



**ASUINKERROSTALON OMINAISUUKSIEN VAIKUTUS OMAPERUSTEISEN
ASUNTORAKENTAMISPROJEKTIN TALOUDELLISEEN SUORITUSKYKYYN**

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

Tuotantotalouden Diplomityö

2022

Leo Hintikka

Tarkastaja: Professori Hannu Rantanen

TkT Tero Rantala

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

LUT Teknis-luonnontieteellinen

Tuotantotalous

Leo Hintikka

Asuinkerrostalon ominaisuuksien vaikutus omaperusteisen asuntorakentamisprojek- tin taloudelliseen suorituskykyyn

Tuotantotalouden diplomityö

2022

83 sivua, 3 kuvaa, 3 taulukkoa ja 3 liitettä

Tarkastajat: Professori Hannu Rantanen ja TkT Tero Rantala

Avainsanat: Asuinkerrostalorakentaminen, taloudellinen suorituskyky, asuinkerrostalon ominaisuudet

Tutkimuksen tavoitteena oli löytää asuinkerrostalon ominaisuuksista niitä, jotka merkittävästi vaikuttavat asuinkerrostalon rakennushankkeen taloudelliseen suorituskykyyn. Tavoitteena oli myös määrittää näistä ominaisuuksista ne, jotka ovat omaperusteisen asuinkerrostalorakentajan vaikutusvallassa. Tutkimuksen toteutukseen valittiin perättäistutkiva tutkimusstrategia, jossa ensin tehtiin kvalitatiivinen datan keräys ja analyysi, jonka jälkeen suoritettiin kvantitatiivinen datan keräys ja analyysi.

Kirjallisuuskatsauksessa käsitellään suorituskykyä, rakennusinvestointien toimintaa, viranomaistoimintaa sekä rakennushankkeiden kustannusten muodostumista. Tutkimuksen keskeisinä tuloksina saatiin kvalitatiivisesta osiosta lista keskeisistä asuinrakennushankkeen taloudelliseen suorituskykyyn vaikuttavista ominaisuuksista ja kvantitatiivisessa osiossa näille saatiin vahvistusta tilatehokkuudelle, rakennuksen muotomaailmalle, asuntojen keskipinta-alalle, toistojen määrälle korttelissa, poikkeaville kerroskorkeuksille ja tuotannon toimihenkilöresurssien määrälle. Näille ominaisuuksille osoitettiin tutkimuksessa korrelaatio yhden tai useamman seuraavista taloudellisista tunnusluvusta kanssa: tavoitteellinen kustannustaso, toteutunut kustannustaso tai tavoitteen suhteellinen onnistuminen. Verrattaessa tuloksia kirjallisuuteen havaittiin, että kaavoitus on keskeisin edellä mainittuihin ominaisuuksiin vaikuttanut viranomaistaho.

ABSTRACT

Lappeenranta–Lahti University of Technology LUT

School of Engineering Science

Industrial Engineering and Management

Leo Hintikka

The influence of apartment buildings features to a housing projects financial performance

Master's thesis

2022

83 pages, 3 figures, 3 tables and 3 appendixes

Examiners: Professor Hannu Rantanen & D.Sc. Tero Rantala

Keywords: Apartment building construction, financial performance, apartment building features

The goal of the study was to discover the features of apartment buildings that significantly influence the financial performance of a housing project. Another goal was to find out which of these features are under the housing developer's control. A sequential exploratory research strategy was chosen to this study. This means there was first a qualitative data gathering and analysis and in the second stage a quantitative data gathering and analysis.

In the literature review performance management, housing project functions, functions of the public authorities and the forming of the building costs were examined. As the essential result of the qualitative research section was a list of the apartment building features that influence the financial performance of the housing project. In the quantitative part of the study numerical confirmation was found for the following features: efficiency of space utilization, shape of the building, apartment surface area, amount of repetition in an area, amount of abnormal story height and the amount of site management staff. These features correlated with one or more of the financial performance indicators: the target cost, the realized cost, and the relative success of the cost target. By comparing the results to the literature, the city zoning was found to be the most influential public authority to the features.

KIITOKSET

Haluan kiittää kaikkia ihmisiä, joiden kanssa olen opintojeni aikana yhdessä pohtinut maailmaa, kun olen koittanut saada opittuja asioita jäseneltyä osaksi ymmärrystäni. Teitä on enemmän kuin uskoisi. Erityinen kiitos niille kollegoille ja ystäville, jotka ovat auttaneet minua selviämään tämän kokemuksen tuomista kasvukivuista ymmärryksellään ja tuellaan.

Lisäksi suuri kiitos kuuluu ehdottomasti avopuolisolleni, jolla on riittänyt kärsivällisyyttä, kun olen käyttänyt useita viikonloppuja, iltoja ja pitkiä päiviä opiskellen omissa oloissani. Kiitos kun uskoit minuun myös silloin kun itseltäni meinasi usko loppua.

Kiitos myös työnantajalleni, joka on antanut joustavuudellaan mahdollisuuden työn ohella opiskeluun. Lisäksi työnantaja on antanut erinomaiset puitteet kohdistaa opiskelun aikana tehtyjä harjoituksia toimintaansa, joka on ollut omiaan edesauttamaan oppimistani ja tuomaan konkreettisen kosketuspinnan opiskelutaipaleen ja työtehtävien välille.

Kiitokset myös LUT-ylipiston henkilökunnalle korkealaatuisesta opetuksesta, vaikka poikkeusajat ja -suoritustavat toivatkin omat haasteensa. Erityisesti kiitoksia kuuluu diplomityön ohjaajalle professori Hannu Rantaselle, jonka ohjaus auttoi tämänkin työn maaliviivan yli.

Helsingissä 14.11.2022

Leo Hintikka

Sisällysluettelo

Tiivistelmä

Abstract

Kiitokset

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Johdanto..... | 7 |
| 1.1 | Työn tausta | 7 |
| 1.2 | Työn tavoitteet ja rajaus | 9 |
| 1.3 | Tutkimuksen toteutus | 10 |
| 1.4 | Raportin rakenne | 12 |
| 2 | Suorituskyky asuinrakennusliiketoiminnassa..... | 14 |
| 3 | Rakennusinvestoinnin prosessi ja johtaminen..... | 17 |
| 3.1 | Rakennushankkeen vaiheet | 18 |
| 3.1.1 | Tarveselvitys | 20 |
| 3.1.2 | Hankesuunnittelu | 20 |
| 3.1.3 | Rakennussuunnittelu..... | 21 |
| 3.1.4 | Rakentaminen | 23 |
| 3.1.5 | Käyttöönotto | 24 |
| 3.2 | Rakennushankkeen kustannusjohtamisen menetelmät | 25 |
| 4 | Viranomaistoiminta hanke- ja rakennussuunnittelussa | 29 |
| 4.1 | Rakennus- ja maankäyttölain vaikutukset asuinkerrostalon ominaisuuksiin..... | 30 |
| 4.2 | Rakentamismääräyskokoelman vaikutus asuinkerrostalon ominaisuuksiin | 32 |
| 4.3 | Kaavoituksen vaikutus asuinkerrostalon ominaisuuksiin | 36 |
| 5 | Rakennushankkeen kustannukset ja niihin vaikuttavat tekijät | 39 |
| 6 | Tutkimuksen toteutus | 42 |
| 6.1 | Kvalitatiivisen tutkimusosion toteutus ja tulokset | 42 |
| 6.2 | Asuinkerrostalon ominaisuuksien kvantitatiivinen analysointi | 47 |
| 6.2.1 | Kvantitatiivinen analysointimenetelmä | 47 |
| 6.2.2 | Kvantitatiivisen analysoinnin tutkimusaineisto | 48 |
| 6.2.3 | Kvantitatiivisen analyysin tulokset..... | 50 |
| 6.3 | Viranomaistoiminnan vaikutus asuinkerrostalon merkittäviin ominaisuuksiin.... | 65 |

| | | |
|-----|---|----|
| 6.4 | Tutkimusten osa-alueiden tulosten ristiin vertailu | 66 |
| 7 | Johtopäätökset | 70 |
| 7.1 | Tutkimuksen tavoitteen täyttyminen ja tutkimuskysymysten vastaukset | 70 |
| 7.2 | Tutkimuksen tulokset suhteessa aikaisempaan teoriaan | 73 |
| 7.3 | Tutkimuksen arviointi ja suositukset jatkotoimenpiteistä..... | 76 |
| 8 | Yhteenveto..... | 78 |
| | Lähteet | 80 |

Liitteet

Liite 1. Rakennushankkeen taloudelliselle suorituskyvyllä oleellisia asuinkerrostalon ominaisuuksia

Liite 2. Pearsonin korrelaatiokertoimen kriittisiä arvoja

Liite 3. Asuinkerrostalon ominaisuuksien ja taloudellisen suorituskyvyn tunnuslukujen väliset korrelaatiot

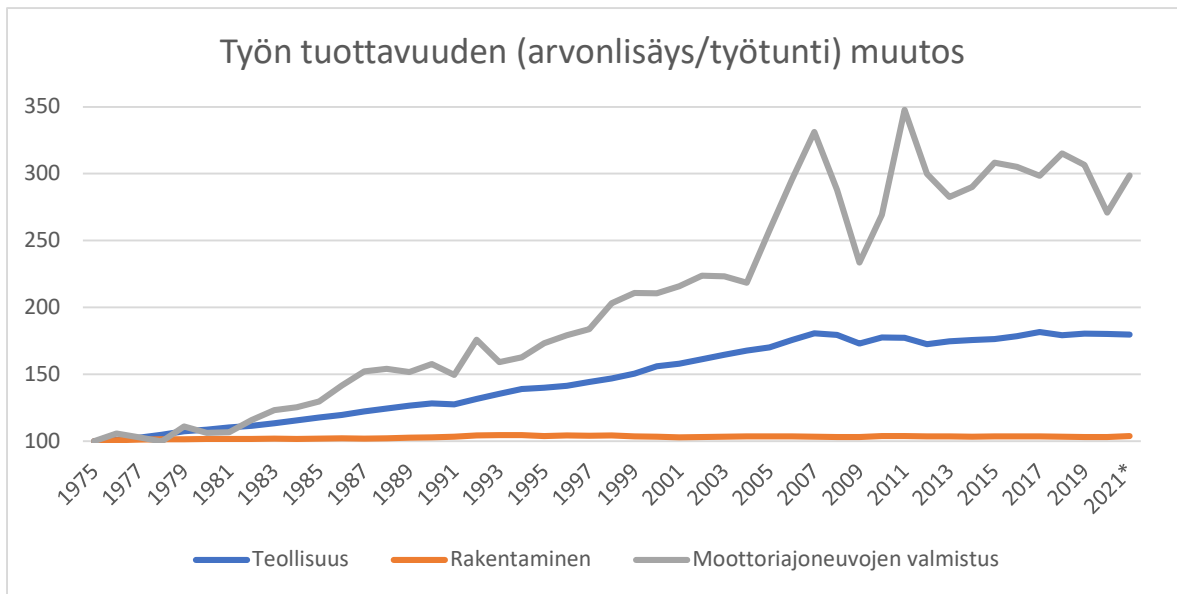
1 Johdanto

Rakentaminen on merkittävässä roolissa Suomessa sekä kansantalouden että yhteiskunnan näkökulmasta. Tähän vaikuttaa pohjoisen ilmaston aiheuttamat vaatimukset rakentamiselle, nopea kaupunkilaistuminen ja maantieteellisesti laaja alue. Rakennuskanta on myös maamme tärkein kansalaisomaisuus, sen kattaessa kansallisvarallisuudesta kokonaisuutena noin 70 %. (Kankainen & Junnonen, 2015, s. 6)

Johdannossa ensin tarkistellaan tutkimuksen taustalla olevia vaikutteita ja varsinkin rakennusalan tuottavuuden ja kustannustasojen kehittymistä. Tämän jälkeen esitellään tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset, sekä tutkimuksen rajaukset. Lopuksi käsitellään vielä tutkimusmenettelyä ja tämän tutkimusraportin rakennetta.

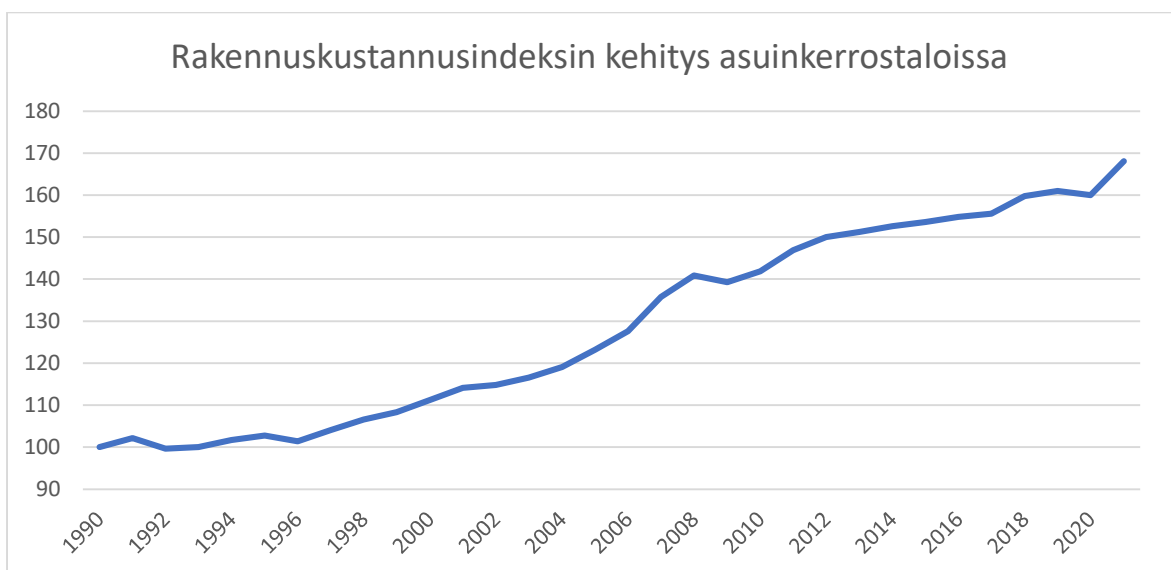
1.1 Työn tausta

Huolimatta rakennusteollisuuden merkittävästä roolista Suomen yhteiskunnassa, on koko rakennusteollisuuden tuottavuuden kasvu ollut käytännössä katsoen kaikkiin muihin aloihin verrattuna erittäin heikkoa. Tämä voidaan nähdä kuvaajassa 1, jossa on esitettyinä indeksoituna vuoden -75 tasoon rakentamisen, teollisuuden sekä moottoriajoneuvojen valmistuksen tuottavuuden muutos. Vuodesta -75 lähtien vuoteen -21 rakentamisen tuottavuus on kasvanut ainoastaan 3,72 %, kun vastaavassa ajassa koko teollisuuden tuottavuus on kasvanut 79,73 % ja moottoriajoneuvojen valmistuksen tuottavuus on kasvanut 198,55 %. (Tilastokeskus, 2022a)



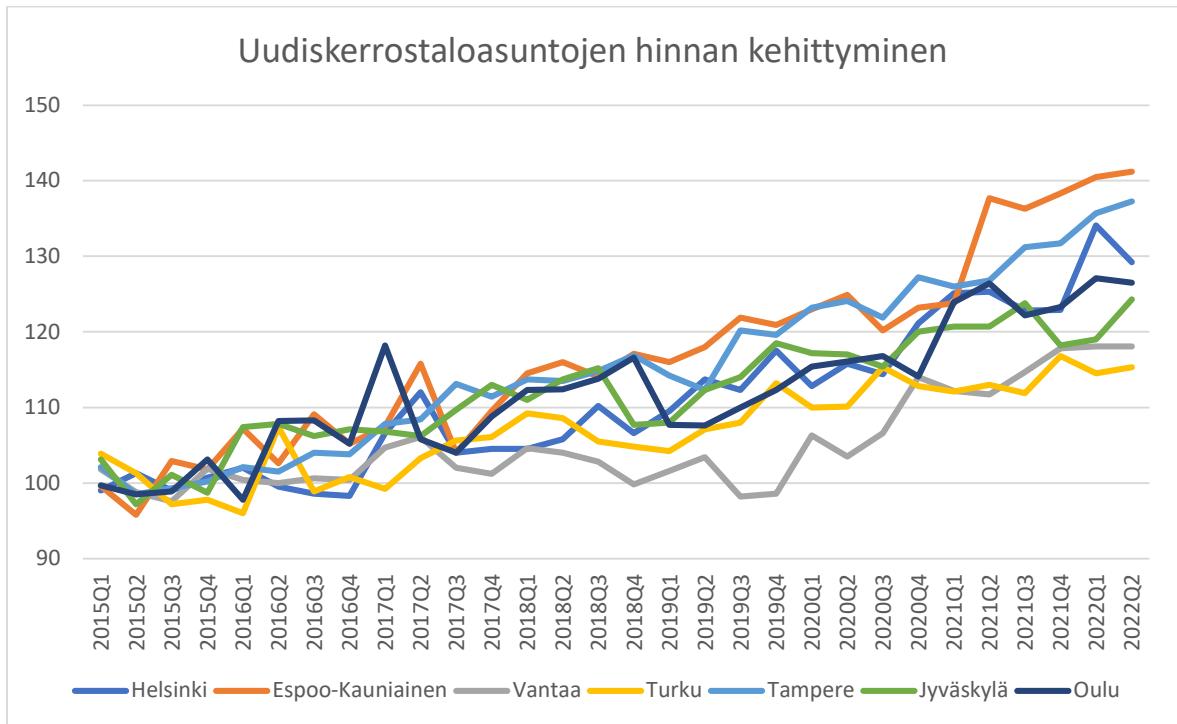
Kuvaaja 1. Työn tuottavuuden indeksoitu muutos (arvonlisäys/työtunti) 1975 = 100 (Tilastokeskus, 2022a)

Rakennusalan tuottavuuden heikko kehitys saattaa osaltaan selittää asuinkerrostalorakentamisen rakennuskustannusindeksin jatkuvaa kasvua. Kuvaajassa 2 on esitetty rakennuskustannusindeksin kehitys vuodesta -90 vuoteen -21. Tällä aikavälillä rakennuskustannukset ovat kasvaneet 68,1 %. Kun rakentamisteollisuuden tuottavuus pysyy matalana ja rakennuskustannukset nousevat jatkuvasti, niin kasvaa asumisen kustannukset lopulta myös kuluttajalle.



Kuvaaja 2. Rakennuskustannusindeksin indeksoitu kehitys asuinkerrostalorakentamisessa, 1990 = 100 (Tilastokeskus, 2019)

Kustannusvaikutukset kuluttajalle on nähtävissä kuvaajassa 3, jossa esitetty 2015 alusta tapahtunut uudiskerrostaloasuntojen hintakehitys. Kaupunkikohtaisia eroja toki on, mutta pienimmilläänkin muutos on + 15,3 % Turussa ja suurimmillaan muutos on + 41,2 % Espoossa ja Kauniaisissa. Riskinä on, että kuluttajahintojen kasvaessa jatkossakin, että kysyntä markkinoilla pienenee ja tämän seurauksena markkinassa pysyminen vaikeutuu.



Kuvaaja 3. Uudiskerrostaloasuntojen indeksoitu hintakehitys kaupungeittain, 2015 Q1 = 100 (Tilastokeskus 2022b)

Johtuen alan matalasta tuottavuudesta, rakennuskustannusten noususta sekä asumisen hinnan huolestuttavasta kehityksestä on entistä tärkeämpää kyetä hallitsemaan rakennusprojektien taloudellista suorituskykyä ja rakentamisen kustannustasoja.

1.2 Työn tavoitteet ja rajaus

Työn keskeisenä tavoitteena on löytää asuinkerrostalon ominaisuuksista niitä, jotka merkittävästi vaikuttavat asuinkerrostalon rakennushankkeen taloudelliseen suorituskykyyn. Tavoitteena on myös määrittää näistä ominaisuuksista ne, jotka ovat omaperusteisen

asuinkerrostalorakentajan vaikutusvallassa ja mitkä ominaisuuksista määräytyvät ulkopuolisista vaikutuksista.

Näiden tutkimuksen tavoitteiden saavuttamiseksi on asetettu seuraavat tutkimuskysymykset, joihin lähdetään hakemaan vastausta:

1. Mitä rakennushankkeen taloudelliselle suorituskyvyllle merkittäviä mitattavia ominaisuuksia asuinkerrostalolla on?
2. Kuinka asuinkerrostalon ominaisuudet vaikuttavat asuinkerrostalon kustannustason?
3. Kuinka asuinkerrostalon ominaisuudet vaikuttavat rakennushankkeen taloudelliseen suorituskykyyn?
4. Mitkä asuinkerrostalon ominaisuuksista on omaperusteisen asuinkerrostalorakentajan vaikutusvallassa?

Työ rajataan käsittelemään omaperusteista asuinkerrostalotuotantoa. Työssä rajataan myös taloudellinen suorituskyky koskemaan ainoastaan asuinkerrostalon rakentamisen taloudellisuutta, eli teknistä kustannusta ja tämän tavoitteenmukaista toteutumista. Tällä tavoitellaan ylimääräisten muuttujien rajaamista pois, kuten asuinkerrostalon sijainnin ja asuinkerrostalon elinkaarikustannusten vaikutusta, joilla voi olla merkittäviä vaikutuksia laajemmassa tarkastelussa rakennusprojektien taloudelliseen menestymiseen.

1.3 Tutkimuksen toteutus

Tutkimuksen taustalla on pragmaattinen maailmankatsomus, jossa fokuksessa on käytännöstä syntyvät tutkimusongelmat ja sovellettavat tulokset. Pragmaattinen maailmankatsomus keskittyy tyypillisesti tutkimusongelmaan sekä sen ymmärtämiseen. Pragmaattinen maailmankatsomus ymmärtää tutkimuksen ja sen tulosten olevan sidonnaisia ympäröivään kontekstiin, kuten tämän tutkimuksen osalta alueelliset toimintaympäristön sidonnaisuudet. (Creswell, 2009, s.10–11) Valittu maailmankatsomus juontaa osaltaan käytännönläheiseen tutkimusongelmaan, mutta myös siihen, ettei aihepiiristä ole juurikaan löydettävissä teoreettista viitekehystä, jota olisi voitu lähteä varmistamaan empiirisellä tutkimuksella.

Pragmaattiselle maailmankatsomukselle tyypillisesti tämän tutkimuksen toteutukseen on valittu perättäistutkiva (lähdekielen terminä *sequential exploratory*) tutkimusstrategia. Tässä tutkimusstrategiassa suoritetaan ensimmäisessä vaiheessa kvalitatiivinen datan keräys ja analyysi, jonka jälkeen toisessa vaiheessa suoritetaan kvantitatiivinen datan keräys ja analyysi, joka rakentuu ensimmäisen vaiheen päälle. Tutkimusstrategian lopussa tehdään vielä analyysi kokonaisuudesta. Tämän tutkimusstrategian tarkoituksen on käyttää kvantitatiivista osuutta kvalitatiivisen tukemiseksi ja sen tulosten varmistamiseksi. (Creswell, 2009, s.211–212) Johtuen edellisessä kappaleessa mainitusta aihepiirin valmiiden viitekehysten puutteesta valittiin tämä tutkimusstrategiaksi. Lyhyesti selostettuna kvalitatiivisella osiolla haetaan vastausta tutkimuksen tavoitteeseen ja tutkimuskysymyksiin, jonka jälkeen kvantitatiivisessa osiossa näille ensimmäisen osion tuloksille haetaan vahvistusta sekä tietoa vaikutuksen voimakkuudesta.

Tutkimuksen kvalitatiivinen ensimmäinen osuus toteutetaan teemahaastatteluilla, jotka ovat siis luonteeltaan puolistrukturoituja. Haastattelu on valittu tutkimuksen tämän osion toteutukseen, koska käsiteltävä aihe on monitahoinen ja sitä voidaan lähestyä monesta näkökulmasta. Tämän takia vastauksiin halutaan paneutua ja haastatteluista saatuja tietoja melko varmasti myös syventää (Hirsjärvi & Hurme, 2015, s.35). Teemahaastattelun vahvuutena esimerkiksi täysin strukturoimattomaan haastatteluun verrattuna voidaan nähdä tässä tapauksessa aina samana pysyvät teemat, joihin voidaan olettaa saatavan monipuolisesta näkökulmia, johtuen haastateltavien erilaisista taustoista ja rooleista rakennushankkeissa (Hirsjärvi & Hurme, 2015, s.48). Haastattelut suoritetaan yksilöhaastatteluina ja niitä toteutetaan 13 kpl. Kvale (1996) toteaa että kvalitatiivisessa tutkimuksessa tavallinen määrä haastatteluita on 15. Liian pieni joukko estäisi tekemästä tilastollisia yleistyksiä, kun taas liian suuri joukko vaikeuttaa syvällisten tulkintojen tekemistä. On kuitenkin huomattava, että Kvale on pääasiassa keskittynyt sosiaali- ja kasvatustieteisiin, joten haastatteluiden ohjemäärä ei välttämättä ole optimaalinen teknisluonnontieteellisiin tutkimuksiin.

Tutkimuksen kvantitatiivinen osuus toteutetaan case-yrityksen projekteista kerätyn aineiston perusteella. Aineisto kerätään kvalitatiivisen osion tulosten mukaisesti ja tätä verrataan projektien taloudellisen suorituskyvyn tunnuslukuihin. Menetelmänä käytetään Pearsonin korrelaatiokerrointa, jolla kuvataan muuttujien välisten yhteyksien voimakkuutta (Holopainen & Pulkkinen, 2008, s.233). Korrelaatioanalyysin perusteella tarkistellaan ne ominaisuudet, jotka ovat tilastollisesti merkitseviä ja näiden osalta lasketaan myös selitysaste. Selitysaste

kertoo siis kuinka paljon korrelaatioanalyysin kaksi muuttujaa selittää toistensa vaihtelusta (Heikkilä 2005, s.92). Vaikutuksen voimakkuus tarkistellaan lisäksi hajontakuvioiden perusteella. Näillä kvantitatiivisilla menetelmillä haetaan tosiaan kvalitatiivisen osuuden tuloksille varmistusta ja vaikutusten voimakkuuden määrittämistä. Lopuksi tutkimuksen osalualueiden tuloksista tehdään vielä tutkimusstrategian mukaisesti kokonaisuudessaan analyysi. (Creswell, 2009, s.211–212)

1.4 Raportin rakenne

Tutkimuksen teoriaosuudessa tarkastellaan ensiksi toisessa luvussa suorituskäytännön ja sen määrittelyä sekä syvennyttään tarkemmin taloudelliseen suorituskäytännön ja sen osatekijöihin. Luvussa kolme selvitetään rakennusinvestoinnin toimintaa ja erityisesti asuinrakennushankkeen vaiheita. Tämän lisäksi tutkitaan millä menetelmillä rakennushankkeen edetessä kustannusjohtamista voidaan suorittaa. Luvussa neljä tutkitaan Suomen rakentamista säätelevän viranomaistoiminnan eri tasoja: maankäyttö- ja rakennuslakia, Suomen rakentamismääräyskokoelmaa ja kuntien hallinnoimaa kaavoitustoimintaa. Luvussa syvennyttään näihin eri tasoihin ja tutkitaan niiden vaikutuksia asuinkerrostalon ominaisuuksiin. Luvussa viisi syvennyttään rakennushankkeen kustannusten muodostumisen keskeisiin tekijöihin, eli mitkä osalualueet ja ominaisuudet synnyttävän kustannuksia rakennusprojekteihin.

Tutkimuksen kuudennessa luvussa käsitellään empiiristä osuutta. Ensiksi esitellään kvalitatiivisen osuuden kulku asiantuntijahaastatteluiden muodossa ja puretaan haastatteluiden tulokset. Seuraavaksi siirrytään tutkimuksen kvantitatiiviseen osioon, jossa haastatteluiden ja kirjallisuuden perusteella tunnistettuja asuinkerrostalon ominaisuuksia tarkastellaan tilastollisesti case-projektien toteumatietojen valossa. Lisäksi esitellään käytetty aineisto ja tilastollisella tarkastelulla saadut tulokset.

Tilastollisen analyysin tuloksia verrataan teemahaastatteluisissa saatuihin tuloksiin ja arvioidaan haastatteluiden tulosten oikeellisuutta ja saatujen tulosten merkityksellisyyttä asuinkerrostalorakentamisessa. Lisäksi tarkastellaan viranomaistoiminnan vaikutusta saatuihin tuloksiin ja sitä voiko asuinkerrostalorakentaja vaikuttaa näihin ominaisuuksiin ja missä vaiheessa rakennushanketta.

Johtopäätöksissä pohditaan tutkimuksen tavoitteiden täyttymistä ja keskeisiä tuloksia. Lisäksi arvioidaan tuloksia suhteessa aikaisempaan tutkimukseen ja kirjallisuuskatsaukseen. Arvioidaan myös tutkimuksen laatua ja mahdollisia rajoitteita sekä mahdollisia jatkotutkimusaiheita.

2 Suorituskyky asuinrakennusliiketoiminnassa

Suorituskykyä voidaan lähestyä useilla eri tavoilla riippuen tarkastelutasosta ja tarkastelunäkökulmasta. Rantanen ja Holtari (1999) esittää tarkastelutasojen perusjakona neljää tasoa, jotka ovat: kansantalous, toimiala, yritys ja yksilö tai yksittäinen toiminto. Tarkastelunäkökulmaan taas vaikuttaa mm. tarkastelijan taustat ja koulutus. Esim. ekonomisti ja insinööri tarkastelevat suorituskykyä todennäköisesti eri tavoilla.

Perinteisesti suorituskykyä on pidetty lähinnä kykynä tuottaa taloudellista tulosta. Kokonaisvaltaisemman tarkastelun tarve on kuitenkin todettu jo 80-luvulla Kaplanin (1984) toimesta. Kaplanin mukaan on epätodennäköistä, että pelkästään kirjanpidon talouteen keskittyvillä menetelmillä voidaan riittävän hyvin kuvata yrityksen operatiivista toimintaa. Kaplanin mukaan mittausjärjestelmien tulee voida ottaa huomioon ainakin laatu, varastot, tuottavuus, innovaatiot ja työvoima. Pelkästään taloudellisten mittareiden käyttö antaa johtajille houkuttimia optimoida lyhyen aikavälin taloudellista tulosta karsimalla mm. kehityksestä, laadusta ja henkilöstöstä. Tämä kaikki tapahtuu silloin pitkän aikavälin menestyksen kustannuksella (Kaplan, 1984). Perinteisillä taloudellisilla mittareilla on myös käyttäytymisen kontrolloinnin piirteitä (Kaplan & Norton 1992).

Sinkin (1985, s. 41–46) mukaan suorituskyvyn voi jakaa seuraaviin osa-alueisiin: tuloksellisuus, tehokkuus, laatu, kannattavuus, tuottavuus, työelämän laatu, innovaatiokyky. Lisäksi Lynch ja Cross (1995, s. 65) esitti suorituskykypyramidin yhteydessä suorituskyvyn jakamisen ulkoiseen tehollisuuteen ja sisäiseen tehokkuuteen. Myös Laitinen (1996) on päätenyt samanlaiseen jaotteluun sisäisen ja ulkoisen ulottuvuuden kanssa. Ulkoisen ulottuvuuden tunnusmerkkeinä on mm. tiedon julkinen saatavuus ja taloudelliset tunnusluvut sekä näkyminen sidosryhmille. Sisäisessä ulottuvuudessa osa-alueita ovat esim. tuottavuus, tehokkuus, taloudellisuus ja prosessit.

Tämän tutkimuksen yhteydessä suorituskykyä tarkastellaan yrityksen yksittäisten projektien tasolla näkökulmana niiden sisäinen suorituskyky. Vielä tarkemmin rajattuna sisäisen suorituskyvyn tarkastelu kohdentuu projektien taloudellisuuteen, eli siihen kuinka edullisesti jokin tuotos, tämän tutkimuksen tapauksessa asuinkerrostalo, saadaan aikaan. Näistä lähtökohdista suorituskykyä voidaan määritellä Laitisen (1998) mukaan kyvyksi saada asetetuilla

ulottuvuuksilla tuotoksia aikaan suhteessa asetettuihin tavoitteisiin. Myös Lönnqvist (2004) määrittelee suorituskyvyn mitattavan osa-alueen kyvyksi tuottaa tuloksia suhteessa tavoitteisiin.

Suorituskyvyn osa-alueet asuinkerrostalorakennusprojekteissa

Mbuga et. al (1999) tekivät viitekehystä, jossa määriteltiin aikaisemman tutkimustiedon perusteella rakennusalan liiketoimintamenestykselle kriittisiä menestystekijöitä. Tämän lähtökohtana on ollut rakennusosalalla tunnistettu tarve parantaa kilpailukykyään. Menestystekijöiksi tunnistettiin taloudellisten mittareiden lisäksi useita ei-taloudellisia mittareita. Eitäloudellisina menestystekijöinä tunnistettiin seuraavia osa-alueita: sidosryhmänäkökulma, asiakasnäkökulma, henkilöstönäkökulma, projektinäkökulma, prosessinäkökulma ja tuloksenäkökulma. Nämä sisältävät useita mahdollisia mittareita ja lähestymistapoja, joista keskeisimpiä nostoja tullaan tekemään seuraavissa alaluvuissa.

