitä, millä toimialoilla mallia on sovellettu.

Lopuksi esitetään yhteenveto tarkasteltavista malleista ja arvioidaan niiden soveltuvuutta kiinteistö- ja hankekehityksen reaalioptioiden käytännönläheiseen arvonmääritykseen kirjallisuuden pohjalta.

Reaalioptioiden arvonmääritys tapahtuu kaksivaiheisena prosessina, jossa ensin pyritään tunnistamaan tarkasteltavan ongelman sisältämät reaaliotiot, jonka jälkeen valitaan ongelman ratkaisemiseksi sopivin ratkaisumenetelmä. Ratkaisumenetelmät voidaan jakaa hinnoittelumenetelmän käyttämän toimintalogiikan perusteella osittaisdifferentiaalimenetelmiin (*partial difference equations*, PDA), dynaamisiin ohjelmointimenetelmiin, simulointimenetelmiin, MAD-malleihin / replikoiviin profoliomalleihin ja sumeisiin lukuihin pohjautuviin menetelmiin. (Amram & Kulatilaka 1999, 108-111; Collan ym. 2016). Menetelmät on esitetty alla olevassa kuvassa 9.



Kuva 9. Reaalioptioiden arvonmääritysmallit, mukailten Collan ym. 2016.

2.4.1 Osittaisdifferentiaalimenetelmät

Osittaisdifferentiaalimallien alkuperäinen käyttötarkoitus on ollut finanssoptioiden hinnoittelu, mutta ne ovat edelleen laajalti käytössä myös reaalioptioiden hinnoittelussa.

Osittaisdifferentiaalimallit voidaan jakaa edelleen analyttisiin ratkaisuihin, analyttisiin arvioihin ja numeerisiin ratkaisuihin.

Analyttisille ratkaisuille on tyypillistä, että ne ovat yhtälömuotoisia (*closed form solution*), millä tarkoitetaan sitä, että hinnoittelukaavaan lisätään tarvittavat laskentaparametrit, jonka jälkeen yhtälö tuottaa vastaukseksi option hinnan tiettyjen reunaehtojen vallitessa. Näistä tunnetuin on Nobel palkittu Black-Scholes-Merton-malli (BSM tai B&S), joka suunniteltiin eurooppalaisten osto-optioiden hinnoitteluun ja sen nimensä mukaan mallin esittelivät ensin Black & Scholes (1973) ja jota myöhemmin Merton (1973) täydensi lopulliseen muotoonsa:

$$C = Se^{-\delta t}N(d_1) - Xe^{-rt}N(d_2), \quad (4)$$

$$d_1 = \frac{\ln\frac{S}{X} + (r - \delta + \frac{1}{2}\sigma^2)t}{\sigma\sqrt{t}}, \quad (5)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t}, \quad (6)$$

jossa C on eurooppalaisen osto-option nykyinen arvo, S on option kohde-etuuden eli osakkeen nykyinen hinta, X on option toteutushinta, e on luonnollisen logaritmin kantaluku, t on puolestaan option voimassaoloaika eli maturiteetti, r on riskitön korko, σ on volatilitetti, δ osingot ja N on normaalijakauman kertymäfunktion arvo. Malli pohjautuu tarkkoihin finanssimarkkinoiden reunaehtoihin ja perustuu stokastiseen prosessiin, tässä tapauksessa geometriseen Brownin liikkeeseen (GBM). Alla on esitetty keskeisiä malliin liittyviä välttämättömiä oletuksia:

- Malli perustuu täydellisten ja tehokkaiden markkinoiden oletuksille.
- Markkinoilla ei ole transaktiokustannuksia tai veroja.
- Informaatio on kaikkien saatavilla.
- Lyhyeksi myynnille ei ole rajoituksia.
- Markkinat toimivat kitkatta ja likvidisti.

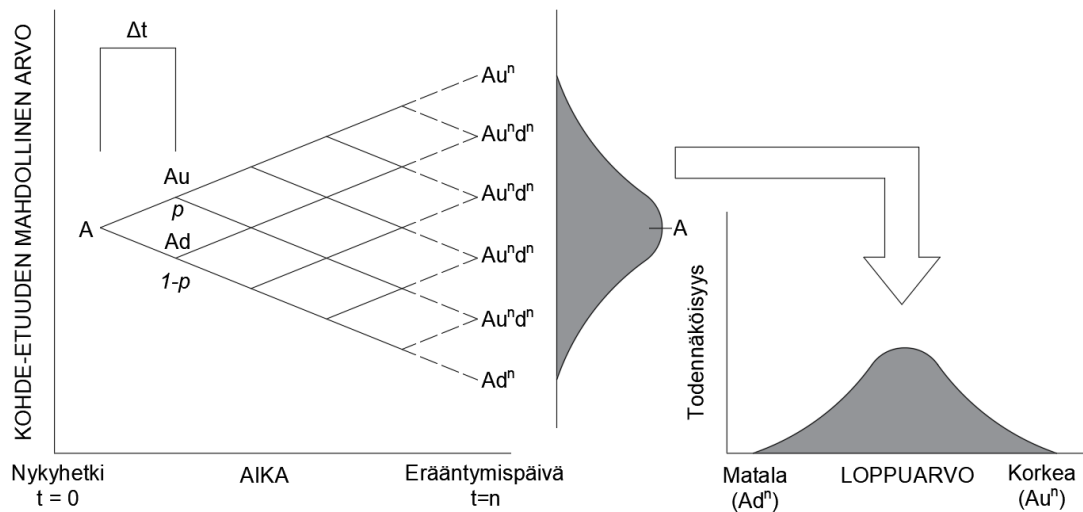
- Osinkoja ei huomioida.
- Kohde-etuuden arvo noudattaa ”GBM” (Collan, Haahtela & Kyläheiko 2016).

Osittaisdifferentiaalimallien soveltaminen on ollut aiemmissa tutkimuksissa tyypillistä erityisesti öljy-, biokaasu- ja kaivosteollisuudessa (Cortazar & Casassus 1998), koska raaka-ainemarkkinoiden osalta markkinadataa on tyypillisesti saatavilla runsaasti, mikä mahdollistaa osittaisdifferentiaalimalleissa tarvittavien muuttujien määrittämisen (Collan, Haahtela & Kyläheiko 2016). Tilanne ei ole sama kiinteistömarkkinoilla, ja BSM-mallin soveltamiseen kiinteistösektorilla onkin kohdistettu kritiikkiä, koska mm. kiinteistöjen tämänhetkisen markkinahinnan ja varianssin määrittäminen on tehokkaaseen arvopaperi- tai raaka-ainemarkkinaan verrattuna haastavampaa. Toisekseen reaaliopiot ovat usein luonteeltaan ennemminkin amerikkalaisia kuin eurooppalaisia, mikä rajoittaa BSM-mallin käyttöä. (Pomykacz & Olmsted 2013)

Kiinteistö- ja rakennusalan kirjallisuudessa on esitetty myös joitakin muita analyttisiin reaaliopiomalleihin luokiteltavia menetelmiä (McDonald & Siegel 1986; Paddoc ym. 1988). Tilanteissa, joissa analyttisen ratkaisun soveltaminen ei ole mahdollista, voidaan joutua tyytymään numeerisiin ratkaisumenetelmiin. Numeerisista ratkaisumenetelmistä tunnetuin on Landerin & Pinchesin (1998) esittelemä Finite difference -menetelmä.

2.4.2 Dynaamiset ohjelmointimenetelmät

Binomipuumallin esittelivät ensimmäisenä Cox, Ross & Rubinstein (1979), ja malli luokitellaan tyypillisesti B&S-mallin kanssa perinteisiin optioiden hinnoittelumalleihin, koska mallit on tarkoitettu alun perin finanssioptioiden hinnoitteluun. Malli saa nimensä siitä, että se muodostuu solmukohdista ja niistä lähtevistä haaroista, joita on tyypillisesti kaksi kappaletta. Alla olevassa kuvassa 10 on esitetty option arvon muodostuminen ajan kuluessa binomipuun muodossa.



Kuva 10. Option arvon muodostuminen binomipuumallissa (mukaihen Amram & Kulatilaka 1999)

Kuvassa 10 oleva kohde-etuuden arvon A kehitystä tarkkaillaan voimassaoloajalla t , joka muodostuu tietyistä määrästä aika-askelia Δt , joista kohde-etuuden arvo voi mennä joko ylös u tai alas d todennäköisyyksillä p ja $1-p$. Todennäköisyys p puolestaan lasketaan kaavalla, joka huomioi volatilitietin σ ja riskittömän koron r_f . Näin saadaan muodostettua kohde-etuuden arvo voimassaoloajan lopussa, joka muodostaa todennäköisyysjakauman. Option arvo puolestaan määritetään laskemalla option arvo kussakin pisteessä etenemällä binomipuun lopusta alkuun periaatteella, kunnes päädytään ensimmäiseen pisteeseen, josta haarautuvista oksista määritetään option arvo.

Mallin etu verrattuna Black-Scholes-malliin on sen yksinkertaisuus ja läpinäkyvyys sekä se, että malli mahdollistaa option arvon määrittämisen minä tahansa option voimassaoloajan hetkenä eli missä tahansa solmukohdassa. Pomykaczin & Olmstedin (2013) mukaan binomipuumallin etuna suhteessa BSM-malliin onkin se, että binomipuu mahdollistaa amerikkalaistyyppisten optioiden käytön, jolloin optio voidaan toteuttaa minä ajanhetkenä tahansa option voimassaoloajan puitteissa, mikä tekee siitä soveltuvamman reaaliopiotarkasteluihin. Collan, Haahtela & Kyläheiko (2016) kuitenkin kritisoiivat binomipuumalleja siitä, että vaikka ne ovat osittaisdifferentiaalimalleja monipuolisempia, niihin tarvittavat laskenta-

arvot ovat hyvin pitkälti samat. Kun tarkastellaan rakennus- ja kiinteistöalaa käsittelevää reaaliopitotutkimusta binomipuumenetelmä vaikuttaisi olevan kuitenkin yksi eniten käytetyistä reaaliopitoiden hinnoittelumenetelmistä (Titman 1985; Sing & Tang 2004; Greden & Glicksman 2005; Geltner & de Neufville 2012; Schen & Pretorius 2013; Sewalk & Dai 2014; Geltner & de Neufville 2015).

Binomipuumallista on tehty myös muita sovelluksia, kuten trinomipuumalli ja päätöspuumalli. Trinomipuumalli eroaa binomipuumallista sikäli, että siinä kustakin solmukohdasta haarautuu kahden haaran sijasta kolme haaraa. Päätöspuumalleilla (*Real option decision tree analysis*, RDTA) tarkoitetaan puolestaan menetelmää, jossa peräkkäisiä ja toistensa poissulkevia investointivaihtoehtoja tarkastellaan päätöspuun muodossa, ja mallin soveltaminen edellyttää tulevaisuuden lopputulemien ja niiden toteutumisen todennäköisyyksien arvioimista. RDTA:n oletuksena on diskreetti riskineutraali laskentaympäristö, ja siinä on paljon yhtäläisyyksiä binomipuumallin kanssa. Hornin ym. (2015) mukaan RDTA voidaankin nähdä laajenuksena tai pelkistettynä versiona binomipuumallista.

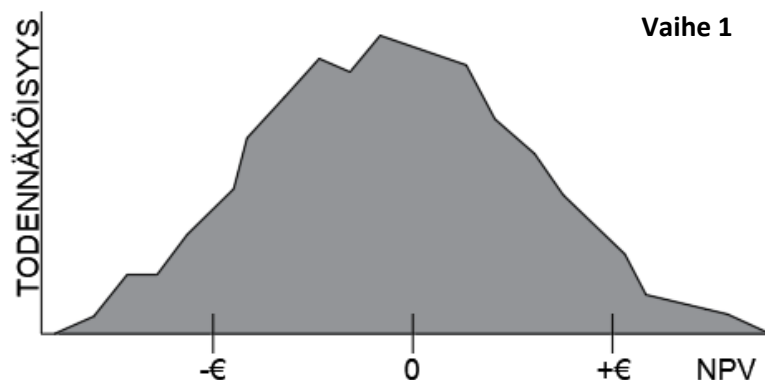
2.4.3 MAD-mallit

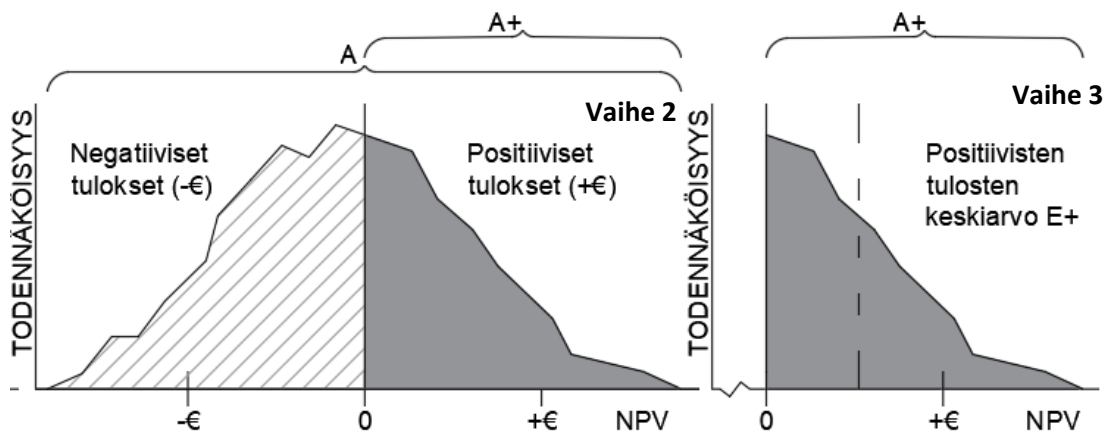
MAD-mallit, eli Marketed asset disclaimer mallit pohjautuvat lähtökohtaisesti Copelandin ja Antikratovin (2001) esittämään malliin. Mallin kantava ajatus on, että tarkasteltavaa hanketta käsitellään replikoivana portfoliona. Malli perustuu oletukseen, että hankkeen arvo (NPV ilman investointia) on paras arvio projektin markkina-arvosta eikä projektin muuttuvaa arvonmuodostusdynamikkaa kyetä mallintamaan. Tämän seurauksena hankkeen perustana käytettävä arvo määritetään erikseen siten, että ensin määritetään hankkeen perusarvo NPV:n avulla ja vasta sitten määritetään tähän liittyvien reaaliopitoiden arvot. Mallin toisena oletuksena on, että kohteen NPV kehittyy sattumanvaraisesti (random walk). Tämä oletus oikeuttaa GBM-käytön stokastisena prosessina. (Collan, Haahtela & Kyläheiko 2016)

2.4.4 Simulaatiomenetelmät, Datar mathews

Simulaatiomenetelmät pyrkivät imitoimaan reaali maailmassa esiintyvää ilmiötä hyödyntämällä tietokoneen laskentatehoa tarkasteltavan ilmiön kuvaamisessa. Prosessi muodostuu tyypillisesti neljästä eri vaiheesta, joita ovat laskenta-arvojen keruu, simulaatiomallin muodostaminen, mallin luotettavuuden arviointi ja tulosten esittely. (Law & Kelton, 2000 83-86)

Reaaliopitoiden hinnoittelussa käytetyistä simulaatiomalleista tunnetuin on kehittäjiensä nimeä kantava Datar-Mathews-menetelmä, jonka esittelivät ensimmäisenä Datar & Mathews (2004). Malli pohjautui tarkemmin ottaen Monte Carlo -simulaatioon, joka puolestaan on Haahtelan (2016) mukaan tilastotieteitä ja todennäköisyysteoriaa yhdistelevä numeerinen menetelmä, jossa tietokone generoi laskenta-arvot keinotekoisesti simuloimalla laskentamallin tuhansia tai jopa miljoonia kertoja siten, että laskenta-arvot vaihtuvat kunkin simulaatiokerran välissä. Datar-Mathews-menetelmässä muodostetaan perinteisen NPV-laskennan tavoin kassavirtamalli, jossa kassavirrat diskontataan tuottovaatimuksella. Erona perinteiseen NPV-laskentaan verrattuna kuitenkin on, että epävarmat laskenta-arvot syötetään halutun jakauman muodosta riippuen vähintään kahden eli minimi- ja maksimiskenaarion avulla, jonka jälkeen tietokone simuloi useita kertoja satunnaisluvun tältä väliltä, jolloin laskentamalli tuottaa lopputulokseksi todennäköisyysjakauman laskentakohteen NPV:sta. Jotta laskentakohtetta käsiteltäisiin optiona, tulee jakaumasta sulkea pois skenaarit, joiden NPV on pienempi kuin 0. Tämän jälkeen jäljelle jäävästä, jakauman positiivisesta alasta lasketaan keskiarvo, jota painotetaan jakauman positiivisen alan ja koko jakauman pinta-alan välisellä suhteella. (Datar & Mathews 2007) Tuloksena muodostuva reaalioption arvon määrittäminen on esitetty alla olevassa kuvassa 11:





Kuva 11. Datar-Mathews-menetelmällä toteutettu reaalioptioiden hinnoittelu: Monte Carlo -simulaatiolla muodostetaan todennäköisyys-NPV-jakauma (vaihe 1), määritetään positiivisen alan ja jakauman koko pinta-alan suhde ja rajataan jakauman negatiivinen osa pois (vaihe 2), lasketaan reaalioption arvo positiivisten tulosten keskiarvon ja pinta-alan avulla (vaihe 3). Mukailten (Datar & Mathews 2007)

Monte Carlo -simulaatioon pohjautuvien menetelmien etuna on niiden intuitiivisuus sekä se, että menetelmä perustuu kassavirtamalliin, ja se, että ne eivät edellytä yhtälömallisten ratkaisujen taustalla vaikuttavan haastavan matematiikan ymmärtämistä. Lisäksi verratessa simulaatioita matemaattisiin malleihin simulaatiot voidaan nähdä ilmentävän paremmin reaali maailmaa ja sen epävarmuutta, ja lisäksi ne eivät edellytä samalla tavalla tiukkojen reuna-ehdojen määrittämistä kuin matemaattisesti haastavammat ratkaisut. Lisäksi simulaatiomallissa käytettävien parametrien vaihtaminen ja siitä aiheutuvien laskentamalliin vaikuttavien muutosten ja havainnointi on yksinkertaisempaa, mikä tekee mallin käyttäytymisen tarkastelusta yksinkertaisempaa. (McLeishin 2005)

Kiinteistöalouden tutkimuksissa simulaatioita on käytetty jo useita vuosikymmeniä sitten epävarmuuden ja riskien mallintamisen aputyökaluna (Pellat 1972; Phyr 1973). Kiinnostus Monte Carlo -simulaatioihin on kuitenkin kasvanut alan kirjallisuudessa vasta tämän vuosituhanteen vaihteesta lähtien, vaikka Monte Carlo -menetelmä keksittiin jo 1930-luvulla Enrico Fermi toimesta osana Manhattan-projektia (Hoesli, Jani & Bemder 2005). Menetelmän kiinnostus puolestaan kiinteistöalan kirjallisuudessa oli seurausta sen suosiosta rahoitus-alalla (Hoesli ym. 2005), jossa Monte Carlo -simulaatiota on käytetty laajasti jo useiden vuosien ajan johdannaisten hinnoittelussa, osakkeiden ja korkojen hintakehityksen

ennustamisessa ja investointilaskelmissa (Dixit & Pindyck 1994). Lisäksi syynä menetelmän suosion kasvuun viimeisten vuosikymmenten aikana voidaan pitää sitä, että aiemmin tietokoneiden laskentateho ei yksinkertaisesti ollut riittävä (Haahtela 2016) ja että menetelmien soveltaminen tuli tästä syystä kalliiksi, mikä teki menetelmistä usein vähemmän houkuttelevan ja tätä kautta soveltumattoman ongelman ratkaisemiseksi (Jäckel 2002). Kiinteistötalouden kirjallisuudessa menetelmää on käytetty erityisesti tulevaisuuden kassavirtojen ennustamiseen pitkillä aikaperiodeilla (Kelliher & Mahoney 2000; Tucker 2001; French & Gabrielli 2004), ja sitä on sovellettu myös muuttuvan tuottovaatimuksen simulointiin näiden NPV-laskelmien yhteydessä (Hoesli ym. 2005).

Tätä tutkimusta tehdessä ei ilmennyt, että DMM:ää olisi sovellettu aiemmin kiinteistö- ja rakennusalalla, vaikkakin Monte Carlo -simulaatiota on tutkittu varsin laajasti (Phyrr 1973; Fellows 1995; Chau 1995; French 2004; French & Gabrielli 2004; French & Gabrielli 2005; Loizou & French 2012; Hoesli & Bender 2006). Ensimmäisenä DMM esiintyi ilmailuteollisuuden tuotekehitysprojektissa (Mathews & Salmon 2007; Mathews, Datar & Johnson 2007; Mathews 2009), ja julkaisun laskentaesimerkissä osoitettiin, että DMM päättyy samaan lopputulokseen kuin BSM, ja lisäksi sen havaittiin yksinkertaistavan reaalioptionhoitoa vauhdittaen samalla reaalioptionhoitoa sisäistämistä. Menetelmän eduksi havaittiin sen läpinäkyvyys, visuaalisuus ja kassavirtapohjaisuus. Kassavirtapohjaisuuden etuna voidaan pitää sitä, että mallin soveltamiskynnys on alhainen, koska se pohjautuu NPV:n kanssa samaan diskontattujen kassavirtojen toimintaperiaatteeseen, joka on tyypillisin investointipäätöksen tukena käytettävä menetelmä. Lall ym. (2012) puolestaan käyttivät menetelmää teknologia-teollisuuden prognostisen järjestelmän kannattavuuden arvioinnissa ja havaitsivat, että DMM kykeni huomioimaan sekä teknisen että taloudellisen epävarmuuden. Tutkimuksessa he päätyivät käyttämään DMM:ää, koska BSM-mallin käyttöön liittyi rajoitteita erityisesti siinä tarvittavien laskenta-arvojen osalta. DMM:ää on käytetty myös energiasektorin hankkeissa (Kozlova 2016; Schachter ym. 2017). Kozlova (2016) vertaili DMM:n ja FPOM:n tuottamia tuloksia keskenään uusiutuvan energian investointihankkeen kannattavuuden arvioinnissa ja havaitsi, että DMM soveltuu hyvin erityisesti kompleksisten ongelmien ratkaisemiseen. Malli kuitenkin edellyttää riittävää osaamista käytettävästä simulaatio-ohjelmistosta. Tutkimuksessa DMM päätyi likimain samaan tulokseen FPOM:n kanssa. Schachter ym. (2017) puolestaan tutkivat sähkön kysyntäjoustosopimusten hinnoittelua ja havaitsivat

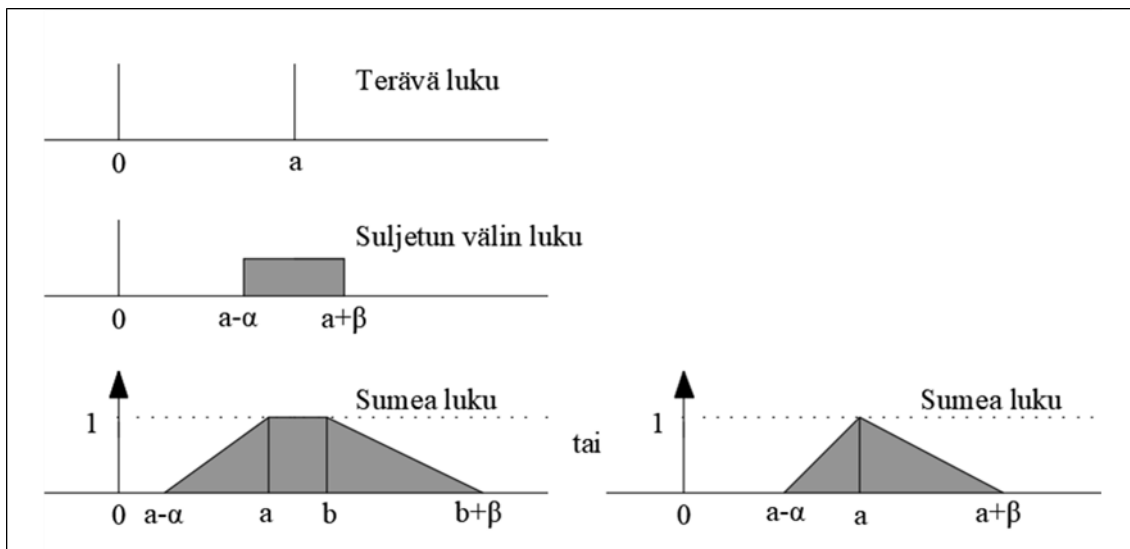
tutkimuksessaan, että perinteiset DCF-menetelmät aliarvioivat kannattavuuksia, jolloin kannattavatkin hankkeet saivat kielteisen investointisuosituksen. Loukianova (2017) puolestaan tutki lääketeollisuuden yritysfuusiosta saatavia synergiaetuja ja havaitsi, että DMM soveltui synergioiden hinnoitteluun tarkastelemalla synergian lähteitä joko yhdessä (yhdistelmäoptiot) tai yksittäin.

2.4.5 Sumeisiin lukuihin pohjautuvat menetelmät

Sumean logiikan kehittäjän Lofti Zadehin (1965) mukaan reaali maailman ilmiöt eivät useinkaan ole tarkasti määritettävissä olevia eikä tarkkoja rajoja ilmiön kuvaamiseksi ja joukkoon kuuluvien jäsenten luokitteluksi aina voida tästä syystä muodostaa. Zadehin (2008) mukaan sumea logiikka voidaankin nähdä kykynä tehdä rationaalisia päätöksiä epävarmuuden ja epätarkkuuden vallitsevassa ympäristössä epätäydellisen tiedon pohjalta. Paradoksaalista sumeassa logiikassa onkin, että sen tärkeimmät kontribuutiot ovat epätarkkuuden mallintamisessa, vaikka menetelmällisesti se itsessään perustuu epävarmuuteen ja epätarkkuuteen (Zadeh 2008). Bagnolin & Smithin (1997) mukaan ensisijainen sumean logiikan etu onkin sen kyky heijastaa ihmisten kokemusta ja tietoa päätöksentekotilanteissa epävarmuuden valitessa. Sumean logiikan toimintaperiaatetta onkin havainnollistettu vertaamalla sitä ihmisen aivojen toimintaan päätöksentekotilanteissa, joissa aivot yhdistelevät epätarkkaa ja epätäydellistä kvalitatiivista ja kvantitatiivista tietoa kattavamman päätöksen aikaansaamiseksi (Zaruda ym. 2006). Bagnolin & Smithin (1998) mukaan sumeiden lukuarvojen käyttö tuleekin relevantiksi silloin, kun kompleksisen tarkasteltavan ilmiön toiminta on vaikea määrittellä yksityiskohteisesti. Toisin sanoen, kun tarkasteltavan kohteen kompleksisuus kasvaa, kykymme tehdä tarkkoja ja tarkoituksenmukaisia päätelmiä sen toiminnasta laskee, kunnes saavutetaan tietty piste, jonka jälkeen tarkastelun tarkkuus ja sen korostaminen menettävät merkitystään.

Sumeat luvut (fuzzy numbers) ovat sumeita joukkoja, ja ne perustuvat Zadehin (1965) sumeiden joukkojen teoriaan, jossa joukkoon kuuluva luku saa painon 0:n ja 1:n väliltä, kun taas klassisessa joukko-opissa luku voi vain binaarisesti joko kuulua tai olla kuulumatta joukkoon ollen joko 0 tai 1. Sumea luku puolestaan kuvaa tarkasteltavaa ilmiötä

yhdistelemällä terävän luvun ja suljetun välin avulla määriteltyjen lukujen toimintaperiaatteita kuvaamalla tarkasteltavaa ilmiötä mahdollisten lopputulemien jakaumana. Tämä on esitetty alla olevassa kuvassa 12.



Kuva 12. Lukuarvon esittäminen eri tavoin. Perinteisessä joukko-opissa luku joko kuuluu tai ei kuulu joukkoon, kuten terävä luku tai suljetun välin luku. Sumean luvun arvot puolestaan saavat painon 0:n ja 1:n väliltä, joka kuvaa joukkoon kuuluvuuden astetta (Collan 2017).

Perinteisessä DCF-mallissa käytettäviä yksiarvoisia lukuarvoja kutsutaan teräviksi luvuiksi (crisp number), kuten kuvasta 12 on nähtävissä (Collan 2017). Terävä luku on yksiselitteinen tapa esittää tarkasteltava ilmiö numeerisena arvona, mutta epävarmuuden vallitessa tarkan arvon käyttäminen on ristiriitaista, koska tarkasteltava ilmiö voi olla moniulotteinen ja kompleksinen esitettäväksi yhdellä lukuarvolla. Zimmerman (2001, s. 1) toteaaakin, että perinteiset terävinä lukuina esitettävät mallit ovat luonteeltaan binaarisia ja esittävät ilmiön ennemminkin muodossa ”joko tai” kuin ”suurin piirtein”.

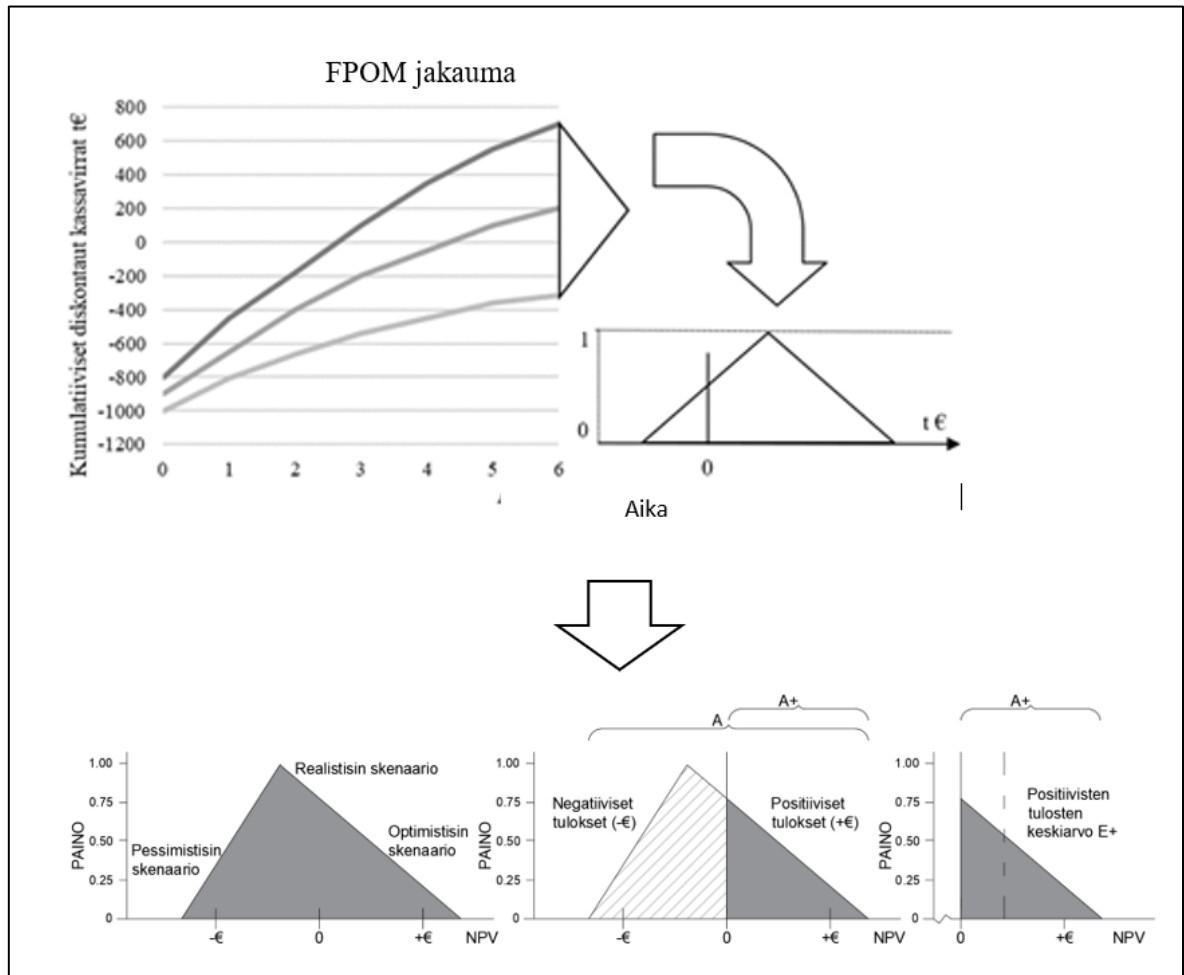
Suljetulla välillä määritelty luku (*interval number*) puolestaan huomioi esitystavassaan epävarmuuden, mutta tällä tavoin esitettynä kukin määrittelyvälin arvo saa painon 1, jolloin kukin välin arvoista on yhtä mahdollinen. Suljetulla välillä määriteltyä lukua ei pidäkään sekoittaa sumeaan lukuun, vaikka se huomioi epävarmuuden määrittelyvälissään. Sengupta

& Pal (2009, s. 26-27) määrittelevätkin suljetulla välillä määritellyn luvun ylä- ja alarajojen avulla siten, että itse tarkka arvo pysyy tuntemattomana, mutta alue, jonka muodostamaan joukkoon luku sisältyy, on tiedossa.

Tärkeää on huomata myös, että sumean luvun mukainen mahdollisten lopputulosten muodostama jakauma ja simulaatiomalleissa käytetty todennäköisyysjakauma eivät tarkoita samaa, koska mahdollisten lopputulemien jakauma ei perustu todennäköisyyksiin. Bagnoli & Smith (1997) korostavat kuitenkin, että sumea logiikka ja todennäköisyysteoria eivät ole toisiinsa nähden substituutteja, vaan sumea logiikka perustuu epätarkkuuden hallintaan, kun taas tilastotiede huomioi tulevaisuuden epävarmuutta sattuman ja todennäköisyyksien avulla. Collan (2012, 20) toteaa, että menetelmä on yksinkertaistus eikä se täydellä varmuudella vastaa tarkasteltavaa ilmiötä, mutta epävarmuutta sisältävässä tarkasteluympäristössä mallinnus on riittävän hyvä sen käyttötarkoituksiin nähden.