Lin ja Shen (2007) tutkivat myös aikaisempaa rakentamisen suorituskyvyn liittyen tehtyä tutkimusta ja löysivät useita artikkeleita, jotka keskittyivät eri rakentamisen suorituskyvyn osa-alueisiin. Näitä aikaisemmin tutkittuja rakentamisen suorituskyvyn osa-alueita olivat ympäristöllinen suorituskky, henkilöstöressurssien suorituskky, teknologiainnovaatiot, hankinnan suorituskky, työturvallisuuden suorituskky, suunnittelun suorituskky, muu- ton jälkeiset arviot, huoltotyöt, lämmitys ja jäähdytys, asiakastyytyväisyys, taloudellinen suorituskky (kustannukset), laadullinen suorituskky ja aikataulullinen suorituskky.

Kagioglou et. al (2001) tarkastelevat artikkelissaan rakentamisen suorituskyvyn johtamisen teoreettisia viitekehyksiä ja tätä tehdessään viittaavat Iso-Britannian rakennusalan parhaiden käytäntöjen ohjelman: rakentamisen menestystekijät julkaisuun (Bprc, 1999), jossa rakennusosalalle määriteltiin seuraavat menestystekijät: asiakastyytyväisyys tuotteeseen, asiakastyytyväisyys palveluun, vialliset tuotteet, kustannusten ennustettavuus, aikataulun ennustettavuus, kannattavuus, tuottavuus, työturvallisuus, rakennuskustannukset ja rakennus-aika. Nämä kuten monet muutkin lähestymistavat perustuvat Balanced Scorecardin käyttöön, jossa tasapainotetaan mittaristoa sisäisten prosessien, henkilöstön kehittämisen, asiakkaan ja talousnäkökulmien välillä.

Demirkesen ja Ozorhon (2017) tutkivat artikkelissaan rakentamisen projektinjohtamisen suorituskyvyn mittaamista ja he jakoivat osa-alueet projektin johtamisen komponentteihin

seuraavasti: projektin integraation johtaminen, projektin tavoitteiden johtaminen, projektin ajallinen johtaminen, projektin kustannusten johtaminen, projektin laadun johtaminen, projektin henkilöstöresurssien johtaminen, projektin sisäisen kommunikoinnin johtaminen, projektin riskien hallinta, projektin hankintojen johtaminen, projektin sidosryhmien hallinta, projektin työturvallisuuden johtaminen, projektin ympäristönäkökulman johtaminen, projektin talouden johtaminen ja projektin reklamaatioiden/vaatumusten hallinta.

Edellä mainittujen tutkimusten tekemien havaintojen perusteella rakennusalan suorituskyvyn keskeisimmät osa-alueet ovat: taloudellinen suorituskyky, sidosryhmien hallinta, asiakasnäkökulma, henkilöstö, projektin suorituskyky, ympäristönäkökulma, aikataulut, työturvallisuus, hankinnat ja laatu. Tämän yhteenvedon perusteena on käytetty, että edellä mainitut osa-alueet esiintyivät useammin kuin kerran edellä esitellyissä neljässä tutkimuksessa. Useissa näissä osa-alueissa on päällekkäisyyksiä sekä osa-alueina itsessään, että niiden käyttämissä mittareissa

Taloudellinen suorituskyky rakennusprojekteissa

Rakentamisessa talouden johtamista voidaan tarkastella useilla tasoilla. Projektien ylätasolla keskeisiä osa-alueita ovat mm. kassavirrat ja niiden suunnittelu, seuranta sekä valvonta (Demirkesen & Ozorhon, 2017). Myös Kangari et al. (1992) näkee talouden mittareina perinteisiä talouden tunnuslukuja, kuten likviditeetti, tehokkuus ja kannattavuus. Kay (1993) listaa talouden mittareina liikevaihdon, liikevoiton, kasvun eri mittarit, arvon lisäyksen eri variaatiot sekä pääoman tuoton eri variaatiot. Myös Brown ja Laveric (1994) käyttää liikevoittoa, arvonlisäystä sekä pääoman tuoton eri tunnuslukuja.

Alemmalla tasolla kyseessä on enemmän pyrkimys taloudellisuuteen, jolloin kustannusten johtaminen korostuu. Kustannusten johtamisessa taas osa-alueita ovat kustannusten arviointi, budjetin laatiminen ja kustannusten hallinta (Demirkesen & Ozorhon, 2017). Myös Kagioglou et. al, (2001) mainitsee kustannusten määrään ja kustannusten ennustettavuuden talouden osa-alueen mittareina.

3 Rakennusinvestoinnin prosessi ja johtaminen

Rakennusinvestoinnit, joista usein puhutaan rakennushankkeina ovat luonteeltaan pitkiä projekteja, joissa on useita sidosryhmiä. Rakennushankkeella pyritään täyttämään jonkun käyttäjän tilan tarve rakentamalla uutta, laajentamalla tai korjaamalla olemassa olevaa tilaa tähän käyttötarkoitukseen (Perttilä & Sätilä, 1992, s.9).

Rakennushankkeen sidosryhmät voidaan jakaa esimerkiksi neljään pääryhmään rakennuttaminen, suunnittelu, rakentaminen ja viranomaiset. Nämä taas puolestaan sisältävät useita eri mahdollisia osapuolia. Rakennuttamisessa keskeiset osapuolet ovat rakennushankkeeseen ryhtyvä, rakennuttaja ja käyttäjät. Suunnittelussa keskeiset osapuolet ovat pääsuunnittelija, rakennussuunnittelija, erityissuunnittelijat, asiantuntijat ja erityismenettelyn sekä ulkopuolisen tarkastuksen. Rakentaminen sisältää päätoteuttajan, pää-, sivu- ja aliorakoitsijat, osaurakoitsijat, erityisalan urakoitsijat, tuotetoimittajat ja käyttäjien erillistoimittajat. Viranomaisen puolelta kunnan rakennusvalvonta soveltaa maankäyttö- ja rakennuslakia ja viranomais toiminnan laajuus ja laatu on osittain riippuvaista hankkeen luonteesta. Rakennusvalvonnan lisäksi osapuolia voivat olla mm. terveys-, palo- ja työsuojeluviranomaiset sekä rakennus- ja ympäristösuojeluviranomaiset. (RT- 10-11222, 2016)

Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999/132 määrittelee sidosryhmistä useita nimikkeitä ja heidän velvollisuuksiaan. Edellä mainituista rakennushankkeen osapuolista laki määrittelee rakennushankkeeseen ryhtyvän (119 § 17.1.2014/41), pääsuunnittelijan (120 a § 17.1.2014/41), rakennussuunnittelijan (120 b § 17.1.2014/41), erityissuunnittelijan (120 c § 17.1.2014/41), vastaavan työnjohtajan (122 § 17.1.2014/41) ja erityisalojen työnjohtajat (122 a § 17.1.2014/41). Viranomaistoiminnasta maankäyttö- ja rakennuslaki määrittelee ympäristöministeriön tehtävät (17 § 17.6.2016/482), elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen tehtävät (18 § 21.4.2017/230), maakunnan liiton tehtävät (19 § 17.6.2915/482), kunnan tehtävät (20 § 6.3.2015/204) sekä kunnan rakennusvalvontaviranomaisen tehtävät (21 § 5.2.1999/132).

Tämä tutkimus on rajattu käsittelemään omaperusteista asuinkerrostalorakentamista, eli perustajaurakoitsijan suorittamaa asuinkerrostalorakentamista. Rakennustiedon ohjekortti RT 10-11222 (2016) mukaan perustajaurakoitsija on asuntoyhtiön asuntokauppalain mukainen

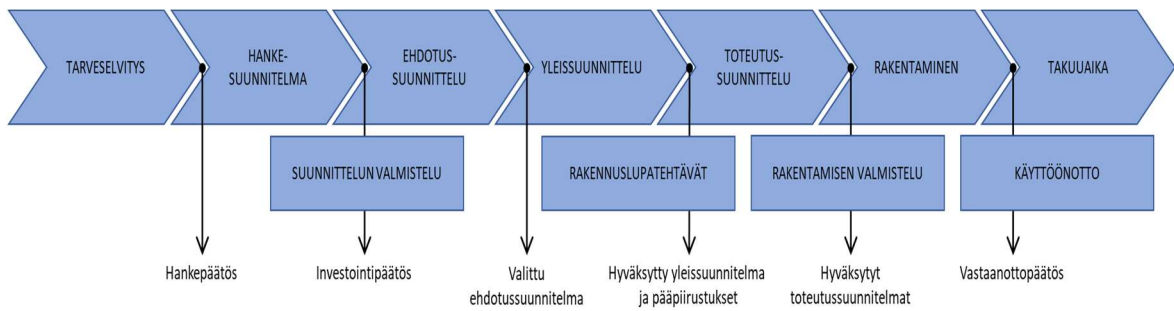
perustajaosakas. Perustajaurakoitsija perustaa siis asuntoyhtiön, tekee hankekehityksen, rakennuttamisen, suunnittelun ja rakentamisen. Tämän jälkeen ja/tai aikana myy asunto-osakkeita yksityisille kuluttajille, sijoittajille tai sijoitusyhtiöille. Joissain tapauksissa myös hankkii vuokralaiset ja käyttäjät kiinteistöön ennen myymistä. Perustajaurakoitsija vastaa siis kaikista rakennuttamisen ja urakoinnin tehtävistä, kunnes asunto-osakeyhtiön osakkeet on myyty uusille omistajille. Perustajaurakoitsija voi solmia perustetun yhtiön ja rakennusliikkeen välille urakkasopimuksen.

3.1 Rakennushankkeen vaiheet

RT 10-11284 ohjekortti jaottelee rakennushankkeen vaiheisiin tehtäväkokonaisuuksittain. Jokainen tehtäväkokonaisuus päättyy hankkeen kannalta tehtävään olennaiseen päätökseen. Ohjekortissa jaotellut vaiheet ja niihin liittyvät päätökset ovat seuraavat:

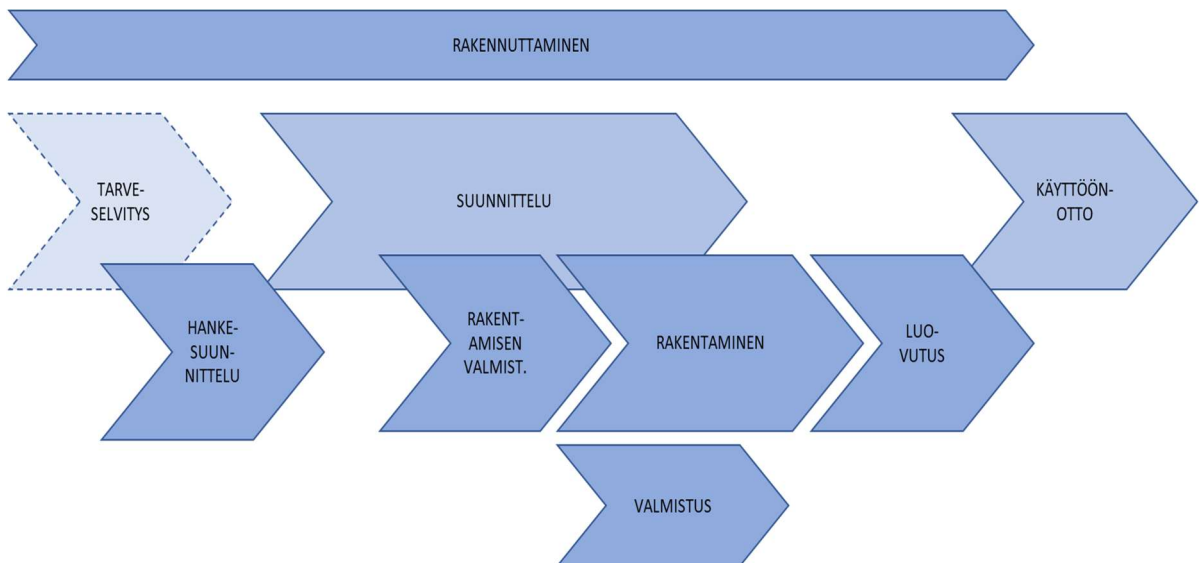
| Tehtäväkokonaisuus | Päätös |
|---------------------------|---|
| Tarveselvitys | Hankepäätös |
| Hankesuunnittelu | Investointipäätös |
| Suunnittelun valmistelu | Suunnittelupäätös |
| Ehdotussuunnittelu | Ehdotussuunnitelman valinta |
| Yleissuunnittelu | Yleissuunnitelman ja pääpiirustusten hyväksyntä |
| Rakennuslupatehtävät | Rakennuslupa |
| Toteutussuunnittelu | Toteutussuunnitelmien hyväksyntä |
| Rakentamisen valmistelu | Rakentamispäätös |
| Rakentaminen | Vastaanottopäätös |
| Käyttöönotto | Rakennuksen käyttöön ottaminen |
| Takuuaika | |

RT 10-11224 ohjekortti esittää nämä vaiheet ja niiden väliset aikasidonnaisuudet kuvan 1 mukaisesti. Kuten kuvasta näkyy, tässä mallissa esitetään hankkeen eteneminen hyvin lineaarisena sarjana tehtäviä, joista seuraava alkaa, kun edellinen loppuu.



Kuva 1. Rakennushankkeen vaiheet ja päätökset (mukaien RT 10-11224, 2016)

Sulankivi K., et al, 2002 kuvaavat rakennushankkeen vaiheet jo käytöstä poistuneen RT 10-10387, Arkkitehtisuunnittelun tehtäväluettelon, mukaisesti (Sulankivi K., et al. 2002, s.9). Vaiheet ovat samat kuin nykyisissä RT-korteissa, ainoastaan nivottuna suuremmiksi kokonaisuuksiksi. He nostavat kuitenkin perinteisen lineaarisen ajattelumallin rinnalle enemmän käytäntöä vastaavan esitystavan rakennushankkeen vaiheistuksesta, jossa rakennushankkeen prosessissa on huomattavasti rinnakkain tapahtuvaa toimintaa, kuten kuvassa 2 on esitetty.



Kuva 2. Rakennushankkeen vaiheet (mukaien Sulankivi K., et al, 2002, s.10)

Myös Perttilä ja Sätälä (1992) sekä Kankainen ja Junnonen (2015) käyttivät vanhaa RT 10-10387 ohjekorttia pohjanaan omalle rakennushankkeen vaiheiden jaottelulle, jotka ovat tarveselvitys, hankesuunnittelu, rakennussuunnittelu, rakentamisvaihe ja käyttöönotto. Käytännössä uudessa ohjeessa on lähinnä pilkottu näitä vaiheita pienemmiksi osiksi, josta johtuu ero näissä rakennushankkeen vaiheiden määrissä. Esim. Perttilän ja Sätälän (1992) esitettyssä rakennussuunnittelussa on seuraavat vaiheet suunnittelulle: ehdotukset, luonnokset, pääpiirustukset, urakkapiirustukset ja työpiirustukset, joiden jälkeen edetään rakentamispäätöksen

tekemiseen. Sisällöllisesti siis hyvinkin samat asiat kuin edellä esitetyssä RT 10-11284 ohjekortissa oli jaoteltuna. Seuraavissa luvuissa rakennushankkeen eri vaiheet esitellään tarkemmin seuraavina kokonaisuuksina: tarveselvitys, hankesuunnittelu, rakennussuunnittelu, rakentaminen ja käyttöönotto.

3.1.1 Tarveselvitys

Tarveselvitys on lähtökohtaisesti vaiheena oman tai yrityksen tulevaisuuden toiminnan suunnittelua, jossa haetaan syntyneisiin tilatarpeisiin vaihtoehtoisia ratkaisuja. Olennaisia vaiheita tarveselvityksessä ovatkin toimintaratkaisujen vaihtoehtojen ja niiden tilatarpeiden arviointia, vaihtoehtoisten tilanhankintamenettelyiden punnitsemista ja eri vaihtoehtojen kustannusten selvittämistä. (Perttilä & Sätilä, 1992, s.19; Kankainen & Junnonen, 2015, s. 16–17) Tarveselvitysvaiheessa rakentamisen osatekijät ovat merkitykseltään vielä kohtalaisen vähäiset (Kankainen & Junnonen, 2015, s. 17).

Tilanhankintaratkaisuja voi Perttilän ja Sätilän (1992, s. 19–20) mukaan olla tontin hankinta ja rakennuttaminen, tai jo omistuksessa olevalle tontille rakennuttaminen. Käyttötarkoitusta varten voi myös ostaa sopivan tilan tai tilan, jonka voi muuntaa käyttötarkoitusta vastaavaksi. Tilan voi hankkia myös ostamalla koko kiinteistön tai sopivaksi muutettavissa olevan kiinteistön. Tilan voi hankkia ostamalla rakennusliikkeeltä tontti ja sille rakennettava rakennus. Vaihtoehtona on myös vuokrata tarvittavat tilat. Vaihtoehtoja tarkasteltaessa kustannusten näkökulmasta on otettava huomioon investointikustannukset, käyttökustannukset ja toimintakustannukset.

3.1.2 Hankesuunnittelu

Hankesuunnittelussa suunnitellaan rakennusinvestoinnin toteutusvaihtoehtoja ja tapoja. Hankesuunnittelussa otetaan kantaan asioihin, jotka vaikuttavat hankkeen laajuuteen, laatuun ja kustannuksiin. Hankesuunnittelussa asetetaan siis investoinnille tavoitteet ja reunaehdot, joilla kaikkia seuraavia vaiheita ohjataan. Hankesuunnitelmassa on useita osa-alueita ja se sisältää ainakin huoneohjelman, selvitykset tontista ja sen rakentamiskelpoisuudesta,

rakennus- ja käyttökustannustavoitteet sekä suunnittelu- ja rakentamisaikataulun. (Perttilä & Sätilä, 1992, s.21; Kankainen & Junnonen, 2015, s. 20)

Huoneohjelmassa määritellään Perttilän ja Sätilän (1992, s.22) mukaan tilakohtaiset tarpeet käyttötarkoitusten mukaan, ottaen huomioon pinta-alat, tilakorkeudet ja tilakohtaiset erityisvaatimukset, kuten paloturvallisuus, äänieristävyys, valaistus ja ilmanvaihto.

Perttilän ja Sätilän (1992, s.22) mukaan tonttiselvityksessä rakennuspaikkaa koskien tehdään toiminnallinen selvitys, jossa tarkastetaan tontin toiminnalliset ominaisuudet, kuten tontin koko ja muoto, mahdollinen olemassa oleva tekniikka ja rakennukset sekä kulkuyhteydet tontille. Lisäksi tehdään tekninen selvitys, jossa hankitaan tiedot maaperän laadusta, pohjaveden sijainnista, naapuritonttien vaikutuksesta, vedenhankinnasta ja kaukolämmöstä. Tonttiselvitykseen liittyy myös kaavaselvitys, jossa selvitetään kaavan tilanne ja sisältö sekä vaikutukset rakentamiseen.

Tilaohjelman ja tonttiselvitysten perusteella lasketaan rakennuskustannusennusteet, joita tarvitaan suunnittelun tavoitteiden asettamiseksi ja siten myös sopimusten laatimiseksi. Myös rakennushankkeen toteuttamisaikataulu asettaa tavoitteita ja reunaehtoja kaikkien tulevien vaiheiden suorittamiselle ja on täten rakennuttajan keskeinen työkalu. (Perttilä & Sätilä, 1992, s.22–23)

Hankesuunnitteluvaihe on valmis, kun hankkeesta voidaan tehdä investointipäätös. Perttilä ja Sätilä (1992, s.23) sanoo että investointipäätös voidaan tehdä, kun laadittu hankesuunnitelman sisältö ottaa riittävällä tasolla kantaa hankkeen laajuuteen, kustannuksiin, aikatauluun ja rahoitukseen ja tavoitteet ovat rakennushankkeeseen ryhtyvän tai tilaajan intressien mukainen.

3.1.3 Rakennussuunnittelu

Rakennussuunnittelun voidaan katsoa koostuvan useammasta vaiheesta, joita ovat suunnitteluun valmistautuminen, ehdotuspiirustusvaihe, luonnospiirustusvaihe, pääpiirustusvaihe, työpiirustusvaihe ja täydentävä suunnittelu (Perttilä & Sätilä, 1992, s.41–44). Kankainen ja Junnonen (2015) jaottelee vaiheet ehdotussuunnitteluun, luonnossuunnitteluun, toteutus-suunnitteluun ja täydentävään suunnitteluun. RT 10-11284 ohjekortin mukaan vastaavat

vaiheet ovat: suunnittelun valmistelu, ehdotussuunnittelu, yleissuunnittelu, rakennuslupa-tehtävät ja toteutussuunnittelu. RT:n ohjekortissa nämä on eritelty omiksi päävaiheiksi, jotka kuitenkin tässä yhteydessä käsitellään rakennussuunnittelun alla.

Suunnittelun valmistelun vaiheessa organisoidaan suunnittelu sekä varmistetaan mahdollisten ehtojen ja vaatimusten täyttyminen (Perttilä & Sätilä, 1992, s.41). Rakennushankkeeseen ryhtyvän on suunnittelua valmisteltaessa varmistettava, että valittavilla suunnittelijoilla on kohteen vaativuuteen nähden riittävät suunnittelupätevyudet (MRL 120 e ja d § 17.1.2014/41). Suunnittelun valmistelussa on myös huolehdittava, että kohteella on vaativuuteen nähden pätevä turvallisuuskoordinaattori ja että suunnittelua varten on laadittu kohteesta turvallisuusasiakirja (VNa 205/2009 5, 7 ja 8 §).

Ehdotussuunnittelu tai -piirustusvaiheessa tavoitteena on tuottaa asetetut tavoitteet toteutettava toiminnallinen ja tekninen perusratkaisu. Ratkaisuvaihtoehtoja tehdään tarvittaessa useita, kunnes ehdotussuunnitelma voidaan hyväksyä ja suunnittelussa edetä. Ehdotussuunnitelmat tyypillisesti sisältävät ympäristösuunnitelman, pohjakuvat, leikkauskuvat, julkisivukaaviot, rakennustapaselostuksen, selvityksen huoneohjelman noudattamisesta, laajuus- ja tehokkuustarkastelun sekä suosituksen jatkosuunnittelusta. Oleellista on saada riittävät suunnitelmat, jotta ehdotuksia voidaan arvioida keskenään toimivuuden, soveltuvuuden ja kustannusten näkökulmista. (Perttilä & Sätilä, 1992, s. 44) Ehdotussuunnitteluvaiheen tuloksena syntyy ehdotuksen valintapäätös, jonka pohjalta jatkosuunnittelussa edetään (RT 10-11284).

Perttilä ja Sätilä (1992, s. 44–45) kertoo, että luonnospiirustusvaiheen tavoitteena on saada aikaiseksi valitun ehdotussuunnitelman pohjalta yksityiskohtaiset luonnospiirustukset, joista selviää rakennuspaikan ja rakennuksen arkkitehtoninen, toiminnallinen ja tekninen ratkaisu. Tässä vaiheessa arkkitehtisuunnittelun lisäksi myös erikoissuunnittelu, eli rakennesuunnittelija, LVI-suunnittelija, sähkösuunnittelija ja geo-suunnittelija osallistuu tuottamalla omia suunnittelumateriaalejaan. Myös luonnospiirustusvaiheessa laaditaan kustannusarvio rakennuskustannuksista rakennusosittain, jotta hankkeen taloudellisen onnistumisen edellytyksiä voidaan arvioida. Luonnoksista hankitaan myös tarvittaessa lausuntoja käyttäjiltä, asiantuntijoilta ja viranomaisilta.

Perttilän ja Sätilän (1992, s. 45) mukaan pääpiirustusvaiheessa laaditaan suunnitelmat sille tasolle, että rakennuslupaa voidaan hakea. Tämä tarkoittaa arkkitehdiltä mitoittamattomia

työpiirustuksia, pääpiirustuksia, alustavaa rakennusselostusta, alustavaa selvitystä urakkarajoista, lopullista selvitystä huoneohjelman noudattamisesta sekä muita mahdollisia tarvittavia selvityksiä. Rakennesuunnittelijalta edellytetään tietoa käytettävistä rakennetyypeistä, tyypilliset rakenneleikkaukset ja osuus alustavasta rakenneselvityksestä. LVI-suunnittelijalta vaaditaan tyypilliset yksityiskohtaleikkaukset, tilantarpeet, mitoitusperiaatteet, osuus alustavasta rakennusselostuksesta ja alustava selvitys urakkarajoista. Sähkösuunnittelijalta vaaditaan tilantarpeet, ratkaisuehdotukset valaisulle, osuus alustavasta rakennusselostuksesta ja alustava selvitys urakkarajoista. Geosuunnittelijalta vaaditaan yksityiskohtainen pohjatutkimus ja perustamistapaselvitys.

Työpiirustusvaiheessa tavoitteena on tuottaa sellaiset suunnitelmat, joiden pohjalta rakennuksen massat ja laatu voidaan yksiselitteisesti määrittellä. Suunnitelmien tulee vastata tavoitteiden aiheuttamiin yksityiskohtaisiin tarpeisiin, antaa tavoitteet valmistuksen ja viimeistelyn laadulle ja varmistaa että kaikki osasuunnitelmat muodostavat ehjän ja toimivan kokonaisuuden. (Perttilä & Sätilä, 1992, s.45)

Kankainen ja Junnonen (2015, s. 39) mainitsee suunnittelun vaiheena myös täydentävän suunnittelun, joka on rakentamista palvelevaa suunnittelua ja jota tehdään rakentamisen valmistelun ja rakentamisen aikana. Tällä tarkoitetaan siis suunnitelmia, selostuksia ja detailjeita, joita hankkeen toteuttamiseksi tarvitaan.

3.1.4 Rakentaminen

Rakentamisvaihe alkaa rakentamisen valmistelulla. Sekä Perttilä ja Sätilä (1992, s. 49–54) että Kankainen ja Junnonen (2015, s. 26–27) kertovat rakentamisen valmistelun sisältävän kaikki ne tehtävät, jotka tarvitaan suunnittelun jälkeen urakkasopimusten aikaansaamiseksi. Rakentamisen valmistelun laatuun ja laajuuteen vaikuttaa myös valittava urakkamuoto. Urakkamuotoja voidaan jaotella maksuperiaatteiden mukaan, jolloin vaihtoehtoja ovat: kokonaishintaurakka, yksikköhintaurakka, laskutyöurakka, tavoitehintaurakka tai työnjohdourakka. Urakkamuodot voidaan jakaa myös suoritusvelvollisuuden perusteella: kokonaisurakka, jaettu urakka, osaurakka, tuoteosakauppa tai KVR-urakka (kokonaisvastuu-urakka). Jaottelu voi olla myös alistamissuhteiden perusteella pääurakka tai erillisurakka. Käytännössä urakkamuodon valintaan vaikuttaa monet asiat, kuten rakennettavan kohteen suuruus

ja rakennuttajan resurssit ja osaaminen. Tilaajan resurssien ja valvonnan tarve kasvaa, kun mennään kokonaisvaltaisimmasta suoritusvelvollisuudesta, eli KVR-urakasta, pienemmäksi pilkottuihin osaurakoihin. Sama ilmiö tapahtuu, kun maksuperiaatteissa mennään ennustevarmimmasta kokonaishintaisesta urakasta laskutustyöperusteista urakkaa kohti.

Perttilän ja Sätälän (1992, s. 54–59) mukaan rakennushankkeen toteuttava urakoitsija valitaan usein urakkakilpailun järjestämisellä. Urakkakilpailussa pyydetään tarjouspyyntöjä useimmiten rajatulta määrältä tunnettuja suorituskykyisiä yrityksiä. Urakkakilpailun voi järjestää myös avoimena, jolloin kuka tahansa voi halutessaan jättää tarjouksen kohteen rakennustöistä. Urakkakilpailua varten rakennuttajan tulee laatia tarjouspyyntöasiakirjat, jotka sisältävät vähintään tarjouspyynnön, urakkaohjelman, urakkarajaliitteen, tekniset asiakirjat sekä mahdollisesti lisäksi lisätöiden yksikköhintaluettelopyyntö ja laadulliset vaatimukset. Tarjouspyyntöasiakirjat tulee laatia siten että niiden perusteella saatavat tarjoukset ovat keskenään vertailukelpoisia. Urakoitsija valitaan tilaajan kannalta paras kokonaisuus huomioiden. Valinnassa tyypillisesti kiinnitetään huomiota ainakin tarjouksen tekniseen ja laadulliseen sopivuuteen, hintaan, toimitusaikaan ja muihin ehtoihin sekä tarjouksen tekijän suorituskykyyn, kuten taloudelliseen vakavaraisuuteen.

Kun urakoitsija on valittu ja kaikki muut rakentamisen edellytykset on täytetty, voidaan aloittaa itse rakentaminen. Rakentamisessa toteutetaan sopimuksen mukainen ja tavoitteet täyttävä rakennus. Rakentaminen katsotaan valmistuneeksi, kun näin todetaan kohteen vastaanottokatselmuksessa. Vastaanottokatselmuksessa tarkistetaan, että rakennus on suunnitelmien mukainen ja toimii tarkoituksenmukaisesti. (RT 10-11284) Rakentamisen aikana suoritetaan rakennuttajan, urakoitsijan sekä viranomaisen puolesta eri vaiheissa valvontaa, jolla on tarkoitus varmistaa rakentamisen edetessä laadukas ja vaatimukset täyttävä lopputulos. Rakentamisen aikana jakautuvat vastuut ja velvollisuudet useimmiten määritellään sopimusasiakirjojen lisäksi rakennusalan yleisten sopimusehtojen (YSE 1998) mukaisesti. (Perttilä & Sätälä, 1992, s.61–71)

3.1.5 Käyttöönotto

Rakennuksen käyttöönoton edellytyksenä on, että viranomainen on myöntänyt käyttöönottoluvan (RT 10-11284). Viranomaisen käyttöönottoluvan antaminen edellyttää, että eri

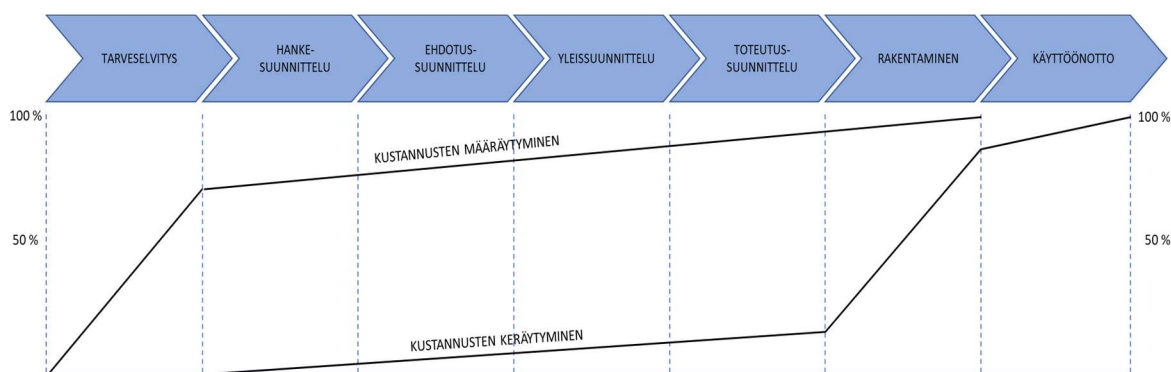
viranomaisten tekemät tarkastukset ja katselmukset on hyväksytty rakentamisen aikana. Näitä katselmuksia suorittaa rakennusvalvontaviranomainen, vesilaitos, pelastuslaitos ja energialaitos. Rakennuksen käyttöönotto alkaa heti vastaanoton jälkeen, ellei sopimuksessa ole joiltain osin muuta sovittu. Vastuiden siirtymisen kanssa voidaan joiltain osin tehdä poikkeavia menettelyitä. (Perttilä & Sätälä, 1992, s.73–75) Käyttöönoton keskeinen tavoite on varmistaa järjestelmien toiminta ja antaa järjestelmiin käytönopastus (RT 10-11284).

Rakennustiedon ohjekortti 10-11284 erittelee käyttöönotosta vielä takuuajan, jonka aikana seurataan rakennuksen toimivuutta, tehdään tarvittavia säätöjä ja pidetään tarkastuksia. Takuuajan aikana korjataan havaittuja puutteita. Takuu aika loppuu, kun takuuajan velvoitteet hyväksytään ja takuuajalle jätetty vakuus palautetaan.

3.2 Rakennushankkeen kustannusjohtamisen menetelmät

Rakennushankkeiden kustannuksia voidaan tarkastella eri tarkkuusasteilla ja laajuuksilla. Koko hanketta tarkasteltaessa voidaan puhua hankkeen kokonaiskustannuksista, jolloin tähän sisältyy kaikki hankkeelle kohdistuvat kustannukset tontin hankinnasta, kehittämisestä, suunnittelusta, rakentamisesta, veroista, myynnistä, jne. Rakennuskustannukset pitävät sisällään resurssien ja materiaalien käytöt sekä näiden hinnat, eli toteutuksesta syntyvät kustannukset. (RT 10-11226. 2016.) Kustannuksia voidaan tarkastella myös tarkemmalla tasolla yksittäisten rakennusosien tai yksittäisten suoritteiden tasolla (Lindholm 2009, s.16; Enkovaara et al. 1994, s.51).

Rakennustiedon RT 10-11226 (2016) ohjekortti esittää, että rakennushankkeiden kustannukset määrittellään hankkeiden alkuvaiheissa tarveselvityksessä, hankesuunnittelussa ja rakennussuunnittelun aikana. Kustannukset kuitenkin toteutuvat pääasiassa vasta rakentamisen aikana. Tämä esitetty myös graafisesti kuvassa 3. Tämän takia on olennaista kyetä tunnistamaan rakennuskustannuksiin vaikuttavat tekijät jo aikaisessa vaiheessa ja kyetä hallitsemaan näitä.



Kuva 3. Rakennuskustannusten määräytyminen ja kertyminen hankkeen aikana (mukaillen RT 10-1126. 2016).

Rakennushankkeen kustannukset muodostuvat pitkälti rakennuttajan tekemistä päätöksistä hankkeen aikana, koskien hankkeen laajuutta, aikataulua, ajoitusta, laatutasoa ja urakkamuodon valinnasta. Koska hyvin alkuvaiheessa hanketta tulee kyetä tekemään päätöksiä siitä, onko kyseessä järkevä investointi ja kannattaako siihen ryhtyä, on kustannukset oltava myös tiedossa hyvin aikaisessa vaiheessa. Koska kustannukset määräytyvät vasta hankkeen etene- misen myötä on rakennushankkeissa tyypillisesti käytössä tavoiteohjattu suunnitteluprosessi (Target Value Design, TVD), jossa alussa asetetaan kustannuksille tavoite ja koko hankekehitys- ja suunnitteluprosessin ajan tehdään päätöksiä näiden tavoitteiden saavuttamiseksi. (RT 10-11226. 2016) Tavoitteiden asettamisen lisäksi kustannusjohtaminen vaatii tulosten testausta ja päätöksiä jatkotoimista, eli hanketta tulee vaiheistaa siten että tarkoituksenmu- kainen päätöksenteko on mahdollista. Kustannussuunnittelun tarkoitus on siis estää tarpeet- tomien kustannusten syntyminen ja pitää hankkeen kustannukset tavoitteen mukaisina. (Kankainen & Junnonen, 2015, s. 41–42)

Kustannusjohtamisen menettelyinä tarveselvitysvaiheessa on asettaa investoinnille kannat- tavuustavoitteet sekä eri toimintavaihtoehdoille laatu-, laajuus-, kustannus- ja aikatavoitteet. Näiden tavoitteiden asettamisen apuna käytetään viitekohdemenettelyä ja tilalaskentaa. Vii- tekohdemenettelyssä tarkastellaan aikaisemmin rakennettujen samankaltaisten kohteiden to- teutuneita kustannuksia ja käytetään näitä kohdekohtaisesti muokattuna ja rakennuskustan- nusindeksillä korjattuna uuden kohteen kustannustavoitteena. Tilalaskennassa tehdään sa- mankaltainen menettely, mutta rakennusten sijasta tilat hinnoitellaan aikaisempien toteutuk- sien tiedon pohjalta. Tässä vaiheessa prosessi voi toimia kumminkin päin, eli joko asetetaan ensin kustannustavoite, joka määrittää kohteen laajuutta ja laatua, tai määritellään ensin tar- vittava laajuus ja laatutaso ja asetetaan näille kustannustavoite. (RT 10-11226. 2016) Lisäksi

vaiheessa laaditaan mahdollisesti talous-, riski- ja suhdanneanalyysit sekä tehdään tarvittaessa ympäristövaikutusten arviointi (Kankainen & Junnonen, 2015, s. 18).

RT 10-11226 (2016) kortin mukaan hankesuunnitteluvaiheessa hankkeelle määritellään kustannustavoitteet hankkeen laajuuden, laatutason ja aikataulujen perusteella. Tätä kustannustavoitetta käytetään myöhemmissä vaiheissa kustannusohjauksen keskeisenä työvälineenä. Hankesuunnitteluvaihe on tehokkain paikka vaikuttaa hankkeen kustannuksiin. Kustannusten ohjaamisen tehokkuuteen vaikuttaa hankesuunnittelun tarkkuus. Mitä tarkemmalle tasolla tavoitteet asetetaan ja kuvataan sitä paremmat onnistumisen mahdollisuudet hankkeella, on taloudellisesti. Hankesuunnitelmassa tarkennetaan aikaisemmin laadittua tilalaskelmaa tilaohjelmaksi. Tilaohjelmassa määritetään hankkeen tilojen laajuudet ja laatutasot mahdollisimman tarkasti. Jos laaditun tilaohjelman perusteella hankkeen kustannukset ovat liian laskennallisesti liian suuret, niin tilaohjelmaa muokataan, kunnes tavoitteiden mukainen lopputulos saavutetaan. Kustannustavoitteen lisäksi hankesuunnitteluvaiheessa laaditaan hankkeen budjetti riskivaroineen ja sivukuluineen sekä asetetaan investoinnille taloudelliset tavoitteet ja puitteet.

Ehdotussuunnittelussa määritellään RT 10-11226 (2016) mukaan rakennuksen yleisratkaisu, muodot, sijoittelu tontille, ja näillä on saavutettava ratkaisu, jolla päästään hankesuunnitelman kustannustavoitteisiin. Erilaiset yleisratkaisut samoilla tilaohjelmilla voi tuottaa hyvin eri hintaisia lopputuloksia, jonka takia vaihe on erittäin tärkeä hankkeen kustannusten kannalta. Tämän takia on keskeistä tarkastella ehdotukset aina kustannusten näkökulmasta ennen niiden hyväksymistä. Kustannustarkastelu pystytään tässä vaiheessa tekemään esim. rakennusosalaskelmilla tai mahdollisesti tietomallin pohjalta, jos hanketta toteutetaan tietomallisuunnittelulla. Tavoitteiden saavuttamisesta ja ratkaisujen tavoitteidenmukaisuudesta tulee ehdotussuunnitteluprosessin aikana ja edetessä antaa suunnittelijoille palautetta, jotta suunnittelijat pystyvät kehittämään suunnitelmia kustannustavoitteiden mukaiseen suuntaan. Ehdotussuunnitteluvaiheen lopussa on siis valittu jatkosuunnitelman pohjaksi ratkaisu, joka on kustannustavoitteiden mukainen.

RT 10-11226 (2016) mukaan yleissuunnittelussa hankkeen suunnitelmat tarkentuu ja täsmentyy, jolloin on mahdollista, että tarkentumisen myötä tai mahdollisesti suunnittelun aikana rakennuttajan tahtotilasta suunnitelmaan päättyy kustannuksia nostavia ratkaisuja. Näiden ratkaisujen osalta on palattava investointiselvitykseen, jossa määritellään näiden kustannukset ja vaikutukset. Selvityksen jälkeen voidaan vasta tehdä päätös, pidetäänkö ratkaisut

vai ei. Yleissuunnitteluvaiheessa kustannuksia tarkastellaan ja verrataan tavoitehintaan esim. rakennusosalaskentaa käyttäen.

Toteutussuunnittelussa taas mennään RT 10-11226 (2016) mukaan riittävän tarkalle tasolle suunnittelussa, jotta voidaan kustannuslaskentamenettelyissä hyödyntää rakennusosalaskennan lisäksi suoriteperusteista laskentaa, jossa kaikista rakennuksen kappaleista ja osista lasketaan määrät, työmenekit ja materiaalimenekit sekä näille ja alihankinnalle hinnat. Tällöin olennaista realistisen kustannusarvion aikaansaamiseksi on tuntea paikalliset hintatasot materiaalin ja hinnan perusteella. Tässä vaiheessa tulee myös rakennusaika tarkentaa ja laskea tämän vaikutus kustannuksiin.

Rakentamisen vaiheessa kustannusarviosta on johdettu tavoitearvio, jossa pysymistä valvotaan hankintojen ja toteutuneiden kustannuksien edetessä. Pääpaino rakentamisen aikaisessa kustannusohjauksessa onkin hankintojen edeltävät tehtävät ja toimeenpano. Keskeinen työkalu on jakaa tavoitearvio hankintojen mukaan kokonaisuuksiin, jolloin hankinnoista syntyviä sidottuja kustannuksia voidaan verrata tavoitteeseen. Sidotut ja toteutuneet kustannukset ohjaavat tulevia hankintamenettelyitä reagoimaan poikkeamiin, jotta tavoitteen mukainen kokonaisuus voidaan turvata. Käyttöönoton jälkeen tyypillisesti rakennuttaja suorittaa jälkilaskentaa, jolla tarkastellaan kokonaisuuden onnistuminen tavoitteisiin verrattuna ja mahdollisesti päivitetään kustannustietoja tulevia hankkeita varten. (RT 10-11226. 2016)

4 Viranomaistoiminta hanke- ja rakennussuunnittelussa

Viranomaistoiminnan voidaan katsoa perustuvan usean tasoisiin perusteisiin, joista korkeimpana toimiin maankäyttö- ja rakennuslaki (5.2.1999/132). Maankäyttö- ja rakennuslain yleisenä tavoitteena on kyseisen lain 1 § perusteella järjestellä alueiden käyttöä ja rakentamista siten, että niillä luodaan edellytykset hyvälle elinympäristölle sekä edistetään kestävä kehitystä. Tavoitteena on myös turvata jokaiselle osallistumismahdollisuus valmistelussa, turvata suunnittelun laatu ja vuorovaikutteisuus, turvata asiantuntemuksen vuorovaikutteisuus sekä avoin tiedottaminen käsiteltävinä olevista asioista.

Maankäyttö- ja rakennuslain 4 §:n mukaan kuntien alueiden käytön järjestäminen tapahtuu maakunta-, yleis- ja asemakaavojen kautta. Alueiden suunnittelun tavoitteena on edistää mm.: alueen turvallisen, terveellisen, viihtyisän ja toimivan elin- ja toimintaympäristön luomista, yhdyskuntarakenteen ja alueiden käytön taloudellisuutta, ympäristön kauneutta ja kulttuuriarvojen vaalimista, luonnon monimuotoisuutta, ympäristösuojelua, luonnonvarojen säästeliästä käyttöä, yhdyskuntien toimivuutta, yhdyskuntarakentamisen taloudellisuutta, elinkeinoelämän toimintaedellytyksiä, palveluiden saatavuutta ja liikenteen tarkoituksenmukaista järjestämistä (MRL 5 §, 5.2.1999/132). Maakuntakaavan laatimisesta vastaa kuntayhtymät (MRL 26 §, 5.2.1999/132). Yleiskaavan laatii kunta ja tämän tarkoituksena on maankäytön yleispiirteinen ohjaaminen sekä toimintojen yhteensovittaminen (MRL 35 §, 5.2.1999/132; MRL 36 § 5.2.1999/132). Asemakaavan laatii myös kunta ja tämän tarkoitus on ohjata alueiden yksityiskohtaista järjestämistä, rakentamista ja kehittämistä (MRL 50 §, 5.2.1999/132). Yleis- ja asemakaavojen hyväksyjänä toimii kunnanvaltuusto (MRL 37 §, 5.2.1999/132; MRL 52 §, 2017/230).

Lisäksi maankäyttö- ja rakennuslain 13 §:n perusteella Ympäristöministeriö ylläpitää Suomen rakentamismääräyskokoelmaa, jossa on koottuna maankäyttö- ja rakennuslakiin nojautuvat rakentamista koskevat säännökset, rakentamismääräykset sekä ministeriön ohjeet. Suomen rakentamismääräyskokoelmaan voidaan lisäksi ottaa muita valtion viranomaisten rakentamista koskevia määräyksiä. (MRL 13 §, 2012/958)

Kunnissa tulee olla myös rakennusjärjestys, jonka määräykset voivat vaihdella kunnan sisällä alueellisesti. Kuntien rakennusjärjestyksissä annetaan tarpeelliset määräykset

vastaamaan paikallisia olotiloja. Rakennusjärjestyksen määräyksiä ei sovelleta, jos yleiskaavassa, asemakaavassa tai Suomen rakentamismääräyskokoelmassa on asiasta toisin määritetty. (MRL 14 §, 5.2.1999/132) Kunnan rakennusjärjestyksen hyväksyy kunnanvaltuusto (MRL 15 §, 5.2.1999/132). Kuntien tulee myös järjestää rakennusvalvonta lautakuntana tai muuna monijäsenisenä toimielimenä (MRL 21 §, 5.2.1999/132). Käytännössä katsoen kaikki rakentaminen vaatii rakennusluvan (MRL 125 § 5.2.1999/132), jonka kunnan rakennusvalvontaviranomainen myöntää (MRL 130 §, 5.2.1999/132). Tällä kunnan rakennusvalvonta hoitaa tehtävänsä yleisen edun valvonnasta sekä lain ja sen nojalla säädettyjen määräysten noudattamisesta (MRL 124 §, 5.2.1999/132).

4.1 Rakennus- ja maankäyttölain vaikutukset asuinkerrostalon ominaisuuksiin

Maankäyttö- ja rakennuslaki nimeää käytännössä katsoen kaikkiin siinä esitettäviin ja alla läpikäytäviin rakennuksen suunnittelun ja rakentamisen vaatimukseen vastuulliseksi osapuoleksi rakennushankkeeseen ryhtyvän, määrittämällä että tämän on huolehdittava kaikkien vaatimusten täyttymisestä. (MRL 119 § 17.1.2014/41) Tämän lisäksi laki asettaa vaatimuksia suunnittelijoille ja heidän pätevyyksilleen (MRL 120 a-g § 17.1.2014/41), sekä toteutuksessa työjohdolle ja heidän pätevyyksilleen (MRL 122 a-f § 17.1.2014/41).

Rakennuksen tulee soveltua rakennettuun ympäristöön ja maisemaan sekä täyttää kauneuden ja sopusuhtaisuuden vaatimukset. Rakennuksen tulee olla tarkoitustaan vastaava, korjattavissa, huollettavissa ja muunneltavissa, sekä sen tulee soveltua myös sellaisten henkilöiden käyttöön, joiden liikuntakyky on rajoittunut. Rakentamisessa tulee lisäksi noudattaa hyvää rakentamistapaa. (MRL 117 § 5.2.1999/132) Rakennus tulee myös rakentaa siten että hulevesien hallinta on kunnan määräysten mukaisia ja suunnitelmallista (MRL 103 j § 22.8.2014/682). Pyrkimyksenä on edistää hulevesien jätevesiviemäriin johtamisesta luopumista (MRL 103 c § 22.8.2014/682).

Rakennus tulee suunnitella ja rakentaa siten, että sen rakenteet ovat lujia ja vakaita ja soveltuvat rakennuspaikan olosuhteisiin sekä kestävät rakennuksen käyttöiän. Rakenteiden suunnittelu ja mitoitus tulee perustua rakenteiden mekaniikan sääntöihin ja yleisesti hyväksytyihin suunnitteluperusteisiin taikka luotettaviin koetuloksiin tai muihin käytössä oleviin tietoihin. Rakennustuotteiden tulee olla käyttötarkoitukseen soveltuvia. Rakennuksessa ei saa

käytön tai rakentamisen aikana aiheutuvista kuormituksista syntyä sortumisia, lujuutta tai vakautta haittaavia muodonmuutoksia. Myöskään ulkopuolisen syyn aiheuttama vaurio ei saa olla suhteettoman suuri aiheuttaneeseen tapahtumaan verrattuna. (MRL 117 a § 21.12.2012/958) Ympäristöministeriön säännöksissä tarkennetaan näitä vaatimuksia edelleen.

Rakennuksen tulee olla käyttötarkoituksensa edellyttämällä tavalla paloturvallinen. Palon syttymisten vaarat on rajoitettava ja kantavat rakenteet tulee kestää tulipalotilanteessa sortumatta vähimmäisajan poistumisturvallisuuden, pelastustoiminnan ja palon hallinnan mahdollistamiseksi. Myös syttyneen palon ja savun leviämistä on pystyttävä rajoittamaan. Taloteknisten laitteistojen ja rakennustuotteiden on oltava rakennuksen paloturvallisuuden kannalta soveltuvia. (MRL 117 b § 21.12.2012/958) Ympäristöministeriön asetuksissa voidaan antaa näistä tarkempia säännöksiä.

Rakennuksen on oltava käyttötarkoitus ja ympäristön olosuhteet huomioiden terveellinen ja turvallinen sisäilma-, kosteus-, lämpö- ja valaisuolosuhteiltaan. Rakennuksesta ei siis saa aiheutua terveyden vaarantumista sitä käyttäessä. Rakennustuotteiden on oltava sellaisia, ettei niistä vapaudu sisäilmaan, talousveteen tai ympäristöön sellaisia päästöjä, joita ei voida pitää hyväksyttävänä. Rakennuksessa käytettävien taloteknisten järjestelmien on osaltaan ylläpidettävä terveellisiä olosuhteita. (MRL 117 c § 21.12.2012/958) Rakennuksen terveellisyyden lisäksi sen on oltava turvallinen käyttää ja huoltaa, eikä rakennuksen sisällä tai ulkopuolella kulkuväylistä saa aiheutua sellaista tapaturman uhkaa, jota ei voida pitää hyväksyttävänä (MRL 117 d § 21.12.2012/958).

Rakennuksen ja sen pihojen on oltava käyttötarkoituksen, käyttäjämäärän ja kerrosluvun edellyttämällä tavalla esteetön ja käytettävissä, ottaen erityisesti huomion lasten, vanhusten ja vammaisten henkilöiden tarpeet (MRL 117 e § 21.12.2012/958). Rakennus on toteutettava siten, että rakennus ja sen oleskelu- ja piha-alueet eivät ääniolosuhteiltaan vaaranna terveyttä, lepoa tai työntekoa. Rakenteiden äänieristävyys ja taloteknisten laitteiden äänitasot on oltava sellaisia, että rakennusta voi käyttää käyttötarkoituksen mukaisesti häiritsemättä muiden rakennuksessa olevien unta ja lepoa. (MRL 117 f § 21.12.2012/958)

Rakennuksen tulee olla energiatehokas käyttääkseen energiaa ja luonnonvaroja säästeliäästi. Energiatehokkuuden vähimmäisvaatimusten mukaisuus on osoitettava laskelmilla. Uudet rakennukset on toteutettava lähes nollaenergiarakennuksina. Käytettävien rakennustuotteiden

ja taloteknisten järjestelmien on oltava sellaisia, että rakennuksen tarkoituksenmukaisessa käytössä, niiden energiankulutus ja tehotarve jää vähäisiksi ja on seurattavissa. (MRL 117 g § 16.12.2016/1151) Uusissa rakennuksissa käytettävästä laskennallisesta ostoenergiasta on vähintään 38 % oltava uusiutuvaa energiaa, jos se on teknisesti, toiminnallisesti ja taloudellisesti toteutettavissa (MRL 117 l § 5.11.2021/927).

Rakennuksen asuin-, majoitus- ja työtilat on toteutettava toimiviksi, viihtyisiksi ja käyttötarkoitukseen sopiviksi. Asuin-, majoitus- ja työtiloissa on oltava ikkunat luonnonvalon saamiseksi. Työtilan ja yhden asuinhuoneistossa olevan asuintilan luonnonvalo voidaan järjestää toisten tilan kautta tulevalla välillisellä luonnonvalolla. Tiloissa on oltava matkaviestinten kuuluvuus, kuitenkin kustannustehokkuus huomioiden ja olettaen ettei sisäkuuluvuutta tarkoituksenmukaisesti vaimenneta. (MRL 117 j § 1.12.2017/812) Kokoontumistiloissa saa olla enimmillään sellainen määrä ihmisiä, että turvallinen poistuminen on mahdollista (MRL 117 k § 1.12.2017/812).

Asuinrakennusten yhteyksissä tulee olla järjestettynä riittävästi ulkotilaa leikkipaikkoja ja oleskelualueita varten. Kyseiset alueet tulee järjestää siten, että ne ovat turvalliset ja erotettu liikenteelle varatuista alueista. Alueiden lähiympäristön ja kiinteistöjen yhteiset vastaavat tilat voidaan ottaa riittävyden arvioinnissa huomioon. (MRL 155 § 5.2.1999/132)

Kiinteistölle tulee järjestää asemakaavan ja rakennusluvan määräämät autopaikat. On myös mahdollista, että kunta osoittaa kiinteistön käyttöön lähialueelta autopaikkoja, mutta tällöin kunta perii korvauksen autopaikkojen järjestämisen vapauttamisen johdosta. (MRL 156 § 5.2.1999/132) Kiinteistöllä tulee olla jätehuollon edellyttämät tilat ja rakennelmat. Nämä tulee toteuttaa siten, ettei jätehuollosta aiheudu haittaa terveydelle tai ympäristölle. (MRL 157 § 5.2.1999/132)

4.2 Rakentamismääräyskokoelman vaikutus asuinkerrostalon ominaisuuksiin

Suomen rakentamismääräyskokoelma tarkentaa maankäyttö- ja rakennuslaissa määriteltyjä rakentamisen edellytyksiä ja teknisiä vaatimuksia. Rakentamismääräyskokoelman määräykset koskevat tyypillisesti uudisrakentamista, joita sitten sovelletaan korjaus- ja muutosrakentamisessa kohteen edellytysten mukaan. Määräysten soveltaminen on tarkoitettu joustavaksi

rakennuskohteen ominaisuudet ja erityispiirteet huomioon ottaen. (Ympäristöministeriö. n.d.)

Rakentamismääräyskokoelman rakennusmääräykset jakaantuvat seuraaviin aihealueisiin: suunnittelu ja valvonta, rakenteiden lujuus ja vakaus, paloturvallisuus, terveellisyys, käyttö- ja huolto-ohje sekä asunosuunnittelu. Näiden kaikkien sisältönä on aiheeseen liittyvät asetukset, jotka voivat olla lakiin, valtioneuvoston asetuksiin tai ympäristöministeriön asetuksiin perustuvia. Asetusten lisäksi aihealueiden alla voi olla aiheeseen liittyviä ympäristöministeriön ohjeita sekä muuta materiaalia, kuten laskentataulukoita ja muita tarkentavia oppaita ja määräyksiä. (Ympäristöministeriö. n.d.)

Suunnittelun ja valvonnan osa-alueella tarkennetaan rakennus- ja maankäyttölain asettamia vaatimuksia suunnittelijoiden ja työnjohdon asettamisesta sekä pätevyysvaatimuksista. Tämän suhteen asetettuja asetuksia ovat valtioneuvoston asetus suunnittelutehtävien vaativuusluokkien määräytymisestä (YmA 214/2015), valtioneuvoston asetus maankäyttö- ja rakennusasetusten muuttamisesta (YmA 215/2015), sekä ympäristöministeriön asetus rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä (YmA 216/2015). Lisäksi asetuksiin liittyvät ohjeet suunnittelijoiden kelpoisuuksista sekä vaativuusluokista ja työnjohtotehtävien vaativuusluokista ja kelpoisuuksista.

Rakenteiden lujuuden ja vakavuuden osa-alueelta todetaan maankäyttö- ja rakennuslain taivoin, että rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, etteivät siihen rakentamisen tai käytön aikana kohdistuvat kuormat aiheuta sortumisia, lujuttua tai vakautta haittaavia muodonmuutoksia tai vaurioita rakennuksen osia. Tämän toteuttamiseksi annetaan yksityiskohtaisemmat vaatimukset ympäristöministeriön asetuksessa pohjarakenteista (YmA 464/2014), asetuksessa kantavista rakenteista (YmA 477/2014) ja asetuksessa hitsattavien betoniterästen ja betoniteräsverkkojen olennaisista teknisistä vaatimuksista (YmA 125/2016). Näiden lisäksi kantavien rakenteiden suunnitteluperusteiden kansallisten valintojen sovellettavat standardit, eli eurokoodit, on yksilöity rakentamismääräyskokoelmassa. Nämä standardit antavat yksityiskohtaiset suunnitteluperusteet kaikille kantaville rakenteille. Asetuksiin liittyvinä ohjeina on lisäksi ympäristöministeriön ohjeet erityyppisistä rakenteista ja kuormituksista. (Ympäristöministeriö. n.d.)

Paloturvallisuudesta rakentamismääräyskokoelma tukee maankäyttö- ja rakennuslakia ympäristöministeriön asetuksella savupiippujen rakenteesta ja paloturvallisuudesta (YmA 745/2017), asetuksella rakennusten paloturvallisuudesta (YmA 848/2017) ja asetuksella rakennusten paloturvallisuudesta annetun asetuksen muutoksista (YmA 927/2020). Näissä asetuksissa määritellään käytettävä palotekninen sanasto, paloluokitukset ja niiden määräytyminen sekä luokituksista ja käyttötarkoituksista riippuvat palotekniset vaatimukset rakennukselle. Asetusten lisäksi paloturvallisuuden osa-alueelle on annettu ympäristöministeriön ohje muuratuista tulisijoista sekä muita tarkentavia materiaaleja, kuten ilmanvaihtolaitteistojen paloturvallisuusopas. (Ympäristöministeriö. n.d.)

Rakennuksen terveellisyyden lakisääteisiä vaatimuksia rakentamismääräyskokoelma tukee laajalla kattauksella hyvinkin yksityiskohtaisia ympäristöministeriön asetuksia. Asetukset koskevat rakennuksen kosteusteknistä toimivuutta (YmA 782/2017), uuden rakennuksen sisäilmastoa ja ilmanvaihtoa (YmA 1009/2017), rakennuksen vesi- ja viemärlaitteistoja (YmA 1047/2017) sekä asetus vesi- ja viemärlaitteistoista annetun ympäristöministeriön asetuksen muuttamisesta (YmA 814/2020). Näiden lisäksi on erikseen asetukset tuotteita koskevista olennaisista teknisistä vaatimuksista koskien vesilaitteistojen joustavia kytkentäputkia (YmA 475/2018), vesilaitteistojen PEX-putkia (YmA 476/2018), vesilaitteistojen kupariputkia (YmA 455/2019), vesilaitteistojen sulkuventtiilejä (YmA 477/2019), jätevesilaitteistojen vesilukkoja (YmA 478/2019), vesilaitteistojen messinkisiä ja kuparisia putkiyhteitä (YmA 480/2019), vesilaitteistojen kupariputkien mekaanisia liitteitä (YmA 481/2019), vesilaitteistojen yksisuuntaventtiileitä (YmA 482/2019), jätevesilaitteistojen lattiakaivoja (YmA 483/2019), vesilaitteistojen vesikalusteita (YmA 497/2019), jätevesilaitteistojen polypropeenisiä viemäriputkia ja putkiyhteitä (YmA 498/2019), vesilaitteistojen PEX-putkien liittimiä (YmA 499/2019), vesilaitteistojen monikerrospotkia ja niiden liittimiä (YmA 500/2019) sekä vesi- ja viemärlaitteistoihin tarkoitettuja PE-putkia (YmA 1044/2020). Lisäksi asetuksiin on liitetty ohje rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta (2020), oleskelutilan ulkoilmavirran mitoituslaskun (2018) sekä useita oppaita ja mitoitusohjeita. (Ympäristöministeriö. n.d.)

Lain vaatimusta rakennuksen käyttöturvallisuudesta rakentamismääräyskokoelma tarkentaa ympäristöministeriön asetuksella rakennuksen käyttöturvallisuudesta (YmA 1007/2017). Käyttöturvallisuusvaatimuksessa keskitytään kolmeen suurimpaan riskiryhmään, jotka ovat kaatumiset, liukastumiset ja putoamiset; palo-, sähkö- ja räjähdystapahtumat; sekä

ajoneuvon liikkumisesta aiheutuvat onnettomuudet. Vaaroja arvioidaan rakennuksen tavanomaisen ja normaalisti ennakoitavan käytön perusteella. (Ympäristöministeriö. n.d.) Asetus antaa yksityiskohtaisia vaatimuksia mm. portaiden mitoitukseen, kaiteiden korkeuksiin, ovien käytettävyyteen, valaistukseen ja kulkureittien korkeuteen (YmA 1007/2917).

Esteettömyyden vaatimukseen rakentamismääräyskokoelmassa on valtioneuvoston asetus rakennuksen esteettömyydestä (YmA 241/2017), ympäristöministeriön ohje rakennuksen esteettömyydestä (2018) ja esteetön rakennus ja ympäristö – opas (2019) (Ympäristöministeriö. n.d.). Nämä ottavat jälleen hyvin yksityiskohtaisella tasolla kantaa rakennuksen ominaisuuksiin, kuten kulkuväylien leveyteen, liikkumis- ja toimimisesteisten autopaikkojen määrään ja kokoon, luiskien mittoihin ja tasanteisiin, ulko-ovien sijoitteluun, ovien leveyksiin, hissiin ja sen kokoon sekä wc ja pesutilojen kokoihin (VnA 4.5.2017/241). Ympäristöministeriön ohje tarkentaa näitä vaatimuksia edelleen antamalla mm. luiskille kaltevuusvaatimukset ja tarkentamalla mitoitusmenettelyitä esim. ovien leveyksien ja wc pohjien suhteen (Ympäristöministeriö, 2018a).

Meluntorjunnan ja ääniolosuhteiden lakisääteisten vaatimusten tueksi rakentamismääräyskokoelmassa on ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä (YmA 796/2017) ja asetus edellisen asetuksen muutoksista (YmA 360/2019). Lisäksi määräyskokoelmassa on ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä (2018). (Ympäristöministeriö. n.d.) Asetukset määrittelevät yksityiskohtaisesti mittamääreet, joita käytetään, vaaditut äänen eristävyudet ja sallitut melutasot (YmA. 796/2917). Ohjeet käsittelevät entistä tarkemmin käsitteet, mittaustavat ja vaatimukset rakennuksissa (Ympäristöministeriö, 2018b).

Energiatohokkuudesta on rakentamismääräyskokoelmassa laki rakennuksen energiatodistuksesta (YmA 50/2013), valtioneuvoston asetus rakennuksissa käytettävien energiamuotojen kertoimien lukuarvoista (YmA 788/2017), ympäristöministeriön asetukset uuden rakennuksen energiatohokkuudesta (YmA 1010/2017), rakennuksen energiatodistuksesta (YmA 1048/2017), eräiden rakennusten teknisten järjestelmien energiatohokkuuden vaatimuksista (YmA 718/2020), rakennuksen energiatohokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä (YmA 4/13) sekä asetus asetuksen rakennuksen energiatohokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä muuttamisesta (YmA 2/17). Lisäksi rakentamismääräyskokoelmassa on ohje rakennuksen energiakulutuksen ja lämmitystehotarpeen laskentaan (2018) ja laajamittainen korjaus – laskin (2018), LTO-laskin (2018), Lämpöhäviön tasauslaskin 2018

(2017), RakEne-laskin 2018 (2017) ja PILP-laskin 2018 (2019). Näiden lisäksi on huomattava määrä muuta materiaalia, kuten yksittäisten tuoteryhmien energialaskentaoppaita. (Ympäristöministeriö. n.d.) Asetukset antavat mm. tarkat määritelmät energiatehokkuudessa käytettäville termeille, energiatehokkuuden vähimmäisvaatimuksille ja laskentamenetelmille (YmA. 1010/2017). Asetusten kautta suoraan tai välillisesti ja muun materiaalin kautta suoraan vaikutetaan mm. rakennusten energiamuotoon, eristepaksuuksiin ja tiiveyksiin.

Asuntosuunnittelua käsitellään rakentamismääräyskokoelmassa kahdessa ympäristöministeriön asetuksessa. Asetus asuin-, majoitus- ja työtiloista (YmA 1008/2017) ja asetus edellä mainitun asetuksen muuttamisesta (YmA 127/2018). Kuten lähes kaikissa asetuksissa, näissäkin määritellään asuntojen ja asuinkerrostalojen ominaisuuksia yksityiskohtaisesti. Lisäksi asetuksessa määritellään mm. minimihuonekorkeus asuinhuoneistolle, minimi kerroskorkeus asuinkerrostalossa, ikkunoiden valoaukkojen vähimmäispinta-alat ja asuinhuoneistojen minimipinta-alat. (YmA. 1008/2017)

4.3 Kaavoituksen vaikutus asuinkerrostalon ominaisuuksiin

Valtakunnallisella yleistasolla valtioneuvosto asettaa valtiokunnalliset alueidenkäyttötavoitteet, jolla otetaan kantaa asioihin, joilla on aluerakenteen kannalta kansainvälistä tai maakuntia laajempia merkityksiä, on merkittäviä merkityksiä kansalliseen kulttuuri tai luonnonperintöön tai on valtakunnallisesti merkittävä vaikutus ekologiseen kestävyYTEEN, aluerakenteen taloudellisuuteen tai merkittävien ympäristöhaittojen välttämiseen. (22 § 5.2.1999/132)

Maakuntakaavassa on otettava asetetut valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet huomioon. Maankäyttö- ja rakennuslaki määrittää maakuntakaavalle selvät sisältövaatimukset. Maakuntakaavassa on kiinnitettävä erityisesti huomiota: maakunnan tarkoituksenmukaiseen alue- ja yhdyskuntarakenteeseen; alueiden käytön ekologiseen kestävyYTEEN; ympäristön ja talouden kannalta kestäviin liikenteen ja teknisen huollon järjestelyihin; vesi- ja maa-ainevarojen kestäväan käyttöön; maakunnan elinkeinoelämän toimintaedellytyksiin; maiseman, luonnon varojen ja kulttuuriperinnön vaalimiseen; sekä virkistykseen soveltuvien alueiden riittävyYTEEN. Kaavan laadinnassa on myös vältettävä maanomistajille tai muulle oikeuden haltijoille aiheutuvaa kohtuutonta haittaa sekä otettava lisäksi luonnonsuojelulain (1096/1996) 7 §, 77 § ja 32 § mukaisten luonnonsuojelu ja maisema-alueita koskevat

päätökset huomioon. (MRL 28 § 5.2.1999/132) Maakuntakaava esitetään kartalla kaavamerkintöjen ja -määräysten kanssa sekä liitetyllä selostuksella (MRL 29 § 5.2.1999/132).