Sumeisiin lukuihin pohjautuvan Fuzzy Pay-Off -menetelmän esittelivät ensimmäisenä Collan, Fullér & Mezei (2009), ja se poikkeaa aiemmin esitellyistä menetelmistä siitä, että se ei pohjautu todennäköisyysteoriaan, vaan sumeille luvuille. Collan ym. (2009) keksivätkin, että todennäköisyysteoria kyetään korvaamaan sumeiden joukkojen teoriolla, tarkemmin ottaen sumeiden lukujen teoriolla (Zadeh 1965). Menetelmän analogia on lähes identtinen DMM:n kanssa, teoreettisista taustaoistaan huolimatta. Menetelmässä laskenta-arvot muodostetaan optimistisimmän, todennäköisimmän ja pessimistisimmän skenaarion avulla, jolloin ääriarvot saavat painon 0 mahdollisten lopputulemien joukosta ja todennäköisin arvo painon 1, kun taas muut joukon rajaamat arvot saavat painon 0:n ja 1:n väliltä. Tämän jälkeen laskenta-arvot diskontataan tuottovaatimuksella, jonka seurauksena muodostuu tuottojakaumaksi kutsuttu NPV-jakauma. Reaalioption hinta muodostetaan samalla periaatteella kuin DMM:ssä, mutta todennäköisyysjakauman sijasta käytetään sumean luvun muodostamaa mahdollisten lopputulemien jakaumaa ja jakauman muoto on kolmion muotoinen, mikä mahdollistaa pinta-alojen määrittämisen hyödyntämällä geometriaa. FPOM-menetelmän etusuhteessa DMM-menetelmään on, että jakauman muodostaminen on mahdollista ilman keinotekoisia laskentaprosesseja, ja se on näin ollen helposti toteutettavissa tavanomaisella

taulukkolaskentaohjelmalla ilman erillisiä simulaatio-ohjelmistoja (Collan, Haahtela & Ky-
läheiko 2016).



Kuva 13 FPOM-menetelmällä toteutettu reaalioption arvonmääritys toteutetaan samalla tavoin, kuin DMM:llä. Menetelmät poikkeavat toisistaan siitä, että DMM pohjautuu todennäköisyysteoriaan ja FPOM sumeiden lukujen teoriaan. (Mukaillen Collan 2009; Collan 2012)

FPOM:ää on käytetty aiemmin energiategollisuuden tuotekehityshankkeiden hinnoittelemisessa (Bednyagin & Gnansonou 2011), suurten teollisuusinvestointien yhteydessä (Collan 2011b), teollisuuden tuotekehitysportfolion muodostamisessa (Hassanzadeh 2012), patenttien hinnoittelussa (Collan & Heikkilä 2011) ja uusiutuvan energian investointihankkeessa ks. kappale 2.4.3 (Kozlova 2016). Bednyagin & Gnansonou (2011) tutkivat peräkkäisistä vaiheista muodostuvan fuusioenergian tuotannon kehityshankkeen kannattavuutta ja havaitsivat, että FPOM soveltui hankkeen strategisen arvon huomiointiin perinteistä NPV-

laskentaa paremmin. Lisäksi menetelmä tarjosi tehokkaan tavan yhdistelmäoptioiden hinnoitteluksi ja hankkeeseen liittyvän epävarmuuden huomioimiseksi, koska perinteiset menetelmät edellyttävät terävien lukujen käyttöä. Hassanzadeh ym. (2012) puolestaan tutki tuotekehitysportfolion valintaa FPOM:llä ja havaitsi, että menetelmä kykenee huomioimaan riittäväällä tavalla tuotekehityshankkeen riskit ja epävarmuuden ja että tutkimus loi pohjan alan jatkotutkimukselle. Collan & Heikkilä (2011) tutkivat puolestaan patenttien hinnoittelua ja totesivat, että patenttien hinnoittelussa tarvittava data on harvoin käyttökelpoisessa numeerisessa muodossa ja että patenttien hinnoittelussa ei ole olemassa yhtä hyväksyttyä tapaa. Heidän mukaansa FPOM mahdollistaa intuitiivisen tavan verrata patenteja visuaalisessa muodossa ja menetelmän helppokäyttöisyyden ansiosta patenttisalkun arvo voidaan pitää helposti ajan tasalla.

Verrattuna Datar Mathews -menetelmään, FPOM:ää on käytetty myös rakennus- ja kiinteistöalan tutkimuksissa (Vimpari & Junnila 2014b; Mintah 2018a). Vimpari & Junnila (2014b) käyttivät menetelmää kiinteistöjen ympäristösertifikaattien arvonmäärityksessä ja havaitsivat, että ympäristösertifikaateilla on reaalioptioiden piirteitä ja että FPOM soveltui ympäristösertifikaattien arvonmääritykseen. Mintah ym. (2018a) puolestaan tutkivat asuinalueeksi rakennettavan aluekehityshankkeen vaiheistusoptioita ja vertailivat menetelmän tuottamia tuloksia perinteiseen NPV-laskentaan. Tutkimuksen tulosten mukaan FPOM:n havaittiin olevan perinteisiä ROV-menetelmiä soveltuvampi käytännön päätöksentekoon ja FPOM kykeni huomioimaan hankkeen kannattavuuden paremmin kuin perinteiset investointilaskentamenetelmät. Mintahin ym. (2018a) mukaan FPOM-menetelmä soveltuu yksinkertaisuutensa vuoksi erinomaisesti kiinteistö- ja rakennusalalle, koska analyytikot ja hankekehittäjät hyödyntävät muutenkin skenaariosuunnittelua investointipäätöksiä tehdessään. Näin ollen, koska FPOM-menetelmä perustuu kolmeen skenaarioon, se on hyvin sisäistettävissä verrattuna esimerkiksi alan kirjallisuudessa tyypillisesti käytettyn BOPM-menetelmään, joka edellyttää mm. volatilitietin määrittämistä.

2.4.6 Menetelmien vertailu ja empiirinen evidenssi

Reaalioptioiden ratkaisumenetelmien toimintalogiikka voidaan Haahtelan (2016) mukaan jakaa kahteen eri lähestymistapaan, jolloin hinnoittelu perustuu joko kohde-etuutta jäljittelevään portfolioon (*replicating portfolio*) tai riskineutraaliin hinnoitteluun (*risk-neutral valuation*). Näistä ensimmäistä edustavat tyypillisesti osittaisdifferentiaalimallit, kuten Black-Scholes-Merton-malli, (BSM) ja jälkimmäistä binomipuumallit (*binomial option pricing model*, BOPM) ja suurin osa simulaatiomalleista. Kohde-etuutta jäljittelevä portfolio muodostetaan nimensä mukaan jäljittelemällä kohde-etuutta siten, että tietty määrä kohde-etuutta ja lainaa replikoi investointia optiona. Riskineutraali hinnoittelu puolestaan perustuu siihen ajatukseen, että sijoittajat eivät koe riskiä merkittävänä tekijänä, koska siltä voidaan suojautua mm. Leslie & Michaels (1997) esittämällä tavalla ja näin ollen option arvo määritetään diskonttaamalla option loppuarvo nykyarvoiseksi riskittömällä korolla. FPOM ja DMM puolestaan mahdollistavat myös muiden kuin riskittömän koron hyödyntämisen tuottovaatimuksena. Hinnoittelumallien taustalla vaikuttavia teoreettisia ominaisuuksia vertailtaessa edellisissä kappaleissa esitetyistä hinnoittelumalleista kolme ensimmäistä nojaavat todennäköisyysteoriaan, kun taas FPOM käyttää kolmion muotoisia sumeita lukuja reaalioption hinnan muodostamisessa (Collan 2011). Yhteenvedo edellisissä kappaleissa esitetyistä hinnoittelumenetelmistä on esitetty alla olevassa taulukossa 5.

Taulukko 5. Yhteenvedo tyypillisimmistä reaalioptioiden arvonmäärittämismenetelmistä. Reaalioptioiden hinnoittelussa käytettävä laskentamenetelmä on riippuvainen hinnoitteluongelmaan liittyvän epävarmuuden luonteesta. (Collan 2011a; Collan, Haahtela & Kyläheiko 2016).

Menetelmä	Loppuarvon määrittämisessä käytettävä prosessi	Jakauman tyyppi	Laskennassa käytettävä diskonttokorko	Muuta	Kykeneekäsittelemään epävarmuutta
B&S (1973)	Geometrinen Brownian liike	Jatkuva log-normaalin todennäköisyysjakama	Jatkuva diskonttaus riskittömällä korolla	Suljettu ratkaisu, replikoiva portfolio	Parametrinen

BOPM (1979)	Bi-nomipuuprosessi	Quasi log-normaalin todennäköisyysjakama	Jaksotettujen periodien diskonttaus riskittömällä korolla	Lopusta alkuun iteraatio	Parametrinen *RDTA:n osalta myös rakenteellinen ja proseduaalinen tietyin ehdoin
DMM (2004)	Kassavirtaskenaariot + Monte Carlo -simulaatio	Usean muotoiset todennäköisyysjakamat	Joustava, käyttäjän vapaasti valittavissa	Käyttäjä-orientoitunut	Parametrinen, rakenteellinen, proseduaalinen
FPOM (2009)	Kassavirtaskenaariot + sumean luvun muodostaminen	Sumea luku, kolmio tai puolisuunnikas	Joustava, käyttäjän vapaasti valittavissa	Pelkistetty, pohjautuu sumeaan logiikkaan	Parametrinen, rakenteellinen, proseduaalinen

Kuten kappaleessa 2.1 mainittiin, investointilaskelmissa ilmenee epävarmuutta, jolla on vaikutuksia käytettävän arvonmääritysmenetelmän valintaan. Mikäli ongelman tarkasteluun valitaan malli, joka ei kykene huomioimaan laskentatilanteessa vallitsevaa epävarmuutta, väärän mallin valinta voi johtaa epäluotettaviin tuloksiin ja niistä tehtäviin virheellisiin päätöksiin, jotka voivat tulla kalliiksi. Kun verrataan perinteisiä, alun perin finanssioptioiden ja reaalioptioiden hinnoittelussa käytettyjä menetelmiä epävarmuuden käsittelyn näkökulmasta, voidaan havaita, että perinteiset mallit eivät kykene huomioimaan rakenteellista ja proseduaalista epävarmuutta. Nämä epävarmuuden lähteet puolestaan ilmenevät hyvin tyypillisesti reaali maailmassa, jossa käytettävää informaatiota ei ole kattavasti ja yksiselitteisesti saatavilla verrattuna esim. finanssimarkkinoihin eikä kokonaiskuvaa tarkasteltavasta ongelmasta kyetä tarkasti muotoilemaan. (Collan, Haahtela & Kyläheiko 2016)

Kun vertaillaan reaali optioiden hinnoittelumenetelmien suosiota Pohjoismaisissa suuryrityksissä, Hornin ym. (2015) mukaan reaali optiohinnoittelua käyttävistä yrityksistä 67 %

käytti riskikorjattuja päätöksentekopuumenetelmiä, 38 % Monte Carlo -simulaatioon pohjautuvia menetelmiä, 33 % Black-Scholes-menetelmää, 10 % binomipuumenetelmää ja 19 % muita menetelmiä. Puolestaan niistä yrityksistä, jotka eivät käyttäneet reaaliopiohinnoittelua 58 % perusteli käyttämättömyyttään hinnoittelumenetelmien monimutkaisuudella. Tutkimuksen tuloksista voidaan siis selvästi havaita, että liike-elämä arvostaa käytännöllisyyttä, mikä puolestaan viestii käytännön päätöksentekoon soveltuvien laskentamenetelmien tarpeesta. Tuloksista voidaan havaita, että erityisesti reaaliopioiden hinnoitteluun tarkoitetut hinnoittelumenetelmät nauttivat perinteisiin, alun perin finanssiopioiden hinnoitteluun tarkoitettuihin menetelmiin verrattuna suurempaa suosiota. Toisaalta BSM-mallin suosiota voidaan perustella menetelmän nopeudella, vaikkakin kaavaan syötettävät parametrit perustuisivat näppituntumaan. Tuloksista ei ole eritelty erikseen FPOM:n suosiota, mikä puolestaan voi johtua menetelmän uutuudesta. Tutkimuksen tulokset vahvistavat myös epäilystä siitä, että todennäköisyysteoriaan pohjautuvat mallit ovat sumeisiin lukuihin pohjautuviin malleihin verrattuna suosiossa siitä syystä, että todennäköisyysteoria on sumean logiikan teoriaa tunnetumpi (Collan 2011a).

Mitä puolestaan tulee käytännön päätöksentekoon soveltuvien menetelmien suosion kasvun edellytyksiin, niin Collan (2012) määrittelee, että käytettävän menetelmän toimintalogiikan sekä siinä käytettävien laskenta-arvojen ja oletusten tulee olla helposti selitettävissä ja ymmärrettävissä muutaman minuutin menetelmäkuvauksen jälkeen. Toisekseen laskenta tulee kyetä toteuttamaan valitun menetelmän osalta tavallisella taulukkolaskentaohjelmalla. Kolmanneksi menetelmien tulee soveltua yritysten käyttötarpeisiin eikä päinvastoin. Neljänneksi menetelmän tuottamien tulosten tulee olla selkeästi esitettävissä, ja ne eivät saa piilottaa sisäänsä epätarkkuutta ja epävarmuutta. Viidenneksi menetelmän perusteella tehtävien päätösten tulee olla jälkikäteen jäljennettävissä läpinäkyvällä tavalla.

2.5 Teoreettiset lähtökohdat empirialle

Yhteenvedona tässä luvussa esitetyille havainnoille voidaan todeta, että reaaliopiot ovat tulleet osaksi investointilaskentaa koskevaa keskustelua, koska ne mahdollistavat joustavuuden huomioinnin perinteisiä menetelmiä paremmin. Perinteiset DCF-menetelmät, kuten NPV,

ovat saavuttaneet hyvin vakiintuneen aseman niin alan oppikirjoissa kuin myös käytännön päätöksenteossa. ROA-menetelmien soveltaminen käytännössä on puolestaan jäänyt varsin vähäiseksi, vaikka ne ovat olleet akateemisen kirjallisuuden mielenkiinnon kohteena viimeisen parin vuosikymmenen aikana. Syynä menetelmien heikkoon suosioon on pidetty perinteisesti käytettyjen menetelmien monimutkaisuutta ja heikkoa soveltuvuutta käytännön päätöksentekoon ja niiden kykyyn kuvata kompleksisia ongelmia. Reaaliopitioteorian akateeminen perusta onkin tehdyn kirjallisuuskatsauksen perusteella painottunut alun perin finanssiopitioiden hinnoitteluun tarkoitettuihin malleihin (BSM ja BOPM). Alun perin finanssiopitioiden hinnoitteluun tarkoitettujen mallien osalta voidaan kuitenkin todeta, että reaali maailman ongelmien ratkaisemiseksi tarvittavat laskentamallien muuttujat ovat harvoin helposti saatavissa olevassa ja käyttökelpoisessa muodossa. Lisäksi perinteiset hinnoittelumallit eivät sovellu erityisen hyvin käytännön päätöksenteon näkökulmasta tilanteessa, jossa ongelma on moniulotteinen, tai se muodostuu useista, toisiinsa nähden peräkkäisistä optioista eli yhdistelmäoptioista, mikä on tyypillistä juuri reaaliopitiolle. Tarve käytäntöön soveltuville malleille on puolestaan johtanut juuri reaaliopitioiden hinnoitteluun tarkoitettujen menetelmien kehitykseen edellisen vuosikymmenen aikana (DMM ja FPOM).

Kiinteistö- ja rakennusosalalla käytännön päätöksentekoon soveltuvan ROA-menetelmän keskeisenä edellytyksenä on, että menetelmä pohjautuu NPV:n toimintaperiaatteeseen. Toiseksi hanke- ja kiinteistökehityksen kannattavuuden arvioinnissa käytettävä laskentadata on tyypillisesti pirstaloitunutta ja eri tietolähteistä koostettavaa, ja kiinteistöjen ominaisuuksien uniikin luonteen vuoksi laskenta-arvot joudutaan osittain muodostamaan asiantuntija-arvioiden pohjalta tätä olemassa olevaa dataa hyödyntäen. Tällöin laskenta-arvoihin liittyy epätarkkuutta, jota käytettävän laskentamenetelmän tulee sietää. Neljänneksi menetelmän tulee soveltua yhdistelmäoptioiden hinnoitteluun, koska aluekehityshanke muodostuu hankehittäjän näkökulmasta useiden, peräkkäisten optioiden muodostamista joukoista. Viidenneksi mallin tulee kyetä hinnoittelemaan tyyliltään amerikkalaisia optioita, eli todellisudessa päätöksentekijällä on oikeus, mutta ei velvollisuutta toteuttaa optio minä tahansa ajankohdalla option voimassaoloaikana, mikä rajaa eurooppalaisten optioiden hinnoitteluun tarkoitettujen menetelmien tarkastelun ulkopuolelle. Viimeisenä menetelmän tulee olla sellainen, että tarkasteltava hinnoitteluongelma kyetään muodostamaan siten, että laskentamalli sisältää rahamääräisten laskenta-arvojen lisäksi myös teknisiä muuttujia, kuten

suunnitelmatehokkuus, koska valmiita arkkitehtisuunnitelmia ei ole käytettävissä hankkeen feasibility-vaiheen päätöksenteossa. Toisin sanoen käytännön päätöksenteon näkökulmasta menetelmän tulee kyetä käsittelemään parametrissa, rakenteellista ja proseduaalista epävarmuutta.

Edellä esitetyn yhteenvedon perusteella edellytykset empiirisessä osiossa käytettäville ROV-malleille on esitetty alla:

1. Menetelmän tulee perustua kassavirtoihin ja tavanomaisen NPV-laskennan periaatteisiin.
2. Menetelmän tulee soveltua käsittelemään käytettävissä olevaa dataa.
3. Menetelmän tulee kyetä käsittelemään rakenteellista, parametrissa ja proseduaalista epätarkkuutta ja epävarmuutta.
4. Menetelmän tulee soveltua yhdistelmäoptioiden arvonmääritykseen.
5. Option tulee olla amerikkalainen optio, eli se tulee voida toteuttaa minä tahansa voimassaoloajan ajanhetkenä, ja menetelmän tulee mahdollistaa tämä.

Edellä esitettyjen lähtökohtien valossa sekä erilaisten optioiden arvonmääritysongelmien tarkastelun että menetelmien käytännön soveltuvuuden näkökulmasta tutkimuksen empiiriseen osioon soveltuviksi menetelmiksi voidaan katsoa DMM- ja FPOM-menetelmät.

Menetelmien keskinäisiä eroavaisuuksia puolestaan on esitetty alla olevassa taulukossa.

Taulukko 6. Käytännön päätöksentekoon soveltuvien ROA-menetelmien vertailu (mukaillen Collan 2011; mukaillen Kozlova ym. 2016)

	DMM	FPOM
Jakauman tyyppi	Todennäköisyysjakauma	Sumea luku
Tarvittavien kassavirtaskenaarioiden lukumäärä	Vähintään 2 kpl, eli pessimistinen ja optimistinen	Vähintään 3, eli pessimistinen, realistinen ja optimistinen

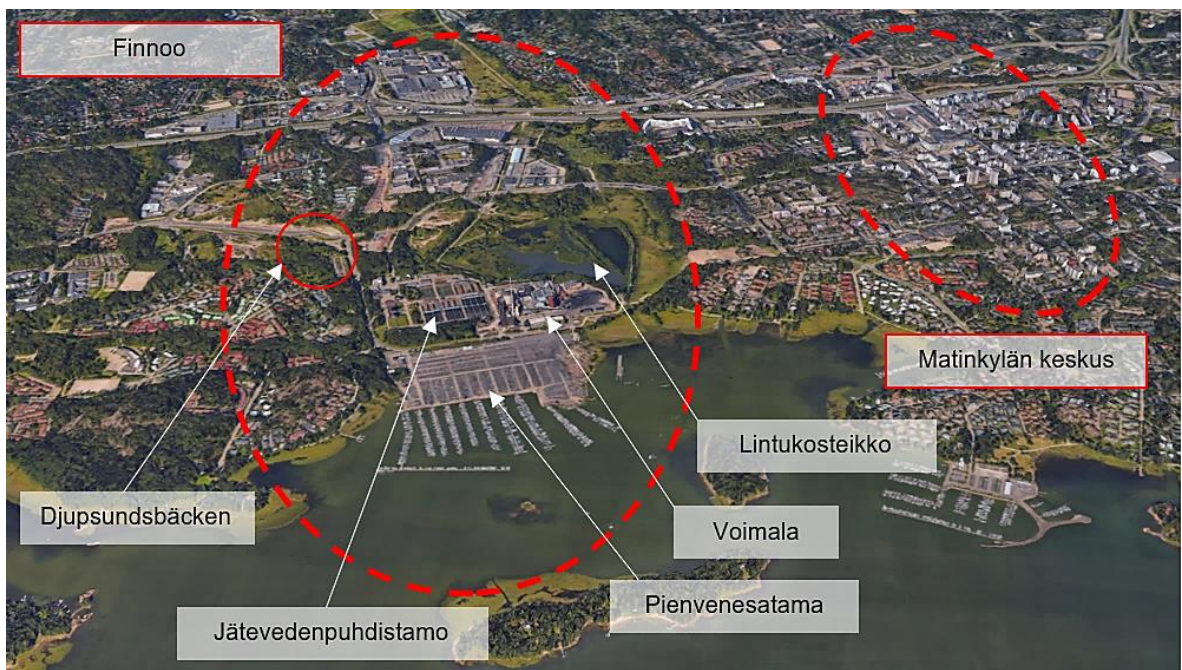
NPV – jakauman muodostaminen	Kassavirtamalli => MCS erillisellä ohjelmistolla	Kassavirtaskenaariot => kolmion muotoinen sumea luku
Iteraatioiden määrä	10 000 – 100 000	0
Toteutusta varten vaadittava ohjelmisto	Vaatii tyypillisesti erillisen simulaatio-ohjelmiston ja taitoa käyttää sitä	Tavanomainen taulukkolaskenta-ohjelmisto on riittävä
Havaintoja tuloksista	Mahdollistaa tilastollisten poikkeamien havainnoinnin kompleksisesta ongelmasta	Yksinkertaistettu kuva kompleksisesta ongelmasta

Taulukosta 6 voidaan huomata, että vaikka metodologisesti tarkasteltuna edellä mainitut menetelmät poikkeavat toimintaperiaatteeltaan sikäli, että toinen menetelmä perustuu todennäköisyyksiin ja toinen kolmion muotoisiin sumeisiin lukuihin, menetelmien käyttö olemassa olevan laskenta-aineiston pohjalta ei poikkea merkittävästi toisistaan. Kuitenkin DMM vaatii tyypillisesti erillisen simulaatio-ohjelmiston käyttöä, mikäli käyttäjän taidot ovat riittävät. Tämän tutkimuksen tarkoituksena kuitenkin oli selvittää käytännön päätöksentekoon soveltuvia menetelmiä, joten erillisen simulaatio-ohjelmiston käyttö tai sen rakentaminen esimerkiksi VBA-ohjelmointikielellä voi aiheuttaa kynnyksen DMM-menetelmän käytölle. Näin ollen tämän tutkimuksen arvonmäärittäminen valitaan FPOM ja arvonmäärittämisessä käytettävä laskentaohjelma on Microsoft Excel®.

3 TAPAUSTUTKIMUS: ESPOON FINNOO

Tapaustutkimuksen tutkimuskohteeksi valittiin Espoon Finnoon Djupsundsbackenissa sijaitseva korttelikokonaisuus. Espoon Finnoosta tulee Länsiväylältä merenrantaan asti ulottuva 17 000 asukkaan kaupunginosa, jonka korkea keskusta syntyy metroaseman päälle. Uuden kaupunginosan rakentaminen jatkuu läpi 2020-luvun. Asuntorakentaminen metrokeskuksen läheisyydessä alkoi keväällä 2020, ja ensimmäiset asukkaat pääsevät muuttamaan koteihinsa vuoden 2021 syksyllä. (Lähde: Espoon kaupunki 2021)

Nykyisin Finnoon alue on pientalovaltaista, ja alueella sijaitsee uusien asuinhankeiden tieltä väistyvää teollisuutta. Finnoon keskus on ennen Djupsundsbackenin rakentamista ollut rakentamatonta aluetta. Kuvasta 14 on nähtävissä myös luontoarvoiltaan arvokkaaksi merkitty lintukosteikko sekä sen vieressä sijaitseva voimala. Voimalan edustalla puolestaan näkyy nykyisin pienveneiden satamaksi ja talvisäilytyskäyttöön tarkoitettu alue sekä jätevedenpuhdistamo, jotka väistyvät toisaalle Finnoon rakentumisen tieltä.



Kuva 14. Finnoon alue nykyisellään ja alueen ominaispiirteet.

3.1 Tutkimusasetelma ja laskentaprosessi

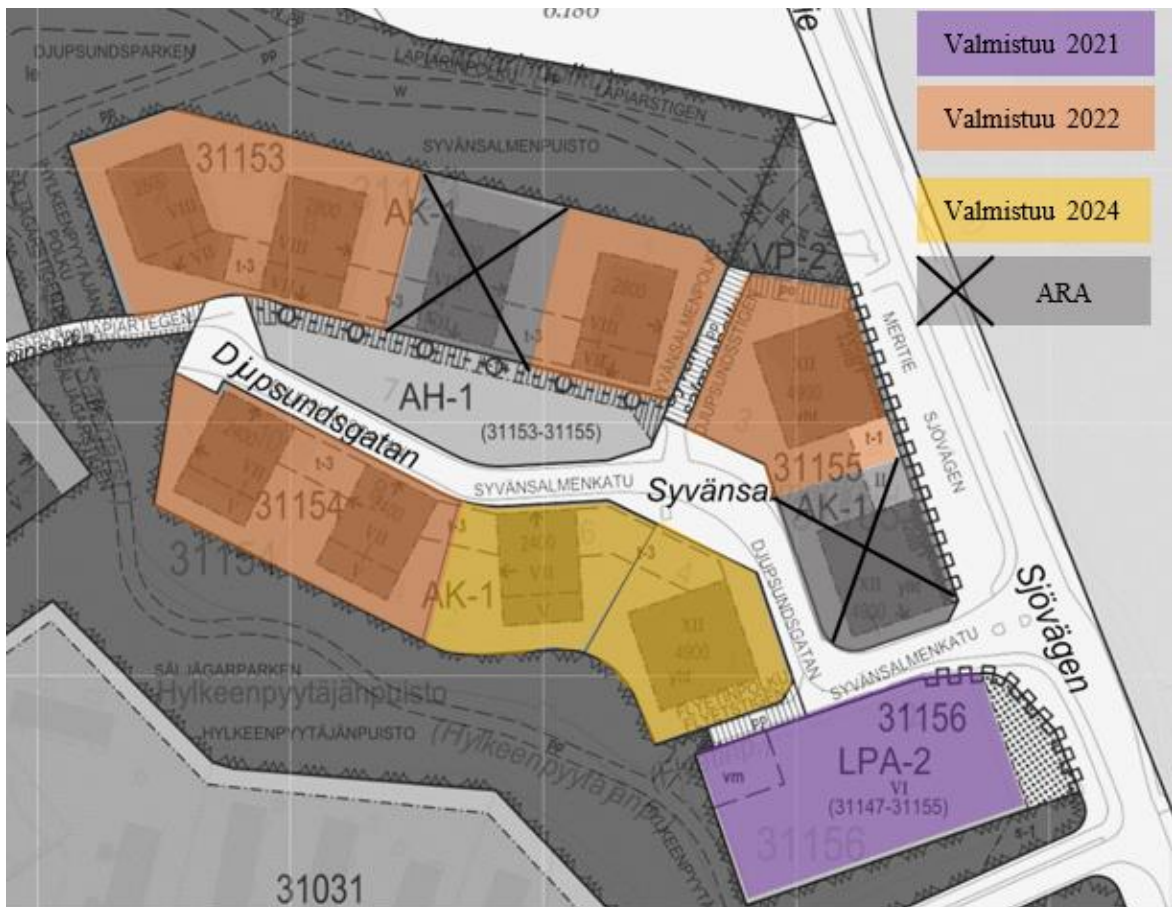
Tutkimus toteutetaan hankekehittäjän näkökulmasta. Hankekehittäjä hankkii itselleen kuvassa 14 ja 15 merkityn korttelikokonaisuuden vapaarahoitteisen tonttivarannon itselleen Espoon kaupungilta 2020. Todellisuudessa tutkimusalueelta tontteja on ostanut itselleen useampi kehittäjätaho, mutta aluekehityshankkeen vaiheistusoption arvonmäärityksen näkökulmasta oletetaan, että kehittäjä on yksi ja sama. Tutkimukseen valittu kokonaisuus muodostuu asuinkerrostalojen korttelialueista 31153, 31154 ja 31155, mitä kuvastaa kaavamerkintä AK-1. Korttelien pysäköinti on osoitettu kaavamerkinnällä LPA-2, joka viittaa kortteleiden yhteiseen, Espoon kaupungin rakennuttamaan maanpäälliseen pysäköintilaitokseen. Autopaikkojen lukumäärää mitoittavaksi pysäköintinormiksi on kaavamääräyksissä osoitettu vähintään 1 autopaikka / 110 k-m², ja hankekehittäjät merkitsevät pysäköintipaikkoja koskevat oikeudet vuonna 2021. Tutkimukseen valitut vapaarahoitteiset asuntokohteet on esitetty alla olevassa kuvassa 15.



Kuva 15. Tutkimuksessa tarkasteltavat vapaarahoitteiset asuinkorttelit.

Kuvassa 15 esitetyt kehitysstrategiat määritettiin alueella toimivien rakennusliikkeiden markkinointimateriaaleja hyödyntämällä. Materiaalien avulla saatiin määritettyä omistusasujille suunnatut RS-kohteet ja vapaarahoitteiset vuokraohteet. Mikäli kohde oli rakenteilla ja siitä ei ollut ennakkomarkkinointimateriaalia saatavilla rakennuttajan kotisivuilla ja mikäli rakennuttajataho ei kuulunut ARA:n yleishyödyllisen yhteisön listaukseen, kohde oletettiin vapaarahoitteiseksi vuokraohteeksi. Korttelin eteläisimmän osan osalta oletettiin, että kohteet ovat puolestaan RS-kohteita. Näiden tonttien osalta tontinluovutuksia ei ollut vielä toteutettu. Tässä tutkimuksessa mielenkiinnon kohteena ovat siis vapaarahoitteiset kohteet, jotka oletetaan olevan taloyhtiön omalla tontilla. Oletus taloyhtiön omistamasta tontista joudutaan tekemään siitä syystä, että KVKL:n toimittamassa kauppahintadatassa ei ollut vuokratontillisten kohteiden kauppahintoja. Tässä tutkimuksessa jätetään siis tarkastelun ulkopuolelle valtion tukemat ARA-kohteet, jotka on rastitettu kuvassa 15 ja 16.

Ennakkomarkkinointimateriaalien ja kohdekäynnin perusteella muodostettiin myös karkea alueen aikatauluarvio, joka on esitetty alla olevassa kuvassa 16. Tätä tutkimusta kirjoitettaessa 2021 oranssilla värillä korostetut kohteet ovat jo harjakorkeudessa tai runkovaiheessa, kun taas keltaisella korostetut kohteet ovat vielä aloittamatta, ja näin ollen niiden valmistusajankohdaksi on oletettu 2024. Pysäköintilaitos valmistuu puolestaan 2021.



Kuva 16. Korttelikonaisuuden asemakaava. Tutkimuksesta rajataan valtion tukemalla ARA-lainalla rahoitetut kohteet, eli tutkimuksessa tarkastellaan vain vapaarahoitteisia asuntokohteita, joiden arvioitu vaiheistus on esitetty kuvassa.

Hankkeen vaiheistus ja laajuudet on esitetty myös alla olevassa taulukossa 7.

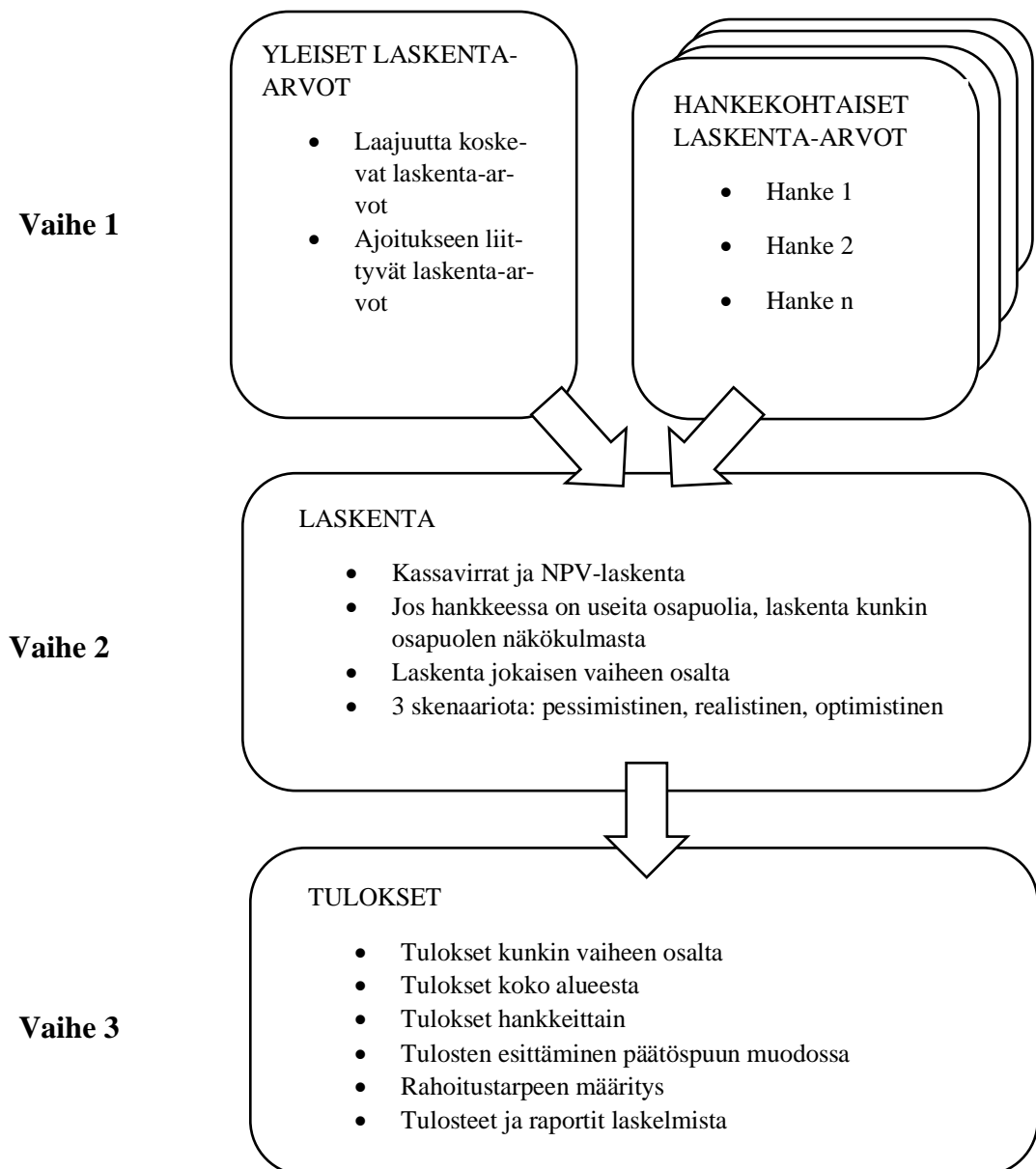
Taulukko 7. Hankkeen laajuudet ja nykyinen aikataulus.