Yleiskaavan laadinnassa tulee maankäyttö- ja rakennuslain mukaan ottaa maakuntakaava huomioon. Muuten sisällölle asetetaan vaatimus ottaa huomioon: yhdyskuntarakenteen toimivuus, taloudellisuus ja ekologinen kestävyys; olemassa olevan yhdyskuntarakenteen hyväksikäyttö; asumisen tarpeet ja palveluiden saatavuus; mahdollisuudet liikenteen, erityisesti joukkoliikenteen ja kevyen liikenteen, sekä energia-, vesi- ja jätehuollon tarkoituksenmukaiseen järjestämiseen ympäristön, luonnonvarojen ja talouden kannalta kestäväällä tavalla; mahdollisuudet turvalliseen, terveelliseen ja eri väestöryhmien kannalta tasapainoiseen elinympäristöön; kunnan elinkeinoelämän toimintaedellytykset; ympäristöhaittojen vähentäminen; rakennetun ympäristön, maiseman ja luonnonarvojen vaaliminen; sekä virkistykseen soveltuvien alueiden riittävyys. Yleiskaava ei myöskään saa aiheuttaa maanomistajille tai muille oikeuden haltijoille kohtuutonta haittaa. (MRL 39 § 5.2.1999/132). Yleiskaava esitetään kartalla, kaavamerkintöjen ja -määräysten kanssa, sekä selostuksella liitettynä (MRL 40 § 5.2.1999/132). Yleiskaavassa voidaan myös asettaa määräyksiä tukemaan kaavan tarkoituksen ja sisällön tarkoituksenmukaisuutta, joilla voidaan myös ohjata yleiskaava-alueen suunnittelua, rakentamista tai käyttämistä. Näiden lisäksi alueille voidaan yleiskaavassa asettaa suojelumääräyksiä. (MRL 41 § 5.2.1999/132) Tietyissä tapauksissa, kuten yleiskaavan muutosprosessin aikana kunta voi laittaa yleiskaavan alueita myös rakennuskieltoon (MRL 38 § 5.2.1999/132).

Asemakaava on tarkimman resoluution kaavamuuoto, joka jo aikaisemmin mainitun mukaisesti ohjaa alueiden käytön yksityiskohtaista järjestämistä, rakentamista ja kehittämistä. Asemakaava osoittaa tarpeelliset alueet eri tarkoituksia varten ja ohjaa rakentamista ja maankäyttöä paikallisten olosuhteiden, kaupunki ja maisemakuvan, hyvän rakentamistavan, olemassa olevan rakennuskannan käytön edistämisen ja muiden kaavan ohjaustavoitteiden edellyttämällä tavalla. (MRL 50 § 5.2.1999/132) Asemakaavan sisältövaatimuksista maankäyttö- ja rakennuslaki toteaa, että maakuntakaava ja yleiskaava on otettava huomioon aikaisempien säädösten mukaisesti. Asemakaava laaditaan siten että luodaan edellytykset terveelliselle, turvalliselle ja viihtyisälle elinympäristölle, palveluiden alueelliselle saatavuudelle ja liikenteen järjestämiselle. Asemakaavalla tulee varmistaa, että alueella tai lähialueella on riittävästi puistoja tai muita lähivirkistykseen soveltuvia alueita. Asemakaava ei saa

heikentää kenenkään elinympäristön laatua merkityksellisellä tavalla, eikä aiheuttaa kohtuutonta haittaa maanomistajille tai muille oikeuden haltijoille. (MRL 54 § 5.2.1999/132)

Asemakaava esitetään pohjakartalla, jonka yksityiskohtaisuus ja tarkkuus on riittävät (MRL 54 a § 11.4.2014/323). Asemakaavan kartassa esitetään: asemakaavan alueen rajat; asemakaavan sisältyvien eri alueiden rajat; ne yleiset tai yksityiset tarkoitukset, joihin maa- tai vesialueet on aiottu käytettäväksi; rakentamisen määrä; sekä rakennusten sijoitusta ja tarvittaessa rakentamistapaa koskevat periaatteet. Asemakaavaan kuuluvat myös kaavamerkinnät ja -määräykset, sekä selostus. Asemakaavassa määrätään myös kadun ja muun yleisen alueen nimi, sekä kunnan osien että korttelien numerot. (MRL 55 § 5.2.1999/132) Samoin kuin yleiskaavassa asemakaavassa voidaan lisäksi antaa asemakaavamääräyksiä ja suojelumääräyksiä tarvittaessa (MRL 57 § 5.2.1999/132). Asemakaavassa voidaan lisäksi asettaa rasitteita kiinteistölle, koskien esim. väestönsuojan, autopaikoituksen tai jätehuollon järjestämistä; kulkuyhteyksiä muihin kiinteistöihin tai yleistä jalankulkua varten; kiinteistöjen rajalla olevien rakennusosien tukemiseksi naapurikiinteistöön tai yhteisten seinien rakentamiseksi (MRL 159 § 5.2.1999/132). Rakennusrasitteita voidaan sopia myös kiinteistöjen omistajien välillä kirjallisesti ja näin saadaan tehdä, jos niillä edistetään tarkoituksenmukaista rakentamista tai kiinteistön käyttöä. Tässäkin tapauksessa rakennusrasitteen perustamisesta päättää kunnan rakennusvalvontaviranomainen. (MRL 158 § 5.2.1999/132)

5 Rakennushankkeen kustannukset ja niihin vaikuttavat tekijät

Rakennushankkeen kustannuksiin vaikuttaa ennen kaikkea rakennuttajan tekemät päätökset hankkeeseen liittyen (RT 10-11226. 2016; Haahtela, 2015). Nämä ovat, kuten aikaisemmin jo käyty läpi, hankkeen laajuus, laatutaso ja aikataulu. Myös rakentamisen ajankohdalla voi olla huomatta merkitys kustannuksiin esim. suhdannevaihteluiden kautta. (RT 10-11226. 2016) Pääsääntöisesti kuitenkin rakentamisen hinta nousee vuosittain, kuten johdannon kuvaajasta 2 voidaan todeta (Tilastokeskus, 2019). Rakennushankkeen sijainti vaikuttaa myös osaltaan kustannuksiin, sillä eri puolilla Suomea voi työvoiman ja materiaalien kustannukset vaihdella merkittävästi. Sijainnilla voi olla myös merkitystä rakennuspaikan olosuhteisiin. Olosuhteita voivat olla tontin ominaisuudet, kuten maapohjan laatu, ja erilaiset kaavamääräykset. Myös toteutusmuodolla voi olla huomattavia vaikutuksia hankkeen kustannuksiin. Toteutusmuodolla määritellään esim. miten riskien kanto hankkeessa jakaantuu osapuolten kesken. (RT 10-11226. 2016; Haahtela, 2015)

Kaavoituksen ja määräysten vaikutukset kustannuksiin

Sainio, K (2015) laatinut Kiinteistönomistajat ja rakennuttajat RAKLI Ry:n toimeksiantona selvityksen, jonka tarkoituksena oli tuottaa tietoa millaisia kustannusvaikutuksia kaavamääräykset aiheuttavat. Selvityksessä todetaan, että kaavoitus asettaa vaatimuksia moniin osa-alueisiin, joilla on suoria vaikutuksia rakennushankkeen kustannuksiin. Näitä osa-alueita ovat pysäköintiratkaisut, esteettömyys, yhteis- ja varastotilat, kerrosten ja portaiden määrä, massoittelu, runkosyvyys, liiketilat, perustamisolosuhteet, kattomuodot, julkisivupinnat, rakentaminen kiinni katuun, energiatehokkuus, asuntojen keskipinta-alat, parvekemääräykset ja väestönsuojat. Näiden tuottamat kustannusvaikutukset voivat selvityksen mukaan huomattavia. Esim. pysäköintiratkaisun kustannusvaikutus voi halvimmillaan maantasoisena pihapaikoituksena olla lähes 1000 € kerrosneliötä kohden vähemmän kuin kallioluolapysäköintiratkaisu. Massoittelullakin voi olla huomattavia kallistavia vaikutuksia ja näiden tyypillisen alarajan ja ylärajan eroksi esitetään noin 750 € kerrosneliötä.

Kuluttajaviraston julkaisu 2/2008 (Kilpailuvirasto & Ahonen, 2008) tarkistelee rakennusalan markkinoiden toimivuutta, sen ongelma-alueita ja edistämisen mahdollisuuksia.

Julkaisussa otetaan kantaa myös rakennusalan kustannusten nousuun sekä heikkoon tuottavuuteen. Näille esitetään syiksi mm. liian tarkkaa säätelyä määräysten puolelta, jolla vähennetään uusien toimijoiden, tuotteiden ja ratkaisujen mahdollisuuksia tulla markkinalle sekä nostetaan kustannuksia vaatimalla sellaisia laadun parannuksia, jotka eivät tuota tarkoituksenmukaista tai tavoiteltua hyötyä. Näistä esimerkkinä nostettu esille esteettömyysvaatimuksia esim. luiskien kaltevuusvaatimusten, kynnyssäntöjen, pyörähdysympyröiden koon sekä vapaiden kulkuleveyksien osalta.

Kuluttajaviraston julkaisussa myös kaavoitusta kritisoitiin liiallisesta yksityiskohtaisuudesta. Esiin nostettiin asioita kuten parvekerakenteiden kantavien osien materiaalien määrittämistä, huoneistojen keskipinta-ala vaatimukset, kerrosmäärien ja räystäskorkeuksien tiukat määritykset, liiketilojen rakentamisen pakottaminen, autopaikkojen ja yhteistilojen järjestelyvaihtoehtojen rajaaminen, julkisivumateriaalien tarkka määrittäminen, rakennuksen muodon liian tiukka rajaaminen, yksilöidyt väri- ja pintamateriaalivaatimukset, liian tiukat rakennusalueiden rajaamiset sekä kaupunkikuvan ohella rakennusten käytön, käytettävyyden ja hanketalouden huomiotta jättäminen. Kokonaisuudessaan kaavoituksen ei koeta ottavan riittävästi huomioon asiakkaiden tarpeita ja kysyntää, jolloin pakotetaan toteuttamaan ratkaisuja, joista asiakkaat eivät ole halukkaita maksamaan. (Kilpailuvirasto & Ahonen, 2008)

Suunnitteluratkaisujen vaikutukset kustannuksiin

Kaavoituksen ja määräysten vaikutusten lisäksi on tarkisteltava suunnitteluratkaisujen vaikutuksia rakennushankkeen kustannuksiin. Safiki et al. (2015) kirjallisuuskatsauksen mukaan suunnitteluratkaisuista eniten kustannuksiin vaikuttaa seuraavat: pohjaratkaisu, rakennuksen muodon monimutkaisuus, rakennuksen koko, kerroskorkeus, kerrosten määrää, rakennuksen piiri, käytävien määrä, rakennusten ryhmittely (piste-/lamellitalo), julkisivumateriaalit, talotekniikkaratkaisut, välipohjien jännevälit ja rakennettavuus.

Zima ja Plebankiewicz (2012) syventyivät tutkimuksessaan suunnitteluratkaisuista rakennuksen muodon ja mutkikkuuden kustannusvaikutuksien tutkimiseen. Tutkimuksessaan he keräsivät eri lähteistä tunnuslukuja, joilla rakennuksen mutkikkuutta voidaan arvioida. Rakennuksen mutkikkuus on oleellista, koska ulkoseinärakenteet ovat rakennuksissa kalliita. Tämän kalleuden takia ulkoseinien määrää halutaan ainakin teoriassa mahdollisimman

pieneksi suhteessa rakennuksen käytettävään alaan nähden. Tutkimuksessaan Zima ja Plebankiewicz totesivat yhteyden ulkoseinien määrän optimoinnin ja alempien rakennuskustannusten välillä. Muodon optimaalisuuden arvioinnin tunnuslukuja ovat mm. W/F indeksi (Wall/Floor), LBI indeksi (Length/Breadth Index) ja “m” indeksiksi. Kaikki edellä mainitut indeksit antavat tunnusluvun, joka vertaa hieman eri laskentatavalla rakennuksen pohjan muotoa geometrisesti optimaaliseen neliön malliseen pohjaan.

Hankkeen aikataulun vaikutus kustannuksiin

Rakennushankkeen toteuttamisen aikataululla voi olla huomattavakin merkitys kustannuksiin. Haahtela ja Kiiras (2015) toteaa, että liian nopealla aikataululla aiheutetaan vuorotöitä ja muita kustannuksia nostavia toimia, kun taas liian pitkä aikataulu aiheuttaa tehottomuutta ja lisää aikasidonnaisia yleiskustannuksia. Vaikka aikataulujen ja kustannusten välistä suhdetta onkin tutkittu useasti, ei ns. optimaalista toteutusaikaa ole kyetty osoittamaan.

Hankkeen aikataulu vaikuttaa myös suorien kustannusten lisäksi projektien ylätasolla ja yritystasolla taloudelliseen suorituskykyyn. Tämä perustuu rahan aika-arvoon ja asetettuihin pääoman tuottovaateisiin. Vieraalle pääomalle kertyy ajan kuluessa enemmän kustannuksia ja pääomien tuottavuuteen vaikuttaa pääoman kiertonopeudet. (Knupfer & Puttonen, 2018)

6 Tutkimuksen toteutus

Tutkimuksen empiirinen osuus suoritettiin kahdessa osassa. Ensimmäisessä kvalitatiivisessa osassa tehtiin asiantuntijahaastatteluita case-yrityksen päällikkö- ja johtajatasolla oleville rakennushankkeiden johtamisen asiantuntijoille. Näiden haastatteluiden tulosten perusteella aloitettiin toinen kvantitatiivinen osio, jossa case-yrityksen 2020–2021 valmistuneista projekteista kerätyistä tiedoista tehtiin tilastollista analyysia. Tilastollisella analyysillä haettiin haastatteluiden tuloksille numeerista varmistusta.

6.1 Kvalitatiivisen tutkimusosion toteutus ja tulokset

Tutkimuksen haastattelut toteutettiin puolistrukturoituina teemahaastatteluina asiantuntijoille. Johtuen rakennushankkeiden laajuudesta sekä vaiheiden että aikajänteiden kannalta, valittiin haastateltaviksi asiantuntijoita organisaation useista osista hankkeiden etenemistä. Rakennushankkeissa varhaisimmissa vaiheissa mukana olevien asiantuntijoiden työtehtävät liittyvät kaavakehittämiseen ja viimeisimmät toimivat tuotannossa työpäälliköiden rooleissa. Kaikki haastatellut asiantuntijat toimivat vähintään päällikkötason tehtävissä ja nuorimmalakin oli työkokemusta alalta 15 vuotta. Haastateltujen asiantuntijoiden työuran pituuden keskiarvo oli 25 vuotta. Asiantuntijahaastatteluja suoritettiin 13 kappaletta, jonka uskotaan riittävän otoksena luotettavien tulosten tuottamiseen.

Teemahaastattelun keskeiset teemat olivat rakennushankkeen kustannusten johtaminen, asuinkerrostalon ominaisuudet ja niiden yhteys taloudelliseen suorituskykyyn sekä viranomaistoiminta ja tämän vaikutus rakennushankkeen taloudelliseen suorituskykyyn. Rakennushankkeen kustannusten johtamisessa keskityttiin kustannusjohtamisen keskeisiin periaatteisiin ja tarkennuttiin missä rakennushankkeen vaiheessa suurimmat taloudelliset hyödyt voidaan saavuttaa. Taloudelliseen suorituskykyyn vaikuttavien asuinkerrostalon ominaisuuksien kohdalla haettiin niitä ominaisuuksia, joilla olisi merkittävin merkitys rakennushankkeen kustannusten muodostumiselle, sekä rakentamisen aikana hankkeiden kustannustavoitteiden saavuttamiselle. Viimeisessä teemassa viranomaistoiminnasta syvennyttiin viranomaistoiminnan merkitykseen ja vaikutuksiin rakennushankkeen taloudelliselle

suorituskyvyille, keskeisimpiin viranomaistahoihin tästä näkökulmasta sekä perustajaura-koitsijan mahdollisuuksiin vaikuttaa viranomaistoimintaan ja päätöksentekoon.

Rakennushankkeen kustannuksista puhuttaessa merkittävimmäksi vaiheeksi nousi haastatteluissa selvästi luonnossuunnittelun vaihe. Suunnitteluvaiheen nosti esille 11 vastaajaa, joista 9 tarkensi vielä luonnossuunnitteluun tai suunnitteluun ennen rakennuslupan jättämistä. Muut vaiheet jäivät selvästi tästä kauemmaksi kuten taulukosta 1 voidaan nähdä. Haastatteluissa tälle nousi myös useita perusteita, kuten kun hankkeelle haetaan rakennuslupaa, niin 90 % rakennuskustannuksista on sidottu suunnitelmien valmiuden takia.

”Välissä on tsekkipiste, jossa hyväksytään luonnokset ennen kuin lähdetään hakemaan rakennuslupaa. Pidän olennaisena vaiheena, sillä kun rakennuslupaa haetaan, niin 90% kustannuksista on sidottu jo kiinni.” – Haastattelu 1

Perusteena myös käytettiin sitä, että suunnitteluvaiheen alussa määritellään asemakaavan vaatimusten täyttämistapa ja rakennuksen tehokkuus, joka on keskeisessä osassa taloudellista yhtälöä.

”Se on ehdottoman tärkeää, että me ollaan sen suunnittelu tehokkuuden päällä, että me asetetaan siinäkin niin kun oikea tavoite, eli suunnittelun aloituksessa tunnistetaan, että mihin tässä hankkeessa pitää pystyä.” – Haastattelu 1

Tehokkuudella tarkoitetaan rakennuksen hyötyneliöiden suhdetta bruttoneliöihin. Kärjistetyksi sanottuna bruttoneliöistä maksetaan, mutta ainoastaan hyötyneliöitä saadaan myytyä asiakkaille. Myös yhteisten tavoitteiden asettaminen ja prosessin aikana tehtävä kustannusten varmistaminen nostettiin useaan kertaan esiin haastatteluissa.

Taulukko 1: Missä rakennushankkeen vaiheessa suurimmat taloudelliset hyödyt voidaan saavuttaa

| Vaihe: | Osuus vastaajista, jotka nostivat tärkeäksi |
|-----------------------|--|
| Maanhankintavaihe | 23 % |
| Hankesuunnitteluvaihe | 15 % |
| Suunnitteluvaihe | 85 % |
| - luonnossuunnittelu | 69 % |
| Tuotantovaihe | 23 % |

Taloudellisen suorituskyvyn kannalta olennaisia asuinkerrostalon ominaisuuksia nousi esille useita ja näitä sekä niiden esiintymisen määrää haastatteluissa on esitetty taulukossa 2. Taulukosta on laajempi versio, liite 1, jossa esitetään myös ominaisuuksien oletettu vaikutus kustannuksiin.

Haastatteluissa tilatehokkuus sai ylivoimaisesti eniten huomiota kaikkein tärkeimpänä asuinkerrostalon ominaisuutena. Tähän on toki syynsä, koska tämä tunnusluku kertoo rakennettävien ja myytävien neliöiden suhteen. Seuraavaksi yleisimpänä vastauksena oli rakennuksen muotoon liittyvät ominaisuudet. Muodollinen monimutkaisuus lisää kustannuksia runkoratkaisuun, sekä lisää kalliiden julkisivu ja vesikattoneliöiden määrää suhteessa optimaaliseen muotoon. Optimaalinen muoto olisi kuution muotoinen rakennus tässä suhteessa.

”Ylivoimaisesti suurimpana muuttujana se tehokkuus. Jokainen myyntikelvoton neliö niin maksaa kuitenkin.” – Haastattelu 2

Kolmanneksi yleisimpänä esiintyi tuotantoystävällisyys. Osassa haastatteluista tämä nousi esiin käänteisenä käsitteenä, eli kohteen erikoisuutena. Tämä oli korkeimmalle sijoittunut ominaisuus, jonka nähtiin olevan nimenomaan tuotannon aikaisen kustannustavoitteen saavuttamisen tekijänä, edellisten vaikuttaessa enemmän rakennushankkeen tavoitteelliseen kustannustasoon. Tuotantoystävällisyytenä pidetään toistettavia ratkaisuja, jotka ovat jo historiassa todettu hyviksi ja toimiviksi sekä ennakkovalmistusasteen korkeutta ja modulaarisuutta. Ratkaisujen tulisi tuotantoystävällisyyden näkökulmasta olla myös yleisesti käytettyjä, jolloin ratkaisujen hankkiminen ja tekijöiden löytäminen helpottuu. Toinen selvästi tavoitteiden saavuttamiseen vaikuttava asia oli tuotannon resurssoinnin riittävyys, joka ei kuitenkaan suoranaisesti ole kerrostalon ominaisuus, mutta on lisätty tälle listalle sen yleisyyden takia.

”Jos voin sanoa niin kyllä tommosella niin kuin erikoishankkeella, joka poikkeaa siitä meidän perustuotannosta, on erittäin paljon suurempi todennäköisyys epäonnistua.” – Haastattelu 3

Taulukko 2: Rakennushankkeen taloudelliselle suorituskyvyllä oleellisia asuinkerrostalon ominaisuuksia

| Ominaisuus: | Esiintyvyys haastatteluissa: |
|---|-------------------------------------|
| Tilatehokkuus | 100 % |
| Rakennuksen muotomaailma (sisältää myös muotoon viittaavat muut ominaisuudet) | 85 % |
| Tuotantoystävällisyys | 69 % |
| Porrassyöttö | 54 % |
| Asuntojen keskipinta-ala | 54 % |
| Julkisivutyyppi | 54 % |
| Parvekkeiden pinta-alat | 54 % |
| Kulmien määrä | 46 % |
| Kerrosten lukumäärä | 46 % |
| Rakentamisen aikataulu | 46 % |
| Kaavatehokkuus | 38 % |
| Hankkeen koko | 38 % |
| Perustamistapa | 38 % |
| Piirin määrä suhteessa pinta-alaan | 31 % |
| Samanaikaisten kohteiden määrä / toistojen määrä korttelissa | 31 % |
| Tuotannon resurssointi | 31 % |
| Vesikaton malli | 31 % |
| Julkisivun määrä suhteessa pinta-alaan | 23 % |
| Rakennuksen rungon syvyys | 23 % |
| Runkoratkaisu | 23 % |
| Suunnittelun laatu | 23 % |
| Asuntojen määrä | 15 % |
| Huoneistojakauma | 15 % |
| Kerrostalon tyyppi | 15 % |
| Tekninen laatutaso | 15 % |
| Asiakaskunta | 15 % |
| Tonttitehokkuus | 8 % |
| Peruskerroksen tilatehokkuus | 8 % |
| Poikkeavien kerroskorkeuksien määrä | 8 % |

Viranomaistoiminnan merkityksestä keskusteltaessa 46 % haastateltavista totesi viranomais-toiminnalla olevan merkittävä tai erittäin merkittävä vaikutus rakennushankkeen

kustannuksiin. 31 % haastateltavista mainitsi erikseen, että viranomaistoiminnalla on pääsääntöisesti nimenomaan kustannuksia lisäävä merkitys. Tämän nähdään johtuvan siitä, että vaatimuksia asetetaan aina lisään mitään vähentämättä, sekä siitä että asemakaavoitus on hyvin tarkalle tasolle vietyä suurissa kaupungeissa. Kustannusten nousemisen lisäksi 23 % haastatelluista totesi viranomaistoiminnalla olevan huomattavia vaikutuksia rakennushankkeiden kokonaisaikatauluihin, joka puolestaan välillisesti vaikuttaa hankkeen kustannuksiin ja ainakin kokonaistalouteen pääoman sitomisen ja tuoton kautta. Haastateltavista 69 % nosti esille, että viranomaistoiminnassa ja tulkinnoissa on sekä yksilöllisiä että alueellisia eroja huomattavasti. Tämä nähtiin ennen kaikkea negatiivisena piirteenä, sillä se vähentää perustajaurakoitsijan mahdollisuuksia systemaattisuuden ja toistettavuuden kehittämiseen laajalla alueella.

Taulukko 3: Kustannusten kannalta merkittävien viranomaistaho

| Kustannusten kannalta merkittävin viranomaistaho: | Esiintyvyys haastatteluissa: |
|--|-------------------------------------|
| Kaavoitusviranomaisen | 85 % |
| Rakennusvalvonta-/rakennuslupaviranomaisen | 62 % |
| Pelastusviranomaisen | 38 % |
| Kaupunkikuvalautakunta | 23 % |
| Poliittinen elin | 15 % |
| ELY-keskus (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus) | 8 % |

Kustannusten kannalta merkittävintä viranomaistahoa kysyttäessä suurin osa haastateltavista kallistui prosessin alkupäätä päin, eli kaavoitukseen. Taulukosta 3 nähdään, että aikaisemmillä viranomaistoiminnan vaiheilla nähtiin olevan suurin merkitys. Tämä selittää myös sitä, että kysyttäessä parasta vaihetta vaikuttaa viranomaistoimintaan ja tehdä yhteistyötä, oli yleisin vastaus kaavoitusvaiheessa tai mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Asemakaavan vahvistumisen jälkeen nähtiin vielä jotain vaikutusmahdollisuuksia, mutta nämä nähtiin kokoluokaltaan huomattavasti pienemmäksi. Viranomaiseen suuntautuvia vaikutusmahdollisuuksia haastateltavien näkökulmasta oli jonkin verran. Vaikuttamisen mahdollisuuksiin vastausten perusteella vaikuttaa mahdollisimman aikaisen vaiheen lisäksi hyvien kommunikatiokanavien luominen, hyvin valmistellut esitykset ja perustelut tahtotiloista hyödyntämällä asiakasnäkökulmaa ja muita ei-taloudellisia perusteita. Hyvien neuvottelutaitojen

nähtiin olevan avainasemassa sekä hyödylliseksi nähtiin, jos pääsuunnittelijalla on aikaisemmat hyvät suhteet viranomaisen suuntaan.

”Kyllä se vaatii vuorovaikutus ja neuvottelutaitoja. Se on ehdottomasti näin ja se vaatii siihen taustaksi sen, että meillä pitää olla hyvät perustelut.” – Haastattelu 4

6.2 Asuinkerrostalon ominaisuuksien kvantitatiivinen analysointi

Tässä tutkimuksen toisessa vaiheessa suoritetaan kvantitatiivinen datan keräys ja analyysi, joka rakentuu ensimmäisen vaiheen päälle. Tässä osiossa haetaan siis vahvistusta tutkimuksen ensimmäisen osion havainnoille sekä tietoa vaikutuksen voimakkuudesta. Vahvistusten hakeminen kohdistuu nimenomaan edellisen luvun taulukon 2 mukaisiin asuinkerrostalon ominaisuuksiin. Seuraavaksi esitellään käytetty kvantitatiivinen analysointimenetelmä tarkemmin.

6.2.1 Kvantitatiivinen analysointimenetelmä

Analyysimenetelmänä käytettiin Pearsonin korrelaatiokerrointa, jolla tarkasteltiin, löytyykö kolmen taloudellista suoritusta kuvaavan tunnusluvun ja haastatteluissa asiantuntijoiden toteamien asuinkerrostalon ominaisuuksien välillä yhteyttä. Pearsonin korrelaatiokerroin (r) kuvaa kahden muuttajan välillä olevien havaintoparien välisten yhteyksien voimakkuutta asteikolla -1 - $+1$ (Holopainen & Pulkkinen, 2008, s.233). Taloudellista suoritusta kuvaamaan käytettiin kolmea tunnuslukua: suunniteltu kustannustaso, toteutunut kustannustaso ja näiden välisen suhde, eli tavoitteiden suhteellinen onnistuminen.

Korrelaatiokertoiminen merkitsevyyden raja riippuu useammasta asiasta, joita ovat esim. otoksen koko ja määritelty riskitaso. Näiden perusteella valitaan Petersonin korrelaatiokertoimen kriittisten arvojen taulukosta luku (Holopainen & Pulkkinen, 2008), liite 2, jonka ylittäviä korrelaatiokertoimia pidetään merkitsevinä. Jotta taulukkoa voidaan käyttää, on kuitenkin useampi ehto täytyttävä. Verrattavien muuttujien on noudatettava normaalijakaumaa, tapaukset muodostavat satunnaisotoksen perusjoukosta ja muuttujien arvot tapaus-ten väleillä on riippumattomia toisistaan. (Holopainen & Pulkkinen, 2008, s.242) Tässä

tutkimuksessa voidaan todeta, että edellä mainitut ehdot täyttyvät taulukon käyttämisen mahdollistamiseksi. Tutkimuksessa otoskoko on 27 kappaletta ja riskitasoksi on valittu 5 %, joten taulukon mukainen merkitsevyyden raja korrelaatiokertoimille on 0,381.

Merkittävistä korrelaatioista laskettiin selitysaste. Selitysaste lasketaan korottamalla korrelaatiokerroin toiseen potenssiin ja tulos ilmoitetaan prosentteina. Selitysaste kertoo siis kuinka paljon korrelaatioanalyysin kaksi muuttujaa selittää toistensa vaihtelusta. (Heikkilä 2005, s.92) Muutosten voimakkuutta taas tarkasteltiin suuntaa antavasti hajontakuvioista.

Korrelaatiokertoimen käyttämisessä on myös omat haasteensa ja puutteensa, jotka tulee ottaa tuloksissa huomioon. Korrelaatiokerroin mittaa ainoastaan lineaarista yhteyttä, eli muunnellaisia mahdollisia yhteyksiä muuttujien välillä analyysi ei paljasta. Korrelaatio ilmaisee myös ainoastaan muuttujien välistä riippuvuutta, mutta tämä ei välttämättä tarkoita syyseuraus suhdetta muuttujien välillä. Tämä ilmiö esiintyy varsinkin silloin, jos muuttujilla on yhteinen kolmas selittävä tekijä. Korrelaatioanalyysi ei paljasta näitä mahdollisia yhteisiä selittäviä tekijöitä. Korrelaatiokerroin on herkkä poikkeaville arvoille, joten tämä voi tuottaa virheellisiä tulkintoja analyysissä. Viimeisenä korrelaatiokertoimen puutteena voidaan pitää sitä, ettei malli näytä miten muuttuja vaikuttaa toiseen, eli kerroin indikoi ainoastaan lineaarisen yhteyden voimakkuutta, mutta ei yhteyden aiheuttaman muutoksen voimakkuutta.

6.2.2 Kvantitatiivisen analysoinnin tutkimusaineisto

Aineistoksi valittiin case-yrityksen vuosina 2020 ja 2021 valmistuneet asuinkerrostaloprojektit, joista oli saatavilla toteutuneet kustannukset. Projekteja oli 27 kappaletta ja projektien perustiedot on esitetty alla olevassa taulukossa 4. Projekteista kerättiin analyysiä varten muuttujia perustuen haastatteluissa esitettyihin asuinkerrostalojen oleellisiin ominaisuuksiin. Useat muuttujat olivat case-yrityksellä valmiiksi löydettävissä olevaa dataa, mutta monia muuttujia ei ollut valmiina saatavilla, joten ne haettiin projektikohtaisesti suunnitelmista tai asiakirjoista tätä tutkimusta varten.

Taulukko 4. Tutkimusaineiston projektit ja perustiedot

| | Hyötyala | Tilavuus | Asuntojen määrä | Kerrosten lukumäärä | Asuntojen keski- pinta-ala |
|-------------|-----------------|-----------------|----------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| Projekti 1 | 1799 | 8551 | 43 | 8 | 41,8 |
| Projekti 2 | 3371 | 15065 | 75 | 9 | 44,9 |
| Projekti 3 | 3365 | 14993 | 75 | 9 | 44,9 |
| Projekti 4 | 3329 | 17994 | 43 | 7 | 77,4 |
| Projekti 5 | 3309 | 16420 | 43 | 5 | 76,9 |
| Projekti 6 | 4576 | 23575 | 94 | 7 | 46,9 |
| Projekti 7 | 1416 | 7350 | 19 | 5 | 74,5 |
| Projekti 8 | 4724 | 22950 | 96 | 8 | 49,2 |
| Projekti 9 | 1874 | 9064 | 29 | 5 | 64,6 |
| Projekti 10 | 2602 | 10810 | 44 | 8 | 59,1 |
| Projekti 11 | 3202 | 15170 | 71 | 7 | 45,1 |
| Projekti 12 | 3570 | 16875 | 74 | 9 | 48,2 |
| Projekti 13 | 3433 | 15853 | 57 | 8 | 60,2 |
| Projekti 14 | 1861 | 10168 | 31 | 5 | 60,0 |
| Projekti 15 | 4527 | 20450 | 57 | 7 | 79,4 |
| Projekti 16 | 2177 | 11003 | 53 | 8 | 41,1 |
| Projekti 17 | 3305 | 15820 | 75 | 9 | 44,1 |
| Projekti 18 | 2433 | 11060 | 52 | 6 | 46,8 |
| Projekti 19 | 2941 | 14090 | 103 | 9 | 28,6 |
| Projekti 20 | 2180 | 11342 | 52 | 8 | 41,9 |
| Projekti 21 | 3379 | 16190 | 59 | 7 | 57,3 |
| Projekti 22 | 2065 | 10841 | 47 | 8 | 43,9 |
| Projekti 23 | 1492 | 7800 | 26 | 6 | 57,4 |
| Projekti 24 | 2839 | 11520 | 53 | 5 | 53,6 |
| Projekti 25 | 5281 | 28820 | 82 | 6 | 64,4 |
| Projekti 26 | 1950 | 9110 | 38 | 7 | 51,3 |
| Projekti 27 | 3691 | 15531 | 82 | 9 | 45,0 |

Haastatteluissa nousi myös ominaisuuksia esille, joiden tutkimiseen tässä tutkimuksessa ei ollut saatavilla riittävää tai sopivaa aineistoa. Näitä oli esim. muuttujat kuten runkoratkaisut ja perustamistavat. Koska valtaosa kohteista on toteutettu paaluperusteisina täyselementtirunkoina, ei aineistoa ollut, jolla olisi voinut vertailla näiden ratkaisujen vaihtoehtojen tuottamia eroja luotettavasti. Muita haastatteluissa esiin nousseita muuttujia, joita ei voinut aineiston perusteella määritellä olivat tuotantoystävällisyys, suunnittelun laatu ja tekninen laatutaso. Näiden kohdalla haasteena oli muuttujien subjektiivisuus, eikä näitä voinut aineistosta luotettavasti määritellä.

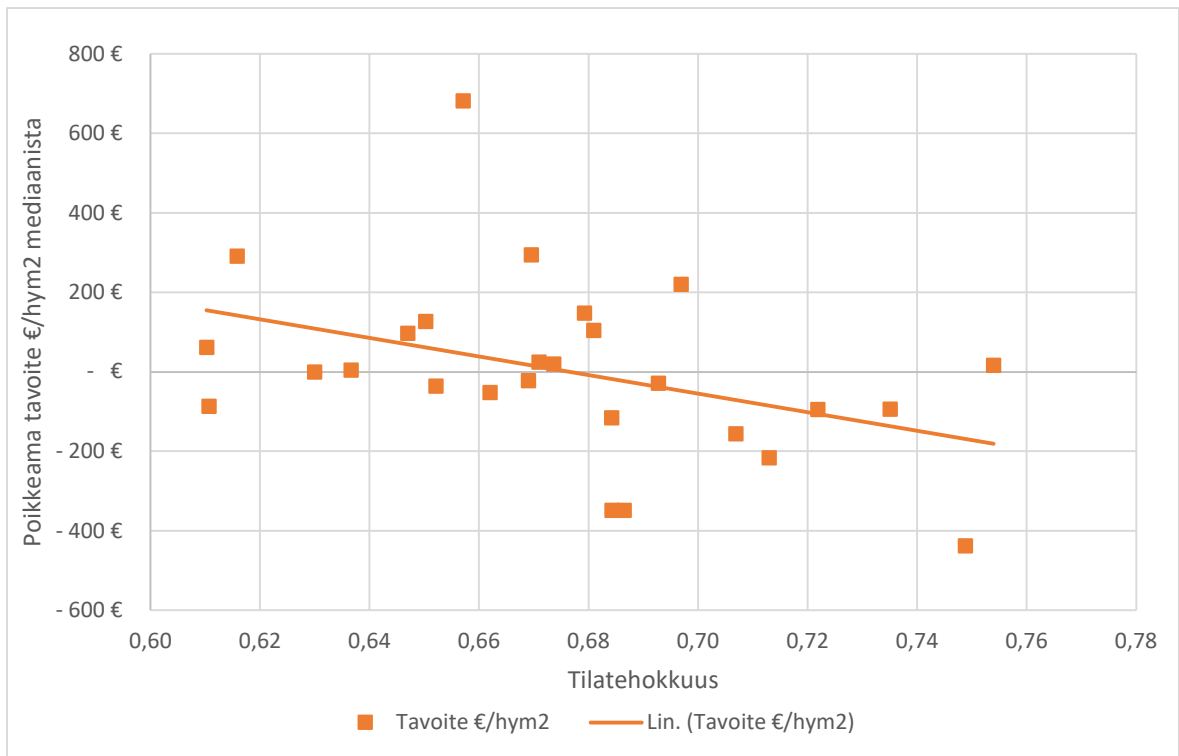
6.2.3 Kvantitatiivisen analyysin tulokset

Kaikki tarkastellut ominaisuudet ja näiden korrelaatiot taloudellisen suorituskyvyn tunnuslukuun on esitetty liitteessä 3. Seuraavaksi näistä esitellään tarkemmin ne, jotka ylittivät tilastollisesti merkityksellisen korrelaation rajan yhteen tai useampaan suorituskyvyn tunnuslukuun verrattuna.

Tilatehokkuus

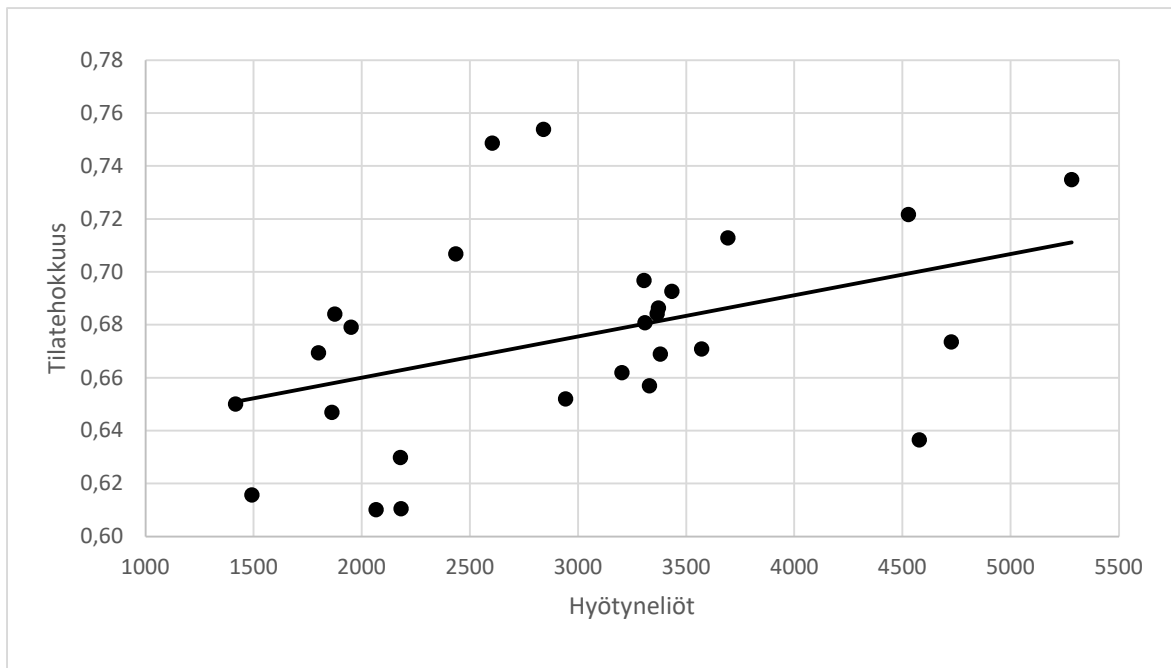
Tilatehokkuudella havaittiin tavoitteellisen hym2 kustannustason kanssa kohtalaisen lievä korrelaatio -0,405 vain hieman määritellyn riskitason mukaista kriittistä arvoa suurempi. Lievä korrelaatio on hieman yllättävä, sillä haastatteluiden tuloksissa tämä oli ominaisuutena nostettu kaikkein tärkeimmäksi. Hajontaa kuitenkin syntyy tavoitteellisiin hym2 kustannustasoissa projektien väleillä mm. teknisen laatutason eroista, joka osaltaan selittää lineaarisen korrelaation voimakkuutta. Tilatehokkuudella ei kuitenkaan ollut merkittävää korrelaatiota toteutuneiden hym2 kustannusten tai kustannustavoitteiden saavuttamistason kanssa.

Tilatehokkuuden selittävyys tavoitekustannusten vaihteluissa on 16,4 %. Alla olevaan kuvaaja 4 piirrettyyn trendiviivaan perustuen jokainen sadasosa, jonka tilatehokkuus paranee, niin tavoitteelliset hym2 kustannukset laskevat noin 30 €/hym2.



Kuvaaja 4. Tilatehokkuuden vaikutus kustannuksiin

Analyysissä esille nousi kohteen hyötyneliöiden määrän ja tilatehokkuuden välinen yhteys. Muuttujien välillä on 0,413 korrelaatiokerroin eli yhteydellä on saman luokkainen voimakkuus kuin tilatehokkuudella ja tavoitekustannuksilla. Selittävyysaste on 17,1 % ja kuvaaja 5 trendiviivan perusteella hyötyneliöiden kasvaessa tuhannella, kasvaa tilatehokkuus noin 0,015:llä. On kuitenkin huomattava, että kuviossa on melko paljon hajontaa, joka lisää tämännäköisen ennusteen epävarmuutta huomattavasti. Lisäksi on huomioitava, että muuttujat eivät ole toisistaan riippumattomia, vaan tilatehokkuus on hyötyneliöiden määrän suhde bruttoneliöiden määrään.



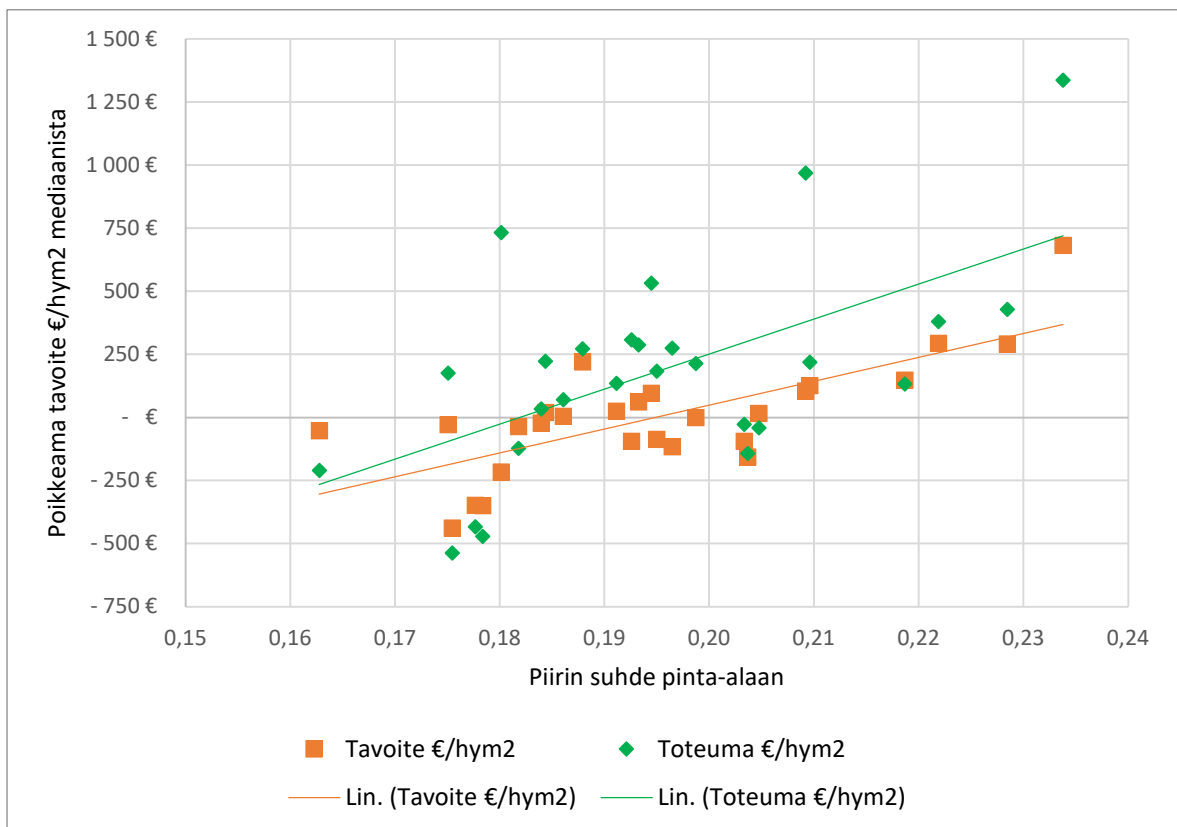
Kuvaaja 5. Hyötyneliöiden määrän vaikutus tilatehokkuuteen

Rakennuksen muotomaailma

Rakennuksen muotomaailmaan liittyen useammasta ominaisuudesta löytyi merkityksellisiä korrelaatioita. Näitä olivat rakennuksen piirin suora suhde pohjan pinta-alaan, useampi rakennuksen pohjan optimaalisuutta tarkasteleva tunnusluku, kattotasojen määrä ja julkisivu-neliöiden suhde hyötyneliöihin. Rakennuksen pohjan optimaalisuutta tarkastelevista tunnusluvuista W/F-indeksi, M-indeksi ja Cookin JC indeksi ovat toistensa kanssa identtiset korrelaatiokertoimien kannalta. Myös LBI-indeksi on erittäin lähellä muita analyysin kannalta. Tästä syystä tarkasteltavaksi valittiin ainoastaan M-indeksi johtuen sen laskennan yksinkertaisuudesta. Lisäksi vaikka kattotasojen määrän ja tavoitteiden saavuttamisen asteen välinen analyysi antaa korrelaatiokertoimeksi 0,472, on hajontakuviossa voimakkaita outliereitä ja muuten ryppäitä, joten tätä ei voida pitää luotettavana selittävänä tekijänä.

Piirin suora suhde pinta-alaan on laskettu rakennuksen piirin ja peruserroksen pohjan pinta-alan välisenä suhteena. Tämä ei ole laskentatapana kaikkein paras vertailutyökalu projektien välillä, sillä samanlaisen pohjaratkaisun kasvaessa suuremmaksi piiri kasvaa lineaarisesti, kun taas pinta-ala kasvaa toisessa potenssissa, eli suuremmat projektit saavat helpommin edullisen suhdeluvun. Tämän takia rakennuksen muotomaailman vertailuun on valittu mukaan muitakin ominaisuuksia.

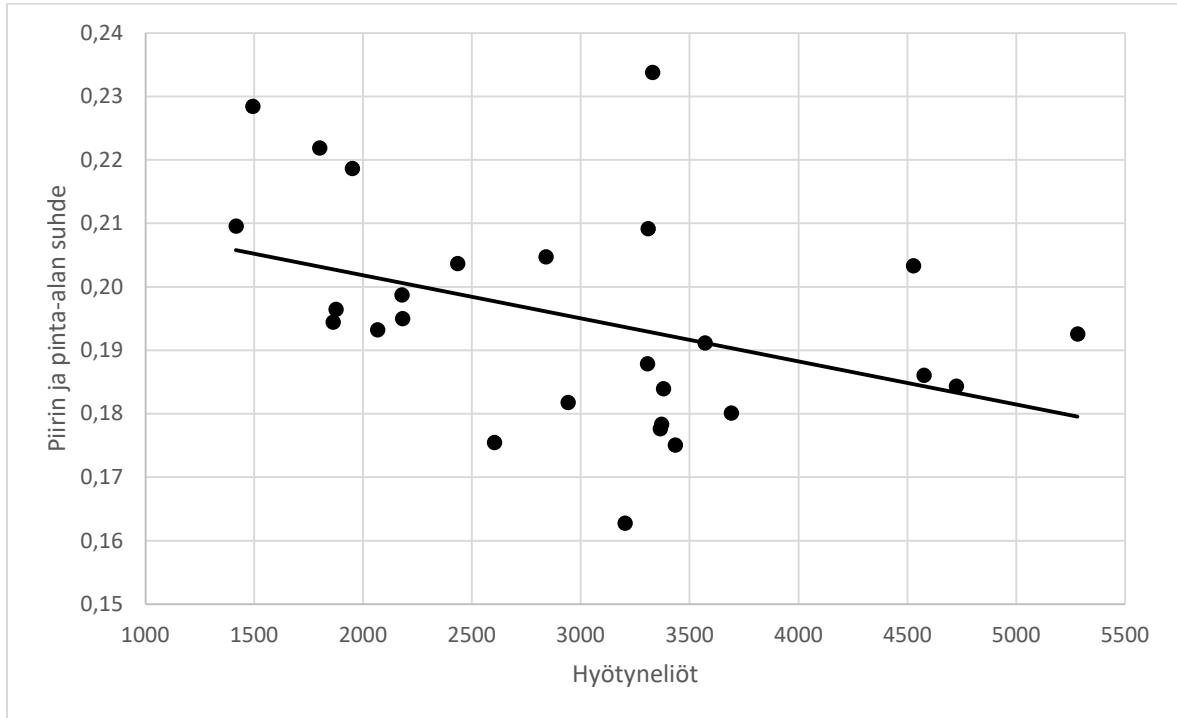
Piirin suoralla suhteella pinta-alaa on merkityksellinen korrelaatiokerroin sekä tavoitteellisen että toteutuneen hintatason kanssa, mutta ei merkityksellistä korrelaatiota kustannustavoitteen saavuttamistason kanssa. Tavoitteellisen hintatason korrelaatiokerroin on 0,733 selittävyysasteella 53,7 % ja toteutuneen hintatason korrelaatiokerroin on 0,587 selittävyysasteella 35,5 %. Kuvaajasta 6 näkee myös, kuinka toteutuneen hintatason kohdalla esiintyy huomattavasti enemmän hajontaa, kuin tavoitteellisen hintatason kanssa. Tavoitteellisen hintatason kohdalla trendiviivan perusteella voidaan arvioida kustannustason nousevan 100 €/hym2, jokaista piirin ja pinta-alan suhteen sadasosan kasvua kohden. Toteutuneen kustannustason kohdalla vastaava kustannustason nousu olisi trendiviivan perusteella arvioitava 140 €/hym2, mutta tämän kohdalla epävarmuudet ovat suuremman hajonnan takia huomattavasti suuremmat.



Kuvaaja 6. Piirin suhde pinta-alaan vaikutus kustannuksiin

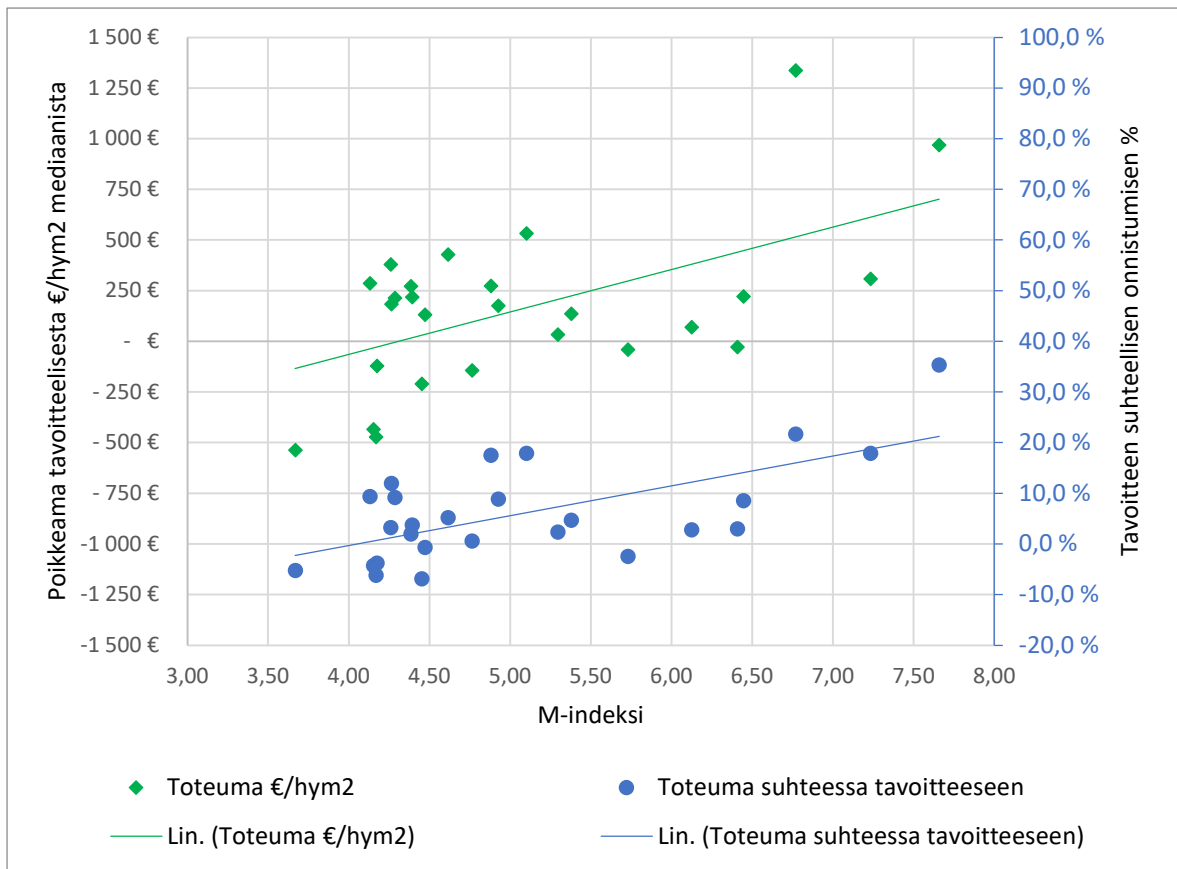
Piirin suhteen pinta-alaan taustalla on myös kohteen laajuus vaikuttavana tekijänä eli hyötyneliöiden ja bruttoneliöiden määrä. Hyötyneliöiden korrelaatiokerroin piirin ja pinta-alan suhteeseen on $-0,403$ ja bruttoalan korrelaatiokerroin on $-0,405$. Tarkasteltavaksi valittiin kuitenkin ainoastaan hyötyneliöiden vaikutus sillä korrelaatiot ovat hyvin lähellä toisiaan, eikä kummankin tarkastelusta nähty saatavan lisäarvoa. Hyötyneliöiden selittävyysaste

piirin ja pinta-alan suhteeseen on 16,2 % ja kuvaajan 7 trendiviivan mukaan jokainen tuhat hyötyneliötä rakennuksessa lisää pienentää piirin ja pinta-alan suhdetta 0,08 yksikköä.



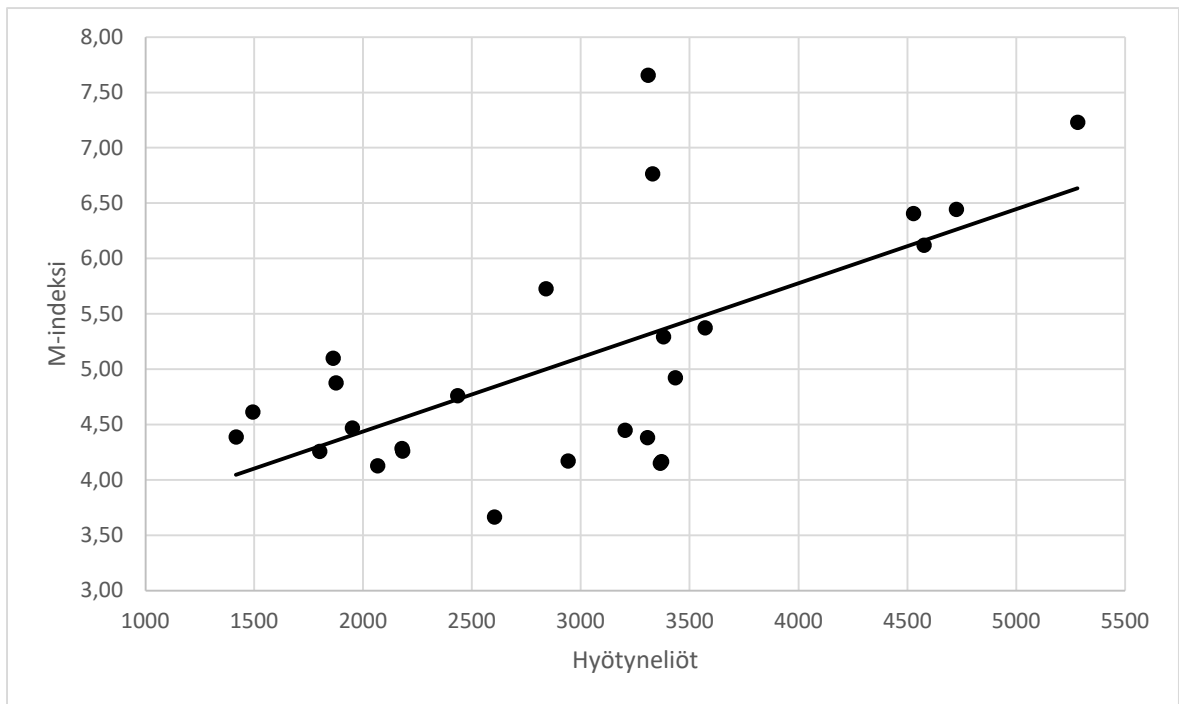
Kuvaaja 7. Hyötyneliöiden määrän vaikutus piirin ja pinta-alan suhteeseen

M-indeksillä oli merkitsevä korrelaatiokerroin toteutuneen kustannustason ja kustannustavoitteen onnistumisen kanssa. Aineistosta on poistettu yksi outlier, jonka takia merkittävyyden kriittinen arvo nousi 0,388:aan. M-indeksin ja toteutuneen kustannustason välinen korrelaatiokerroin oli 0,562 ja kustannustavoitteen onnistumisella korrelaatiokerroin oli 0,641. Korrelaatiot olivat siis jo kohtalaisia ja näistä saadaan M-indeksille toteutuneen kustannustason selittävyysasteeksi 31,6 % ja kustannustavoitteen onnistumisen selittävyysasteeksi 41,1 %. Kuvaajan 8 hajontakuvioita ja trendiviivaa tarkastelemalla voidaan todeta, että toteutuneiden kustannusten osalta ennustettavuus on heikkoa. Hajontakuviota voisi tulkita niinkin, että kaksi korkeinta arvoa ovat outliereita, jolloin M-indeksin vaikuttavuus toteutuneisiin kustannuksiin laskisi huomattavasti. M-indeksin vaikutuksesta kustannustavoitteen onnistumiseen voidaan trendiviivan perusteella sanoa, että jokainen 0,5 korotus M-indeksiin kasvattaa toteutuneen kustannustason suhdetta tavoiteltuun kustannustasoon noin 3 %-yksikköä.



Kuvaaja 8. M-indeksin vaikutus kustannuksiin ja kustannustavoitteiden onnistumiseen

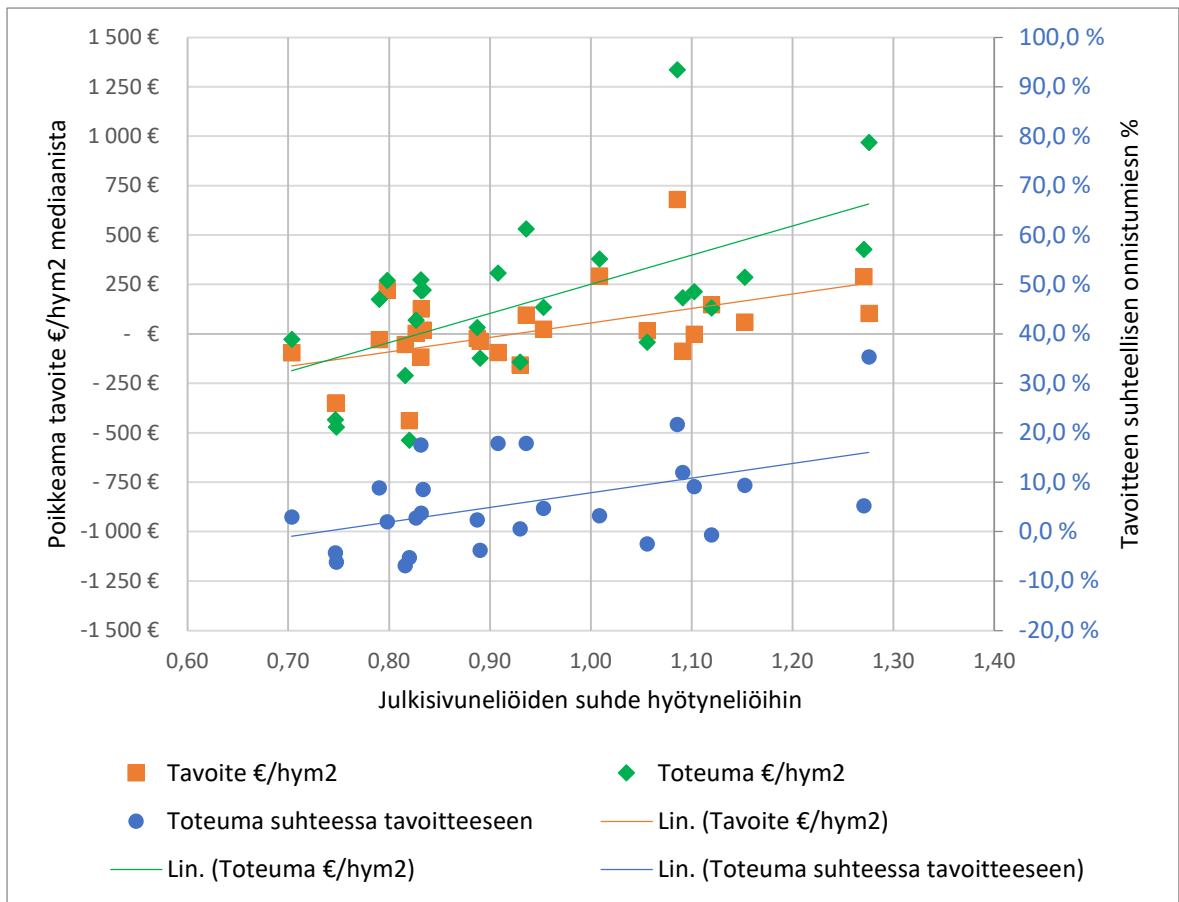
Myös M-indeksin taustalta löytyi projektin laajuuden merkitystä ja hyötyneliöiden määrän korrelaatiokerroin M-indeksin kanssa oli 0,646 antaen hyötyneliöille selittävyysasteeksi 41,7 %. Kuvaajasta 9 voidaan havaita, että hajontaa varsinkin keskikokoisten projektin kohdalla on ollut, mutta tuhannen hyötyneliön kasvu kasvattaa M-indeksiä noin yhdellä yksiköllä. Myöhemmässä analysoinnissa otetaan kantaa siihen miksi projektin laajuus näyttää vaikuttavan M-indeksissä vastakkaisella tavalla kuin muissa muotomaailmaan liittyvissä ominaisuuksissa.