Vaihe	Osaprojekti	Valittu kehitysstrategia	kem2	Nykyinen vaiheistus (aloi- tus)
Vaihe 1	Kohde 1 XII	Kehitetään RS kohde	4900	2021
Vaihe 1	Kohde 2 VIII	Kehitetään vuokratyö	2800	2021
Vaihe 1	Kohde 3 VIII	Kehitetään RS kohde	2800	2021
Vaihe 1	Kohde 4 VIII	Kehitetään RS kohde	2800	2021
Vaihe 1	Kohde 5 VII	Kehitetään RS kohde	2400	2021
Vaihe 1	Kohde 6 VII	Kehitetään vuokratyö	2400	2021
Vaihe 2	Kohde 7 VII	Kehitetään RS kohde	2400	2022
Vaihe 2	Kohde 8 XII	Kehitetään RS kohde	4900	2022

Tutkimuksen mielenkiinnon kohteena kuitenkin on reaalioptioanalyysi, jolla pyritään selvittämään, tulisiko ensimmäinen vaihe aloittaa heti maanhankinnan jälkeen vuonna 2021, kuten taulukossa 7 ja kuvassa 16 on esitetty, vai tulisiko aloitusta lykätä myöhempään, reaalioptioanalyysin perusteella määritettyyn optimaalisempaan ajankohtaan huomioiden alueen voimakkaan tulevaisuuden arvonkehityksen. Tässä tutkimuksessa hankkeiden kannattavuutta tarkastellaan kahdessa osassa:

1. Yksittäisten osaprojektien reaalioptioanalyysi seuraavilla optioilla ja optimaalisimman option toteutusajankohdan määrittäminen kunkin strategian osalta (kappale 4.1)
 - myydään tontti (abandon)
 - vuokrataan tontti (abandon)
 - kehitetään RS-kohde (defer)
 - kehitetään kohde vuokrasijoittajalle (defer)
2. Koko korttelin reaalioptioanalyysi lykkäämällä vaiheistusta kohdassa 1 havaitulle optimaaliselle toteutusvuodelle taulukon 7 mukaisilla strategioilla (kappale 4.2)

Tämän tutkimuksen laskentaprosessi ja taulukkolaskentaohjelmaan rakennettu laskentamalli mukailee Collanin (2010a) esittämää viitekehystä. Collanin (2010a) mukaan aluekehityshankkeen päätöksentekoa tukevan laskentaprosessin tulisi muodostua kolmesta osa-alueesta, jotka ovat laskenta-arvojen määrittäminen, varsinaisten laskelmien teko ja tulokset sekä niiden esittäminen. Lisäksi laskentajärjestelmä tulee rakentaa siten, että aluekehityshankkeen kasvavien mallinnetaan ensin pienemmissä osissa, jonka jälkeen nämä pienemmät osaprojektimoduulit kootaan yhteen. Aluekehityshankkeen kolmivaiheinen laskentaprosessi on esitetty kuvassa 17.



Kuva 17. Aluekehityshankkeen laskentamallin kolmivaiheinen laskentaprosessi.

Kuvassa 17 laskenta-arvot on jaettu projektia kokonaisuudessaan koskeviin yleisiin laskenta-arvoihin ja osaprojektien spesifisempiin arvoihin. Collanin (2010a) mukaan koko projektia koskevia yleisiä laskenta-arvoja ovat projektin aloitus ja lopetusajankohtien määrittäminen, eri vaiheiden keskinäinen ajoittaminen ja tuottovaatimusten määrittäminen.

Yksityiskohtaisemmissa laskenta-arvoissa puolestaan määritetään kunkin osaprojektin tuloihin ja menoihin liittyvät laskenta-arvot.

Hankekohtaisia menopuolen laskenta-arvoja ovat

- tontin hankinta
- tontin varainsiirtovero
- suunnittelu- ja kehityskustannukset
- rakennuskustannukset
- pysäköinti
- arvonlisävero
- kiinteistöverot.

Hankekohtaisia tulopuolen laskenta-arvoja ovat

- tontin bruttovuokra (optio vuokrata tontti)
- tontin myyntitulot (optio myydä tontti)
- asuntokohteen myyntitulot (optio kehittää RS-kohde)
- pysäköintipaikkojen myyntitulot (optio kehittää RS-kohde)
- asunto- ja pysäköintikohteen arvoa vastaavat myyntitulot (optio kehittää kohde vuokra-asuntosijoittajalle).

Laskentajärjestelmän varsinainen laskentaosio sisältää puolestaan pienemmistä osakokonaisuuksista muodostettuja ennakkolaskelmia, jotka liitetään sen jälkeen varsinaiseen laskentataulukkaan, joka kokoaa laskenta-arvot vuotuisiksi kassavirroiksi ja jonka pohjalta lasketaan koko investoinnin nettonykyarvo (Collan, 2010a). Tässä tutkimuksessa nettonykyarvot määritetään eri strategioiden osalta toisistaan poikkeavilla tuottovaatimuksilla, koska optioihin kehittää RS-kohde tai vapaarahoitteinen vuokra-asuntokohde kohdistuu huomattavasti suurempia riskejä verrattuna tontin myynti- ja vuokrausstrategioihin.

Collanin (2010a) mukaan laskentajärjestelmän tulokset puolestaan tulee esittää useissa eri muodoissa, kuten numeerisesti, graafisesti, laadullisesti sekä näiden yhdistelmänä. Tuloksia

ja päätöksentekoa voidaan havainnollistaa myös päätöksentekopuun avulla. Tulokset tulisi-kin esittää siten, että ne toimivat päätöksenteon tukena mahdollisimman hyvin. Mikäli hankkeeseen liittyy useita eri osapuolia, olisi kannattavuuslaskelmat perusteltua myös osittaa eri osapuolten kesken. (Collan, 2010a). Tämän tutkimuksen rajausten mukaisesti tulokset esitetään vain hankekehittäjän näkökulmasta, kuitenkin niin, että tulokset esitetään havainnollisella FPOM-jakaumalla.

3.2 Tutkimusmenetelmä

3.2.1 Perinteinen NPV

Tässä kappaleessa esitetään ensin perinteisen NPV-laskennan menetelmäkuvaus, jonka jälkeen esitetään menetelmällä muodostettu kassavirtamalli, hyödyntäen liitteessä 1 esitettyjä laskenta-arvoja. Perinteisen NPV:n laskentaperiaate esitetään tässä kappaleessa tarkemmin siitä syystä, että reaalioptioanalyysin tuloksia kyettäisiin vertailemaan NPV:n tuottamiin tuloksiin.

Nykyarvolla (*present value*, PV) tarkoitetaan tulevaisuudessa tapahtuvien kassavirtojen arvoa tässä ajanhetkessä. Nettonykyarvomenetelmä (*net present value*, NPV) puolestaan saa nimensä siitä, että se huomioi kassavirtojen nykyarvojen lisäksi investointikustannuksen vähentämällä sen nykyarvojen summasta. (Knüpfer & Puttonen 2014, s. 109) Menetelmä on varsin suoraviivainen. Ensin määritetään investoinnin vuotuiset kassavirrat, jonka jälkeen eri vuonna toteutuvat kassavirrat saatetaan keskenään vertailukelpoisiksi diskonttaamalla ne tuottovaatimuksella ja niiden summasta vähennetään investointikustannus. Nettonykyarvomenetelmän kaava voidaan kirjoittaa seuraavasti:

$$NPV = CF_0 + \sum_{i=1}^t \left[\frac{CF_i}{(1+r)^i} \right] \quad (7)$$

jossa NPV on projektin nettonykyarvo, CF_0 investointikustannus, CF_i vuoden i nettokassavirta ja r investoinnin tuottovaatimus.

Knüpfer & Puttonen (2014, s. 109) mukaan nettonykyarvomenetelmä tuottaa positiivisen lopputuloksen, mikäli investoinnista saatava tuotto on suurempi kuin tuottovaatimus. Vastaavasti projektin NPV on negatiivinen, kun investointi tuottaa vähemmän kuin sijoittajien tuottovaatimus on. Investoinnin hyväksymisehto on nettonykyarvomenetelmän mukaan siis seuraava:

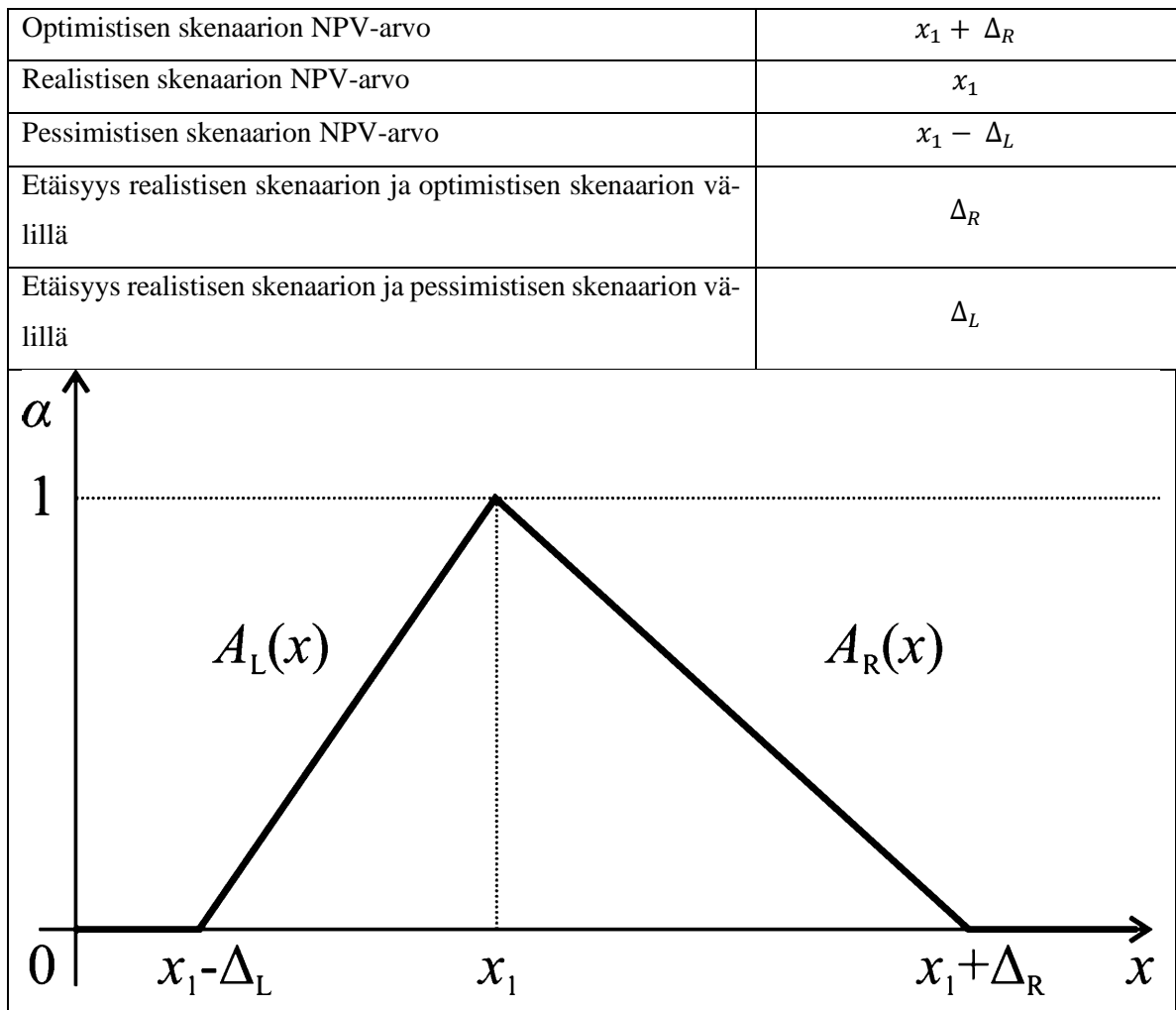
- Hyväksy investointi, kun $NPV \geq 0$
- Hylkää investointi, kun $NPV < 0$

3.2.2 Menetelmäkuvaus FPOM

Reaalioption arvonmäärittäminen tapahtuu FPOM-menetelmällä, kolmion muotoisilla sumeilla luvuilla seuraavasti:

1. Muodosta NPV-skenaariot: pessimistinen, realistinen, optimistinen.
2. Muodosta skenaarioista kolmion muotoinen sumea luku antamalla pessimistiselle ja optimistiselle skenaariolle paino 0 ja todennäköiselle skenaariolle paino 1.
3. Määritetään ROV valitsemalla oikea pikalaskentakaava skenaarioiden perusteella muodostuneen NPV-jakauman mukaisesti.

FPOM-menetelmässä jakauma muodostetaan määrittämällä arvot pessimistisimmälle ja todennäköisimmälle eli parhaan arvauksen skenaariolle. Näiden pisteiden avulla voidaan puolestaan määrittää etäisyys parhaan arvauksen ja pessimistisimmän skenaarion välillä ja etäisyys parhaan arvauksen ja optimistisimmän skenaarion välillä. Näin ollen kolmion muotoinen sumea luku voidaan määrittää käyttämällä yllä esitettyjä suureita. (Collan 2012) Yhteenvedo käytettävistä suureista on esitetty alla olevassa kuvassa 18.



Kuva 18. Kolmion muotoisen sumean luvun merkinnät.

Collanin (2012, s. 21) mukaan tuottojakaumaa edelleen analysoimalla voidaan tuottaa arvokasta tietoa päätöksentekijälle. Ensinnäkin kolmion sijoittuminen suhteessa nettonykyarvon hyväksymisehtoon eli nollaan on mielenkiintoinen tieto. Tämän tiedon muuttaminen lukuarvoksi tapahtuu jakamalla kolmion hyväksymisehdon ylittävä pinta-ala koko kolmion pinta-alalla. Laskelmasta ulos saatava lukuarvo kuvastaa investoinnin onnistumisaste prosenttia (*Success ratio*) eli hankkeen odotusarvoista todennäköisyyttä täyttää sille asetettu kannattavuus. Graafisesti tarkasteltuna onnistumisaste vastaa kysymykseen: ”*kuinka suuri osa jakaumasta on positiivisella puolella?*” Tätä prosenttilukua kutsutaan onnistumisasteeksi. Toinen suure, joka tuottojakaumasta voidaan laskea, on jakauman keskiarvo $E(A)$, joka ottaa huomioon jakauman muodon. Mikäli kolmio on symmetrinen, jakauman keskiarvo vastaa todennäköisimmän eli parhaan arvauksen nettonykyarvoa. Mikäli jakauma ei

ole muodoltaan symmetrinen, keskiarvo poikkeaa parhaasta arvauksesta. Tällöin epäsymmetrinen jakauma indikoi investointiin liittyviä nousu- tai laskupaineita, mihin perinteiset DCF-menetelmät eivät kykene. (Collan 2012, s. 19-24)

Kuvassa 18 esitetyn tuottojakauman pinta-ala voidaan laskea yksinkertaisesti kaavalla:

$$A = \frac{\Delta_L + \Delta_R}{2}, \quad (8)$$

jossa Δ_L on etäisyys parhaasta arvauksesta minimiskenaarioon, Δ_R parhaan skenaarion ja parhaimman arvauksen välinen etäisyys.

Onnistumisaste puolestaan lasketaan jakamalla suotuisten arvojen muodostama pinta-ala jakauman koko pinta-alalla. Tämä voidaan laskea kaavalla:

$$\text{Onnistumisaste} = \frac{A - A(\text{neg})}{A}, \quad (9)$$

jossa A on jakauman kokonaispinta-ala ja $A(\text{neg})$ epäsuotuisten lopputulemien muodostama ala kokonaisjakaumasta.

Koko jakauman odotusarvo voidaan laskea puolestaan kaavalla:

$$E(A) = x_1 + \frac{\Delta_R - \Delta_L}{6}, \quad (10)$$

jossa x_1 on todennäköisin paras arvaus ja Δ_L on etäisyys parhaasta arvauksesta minimiskenaarioon, Δ_R parhaan skenaarion ja parhaimman arvauksen välinen etäisyys. Jakaumasta voidaan laskea myös tuottojakauman keskihajonta jakauman keskiarvon ympärillä, mikä kertoo, kuinka levittäytynyt jakauma on. Collanin (2012, s. 117) mukaan lukuarvo toimii eräänlaisena riskin mittarina, jossa suuri keskihajonta viittaa korkeaan epätarkkuuteen. Keskihajonta voidaan laskea kaavalla:

$$\text{Keskihajonta} = \sqrt{\frac{(\Delta_L + \Delta_R)^2}{24}}, \quad (11)$$

jossa Δ_L on etäisyys parhaasta arvauksesta minimiskenaarioon, Δ_R parhaan skenaarion ja parhaimman arvauksen välinen etäisyys. Päätöksenteon kannalta helpommin ymmärrettävämpi tapa ilmaista keskihajonta on Collanin (2012, s. 177) mukaan ilmaista keskihajonta prosenttina, jolloin keskihajonta jaetaan joko parhaan arvauksen NPV:lla tai jakauman mahdolliselle keskiarvolla $E(A)$. Collan (2012, s. 177) suosittaa jakajana käytettäväksi arvoksi jakauman odotusarvoa. Keskihajonta ilmaistuna prosenttilukuna on esitetty alla olevalla kaavalla:

$$\text{Keskihajonta \%} = \frac{\sqrt{\frac{(\Delta_L + \Delta_R)^2}{24}}}{E(A)}, \quad (12)$$

jossa Δ_L on etäisyys parhaasta arvauksesta minimiskenaarioon, Δ_R parhaan skenaarion ja parhaimman arvauksen välinen etäisyys ja $E(A)$ jakauman keskiarvo. Kaavalla 18 laskettu prosenttiarvo kuvaa jakauman leveyttä, jolloin esimerkiksi jakauman keskiarvon $E(A)$ ollessa 20 ja kaavassa 11 esitetyn keskihajonnan ollessa 10 kaavalla 12 laskettu keskihajonta on 50 % keskiarvosta $E(A)$ (Collan 2012, s. 117).

Reaalioption arvo FROV-menetelmällä puolestaan määritetään Collanin (2012, s. 32) mukaan laskemalla ensin positiivisen alueen pinta-ala (E_+), jota painotetaan jakauman positiivisen alueen pinta-alan ja koko jakauman pinta-alan suhteella. Reaalioption arvo (*ROV*, *real option value*) sumealla tuottojakaumamenetelmällä voidaan määrittää siis seuraavasti:

$$ROV = \frac{\int_0^{\infty} A(x) dx}{\int_{-\infty}^{\infty} A(x) dx} \times E(A_+), \quad (13)$$

jossa $\int_0^{\infty} A(x) dx$ laskee kolmion muotoisen sumean luvun avulla esitetyn jakauman positiivisen alueen pinta-alan tuottojakaumasta, $\int_{-\infty}^{\infty} A(x) dx$ laskee pay-off-jakauman koko pinta-alan ja $E(A_+)$ on jakauman positiivisen alueen keskiarvo. $E(A_+)$ puolestaan voidaan Collanin (2012, s. 32) mukaan määrittellä eri tilanteissa sen mukaan, kuinka suhteessa NPV:n hyväksymisehtoon jakauma asettuu.

Pay-off-menetelmästä on kehitetty viimeisen reilun 10 vuoden aikana useita eri variantteja. Menetelmän ensimmäisestä FROV-versiosta (Collan, Fullér & Mezei 2009) havaittiin puutteita, kun Borges ym. (2018) havaitsivat, että alkuperäinen FROV-menetelmä tuotti negatiivisia arvoja joidenkin skenaarioiden osalta, mikä ei ole reaaliopitoteorian puitteissa mahdollista. He täydensivät FROV-mallia omalla täysin probablistisella mallilla, josta käytetään puolestaan lyhennettä FPROBROV. Stoklasa ym. (2020) puolestaan täydensivät alkupeleistä FROV-mallia Borgesin ym. (2018) tekemän havainnon pohjalta täysin possibilistiseen muotoon FPOSROV, joka korjasi aiemmin havaitut ristiriidat optioteorian kanssa ja esittelivät uuden Luukka-Stoklasa-Collan-transformaation (Luukka ym. 2019). Menetelmät tuottavat keskenään toisistaan hieman poikkeavia tuloksia. Kuitenkin FPOSROV-menetelmää voidaan pitää soveltuvimpana FPOM-menetelmänä siitä syystä, että se perustuu täysin sumeiden lukujen possibilistiseen teoriaan, kun taas FPROBROV yhdistelee sekä sumeiden lukujen teoriaa että todennäköisyysteoriaa. Edellä esitetyn FROV-menetelmän puutteiden johdosta pikalaskentakaavat esitetään FPOBROV:n ja FPOSROV:n osalta, jotka vastaavat kaavaa 20 sen mukaan, kuinka jakauma sijoittuu suhteessa NPV:n hyväksymisehtoon eli nollaan.

TAPAUS 1, koko NPV-jakauma on positiivisella puolella.

Menetelmä	Option arvo ROV-pikalaskentakaavalla
FPROBROV	$x_1 + \frac{\Delta_R - \Delta_L}{3}$
FPOSROV	$x_1 + \frac{\Delta_R - \Delta_L}{6}$

TAPAUS 2, nolla on pessimistisen ja realistisen NPV:n välissä.

Menetelmä	Option arvo ROV-pikalaskentakaavalla
FPROBROV	$\frac{\frac{x_1^2}{2} - \frac{x_1^3}{6\Delta_L} + \frac{x_1\Delta_R}{2} + \frac{\Delta_R^2}{6}}{\frac{\Delta_L - \Delta_R}{2}}$
FPOSROV	$-\frac{x_1^3}{6\Delta_L^2} + \frac{x_1^2}{2\Delta_L} + \frac{x_1}{2} + \frac{\Delta_R}{6}$

TAPAUS 3, nolla on realistisen NPV:n ja optimistisen NPV:n välissä.

Menetelmä	Option arvo ROV-pikalaskentakaavalla
FPROBROV	$\frac{\frac{x_1^3}{6\Delta_R} + \frac{x_1^2}{2} + \frac{x_1\Delta_R}{2} + \frac{\Delta_R^2}{6}}{\frac{\Delta_L - \Delta_R}{2}}$
FPOSROV	$\frac{x_1^3}{6\Delta_R^2} + \frac{x_1^2}{2\Delta_R} + \frac{x_1}{2} + \frac{\Delta_R}{6}$

TAPAUS 4, koko NPV-jakauma on negatiivisella puolella.

Menetelmä	Option arvo ROV-pikalaskentakaavalla
FPROBROV	0
FPOSROV	0

Laskelma toteutetaan hyödyntämällä edellä esitettyjä pikalaskentakaavoja tavanomaisella taulukkolaskentaohjelmalla, joka on tässä tapauksessa Microsoft Excel®.

3.3 Tutkimusaineisto

Tässä kappaleessa esitetään tutkimuksessa käytettävä tutkimusaineisto, ja kappaleessa esitetyt arvot on esitetty kootusti liitteessä 1. Lisäksi liitteessä 2 on esitetty laskenta-arvojen allokointi eri vuosille. Tapaustutkimuksessa käytettävä laskentadata muodostetaan useista eri kiinteistö- ja rakennusalalla olevista datalähteistä:

Taulukko 8. Tutkimuksessa käytetyt datalähteet.

Tarvittava laskenta-arvo	Datalähde
Laajuustiedot	Espon kaupunki, alueella myytävien asuntokehityksen ennakkomarkkinointimateriaali
Tonttikustannukset ja varainsiirtovero	MML-kauppahintarekisteri, verohallinto
Suunnittelu-, kehitys- ja rakennuskustannukset	Haahtela-tavoitehintamenetely, ks. liite 3
Kiinteistöverot	Verohallinto
RS-kohteen asuntojen ja pysäköintipaikkojen myyntihinnat	KVKL-datan omatontilliset kohteet, markkinointimateriaalit
Vuokra-asuntokehityksen arvo ja pysäköintikohteen arvo	Newsecin tuottama markkinainformaatio, valuaatio tuottoarvomenetelmällä
Yleinen inflaatio	Tilastokeskus
Talonrakentamisen kustannusindeksi	Haahtela-tarjoushintaindeksi
Kiinteistöjen reaalin arvonnousuennuste	Cityfier, tilastokeskus
Tuottovaatimukset	Rakennusteollisuus ry (2018), tonttirahastojen rahastoesitykset

Aiemmissä tutkimuksissa, joissa FPOM-menetelmää on käytetty, skenaariot on muodostettu indeksien osalta määrittämällä kvartiileja (Mintah ym. 2017). Toisin sanoen pessimististä skenaariota kuvaa tässä tutkimuksessa kustannusindeksejä koskevien arvojen osalta indeksin yläkvartiili, realistista skenaariota mediaani ja optimistisista skenaariota alakvartiili. Vastaavasti tulopuoleen vaikuttavien indeksien osalta alakvartiili muodostaa pessimistisen skenaarion, kun taas optimistisen skenaarion muodostaa indeksin yläkvartiili. Tämän tutkimuksen tavoitteena ei ole yksiselitteisesti esittää laskennassa käytettävien laskenta-arvojen määrittämisperusteita, vaan johtaa esimerkkilaskelmissa käytettävät laskenta-arvot reaaliopioanalyysin toteuttamista varten.

3.3.1 Laajuustiedot

Rakennushankkeen laajuutta tarkasteltaessa tulee tunnistaa, että hankkeessa kannattavuuslaskennassa käytettävät eri pinta-alayksiköt poikkeavat toisistaan. Kohteesta määritettävillä eri pinta-alayksiköillä ja suunnitelmatehokkuudella on suuri merkitys kannattavuuden näkökulmasta, ja hankkeen keskeisten laskenta-arvojen taustalla vaikuttavat eri pinta-alayksiköt. Lyhyesti sanottuna kannattavuusyhtälön näkökulmasta olisi keskeistä maksimoida myytävien tai vuokrattavien neliöiden määrä siten, että tuottamattomia tiloja kuten yhteiskäyttötiloja, käytäviä, porrashuoneita ja aulojen määrää minimoidaan. Tyypillisesti kaava- ja rakennusmääräykset ohjaavat edellä mainittujen tekijöiden vaatimuksia, joihin suunnitteluratkaisuilla pyritään vastaamaan mahdollisimman tehokkaasti. Tyypillisesti kustannukset lasketaan bruttoalan mukaisesti, kun taas hankkeen tulopuoli lasketaan hyötyalaan pohjautuen, koska hyötyala kuvaa vuokrattavia/myytäviä neliöitä. Asemakaavoissa puolestaan rakennusoikeuden määrä ilmoitetaan kerrosalana ja tyypillisesti tonttien myyntihinnat sidotaan rakennusoikeuden määrään ja rakennusoikeuden yksikköhintaan. Hanketalouslaskelmissa nämä suureet tyypillisesti muutetaan hyötyalaksi, jolloin ne ovat vertailukelpoisia keskenään. Rakennuksen pinta-alojen määrittämisä on esitetty RT-kortissa: RT 12-11055 seuraavasti:

- Bruttoala brm_2 on kerrostasoalojen summa, joka kuvaa koko rakennuksen laajuutta, ja se lasketaan rakennuksen ulkomittoja käyttäen (pois lukien parvekkeet).
- Hyötyalaan hym_2 lasketaan kaikki tilaohjelmaan kuuluvat tilat. Tilaohjelman ja hyötyalan ulkopuolelle jäävät yleensä rakennuksen sisäistä liikennettä palvelevat tilat,

kuten käytävät, portaat, porrashuoneet, tuulikaapit, aulat, sekä teknisiä järjestelmiä palvelevat tilat, kuten lämpökeskus ja ilmanvaihtokonehuone. Hyötyala lasketaan huonealoina. Huoneala on rakennuksen tilan ala, jonka rajoina ovat tilaa ympäröivät seinien pinnat tai niiden ajateltu jatke.

- Kerrosala k-m² on maankäyttöön ja rakennusoikeuteen liittyvä käsite, jonka määrittelee maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999) pykälässä 115. Tontin tai rakennuspaikan kerrosalalla tarkoitetaan sille rakennettaviksi sallittujen rakennusten yhteenlaskettua kerrosalaa. (§ 115, mom. 1)

Tässä tutkimuksessa käytettävät laajuudet määritettiin seuraavia lähteitä hyödyntäen:

- bruttoala brm², kohteiden myynti-ilmoituksissa esitetyt luonnoskuvat
- hyötyala hym², kohteiden myynti-ilmoituksissa esitetyt luonnoskuvat
- kerrosala k-m², Espoon kaupungin kaavadokumentit.

Hyötyneliöt vaikuttavat kohteen tulovirtojen määrittämiseen, koska hyötyneliöt ovat lopulta vuokran perusteena käytettävät neliöt tai omistusasunto-kohteen osalta myytävät neliöt. Bruttoneliöt puolestaan vaikuttavat rakennuskustannuksiin, koska ne huomioivat kaikki ulkoseinien sisälle rakennetut neliöt ottamatta huomioon sitä, kuinka suuri osa neliöistä on myytäviä ja kuinka suuri osa yhteistiloja, porrashuoneita, käytäviä ja auloja. Koska bruttoneliöt kuvaavat koko hankkeen pinta-alaa eli sitä pinta-alaa, joka on rakennettava fyysisen rakennuksen aikaansaamiseksi, niin tässä tutkimuksessa rakennuskustannukset arvioidaan €/brm² perusteisesti.

FPOM-menettelyn käytön näkökulmasta on tärkeää huomata se, että tässä tutkimuksessa suunnitelmatehokkuudet on määritetty hyödyntämällä arkkitehdin tekemiä piirustuksia, ja suunnitelmat saatiin hankekehittäjien markkinointimateriaaleista. Mikäli laskelma toteutettaisiin ennen tontin hankinnan investointipäätöstä, arkkitehtisuunnitelmia ei välttämättä olisi käytettävissä kustannusten ja käytettävän ajan säästösyistä. Esimerkiksi tontinluovutuskilpailuissa on mahdollista, että kilpailija tarjoaa tontista korkeamman hinnan, ja näin ollen hankkeeseen sidotut suunnitteluresurssit menevät hukkaan. Tästä syystä hankkeen

alkuvaiheen suunnitteluun ei yleensä sidota liikaa resursseja, vaan feasibility-tason arvioissa hyödynnetään mm. referenssikohteita ja niiden pohjalta tehtävää arviointia. Arkkitehtiluonnosten mahdollinen puuttuminen ei ole haaste FPOM-menetelmän käytölle, koska skenaariopohjaisesta analogiastaan johtuen FPOM soveltuu hyvin myös teknisen epävarmuuden mallintamiseen, koska tehokkuuden suhdeluvut kyetään asettamaan kolmen skenaarion avulla. Laajuustiedot on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 1.

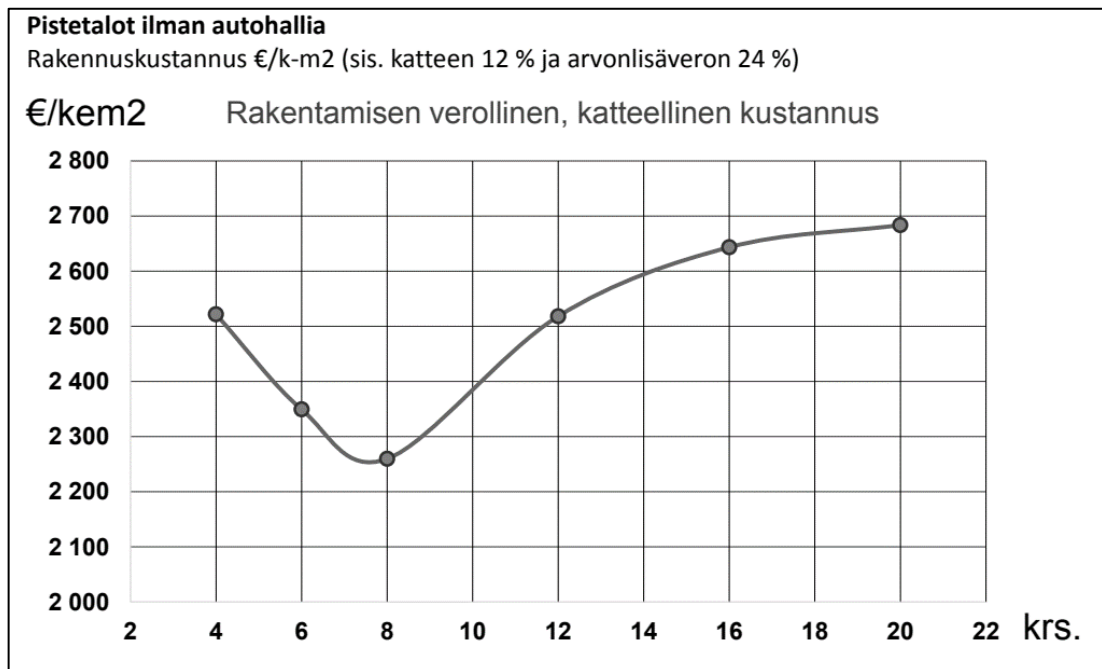
3.3.2 Tonttikustannukset ja varainsiirtovero

Vaparaohitteisten asuinkerrostalotonttien arvonmäärityksessä haettiin vertailukauppoja Finnin alueelta, eli rakennusoikeuden arvon määrityksessä käytettiin kauppa-arvomenetelmää. Alueella toteutuneet tonttikaupat on esitetty alla olevassa taulukossa:

Taulukko 9. Toteutuneet kiinteistökaupat Djupsundsbäckenin kaava-alueella.

pvm.	Kiinteistötunnus	Myyjä	tuhatta €	kem2	€/kem2	krs.
4.9.2019	49-31-121-2	Espoon kaupunki	2 531	3 500	723	VIII
4.9.2019	49-31-121-1	Espoon kaupunki	2 531	3 500	723	VIII
27.8.2020	49-31-153-5 (+)	Espoon kaupunki	4 781	7 700	621	XII
28.8.2020	49-31-154-3	Espoon kaupunki	1 754	2 400	731	VIII
28.8.2020	49-31-154-3	Espoon kaupunki	1 754	2 400	731	VIII

Taulukosta on nähtävissä, että korkeasta kohteesta maksettava tonttihinta on selvästi alhaisempi kuin muiden vertailukauppojen. Tätä voidaan perustella sillä, että rakennuskustannukset laskevat, kun kerrostalon kerrosten lukumäärä kasvaa kohti kahdeksatta kerrosta, kun taas kahdeksannen kerroksen jälkeen kiristyvät palomääräykset aiheuttavat merkittävän kustannusnousun (RAKLI 2015). Mikäli hankkeen tulopuoli eli kohteen myyntihinta oletetaan joustamattomaksi ja rakennuskustannukset vakioksi, hankekehittäjän katetavoitteisiin pääseminen edellyttää tarjottavan tonttihinnan joustamista. Kerrosten lukumäärän vaikutus rakennuskustannuksiin on esitetty alla olevassa kuvassa 19.



Kuva 19. Rakennuskustannusten kehitys pistetalossa kerroslukumäärän funktiona (RAKLI 2015).

Kuvaan 19 perustuen rationaalisesti toimiva hankekehittäjä huomioi kohdekohtaiset ominaisuudet omissa feasibility-vaiheen kustannusarvioissaan ja kannattavuuslaskelmissaan – ja tätä kautta määräytyy myös tontista tarjottava hinta. Kuvan 19 perusteella tonttihinnaksi asetettiin XII-kohteen osalta 621 €/k-m² ja VIII- sekä VII-kohteen osalta 723 €/k-m². Huomionarvoista on myös se, että tontista maksettu hinta voi poiketa tontin tämän hetken arvosta sen mukaan, onko hankekehittäjä huomioinut ja arvioinut tontin tarjouskilpailuvaiheessa mm. alueen kehitykseen ja arvonnousuun vaikuttavia tekijöitä laskelmissaan eli toisin sanoen, onko hankekehittäjä jo intuitiivisesti arvioinut arvonnousun vaikutusta myyntihintoihin tontin tarjousvaiheessa.

Lisäksi tonttikustannuksiin luettiin varainsiirtovero, koska tässä tutkimuksessa oletettiin, että kohteet sijaitsevat perustettavien taloyhtiöiden omilla tonteilla, jolloin tulee huomioida 4 %:n varainsiirtovero, koska kyseessä on kiinteistökauppa.

3.3.3 Suunnittelu-, kehitys- ja rakennuskustannukset sekä pysäköintikustannus

Tässä tutkimuksessa asuinrakennuksen uudishinta määritettiin tavoitehintamenettelyllä Talonrakennuksen kustannustieto 2008 -julkaisun avulla (Haahtela & Kiiras 2008). Tavoitehintamenettelyllä tarkoitetaan rakennushankkeen hinnan määrittelyä tilapohjaisesti. Tilapohjaisessa tavoitehinta-arviossa tilakohtaiset kustannukset kerrotaan tilojen neliömäärillä, jonka jälkeen kustannukset lasketaan yhteen (Haahtela & Kiiras 2008). Tavoitehintamenettelyn tuottamat tulokset on esitetty liitteessä 3. Tässä tutkimuksessa pessimistinen skenaario määritettiin kasvattamalla realistisen skenaarion kustannuksia 15 % ja optimistinen skenaario laskelmalla realistisen skenaarion kustannuksia 10 %. Jakaumasta tehtiin vino siitä syystä, että kustannuksilla on olemassa teoreettinen alaraja, jota edullisemmin kohdetta ei voida rakentaa, mutta kustannusten ylityksille ylärajaa ei puolestaan ole. Rakentamisen kokonaiskustannukset jaettiin tässä tutkimuksessa kahteen osaan: kehitys- ja suunnitteluvaiheeseen (12 %) ja rakentamiseen (88 %) kustannusten allokaation takia. Tyypillisesti kehitys- ja suunnittelukustannukset realisoituvat ajallisesti etupainossa suhteessa rakennuskustannuksiin ja hankkeen kumulatiiviset kokonaiskustannukset noudattavat nk. s-käyrää (esim. Cristóbal 2017; Chao & Chen 2015)

Pysäköintiratkaisun kustannukset ovat yksi keskeisimmistä koko hankkeen kustannuksiin vaikuttavista tekijöistä. Hankkeen pysäköinnin kokonaiskustannuksiin vaikuttaa pysäköintiratkaisun kustannus €/ap ja pysäköintipaikkojen määrää ohjaava pysäköintinormia koskeva kaavamääräys. Tämän hankkeen osalta kaavassa pysäköinti on osoitettu LPA-2-pysäköinti-alueelle, joka on Espoon kaupungin rakennuttama pysäköintilaitos. Kiinteistö Oy Finnoon Pysäköinti I -niminen yhtiö luovuttaa pysäköintipaikkojen hallintaoikeuden korvausta vastaan. Vaiheistuksen ja aloituksen lykkäämisen näkökulmasta on oletettu, että hallintaoikeus siirtyy kaupalla vuonna 2021. Arvio pysäköintipaikkojen kauppahinnasta on esitetty alla.

Taulukko 10. Pysäköintipaikoista maksettava korvaus. Kustannuksille tehtiin alkuperäisessä lähteessä esitetystä kustannustasosta indeksikorjaus.

Kohde	Pessimistinen (ALV 0 %)	Realistinen (ALV 0 %)	Optimistinen (ALV 0 %)	Lähde
ind. 2015 (88)	21 280 €/ap	17 320 €/ap	11 400 €/ap	RAKLI (2015)
ind. 2020 (103)	24 910 €/ap	20 270 €/ap	13 340 €/ap	indeksikorjattu

Hankkeen kokonaisinvestointien näkökulmasta keskeistä on huomata, että myös arvonlisävero tulee lukea hankekehittäjän investoinniksi, koska asunto-osakekaupassa ja kiinteistökaupoissa ei makseta arvonlisäveroa. Tässä tutkimuksessa arvonlisäverokannaksi on oletettu 24 %, vaikka omaperusteista tuotantoa harjoittavilla toimijoilla lopullinen verokanta voi olla tätä matalampi, jolloin puhutaan rakentamispalvelun oman käytön huomioimisesta (AVL 22 §).

3.3.4 Kiinteistöverot

Maapohjan verotusarvo muodostuu Verohallinnon antaman ohjeen mukaan siten, että tontin verotusarvo on 75 % tontin käyvästä arvosta (Verohallinto 2021). Kiinteistöverojen määrittämisessä puolestaan sovelletaan tontin verotusarvosta laskettavaa kiinteistöveroprosenttia, joka vaihtelee kunnittain ja kiinteistön käyttötarkoituksen mukaan. Kiinteistöverojen määrityksen lähtökohtana on yleinen kiinteistöveroprosentti, jonka suuruus Espoossa vuonna 2021 on 1,00 % (Verohallinto 2021). Kiinteistöverolain 12 a § säädetään kuitenkin erikseen rakentamattoman rakennuspaikan veroprosentista, joka on merkittävästi korkeampi kuin yleinen kiinteistöveroprosentti. Kiinteistöverolain 12 a §:n mukaan erillistä veroprosenttia sovelletaan rakentamattomaan rakennuspaikkaan, jos

- 1) asemakaava on ollut voimassa vähintään vuoden ennen kalenterivuoden alkua
- 2) asemakaavan mukaan rakennuspaikan rakennusoikeudesta yli puolet on kaavoitettu asuntotarkoitukseen
- 3) rakennuspaikalla ei ole asuinkäytössä olevaa asuinrakennusta eikä sille ole maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) 149 c §:ssä tarkoitettulla tavalla ryhdytty rakentamaan sellaista ennen kalenterivuoden alkua

- 4) rakennuspaikalle on maankäyttö- ja rakennuslain 135 §:ssä tarkoitettu käyttökelpoinen pääsytie tai mahdollisuus sellaisen järjestämiseen
- 5) rakennuspaikka on liitettävissä yleiseen vesijohtoon ja viemäriin vesihuoltolain (119/2001) 10 §:n mukaisesti
- 6) rakennuspaikalla ei ole maankäyttö- ja rakennuslain 38 tai 53 §:ssä taikka 58 §:n 5 momentissa tarkoitettua rakennuskieltoa ja
- 7) rakennuspaikka on saman omistajan omistuksessa.

Espoossa vuonna 2021 rakentamattoman asuintontin kiinteistövero on 4,43 % tontin verotusarvosta (Verohallinto 2021) laskettuna, ja verotusarvon puolestaan on määritetty olevan 75 % kauppahinnasta (Verohallinto 2021). Korotetulla kiinteistöverolla pyritään vauhdittamaan asemakaavoitettujen alueiden rakentumista. Tässä tutkimuksessa korotettu kiinteistövero voidaan nähdä eräänlaisena lykkäysoption merkintäkustannuksena. Toisin sanoen hankkeen aloituksen lykkäämisen vuotuisena hintana on korotettu kiinteistövero. Lisäksi tontin vuokrastrategian osalta käytetään yleistä kiinteistöveroprosenttia tarkasteluperiodin ajalta.

3.3.5 RS-kohteen ja pysäköintipaikkojen myyntihinnat

Asuntojen myyntihinnat määritettiin Kiinteistönvälittäjien keskusliiton KVKL toimittaman datan avulla. KVKL:n hintaseurantapalvelusta haettiin Finnnoon uudiskohteiden toteutuneita myyntihintoja ja datasta määritettiin myyntihintojen mediaani, jota käytetään tässä tutkimuksessa kaikissa skenaarioissa. Kuten edellä esitettyjen laajuuksien osalta, myös myyntihintoihin liittyy tyypillisesti epävarmuutta erityisesti tilanteissa, joissa vertailudataa ei ole käytettävissä, ja tämä epävarmuus voidaan huomioida FPOM-menetelmässä. Esimerkiksi Finnnoon alueelle rakennettujen ensimmäisten kerrostalokohteiden osalta myyntihintojen arviointi on todennäköisesti ollut haasteellista, koska alue on ollut ennen Djupsundsbackenin rakentumista rakentamatonta. Kuitenkin, koska tämä tutkimus on tehty jälkikäteen ja alueen toteutuneita kauppahintoja on ollut käytettävissä, oletettiin myyntihintojen nykyarvo varmaksi laskemalla KVKL-datan perusteella mediaani 6 019 €/hym², ja tätä arvoa käytettiin kaikissa skenaarioissa. Pysäköintipaikkojen myyntihinta puolestaan saatiin alueella

toimivien hankekehittäjien markkinointimateriaaleista, jossa pysäköintipaikan myyntihinnaksi määritettiin 14 000 €/pysäköintipaikka. Myös pysäköintipaikkojen myyntihinta oletettiin kaikkien skenaarioiden osalta samaksi. Myyntihinnat on kokonaisuudessaan esitetty liitteessä 1.

3.3.6 Vuokra-asuntokohteen arvo ja pysäköintipaikkojen arvo vuokrasijoittajalle

Kiinteistöalalla kassavirtaa tuottavien kiinteistöjen osalta useat eri toimijat toimittavat markkinainformaatiota, joista Suomessa tunnetuimpia ovat mm. KTI ja muut neuvonantopalveluja tuottavat yritykset. Markkinainformaatiota voidaan käyttää vuokratassavirtaa tuottavien kohteiden arvonmäärittämiseen tuottoarvomenetelmällä. Tuottoarvomenetelmässä diskonttokorkoa soveltaen muutetaan tulevaisuuden ennustetut kassavirrat nykyarvoiseksi kohteen arvon määrittämiseksi (Viitanen & Falkenbach 2014a). Kohteen tuottoarvo voidaan määrittää seuraavien laskenta-arvojen perusteella tyypillisesti 10 vuoden laskentaperiodilla:

- bruttovuokra
- nettotuottovaatimus
- vajaakäyttöaste
- käyttö- ja ylläpitokustannukset (mahdolliset tonttivuokrat)
- korjaukset ja ajanmukaistamiskustannukset (huomioidaan tässä tutkimuksessa uudiskohteella vain jäännösarvossa).

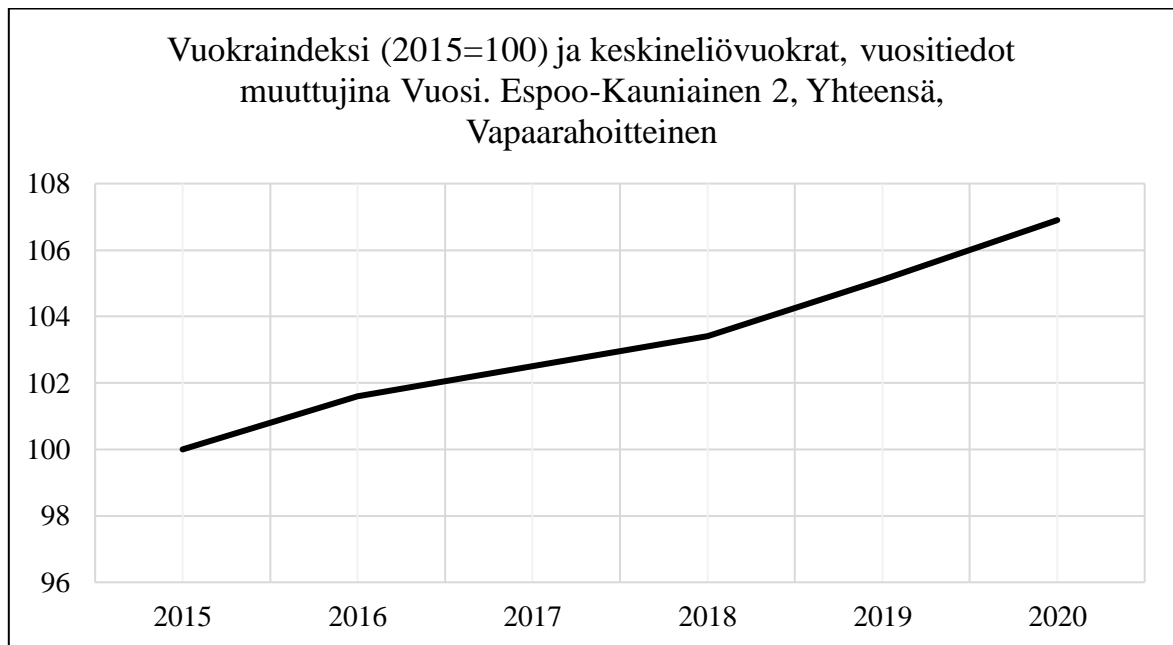
Tässä tapaustutkimuksessa käytetään Newsecin tuottamaa laskentadataa bruttovuokrien, vajaakäytön ja nettotuottoasteen osalta. Datan osalta on huomattava, että koska tapaustutkimuskohde on nk. greenfield-hanke eli hanke, jota ei toteuteta olemassa olevaan kaupunkiympäristöön, ei suoraa kohdemarkkinadataa ole käytettävissä. palveluntarjoaja on puolestaan määrittellyt Finnoon lähellä oleville asuinalueille markkinainformaatiota:

KTI (2021) määrittelee bruttovuokran vuokraksi, jolla katetaan kiinteistökustannukset. Bruttovuokra on vuokralaisen tilasta maksama kokonaisvuokra, joka sisältää korvauksen tilaan sidotulle pääomalle (pääomakustannukset ja pääoman erilliskustannukset) ja ylläpidon kustannukset.

Taulukko 11. Asuntojen bruttovuokratasot Espoon eri osamarkkinoilla vuoden 2016 jälkeen valmistuneiden rakennusten osalta ja uudiskohteelle arvioidut arviot Finnoossa.

Osamarkkina	Pessimistinen	Realistinen	Optimistinen	Lähde
Espoo / A Matinkylä 1	20,0	23,0	24,0	Newse
Espoo / B Matinkylä 2	18,1	21,2	22,1	Newsc
Espoo / B Olari	17,8	19,0	21,7	Newse
Espoo / B Espoonlahti	19,0	20,5	22,5	Newse
Finnoo	21,5	22,0	22,5	Arvio

Tuottoarvomenetelmässä asetetaan sekä vuokrille että kustannuksille tyypillisesti kasvunopeudet. Usein vuokrasopimuksissa vuokrat sidotaan elinkustannusindeksiin, mutta esimerkiksi vuokralaisen vaihduttua vuokranantajalla on mahdollisuus korjata asunnosta saatavaa vuokraa. Vapaarahoitteisten kerrostaloasuntojen vuokratasojen kehitys on esitetty alla olevassa kuvassa 20.



Kuva 20. Vapaarahoitteisten asuntojen vuokrien kehittyminen Espoo-Kauniainen 2 -alueella.

Vuokrien kasvuindeksistä muodostettiin edelleen skenaariot, jotka on esitetty liitteessä 1. Datan perusteella vuokrien kasvunopeus Espoo-Kauniainen 2 -alueella, johon myös Finnoo kuuluu, on ollut yleistä inflaatiota nopeampaa. Vuokrien kasvun osalta skenaariot muodostettiin siten, että pessimistiseksi skenaarioksi valittiin yleinen inflaatio-oletus, koska

oletettiin, että vuokrat sidotaan vähintään elinkustannusindeksiin, kun taas realistinen skenaario muodostettiin datan mediaaniarvosta ja optimistinen skenaario ylimmästä kvartiilista.

Nettotuottovaatimukset kuvaavat asuntokohteen reaalista vuokratuottovaatimusta eri osamarkkinoilla. KTI (2021) määrittelee nettovaatimuksen yleistermiksi tuottovaatimuksesta, jolla tarkoitetaan markkinavuokriin perustuvien nettovuokratuottojen suhdetta kiinteistöjen hintoihin. Nettotuottovaatimuksesta käytetään myös termiä yield ja cpitalization rate. Finnoon osalta skenaariot arvioitiin olemassa olevien laskenta-arvojen perusteella.

Taulukko 12. Asuntojen nettotuottovaatimukset Espoon eri osamarkkinoilla vuoden 2016 jälkeen valmistuneiden rakennusten osalta ja uudiskohteelle arvioidut arviot Finnoossa.

Osamarkkina	Pessimistinen	Realistinen	Optimistinen	Lähde
Espoo / A Matinkylä 1	4,80 %	4,10 %	3,60 %	Newsec
Espoo / B Matinkylä 2	5,00 %	4,50 %	3,80 %	Newsec
Espoo / B Olari	5,00 %	4,50 %	3,80 %	Newsec
Espoo / B Espoonlahti	5,00 %	4,50 %	3,80 %	Newsec
Finnoo	4,50 %	4,00 %	3,80 %	Arvio

KTI (2021) määrittelee vajaakäyttöasteen tunnusluvuksi, joka kuvaa vapaana olevien tilojen prosentuaalista osuutta osamarkkinan koko tilakannasta. Asuntojen osalta vajaakäyttöaste on esitetty alla olevassa taulukossa.

Taulukko 13. Asuntojen vajaakäyttöasteet Espoon eri osamarkkinoilla vuoden 2016 jälkeen valmistuneiden rakennusten osalta ja uudiskohteelle arvioidut arviot Finnoossa.

Osamarkkina	Pessimistinen	Realistinen	Optimistinen	Lähde
Espoo / A Matinkylä 1	4,00 %	3,00 %	2,00 %	Newsec
Espoo / B Matinkylä 2	4,00 %	3,00 %	2,00 %	Newsec
Espoo / B Olari	4,00 %	3,00 %	2,00 %	Newsec
Espoo / B Espoonlahti	4,00 %	3,00 %	2,00 %	Newsec
Finnoo	4,50 %	3,00 %	2,00 %	Arvio

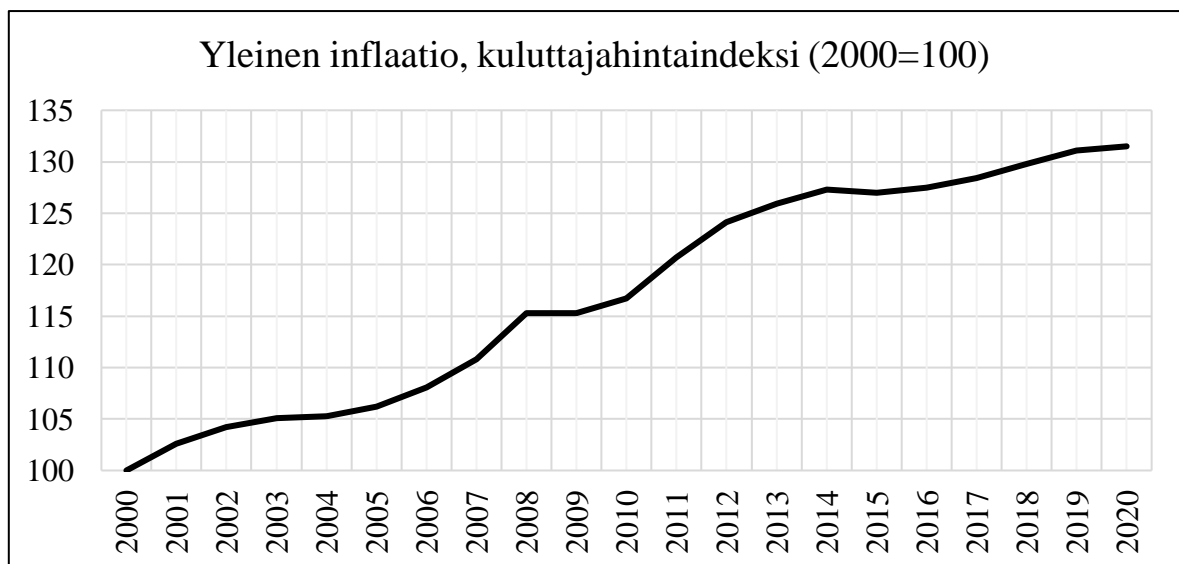
KTI (2021) määrittelee käyttö- ja ylläpitokustannuksiin sisältyvän kiinteistön päivittäisestä käytöstä ja ylläpidosta aiheutuvat muuttuvat ja kiinteät kustannukset, jotka koostuvat henkilöstö-, aine-, tarvike- ja kalustokuluista. Ylläpitokustannukset määritettiin niin ikään tässä tapaustutkimuksessa asuntojen myynti-ilmoituksissa esitettyjen hoitovastikkeiden perusteella. Vastikkeen suuruudeksi ilmoitettiin 4,1 €/hym² VIII- ja VII-kohteiden osalta ja 4,2 XIII-kohteen osalta. Arvioihin on lisätty vielä suuruudeltaan 0,1 €/hym²/kk oleva lisä johdun mahdollisesta vuokranvälityskulusta, jos oletetaan, että vuokra-asuntosijoittaja ostaa

vuokrauksen palveluna. Pessimistinen ja optimistinen skenaario muodostettiin realistisesta skenaariosta $\pm 0,1$ €/hym²/kk. Käyttö- ja ylläpitokustannukset on esitetty liitteessä 1.

Tulevat korjauskustannukset oletetaan alkavan 11 vuoden kuluttua valmistumisesta, koska oletetaan, että uudiskohteessa ei merkittäviä korjaustarpeita ilmene ensimmäisen 10 vuoden aikana. Korjauskustannusten suuruudeksi arvioidaan 0,50 €/hym²/kk $\pm 0,05$ €/hym²/kk. Korjauskustannusten hintaindeksi noudattaa myöhemmin kappaleessa 3.3.8 esitettävää Haahtela-indeksiä. Käyttö- ja ylläpitokustannukset on esitetty liitteessä 1.

3.3.7 Yleinen inflaatio

Yleisen inflaation mittarina käytettiin tilastokeskuksen kuluttajahintaindeksiä, jonka piste-luvusta määritettiin vuotuinen keskimääräinen inflaatio. Tilastokeskuksen mukaan kuluttajahintaindeksillä mitatun inflaation mediaani on ollut keskimäärin 1,1 % viimeisen 20 vuoden aikana. Kuluttajahintaindeksi on esitetty seuraavassa kuvassa:



Kuva 21. Kuluttajahintaindeksi.

Koska tässä tutkimuksessa laskelmat toteutetaan nimellisillä arvoilla, tulee laskenta-arvoihin huomioida inflaation vaikutus niin tuottovaatimuksen kuin reaalisten tulo- ja menoerienkin osalta.

3.3.8 Suunnittelu- ja rakennuskustannusten inflaatio

Rakennuskustannusten hinta-indeksinä käytetään rakennusalalla yleisesti käytettyä HAAHTELA-tarjoushintaindeksiä™, joka on muuttuvapainoinen ja muuttuvahintainen rakentamisen tarjoushintaindeksi. Indeksillä kuvataan tarjoushintatason kehittymistä indeksialueilla. Rakennushankkeiden budjetoitua varten indeksin kehittyminen ennustetaan vuodeksi eteenpäin. Tarjoushintaindeksillä tarkoitetaan uudisrakennushankkeiden urakkatarjoushintojen mittaamista johonkin perusvuoteen nähden, ja sen kehitykseen vaikuttaa panoshintojen ohella tuottavuus ja katemuutokset.



Kuva 22. Haahtela-tarjoushintaindeksi vuodesta 2000 alkaen.

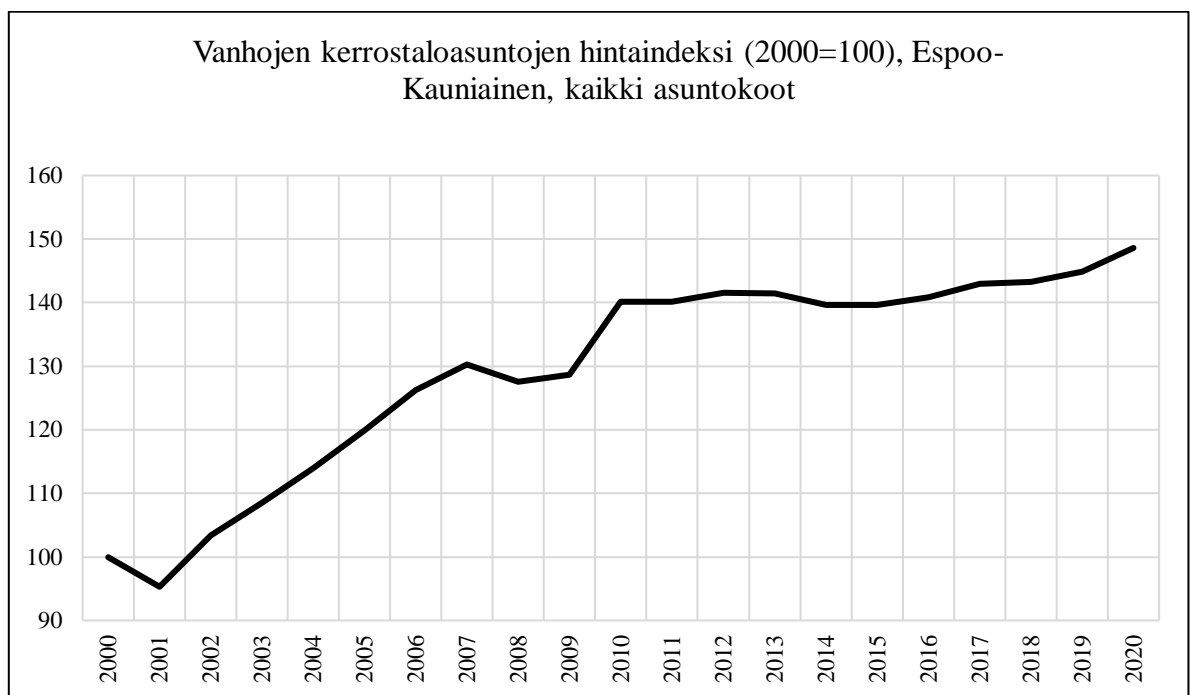
Tätä tutkimusta varten kustannusennusteiden skenaariot muodostettiin Haahtela-indeksin vuosien 2000 ja 2020 välisellä datalla. Näistä oletuksista tehdään perusskenaariot vuodesta 2023 alkaen. Kuitenkin vuodelle 2021 (+1,95 %) ja vuodelle 2022 (+3,35 %) käytetään indeksin ennustelukuja, koska ne ovat toimivat parhaana arvauksena kustannusten kehityksestä lyhyellä aikavälillä. Skenaariot muodostettiin ylimmän kvartiilin, mediaanin ja alimman kvartiilin avulla. Vuodesta 2023 eteenpäin. Suunnittelu- ja rakennuskustannusten sekä pysäköinnin kustannukset on esitetty liitteessä 1, jossa on esitetty myös Haahtela-indeksin kehitys.

3.3.9 Kiinteistöjen reaalin arvonnousuennuste

Tässä tutkimuksessa arvonnousu muodostuu kahdesta eri lähteestä:

- reaalisesta alueellisesta arvonnousuennusteesta
- palveluperusteisesta arvonnoususta Cityfier.

Reaalisen yleisen arvonnousuennusteen määrittämisessä käytettiin tilastokeskuksen datasta vanhojen osakeasuntojen reaalista hintaindeksiä Espoo-Kauniainen. Tällä pyritään huomiomaan pääkaupunkiseudun muuttovoitosta sekä kysyntä-tarjontatasapainosta aiheutuva arvonnousu. Indeksien perusvuotena on käytetty vuotta 2000, ja asuntojen hintojen kehittyminen kaikkien kerrostaloasuntojen osalta on esitetty alla olevassa kuvassa 23.



Kuva 23. Vanhojen osakeasuntojen reaalin hintakehitys Espoo-Kaunianen 2 -alueella.

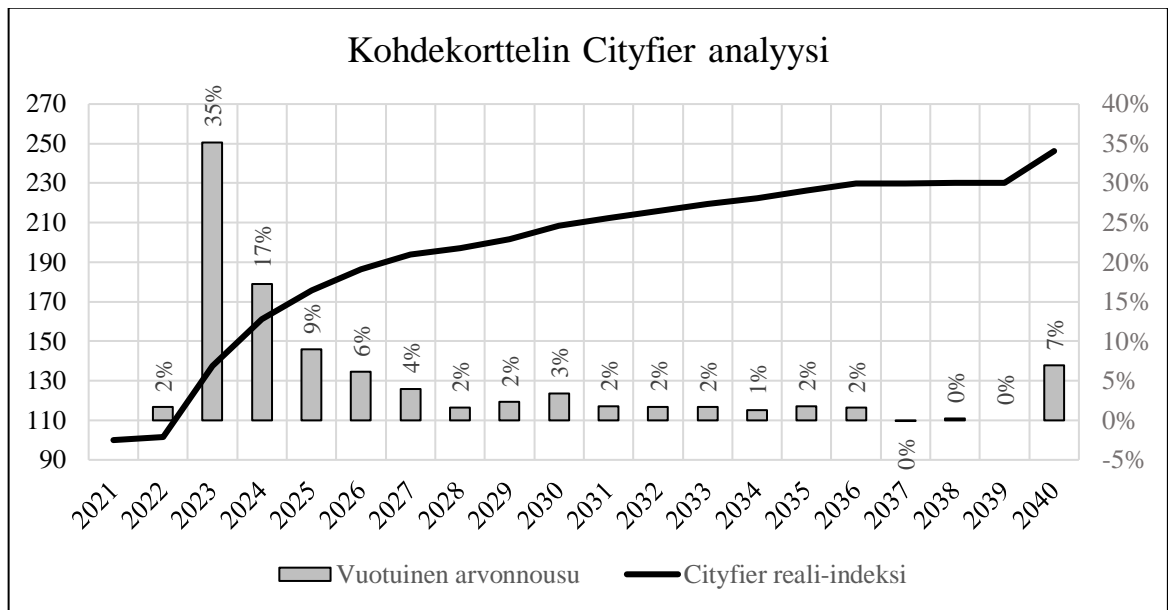
Laskentaan valitut skenaariot määritettiin puolestaan laskelmalla vuosien 2000 ja 2020 välillä olleen hintojennousun toinen kvantiili (0,9 %), mediaani (1,1 %) ja kolmas kvantiili (1,7 %). Yleisen arvonnousun osalta käytettiin skenaarioissa edellä esitettyjä luokkia kvartiileiden sijaan, koska historiallinen reaalin arvonnousu osaltansa sisältää myös Cityfierin huomioimaa palveluinvestoinneista johtunutta arvonnousua esimerkiksi länsimetron ensimmäisestä vaihteesta johtunutta arvonnousua. Mikäli laskenta-arvoina olisi käytetty kvartiileita,

olisi kokonaisarvonnousu muodostunut hyvin suureksi erityisesti optimistisiman skenaarion osalta pitkillä aikasarjoilla, etenkin kun reaaliseseen yleiseen arvonnousuun olisi yhdistetty Cityfierin tuottama arvonnousu.

Palveluperusteiseen arvonnousuennusteen määrittämiseen käytettiin tässä tutkimuksessa Cityfier-palvelua. Cityfier® on maankäytön ja kiinteistöjen alkuvaiheen suunnitteluun tarkoitettu palvelu, jolla voi vertailla kaupunginosan arvokomponentteja ja saada kaupunkitalouden tutkimuksia soveltavan ennusteen alueen arvon kehitykselle. Liikenne- ja palveluinvestointien vaikutusta asuntojen arvoon on tutkittu kaupunkitaloustieteessä useissa tutkimuksissa katso: Laakso (1986); Harjunen (2018); Manninen (2021), mutta näiden tutkimusten ongelmana kuitenkin on, että ne tarkastelevat yhden palveluinvestoinnin kuten metron vaikutusta arvonnousuun, eivätkä ne näin ollen huomioi koko alueen palvelujen kehittymistä. Cityfierin avulla voidaan arvioida puolestaan alueen arvonnousua 80 % tarkkuudella jopa 20 vuoden päähän, ja palvelun monimuuttujamalli mittaa yhden arvokomponentin sijasta useita arvokomponentteja hyödyntämällä mm. seuraavia avoimia tietolähteitä:

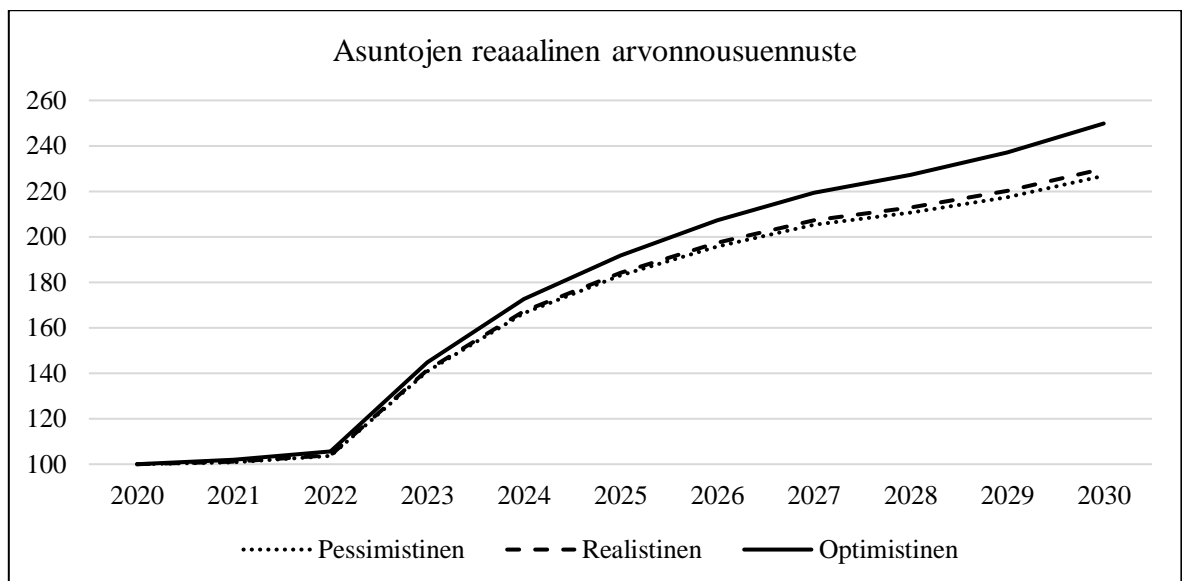
- rakennetut kiinteistöt
- liikennepysäkit
- rakenteilla olevat kiinteistöt
- valmiit asemakaavat
- vireillä olevat asemakaavat
- periaateluonnokset
- kaavarunko-aineisto
- muut kaavaselvitykset (Cityfier 2021).