Kuvaaja 9. Hyötyneliöiden määrän vaikutus M-indeksiin

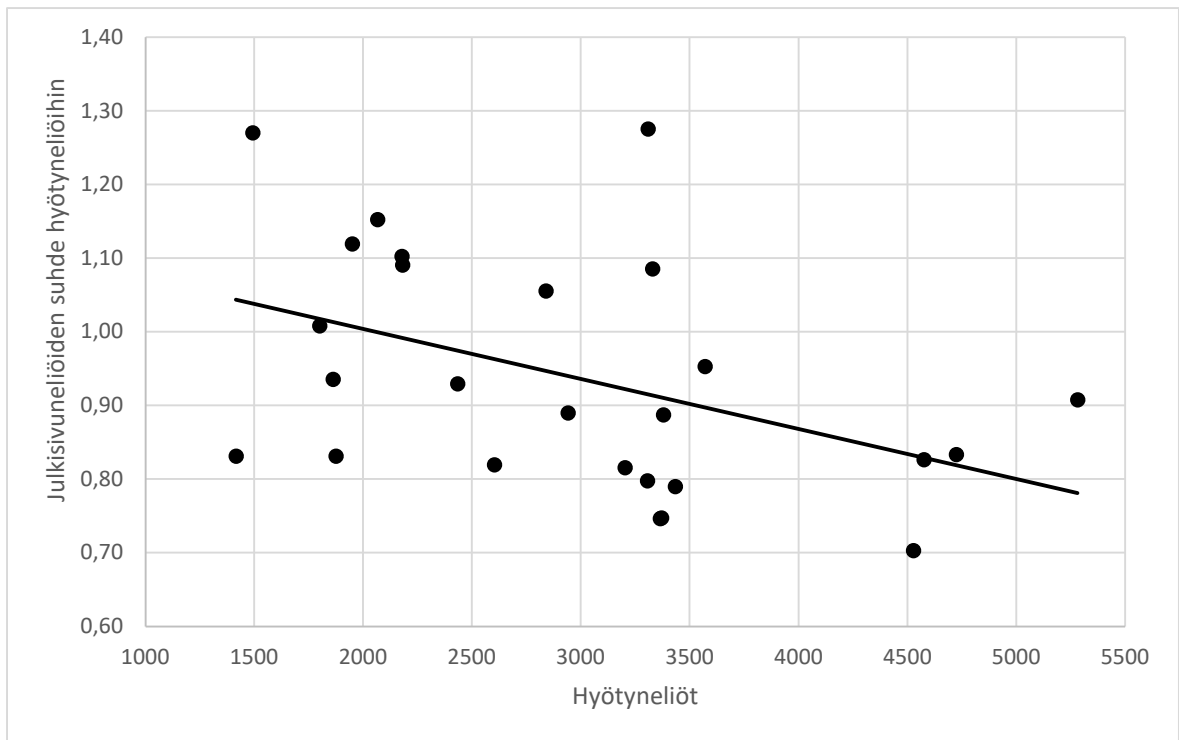
Julkisivualan suhde hyötയാalaan on laskettu sokkelin yläreunan ja räystäään välisten neliöiden suhteesta projektin hyötയാalaan. Aineistosta on poistettu yksi outlier, joka nosti korrelaatiokerroimen merkittävyyden rajan 0,388:aan, mutta jonka kaikki kolme taloudellista suorituskykyä kuvaavat muuttujat ylittivät. Tavoitellun kustannustason korrelaatiokerroin oli 0,526, toteutuneen kustannustason korrelaatiokerroin oli 0,591 ja kustannustavoitteen onnistumisen korrelaatiokerroin oli 0,482. Näistä saadaan vastaavasti julkisivualan ja hyötയാalan suhteen selittävyysasteiksi tavoiteltuun kustannustasoon 27,7 %, toteutuneeseen kustannustasoon 34,9 % ja kustannustavoitteen onnistumiseen 23,2 %.

Kuvaajasta 10 nähdään tälle aineistolle tyypillisesti, että hajonta toteutuneessa kustannustasossa on suurempaa kuin tavoitellussa kustannustasossa. Tämä hieman heikentää toteutuneen kustannustason osalta ennustetarkkuutta, mutta kuvaajan trendiviivan perusteella nähdään, että julkisivualan kasvaessa 0,1 yksikköä suhteessa hyötയാalaan kasvavat tavoiteltu kustannustaso noin 75 €/hym² ja toteutunut kustannusta kasvaa noin 150 €/hym². Kustannusten toteuman suhde tavoiteltuun kasvaa vastaavasti noin 3 %-yksikköä jokaista julkisivualan ja hyötയാalan suhteen 0,1 yksikön kasvua kohden.



Kuvaaja 10. Julkisivuneliöiden ja hyötyneliöiden suhteen vaikutus kustannuksiin ja kustannustavoitteen onnistumiseen

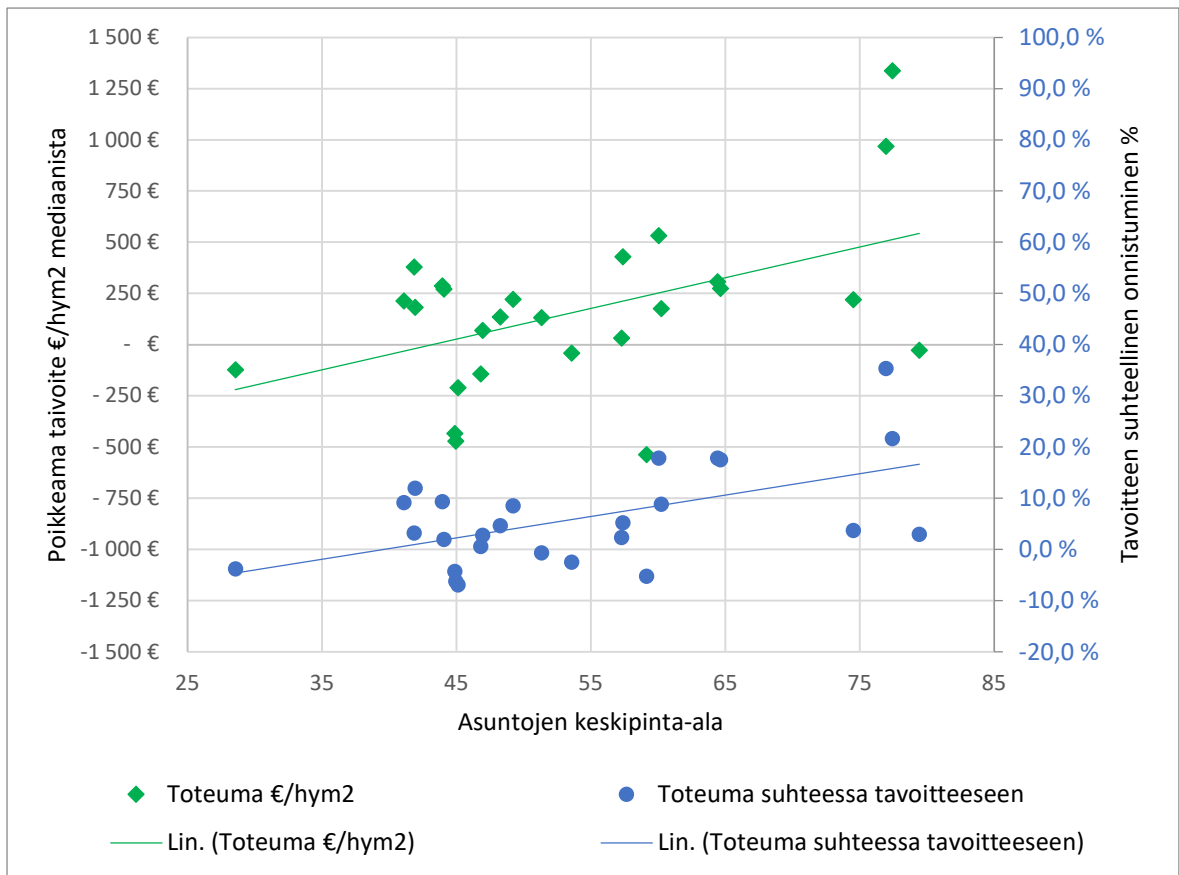
Julkisivualan ja hyötyalan suhteen taustalta löytyi edellisten tapaan projektin laajuus hyötyneliöinä mitattuna. Hyötyneliöiden korrelaatiokerroin julkisivualan ja hyötyalan suhteeseen on $-0,438$. Korrelaatio ei ole siis jälleen kovin voimakas ja kuten kuvaajasta 11 voidaan havaita, niin varsinkin keskikokoisten projektien kohdalla on huomattavaa hajontaa. Hyötyneliöiden määrän selittävyysaste on $19,2\%$. Kuvaajan trendiviivan perusteella jokaista tuhatta hyötyneliötä kohti, jonka kohde kasvaa laajuudessa, julkisivualan ja hyötyalan suhde pienenee $0,06$ yksikköä.



Kuvaaja 11. Hyötyneliöiden määrän vaikutus julkisivuneliöiden ja hyötyneliöiden väliseen suhteeseen

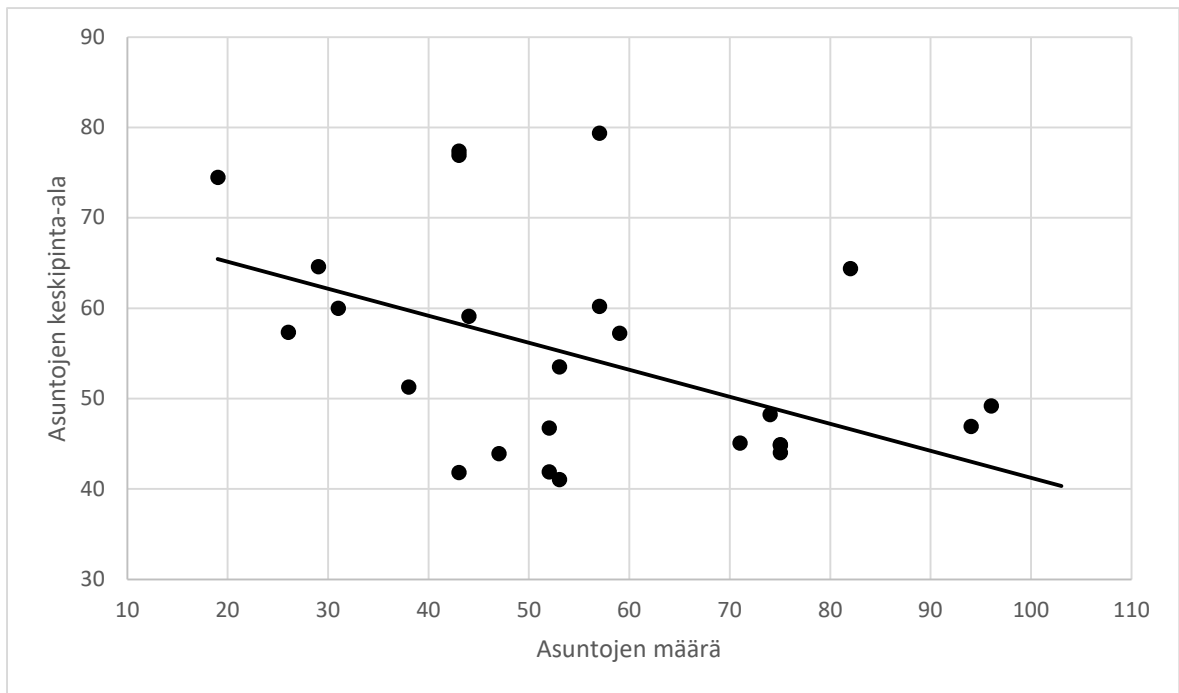
Asuntojen keskipinta-ala

Asuntojen keskipinta-alalla havaittiin olevan toteutuneen kustannustason ja kustannustavoitteen onnistumisen kanssa merkitykselliset korrelaatiot. Aineistosta on poistettu yksi outlier, jonka takia merkitsevyyden kriittisenä rajana pidettiin 0,388. Asuntojen keskipinta-alan ja toteutuneen kustannustason välinen korrelaatiokerroin oli 0,485 ja kustannustavoitteen onnistumisen korrelaatiokerroin oli 0,547. Asuntojen keskipinta-alan selittävyys aste toteutuneille kustannuksille oli 23,5 % ja kustannustavoitteen onnistumiselle 29,9 %. Kuvaajan 12 trendiviivojen perusteella asuntojen keskipinta-alan kasvaessa viidellä neliöllä toteutuva kustannustaso kasvaa noin 130 €/hym² ja toteutuneiden kustannusten suhde tavoiteltuihin kustannuksiin kasvaa noin 4 %-yksikköä. Tulos on siis ristiriidassa haastatteluiden antamien oletusten kanssa.



Kuvaaja 12. Asuntojen keskipinta-alan vaikutus kustannuksiin ja kustannustavoitteiden onnistumiseen

Asuntojen keskipinta-alaan vaikuttavia tekijöitä havaittiin yksi merkityksellinen, joka oli asuntojen määrä. Asuntojen määrän ja keskipinta-alojen korrelaatiokerroin oli $-0,510$. Asuntojen määrän selittävyysaste oli siis $26,0\%$. Kuvaajan 13 trendiviivan perusteella asuntojen määrän kasvaessa kymmenellä, pienenee asuntojen keskipinta-ala noin 3 neliötä.

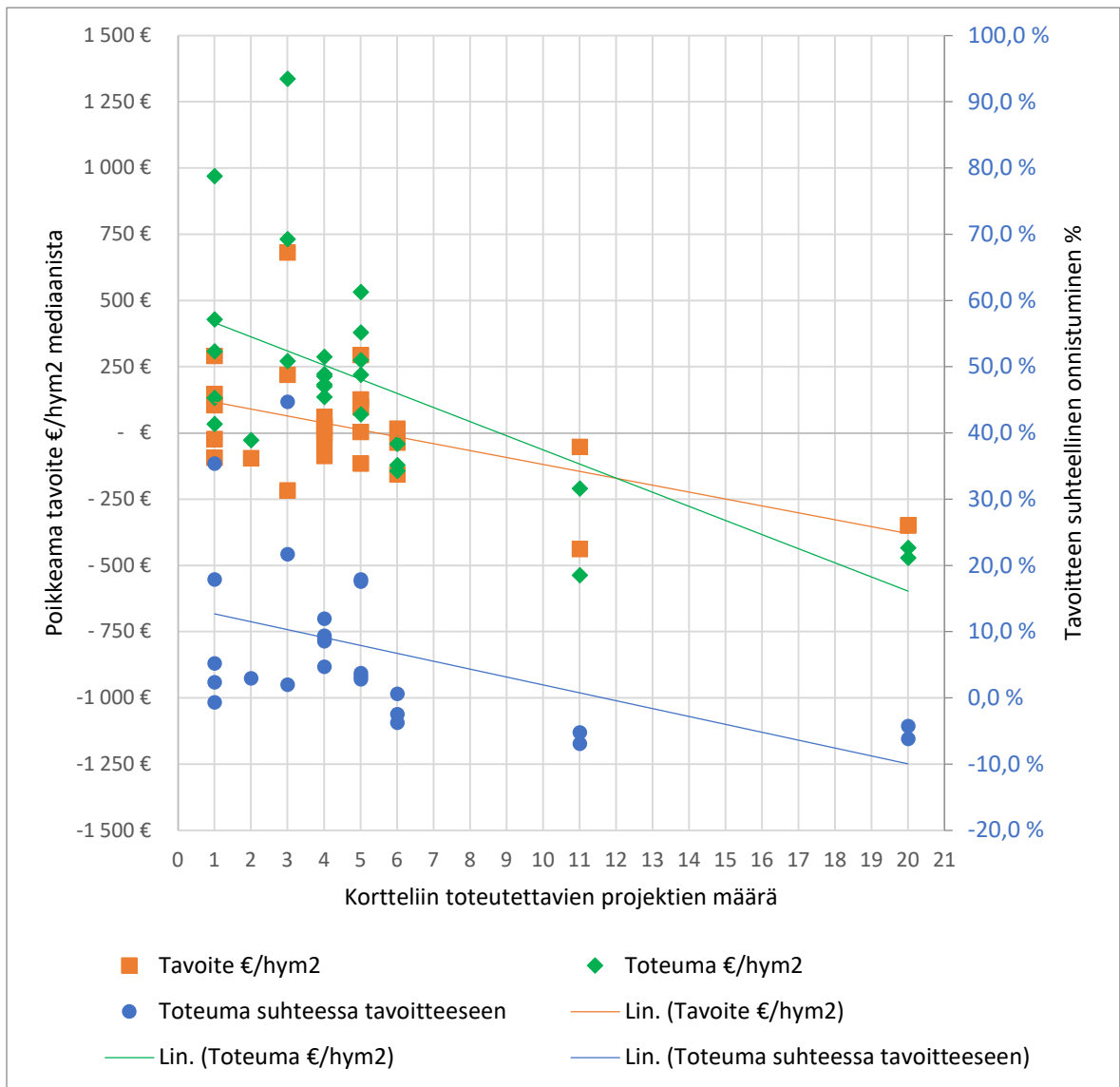


Kuvaaja 13. Asuntojen määrän vaikutus asuntojen keskipinta-alaan

Projektien määrä korttelissa ja projektin järjestysnumero

Projektien määrällä korttelissa tarkoitetaan tässä yhteydessä kortteliin toteutettavaksi suunniteltujen projektien määrää, eikä tässä huomioida montako projektia tällä hetkellä on toteutettu. Projektien määrä korttelissa oli julkisivupinta-alan suhde hyötyalaan lisäksi ainut ominaisuus, jolla oli kaikkien taloudellista suorituskykyä kuvaavien muuttujien kanssa merkityksellinen korrelaatiokerroin. Toteutettavien projektien määrän ja tavoitteellisen kustannustason välinen korrelaatiokerroin oli $-0,574$ jolloin tavoitteelliselle kustannustasolle saadaan 32,9 % selittävyysaste. Toteutettavien projektien määrän ja toteutuneen kustannustason välinen korrelaatiokerroin oli $-0,642$ jolloin selittävyysaste on 41,2 %. Kustannustavoitteen onnistumisen korrelaatiokerroin oli $-0,479$ ja täten sille selittävyyskerroin on 22,9 %.

Kuvaajan 14 trendiviivojen perusteella voidaan arvioida, että tavoitteellinen kustannustaso laskee 25 €/hym² jokaista lisäprojektia kohden korttelissa. Toteutuneen kustannustason kohdalla jokainen lisäprojekti korttelissa laskee kustannuksia noin 60 €/hym². Toteutuneen kustannustason suhde tavoiteltuun kustannustasoon laskee trendiviivan mukaan noin 1,5 %-yksikköä jokaista lisäprojektia kohden korttelissa. Kuten kuvaajista näkee, on aineistossa useat hyvin menestyneistä projekteista ollut niitä kokonaisuuksia, joissa huomattavasti enemmän kortteliin suunniteltuja projekteja. Tämä lisää epävarmuusriskiä tämän osion analyysissä huomattavasti.

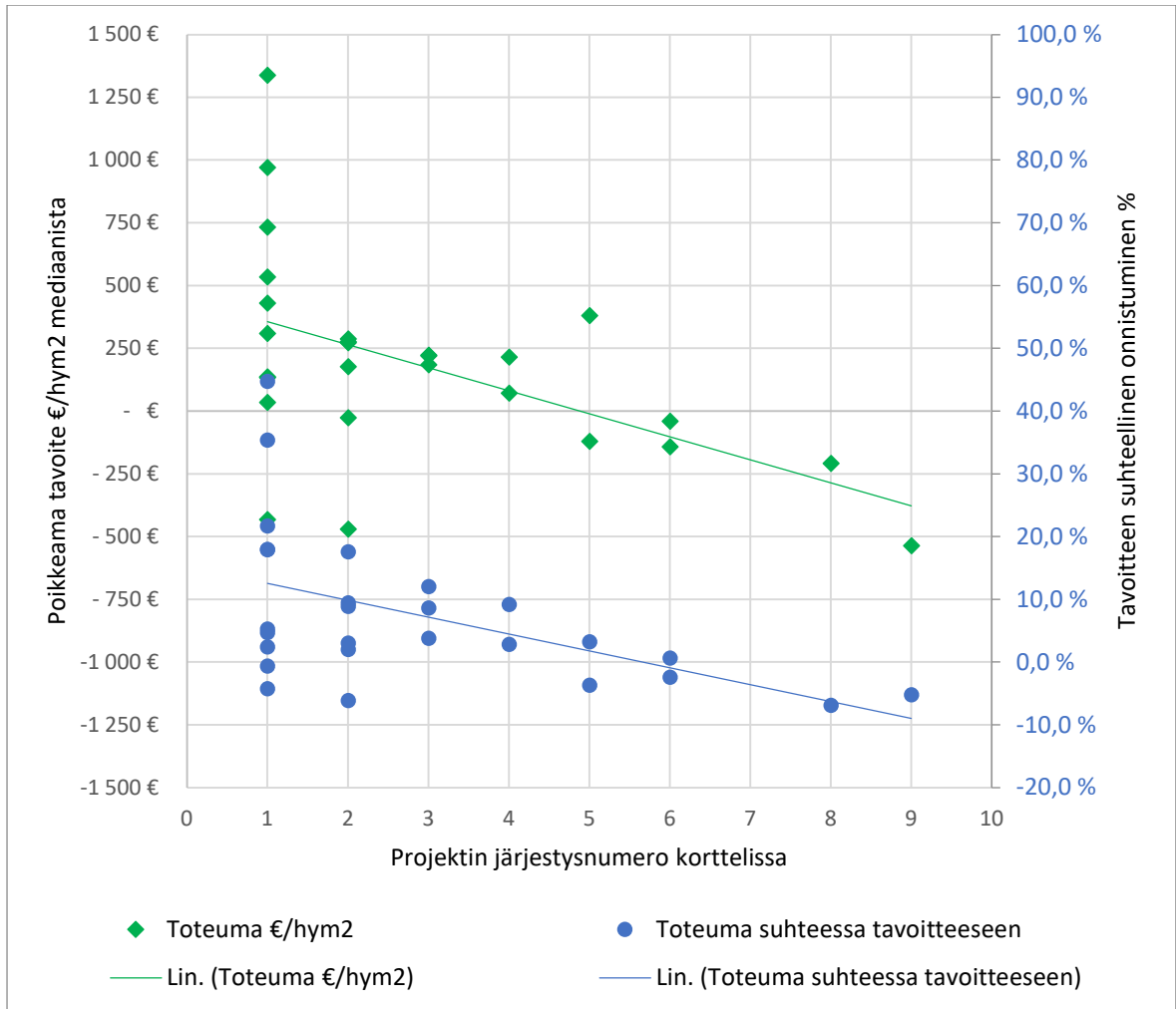


Kuvaaja 14. Kortteliin toteutettavien projektien määrän vaikutus kustannuksiin ja kustannustavoitteiden onnistumiseen

Projektin järjestysnumerolla tarkoitetaan, monesko toteutettava projekti on kyseessä korttelissa. Projektin järjestysnumerolla oli korrelaatio sekä toteutuneen kustannustason ja kustannustavoitteen onnistumisen kanssa. Projektin järjestysnumeron ja toteutuneen kustannustason korrelaatiokerroin oli -0,511 ja korrelaatiokerroin kustannustavoitteen onnistumisen kanssa oli -0,501. Näistä saadaan järjestysnumeron selittävyysasteet toteutuneelle kustannustasolle 26,7 % ja kustannustavoitteen onnistumiselle 25,1 %

Kuvaajasta 15 voidaan nähdä, että suurin osa hajonnasta kummassakin taloudellista suorituskykyä kuvaavassa muuttujan kohdalla tapahtuu niiden projektien kohdalla, jotka tehdään korttelissa ensimmäisenä. Tästä voidaan päätellä, että toistojen lisääntyessä korttelissa sekä

taloudellinen suorituskyky että toimintavarmuus paranevat. Kuvaajan trendiviivojen perusteella voidaan arvioida, että jokaista lisätoistoa kohden korttelissa toteutuva kustannustaso laskee noin 100 €/hym2 ja että toteutuneen kustannustason suhde tavoiteltuun kustannustason laskee noin 3 %-yksikköä.



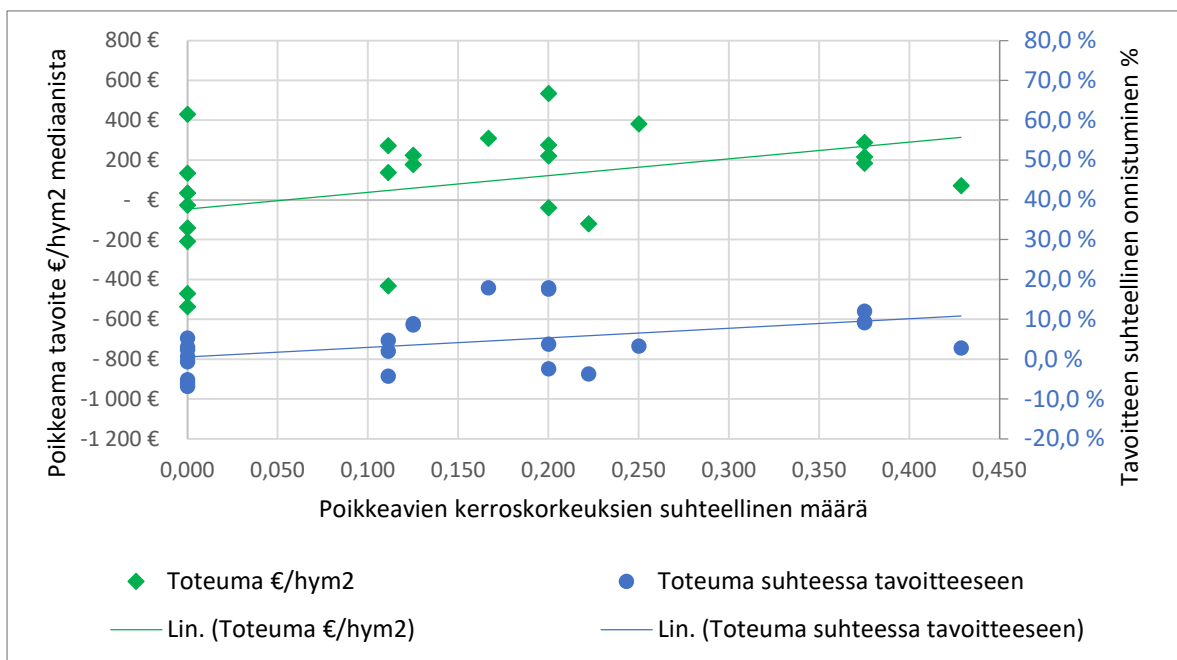
Kuvaaja 15. Projektin järjestysnumeron vaikutus kustannuksiin ja kustannustavoitteen onnistumiseen

Poikkeavat kerroskorkeudet

Projekteissa olevien poikkeavien kerroskorkeuksien suhteellisella määrällä havaittiin olevan merkityksellinen korrelaatiokerroin toteutuneen kustannustason sekä kustannustavoitteen onnistumisen kanssa. Poikkeavilla kerroskorkeuksilla tarkoitetaan niitä kerroksia jotka joko yli tai alle 3 m. Aineistossa on tässä tapauksessa poistettu kolme outlieria, jolloin korrelaatiokerroimen merkitsevyyden kriittinen arvo on taulukon mukaan 0,404.

Poikkeavien kerroskorkeuksien suhteellisen määrän ja toteutuneen kustannustason välinen korrelaatiokerroin oli 0,412 ja kustannustavoitteen onnistumisen kohdalla korrelaatiokerroin oli 0,449. Korrelaatiokertoimen ylittivät siis juuri merkitsevyyden kriittisen arvon. Selittävyysasteet poikkeavien kerroskorkeuksien määrälle ovat toteutuvan kustannustason kohdalla 17,0 % ja kustannustavoitteen onnistumisen kohdalla 20,2 %.

Kuvaajan 16 trendiviivojen perusteella voidaan arvioida että poikkeavien kerrosten suhteellisen määrän kasvaminen 10 %-yksikköä nostaa toteutuvaa kustannustasoa noin 80 €/hym2 ja toteutuneen kustannustason suhdetta tavoiteltuun kustannustasoon noin 2,5 %-yksikköä. Kuvaajan hajontakuviosta on kuitenkin havaittavissa ryppäitä varsinkin toteutuneen kustannustason osalta ja ryppäiden sisällä kohtalaisen suurta hajontaa, mikä lisää epävarmuutta.

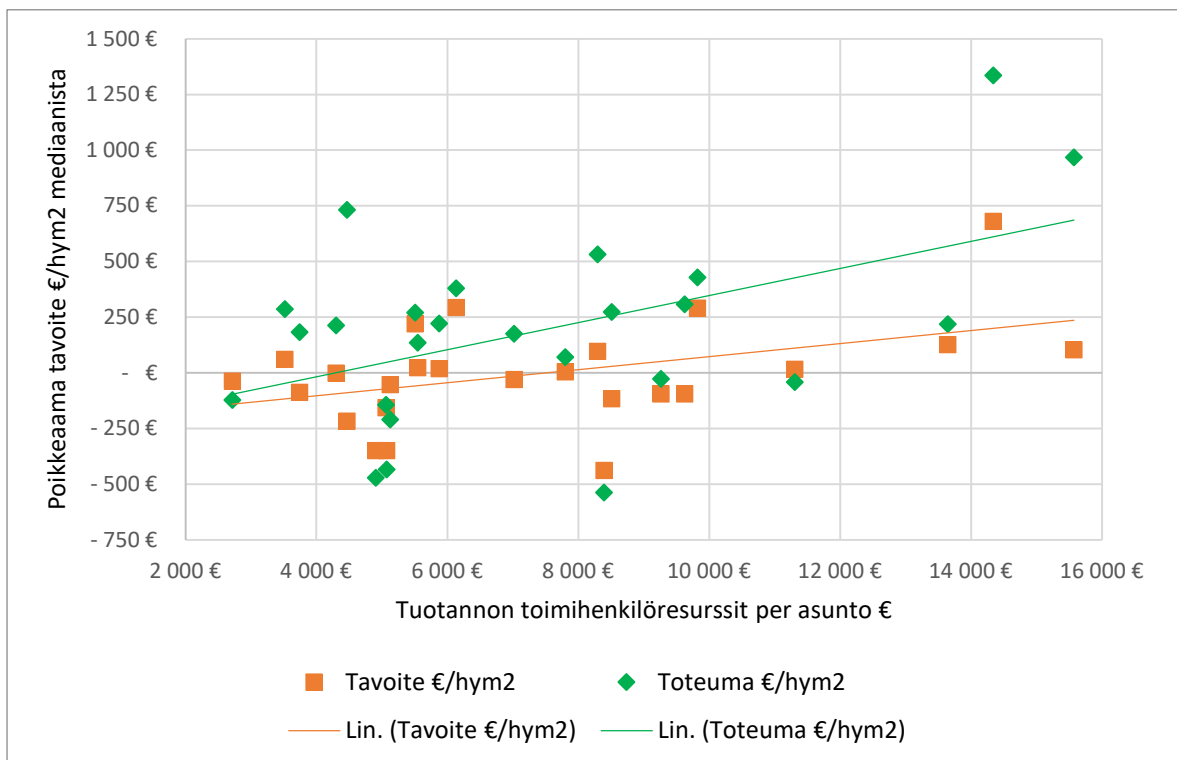


Kuvaaja 16. Poikkeavien kerrosten suhteellisen määrän vaikutus kustannuksiin ja kustannustavoitteen onnistumiseen

Tuotannon toimihenkilöresurssit

Tuotannon toimihenkilöresurssien määrää analysoitaessa erilaisilla tunnusluvuilla kuvaimmaksi osoittautui tässä esiintyvä resurssin määrä asuntoa kohden euroissa mitattuna. Aineistossa kaksi datapistettä vähemmän lähtötietojen puutteen takia, jonka johdosta korrelaatiokertoimien merkittävyyden kriittisenä raja-arvona käytetään 0,396:stä.

Tuotannon toimihenkilöresurssin määrä asuntoa kohden korreloi merkittävästi tavoitteellisen kustannustason kanssa, korrelaatiokertoimella 0,442 ja toteutuneen kustannustason kanssa, korrelaatiokertoimella 0,498. Näiden perusteella selittävyysasteet ovat tavoitteellisen kustannustason kohdalla 19,6 % ja toteutuneen kustannustason kohdalla 24,8 %. Huomattavaa toimihenkilöresursseja analysoitaessa on, että resurssien määrä ei vaikuttanut merkityksellisesti kustannustavoitteen suhteelliseen onnistumiseen, kuten haastatteluiden perusteella odotettiin. Toinen huomionarvoinen asia on kuvaajasta 17 havaittavissa oleva huomattava hajonta resursseihin käytetyissä kustannuksissa asuntoa kohden. Ero pienimmästä resurssinkäytöstä asuntoa kohden suurimpaan on yli viisinkertainen. Toimihenkilöresurssien määrän suurentumisen kustannustasoa nostavana vaikutuksena on melko suoraviivaista, sillä kyseiset kustannukset sisältyvät suoraan projektin kustannuksiin.



Kuvaaja 17. Tuotannon toimihenkilöresurssin määrä per asunto vaikutus kustannuksiin

Tilastollisesti merkityksellisiä korrelaatioita haastatteluiden perusteella löydettyjen asuin-kerrostalon ominaisuuksien ja taloudellisen suorituskyvyn tunnuslukujen välillä löytyi siis tilatehokkuudesta, rakennuksen muotomaailmasta, asuntojen keskipinta-alasta, toistojen määrästä korttelissa, poikkeavista kerroskorkeuksista ja tuotannon toimihenkilöresurssien määrässä. Näistä useamman taustalta tunnistettiin kohteen laajuus vaikuttavaksi tekijäksi, joko hyötyneliöiden tai asuntojen määrällä mitattuna. Kustannustason kanssa korreloivia

ominaisuuksia ovat tilatehokkuus, rakennuksen muotomaailma, asuntojen keskipinta-alat, alueelle suunniteltujen toteutettavien projektien määrä sekä toteutuksen järjestysnumero, poikkeavat kerroskorkeudet ja tuotannon toimihenkilöresurssit. Kustannustavoitteiden onnistumisen kanssa merkitykselliset korrelaatiot löytyivät rakennuksen muotokielen, asuntojen keskipinta-alan, suunniteltujen projektien määrän ja järjestysnumeron sekä poikkeavien kerroskorkeusien määrän kanssa.