Kohdekiinteistön Cityfier-analyysin ennuste on esitetty alla olevassa kuvassa 24.



Kuva 24. Tutkimuskohteen Cityfier-arvonnousuennuste.

Reaalinen kokonaisarvonnousuennuste on puolestaan muodostettu laskemalla yhteen alueelliseen historiadataan nojaava reaalinen arvonnousuennuste ja reaalinen Cityfier-palvelun ennuste, koska Cityfier huomioi ennusteessaan palveluiden arvonnousun vaikutuksen, mutta arvonnousua muodostuu myös yleisen kysyntään ja tarjotaan nojaavan viitekehysten perusteella. Ennuste on esitetty alla olevassa kuvassa 25.



Kuva 25. Reaalinen arvonnousuennuste muodostettiin Espoon historiallisen reaalisen arvonnousun perusteella ja Cityfier-ennusteiden perusteella.

Kuvasta 25 on nähtävissä, että mitä pidemmälle ennuste ulottuu, sitä suuremmaksi epävarmuus muodostuu eri skenaarioiden osalta. Tämä johtuu siitä, että esimerkiksi optimistisimman skenaarion osalta oletetaan, että kohteen arvo nousee vuosittain 1,96 % tilastokeskuksen historiadataan nojaten. Menetelmällisesti FPOM-menetelmä kuitenkin painottaa skenaarioiden ääripäiden sijaan realistista skenaariota, Realistinen skenaario saa tässä painon 1 sumean luvun jakaumasta, kun taas ääripäät saavat painon 0. Skenaarioiden väliset mahdolliset lopputulemat puolestaan saavat painon 0:n ja 1:n väliltä.

Tässä tutkimuksessa arvonnousuennustetta käytetään kaikkien tutkittavien kehitysstrategioiden osalta eli:

- rakentamattoman tontin myyntihinnan arvonnousun ennustamiseen
- rakentamattoman vuokratontin sopimusvuokran ennustamiseen sopimusvuonna, kun laskentaperusteena käytetään tontin markkina-arvon kehitystä
 - Taulukossa 9 esitetyistä kiinteistökaupoista yksi oli tonttirahaston kauppa, ja kiinteistökaupan rakennusoikeuden yksikköhinta oli 731 €/k-m². Asuntokohteen markkinointiesitteessä myytävää asuinneliötä kohti tonttivuokravastikkeeksi oli osoitettu 3,16 €/hym²/kk. Kerrosneliötä kohti tämä tekee puolestaan 0,86 hym²/k-m² muuntokertoimella 2,72 €/k-m²/kk, joka tarkoittaa 731 €/k-m² tonttihinnasta 4,5 % vuokraa. Vuokraperusteeksi asetettiin näin ollen 4,5 % tontin vuokrausstrategian osalta.
- myytävien RS asuntojen arvonnousun ennustamiseen
- vuokra-asuntosijoittajille myytävien vuokra-asuntojen arvonnousun ennustamiseen, kun niiden nykyarvo on ensin määritetty tuottoarvomenetelmällä.

3.3.10 Tuottovaatimukset

Vuokratonttien tuottovaatimuksena käytetään laskelmissa 4,0 %:a. Tätä tuottovaatimusta käytetään myös tontin myyntistrategian osalta perustuen Suomessa toimivien

erikoissijoitusrahastojen rahastoesitteisiin (Ålandsbanken 2020, S-Pankki Tontti erikoissijoitusrahasto 2021).

Kehitysstrategioiden (eli kohteen kehittäminen omistusasunnoiksi tai kohteen kehittäminen vuokrasijoittajalle) tuottovaatimuksena tässä tutkimuksessa hankekehittäjien reaalisiksi tuottovaatimustavoitteeksi yksittäiselle projektille asetetaan 20 %. Hankekehittäjien tuottovaatimuksiin ei löytynyt tätä tutkimusta tehdessä dataa, mutta Rakennusteollisuus ry on julkaissut dataa jäsenyritystensä kannattavuudesta. Vuoden 2018 selvityksen mukaan sijoitetun pääoman tuotto on ollut 14,5 - 28,3 %:n luokkaa, ks. taulukko 14. Hankekehittäjän oman pääomantuottovaatimuksia koskevaa tutkimustietoa on heikosti saatavilla, mutta löydettyjen lähteiden perusteella riskipreemiot ovat olleet n. 20 %:n luokkaa: (Codosero Rodas ym. (2020) 21,64 %; Simmons (1999) 16 %).

Aiemmissä FPOM-tutkimuksissa on tyypillisesti käytetty eri tuottovaatimusta menojen ja tulojen osalta. Tämän taustalla puolestaan on ajatus siitä, että tuotot ovat tyypillisesti investoinnin omistajan näkökulmasta vähemmän kontrollissa kuin kustannukset, ja tästä syystä tuottoja on diskontattu korkeammalla riskillä. Puolestaan tavanomaisissa kannattavuuslaskelmissa käytetään tyypillisesti samaa tuottovaatimusta sekä menojen että tulojen osalta. FPOM-tutkimuksissa Mitah ym. (2017) ovat käyttäneet FPOM-tutkimukselle tyypillisesti investointikustannusten diskonttokorkona riskitöntä korkoa 2,5 %, ja vastaavasti tulovirtojen diskonttokorkona käytettiin 10,23 %:a, joista jälkimmäinen vastasi Australian Pohjois-Melbournessa olevia keskimääräisiä 10 vuoden tuottoja inflaatio-oletuksen ollen samanaikaisesti 2,5 %. Eri tuottovaatimusten käyttö tulojen ja menojen osalta on perusteltavissa sillä, että kustannukset realisoituvat varmasti, kun taas tuloihin liittyy korkeampaa riskiä. Matalamman diskonttokoron käyttäminen menojen osalta puolestaan aiheuttaa sen, että myöhemmin tapahtuvilla menoilla on suurempi nykyarvo kuin vastaavilla tuloilla. Toisaalta investoinnilta edellytetty tuotto voi olla helpompi hahmottaa yhden tuottovaatimuksen kautta määritettynä. Esimerkiksi on mahdollista, että hankekehittäjätahojen investointipäätöksiin on määritetty prosentteina ilmaistava minimituottovaatimus eli nk. Hurdle Rate, joka investoinnin tulee ylittää ja joka heikentää vertailtavuutta, mikäli käytetään eri tuottovaatimuksia tulojen ja menojen osalta.

$$(1 + n) = (1 + r) * (1 + i) , \tag{14}$$

jossa n on nimellinen korkokanta, r on reaalinen korkokanta ja i on odotettu inflaatio.

.

4 TULOKSET

Tässä luvussa esitetään laskelmien tulokset ensin osaprojekteittain iteroimalla laskentamallin tuottamat tulokset vuosittain, jonka jälkeen esitetään koko korttelia koskeva laskelma ensin nykyisen vaiheistuksen mukaisesti ja lopulta siten, että ensimmäisen vaiheen aloitusajankohtaa lykätään optimaaliselle toteutusvuodelle. Tulosten tarkastelun kannalta on keskeistä tunnistaa se, että hankekehittäjillä itsellään on paras kustannustietämys omista kehittämistään kohteista sekä niihin kohdistuvista ennusteista mm. myyntiaikojen ja kustannusten sitoutumisen osalta ja että tätä tutkimusta varten määritetyt yksittäiset laskenta-arvot ovat arvioita, jotka puolestaan nojaavat edellisessä kappaleessa esitettyyn aineistoon.

4.1 Yksittäisten osaprojektien tulokset

Tässä kappaleessa esitetään ensin tavanomaisen DCF-laskennan tulokset hankkeittain sillä oletuksella, että hankkeen toteutus aloitetaan heti vuonna 2021. Lopuksi toteutetaan ROA kunkin hankkeen osalta siten, että RO:n arvot määritetään jokaisena vuotena vuosien 2021 ja 2030 välillä siten, että hankkeen käynnistämisaikajankohtaa RS-kohteen ja vapaarahoitteisen vuokra-asuntokohteen osalta lykätään ja vastaavasti tontin vuokraus ja myyntistrategioiden osalta lykätään tonttivuokrasopimuksen solmimisaikajankohtaa ja tontin myyntiaikajankohtaa. Tällä tavoin määritettiin optimaalinen hankkeen toteutusajankohta kunkin tutkittavan strategian osalta. Menetelmällisesti optimaalisin toteutusajankohta voidaan määrittää sen vuoden perusteella, jossa RO:n arvot ovat kaikista korkeimmat.

Tässä alakappaleessa esitetyistä merkinnöistä S1 tarkoittaa tontin vuokrausstrategiaa, S2 tontin myyntistrategiaa, S3 strategiaa kehittää RS-kohde ja S4 strategiaa kehittää vapaarahoitteinen vuokratyöpaikka asutussijoittajille.

4.1.1 DCF-laskelmat

DCF-laskelmat toteutettiin tässä tutkimuksessa kunkin hankkeen osalta (XII, VIII ja VII) sillä oletuksella, että hankkeet käynnistyvät heti vuonna 2021. NPV:n tulokset esitettiin vain aloitusvuoden 2021 osalta siitä syystä, että tyypillisesti DCF-laskelmissa investointi oletetaan toteutettavan nyt tai ei koskaan -tyyppisesti tässä ajanhetkessä. Tulokset on esitetty seuraavassa taulukossa:

Taulukko 15. Osaprojektien DCF-laskelman tulokset eri kehitysstrategioilla oletuksella, että hanke käynnistetään heti 2021.

	XII NPV €/hym2				VIII NPV €/hym2				VII NPV €/hym2			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
2021	-107	-50	265	-73	-122	-56	653	315	-122	-56	629	290
	XII NPV tuhatta €				VIII NPV tuhatta €				VII NPV tuhatta €			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
2021	-450	-208	1112	-307	-299	-138	1609	775	-257	-118	1323	611

Taulukosta on nähtävissä, että tontin myynti ja vuokrausstrategiat eivät ole kannattavia, koska laskelmissa on oletettu, että tontti kaupataan ostohinnalla tai tonttivuokrasopimus solmitaan ostohinnan perusteella, jolloin kehittäjä häviää tontista maksetun varainsiirtoveron myydessään tai vuokratessaan tontin eteenpäin. Kun taas verrataan S3- ja S4-strategioita, voidaan huomata, että vuokrasijoittajille myytävien kohteiden NPV on matalampi kuin RS-kohteen kehittäminen. Tämä johtuu siitä, että vuokrasijoittajille myytävien kohteiden arvo on tyypillisesti alhaisempi kuin kuluttajille myytävien RS-kohteiden, joten tässä tarkastelussa strategia S3 tuottaa strategiaa S4 korkeamman NPV:n. Kun taas verrataan hankkeita keskenään, voidaan huomata, että XII-kohteen neliöperusteinen NPV on alhaisin. Tämä johtuu siitä, että kohteen kerroslukumäärä oli kohteista kaikkein korkein, mikä näkyi myös kohteen kustannusarviossa korkeampina kustannuksina. Lisäksi markkinointimateriaalien perusteella havaittiin, että kohteen brm2/hym2-suhde oli selvästi VIII- ja VII-kohteita heikompi. Toisin sanoen XII-kohteen tulopuoleen vaikuttavia hym2-neliöitä oli vähemmän suhteessa sellaisiin neliöihin, joista ei saada myyntituloa, eli brm2 (esim. yhteistilat, tekniikka, käytävä, porrashuoneet jne.)

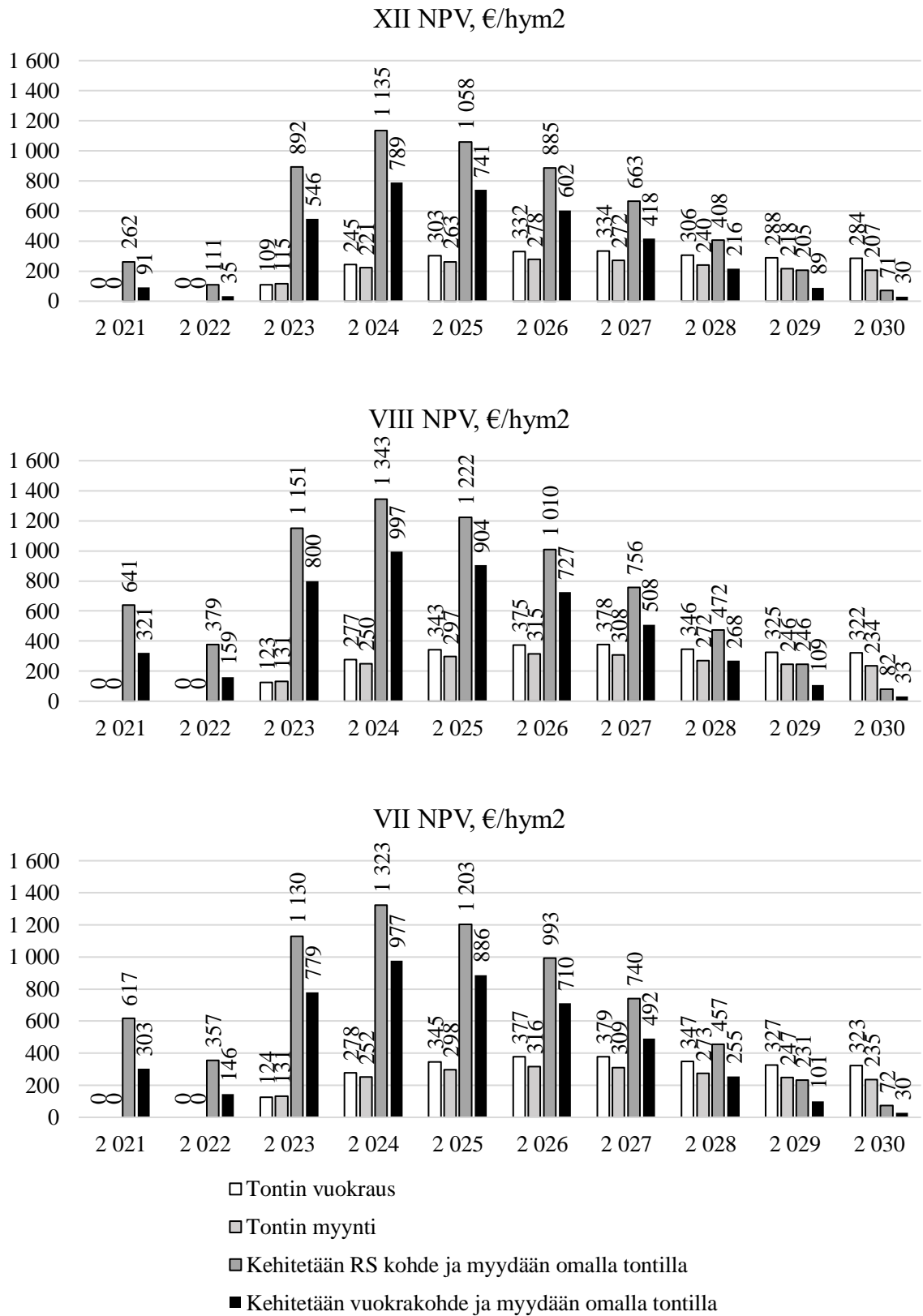
4.1.2 Reaalioptioanalyysi, FPOM-menetelmä

Tässä kappaleessa esitetään ensin eri kehitysstrategioiden reaalioptioiden arvot option toteutusvuosina vuosien 2021 ja 2030 välillä kunkin osaprojektin osalta. Taulukosta on nähtävissä, että vuonna 2022 S3- ja S4-strategioiden NPV on matalampi verrattuna vuoteen 2021. Tämä on perusteltavissa sillä, että rakennuskustannuksille oli ennustettu voimakasta kasvua mm. koronaviruspandemiaa seuranneesta inflaatiosta johtuen vuodelle 2022 ja vastaavasti arvonnousu alueella ei ollut vielä erittäin merkittävää vuonna 2022, jolloin diskonttokorko heikentää saatavien voittojen nykyarvoa. Taulukosta on kuitenkin nähtävissä, että vuodesta 2023 alkaen alueen merkittävä arvonkehitys käynnistyy ja optioiden arvot nousevat selvästi siten, että kehitysoptiot (S3 ja S4) saavuttavat huippunsa vuonna 2024 ja hylkäysoptiot (S1 ja S2) vuosina 2026 ja 2027.

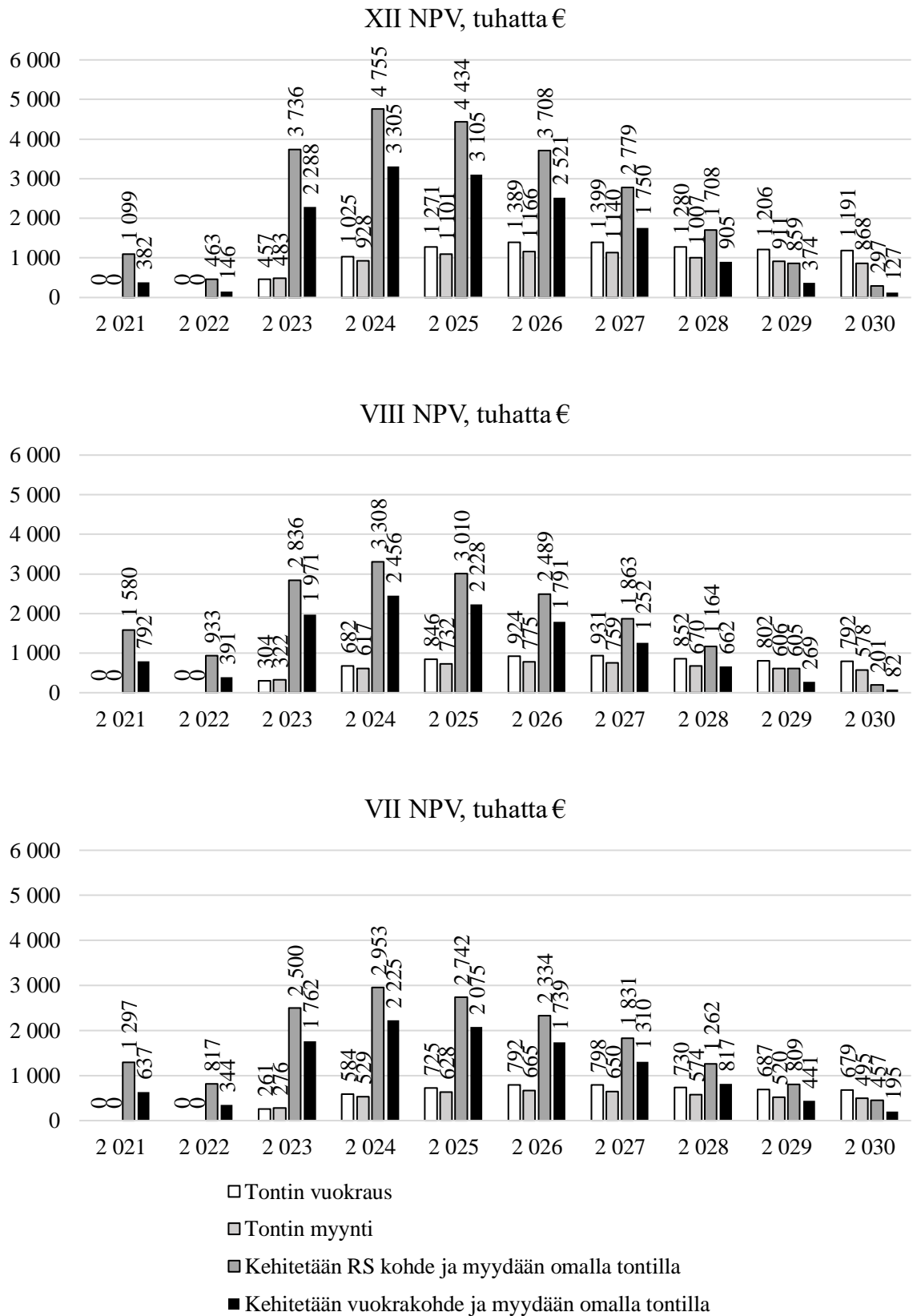
Taulukko 16. Reaalioptioiden arvot koottiin taulukkomuotoon lykkäämällä kunkin osaprojektin aloitusajankohtaa.

	XII NPV, €/hym2				VIII NPV, €/hym2				VII NPV, €/hym2			
v	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
2021			262	91			641	321			617	303
2022			111	35			379	159			357	146
2023	109	115	892	546	123	131	1151	800	124	131	1130	779
2024	245	221	1135	789	277	250	1343	997	278	252	1323	977
2025	303	263	1058	741	343	297	1222	904	345	298	1203	886
2026	332	278	885	602	375	315	1010	727	377	316	993	710
2027	334	272	663	418	378	308	756	508	379	309	740	492
2028	306	240	408	216	346	272	472	268	347	273	457	255
2029	288	218	205	89	325	246	246	109			617	303
2030	284	207	71	30	322	234	82	33			357	146
	XII NPV, tuhatta €				VIII NPV, tuhatta €				VII NPV, tuhatta €			
v	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
2021			1099	382			1580	792			1297	637
2022			463	146			933	391			750	306
2023	457	483	3736	2288	304	322	2836	1971	261	276	2377	1639
2024	1025	928	4755	3305	682	617	3308	2456	584	529	2783	2055
2025	1271	1101	4434	3105	846	732	3010	2228	725	628	2531	1864
2026	1389	1166	3708	2521	924	775	2489	1791	792	665	2088	1493
2027	1399	1140	2779	1750	931	759	1863	1252	798	650	1556	1035
2028	1280	1007	1708	905	852	670	1164	662	730	574	961	536
2029	1206	911	859	374	802	606	605	269			1297	637
2030	1191	868	297	127	792	578	201	82			750	306

Tulokset on esitetty graafisessa muodossa kahdella seuraavalla sivulla.



Kuva 26. Kehitysstrategioiden kannattavuus (€/hym2) kunkin hankkeen osalta. Kuvaajan y-akselilla on esitetty reaalioption arvo ja x-akselilla hankkeen aloitusvuosi, kun aloitusta lykätään.



Kuva 27. Kehitysstrategioiden kannattavuus (tuhatta €) kunkin hankkeen osalta. Kuvaajan y-akselilla on esitetty reaalioption arvo ja x-akselilla hankkeen aloitusvuosi, kun aloitusta lykätään.

Kuvista 26 ja 27 on nähtävissä, että kehitysoptioiden S3- ja S4-arvot lähtevät strategioita S1 ja S2 nopeampaan laskuun vuoden 2025 jälkeen. Arvojen lasku on perusteltavissa sillä, että kehitysoptioiden laskennassa käytettävän nimellisen, yli 21,32 % tuottovaatimuksen myötä aloituksen lykkäämisestä saatavat hyödyt ovat sitä pienemmät, mitä myöhemmin mahdollinen voitto saadaan. Lisäksi aloituksen lykkääminen aiheuttaa n. 600 000 €:n vuotuisen, korotetuista kiinteistöveroista johtuvan kustannuksen. Hankkeen lykkäämisestä saatavat hyödyt siis edellyttävät verrattain voimakasta vuotuista arvonnousua, jotta sen tuomat hyödyt ovat suuremmat kuin edellä mainittujen tekijöiden vaikutus. Kuvista on myös nähtävissä, että strategiat 1 ja 2 nousevat molempia kehitysstrategioita kannattavammiksi vuonna 2029.

4.2 Tulokset koko korttelin osalta huomioiden vaiheistuksen

Tässä kappaleessa esitetään laskelmat koko tutkittavan korttelin osalta. Kappaleissa 4.2.1 ja 4.2.2 esitetty vaiheistus on esitetty kuvassa 16, ja laskennan oletuksena on käytetty kuvassa 15 esitettyjä kehitysstrategioita. Kappaleissa 4.2.3 ja 4.2.4 puolestaan hankkeen vaiheistuksen aloitusta on lykätty vuoteen 2024, mikä havaittiin edellisessä kappaleessa 4.1.2 optimaalisimmaksi ajankohdaksi toteuttaa kehitysoptiot.

4.2.1 Nykyisen toteutusaikataulun mukainen vaiheistus, DCF

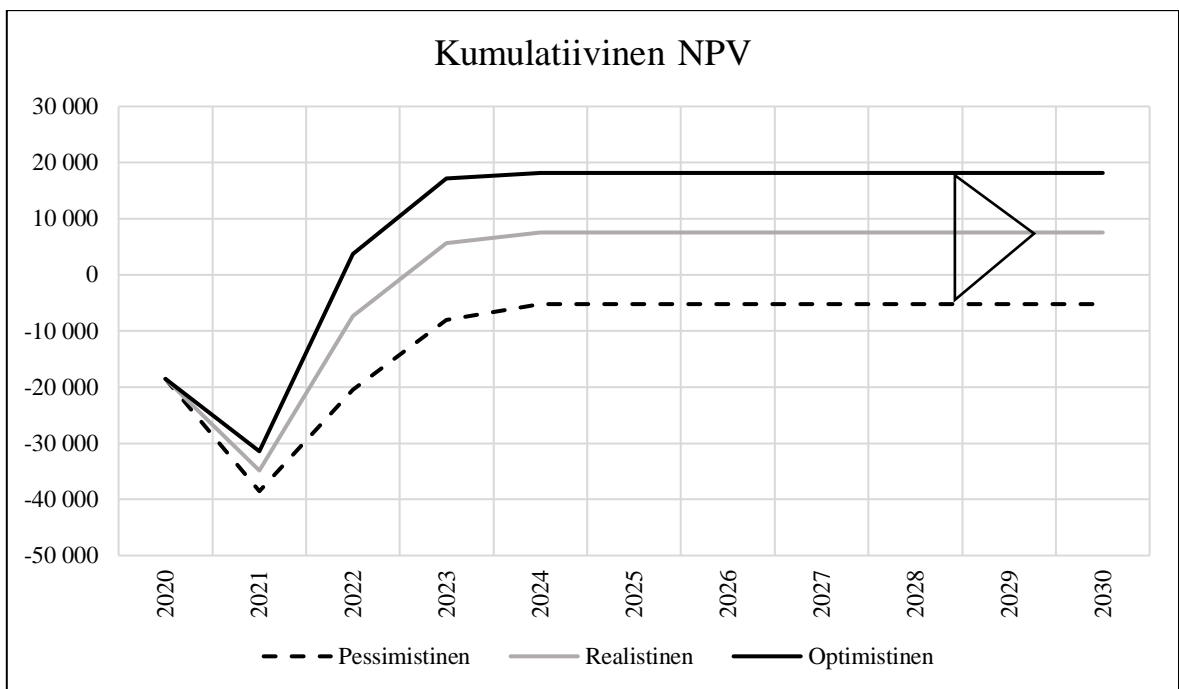
Alla olevaan taulukkoon määritettiin osaprojektien yhteenlasketut nettokassavirrat alkupe-
räisen vaiheistusaikataulun mukaisesti, jossa ensimmäinen vaihe aloitettiin vuonna 2021.

Taulukko 17. Hankkeen tavanomainen DCF.laskelma nykyisen toteutusaikataulun mukaisella vaiheistuksella.

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nettokassavirrat											
Realistinen	-18 579	-19 746	40 433	23 271	4 117						
Nettokassavirtojen nykyarvo											
Realistinen	-18 579	-16 276	27 471	13 032	1 900						

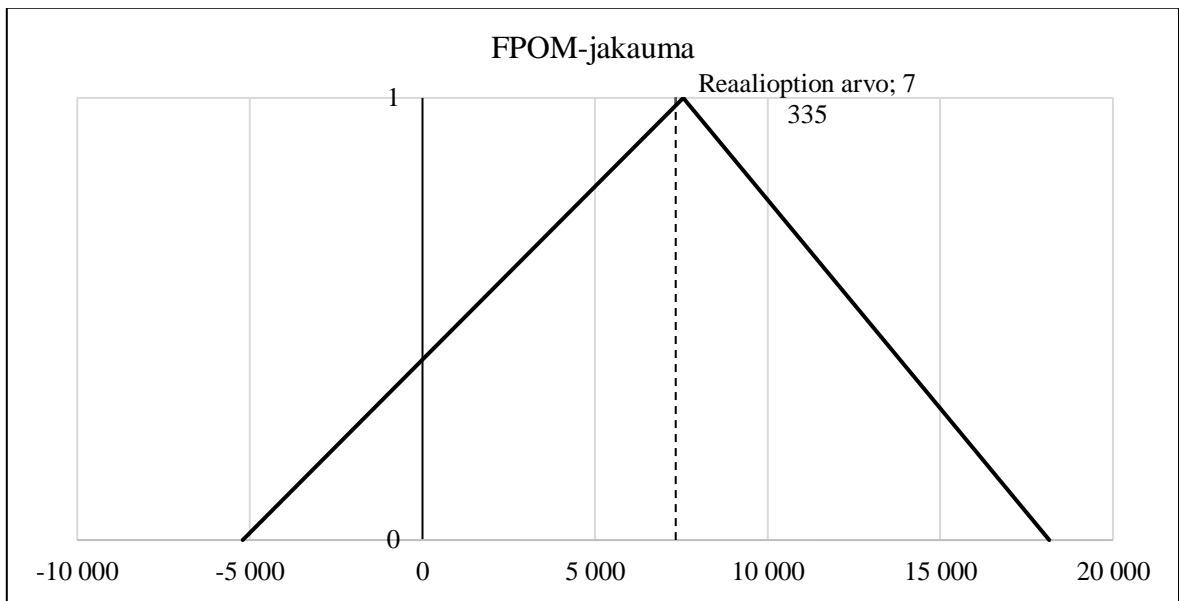
Optimistinen	-18 579	-31 428	3 689	17 189	18 156	18 156	18 156	18 156	18 156	18 156	18 156
NPV		IRR									
Pessimistinen	-5 209	12,95 %									
Realistinen	7 548	34,32 %									
Optimistinen	18 156	54,18 %									
FPOSROV					7 335						

Mikäli laskelma olisi tehty tavanomaisella DCF-laskelmalla, laskelman tulokseksi olisi käytettyllä laskenta-arvoilla muodostunut edellisen kappaleen tavoin 7 548 000 €, jota vastaava IRR puolestaan on 34,32 %. Mikäli laskelma toteutetaan puolestaan FPOM-menetelmällä FPOSROV:tä hyödyntäen, NPV saa arvon 7 335 000 €. Laskelmaa vastaava kumulatiivinen NPV-kuvaaja on esitetty alla olevassa kuvassa 28.



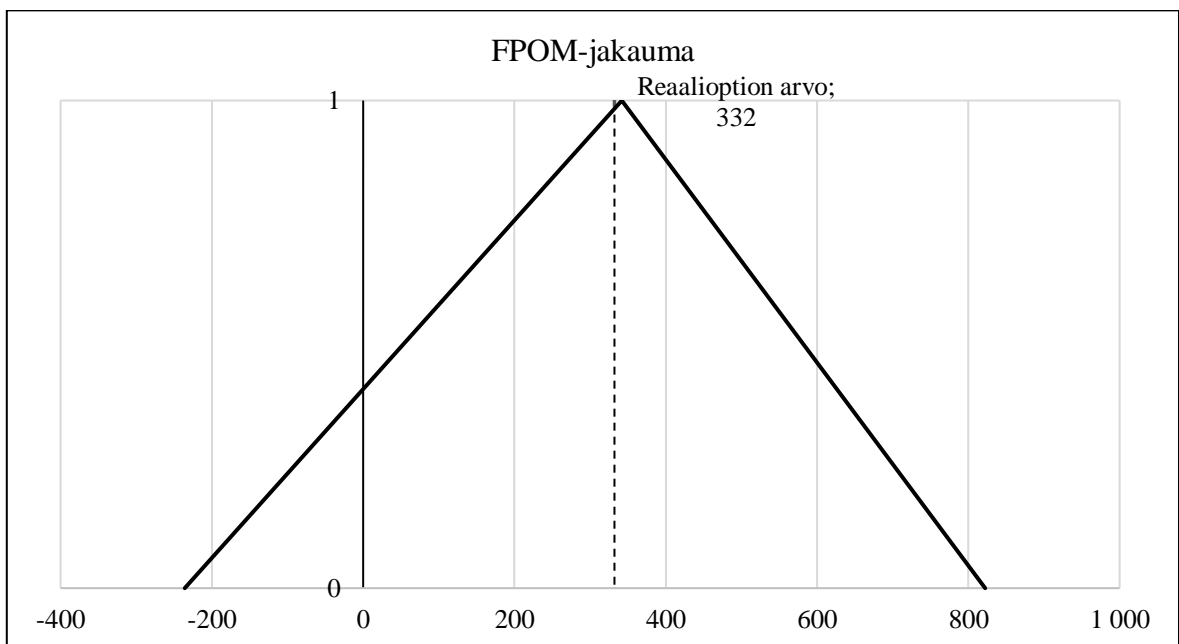
Kuva 28 Diskontatut kumulatiiviset kassavirrat

Muodostetun kolmen NPV-skenaarion pohjalta määritettiin FPOSROV-pikalaskentakaa- valla (ks. Tapaus 3) reaalioption arvo. Reaalioption arvo tuhansissa euroissa on esitetty alla olevassa kuvassa 29.



Kuva 29. FPOM-jakauma ja FPOSROV-pikalaskentakaavalla määritetty reaalioption arvo (tuhatta €), jos ensimmäinen vaihe aloitetaan suunnitelman mukaisesti 2021.

Reaalioption arvo esitettynä myytäviä/vuokrattavia neliötä kohti on puolestaan esitetty alla olevassa kuvassa.



Kuva 30. FPOM-jakauma ja FPOSROV-menetelmällä määritetty reaalioption arvo (€/hym²), jos ensimmäinen vaihe aloitetaan suunnitelman mukaisesti 2021.

Kuvista 29 ja 30 voidaan nähdä kolmion muotoisen sumean luvun visuaalisen esitystavan hyödyt. Ääriskenaariot saavat jakaumasta painon nolla, kun taas ääriskenaarioiden välille jäävät arvot saavat sumean luvun perusteella painon nollan ja yhden väliltä. Jakaumasta voidaan määrittää muita mielenkiintoisia suureita, kuten investoinnin onnistumisaste, joka kuvastaa positiivisen pinta-alan suhdetta koko kolmion pinta-alaan.

4.2.3 Lykätään aloitusta 3 vuotta, DCF

Työssä tutkittava lykkäysoption arvo määritettiin ensin tavanomaisella DCF-laskelmalla. Vaiheistuksen aloitus ajoitettiin vuodelle 2024, jolloin yksittäiset osaprojektit tuottivat korkeimman NPV:n tehdyn osaprojektikohtaisen reaaliopioanalyysin perustella. Osaprojektien yhteenlasketut nettokassavirrat on esitetty alla olevassa taulukossa 19. Taulukosta 19 on nähtävissä vuosina 2 - 3 rakentamattoman tontin korotetut kiinteistöverot, joiden suuruus on noin 600 000 €/vuosi.

Taulukko 19. Hankkeen tavanomainen DCF-laskelma huomioiden hankkeen aloitusajankohdan lykkäyksen.

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nettokassavirrat											
Realistinen	-18 579	-6 519	-607	-613	-11 372	95 664	52 881	7 467			
Nettokassavirtojen nykyarvo											
Realistinen	-18 579	-5 374	-412	-343	-5 250	36 399	16 585	1 930			
Kumulatiivinen											
Realistinen	-18 579	-23 953	-24 365	-24 708	-29 958	6 441	23 025	24 956			
NPV IRR											
Realistinen	24 956	38,61 %									

Taulukosta on nähtävissä, että aloituksen lykkäys kasvattaa hankkeen NPV:tä verrattuna taulukossa 17 esitettyyn, nykyistä toteutusaikataulua vastaavaan tilanteeseen.

4.2.4 Lykätään aloitusta 3 vuotta, FPOM

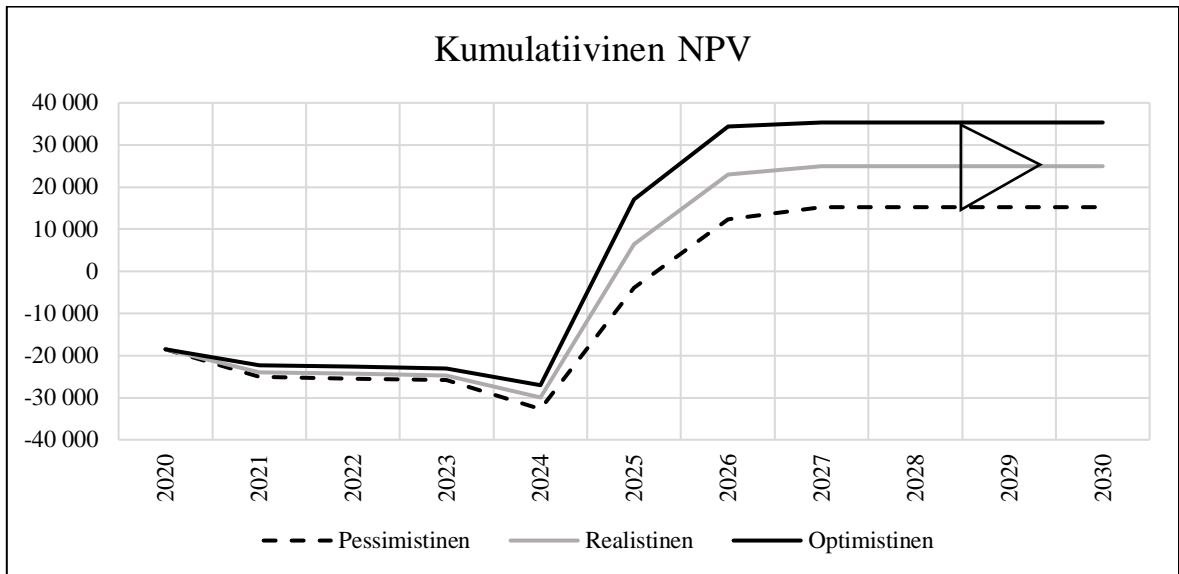
FPOM-menetelmällä toteutettu kappaleessa 4.2.3 esitetyn tavanomaisen DCF-laskelman tavoin mukaisesti kolmella skenaariolla käyttämällä liitteessä 1 esitettyjä laskenta-arvoja ja liitteessä 2 esitettyjä allokointeja. Nykyisen toteutusaikataulun mukainen kannattavuus FPOM-menetelmällä on esitetty alla olevassa taulukossa.

Taulukko 20- Hankkeen FPOM-menetelmällä toteutettu kannattavuuslaskelma, jossa hankkeen aloitusta lykätään 3 vuotta.

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nettokassavirrat											
Pessimistinen	-18 579	-7 874	-607	-613	-14 910	75 702	51 853	11 127			
Realistinen	-18 579	-6 519	-607	-613	-11 372	95 664	52 881	7 467			
Optimistinen	-18 579	-4 496	-607	-613	-8 674	115 778	55 251	3 884			
Nettokassavirtojen nykyarvo											
Pessimistinen	-18 579	-6 491	-412	-343	-6 883	28 804	16 262	2 876			
Realistinen	-18 579	-5 374	-412	-343	-5 250	36 399	16 585	1 930			
Optimistinen	-18 579	-3 706	-412	-343	-4 004	44 052	17 328	1 004			
Kumulatiivinen											
Pessimistinen	-18 579	-25 070	-25 482	-25 825	-32 708	-3 904	12 358	15 234			
Realistinen	-18 579	-23 953	-24 365	-24 708	-29 958	6 441	23 025	24 956			
Optimistinen	-18 579	-22 285	-22 697	-23 040	-27 044	17 007	34 335	35 339			
NPV IRR											
Pessimistinen	15 234	32,21 %									
Realistinen	24 956	38,61 %	FPOSROV 25 066								
Optimistinen	35 339	45,21 %									

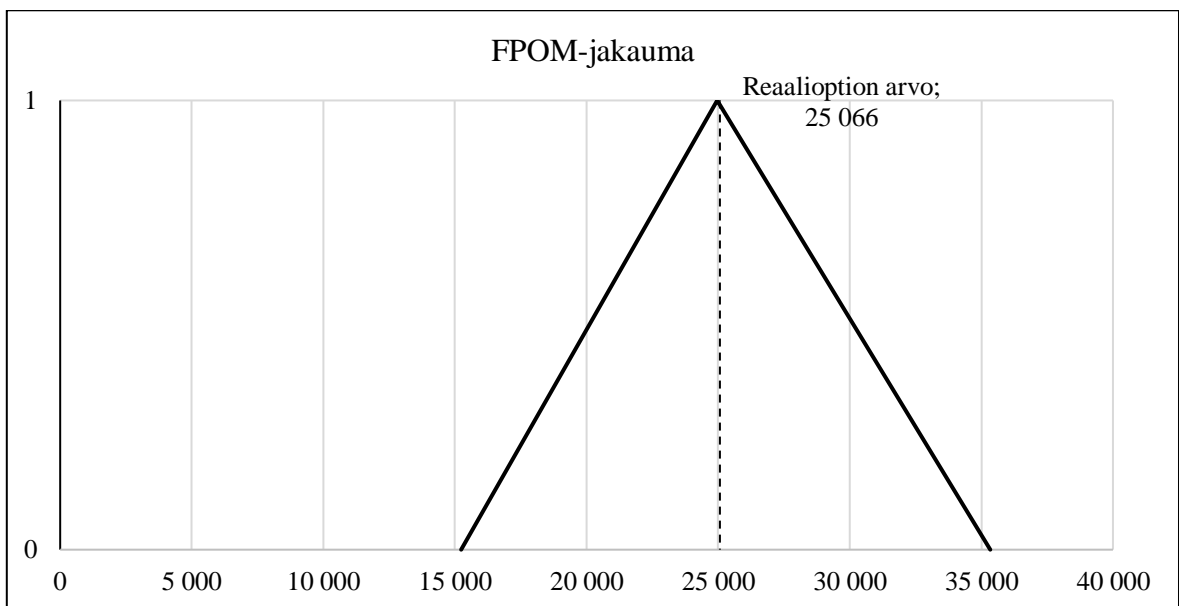
Mikäli laskelma olisi tehty tavanomaisella DCF-laskelmalla, laskelman tulokseksi olisi käytetyillä laskenta-arvoilla muodostunut taulukossa 19 esitettyä realistista skenaariota

vastaava arvo NPV = 24 956 000 €, jota vastaava IRR puolestaan on 38,61 %. FPOSROV:n tuottama NPV puolestaan on 25 066 000 €.



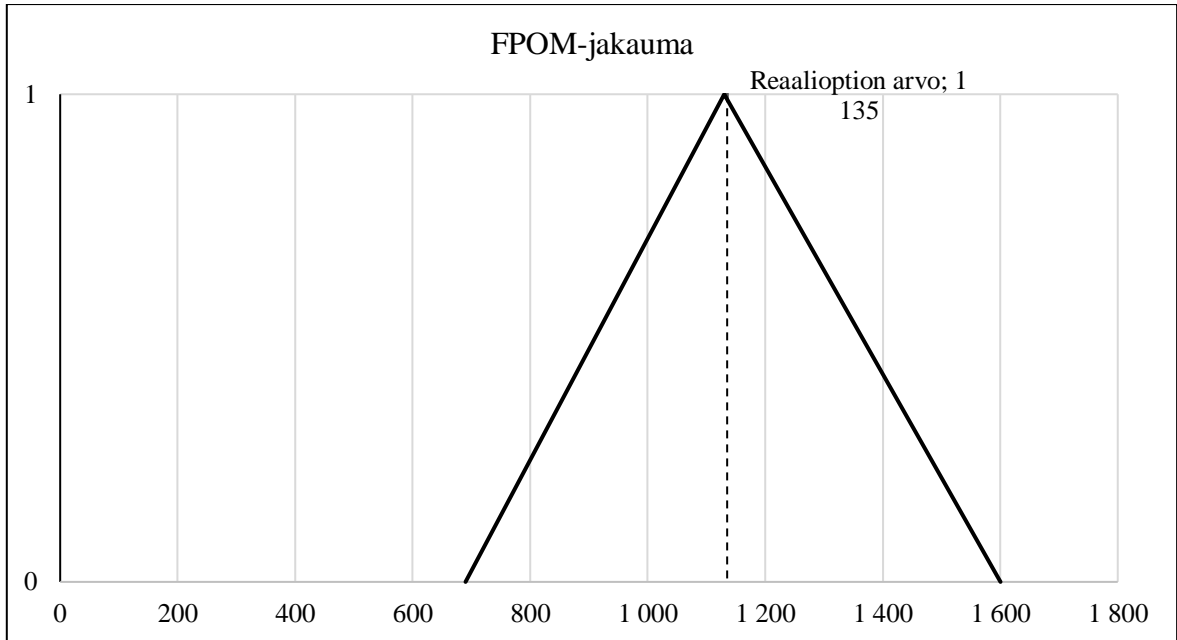
Kuva 31. Kumulatiiviset diskontatut kassavirrat.

Muodostetun kolmen NPV-skenaarioiden pohjalta määritettiin FPOSROV-menetelmällä ROV. Reaalioption arvo tuhansissa euroissa on esitetty alla olevassa kuvassa.



Kuva 32. FPOM-jakauma ja FPOSROV-menetelmällä määritetty reaalioption arvo (tuhatta €), hankkeen ensimmäisen vaiheen aloitusta lykätään 3 vuotta.

Reaalioption arvo esitettynä myytäviä/vuokrattavia neliötä kohti on puolestaan esitetty kuvassa 33.



Kuva 33. FPOM-jakauma ja FPOSROV-menetelmällä määritetty reaalioption arvo (tuhatta €), hankkeen ensimmäisen vaiheen aloitusta lykätään 3 vuotta.

Edellä esitetyistä kuvaista 32 ja 33 on nähtävissä, että FPOM-jakauma muodostuu selvästi positiiviselle puolelle, ja lisäksi jakauma on hyvin symmetrinen, mistä syystä FPOM ja NPV tuottavat likimain saman tuloksen. Investoinnin onnistumisaste käytettyjen laskenta-arvojen puitteissa on 100 %.

5 TULOSTEN VERTAILU JA TULKINTA

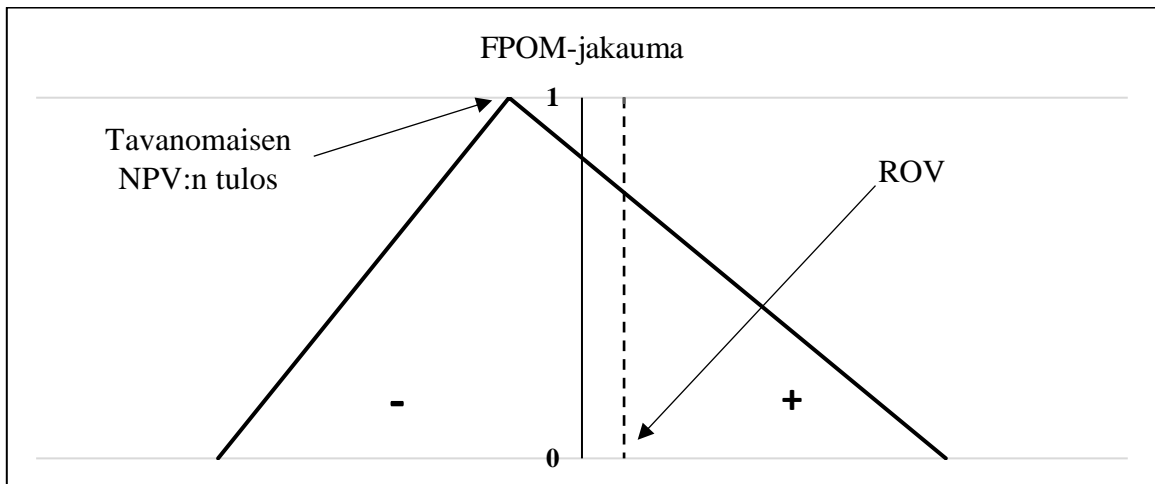
Reaalioptioiden arvonmääritys voidaan toteuttaa yksinkertaisimmillaan tavanomaisella DCF-laskennalla (realistinen skenaario) laskemalla ensin kannattavuus aloittamalla vaiheistus heti ja tämän jälkeen lykkäämällä vaiheistuksen aloitusajankohtaa. Tällä tavoin tulosten erotuksena muodostuva preemio eli ”reaalioption arvo” kuvastaa vaihtoehtoisen toteutustavan tai joustavuuden arvoa kaavan 3 mukaisesti. Kuitenkin tavanomaisesta DCF-laskennasta puuttuu reaalioptioteorialle ominainen logiikka, joka rajaa negatiiviset lopputulemat jakaumasta pois, koska päätöksentekijä ei ryhdy hankkeeseen, ellei NPV ole positiivinen (ks. kuva 34). Näin ollen tavanomainen NPV ei kykene huomioimaan investointiin liittyvää joustavuutta, vaan hankkeeseen joko ryhdytään tai ei ryhdytä tämän ajanhetken staattisten olettusten puitteissa. Tuloksista voidaan havaita, että hankkeen lykkääminen tuottaa menetelmästä riippuen 17,4 - 17,7 miljoonan euron, eli 788 - 803 euroa/hym2 suuremman taloudellisen hyödyn. Tutkimuksen tulokset on esitetty alla olevassa taulukossa.

Taulukko 21. Tavanomaisen DCF-laskennan ja FPOM-menetelmän vertailu.

	Strategia	Tavanomai- nen DCF	FPOM	Ero	Ero %
NPV €					
1	Nykyinen toteutusaikataulu	7 548	7 335	-213	-2,8 %
2	Lykätään aloitusta 3 vuotta	24 956	25 066	110	0,4 %
2-1	Lykkäysoption arvo	17 408	17 731	323	1,9 %
NPV €/hym2					
1	Nykyinen toteutusaikataulu	342	332	-10	-2,8 %
2	Lykätään aloitusta 3 vuotta	1 130	1 135	5	0,4 %
2-1	Lykkäysoption arvo	788	803	15	1,9 %

Kun vertaillaan tavanomaisen DCF-laskelman tuloksia FPOM:ään, voidaan huomata, että menetelmien tuottamat tulokset ovat melko lähellä toisiaan. Tämä on perusteltavissa sillä, että muodostunut FPOM-jakauma oli hyvin symmetrinen, ja näin ollen menetelmä tuotti likimain saman tuloksen kuin tavanomainen DCF. Tämän lisäksi lykkäysoption kannattavuuden osalta koko jakauma puolestaan asettui NPV-akselilla positiiviselle puolelle (ks. kuva 34). Siten menetelmällisesti FPOM-menetelmä ei päässyt täysimääräisesti oikeuksiinsa verrattuna tavanomaiseen DCF-menetelmään, koska Finnoon arvonnousuennuste on niin

voimakas verrattuna muiden laskentaerien kuten kustannusten kasvunopeuteen. Tutkimuksen tulokset ja vertailu tavanomaisen NPV:n ja FPOM-menetelmän välillä olisivatkin olleet menetelmällisesti mielenkiintoisemmat, mikäli NPV-jakauma olisi muodostunut alla olevan esimerkkikuvan mukaisesti.



Kuva 34. Menetelmällisesti tutkimuksen tulokset olisivat olleet mielenkiintoisemmat, mikäli tavanomainen DCF olisi tuottanut negatiivisen NPV:n, kun taas FPOM olisi tuottanut positiivisen tuloksen.

Kuvasta 34 on nähtävissä, että mikäli tavanomainen DCF-laskenta olisi tuottanut negatiivisen NPV:n, niin päätöksentekijä ei olisi ryhtynyt hankkeeseen. Kuitenkin FPOM-menetelmä olisi reaaliopioteorian mukaisesti tuottanut positiivisen NPV:n, jolloin hankkeeseen olisi ryhdytty. Kuten kirjallisuuskatsauksessa aiemmin todettiin, Copeland & Keenanin (1998) ROA:n suurin hyöty tulee esille tilanteissa, joissa perinteisen DCF-laskennan NPV on lähellä hyväksymisehtoa eli nolaa tai negatiivinen. Toisin sanoen Leslien & Michaelsin (1997) mukaan hankkeen avainhenkilöt kykenevät ohjaamaan hanketta kohti kannattavaa lopputulosta, jolloin negatiiviset tulokset NPV-jakaumasta voidaan rajata tarkastelun ulkopuolelle. Sen sijaan, mikäli hanke on selvästi positiivinen tai selvästi negatiivinen, reaaliopioanalyysien hyödyt jäävät vähäisemmäksi päätöksenteossa verrattuna tavanomaiseen DCF-laskentaan, kuten tässä tutkimuksessa voidaan havaita. Tämä havainto ei kuitenkaan muuta sitä tosiasiaa, että optiolla lykätä hankkeen aloitusta on merkittävää arvoa riippumatta siitä, käytetäänkö laskennassa DCF-menetelmää vai FPOM-menetelmää. Hankkeen investointien nykyarvo alkuperäisellä vaiheistusajataululla oli 81 695 000 € ja hankkeen

operatiivisten kassavirtojen nykyarvo puolestaan 89 243 000 €. Kun verrataan lykkäysoption arvoa operatiivisten kassavirtojen nykyarvoon, saadaan määritettyä lykkäysoption arvo. Tavanomaisella DCF-menetelmällä lykkäysoption preemioksi määräytyi $(17\,408 / 89\,795) = 19,4\%$ ja FPOM-menetelmällä $(17\,731 / 89\,795) = 19,7\%$. Toisin sanoen hankekehittäjä olisi saanut hankkeelle 19,7 % suuremman arvon, mikäli hankkeen alkuperäistä vaiheistus-aikataulua olisi lykätty kolme vuotta.

Tämän hankkeen osalta kehitysoption toteutus joko RS-kohteeksi tai kehittäminen vuokra-asuntosijoittajalle oli vuosien 2021 - 2029 välisenä aikana tontin vuokraamista ja edelleen myymistä kannattavampaa. Kehitysstrategia määritettiin kappaleessa 4.1.2 esitettyjen kuvien avulla. Kuitenkin, mikäli arvonnousu olisi ollut maltillisempaa, olisivat hylkäysoptiot (option to abandon) nousseet sitä arvokkaammiksi kehitysoptioihin (option to develop) nähdessä, mitä myöhemmin optio toteutettaisiin, koska tontin myynti ja vuokrausstrategioiden tuottovaatimus on kehitysoptioita matalampi. Tarkastelun tuottamista yksi mielenkiintoista tunnusluvusta on myös optimaalisen toteutusajankohdan määrittäminen. Kappaleessa 4.1.2 esitettyissä laskelmissa on esitetty reaalioptioiden arvot jokaisena tarkastelujakson vuotena, ja kuvaajista on nähtävissä ”optimaalinen” ajankohta käynnistää yksittäinen hanke tai ensimmäinen vaihe eli se ajankohta, jolloin RO:n arvo on kaikkein korkein. Collan (2012) nostaa kuitenkin esille, että vaikka laskentamenetelmän avulla pystyttäisiin löytämään optimaalisen toteutusvuosi hankkeelle, tulee tunnistaa, että analyysi on tehty tässä ajanhetkessä käytettävissä olevan parhaan tiedon pohjalta ja että tulevaisuuteen liittyy epävarmuutta. Tästä syystä Collanin (2012) mukaan olisi keskeisempää tunnistaa ne tekijät, jotka laukaisevat hankkeen kannattavan toteutuksen edellytykset yksittäisen ajanhetken määrittämisen sijaan. Jos arvioidaan FPOM-menetelmän soveltuvuutta käytännön päätöksentekoon, voidaan tämän tutkimuksen perusteella havaita, että FPOM-menetelmän soveltaminen ei poikkea merkittävästi tavanomaisen DCF-laskennan toimintaperiaatteesta. Tämä osaltansa laskee reaalioptioanalyysin käyttämisen kynnyksestä oleellisesti – erityisesti, kun FPOM-menetelmän soveltaminen ei edellytä erillisten simulaatio-ohjelmien hankintaa ja taitoa käyttää niitä, kuten esimerkiksi DMM-menetelmä edellyttää.

Tämän tutkimuksen tuottamien tulosten vertailtavuus on varsin heikko suhteessa aiemmin tehtyihin tutkimuksiin. Ensinnäkin eri tutkimuksissa tarkasteltavat reaalioptiotyypit voivat

poiketa toisistaan. Tämä on nähtävissä tämän tutkimuksen kirjallisuuskatsauksesta. Toiseen eri arvonmäärittämismenetelmät voivat tuottaa toisistaan hieman poikkeavia tuloksia, vaikka tutkimuskohde olisi sama. Kolmanneksi tapaustutkimusten tuottamat tulokset ovat aina riippuvaisia käytetyistä laskenta-arvoista. Kiinteistöt ovat luonteeltaan heterogeenisiä ja analyyseissä käytettävät laskenta-arvot tulee määrittää tapauskohtaisesti. Tämän tutkimuksen empiirinen osio muistutti eniten Mintah (2018a) tekemää tutkimusta, jossa tutkittiin FPOM-menetelmällä hankekehittäjän vaiheistusoptiota rakentaa alue kerralla tai vaiheissa, vaikkakin tutkimuskohde poikkesi tämän tutkimuksen tutkimuskohteesta. Täydentäen Mintah (2018a) tutkimusta, tässä tutkimuksessa määritettiin myös muita strategisen tason reaalioptioita, joita olivat optio myydä tontti, optio vuokrata tontti ja optio kehittää kohde vuokra-asuntosijoittajalle. Lisäksi tässä tutkimuksessa määritettiin käytettyjen laskenta-arvojen puitteissa optimaalisimmat toteutusajankohdat toteuttaa optiot, mikä toi empiiristä lisäarvoa FPOM-menetelmän soveltamiselle käytännössä. Tätä tutkimusta tehdessä ei ilmenyt, että aluekehityshankkeiden eri optioiden optimaalisimpia toteutusajankohtia olisi määritetty aiemmin FPOM-menetelmällä. Poiketen Mintah (2018a) tutkimuksesta, tässä tutkimuksessa käytettiin lisäksi FPOM-menetelmään viimeisintä FPOSROV-varianttia, kun taas Mintah (2018a) käytti alkuperäistä FPOM-menetelmää. Alkuperäisen FPOM-menetelmän havaitut teoreettiset puutteet on esitetty kappaleessa 3.2.1. FPOM-menetelmän soveltuvuuden osalta käytännön päätöksentekoon tämän tutkimuksen havainnot vahvistavat Mintahin (2018a) tekemiä havaintoja. FPOM-menetelmä hyödyntää skenaariotarkastelua ja menetelmä ei edellytä yksittäisen hajontaluvun määrittämistä eikä todennäköisyysteorian soveltamista. Menetelmällisesti FPOM-menetelmä voidaan katsoa tavanomaisen DCF-laskennan laajenuksena, mikä luo mahdollisuudet ROA:n suosion kasvulle käytännön päätöksenteossa, koska menetelmä ei edellytä matemaattisesti haastavien prosessien sisäistämistä kuten perinteisesti käytetyt ROA menetelmät. Lisäksi tämän tutkimuksen osalta voidaan todeta Mintahin (2018a) tavoin, että hankekehittäjien tulisi huomioida tulevaisuudesta aiheutuva epävarmuus ja sen tuomat mahdollisuudet hankkeen tuottaman lisäarvon maksimoimiseksi.

6 YHTEENVETO, JOHTOPÄÄTÖKSET JA JATKOTUTKIMUS

Tämä tutkimus on osaltansa pyrkinyt konkretisoimaan aluekehityshankkeiden reaalioptioiden hyödyntämistä käytännössä hankekehittäjän näkökulmasta. Tämän havainnollistamiseksi tutkimuksen empiirisessä osiossa esitettiin todelliseen aluekehityshankkeeseen liittyvä tapaustutkimus. Tässä luvussa esitetään tämän tutkimuksen yhteenveto johtopäätöksineen. Lisäksi luvussa arvioidaan tutkimuksen rajoitteita. Tällä tutkimuksella on hyötyä hankekehittäjille, jotka jo intuitiivisesti hyödyntävät reaalioptioita päätöksenteossaan, mutta eivät välttämättä vielä ole osanneet kvantifioida niitä taloudellisesta näkökulmasta. Toisaalta tutkimuksessa esitetty menetelmä mahdollistaa reaaliopiotarkastelun myös muun kuin hankekehittäjän eli esimerkiksi maanomistajan näkökulmasta. Tällöin kuitenkin laskennassa tarvittavat erät poikkeavat tässä tutkimuksessa esitetyistä.

6.1 Yhteenveto ja suositukset

Tutkimuksen ensimmäisenä alatutkimuskysymyksenä oli selvittää, *millaisia reaalioptioita ilmenee aluekehityshankkeissa ja kuinka ROA on hyödynnetty kiinteistö- ja rakennusalan tutkimuksissa*. Kirjallisuuskatsauksen perusteella havaittiin, että aluekehityshankkeiden reaaliopiotutkimus on tyypillisesti keskittynyt rakentamisen optimaalisen ajankohdan määrittämiseen ja reaalioption arvon määrittämiseen rakentamattomasta tonttimaasta. Tämän lisäksi tutkimusta on tehty koskien hankkeiden vaiheistusta, vaihto-optioita, alueen uudelleen kehittämistä ja jossain määrin myös koskien yhdistelmäoptioita, jotka muodostuvat useiden eri optioiden peräkkäisistä toteutuksista. Kirjallisuuskatsauksen perusteella havaittiin, että alan tutkimuskirjallisuudessa arvonmääritysmenetelmät pohjautuvat alun perin finanssioptioiden arvonmääritykseen kehitettyihin menetelmiin, joiden soveltuvuuteen reaali maailman ilmiöiden mallintamisessa on puolestaan kohdistettu kritiikkiä. Kirjallisuuskatsauksessa todettiin, että reaaliopiot poikkeavat perinteisistä finanssioptioista siinä, että reaalioptioiden viitekehyksessä hankkeen avainhenkilöt kykenevät aktiivisesti ohjaamaan hanketta kohti kannattavaa lopputulosta, kun taas perinteiset finanssiopiot pohjautuvat puhtaasti spekulatioon kohde-etuuden arvonkehityksestä. Reaalioptioiden viitekehys soveltuukin

erinomaisesti kiinteistö- ja hankekehityksen kontekstiin, koska nimensä mukaisesti hankkeiden ja kiinteistöjen arvoa kyetään aktiivisesti luomaan kehittämällä.

Tutkimuksen toisena alakysymyksenä oli selvittää, *kuinka epävarmuus ilmenee investointilaskennassa ja kuinka eri ROA-menetelmät kykenevät käsittelemään eri epävarmuuden lähteitä ja millainen menetelmä soveltuisi parhaiten käytännön päätöksentekoon*. Kirjallisuuskatsauksen perusteella havaittiin, että investointilaskelmien epävarmuus muodostuu kompleksisuuden kasvusta ja tässä ajanhetkessä käytettävissä olevan tiedon määrän merkityksen heikkenemisestä. Toisin sanoen epävarmuus kasvaa sitä enemmän, mitä pidemmälle tulevaisuuteen katsotaan tässä ajanhetkessä, mutta kuitenkin RO-viitekehyksen näkökulmasta epävarmuus luo arvonluontimahdollisuuksia. Tutkimuksessa tunnistettiin kolme epävarmuuden ilmenemismuotoa, jotka liittyvät joko menetelmään itseensä (proseduaalinen epävarmuus), menetelmässä käytettyihin laskenta-arvoihin (parametrinen epävarmuus) tai tarkasteltavan ongelman itseensä liittyvään epävarmuuteen (rakenteellinen epävarmuus). Kirjallisuuskatsauksen mukaan eri ROA-menetelmät pyrkivät ajamaan samaa tarkoitusta eli määrittämään reaaliopitoiden arvoja, mutta menetelmien kyky käsitellä edellä mainittuja epävarmuuden lähteitä poikkeaa eri menetelmien välillä. Tutkimuksessa selvitettiin myös sitä, millainen ROA-menetelmä saisi mahdollisesti jalansijaa kiinteistö- ja rakennusalan reaaliopitotutkimuksessa. Kirjallisuuskatsauksen perusteella tunnistettiin, että käytännön päätöksentekoon soveltuvan menetelmän tulee perustua kassavirtoihin ja tavanomaisen NPV-laskennan periaatteisiin tavanomaisen DCF-menetelmän vahvan aseman vuoksi. Toisekseen menetelmän tulee soveltua käsittelemään käytettävissä olevaa dataa. Kolmanneksi menetelmän tulee kyetä käsittelemään kaikkia edellä mainittuja epävarmuuden lähteitä. Neljäntenä menetelmän tuli soveltua yhdistelmäopitoiden arvonmäärittämiseen, ja viidenneksi menetelmän tuli kyetä käsittelemään amerikkalaisia optioita, jotta optio voitaisiin toteuttaa minä tahansa voimassaoloajan ajanhetkenä, ja käytetyn arvonmäärittämissä menetelmän tuli mahdollistaa tämä. Edellä esitettyihin kriteereihin peilaten soveltuviksi arvonmäärittämissä menetelmiksi katsottiin DMM- ja FPOM-menetelmät, joista tapaustutkimukseen valittiin FPOM-menetelmä siitä syystä, että verrattuna DMM-menetelmään FPOM-menetelmä ei edellytä erillistä simulointiohjelmia (MCS) option arvojakauman muodostamiseksi, vaan FPOM-menetelmä hyödyntää skenaarioihin pohjautuen kolmion muotoisia sumeita lukuja.

Tutkimuksen kolmantena alakysymyksenä oli selvittää, *kuinka valitun ROA-menetelmän tuottamat tulokset poikkeavat tavanomaisen DCF-laskennan tuottamista tuloksista*. Tutkimuksen perusteella käytettävä laskentadata tuotti FPOM-menetelmällä hyvin symmetrisen arvojakauman, jolloin perinteisen DCF-menetelmän ja FPOM-menetelmän tuottamat tulokset olivat varsin lähellä toisiaan erityisesti siitä syystä, että tutkimuskohteena olevan Espoon Finnoon arvonnousuennuste oli tarkasteluajanjaksolla niin voimakasta, että FPOM-menetelmän tuottama NPV-jakauma sijoittui kokonaisuudessaan NPV:n hyväksymisehdon eli nol-lan positiiviselle puolelle. Menetelmällisesti tämä tapaustutkimusesimerkki olisi tuottanut mielenkiintoisempia tuloksia, mikäli FPOM:n tuottama NPV-jakauma olisi asettunut NPV:n hyväksymisehdon molemmiin puolin siten, että realistinen skenaario olisi ollut negatiivinen ja optimistinen skenaario positiivinen. Tällöin esimerkiksi perinteinen DCF-laskenta olisi tuottanut negatiivisen NPV:n, kun taas FPOM olisi tuottanut positiivisen arvon hankkeen kannattavuudesta reaaliopioiteorian mukaisesti. Esitetty laskentaesimerkki ei kuitenkaan muuta sitä tutkimuksessa havaittua asiaa, että Finnoossa lykkäysoptio tuottaa merkittävän preemion hankekehittäjälle, ja näin ollen hankkeen vaiheistuksen aloitusta tulisi kohdekorttelialueella lykätä vuoteen 2024 vuoden 2021 sijaan. Aiemmassa tutkimuskirjallisuudessa FPOM-menetelmän tuottovaatimuksena on käytetty eri tuottovaatimuksia tulojen ja menojen osalta, mitä voidaan perustella sillä, että kustannukset realisoituvat lähtökohtaisesti varmasti, kun taas tulovirtojen saantiin liittyy riskejä. Tässä tutkimuksessa kuitenkin käytettiin FPOM-menetelmässä tavanomaisille DCF-menetelmille tyypillisellä tavalla sekä tulojen että menojen osalta samaa tuottovaatimusta. Mikäli FPOM-menetelmässä olisi käytetty eri tuottovaatimuksia tulojen ja menojen osalta, olisivat tulokset todennäköisesti poikenneet selkeämmin DCF-menetelmän tuottamista tuloksista. Eri tuottovaatimusten käytöstä luovuttiin siksi, että kirjallisuudesta ei voitu selvästi havaita vakiintuneita käytäntöjä kiinteistö- ja rakennusalalla. Lisäksi tulee huomioida, että nykyiset reaalikorot ovat nollassa tai negatiiviset, mikä aiheuttaa haasteita reaaliopioiteoriassa esitetylle riskittömän koron periaatteelle. Kirjallisuudessa tyypillisesti ei korosteta sitä, että tavanomaisella DCF-laskennallakin voidaan tehdä reaaliopioanalyysiä. Esimerkiksi tässä tutkimuksessa lykkäysoption arvo määritettiin myös tavanomaisella NPV:llä laskemalla eri vaiheistusvaihtoehtojen välisen NPV:n erotus. Keskeistä on kuitenkin huomioida, että tavanomaisessa DCF-laskennassa NPV voi olla myös negatiivinen, kun taas ROA tuottaa vain positiivisia NPV:n arvoja reaaliopioiteorian mukaisesti.