6.3 Viranomaistoiminnan vaikutus asuinkerrostalon merkittäviin ominaisuuksiin

Tässä luvussa on otettu asuinkerrostalon ominaisuuksien analyysin perusteella tilastollisesti merkittävät ominaisuudet ja tarkastellaan millaisia reunaehtoja viranomaistoiminta ja kaavoitus asettaa näille sekä esitetään omaperusteisen asuntorakentajan vaikutusmahdollisuuksia kyseiseen ominaisuuteen.

Tilatehokkuuteen vaikuttavat vähintäänkin välillisesti maankäyttö- ja rakennuslaki, rakentamismääräyskokoelma ja kaavoitus. Asemakaava määrittää tontille aina rakentamisen määrän (55 § 5.2.1999/132), joka jo itsessään antaa tilatehokkuuden toisen puolen yhtälöstä. Kuten edellisessä luvussa huomattiin, niin asuinkerrostalon laajuudella on korrelaatio rakennuksen tilatehokkuuteen. Lisäksi asemakaavassa voidaan asettaa asemakaavamääräyksiä (57 § 5.2.1999/132), joissa voidaan esittää mm. vaatimuksia yhteistilojen määrästä ja laajuudesta. Maankäyttö- ja rakennuslaki sekä rakentamismääräyskokoelma vaikuttavat myös suoraan tilatehokkuuteen yhteistilojen esteettömyysvaatimuksilla (117 e § 21.12.2012/958; VnA 4.5.2017/241) sekä mm. vaatimuksilla käytävien leveyksistä (117 b § 21.12.2012/958; 848/2017; 927/2020; 241/2017). Vaikka asuntorakentaja ei voi vaikuttaa määräyksiin, niin on kaavoitukseen mahdollista vaikuttaa, jos jo kaavoitusvaiheessa ollaan mukana tekemässä yhteistyötä kunnan kanssa suunnittelussa. Lisäksi asemakaavan vahvistuttuakin on arkkitehtisuunnittelulla huomattava merkitys rakennuksen toteutuvaan tilatehokkuuteen.

Rakennuksen muotomaailma hyvin pitkälti annettuna asemakaavasta, jossa määritellään rakentamisen määrä, kerrosten lukumäärä, sijoittelu tontille ja rakennuksen ääriviivat (55 § 5.2.1999/132). Ainoastaan tekemällä kaavakehitysvaiheessa yhteistyötä kunnan kanssa voi asuinkerrostalon rakentaja vaikuttaa merkittävästi rakennuksen muotomaailmaan. Vähäisiä muutoksia voidaan myös hakea kaavapoikkeamilla.

Asuntojen keskipinta-alalle kaavoitus voi esittää vaatimuksia suoraan asemakaavamääräyksissä (57 § 5.2.1999/132), tai ohjata sitä välillisesti asettamalla pysäköintipaikkojen määrälle vähimmäisvaatimuksia, jolloin tontille mahtuvien paikkojen määrä ohjaa rakennettavien asuntojen määrää. Mahdollisten rakennettavien asuntojen määrä yhdessä asemakaavan määrittämän rakentamisen määrän (55 § 5.2.1999/132) kanssa määrittävät käytännössä rakennushankkeen asuntojen keskipinta-alan. Tekemällä kaavakehitysvaiheessa yhteistyötä kunnan kanssa voi asuinkerrostalon rakentaja mahdollisesti vaikuttaa keskipinta-alavaatimuksiin tai pysäköintivaatimuksiin.

Kaavoitus määrittelee myös pitkälti sen voiko rakentaja hyödyntää toistettavuutta rakennushankkeessaan, sillä asemakaava määrittää rakennettavat alueet sekä tonteille tulevan rakentamisen määrän ja rakennusten sijoittelut (55 § 5.2.1999/132). Osallistumalla aktiivisesti kaavakehitysvaiheessa yhteistyöhön on asuinkerrostalorakentajan mahdollista saada kaavoituksesta toistettavuudelle soveltuvampi.

Poikkeaviin kerroskorkeuksiin saattaa kaavoitus vaikuttaa muotomaailman tai liiketilavaatimusten kautta. Jos asemakaava määrittää rakennuksiin tulevaksi alimpaan kerrokseen liiketiloja kaavavaatimuksilla (57 § 5.2.1999/132) tai rakennuksen muotoon esim. ylimpiin kerroksiin pienempiä kerrosaloja (55 § 5.2.1999/132), ns. sisäänvetoja, niin nämä aiheuttavat käytännössä katsoen aina normaalia poikkeavia kerroskorkeuksia. Osallistumalla aktiivisesti kaavakehitysvaiheessa yhteistyöhön on asuinkerrostalorakentajan mahdollista vaikuttaa näihin vaatimuksiin ja muotoihin.

Toimihenkilöressurssien määrään maankäyttö- ja rakennuslaki määrittää vastaavan työnjohtajan tarpeen sekä mahdollisesti erikoisalojen työnjohtajia (122 a-f § 17.1.2014/41). Vaikka minimivaatimus tulee maankäyttö- ja rakennuslaista, niin resurssointi on muuten rakentajan harkinnassa.

6.4 Tutkimusten osa-alueiden tulosten ristiin vertailu

Haastatteluista saatiin viranomaistoiminnan osalta tulokseksi, että kustannusten kannalta merkittävin viranomaistaho on kaavoitusviranomaisena. Kun tarkastellaan tutkimuksessa tilastollisesti vahvistettuja asuinkerrostalojen taloudelliselle suorituskyvyille merkittäviä ominaisuuksia ja sitä, kuinka viranomaistoiminta niihin vaikuttaa voidaan nähdä, että lähes

kaikissa keskeinen vaikutta viranomaistaho oli kaavan tuomat reunaehdot. Tämän tutkimusaineiston perusteella voidaan siis vahvistaa haastatteluiden tuottama tulos tältä osalta.

Haastatteluiden perusteella tärkeimmälle asuinkerrostalon ominaisuudelle, tilatehokkuudelle, todettiin numeerisessa tarkastelussa tilastollisesti merkityksellinen korrelaatio toteutuneissa projekteissa. Vaikutuskin oli haastatteluiden ennustaman mukainen, eli paremmat tehokkuuden tuottavat kustannustehokkaampaa rakentamista. Ottaen huomioon kuinka korostettuna tilatehokkuutta haastatteluissa pidettiin, oli korrelaatio kuitenkin kohtalaisen heikko, ylittäen juuri merkityksellisyyden rajan. Lisäksi tilatehokkuus korreloi ainoastaan projektien tavoitteellisen kustannustason kanssa, eli voidaan arvioida, että tilatehokkuus antaa laskennallisesti rakennushankkeelle paremmat onnistumisen edellytykset, mutta ei toteutusvaiheessa takaa tai ennusta taloudellista suorituskykyä kustannusten tai suhteellisen onnistumisen osalta. Tilatehokkuuden taustalta löytyi korrelaatio kohteen laajuuden ja tilatehokkuuden väliltä, jonka mukaan suuremmissa kohteissa on parempi tilatehokkuus. Tämä on helposti uskottavaa, sillä yhteistilavaatimukset ja muut vastaavat rasittavat helposti pienissä kohteissa tehokkuutta suhteessa enemmän kuin isoissa.

Rakennusten muotokieli oli haastatteluiden tuloksissa toiseksi esiintynein ominaisuus, joka kieltämättä pitää sisällään paljon erilaisia yksittäisiä ominaisuuksia. Numeerinen tarkastelu kuitenkin vahvasti varsinkin julkisivujen määrän suhteen rakennuksen pohjan pinta-alaan merkitykselliseksi ominaisuudeksi useammalla eri yksittäisellä ominaisuudella. Numeerisen tarkastelun tulokset vahvistivat haastatteluiden oletuksia siitä, että mitä yksinkertaisempi rakennuksen muoto ja mitä vähemmän julkisivua suhteessa asuinneliöihin on, sitä parempi se on projektin taloudelliselle suorituskyvyllä. Numeerisessa tarkastelussa piirin suhde rakennuksen pohjan pinta-alaan tuotti selvästi tutkimuksen voimakkaimman korrelaation tavoitteellisen kustannustason kanssa. Julkisivualan suhde hyötyalaan taas oli tutkimuksen yksi kahdesta ominaisuudesta, joka tuotti merkityksellisen korrelaation kaikkien kolmen valitun taloudellisen suorituskyvyn tunnusluvun kanssa. Nämä tulokset puoltavat osaltaan Zima ja Plebankiewicz (2012) tutkimuksen tuloksia.

Kaikkien numeerisessa tarkastelussa tilastollisesti merkitykselliseksi todettujen ominaisuuksien: piirin suhde pinta-alaan, M-indeksi ja julkisivualan suhde hyötyalaan, taustalla oli tilastollisesti merkittävässä roolissa projektin laajuus hyötyneliöinä tarkasteltuna. Kuitenkin tässä syntyy ristiriita, sillä siinä missä hyötyneliöiden kasvaessa piirin suhde pinta-alaan ja julkisivualan suhde hyötyalaan paranivat taloudellisen suorituskyvyn näkökulmasta, niin M-

indeksi taas heikkeni. Tämän ristiriidan taustalla lienee se, että rakennukset voivat olla julkisivuiltaan kahdella hyvin erilaisella tavalla tehokkaita. Yksiportaisissa rakennuksissa, ns. pistetaloissa, on tyypillisesti vähemmän hyötyalaa kuin moniportaisissa lamellitaloissa. Nämä pistetalot lähestyvät helpommin teoreettista neliömäistä optimimuotoa pohjaltaan, kun taas lamellitalot ovat enemmän suorakaiteen muotoisia. Tällöin järkevän malliset pistetalot saavat paremmat tuloksen M-indeksistä, joka tarkastelee nimenomaan pohjan optimaalisuutta geometrisestä näkökulmasta. Lamellitalot taas uhraavat piirin optimaalisuutta, mutta säästävät rappujen välisissä seinissä huomattavasti julkisivuneliöitä, jolloin ne ovat tehokkaampia toisilla mittareilla. Tästä voidaan päätellä, että on osattava arvioida kohteen muodon tehokkuutta rakennustyyppistä riippuen oikealla tunnusluvulla.

Asuntojen keskipinta-alan ja taloudellisen suorituskyvyn välillä saatiin myös tilastollisessa tarkastelussa korrelaatio. Asuntojen keskipinta-ala oli myös sijoittunut korkealle haastatteluissa, mutta tässä tapauksessa korrelaatio projekteja tarkasteltaessa oli päinvastainen kuin haastatteluissa oletettiin, ja mikä on alan yleinen käsitys keskipinta-alan vaikutuksesta. Alan yleinen käsitys siitä, että pienemmät keskipinta-alat ovat suhteessa kalliimpia rakentaa on laskennallisesti helposti perusteltavissa, sillä samaan pinta-alaan tulee suhteessa enemmän kalliita rakennettavia neliöitä, kuten kylpyhuoneita, keittiöitä ja asuntojen välisiä väliseiniä. Tämän tutkimuksen tarkastelussa kuitenkin sekä toteutunut kustannustaso että tavoitteen suhteellinen onnistuminen heikkeni mitä suurempia keskipinta-aloja toteutettiin. Syytä tälle ei suoraan löytynyt tämän tutkimuksen aineisosta. Asuntojen keskipinta-ala korreloi käänteisesti asuntojen määrän kanssa, joten osa suurien keskipinta-alojen kohteista on ollut kokoluokaltaan pienempiä, ja kuten aikaisemmissa kappaleissa on todettu pienissä kohteissa saattaa olla haasteita verrattuna suurempiin, kuten tilatehokkuus tai julkisivutehokkuus. Lisäksi koska tutkimus ei ota kantaa projektien hintatasoihin, niin on mahdollista, että suuren keskipinta-alan kohteet ovat olleet myös laatuluokaltaan korkeampia ja tämän takia kustannuksiltaan korkeampia. Tämä voisi selittää korkeamman toteutuneen kustannustason, mutta ei välttämättä heikompaan tavoitteiden saavuttamista.

Haastatteluissa kolmanneksi yleisin mainittu ominaisuus oli tuotantoystävällisyys, jolla ei pysytä suoraan antamaan numeerista arvoa ainakaan nykyisillä mittareilla ja projektien tiedoilla. Tuotantoystävällisyyden osatekijänä on kuitenkin toistojen määrä ja tutkimuksen toisessa osiossa havaittiin korrelaatio kortteliin suunniteltujen projektien määrän ja kaikkien taloudellisen suorituskyvyn tunnuslukujen kanssa. Tämä oli toinen kahdesta projektien

tarkastelluista ominaisuudesta, joka korreloi kaikkien tunnuslukujen kanssa. Korrelaatiot vahvistivat haastatteluiden tuloksia, eli mitä enemmän projekteja on suunniteltu toteutettavaksi samalle alueelle sitä pienemmät kustannukset ovat. Tämän lisäksi tavoitteiden onnistuminen parani mitä enemmän suunniteltuja projekteja oli. Epävarmuutta kuitenkin tämän suhteen lisää se, että aineiston muutama projekti, jotka ovat olleet taloudellisesti huippusuorituksia ovat myös alueilla, joissa on huomattava määrä projekteja. Tutkimuksen aineiston koosta johtuen, jos yksikin huippusuorituksista olisi ollut keskiverto tai heikko onnistuminen, niin tämän osion korrelaatiot eivät olisi todennäköisesti ylittänyt tilastollisen merkittävyyden rajaa.

Variaationa edellisestä tarkasteltiin myös projektin toteutuksen järjestysnumeroa korttelissa. Tämäkin ominaisuus tuotti tilastollisesti merkityksellisen korrelaation toteutuneen kustannustason sekä tavoitteen suhteellisen onnistumisen kanssa. Verrattuna edelliseen tarkasteltuun ominaisuuteen hajontakaaviot tässä tapauksessa näyttävät tasaisemmilta, eikä siis välttämättä ole niin herkkiä yksittäiselle virheelle. Tämä havainto puoltaa vahvasti haastattelussa havaittua toistojen hyötyä.

Poikkeavat kerroskorkeudet olivat myös ominaisuus, jolla oli korrelaatio toteutuneeseen kustannustasoon sekä tavoitteen suhteelliseen onnistumiseen. Tämä vahvasti haastatteluiden perusteella saatua tulosta siitä, että alan normaalista standardikerroskorkeudesta poikkeaminen lisää kustannuksia. Varsinkin kohteissa, joissa ei ollut ollenkaan poikkeavia kerroskorkeuksia on selvästi nähtävissä muista vaihtoehdoista poikkeavana huomattavasti pienempi hajonta tavoitteen suhteellisen onnistumisen kohdalla.

Tutkimuksen viimeisenä asuinkerrostalon ominaisuutena, joka korreloi taloudellisen suorituskyvyn kanssa oli tuotannon toimihenkilöresurssit. Tämän tunnuslukuna käytettiin toimihenkilöresurssisiin käytettyjä euroja per asunto. Haastattelussa taloudellisen suorituskyvyn edellytykseksi nähtiin tuotannon riittävä resurssointi. Tilastollinen tarkastelu kuitenkin näyttää, että mitä enemmän tuotannon resurssia käytettiin per asunto, sitä korkeammat sekä tavoitellut että toteutuneet kustannukset olivat projekteissa. Siinä mielessä loogista, että mitä enemmän kustannuksia käytetään resurssointiin, sitä enemmän kustannuksia kertyy hyötyneriötä kohden. Resurssoinnille on kuitenkin vaikea määrittää hyvää tunnuslukua, sillä resurssointi vaihtelee projektien kokojen ja haastavuuksien mukaan. Tunnuslukuna käytetystä resurssikustannus per asunto ei ole tämän tutkimuksen tai tutkimusaineiston perusteella mahdollista sanoa onko tämä vertailukelpoinen tai järkevä tunnusluku.

7 Johtopäätökset

Tämän tutkimuksen keskeisenä tavoitteena oli löytää asuinkerrostalon ominaisuuksista niitä, jotka merkittävästi vaikuttavat asuinkerrostalon rakennushankkeen taloudelliseen suorituskykyyn. Tavoitteena oli myös määrittää näistä ominaisuuksista ne, jotka ovat omaperusteisen asuinkerrostalorakentajan vaikutusvallassa ja mitkä ominaisuuksista määräytyvät ulkopuolisista vaikutuksista. Tässä luvussa tarkastellaan tämän tavoitteen onnistumista sekä tutkimuksen tulosten ja aikaisempien tutkimuksien suhdetta. Lisäksi tarkastellaan tutkimusta kokonaisuutena, sen meriittejä ja rajoitteita sekä esitetään suosituksia jatkotoimenpiteistä.

7.1 Tutkimuksen tavoitteen täytyminen ja tutkimuskysymysten vastaukset

Tämän tutkimuksen keskeisenä tavoitteena oli löytää asuinkerrostalon ominaisuuksista niitä, jotka merkittävästi vaikuttavat asuinkerrostalon rakennushankkeen taloudelliseen suorituskykyyn. Tavoitteena oli myös määrittää näistä ominaisuuksista ne, jotka ovat omaperusteisen asuinkerrostalorakentajan vaikutusvallassa ja mitkä ominaisuuksista määräytyvät ulkopuolisista vaikutuksista. Näiden tutkimuksen tavoitteiden saavuttamiseksi asetettiin alla olevat tutkimuskysymykset:

1. Mitä rakennushankkeen taloudelliselle suorituskyvyllä merkittäviä mitattavia ominaisuuksia asuinkerrostalolla on?
2. Kuinka asuinkerrostalon ominaisuudet vaikuttavat asuinkerrostalon kustannustason?
3. Kuinka asuinkerrostalon ominaisuudet vaikuttavat rakennushankkeen taloudelliseen suorituskykyyn?
4. Mitkä asuinkerrostalon ominaisuuksista on omaperusteisen asuinkerrostalorakentajan vaikutusvallassa?

Ensimmäiseen tutkimuskysymykseen vastaukseksi tutkimuksen ensimmäisessä osassa saatiin asiantuntijahaastatteluiden perusteella kerättyä kattava lista asuinkerrostalon ominaisuuksia, joilla on vaikutusta asuinkerrostaloprojektin taloudelliseen suorituskykyyn. Tämä

listaus on kokonaisuudessaan nähtävissä taulukossa 2. Tästä listasta taloudelliselle suorituskyvyllä tutkimuksessa tilastollisesti merkittäviksi osoittautuivat: tilatehokkuus, rakennuksen muotomaailma, asuntojen keskipinta-ala, alueelle suunniteltujen projektien määrä ja toteutuksen järjestysnumero, poikkeavien kerroskorkeuksien määrä ja tuotannon toimihenkilöresurssien suhteellinen määrä.

Tutkimuksen tulosten perusteella vastauksena *toiseen tutkimuskysymykseen* useat ominaisuudet vaikuttavat asuinkerrostalon kustannustasoon joko tavoitteelliseen tai toteutuneeseen tai kumpaankin. Seuraavaksi käyty lyhyesti läpi ominaisuudet ja niiden vaikutukset:

Hyvä tilatehokkuus vaikuttaa tavoiteltuun kustannustasoon laskevasti mutta toteutuneeseen kustannustasoon ei ollut tilastollisesti merkityksellistä korrelaatiota.

Rakennuksen muotomaailman tunnusluvuista piirin suhde rakennuksen pinta-alaan vaikuttaa sekä tavoitteelliseen että toteutuneeseen kustannustasoon nostavasti, eli mitä enemmän piiriä on suhteessa, sitä kalliimpaa rakentaminen on. Samoin M-indeksi vaikuttaa kasvaessaan nostavasti toteutuneeseen kustannustasoon, mutta ei kuitenkaan korreloinut tavoitteellisen kustannustason kanssa. Julkisivualan suhde rakennuksen hyötyalaa käyttäytyy samalla tavalla piirin suhteen kanssa sekä tavoiteltuun että toteutuneeseen kustannustasoon nähden.

Asuntojen keskipinta-ala vaikutti tutkimuksen tulosten mukaan kasvaessaan nostavasti toteutuneeseen hintatasoon. Tämä tilastollisen tarkastelun tulos oli kuitenkin ristiriidassa haastatteluiden tulosten ja alan yleisen käsityksen kanssa. Tällä ominaisuudella ei kuitenkaan ollut merkityksellistä yhteyttä tavoitteelliseen hintatasoon.

Alueelle suunniteltujen toteutettavien projektien määrä korreloi sekä tavoitteellisen että toteutuneen kustannustason kanssa. Mitä useampi projekti alueelle oli suunniteltu, sitä pienempi kustannustaso oli. Myös projektin toteutuksen järjestysnumero alueella korreloi toteutuneen kustannustason kanssa siten, että mitä useampi toisto ennen toteutusta oli taustalla, sitä matalampana kustannukset toteutuivat. Projektin toteutuksen järjestysnumerolla ei kuitenkaan ollut merkityksellistä yhteyttä tavoitteelliseen hintatasoon.

Poikkeavien kerroskorkeuksien suhteellinen määrä projektissa vaikutti toteutuneeseen kustannustasoon odotetulla tavalla, eli mitä suurempi osa kerroksista oli korkeudeltaan standardista poikkeavia, sitä suuremmat toteutuneet kustannukset olivat. Tällä ominaisuudella ei kuitenkaan ollut merkityksellistä yhteyttä tavoitteelliseen hintatasoon.

Tuotannon toimihenkilöresurssien määrä suhteessa asuntojen määrään korreloi merkityksellisesti sekä tavoitteellisen että toteutuneen kustannustason kanssa. Tämä korrelaatio oli haastatteluiden oletuksia vastaisesti siten, että mitä enemmän kustannuksia työjohtoresurssiin käytettiin, sitä suuremmat sekä tavoitteelliset että toteutuneet kustannukset olivat.

Kolmannen tutkimuskysymyksen vastaukseksi taloudellisen suorituskyvyn keskeisenä mittarina tässä tutkimuksessa käytettiin projektien kykyä saavuttaa niille asetettu kustannustavoite, eli toteutuneen kustannustason suhdetta tavoitteelliseen kustannustasoon. Seuraavaksi käydään lyhyesti läpi ne asuinkerrostalon ominaisuudet, jotka tämän tutkimuksen tuloksien mukaan vaikuttavat tilastollisesti merkitsevällä tavalla tähän tavoitteen suhteelliseen onnistumiseen.

Rakennuksen muotokielestä tunnuslukuna käytetty M-indeksi kuvaa rakennuksen pohjan muodon optimaalisuutta geometrisestä näkökulmasta. M-indeksi korreloi merkitsevästi rakennusprojektien taloudellisen tavoitteen suhteellisen onnistumisen kanssa. Mitä pienempi M-indeksi oli, eli mitä optimaalisempi muoto oli, sitä paremmin projektit saavuttivat niille asetetut taloudelliset tavoitteet. Myös toinen muotokielen tunnusluku, julkisivualan suhde hyötയാalaan, käyttäytyi samalla tavalla, eli mitä vähemmän julkisivua oli suhteessa hyötയാalaan, sitä paremmin projektit saavuttivat taloudelliset tavoitteensa. Nämä tilastollisen tarkastelun tulokset vahvistivat haastatteluissa saatuja tuloksia.

Samoin kuin kustannustason kanssa, niin taloudellisen tavoittamisen saavuttamisen kanssa asuntojen keskipinta-alat käyttäytyivät tilastollisessa tarkastelussa päinvastoin, kuin haastatteluiden perusteella voitiin olettaa. Asuntojen keskipinta-alan kasvaessa heikkeni tutkimusten tulosten mukaan projektien taloudellisten tavoitteiden saavuttaminen.

Alueelle suunniteltujen projektien määrä ja projektin toteutuksen järjestysnumero alueella käyttäytyivät haastatteluiden perusteella odotetulla tavalla. Kummatkin ominaisuudet korreloivat asetettujen taloudellisten tavoitteiden saavuttamisen kanssa. Mitä enemmän projekteja oltiin alueelle suunniteltu ja mitä useampi toisto oli tehty ennen tarkasteltua projektia, niin sitä paremmin projektit saavuttivat niille asetetut taloudelliset tavoitteet.

Poikkeavien kerroskorkeuksien määrä käyttäytyy tässä suhteessa myös samoin, kuin kustannustason kanssa, eli mitä enemmän poikkeavia kerroskorkeuksia asuinkerrostalossa on, sitä huonommin projekti saavuttaa sille asetettuja taloudellisia tavoitteita. Tilastollisen tarkastelun perusteella ominaisuus vahvistaa haastatteluiden tuloksia.

Neljännän tutkimuskysymyksen osalta tässä tutkimuksessa merkityksellisiksi havaituista asuinkerrostalon ominaisuuksista toimihenkilöresurssien määrä on selvästi vähiten säädelty viranomaisitoiminnan puolelta. Maankäyttö- ja rakennuslaki sekä rakentamismääräyskoelma asettaa minimivaatimuksena vastaavan työnjohtajan nimeämisen ja erikoisalojen työnjohtajien nimeämisen sekä heille pätevyysvaatimukset. Muuten resurssoinnin määrä ja laatu on asuinkerrostalorakentajan harkinnassa.

Muiden merkityksellisten ominaisuuksien osalta; tilatehokkuus, rakennuksen muotomaailma, asuntojen keskipinta-ala, projektien määrä ja toteutusjärjestys sekä poikkeavat kerroskorkeudet, varsinkin kaavoitus vaikuttaa olennaisesti näihin. Kaavoituksen vaikutukset on käsitelty tarkemmin luvussa 6.3. Kaavoitukseen voidaan vaikuttaa olemalla kaavoitusvaiheessa aktiivisesti mukana kehitystyössä yhteistyössä kunnan kanssa, mutta siitä huolimatta vaikutusmahdollisuudet eivät ole taattuina. Lisäksi tilatehokkuuteen vaikuttaa useammat maankäyttö- ja rakennuslain, sekä rakentamismääräyskokoelman vaatimukset mm. esteettömyydestä, käytävien leveysvaatimuksista ja hyökkäysteiden määrästä.

Näiden neljän tutkimuskysymyksen ja niihin saatujen vastausten perusteella voidaan arvioida, että tutkimus on saavuttanut tavoitteensa löytää asuinkerrostalon ominaisuuksista niitä, jotka merkittävästi vaikuttavat asuinkerrostalon rakennushankkeen taloudelliseen suorituskyykyyn. Myös toinen tavoite, joka oli määrittää ominaisuuksista ne, jotka ovat omaperusteisen asuinkerrostalorakentajan vaikutusvallassa ja mitkä ominaisuuksista määräytyvät ulkopuolisista vaikutuksista, voidaan nähdä saavutetuksi.

7.2 Tutkimuksen tulokset suhteessa aikaisempaan teoriaan

Tutkimusta kokonaisuutena tarkasteltaessa suhteessa aikaisempaan tutkimukseen on todettavat, että tämän tutkimuksen aihevalinta käsittelee ainoastaan yhtä rakentamiselle keskeistä suorituskyykyyn osa-aluetta. Useiden aikaisempien tutkimusten tekemien havaintojen perusteella rakennusalan muut keskeiset suorituskyykyyn osa-alueet ovat: sidosryhmien hallinta, asiakasnäkökulma, henkilöstö, projektin suorituskyyky, ympäristönäkökulma, aikataulut, työturvallisuus sekä hankinnat ja laatu. (Mbuga et al., 1999; Kagioglou et al., 2001; Lin & Shen, 2007; Demirkesen & Ozorhon, 2017)

Haastatteluissa käsiteltiin rakennushankkeen taloudellisen suorituskyvyn kannalta merkittävintä vaihetta ja tulokseksi saatiin, että suunnitteluvaihe ja varsinkin luonnossuunnittelu olivat yleisimmät vastaukset. Toisaalta RT 10-11226 kortti tukee tätä korostamalla luonnossuunnitteluvaiheen kustannustarkastelun merkitystä, sillä samalla tilaohjelmalla ja kaavalla voidaan saada hyvin erihintaisia ratkaisuja lopputuloksiksi. Toisaalta tulos risteää teoreettisesta viitekehystä, jossa tarveselvityksessä ja hankesuunnitelmavaiheessa määritellään mm. hankkeen laajuus ja laatutaso, eli suurin osa kustannuksista (RT 10-11226, 2016; Haah-tela 2015).

Sainion (2015) RAKLI Ry:lle laatiman selvityksen kanssa haastatteluiden perusteella useita yhteneväisyyksiä, kuten: kerrosten ja porrasten määrä, massoittelu, runkosyvyys, perustamisolosuhteet, julkisivupinnat, asuntojen keskipinta-alat ja parvekemääräykset. Näihin kuitenkin suoraan ainoastaan asuntojen keskipinta-aloihin löydettiin yhteys kvantitatiivisessa osiossa ja sen vaikutus oli päinvastainen kuin Sainion selvityksessä. Massoittelu ja runkosyvyys menevät rakennuksen muotokielen piiriin, jolle löydettiin korrelaatio kustannusten kanssa usealla talouden tunnusluvulla. Sainion julkaisussa massoittelua ja runkosyvyyttä tarkasteltiin omina tarkkoina määreinään ja näille ei löytynyt tässä tutkimuksessa yhteyksiä.

Myös kuluttajaviraston julkaisuun (Ahonen, A. 2008) löytyi haastatteluista yhteisiä tekijöitä, jotka ovat myös osittain samoja kuin Sainio (2015) julkaisussa. Näitä oli huoneistojen keskipinta-alat, kerrosmäärät, julkisivumateriaalit ja rakennuksen muoto. Näistä numeerinen yhteys löydettiin keskipinta-aloille, joka siis risteää oletuksen kanssa. Kuluttajaviraston julkaisussa tosin keksipinta-alojen määrittelyä kritisoitiin enemmänkin siitä syystä, että rakentaja ei pysyt tällöin vapaasti vastaamaan markkinankysyntään. Tämän tutkimuksen perusteella rakennuksen muodolla on huomattava merkitys taloudelliselle suorituskyvylle ja tässä suhteessa vahvistaa kuluttajaviraston oletuksen, että tämän liian tarkalla määrittämisellä on negatiivisia vaikutuksia.

Safiki et al. (2015) kirjallisuuskatsauksen havainnoista suunnitteluratkaisujen suhteen tämä tutkimus tuki useita. Lähes kaikki Safiki et al. (2015) esittämät merkittävimmät kustannuksiin vaikuttavat suunnitteluratkaisut nousivat esiin haastatteluiden aikana. Näitä oli pohjaratkaisu, rakennuksen muodon monimutkaisuus, rakennuksen koko, kerroskorkeus, kerrosten määrää, rakennuksen piiri, käytävien määrä, rakennusten ryhmittely (piste-/lamellitalo), julkisivumateriaalit ja rakennettavuus. Näistä useille saatiin vahvistusta vielä tutkimuksen kvantitatiivisessa osiossa. Pohjaratkaisu ja käytävien määrä käsittelevät samaa aihepiiriä

kuin tässä tutkimuksessa tarkasteltu tilatehokkuus, jolla todettiin olevan merkityksellinen yhteys tavoiteltuun kustannustasoon. Rakennuksen muodon monimutkaisuus ja rakennuksen piirin suhteen havaittiin myös olevan merkityksellinen korrelaatio useiden taloudellisen suorituskyvyn tunnuslukujen kanssa. Lisäksi kerroskorkeuksiin liittyen tässä tutkimuksessa havaittiin merkityksellinen korrelaatio poikkeavien kerroskorkeuksien suhteellisen määrän ja toteutuneiden kustannusten sekä kustannustavoitteen saavuttamisen kanssa.

Muotomaailman suhteen tämä tutkimus vahvisti osaltaan Zima ja Plebankiewicz (2012) tekemää tutkimusta rakennuksen muodon monimutkaisuuden ja kustannustasojen välillä. Heidän tutkimuksessaan tarkasteltiin useita rakennuksen muodon optimaalisuuden arvioinnin tunnuslukuja kuten W/F indeksi (Wall/Floor), LBI indeksi (Length/Breadth Index) ja "m" indeksiksi. Nämä antavat kaikki hieman eri tavalla laskettuna tunnusluvun rakennuksen muodon optimaalisuudelle ja näistä suurin osa antoi merkityksellisiä korrelaatioita tämän tutkimuksen numeerisessa tarkastelussa. Korrelaatiot olivat kuitenkin useilla tunnusluvuilla identtisiä, eli tunnusluvut korreloivat keskenään täysin, ja nekin, jotka eivät olleet olivat hyvin lähellä korrelaatiokertoimiensa kanssa. Tästä syystä tämä tutkimus otti tarkasteluun ainoastaan yksinkertaisimman laskettavan m-indeksin, jolle havaittiin merkityksellinen korrelaatio toteutuneen kustannustason ja kustannustavoitteen suhteellisen toteuman välillä.

Haahtela ja Kiiras (2015) toteavat kirjassaan aikataulujen voivan vaikuttaa huomattavasti rakennushankkeen kustannuksiin. Tämä nousi esille tämän tutkimuksen haastatteluissa myös ja pidetään selvänä, että tietyt aikasidonnaiset kustannukset lisääntyvät pidemmällä aikatauluilla. Numeerista vahvistusta tälle ei kuitenkaan löydetty aineistoa tutkimalla vaikka asiaa tarkasteltiin monen tunnusluvun kautta.