Tämän tutkimuksen pääkysymyksenä puolestaan oli selvittää, *kuinka voidaan määrittää aluekehityshankkeen lykkäysoption arvo eri kehitysstrategioilla hankekehittäjän näkökulmasta käytännön päätöksentekoon soveltuvalla ROA-menetelmällä*. Kuten kirjallisuuskatsauksessa havaittiin, aluekehityshankkeet sisältävät hyvin erilaisia optioita, mutta tyypillisesti tutkimukset ovat keskittyneet yhden reaaliopiotyyppin määrittämiseen. Reaalimaailmassa tapahtuva aluekehityshanke kuitenkin sisältää useita, toisiaan seuraavia päätöksiä eli optioita, ja nämä yhdistelmäoptiot ovat jääneet myös akateemisessa keskustelussa vähemmälle huomiolle. Näiden yhdistelmäoptioiden eli mm. eri kehitysstrategioiden määrittämiseksi tässä tutkimuksessa pyrittiin löytämään mahdollisimman hyvin käytännön päätöksentekoon soveltuva menetelmä, ja menetelmäksi valikoitui FPOM. Verrattuna kirjallisuusosiossa esitettyihin kilpaileviin arvonmäärittämenetelmiin toimintaperiaatteeltaan yksinkertainen FPOM-menetelmä soveltui erittäin hyvin hankkeen mallintamiseen ottaen huomioon mallinnuksessa tarvittavan suuren määrän eri tyyppistä dataa. Tapaustutkimus vahvistaa havaintoa siitä, että perinteisten ROA-mallien, kuten BSM- tai BOPM-mallien kyky käsitellä kaikkia tässä tutkimuksessa käytettyjä laskenta-arvoja voi osoittautua haasteelliseksi. FPOM-menetelmä mahdollisti reaalioptioiden arvonmäärittämisen kunkin hankkeen osalta vuosi vuodelta, mikä edesauttaa puolestaan hankekehittäjää tunnistamaan ne strategiset mahdollisuudet, joita alueen arvonnousu voi tuoda tullessaan.

6.2 Tutkimuksen arviointi, rajoitukset ja ehdotus jatkotutkimuksesta

Tämän tapaustutkimuksen tuottama suurin lisäarvo ei todennäköisesti muodostu tapaustutkimuskohteen reaalioptioiden arvoista itsessään, vaan tutkimuksen suurin arvo muodostuu käytännönläheisestä menetelmäkuvauksesta. Onkin todennäköistä, että esimerkiksi rakennuskustannukset ja tuottovaatimukset poikkeavat tässä tutkimuksessa käytetyistä indikaattorisista arvoista, vaikkakin laskenta-arvoja oli hyvin käytettävissä mm. toteutuneiden tonttikauppojen ja asuntojen myyntihintojen osalta. Laskenta-arvoihin tehdyillä oletuksilla on luonnollisesti vaikutus myös analyysin lopputuloksiin. Hankekehittäjätaholla itsellään on paras kustannustietämys omista tuotteistaan, tulojen ja kustannusten allokaatiosta ja muista kohteen fyysisistä ominaisuuksista.

Tämän tutkimuksen uutuusarvo muodostuu siitä, että tutkimuksessa sovellettiin ensimmäistä kertaa kiinteistö- ja rakennusalan tutkimuksessa FPOM-menetelmän täysin possibilistisessä muodossa olevaa FPOSROV-varianttia. Tämä on myös ensimmäinen kerta, kun arvonnousua ennustavaa Cityfier-monimuuttujamallia sovellettiin reaaliopiotutkimuksessa asuntojen ja tonttien arvonnousun ennustamiseksi. Cityfierin tyyppisillä palveluilla on näin ollen suuri merkitys myös reaaliopioanalyysien suosion kehityksen kannalta, koska palvelu osaltansa valottaa eri alueiden tulevaisuuden arvonkehitystä jopa vuosikymmenten päähän kiinteistökohtaisella tasolla, jolloin kyetään huomioimaan kunkin kiinteistön sijaintiin perustuvat yksilölliset piirteet. Tähän asti hankekehittäjät ovat kyenneet intuitiivisesti arvioimaan alueellisen kehityksen vaikutuksia päätöksenteossaan, mutta numeerisen, kaupunkitaloustutkimukseen nojaavan datan hyödyntäminen antaa uudenlaista selkänöjää tässä ajanhetkessä tehtäville päätöksille ja tulevaisuuden mahdollisuuksille, ja reaaliopioanalyysi osaltansa voi toimia ratkaisuna kvantifioimaan hankkeen avainhenkilöiden intuitiota numeeriseen muotoon.

Kiinteistö- ja rakennusallalla toimivien ammattilaisten näkökulmasta FPOM-menetelmän tarjoama skenaarioihin pohjautuva reaaliopioiden arvonmääritysprosessi on hyvin intuitiivinen ja soveltuu hyvin eri tyyppisten reaaliopio-ongelmien mallintamiseen. Menetelmällisesti kolmion muotoiset sumeat luvut kykenevät ottamaan huomioon hankkeen kannattavuuteen liittyvät sekä nousu- että laskupotentiaalin, ja tutkimuksen indikaationa on, että FPOM-menetelmällä toteutettu mallinnus on läpinäkyvä ja intuitiivinen tapa huomioida tulevaisuuden epävarmuutta. Näin ollen se tuottaa perinteistä yksiarvoista DCF-menetelmää kattavamman ymmärryksen tulevaisuuden mahdollisista tiloista ja näin ollen kannattavuudesta. Koska FPOM-menetelmä on ikään kuin perinteisen DCF-laskennan laajennus ja menetelmä pohjautuu skenaarioille, on menetelmän käytön kynnyks matala etenkin, kun oletettavasti päätöksentekijät hyödyntävät skenaarioita muutenkin. Tämä tutkimus vahvistaakin Mintahin ym. (2017) tekemää havaintoa, että FPOM-menetelmällä on potentiaalia saavuttaa kiinteistö- ja rakennusallalla jalansijaa käytännön päätöksenteossa verrattuna muihin reaaliopioiden arvonmääritysmalleihin kiinteistö- ja rakennusallalla, koska muut arvomääritysmallit ovat matemaattisesti ja menetelmällisesti FPOM-menetelmää vaativampia ja esimerkiksi BOPM-menetelmä edellyttää todennäköisyyksien ja volatilitietin määrittämisen.

Tästä tutkimuksesta tehty jatkotutkimus voisi edetä joko kvalitatiivisempaan tai kvantitatiivisempaan suuntaan tämän tutkimuksen pohjalta. Tutkimuskohteena voisi toimia myös kokonaan toinen aluekehityshanke, tai tutkimuksessa voisi vertailla eri alueilla sijaitsevien korttelikokonaisuuksien tuloksia keskenään. Luonnollinen kvantitatiivinen jatkotutkimusaihe olisi seurata eri arvokomponenttien kehittymistä vuosien kuluessa, jonka jälkeen verrattaisiin sitä, kuinka hyvin tässä tutkimuksessa esitetyt laskelmat vastasivat toteutuneita arvoja ja tätä kautta myös kannattavuutta tämän tutkimuksen tapaustutkimuskohteessa. Toinen mielekäs kvantitatiivinen jatkotutkimusaihe olisi vertailla eri reaalioptioiden arvonmääritysmenetelmiä keskenään saman hankkeen osalta ja vertailla menetelmien tuottamia tuloksia keskenään, jonka jälkeen voitaisiin arvioida menetelmien tuloksia ja menetelmien soveltuvuutta sekä kvalitatiivisesti että kvantitatiivisesti. Toinen mielenkiintoinen tutkimusaihe olisi ollut toteuttaa ROA muiden hankkeen osapuolten kuin hankekehittäjän eli esimerkiksi maanomistajan näkökulmasta. Kvalitatiivisesta näkökulmasta tarkasteltuna olisi mielenkiintoista myös selvittää eri reaalioptioiden arvonmääritysmenetelmien käytännön soveltuvuutta haastatteleamalla alan asiantuntijoita. Haastattelujen lähtökohtana voitaisiin pitää edellä mainittua kvantitatiivista laskentaesimerkkiä, jossa eri ROA-menetelmiä on vertailtu keskenään laskentaesimerkkien avulla. Kvalitatiivisen tutkimuksen näkökulmasta olisi luontevaa tutkia myös reaalioptioiden käyttöön liittyviä rajoitteita, jotka aiheutuvat sopimusten ja muiden hankkeen vuorovaikutussuhteiden myötä, joilla voi olla vaikutuksia joustavuuteen ja projektin avainhenkilöiden mahdollisuuksiin vaikuttaa hankkeen kulkuun. Esimerkiksi voi olla mahdollista, että sopimusehdot velvoittavat rakentamaan hankitun maa-alueen määrääjassa, mikä rajoittaa option voimassaoloaika. Toisaalta tämä voimassaoloaika kyetään huomioimaan arvonmäärittämisessä. Vaikka tässä tutkimuksessa esitettiin menetelmäkuvaus reaalioptioiden arvonmäärittämiselle aluekehityshankkeessa, voidaan tutkimuksen perusteella kuitenkin todeta, että ala tarvitsee lisätutkimusta vakiintuneempien käytäntöjen aikaansaamiseksi. Reaalioptioanalyysiä on alalla verrattain vähän sovellettu erityisesti akateemisten piirien ulkopuolella, mutta käytännön päätöksentekoon soveltuvien menetelmien, kuten FPOM:n ja DMM:n myötä potentiaalia ROA:n suosion kasvulle on olemassa.

LÄHDELUETTELO

Baker, H. K., Dutta, S., & Saadi, S. (2011). Management views on real options in capital budgeting. *Journal of Applied Finance*, 21(1), 18–29. Saatavissa: <https://ssrn.com/abstract=2693028>

Bednyagin, D. & Gnansounou, E. (2011). Real options valuation of fusion energy R&D programme, *Energy Policy*, vol. 39, no. 1, 116–130 Saatavissa: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.09.019>

Black, F. & Scholes, M. (1973). The Pricing of Options and Corporate Liabilities, *Journal of Political Economy*, 81(3), 637-654. Saatavissa: <https://www.jstor.org/stable/1831029>

Block, S. (2007). Are “real options” actually used in the real world? *The Engineering Economist*, 52(3), 255–267 Saatavissa: <https://doi.org/10.1080/00137910701503910>

Borges, R., Dias, M. Meier, A., Neto, A. (2018) Fuzzy pay-off method for real options: The center of gravity approach with application in oilfield abandonment. *Fuzzy sets and systems*. [Online] 353111–123. Saatavissa: <https://doi.org/10.1016/j.fss.2018.03.008>

Borison, A. (2005) Real options analysis: Where are the emperor’s clothes?. *Journal of Applied Corporate Finance* 17, 17–31. Saatavissa: <https://doi.org/10.1111/j.1745-6622.2005.00029.x>

Brueckner, J.K. (1980) A Vintage Model of Urban Growth. *Journal of Urban Economics*, 8, 389-402. Saatavissa: [https://doi.org/10.1016/0094-1190\(80\)90039-X](https://doi.org/10.1016/0094-1190(80)90039-X)

Byrne, P. & Cadman, D. (1984). Risk, uncertainty and decision making in property development. Saatavissa: <https://doi.org/10.4324/9780203475515>

Capozza, D. & Li, Y., (1994). The intensity and timing of investment: the case of land. The American Economic Review 84 (4), 889–904. Saatavissa: [https://doi.org/10.1016/S0164-0704\(99\)00090-7](https://doi.org/10.1016/S0164-0704(99)00090-7)

Chao, L.-C. & Chen, H.-T. (2015) Predicting project progress via estimation of S-curve's key geometric feature values. Autom. Constr. 57, 33–41. Saatavissa: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.04.015>

Cityfier (2021), [viitattu 10.9.2021]. Saatavissa: <https://www.cityfier.com/>

Collan, M., Fullér, R., & Mezei, J. (2009). A fuzzy pay-off method for real option valuation, Journal of Applied Mathematics and Decision Sciences. Saatavissa: [10.1109/BIFE.2009.47](https://doi.org/10.1109/BIFE.2009.47)

Collan, M. (2009a). Strategic Real Options in Area Development Projects: Reflections on the Finnish Background, Finnish Journal of Business vol. 2009, 151-180

Collan M, Fullér R and Mezei J (2009b). Compound Real Options with the Fuzzy Pay-off Method: Three-Stage Case Illustration 13th Annual International Conference on Real Options. Minho, Portugal and Santiago, Spain: Real Options Group

Collan, M. (2010a). Valuation of area development project investments as compound real option problems, Journal of Applied Operational Research, 71-78. Saatavissa: <https://www.researchgate.net/publication/268049576>

Collan, M. (2010b). A DSS for supporting area development decision-making, IEEE International Conference on Information Management and Engineering. Chengdu, PRC:IEEE. Saatavissa: [10.1109/ICIME.2010.5477616](https://doi.org/10.1109/ICIME.2010.5477616)

Collan, M. (2011a). Thoughts about selected models for the valuation of real options,” Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Facultas Rerum Naturalium. Mathematica, vol. 50, no. 2, pp. 5– 12. Saatavissa: <https://www.researchgate.net/publication/267187202>

Collan, M. (2011b). Valuation of industrial giga-investments: theory and practice, Fuzzy Economic Review, vol. 16, no. 1, 21–37. Saatavissa: [10.25102/fer.2011.01.02](https://doi.org/10.25102/fer.2011.01.02)

Collan, M (2011c). Modeling Choices in the Valuation of Real Options: Reflections on Existing Models and Some New Ideas

Collan, M & Heikkilä, M (2011). Enhancing patent valuation with the pay-off method, Journal of Intellectual Property Rights, vol. 16, no. 5, 377–384. Saatavissa: <https://www.researchgate.net/publication/236347263>

Collan, M. (2012). The pay-off method: re-inventing investment analysis: with numerical application examples from different industries. USA

Collan, M., Haahtela, T., Kyläheiko, K., (2016). On the usability of real option valuation model types under different types of uncertainty Int. J. Business Innovation and Research, Vol. 11, No. 1, 2016. Saatavissa: [10.1504/IJBIR.2016.077608](https://doi.org/10.1504/IJBIR.2016.077608)

Cortazar, G. & Casassus, J. (1998). Optimal timing of a mine expansion: implementing a real options model, *The Quarterly Review of Economics and Finance*, Vol. 38, No. 3, 755–769. Saatavissa: [https://doi.org/10.1016/S1062-9769\(99\)80100-8](https://doi.org/10.1016/S1062-9769(99)80100-8)

Cox, J., Ross, S., Rubinstein, M. (1979). Option pricing: A simplified approach. *Journal of Financial Economics*, 7, 229-263. Saatavissa: [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(79\)90015-1](https://doi.org/10.1016/0304-405X(79)90015-1)

Copeland, T. & Antikarov, V. (2001). *Real Options: a practitioner's guide*, Texere, New York, NY, USA.

Copeland, T & Keenan, P (1998) *How Much is Flexibility Worth?*. The McKinsey & Company, New York, Saatavissa: <https://ssrn.com/abstract=717588>

Codosero Rodas, J.M., Castanho, R.A., Cabezas Fernández, J., Naranjo Gómez, J.M. (2020). Sustainable valuation of land for development. Adding value with urban planning progress. A Spanish case study. *Land use policy*. Saatavissa: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104456>

Cristóbal, J.R.S. (2017). The S-curve envelope as a tool for monitoring and control of projects. *Procedia Comput. Sci.* 2017, 121, 756–761. Saatavissa: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.11.097>

Datar, V., Mathews, S. (2004) European real options: an intuitive algorithm for the Black-Scholes formula, *Journal of Applied Finance*, 14. Saatavissa: <https://ssrn.com/abstract=560982>

Datar, V., Mathews, S., Johnson, B. (2007). A practical method for valuing real options: the boeing approach, *Journal of Applied Corporate Finance*, 19(2), 95–104. Saatavissa: <https://doi.org/10.1111/j.1745-6622.2007.00140.x>

Datar, V., Mathews, S., Salmon J. (2007). Business engineering: a practical approach to valuing high-risk, high-return projects using real options, *Tutorials in Operations Research*, 157–175. Saatavissa: <https://doi.org/10.1287/educ.1073.0037>

De Neufville, R., Lee, Y.S. and Scholtes, S. (2008). Flexibility in hospital infrastructure design, *IEEE Conference on Infrastructure Systems*, 2008, Rotterdam, 8-10. Saatavissa: [10.1109/INFRA.2008.5439668](https://doi.org/10.1109/INFRA.2008.5439668)

Dixit, A. & Pindyck, R. (1994). *Investment under Uncertainty*, Princeton University Press, Princeton, NJ.

Espoon kaupunki (2021). verkkosivu [viitattu 9.9.2021]. Saatavissa: <https://www.es-poo.fi/fi/asuminen-ja-rakentaminen/finnoo>

Hassanzadeh, F., Collan, M., Modarres, M. (2012). A practical approach to R&D portfolio selection using the fuzzy pay-off method, *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, vol. 20, no. 4, 615–622. Saatavissa: [10.1109/TFUZZ.2011.2180380](https://doi.org/10.1109/TFUZZ.2011.2180380)

Horn, A. (2015). The use of real option theory in Scandinavia's largest companies. *International Review of Financial Analysis*, 41(C), 74-81. Saatavissa: <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2015.05.026>

French, N. & Gabrielli, L. (2004). The uncertainty of valuation. *Journal of Property Investment & Finance*, 22(6), 484-500. Saatavissa: <https://doi.org/10.1108/14635780410569470>

French, N. & Gabrielli, L. (2005). Discounted cash flow: Accounting for uncertainty. *Journal of Property Investment & Finance*, 23(1), 75-89. Saatavissa:

<https://doi.org/10.1108/14635780510575102>

Geltner, D. (2012). Uncertainty, Flexibility, Valuation and Design: How 21 st Century Information and Knowledge Can Improve 21 st Century Urban Development – Part I of II. *Pacific Rim Property Research Journal*, 231-249. Saatavissa:

<https://doi.org/10.1080/14445921.2012.11104361>

Geltner, David & de Neufville, Richard. (2015). Uncertainty, Flexibility, Valuation and Design: How 21 st Century Information and Knowledge Can Improve 21 st Century Urban Development – Part II of II. *Pacific Rim Property Research Journal*, 251-276. Saatavissa:

<https://doi.org/10.1080/14445921.2012.11104362>

Geske, R., (1979). The Valuation of Compound Options, *Journal of Financial Economics*, vol. 7, no. 1, 63-81. Saatavissa: [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(79\)90022-9](https://doi.org/10.1016/0304-405X(79)90022-9)

Greden, L. and Glicksman, L. (2005). A real options model for valuing flexible space, *Journal of Corporate Real Estate*, Vol. 7 No. 1, 34–48. Saatavissa:

<https://doi.org/10.1108/14630010510812486>

Grenadier, S. (1995). Valuing lease contracts: a real options approach, *Journal of Financial Economics*, Vol. 38, 297-331. Saatavissa: [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(94\)00820-Q](https://doi.org/10.1016/0304-405X(94)00820-Q)

Harjunen, O. (2018). Metro Investment and the Housing Market Anticipation Effect.

Working Papers 2018:2. City of Helsinki, Executive Office, Urban Research and Statistics.

Herath, H.S.B. & Park, C.S., (2002). Multi-Stage Capital Investment Opportunities As Compound Real Options, *The Engineering Economist*, vol. 47, no. 1, 1-27. Saatavissa: <https://doi.org/10.1080/00137910208965021>

Horn, A. (2015). The Use of Real Options Theory in Scandinavia's Largest Companies. *SSRN Electronic Journal*. Saatavissa: [10.2139/ssrn.2691371](https://ssrn.com/abstract=10.2139/ssrn.2691371)

Jäckel, P. (2002) *Monte Carlo methods in finance*, John Wiley & Sons, England.

Järvelä, S. (2021) *Reaalioptioiden hyödyntäminen kiinteistökehittämisessä*. Diplomityö, Tampereen yliopisto

Kozlova, M. (2015). Analyzing the Effects of the New Renewable Energy Policy in Russia on Investments Into Wind, Solar and Small Hydro Power, Saatavissa: [10.13140/RG.2.1.1948.1446](https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1948.1446)

KTI (2021) *Kiinteistötalouden ja kiinteistöjohtamisen keskeiset käsitteet*, KTI Kiinteistötalouden instituutti, Nykypaino Oy, Saatavissa: <https://kti.fi/wp-content/uploads/Kiinteist%C3%B6talouden-ja-kiinteist%C3%B6johtamisen-keskeiset-k%C3%A4sitteet.pdf>

KTI (2017) *Mistä KIRA-ala puhuu, 2017 kaupungistuminen*. Saatavissa: <https://kti.fi/mista-kira-ala-puhuu-2017-kaupungistuminen/>

Kozlova, M., Collan, M., Luukka, P. (2016). Comparison of the Datar-Mathews Method and the Fuzzy Pay-Off Method through Numerical Results, *Advances in Decision Sciences*, sivut 1-7. Saatavissa: <https://doi.org/10.1155/2016/7836784>

Knüpfer, S. & Puttonen, V. (2014). *Moderni rahoitus* . 7., uud. p. Helsinki: Talentum Media.

Laakso, S. (1986). *Metro ja kaupunkirakenne. Helsingin metron vaikutus asuntojen hintoihin ja toimistotilojen vuoriin. Helsingin kaupungin kaupunkisuunnitteluvirasto yleiskaavaosasto.*

Lander, D. M., Pinches, G. E., (1998). Challenges to the practical implementation of modeling and valuing real options. *The Quarterly Review of Economics and Finance* 38, 537–567. Saatavissa: [https://doi.org/10.1016/S1062-9769\(99\)80089-1](https://doi.org/10.1016/S1062-9769(99)80089-1)

Lall, P. Lowe, R., Goebel, K., Cooper W, (2012). Cost assessment for implementation of embedded prognostic health management for electronic systems,” in *Proceedings of the 13th InterSociety Conference on Thermal and Thermomechanical Phenomena in Advances in Decision Sciences 7 Electronic Systems (ITherm '12)*, pp. 487–497, IEEE, San Diego, Calif, USA, June 2012. Saatavissa: [10.1109/ITHERM.2012.6231471](https://doi.org/10.1109/ITHERM.2012.6231471)

Law, A. and Kelton, D. (2000) *Simulation modeling and analysis*, 3rd ed., McGraw & Hill, USA.

Liljebloom, E., Vaihekoski, M. (2004). Investment Valuation Methods and Required Rate of Return in Finnish Publicly Listed Companies. *Finnish Journal of Business and Economic* 53, 9-24. Saatavissa: <https://ssrn.com/abstract=486462>

Loizou, P. & French, N. (2012). Risk and uncertainty in development: A critical evaluation of using the Monte Carlo simulation method as a decision tool in real estate development projects, *Journal of Property Investment & Finance*, Vol. 30(2), 198-210. Saatavissa: <https://doi.org/10.1108/14635781211206922>

Loukianova, A. (2017). Valuing synergies in strategic mergers and acquisitions using the real options approach. *Investment Management & Financial Innovations*, 14(1), 236-247. Saatavissa: [http://dx.doi.org/10.21511/imfi.14\(1-1\).2017.10](http://dx.doi.org/10.21511/imfi.14(1-1).2017.10)

Luehrman, T.A. (1998). Strategy as Portfolio of Real Options. *Harvard Business Review*, 89–99.

Luukka, P., Stoklasa, J., Collan, M. (2019). Transformations between the center of gravity and the possibilistic mean for triangular and trapezoidal fuzzy numbers. *Soft computing* (Berlin, Germany). [Online] 23 (10), 3229–3235. Saatavissa: [10.1007/s00500-018-3204-z](https://doi.org/10.1007/s00500-018-3204-z)

Mathews, S. (2009). Valuing risky projects with real options, *Research Technology Management*, vol. 52, no. 5, 32–41, Saatavissa: <https://doi.org/10.1080/08956308.2009.11657587>

Manninen, M (2021). Predicting the Development of Housing Prices in Westmetro's Phase 2 Areas. Pro gradu, LUT yliopisto.

McDonald, R.L. and Siegel, D. (1986). The value of waiting to invest, *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 101 No. 4, pp. 707-727. Saatavissa: <https://doi.org/10.2307/1884175>

McLeish, D. (2005) *Monte Carlo Simulation and Finance*, Wiley Finance

Merton, R. C. (1973). Theory of Rational Option Pricing. *The Bell Journal of Economics and Management Science*, 4(1), 141-183. Saatavissa: <https://doi.org/10.2307/3003143>

Mintah, K. (2016). Real Options and Application to Australian Property development: a conceptual analysis. Saatavissa: http://www.prrs.net/Proceedings/..%5CPapers%5CMintah_Real_options.pdf

Mintah, K. (2018a). Staging option application to residential development: Real options approach. *International Journal of Housing Markets and Analysis*, 11(1), 101-116. Saatavissa: <https://doi.org/10.1108/14635780110365370>

Mintah, K.; Higgins, D.; Callanan, J. (2018b). A real option approach for the valuation of switching output flexibility in residential property investment. *J. Financ. Manag. Prop. Construct.* 2018,23, 133–151. Saatavissa: <https://doi.org/10.1108/JFMPC-05-2017-0017>

Myers, S. C. (1977). Determinants of corporate borrowing. *Journal of Financial Economics*, vol. 5, no 2, 147-175. Saatavissa: [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(77\)90015-0](https://doi.org/10.1016/0304-405X(77)90015-0)

Myers, S.C. (1984). Finance theory and financial strategy, *Interfaces*, Vol. 14 No. 1, 126-137. Saatavissa: <https://www.jstor.org/stable/25060526>

Paddock, J.L., Siegel, D.R. & Smith, J.L. (1988). Option Valuation of Claims on Real Assets: The Case of Offshore Petroleum Leases. *The Quarterly Journal of Economics*, 103(3), 479-508. Saatavissa: <https://doi.org/10.2307/1885541>

Pellat, P.G.K (1972). The analysis of real estate investments under uncertainty, *Journal of Finance*, Vol. 27 No. 2, 459-471. Saatavissa: <https://doi.org/10.2307/2978488>

Penttinen, E. (2021) Reaalioptiomenetelmä kiinteistösjoitusten kannattavuuden arvioinnissa. Pro gradu, LUT yliopisto

Phyrr, S.A. (1973). A computer simulation model to measure risk in real estate investment, *Journal of the American Real Estate and Urban Economics Association*, Vol. 1 No. 1, pp. 48-78. Saatavissa: <https://doi.org/10.1111/1540-6229.00103>

RICS (2019) Guidance note: Valuation of development property, RICS professional standards and guidance, global 1st edition, October 2019

Rocha K, Salles L, Alcaraz F, Sardinha J and Teixeira J (2007). Real estate and real options - A case study. *Emerging Markets Review* 8, 67-79 Saatavissa: <https://doi.org/10.1016/j.ememar.2006.09.008>

Ryan, P. A., & Ryan, G. P. (2002). Capital budgeting practices of the fortune 1000: How have things changed? *Journal of Business and Management*, 8(4), 355–364.

Schachter, J. A. (2016). Demand Response Contracts as Real Options: A Probabilistic Evaluation Framework Under Short-Term and Long-Term Uncertainties. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 7(2), 868-878. Saatavissa: [10.1109/TSG.2015.2405673](https://doi.org/10.1109/TSG.2015.2405673)

Sandahl, G., & Sjögren, S. (2003). Capital budgeting methods among Sweden's largest groups of companies. The state of the art and a comparison with earlier studies.

International Journal of Production Economics, 84(1), 51–69. Saatavissa: [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(02\)00379-1](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(02)00379-1)

Sewalk, S. & Dai, Q. (2014). Valuing Real Options in Hospital Expansions Using Vertical Phasing. *Real Estate Finance*, 30(4), 156-166.

Shilling, J. (1987). On Option-Pricing Models in Real Estate: A Critique. AREUEA Journal, 15(1), 742. Saatavissa: <https://doi.org/10.1002/bref.69>

Sing, T.F. and Tang, L.W. (2004), Valuing leasing risks in commercial property with a discrete time binomial tree option model, Journal of Property Investment & Finance, Vol. 22 No. 2, 173-191. Saatavissa: <https://doi.org/10.1108/JPIF-10-2012-0046>

Simmons, S. (1999). The application of discounted cash flow for land development projects. Saatavissa: https://eprints.usq.edu.au/10549/7/Simmons_Survey1999_PV.pdf

S-Pankki Tontti erikoissijoitusrahasto (2021). [Viitattu 3.10.2021] [Saataavissa https://www.s-pankki.fi/fi/saastaminen-ja-sijoittaminen/rahastot/s-pankki-tontti-a/](https://www.s-pankki.fi/fi/saastaminen-ja-sijoittaminen/rahastot/s-pankki-tontti-a/)

Stoklasa, J., Luukka, P., Collan, M., (2021). Possibilistic fuzzy pay-off method for real option valuation with application to research and development investment analysis. Fuzzy sets and systems. [Online] 409153–169. Saatavissa: <https://doi.org/10.1016/j.fss.2020.06.012>

Verohallinto 2021 Maapohja – näin verotusarvo muodostuu, [Viitattu 23.12.2021] Saataavissa: <https://www.vero.fi/henkiloasiakkaat/asuminen/kiinteistovero/nain-vero-muodostuu/maapohja/>

Viitanen K & Falkenbach H (2014a) 2014 International Valuation Standards Council, Tekninen ohje 1 Kassavirtalaskelmat Saatavilla: <https://www.skayry.fi/wp-content/uploads/2018/02/Tekninen-ohje-1-Kassavirtalaskelma.pdf>

Viitanen K & Falkenbach H (2014b) 2014 International Valuation Standards Council, Tekninen ohje 3 Aineettomien hyödykkeiden arviointi Saatavilla: <https://www.skayry.fi/wp->

<content/uploads/2018/02/Tekninen-ohje-3-Aineettomien-hy%C3%B6dykkeiden-arviointi.pdf>

Vero (2021) [Viattu 18.10.2021] Saatavissa: https://www.vero.fi/syventavat-vero-ohjeet/ohje-hakusivu/48295/rakentamattoman_rakennuspaikan_veropros2/

Vimpari, J. (2014). Is there hidden value in real estate investments?: Real options analysis provides rationale to contingent investment decisions. Väitöskirja, Aalto University

Vimpari, J. & Junnila, S. (2014a). Value of waiting – option pricing as a tool for residential real estate fund divestment management. *Property Management*, 32(5), 400-414. Saatavissa: <https://doi.org/10.1108/PM-03-2014-0013>

Vimpari, J. & Junnila, S. (2014b). Valuing green building certificates as real options. *Journal of European Real Estate Research*, 7(2), 181-198. Saatavissa: <https://doi.org/10.1108/JERER-06-2013-0012>

Vimpari, J. & Junnila, S. (2016). Valuing retail lease options through time. *Journal of Property Investment & Finance*, 35(4), 369-381. Saatavissa: <https://doi.org/10.1108/JPIF-05-2016-0036>

Vimpari, J. & Junnila, S. (2017). Theory of valuing building life-cycle investments. *Building Research & Information*, 44(4), 345-357 Saatavissa: <https://doi.org/10.1080/09613218.2016.1098055>

Wheaton, W.C (1982). Urban Spatial Development with Durable but Replaceable Capital. *Journal of Urban Economics*, 12, 53-67.

YM (2015), Ympäristöministeriö, ilmastotavoitteita edistävä kaavoitus, Näkökulmia kunta-kaavoitukseen. Saatavissa: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/154436/SY_3_2015.pdf;jsessionid=1741CF1884AA7572B96B08B4124BDB92?sequence=1

Zadeh, L.A. (1965), Fuzzy sets, Information and Control, Vol. 8 No. 3, 338-353. Saatavissa: [https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X)

Zimmermann, H. (2001). Fuzzy set theory - and its applications, 4. ed. Kluwer Acad. Publ, Boston [u.a.] 514 s.

Ålandsbanken tonttirahasto (2020). [Viitattu 3.10.2021], Saatavissa https://www.alandsbanken.fi/uploads/pdf/fund/fi_tomtfonden_stadgar.pdf

LIITE 1. Laskenta-arvot kootusti.