Tässä tutkimuksessa nousi esiin myös tuloksia, joille ei ainakaan tähän tehdyssä kirjallisuuskatsauksessa löydetty aikaisempaa teoreettista viitekehystä. Näistä merkittävimpinä on alueelle suunniteltujen projektien määrän sekä alueella toteutettavan projektin järjestysnumeron vaikutus taloudellisen suorituskyvyn tunnuslukuihin. Tätä voidaan pitää tietyssä mielessä tuotantoystävällisyyden tai rakennettavuuden osa-alueena, jolloin esim. Safiki et al. (2015) on tätä nostanut esiin, mutta suoraa viittausta toistojen määrään ei löytynyt. Ei voida kuitenkaan tämän perusteella päätellä, etteikö aihetta olisi käsitelty aikaisemmin missään kirjallisuudessa.

7.3 Tutkimuksen arviointi ja suositukset jatkotoimenpiteistä

Yleisesti arvioidessa tätä tutkimusta ja sen mahdollisia rajoitteita on ensimmäisenä huomioitava, että kaikki haastateltavat ovat yhden case-yrityksen työntekijöitä ja kaikki projektiaineisto on yhden case-yrityksen projekteja, jolloin ei voida olla varmoja siitä kuvaavatko tulokset kunnolla koko toimialan toimintaa. Lisäksi koska kaikki tutkimuksessa aineistona asuinkerrostaloprojektit ovat yhden yrityksen tuotantojärjestelmän tuotoksia on niissä monia ominaisuuksia pitkälti vakioituna, jolloin kyseisen ominaisuuden vaikutusta ei päästy tarkastelemaan, kuten esim. julkisivumateriaalit. Haastatteluissa oli myös havaittavissa, että haastateltavan tausta vaikutti selvästi siihen mitä vaihetta rakennushankkeesta pidettiin taloudelliselle suorituskyvyllä tärkeimpänä. Sama oli nähtävissä asuinkerrostalon ominaisuuksia ja viranomaistahoja arvioitaessa.

Tutkimuksen tilastolliseen tarkasteluun käytetty otos asuinkerrostaloprojekteista, 27 kpl, on huomattavan pieni, jolloin epävarmuudet kasvavat ja käytettävissä olevien analyysimenetelmien määrä vähenee. Tutkimukseen kuitenkin valittiin kaikki lähihistorian valmistuneet asuinkerrostaloprojektit, joten otos on niin suuri kuin mahdollista. Epävarmuutta lisäävänä tekijänä voidaan myös nähdä projektien taloudellisten suoritusten suuri vaihteluväli, eli sen lisäksi että otos oli pieni, niin sen sisällä oli huomattavaa hajontaa.

Tämä tutkimus ei myöskään pystynyt ottamaan kantaa projekteille asetettujen tavoitteiden laatuun, jonka takia ei voida arvioida onko tavoitteiden heikko suhteellinen onnistuminen johtunut projektin heikosta suorituskyvystä, vai alkuperäisen tavoitteen epärealistisuudesta. Tätä varten tutkimuksen tuloksissa tulisi antaa hieman enemmän painoarvoa korrelaatioille, jotka liittyvät toteutuneeseen kustannustasoon.

Jatkotoimenpiteinä voisi suositella tekemään vastaavanlaista tutkimusta laajemmalla otoksella, joka levittäytyy alan useamman toimijan laajuudelle. Tällä päästäisiin eroon tämän tutkimuksen haasteista ja epävarmuustekijöistä, joita esiteltiin edellisessä luvussa. Tämänkaltaisen tutkimuksen toteuttamisessa haasteeksi muodostuisi todennäköisesti yritysten yhteistyön saaminen, sillä tutkimus vaatii pääsyä syvälle projektien tietoihin ja kulurakenteisiin. Toinen vaihtoehto olisi teettää tätä tutkimusta vastaavanlaisen tutkimuksen projektitannalla, jossa tulosten vaihteluväli ei olisi aivan yhtä suurta kuin tämän tutkimuksen aineistossa. Tämäkin voisi vähentää epävarmuutta tulosten osalta.

Tutkimuksessa nousi esiin tuotantoystävällisyys rakennusprojektin ominaisuutena. Tälle ei kuitenkaan ole helposti löydettävissä yksiselitteistä tunnuslukua tai muuta määrettä. Tässä tutkimuksessa tätä ominaisuutta lähestyttiin toistojen määrän kautta, mutta tämä on vajavaizen tarkastelu ominaisuudesta. Tätä ominaisuutta ja sen mittareiden kehittämistä olisi hyvä tutkia ja edistää, varsinkin kun tämän tutkimuksen haastatteluiden perusteella kyseessä on keskeinen ominaisuus.

Toinen tässä tutkimuksessa esiin noussut haaste, jonka osalta lisätutkimukset voisivat olla hyödyllisiä, on tavoitteiden laadun arvioiminen. Ottaen huomioon, että kaikessa liiketoiminnassa ja varsinkin rakennushankkeissa tavoitteiden asettaminen on keskeisessä roolissa, niin on selvä puute, että asetettujen tavoitteiden laatuun ei voi luotettavasti ottaa jälkikäteen kantaa.

Maankäyttö- ja rakennuslaki on tämän tutkimuksen tekemisen aikaan muutoksen alla ja uusi laki on suunniteltu astuvaksi voimaan 1.1.2024. Lain muutoksen jälkeen ei voida olettaa, että tässä tutkimuksessa käsitellyt viranomaistoiminnan vaikutukset pysyvät ennallaan ja näin ollen viranomaistoiminnan vaikutusten tutkimista olisi hyvä tehdä uudestaan uuden lain voimaantulon jälkeen.

Jatkotutkimuksen aiheena suositellaan myös tutkittavaksi asuinkerrostalojen ominaisuuksien vaikutuksia kaupalliseen näkökulmaan, eli myynnin hintatasoon ja kysyntään. Koska tuotannon kustannustaso on ainoastaan toinen puoli taloudellista yhtälöä ja tulopuoli kertoo, onko investoidut rakennuskustannukset järkevää liiketoimintaa, on tämän puolen ymmärtäminen ehdottoman tärkeää.

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin asuinkerrostalon ominaisuuksien vaikutuksia rakennusprojektien taloudelliseen suorituskykyyn ja tulosten perusteella nämä ominaisuudet eivät täysin määritä rakennushankkeen taloudellista menestymistä. Tämän perusteella voidaan päätellä, että merkittävässä osassa taloudellisen suorituskyvyn kanssa on rakennettavan asuinkerrostalon ominaisuuksien lisäksi rakennusprojektin organisaation kyvykkyydet. Organisaation kyvykkyyden mittaaminen ja tämän vaikutuksen arvioiminen taloudelliseen suorituskykyyn olisi tutkimisen arvoinen näkökulma.

8 Yhteenveto

Tutkimuksen taustalla on rakennusalan matalasta tuottavuudesta, rakennuskustannusten jatkuvasta noususta sekä asumisen hinnan huolestuttavasta kehityksestä aiheutuva tarve kyetä hallitsemaan rakennusprojektien taloudellista suorituskykyä ja rakentamisen kustannustasoja entistä paremmin.

Työn keskeisenä tavoitteena on löytää asuinkerrostalon ominaisuuksista niitä, jotka merkittävästi vaikuttavat asuinkerrostalon rakennushankkeen taloudelliseen suorituskykyyn. Tavoitteena on myös määrittää näistä ominaisuuksista ne, jotka ovat omaperusteisen asuinkerrostalorakentajan vaikutusvallassa ja mitkä ominaisuuksista määräytyvät ulkopuolisista vaikutuksista.

Tutkimuksen strategiaksi on valittu perättäistutkiva tutkimusstrategia. Tässä tutkimusstrategiassa suoritetaan ensimmäisessä vaiheessa kvalitatiivinen datan keräys ja analyysi, jonka jälkeen toisessa vaiheessa suoritetaan kvantitatiivinen datan keräys ja analyysi, joka rakentuu ensimmäisen vaiheen päälle. Tutkimusstrategian lopussa tehdään vielä analyysi kokonaisuudesta. Tämän tutkimusstrategian tarkoituksen on käyttää kvantitatiivista osuutta kvalitatiivisen tukemiseksi ja sen tulosten varmistamiseksi.

Rakennushankkeet ovat luonteeltaan pitkiä projekteja, joissa on useita sidosryhmiä. Rakennushankkeella pyritään täyttämään jonkun käyttäjän tilan tarve rakentamalla uutta, laajentamalla tai korjaamalla olemassa olevaa tilaa tähän käyttötarkoitukseen. Rakennushanke koostuu tyypillisesti seuraavista vaiheista: tarveselvitys, hankesuunnittelu, rakennussuunnittelu, rakentaminen ja käyttöönotto. Rakennushankkeiden keskeisiä suorituskyvyn osa-alueita ovat: taloudellinen suorituskyky, sidosryhmien hallinta, asiakasnäkökulma, henkilöstö, projektin suorituskyky, ympäristönäkökulma, aikataulut, työturvallisuus, hankinnat ja laatu. Näistä tässä tutkimuksessa syvennyttään taloudellisen suorituskyvyn osa-alueeseen käyttäen tunnuslukuina tavoiteltua kustannustasoa, toteutunutta kustannustasoa sekä näiden kahden suhdetta keskenään, eli tavoitteen suhteellista onnistumista.

Viranomaistoiminta ja -vaatimukset rakentamisessa jakaantuvat useaan tasoon. Merkittävimmät näistä ovat maankäyttö- ja rakennuslaki, johon perustuu kuntien kaavoitusoikeus ja velvollisuus järjestää kunnallinen rakennusvalvontaviranomainen.

Rakennusvalvontaviranomainen taas lakiin perustuen valvoo lain ja määräysten täyttymistä ja on rakennuslupia myöntävä taho. Maankäyttö- ja rakennuslakiin perustuu myös Suomen rakentamismääräyskokoelma, jota ympäristöministeriö ylläpitää, sisältäen lähinnä ympäristöministeriön asetuksia ja ohjeita, joilla tarkennetaan lain esittämiä vaatimuksia.

Tutkimuksen kvalitatiivinen osuus toteutettiin kolmenatoista kappaleena puolistrukturoituina teemahaastatteluina asiantuntijoille. Haastatteluiden teemoina olivat rakennushankkeen kustannusten johtaminen, asuinkerrostalon ominaisuudet ja niiden yhteys taloudelliseen suorituskyykyyn sekä viranomaistoiminta ja tämän vaikutus rakennushankkeen taloudelliseen suorituskyykyyn. Haastatteluiden keskeinen tulos oli lista ominaisuuksista, joilla nähtiin olevan merkitystä rakennushankkeen taloudelliselle suorituskyykyille.

Tutkimuksen kvantitatiivinen osio toteutettiin käyttämällä Pearsonin korrelaatiokerrointa, jolla tarkasteltiin, löytyykö kolmen taloudellista suoritusta kuvaavan tunnusluvun ja haastatteluissa asiantuntijoiden toteamien asuinkerrostalon ominaisuuksien välillä yhteyttä. Korrelaatioiden merkitsevyyttä tarkisteltiin Petersonin korrelaatiokertoimen kriittisten arvojen taulukon avulla. Merkittävistä korrelaatioista laskettiin myös selitysaste.

Tilastollisesti merkityksellisiä korrelaatioita ominaisuuden ja taloudellisen suorituskyykyyn tunnuslukujen välillä löytyi tilatehokkuudesta, rakennuksen muotomaailmasta, asuntojen keskipinta-alasta, toistojen määrästä korttelissa, poikkeavista kerroskorkeuksista ja tuotannon toimihenkilöresurssien määrässä. Näistä voidaan perustella ainakin kaavoituksen vaikuttavan suoraan kaikkiin paitsi toimihenkilöresurssien määrään, joihin taas maankäyttö- ja rakennuslaki asettaa minimivaatimukset

Tutkimuskysymyksiin saatujen vastausten perusteella voidaan arvioida, että tutkimus on saavuttanut tavoitteensa löytää asuinkerrostalon ominaisuuksista niitä, jotka merkittävästi vaikuttavat asuinkerrostalon rakennushankkeen taloudelliseen suorituskyykyyn. Myös toinen tavoite, joka oli määrittää ominaisuuksista ne, jotka ovat omaperusteisen asuinkerrostalorakentajan vaikutusvallassa ja mitkä ominaisuuksista määräytyvät ulkopuolisista vaikutuksista, voidaan nähdä saavutetuksi.

Lähteet

Brown, D.M. & Laverick, S., (1994): Measuring corporate performance. *Long Range Planning*. 27(4), 89–97.

Creswell, J. (2009): *Research design - qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. SAGE, California.

Demirkesen, S. & Ozorhon, B. (2017): Measuring Project Management Performance: Case of Construction Industry, *Engineering Management Journal*, 29:4, 258-277

Enkovaara, E., Haveri, H. & Jeskanen, P., (2006): *Rakennushankkeen kustannushallinta*, 4.painos, Rakennustieto Oy, 266 s.

Haahtela, Y. Kiiras, J., (2015): *Talonrakennuksen kustannustieto 2015*, Haahtelakehitys Oy, Tammerprint Oy, 384 s.

Heikkilä, T. (2005): *Tilastollinen tutkimus*. 5.-6. painos. Helsinki: Edita Prima Oy.

Hirsjärvi, S. & Hurme, H. (2015): *Tutkimushaastattelu: teemahaastattelun teoria ja käytäntö*. Helsinki: Gaudeamus Helsinki University Press

Holopainen, M. & Pulkkinen, P. (2008): *Tilastolliset menetelmät*. 5. uud. p. Porvoo ;: WSOY Oppimateriaalit.

Kagioglou, M., Cooper, R., & Aouad, G. (2001): Performance management in construction: a conceptual framework. *Construction management and economics*, 19(1), 85-95.

Kankainen, J. & Junnonen, J-M. (2015): *Rakennuttaminen*, Rakennustieto Oy, 100 s. + liitteet 43 s.

Kaplan, R. S. (1984): Yesterday's Accounting Undermines Production. *Harvard Business Review*, July-August 1984, s. 95-101.

Kaplan, R. S. & Norton, D. P. (1992): The Balanced Scorecard – Measures That Drive Performance. *Harvard Business Review*, January-February 1992, s. 71-79.

Kay, J. (1993): *Foundations of corporate success*. Oxford: Oxford University Press.

- Kilpailuvirasto & Ahonen, A. (2008): Rakennusalan markkinoiden toimivuus - ongelma-alueita ja edistämisen mahdollisuuksia: Rakennusprojektin loppuraportti. Helsinki: Kilpailuvirasto.
- Kvale, S. (1996): Interviews: An introduction to qualitative research interviewing. Thousand Oaks, CA: Sage
- Laitinen, E. K. (1996): Framework for Small Business Performance Measurement: Towards Integrated PM Systems. Vaasa, Vaasan yliopisto, Tutkimuksia 210.
- Laitinen, E. K. (1998): Yritystoiminnan uudet mittarit. Helsinki, Kauppakaari Oyj, Yrityksen tietokirjat.
- Lin, G., & Shen, Q. (2007): Measuring the performance of value management studies in construction: critical review. *Journal of Management in Engineering*, 23(1), 2-9.
- Lindholm, M. (2009): Kustannushallinta rakennushankkeessa, Suomen Rakennusmedia Oy, 56 s.
- Lynch, R. L. & Cross K. F. (1995): Measure Up!: Yardsticks for Continuous Improvement. 2. p. Cambridge, Blackwell Publishers Inc.
- Lönnqvist, A. (2004): Measurement of Intangible Success Factors: Case Studies on the Design, Implementation and Use of Measures, Tampere University of Technology, Tampere.
- Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999/132.
- Mbugua, L., Harris, P., Holt, G & Olomolaiye, P. (1999): A framework for determining critical success factors influencing construction business performance. 1. 15-17.
- Perttilä, H. & Sätälä, H. (1992): Rakennuttaminen. 2. uud. 1. Helsinki: Rakentajain kustannus.
- Rantanen, H., & Holtari, J. (1999): Yrityksen suorituskyvyn analysointi. Lappeenranta: Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu, Print.
- RT 10-11222. (2016): Talonrakennushankkeen kulku – Rakennushankkeen osapuolet. RT-ohjekortti. Rakennustieto. Viitattu 5.2.2022
- RT 10-11224. (2016): Talonrakennushankkeen kulku – Rakennushankkeen vaiheet ja osittelu. RT-ohjekortti. Rakennustieto. Viitattu 5.2.2022

RT 10-11226. (2016): Talonrakennushankkeen kulku – Kustannusten muodostuminen ja ohjaus. RT-ohjekortti. Rakennustieto. Viitattu 27.2.2022

RT 10-11284. (2017): Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluettelo HJR18. RT-ohjekortti. Rakennustieto. Viitattu 5.2.2022

Safiki, A., Solikin, M. & Nursahid, M. (2015): Cost implications of building design plans: a literature review analysis, Saatavissa: <https://publikasiilmiah.ums.ac.id/bitstream/handle/11617/6562/ICETIA2015%20-%20%2028.pdf?sequence=1>

Sainio, K. (2015): Selvitys kaavamääräysten kustannusvaikutuksista. Kiinteistönomistajat ja rakennuttajat RAKLI Ry. Helsinki. <https://view.24mags.com/mobilev/7dbd0ed1f000b8d84ad0e0cc5ec774#/page=1>

Sink, D. S. (1985): Productivity Management: Planning, Measurement and Evaluation, Control and Improvement. New York, John Wiley & Sons, Inc.

Sulankivi, K., Nykänen, V., Koskela, L. & Teriö, O. (2002): Nykyinen suunnittelu-rakentamisprosessi: Lähtötilannekuvaus tuotemallitekniologiaa hyödyntävälle prosessille. VTT Technical Research Centre of Finland. http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2002/proit_prosessi_esiselvitys.pdf

Tilastokeskus. (2019): Tilastokeskuksen maksuttomat tietokannat. Rakennuskustannusindeksi. 11nz – Rakennuskustannusindeksi talotyypeittäin vuositiedot, 1990-2021. Saatavilla: https://pxweb2.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_rki/statfin_rki_pxt_11nz.px/

Tilastokeskus. (2022a): Tilastokeskuksen maksuttomat tietokannat. Kansantalouden tuottavuusmittarit. 138w – Työn tuottavuuden (arvonlisäys/työtunti) muutoksen osatekijät, 1976-2021. Saatavissa: https://pxweb2.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_ttut/statfin_ttut_pxt_138w.px/table/tableViewLayout1/

Tilastokeskus. (2022b): Tilastokeskuksen maksuttomat tietokannat. Osakeasuntojen hinnat. 12fv – Uusien osakeasuntojen hintaindeksi, 2015Q1 – 2022Q2. Saatavissa: https://pxweb2.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_ashi/statfin_ashi_pxt_12fv.px/chart/chartViewLine/

Valtioneuvosto. (2017): Asetus rakennuksen esteettömyydestä. 4.5.2017/241

Ympäristöministeriö. n.d. Rakentamismääräykset. Verkkosivu. Viitattu 23.2.2022. Saatavissa: <https://ym.fi/rakentamismaaraykset>

Ympäristöministeriö. (2017): Asetus rakennuksen käyttöturvallisuudesta. 1007/2017

Ympäristöministeriö. (2017): Asetus rakennuksen ääniympäristöstä. 796/2017

Ympäristöministeriö. (2018a): Ohje rakennuksen esteettömyydestä.

Ympäristöministeriö. (2018b): Ohje rakennuksen ääniympäristöstä.

Zima, K.& Plebankiewicz, E. (2012): Analysis of the building shape erected in Krakow and its impact on construction costs. *Organization, Technology and Management in Construction: an International Journal*. 4. 411-419. 10.5592/otmcj.2012.1.6.

Liite 1. Rakennushankkeen taloudelliselle suorituskyvylle oleellisia asuinkerrostalon ominaisuuksia

| Ominaisuus: | Odotettu vaikutus kustannuksiin: | Esiintyminen haastatteluissa: |
|---|---|--------------------------------------|
| Tilatehokkuus | Hyötyneliöiden ja bruttoneliöiden suhde. Korkeampi suhde tarkoittaa vähemmän kustannuksia hyötyneliöitä kohden. | 100 % |
| Rakennuksen muotomaailma (sisältää myös muotoon viittaavat muut ominaisuudet) | Mitä yksinkertaisempi muodoltaan sen vähemmän julkisivua hyötyneliötä kohden ja yksinkertaisempi rakentaa. | 85 % |
| Tuotantoystävällisyys | Mitä vähemmän erikoisratkaisuja ja mitä enemmän toistettavuutta sitä varmemmin tavoitteisiin päästään tuotantovaiheessa. | 69 % |
| Porrassyöttö | Paljonko hyötyneliöitä yhteen porraskerrokseen mahtuu. Jos luku on liian pieni, niin tehokkuus kärsii. | 54 % |
| Asuntojen keskipinta-ala | Mitä pienempiä asuntoja tehdään, sen enemmän on suhteessa ns. kalliita neliötä rakennettavana, kuten keittiöitä ja kylpyhuoneita. | 54 % |
| Julkisivutyyppejä | Maalattu betonielementti on edullisin, paikallamuurattu ja pintarapattu julkisivu on kallein | 54 % |
| Parvekkeiden pinta-ala | Mitä enemmän parvekepinta-alaa on suhteessa hyötyneliöihin, sitä korkeammat kustannukset. | 54 % |
| Kulmien määrä | Liittyy rakennuksen muotomaailmaan. Mitä enemmän kulmia sitä korkeammat kustannukset | 46 % |
| Kerrosten lukumäärä | Vaikutus kustannuksiin ei ole lineaarinen. Optimi kerros määrä 6–8 kerrosta. Vähemmän kerroksia on tehoton ja lisää kerroksia tuo lisää vaatimuksia rakennusmääräysten kautta. Optimaalinen kerros määrä riippuu myös kerrostalotyypistä. | 46 % |
| Rakentamisen aikataulu | Mitä lyhyempi aikataulu sen matalammat kustannukset ovat. | 46 % |
| Kaavatehokkuus | Hyötyneliöiden ja rakennusoikeuden suhde. Korkeampi suhde tarkoittaa vähemmän kustannuksia per hyötyneliö. | 38 % |
| Hankkeen koko | Mitä suurempi hanke sitä matalammat kustannukset per hyötyneliö | 38 % |
| Perustamistapa | Maanvarainen perustus edullisin, stabilointi ja paalutus yhdistelmänä kallein. | 38 % |

| | | |
|--|--|------|
| Piirin määrä suhteessa pinta-alaan | Liittyy talon muotomaailmaan. Mitä enemmän piiriä suhteessa pinta-alaan sitä enemmän julkisivua, eli sitä enemmän kustannuksia per hyötyneliö. | 31 % |
| Samanaikaisten kohteiden määrä / toistojen määrä korttelissa | Liittyy hankkeen kokoon sekä toistojen määrään. Mitä suurempi hanke ja mitä enemmän toistoja sitä matalammat rakennuskustannukset per hyötyneliö. | 31 % |
| Tuotannon resurssointi | Liian vähäiset tuotantoresurssit heikentävät mahdollisuuksia saavuttaa hankkeen taloudelliset tavoitteet tuotantovaiheessa. | 31 % |
| Vesikaton malli | Harjakatto on edullisin, tasakatto kallein. | 31 % |
| Julkisivun määrä suhteessa pinta-alaan | Liittyy rakennuksen muotomaailmaan. Mitä vähemmän julkisivuneliötä suhteessa pinta-alaan sitä vähemmän kustannuksia hyötyneliötä kohden. | 23 % |
| Rakennuksen rungon syvyys | Vaikuttaa asuntojakaumaan, asuntojen keskipinta-aloihin ja toimivien pohjaratkaisujen luomiseen. Vaikutus kustannuksiin ei ole lineaarinen, vaan talotypeittäin optimaalisia runkosyvyvyyksiä. | 23 % |
| Runkoratkaisu | Täysin elementoitu on edullisin, kun taas täysin paikalla vallettu betonirunko kallein. Myös hybridiratkaisut lisäävät kustannuksia. Liittyy myös tuotantoystävällisyyteen. | 23 % |
| Suunnittelun laatu | Huono suunnittelun laatu lisää kustannuksia. Hyvä suunnittelun laatu parantaa myytävyyttä, kustannusten ennustettavuutta ja toteutettavuutta. | 23 % |
| Asuntojen määrä | Liittyy hankkeen kokoon. Mitä enemmän asuntoja enemmän toistoa ja täten vähemmän kustannuksia hyötyneliötä kohden. | 15 % |
| Huoneistojakauma | Liittyy asuntojen keskipinta-aloihin ja kohteen myytävyyteen. Mitä vähemmän pieniä asuntoja, sitä vähemmän kalliita neliötä, jolloin kustannukset hyötyneliötä kohden matalammat. | 15 % |
| Kerrostalon tyyppi | Kahteen suuntaan aukeava lamelli on edullisin, kun taas pistetalo on kallein. Riippuu myös kerrosten määrästä. | 15 % |
| Tekninen laatutaso | Korkeampi tekninen laatutaso tarkoittaa enemmän kustannuksia hyötyneliötä kohden. | 15 % |
| Asiakaskunta | Vaativammat asiakaskunnat vaativat tekniseltä ja palvelulliselta laadulta enemmän, joka lisää kustannuksia. | 15 % |
| Tonttitehokkuus | Rakennusoikeuden suhde tontin pinta-alaan. Vaikuttaa rakennettavan kerrostalon tyyppiin, massoitteeluun ja pysäköintiratkaisuun. Vaikutus kustannuksiin ei ole lineaarinen. | 8 % |

| | | |
|-------------------------------------|---|-----|
| Peruskerroksen tilatehokkuus | Peruskerroksen hyötyneliöiden ja bruttoneliöiden suhde. Mitä suurempi suhdeluku on sitä vähemmän kustannuksia hyötyneliöitä kohden. | 8 % |
| Poikkeavien kerroskorkeuksien määrä | Mitä enemmän poikkeavia kerroskorkeuksia sitä enemmän kustannuksia hyötyneliöitä kohden. | 8 % |

Liite 2. Pearsonin korrelaatiokertoimen kriittisiä arvoja (mukaiillen Holopainen & Pulkinen, 2008)

| Pearsonin korrelaatiokertoimen kriittisiä arvoja | | | | | |
|--|---|-------|-------|-------|--------|
| n | Merkitsevyystaso yksisuunteisessa testissä | | | | |
| | 5 % | 2,5 % | 1 % | 0,5 % | 0,05 % |
| | Merkitsevyystaso kaksisuuntaisessa testissä | | | | |
| | 10 % | 5 % | 2 % | 1 % | 0,1 % |
| 5 | 0,805 | 0,878 | 0,934 | 0,959 | 0,991 |
| 6 | 0,729 | 0,811 | 0,882 | 0,917 | 0,974 |
| 7 | 0,669 | 0,754 | 0,833 | 0,875 | 0,951 |
| 8 | 0,621 | 0,707 | 0,789 | 0,834 | 0,925 |
| 9 | 0,582 | 0,666 | 0,750 | 0,798 | 0,898 |
| 10 | 0,549 | 0,632 | 0,715 | 0,765 | 0,872 |
| 11 | 0,521 | 0,602 | 0,685 | 0,735 | 0,847 |
| 12 | 0,497 | 0,576 | 0,658 | 0,708 | 0,823 |
| 13 | 0,476 | 0,553 | 0,634 | 0,684 | 0,801 |
| 14 | 0,458 | 0,532 | 0,612 | 0,661 | 0,780 |
| 15 | 0,441 | 0,514 | 0,592 | 0,641 | 0,760 |
| 16 | 0,426 | 0,497 | 0,574 | 0,623 | 0,742 |
| 17 | 0,412 | 0,482 | 0,558 | 0,606 | 0,725 |
| 18 | 0,400 | 0,468 | 0,543 | 0,590 | 0,708 |
| 19 | 0,389 | 0,456 | 0,529 | 0,575 | 0,693 |
| 20 | 0,378 | 0,444 | 0,516 | 0,561 | 0,679 |
| 21 | 0,369 | 0,433 | 0,503 | 0,549 | 0,665 |
| 22 | 0,360 | 0,423 | 0,492 | 0,537 | 0,652 |
| 23 | 0,352 | 0,413 | 0,482 | 0,526 | 0,640 |
| 24 | 0,344 | 0,404 | 0,472 | 0,515 | 0,629 |
| 25 | 0,337 | 0,396 | 0,462 | 0,505 | 0,618 |
| 26 | 0,330 | 0,388 | 0,453 | 0,496 | 0,607 |
| 27 | 0,323 | 0,381 | 0,445 | 0,487 | 0,597 |
| 28 | 0,317 | 0,374 | 0,437 | 0,479 | 0,588 |
| 29 | 0,311 | 0,367 | 0,430 | 0,471 | 0,579 |
| 30 | 0,306 | 0,361 | 0,423 | 0,463 | 0,570 |

Liite 3. Asuinkerrostalon ominaisuuksien ja taloudellisen suorituskyvyn tunnuslukujen vä-
liset korrelaatiot

| | Tavoitekustannus per hyötyneliö | Kustannustoteuma per hyötyneliö | Toteuma suhteessa tavoitteeseen |
|--|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Tavoitekustannus per hyötyneliö | 1,000 | | |
| Kustannustoteuma per hyötyneliö | 0,748 | 1,000 | |
| Toteuma suhteessa tavoitteeseen | 0,215 | 0,805 | 1,000 |
| Hyötyneliöiden määrä | -0,213 | -0,042 | 0,116 |
| Rakennusoikeuden määrä | -0,217 | 0,001 | 0,184 |
| Bruttoneliöiden määrä | -0,161 | -0,013 | 0,113 |
| Rakennuksen tilavuus | -0,082 | 0,073 | 0,167 |
| Tontin pinta-ala | -0,012 | 0,150 | 0,223 |
| Tilatehokkuus | -0,405 | -0,259 | -0,030 |
| Kaavatehokkuus | 0,014 | -0,142 | -0,226 |
| Tonttitehokkuus | -0,090 | -0,044 | 0,033 |
| Peruskerroksen tilatehokkuus | -0,053 | 0,081 | 0,147 |
| Peruskerroksen hyötyneliöt | 0,049 | 0,279 | 0,344 |
| Peruskerroksen piiri | 0,182 | 0,387 | 0,383 |
| Peruskerroksen bruttoala | 0,049 | 0,263 | 0,323 |
| Porrassyöttö | -0,317 | -0,250 | -0,095 |
| Piirin suhde pinta-alaan | 0,733 | 0,587 | 0,209 |
| Piirin suhde pinta-alaan (W/F) | 0,329 | 0,490 | 0,403 |
| Piirin suhde teoreettiseen optimiin (LBI) | 0,312 | 0,491 | 0,416 |
| Piirin suhde pinta-alaan (M-indeksi) | 0,329 | 0,490 | 0,403 |
| Piirin suhde pinta-alaan (Cookin JC indeksi) | 0,329 | 0,490 | 0,403 |
| Piirin suhde pinta-alaan (POP) | -0,369 | -0,481 | -0,362 |
| Rakennuksen kulmien määrä | 0,125 | 0,120 | 0,068 |

| | | | |
|--|--------|--------|--------|
| Kattotasojen määrä | 0,081 | 0,379 | 0,472 |
| Julkisivun määrä | 0,045 | 0,265 | 0,331 |
| Julkisivun suhde hyötyneliöihin | 0,536 | 0,533 | 0,307 |
| Rungon syvyys | 0,079 | 0,049 | 0,032 |
| Asuntojen määrä | -0,328 | -0,282 | -0,112 |
| Kerrosten lukumäärä | -0,254 | -0,294 | -0,204 |
| Porraskerrosten lukumäärä | 0,019 | 0,169 | 0,225 |
| Asuntojen keskipinta-ala | 0,271 | 0,426 | 0,348 |
| Aikataulu kesto (pv) | -0,030 | 0,168 | 0,298 |
| Aikataulun kesto per asunto | 0,372 | 0,356 | 0,197 |
| Aikataulun kesto per porraskerros | 0,002 | -0,119 | -0,152 |
| Aikataulun kesto per bruttokuutio | 0,150 | 0,050 | -0,024 |
| Aikataulun kesto per bruttoala | 0,226 | 0,131 | 0,025 |
| Aikataulun kesto per hyötyala | 0,282 | 0,171 | 0,033 |
| Projektien määrä korttelissa | -0,574 | -0,642 | -0,479 |
| Projektin järjestysnumero korttelissa | -0,288 | -0,511 | -0,501 |
| Parvekkeiden lukumäärä | -0,177 | -0,152 | -0,056 |
| Parvekkeellisten asuntojen osuus | 0,167 | 0,183 | 0,113 |
| Parvekkeiden määrä (m2) | -0,291 | -0,091 | 0,140 |
| Parvekkeiden ala per hyötyala | -0,176 | -0,113 | 0,014 |
| Poikkeavat kerroskorkeudet määrä | 0,266 | 0,312 | 0,227 |
| Poikkeavien kerrosten suhteellinen määrä | 0,307 | 0,386 | 0,295 |
| Porrashuoneiden määrä | 0,093 | 0,269 | 0,301 |