Lajuuus						
Kohde	Suure	Suureen nimi	Pessimisti-	Realisti-	Optimisti-	Lähde
XII	kem2	kerrosala	4900	4900	4900	Espoon kaupunki, kaavatiето
VIII	kem2	kerrosala	2800	2800	2800	Espoon kaupunki, kaavatiето
VII	kem2	kerrosala	2400	2400	2400	Espoon kaupunki, kaavatiето
XII	brm2	bruttoala	6999	6999	6999	Markkinointimateriaalien ARK-luonnokset
VIII	brm2	bruttoala	3556	3556	3556	Markkinointimateriaalien ARK-luonnokset
VII	brm2	bruttoala	3055	3055	3055	Markkinointimateriaalien ARK-luonnokset
XII	hym2	hyötyala	4190	4190	4190	Markkinointimateriaalien ARK-luonnokset
VIII	hym2	hyötyala	2464	2464	2464	Markkinointimateriaalien ARK-luonnokset
VII	hym2	hyötyala	2103	2103	2103	Markkinointimateriaalien ARK-luonnokset
XII	ap/kem2	pysäköintinormi	1/110	1/110	1/110	Espoon kaupunki, kaavatiето
VIII	ap/kem2	pysäköintinormi	1/110	1/110	1/110	Espoon kaupunki, kaavatiето
VII	ap/kem2	pysäköintinormi	1/110	1/110	1/110	Espoon kaupunki, kaavatiето
XII	ap	pysäköintipaikat	45	45	45	Espoon kaupunki, kaavatiето
VIII	ap	pysäköintipaikat	25	25	25	Espoon kaupunki, kaavatiето
VII	ap	pysäköintipaikat	22	22	22	Espoon kaupunki, kaavatiето
XII	brm2/hy m2	tehokkuus	1,67	1,67	1,67	Markkinointimateriaalien ARK-luonnokset
VIII	brm2/hy m2	tehokkuus	1,45	1,45	1,45	Markkinointimateriaalien ARK-luonnokset
VII	brm2/hy m2	tehokkuus	1,45	1,45	1,45	Markkinointimateriaalien ARK-luonnokset
XII	hym2/ke m2	tehokkuus	0,85	0,85	0,85	Markkinointimateriaalien ARK-luonnokset
VIII	hym2/ke m2	tehokkuus	0,86	0,86	0,86	Markkinointimateriaalien ARK-luonnokset
VII	hym2/ke m2	tehokkuus	0,86	0,86	0,86	Markkinointimateriaalien ARK-luonnokset
XII	brm2/ke m2	tehokkuus	1,43	1,43	1,43	Markkinointimateriaalien ARK-luonnokset
VIII	brm2/ke m2	tehokkuus	1,27	1,27	1,27	Markkinointimateriaalien ARK-luonnokset
VII	brm2/ke m2	tehokkuus	1,27	1,27	1,27	Markkinointimateriaalien ARK-luonnokset

RS-kohteen Myyntihinnat

Kohde	Suure	Suureen nimi	Pessimisti-	Realisti-	Optimisti-	Lähde
-------	-------	--------------	-------------	-----------	------------	-------

XII	€/hym2	RS-kohteen myyhtihinta	6019	6019	6019	KVKL data, mediaani
VIII	€/hym2	RS-kohteen myyhtihinta	6019	6019	6019	KVKL data, mediaani
VII	€/hym2	RS-kohteen myyhtihinta	6019	6019	6019	KVKL data, mediaani
P	€/ap	Pysäköintipauikka	14 000	14 000	14 000	Markkinointimateriaalit

Vuokrakohteen arvonmääritys

Kohde	Suure	Suureen nimi	Pessimistinen	Realistinen	Optimistinen	Lähde
XII	€/hym2/k	Bruttovuokra	21,50	22,00	22,50	Newsec, arvio
VIII	€/hym2/k	Bruttovuokra	21,50	22,00	22,50	Newsec, arvio
VII	€/hym2/k	Bruttovuokra	21,50	22,00	22,50	Newsec, arvio
XII	%	Vajaakäyttöaste	4,5 %	3,0 %	2,0 %	Newsec, arvio
VIII	%	Vajaakäyttöaste	4,5 %	3,0 %	2,0 %	Newsec, arvio
VII	%	Vajaakäyttöaste	4,5 %	3,0 %	2,0 %	Newsec, arvio
XII	€/hym2/k	Käyttö ja ylläpitokust.	4,40	4,30	4,20	Markkinointimateriaalit ja arviot
VIII	€/hym2/k	Käyttö ja ylläpitokust.	4,30	4,20	4,10	Markkinointimateriaalit ja arviot
VII	€/hym2/k	Käyttö ja ylläpitokust.	4,30	4,20	4,10	Markkinointimateriaalit ja arviot
XII	€/hym2/k	Korjaukset v 11 =>	0,45	0,50	0,55	Arvio
VIII	€/hym2/k	Korjaukset v 11 =>	0,45	0,50	0,55	Arvio
VII	€/hym2/k	Korjaukset v 11 =>	0,45	0,50	0,55	Arvio
XII	%	Yield	4,5 %	4,0 %	3,8 %	Newsec, arvio
VIII	%	Yield	4,5 %	4,0 %	3,8 %	Newsec, arvio
VII	%	Yield	4,5 %	4,0 %	3,8 %	Newsec, arvio
XII	€/hym2	Vuokrakohteen arvo	4885	5554	6025	Newsec, markkinainformaatio ja kassavirtalaskelma
VIII	€/hym2	Vuokrakohteen arvo	4885	5554	6025	Newsec, markkinainformaatio ja kassavirtalaskelma
VII	€/hym2	Vuokrakohteen arvo	4885	5554	6025	Newsec, markkinainformaatio ja kassavirtalaskelma
P	€/ap/kk	Bruttovuokra	100,00	100,00	100,00	Arvio
P	€/ap/kk	Käyttö- ja ylläpitokust.	50,00	50,00	50,00	Markkinointimateriaalit ja arviot
P	%	Vajaakäyttöaste	8,0 %	7,0 %	6,0 %	Arvio
P	%	Yield	4,5 %	4,0 %	3,8 %	Newsec, arvio
P	€/ap	Pysäköintipaikan arvo	12 878	13 533	14 223	Kassavirtalaskelma

Kustannukset (ALV 0 %)

Kohde	Suure	Suureen nimi	Pessimistinen	Realistinen	Optimistinen	Lähde
-------	-------	--------------	---------------	-------------	--------------	-------

XII	€/k-m2	Tonttihinta	621	621	621	MML, kauppahintarekisteri
VIII	€/k-m2	Tonttihinta	723	723	723	MML, kauppahintarekisteri
VII	€/k-m2	Tonttihinta	723	723	723	MML, kauppahintarekisteri
Kohde	Suure	Suureen nimi	Pessimistinen	Realistinen	Optimistinen	Lähde
XII	€/brm2	Suunnittelu ja rakentaminen	2225	1935	1742	Hahtela & Kiiras (2008)
VIII	€/brm2	Suunnittelu ja rakentaminen	2170	1887	1698	Hahtela & Kiiras (2008)
VII	€/brm2	Suunnittelu ja rakentaminen	2170	1887	1698	Hahtela & Kiiras (2008)
Pessimistinen skenaario, +15 %						
Realistinen skenaario, mediaani						
Optimistinen skenaario, ylin kvartiili -10 %						
Kohde	Suure	Suureen nimi	Pessimistinen	Realistinen	Optimistinen	Lähde
XII	€/ap	Pysäköintipaikka	24910	20270	13340	RAKLI (2015) + indeksikorjaus
VIII	€/ap	Pysäköintipaikka	24910	20270	13340	RAKLI (2015) + indeksikorjaus
VII	€/ap	Pysäköintipaikka	24910	20270	13340	RAKLI (2015) + indeksikorjaus

Tuottovaatimukset

Kohde	Suure	Suureen nimi	Pessimistinen	Realistinen	Optimistinen	Lähde
	reaalinen	Tontin vuokraus	4,0 %	4,0 %	4,0 %	Ålandsbanken (2020), S-Pankki Tontti -erikoissijoitusrahasto (2021)
	reaalinen	Tontin myynti	4,0 %	4,0 %	4,0 %	Ålandsbanken (2020), S-Pankki Tontti -erikoissijoitusrahasto (2021)
	reaalinen	RS-kohteen kehittäminen	20,0 %	20,0 %	20,0 %	Arvio
	reaalinen	Kohteen kehittäminen vuokrasij.	20,0 %	20,0 %	20,0 %	Arvio
	nimellinen	Tontin vuokraus	5,1 %	5,1 %	5,1 %	Ålandsbanken (2020), S-Pankki Tontti -erikoissijoitusrahasto (2021)
	nimellinen	Tontin myynti	5,1 %	5,1 %	5,1 %	Ålandsbanken (2020), S-Pankki Tontti -erikoissijoitusrahasto (2021)
	nimellinen	RS-kohteen kehittäminen	21,3 %	21,3 %	21,3 %	Arvio
	nimellinen	Kohteen kehittäminen vuokrasij.	21,3 %	21,3 %	21,3 %	Arvio

Inflaatio ja arvonnousu

Vuosi	Vuosi	Suureen nimi	Pessimistinen	Realistinen	Optimistinen	Lähde
		Yleinen inflaatio	1,10 %	1,10 %	1,10 %	Tilastokeskus

Vuosi	Vuosi	Suureen nimi	Pessimistinen	Realistinen	Optimistinen	Lähde
		Vuokrien kasvunopeus	*1,1%	1,60 %	1,68 %	Tilastokeskus Vuokraindeksi (2015=100) ja keskineliövuokrat, vuositiedot muuttujina Vuosi. Espoo-Kauniainen 2, Yhteensä, Vapaarahoitteinen, mediaani
Pessimistinen sknaario, yleinen inflaatio						
Realistinen sknaario, mediaani						
Realistinen sknaario, ylin kvantili						
Vuosi	Vuosi	Suureen nimi	Pessimistinen	Realistinen	Optimistinen	Lähde
1	2021	Vuokrien kasvunopeus	0,91 %	1,06 %	1,96 %	Tilastokeskus, Vanhojen kerrostaloasuntojen hintaindeksi (2000=100), Espoo-Kauniainen, kaikki asuntokoot
Pessimistinen sknaario, toinen kvantili						
Realistinen sknaario, mediaani						
Realistinen sknaario, kolmas kvantili						
Vuosi	Vuosi	Suureen nimi	Pessimistinen	Realistinen	Optimistinen	Lähde
1	2021	Cityfier arvonnousu				Cityfier, reaalin arvonnousuennuste
2	2022	Cityfier arvonnousu	1,71 %	1,71 %	1,71 %	Cityfier, reaalin arvonnousuennuste
3	2023	Cityfier arvonnousu	35,11 %	35,11 %	35,11 %	Cityfier, reaalin arvonnousuennuste
4	2024	Cityfier arvonnousu	17,28 %	17,28 %	17,28 %	Cityfier, reaalin arvonnousuennuste
5	2025	Cityfier arvonnousu	8,98 %	8,98 %	8,98 %	Cityfier, reaalin arvonnousuennuste
6	2026	Cityfier arvonnousu	6,13 %	6,13 %	6,13 %	Cityfier, reaalin arvonnousuennuste
7	2027	Cityfier arvonnousu	4,00 %	4,00 %	4,00 %	Cityfier, reaalin arvonnousuennuste
8	2028	Cityfier arvonnousu	1,59 %	1,59 %	1,59 %	Cityfier, reaalin arvonnousuennuste
9	2029	Cityfier arvonnousu	2,34 %	2,34 %	2,34 %	Cityfier, reaalin arvonnousuennuste
10	2030	Cityfier arvonnousu	3,42 %	3,42 %	3,42 %	Cityfier, reaalin arvonnousuennuste
11	2031	Cityfier arvonnousu	1,80 %	1,80 %	1,80 %	Cityfier, reaalin arvonnousuennuste
12	2032	Cityfier arvonnousu	1,73 %	1,73 %	1,73 %	Cityfier, reaalin arvonnousuennuste
13	2033	Cityfier arvonnousu	1,67 %	1,67 %	1,67 %	Cityfier, reaalin arvonnousuennuste
14	2034	Cityfier arvonnousu	1,31 %	1,31 %	1,31 %	Cityfier, reaalin arvonnousuennuste

15	2035	Cityfier arvonnousu	1,75 %	1,75 %	1,75 %	Cityfier, reaalin arvonnousuennuste
16	2036	Cityfier arvonnousu	1,58 %	1,58 %	1,58 %	Cityfier, reaalin arvonnousuennuste
17	2037	Cityfier arvonnousu	-0,06 %	-0,06 %	-0,06 %	Cityfier, reaalin arvonnousuennuste
18	2038	Cityfier arvonnousu	0,26 %	0,26 %	0,26 %	Cityfier, reaalin arvonnousuennuste
19	2039	Cityfier arvonnousu	0,00 %	0,00 %	0,00 %	Cityfier, reaalin arvonnousuennuste
20	2040	Cityfier arvonnousu	6,94 %	6,94 %	6,94 %	Cityfier, reaalin arvonnousuennuste
Vuosi	Vuosi	Suureen nimi	Pessimistinen	Realistinen	Optimistinen	Lähde
1	2021	Cityfier arvonnousu				Cityfier, reaalin arvonnousuennuste
2	2022	Cityfier arvonnousu	1,71 %	1,71 %	1,71 %	Cityfier, reaalin arvonnousuennuste
3	2023	Cityfier arvonnousu	35,11 %	35,11 %	35,11 %	Cityfier, reaalin arvonnousuennuste
4	2024	Cityfier arvonnousu	17,28 %	17,28 %	17,28 %	Cityfier, reaalin arvonnousuennuste
5	2025	Cityfier arvonnousu	8,98 %	8,98 %	8,98 %	Cityfier, reaalin arvonnousuennuste
6	2026	Cityfier arvonnousu	6,13 %	6,13 %	6,13 %	Cityfier, reaalin arvonnousuennuste
7	2027	Cityfier arvonnousu	4,00 %	4,00 %	4,00 %	Cityfier, reaalin arvonnousuennuste
8	2028	Cityfier arvonnousu	1,59 %	1,59 %	1,59 %	Cityfier, reaalin arvonnousuennuste
9	2029	Cityfier arvonnousu	2,34 %	2,34 %	2,34 %	Cityfier, reaalin arvonnousuennuste
10	2030	Cityfier arvonnousu	3,42 %	3,42 %	3,42 %	Cityfier, reaalin arvonnousuennuste
11	2031	Cityfier arvonnousu	1,80 %	1,80 %	1,80 %	Cityfier, reaalin arvonnousuennuste
12	2032	Cityfier arvonnousu	1,73 %	1,73 %	1,73 %	Cityfier, reaalin arvonnousuennuste
13	2033	Cityfier arvonnousu	1,67 %	1,67 %	1,67 %	Cityfier, reaalin arvonnousuennuste
14	2034	Cityfier arvonnousu	1,31 %	1,31 %	1,31 %	Cityfier, reaalin arvonnousuennuste
15	2035	Cityfier arvonnousu	1,75 %	1,75 %	1,75 %	Cityfier, reaalin arvonnousuennuste
16	2036	Cityfier arvonnousu	1,58 %	1,58 %	1,58 %	Cityfier, reaalin arvonnousuennuste
17	2037	Cityfier arvonnousu	-0,06 %	-0,06 %	-0,06 %	Cityfier, reaalin arvonnousuennuste
18	2038	Cityfier arvonnousu	0,26 %	0,26 %	0,26 %	Cityfier, reaalin arvonnousuennuste
19	2039	Cityfier arvonnousu	0,00 %	0,00 %	0,00 %	Cityfier, reaalin arvonnousuennuste
20	2040	Cityfier arvonnousu	6,94 %	6,94 %	6,94 %	Cityfier, reaalin arvonnousuennuste
Vuosi	Vuosi	Suureen nimi	Pessimistinen	Realistinen	Optimistinen	Lähde
1	2021	Haahtela-indeksi	1,95 %	1,95 %	1,95 %	Haahtela-indeksi, nimellinen

2	2022	Haahtela-indeksi	3,35 %	3,35 %	3,35 %	Haahtela-indeksi, nimellinen
3	2023	Haahtela-indeksi	4,03 %	1,96 %	-0,36 %	Haahtela-indeksi, nimellinen
4	2024	Haahtela-indeksi	4,03 %	1,96 %	-0,36 %	Haahtela-indeksi, nimellinen
5	2025	Haahtela-indeksi	4,03 %	1,96 %	-0,36 %	Haahtela-indeksi, nimellinen
6	2026	Haahtela-indeksi	4,03 %	1,96 %	-0,36 %	Haahtela-indeksi, nimellinen
7	2027	Haahtela-indeksi	4,03 %	1,96 %	-0,36 %	Haahtela-indeksi, nimellinen
8	2028	Haahtela-indeksi	4,03 %	1,96 %	-0,36 %	Haahtela-indeksi, nimellinen
9	2029	Haahtela-indeksi	4,03 %	1,96 %	-0,36 %	Haahtela-indeksi, nimellinen
10	2030	Haahtela-indeksi	4,03 %	1,96 %	-0,36 %	Haahtela-indeksi, nimellinen
11	2031	Haahtela-indeksi	4,03 %	1,96 %	-0,36 %	Haahtela-indeksi, nimellinen
12	2032	Haahtela-indeksi	4,03 %	1,96 %	-0,36 %	Haahtela-indeksi, nimellinen
13	2033	Haahtela-indeksi	4,03 %	1,96 %	-0,36 %	Haahtela-indeksi, nimellinen
14	2034	Haahtela-indeksi	4,03 %	1,96 %	-0,36 %	Haahtela-indeksi, nimellinen
15	2035	Haahtela-indeksi	4,03 %	1,96 %	-0,36 %	Haahtela-indeksi, nimellinen
16	2036	Haahtela-indeksi	4,03 %	1,96 %	-0,36 %	Haahtela-indeksi, nimellinen
17	2037	Haahtela-indeksi	4,03 %	1,96 %	-0,36 %	Haahtela-indeksi, nimellinen
18	2038	Haahtela-indeksi	4,03 %	1,96 %	-0,36 %	Haahtela-indeksi, nimellinen
19	2039	Haahtela-indeksi	4,03 %	1,96 %	-0,36 %	Haahtela-indeksi, nimellinen
20	2040	Haahtela-indeksi	4,03 %	1,96 %	-0,36 %	Haahtela-indeksi, nimellinen

LIITE 2. Tulojen ja menojen allokointi. Harmaalla korostetut erät pysyvät vakiona, kun taas hankkeen lykkääminen siirtää allokointia vuodella eteenpäin.

Vuosi	0	1	2	3	4
Tontin hankinta					
Pessimistinen	100 %				
Realistinen	100 %				
Optimistinen	100 %				
0 littera (valinnan mukaan)					
Pessimistinen		80 %	20 %		
Realistinen		80 %	20 %		
Optimistinen		80 %	20 %		
1-9 littera (valinnan mukaan)					
Pessimistinen		30 %	70 %		
Realistinen		30 %	70 %		
Optimistinen		30 %	70 %		
Pysäköintioikeuksien ostojen rakennetulta pysäköintilaitokselta					
Pessimistinen		100 %			
Realistinen		100 %			
Optimistinen		100 %			
Kiinteistöverot, tontin vuokraus, jatkuva (valinnan mukaan)					
Pessimistinen		100 %	100 %	100 %	100 %
Realistinen		100 %	100 %	100 %	100 %
Optimistinen		100 %	100 %	100 %	100 %
Kiinteistöverot, rakentamaton tontti RS/vuokrakohta (riippuu valitusta aloitusajankohdasta määrätyt: syventävä vero-ohje)					
Pessimistinen					
Realistinen					
Optimistinen					
Tontin vuokrausajankohta (valinnan mukaan)					
Pessimistinen		100 %	100 %	100 %	100 %
Realistinen		100 %	100 %	100 %	100 %
Optimistinen		100 %	100 %	100 %	100 %
Tontin myyntiajankohta (valinnan mukaan)					
Pessimistinen		100 %			
Realistinen		100 %			
Optimistinen		100 %			
RS kohteen myynnit (Myyntiennuste, valinnan mukaan)					
Pessimistinen		10 %	75 %	15 %	
Realistinen		10 %	80 %	10 %	
Optimistinen		10 %	85 %	5 %	
Vuokrakohteen myynnit (kassavirrat)					
Pessimistinen			100 %		
Realistinen			100 %		
Optimistinen			100 %		

LIITE 3. Tavoitehinta-arvio.

XII-kohde

Hahtela-indeksi	103					Laajuus	
Indeksijankkohta	1/2020					Bruttoala brm2	6 999
						Nettoala hum2	5 835
€/brm2	2399	ALV 24 %				Hyötyala hym2	4 190
€/hum2	2878	ALV 24 %				Kerrosala	4 900
€/hym2	4007	ALV 24 %					
€/kem2	3426	ALV 24 %				Tehokkuusluvut	
						brm2/hym2	1,67
€/brm2	1935	ALV 0 %				hym2/kem2	0,86
€/hum2	2321	ALV 0 %				brm2/kem2	1,43
€/hym2	3232	ALV 0 %				brm2/hum2	1,20
€/kem2	2763	ALV 0 %					
				Indeksi	Indeksi		
				85	103		
Kerros	Tila	hum2	€/hum2	€/hum2	€		
1	Asunto 3h+k+vh	68,5	1430	1733	118 698		
1	Käytävä	14,5	1700	2060	29 870		
1	Lämmönjakohuone	24	1100	1333	31 991		
1	Teletila	7	1100	1333	9 331		
1	Kuivaushuone 1	14,5	1770	2145	31 100		
1	Kuivaushuone 2	9	1770	2145	19 303		
1	Pesula	28	2460	2981	83 466		
1	Talovarasto	4	1100	1333	5 332		
1	Siivous	2	2240	2714	5 429		
1	Kuivaushuone 3	9	1770	2145	19 303		
1	Ulkovälinevarasto	28	1350	1636	45 805		
1	Kuraeteinen	4,5	2940	3563	16 032		
1	Käytävä	28	1790	2169	60 734		
1	Käytävä	19	1790	2169	41 212		
1	Irtaimistova- rasto/VSS	109,5	2190	2654	290 587		
1	Irtaimistovarasto	60	1100	1333	79 976		
1	Sähköpääkeskus	15,5	1100	1333	20 661		
1	Ulkovälinevarasto	79	1350	1636	129 235		
1	Porrashuone	21	1700	2060	43 260		
2	Asunto 3h+k	55	1430	1733	95 305		
2	Asunto 2h+k	40,5	1480	1793	72 633		
2	Asunto 2h+k	42,5	1480	1793	76 220		
2	Asunto 3h+k	74	1430	1733	128 229		

2	Asunto 1h+k	31,5	1550	1878	59 164
2	Irtaimistovarasto	99	1100	1333	131 961
2	Irtaimistovarasto	53,5	1100	1333	71 312
2	Käytävä	49	1790	2169	106 284
2	Porrashuone	21	1700	2060	43 260
3	Asunto 3h+k	55	1430	1733	95 305
3	Asunto 2h+k	40,5	1480	1793	72 633
3	Asunto 2h+k	42,5	1480	1793	76 220
3	Asunto 3h+k	74	1430	1733	128 229
3	Asunto 1h+k	28	1550	1878	52 591
3	Asunto 1h+k	27,5	1550	1878	51 651
3	Asunto 1h+k	27,5	1550	1878	51 651
3	Asunto 1h+k	27,5	1550	1878	51 651
3	Asunto 1h+k	27,5	1550	1878	51 651
3	Asunto 2h+k	48,5	1480	1793	86 980
3	Käytävä	49	1790	2169	106 284
3	Porrashuone	21	1700	2060	43 260
4	Asunto 3h+k	55	1430	1733	95 305
4	Asunto 2h+k	40,5	1480	1793	72 633
4	Asunto 2h+k	42,5	1480	1793	76 220
4	Asunto 3h+k	74	1430	1733	128 229
4	Asunto 1h+k	28	1550	1878	52 591
4	Asunto 1h+k	27,5	1550	1878	51 651
4	Asunto 1h+k	27,5	1550	1878	51 651
4	Asunto 1h+k	27,5	1550	1878	51 651
4	Asunto 1h+k	27,5	1550	1878	51 651
4	Asunto 1h+k	27,5	1550	1878	51 651
4	Asunto 2h+k	48,5	1480	1793	86 980
4	Käytävä	49	1790	2169	106 284
4	Porrashuone	21	1700	2060	43 260
5	Asunto 3h+k	55	1430	1733	95 305
5	Asunto 2h+k	40,5	1480	1793	72 633
5	Asunto 2h+k	42,5	1480	1793	76 220
5	Asunto 3h+k	74	1430	1733	128 229
5	Asunto 1h+k	28	1550	1878	52 591
5	Asunto 1h+k	27,5	1550	1878	51 651
5	Asunto 1h+k	27,5	1550	1878	51 651
5	Asunto 1h+k	27,5	1550	1878	51 651
5	Asunto 1h+k	27,5	1550	1878	51 651
5	Asunto 2h+k	48,5	1480	1793	86 980
5	Käytävä	49	1790	2169	106 284
5	Porrashuone	21	1700	2060	43 260
6	Asunto 3h+k	55	1430	1733	95 305
6	Asunto 2h+k	40,5	1480	1793	72 633
6	Asunto 2h+k	42,5	1480	1793	76 220

6	Asunto 3h+k	74	1430	1733	128 229
6	Asunto 1h+k	28	1550	1878	52 591
6	Asunto 1h+k	27,5	1550	1878	51 651
6	Asunto 1h+k	27,5	1550	1878	51 651
6	Asunto 1h+k	27,5	1550	1878	51 651
6	Asunto 1h+k	27,5	1550	1878	51 651
6	Asunto 2h+k	48,5	1480	1793	86 980
6	Käytävä	49	1790	2169	106 284
6	Porrashuone	21	1700	2060	43 260
7	Asunto 3h+k	55	1430	1733	95 305
7	Asunto 2h+k	40,5	1480	1793	72 633
7	Asunto 2h+k	42,5	1480	1793	76 220
7	Asunto 3h+k	74	1430	1733	128 229
7	Asunto 1h+k	28	1550	1878	52 591
7	Asunto 1h+k	27,5	1550	1878	51 651
7	Asunto 1h+k	27,5	1550	1878	51 651
7	Asunto 1h+k	27,5	1550	1878	51 651
7	Asunto 1h+k	27,5	1550	1878	51 651
7	Asunto 1h+k	27,5	1550	1878	51 651
7	Asunto 2h+k	48,5	1480	1793	86 980
7	Käytävä	49	1790	2169	106 284
7	Porrashuone	21	1700	2060	43 260
8	Asunto 3h+k	55	1430	1733	95 305
8	Asunto 2h+k	40,5	1480	1793	72 633
8	Asunto 2h+k	42,5	1480	1793	76 220
8	Asunto 3h+k	74	1430	1733	128 229
8	Asunto 1h+k	28	1550	1878	52 591
8	Asunto 1h+k	27,5	1550	1878	51 651
8	Asunto 1h+k	27,5	1550	1878	51 651
8	Asunto 1h+k	27,5	1550	1878	51 651
8	Asunto 1h+k	27,5	1550	1878	51 651
8	Asunto 1h+k	27,5	1550	1878	51 651
8	Asunto 2h+k	48,5	1480	1793	86 980
8	Käytävä	49	1790	2169	106 284
8	Porrashuone	21	1700	2060	43 260
9	Asunto 3h+k	55	1430	1733	95 305
9	Asunto 2h+k	40,5	1480	1793	72 633
9	Asunto 2h+k	42,5	1480	1793	76 220
9	Asunto 3h+k	74	1430	1733	128 229
9	Asunto 1h+k	28	1550	1878	52 591
9	Asunto 1h+k	27,5	1550	1878	51 651
9	Asunto 1h+k	27,5	1550	1878	51 651
9	Asunto 1h+k	27,5	1550	1878	51 651
9	Asunto 1h+k	27,5	1550	1878	51 651
9	Asunto 1h+k	27,5	1550	1878	51 651
9	Asunto 2h+k	48,5	1480	1793	86 980
9	Käytävä	49	1790	2169	106 284

9	Porrashuone	21	1700	2060	43 260
10	Asunto 3h+k	55	1430	1733	95 305
10	Asunto 2h+k	40,5	1480	1793	72 633
10	Asunto 2h+k	42	1480	1793	75 323
10	Asunto 3h+k	74	1430	1733	128 229
10	Asunto 4h+k	88,5	1360	1648	145 848
10	Asunto 1h+k	27,5	1550	1878	51 651
10	Asunto 1h+k	27,5	1550	1878	51 651
10	Asunto 2h+k	48,5	1480	1793	86 980
10	Käytävä	49	1790	2169	106 284
10	Porrashuone	21	1700	2060	43 260
11	Asunto 3h+k	55	1430	1733	95 305
11	Asunto 2h+k	40,5	1480	1793	72 633
11	Asunto 2h+k	42	1480	1793	75 323
11	Asunto 3h+k	74	1430	1733	128 229
11	Asunto 4h+k	88,5	1360	1648	145 848
11	Asunto 1h+k	27,5	1550	1878	51 651
11	Asunto 1h+k	27,5	1550	1878	51 651
11	Asunto 2h+k	48,5	1480	1793	86 980
11	Käytävä	49	1790	2169	106 284
11	Porrashuone	21	1700	2060	43 260
12	Asunto 4h+k	96	1360	1648	158 208
12	Asunto 2h+k	42	1480	1793	75 323
12	Asunto 3h+k	74	1430	1733	128 229
12	Asunto 2h+k	48,5	1480	1793	86 980
12	Kerhotila	48,5	1630	1975	95 796
12	LE WC	5	3640	4411	22 054
12	Siivous	2	2240	2714	5 429
12	Pukuhuone	9	1850	2242	20 176
12	Pesuhuone	7,5	2670	3235	24 266
12	Sauna	8,5	2530	3066	26 059
12	Wc	1,5	3640	4411	6 616
12	Käytävä	5	1790	2169	10 845
12	Käytävä	49	1790	2169	106 284
12	Porrashuone	21	1700	2060	43 260
12	Pukuhuone	7,5	1850	2242	16 813
12	Pukuhuone	6,5	1850	2242	14 571
12	Pesuhuone	6	2670	3235	19 412
12	Pesuhuone	6	2670	3235	19 412
12	Sauna	7	2530	3066	21 460
12	Pesuhuone	6	2670	3235	19 412
12	Pukuhuone	6,5	1850	2242	14 571
13	IV konehuone	129	1470	1781	229 787
13	Porrashuone	5	1700	2060	10 300

Yhteensä ALV 0 %	5 835	1857	10 832 050
Pohjaolosuhteet, 10 % haastavat pohjaolo- suhteet		186	1 083 205
Kaluste- ja varuste taso, tavanomainen			
Ilmanvaihto ja talo- 5 % tekniikka, aurinkopa- neelit katolla		93	541 602
Kallis suunnittelurat- 10 % kaisu, korkean raken- tamisen kohde		186	1 083 205
Yhteensä ALV 0 %	11 504	2321	13 540 062
ALV		557	3 249 615
Yhteensä ALV 24 %	11 500	2878	16 789 677

VI kohde

Haahtela-indeksi	103		Laajuus		
Indeksiajankohta	1/2020		Bruttoala brm2	3 055	
			Nettoala hum2	2 652	
€/brm2	2340	ALV 24 %	Hyötyala hym2	2 103	
€/hum2	2696	ALV 24 %	Kerrosala	2 400	
€/hym2	3399	ALV 24 %			
€/kem2	2979	ALV 24 %	Tehokkuusluvut		
			brm2/hym2	1,45	
€/brm2	1887	ALV 0 %	hym2/kem2	0,88	
€/hum2	2174	ALV 0 %	brm2/kem2	1,27	
€/hym2	2742	ALV 0 %	brm2/hum2	1,15	
€/kem2	2402	ALV 0 %			
		Indeksi 85	Indeksi 103		
Kerros	Tila	hum2	€/hum2	€/hum2	€
1	Asunto 4h+k+s	86	1490	1806	155 276
1	Lämmönjakohuone	14	1100	1333	18 661
1	Irtaimistovarasto	47	1350	1636	76 886
1	Irtaimistovarasto / VSS	110	1350	1636	179 947
1	Ulkovälinevarasto	57	1350	1636	93 245
1	Talovarasto	6	1350	1636	9 815

1	Lastenvaunuvarasto	16	1350	1636	26 174
1	Kuraeteinen	5	2940	3563	17 813
1	Käytävä	43	1700	2060	88 580
1	Löylyhuone	4	2530	3066	12 263
1	Pesuhuone	4	2670	3235	12 942
1	Pukuhuone	6	1850	2242	13 451
1	WC	4	3640	4411	17 643
1	Siivous	3	2240	2714	8 143
1	Sähköpääkeskus	10	1100	1333	13 329
1	Pesula	11	2460	2981	32 790
1	Kuivaushuone	11	1770	2145	23 593
1	Kerho huone	19	1630	1975	37 528
1	WC	3	3640	4411	13 232
2	Asunto 3h+k+s	66,5	1530	1854	123 291
2	Asunto 1h + alk +kt	33,5	1550	1878	62 921
2	Asunto 1h + alk +kt	34,5	1550	1878	64 799
2	Asunto 4h+k+s	86	1490	1806	155 276
2	Asunto 2h +kt	47	1480	1793	84 290
2	Asunto 2h +kt	41	1480	1793	73 530
2	Asunto 3h+k+s	66	1530	1854	122 364
2	Käytävä	35	1700	2060	72 100
3	Asunto 3h+k+s	66,5	1530	1854	123 291
3	Asunto 1h + alk +kt	33,5	1550	1878	62 921
3	Asunto 1h + alk +kt	34,5	1550	1878	64 799
3	Asunto 4h+k+s	86	1490	1806	155 276
3	Asunto 2h +kt	47	1480	1793	84 290
3	Asunto 2h +kt	41	1480	1793	73 530
3	Asunto 3h+k+s	66	1530	1854	122 364
3	Käytävä	35	1700	2060	72 100
4	Asunto 3h+k+s	66,5	1530	1854	123 291
4	Asunto 1h + alk +kt	33,5	1550	1878	62 921
4	Asunto 1h + alk +kt	34,5	1550	1878	64 799
4	Asunto 4h+k+s	86	1490	1806	155 276
4	Asunto 2h +kt	47	1480	1793	84 290
4	Asunto 2h +kt	41	1480	1793	73 530
4	Asunto 3h+k+s	66	1530	1854	122 364
4	Käytävä	35	1700	2060	72 100
5	Asunto 3h+k+s	66,5	1530	1854	123 291
5	Asunto 1h + alk +kt	33,5	1550	1878	62 921
5	Asunto 1h + alk +kt	34,5	1550	1878	64 799
5	Asunto 4h+k+s	86	1490	1806	155 276
5	Asunto 2h +kt	47	1480	1793	84 290
5	Asunto 2h +kt	41	1480	1793	73 530
5	Asunto 3h+k+s	66	1530	1854	122 364

5	Käytävä	35	1700	2060	72 100
6	Asunto 3h+k+s	66,5	1530	1854	123 291
6	Asunto 1h + alk +kt	33,5	1550	1878	62 921
6	Asunto 1h + alk +kt	34,5	1550	1878	64 799
6	Asunto 2h +kt	41	1480	1793	73 530
6	Asunto 3h+k+s	66	1530	1854	122 364
6	Käytävä	36	1700	2060	74 160
7	Asunto 3h+k+s	66,5	1530	1854	123 291
7	Asunto 1h + alk +kt	33,5	1550	1878	62 921
7	Asunto 1h + alk +kt	34,5	1550	1878	64 799
7	Asunto 2h +kt	41	1480	1793	73 530
7	Asunto 3h+k+s	66	1530	1854	122 364
7	Käytävä	36	1700	2060	74 160
Yhteensä ALV 0 %		2 652		1858	4 927 726
	Pienehkö hanke		2 %	37	98 555
	Pohjaolosuhteet, hanketekijä		10 %	186	492 773
	Kaluste- ja varuste taso		0 %	0	0
	Ilmanvaihto		5 %	93	246 386
	Suunnitteluratkaisu		0 %	0	0
Yhteensä ALV 0 %		4 968		2174	5 765 439
	ALV			522	1 383 705
Yhteensä ALV 24 %		4 963		2696	7 149 145