



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

JENNI RIIHILUOMA
RAKENNUSHANKKEEN SUUNNITTELUN OHJAUKSEN KRIITTIS-
TEN PISTEIDEN TUNNISTAMINEN

Diplomityö

Tarkastajat: professorit Kalle Kähkönen ja Jaakko Kujala. Tarkastajat ja aihe hyväksytty 30. lokakuuta 2017.

TIIVISTELMÄ

JENNI RIIHILUOMA: Rakennushankkeen suunnittelun ohjauksen kriittisten pisteiden tunnistaminen

Tampereen teknillinen yliopisto

Diplomityö, 66 sivua, 2 liitesivua

Marraskuu 2017

Rakennustekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma

Pääaine: Rakennustuotanto

Tarkastaja: professori Kalle Kähkönen Tampereen teknillinen yliopisto ja professori Jaakko Kujala Oulun yliopisto

Avainsanat: suunnittelun ohjaus, lean, DSM, riippuvuusmatriisi, rakennustuotanto

Suunnittelun ohjauksen ja tehokkaan suunnitteluprosessin merkityksestä koko rakennushankkeen onnistumisen näkökulmasta ollaan entistä tietoisempia. Puutteellisin lähtötiedoin tuotettuja tai virheellisiä suunnitelmia joudutaan muokkaamaan, mikä aiheuttaa lisätyötä ja siten kustannus- ja aikaylityksiä. Suunnittelun ohjauksen kehittäminen onkin koko rakennusalan tehokkuuden parantamisen kannalta oleellista.

Työn taustalla on SRV Rakennus Oy:n halu kehittää omaa suunnittelun ohjaustaan ja selvittää tehtävien keskinäisten riippuvuussuhteiden ja tehtävien optimaalisen suoritusjärjestyksen määrittämiseen kehitetyn DSM-matriisin (Design Structure Matrix) potentiaali suunnittelun ohjauksen kehittämisessä. Tutkimuksen tarkoituksena on määrittää DSM-matriisia soveltamalla suunnittelun ohjauksen kriittiset pisteet eli tehtäväkokonaisuudet, joiden tehtävät ovat toisistaan riippuvaisia ja tulee siten suorittaa yhtäaikaaisesti.

Tutkimus on luonteeltaan konstrukttiivinen tutkimus, joka jakautuu kirjallisuusselvitykseen ja haastattelututkimukseen. Kirjallisuusselvityksessä tarkastellaan rakennushankkeen suunnittelun ohjausta, sen haasteita ja kehitysmahdollisuuksia. Haastattelututkimuksessa selvitetään työn kohdeyrityksen valitseman case-kohteen suunnittelijoita ja suunnittelun ohjaajia haastatteleamalla runkovaiheen suunnittelutehtävien riippuvuussuhteet. Saatujen tulosten avulla määritetään suunnittelun ohjauksen kriittiset pisteet.

Tutkimuksessa saadut tulokset osoittavat, että useimmiten suunnitteluprosessin ongelmien taustalla on heikko ja puutteellinen kommunikaatio. Suunnittelun ohjauksen kehittämisen kannalta oleellista onkin yhteistoiminnallisten työskentelytapojen, tietomallinnuksen sekä leanin mukaisten periaatteiden hyödyntäminen suunnitteluprosessissa. Tutkimuksen perusteella voidaan todeta erilaisten suunnittelutehtävien välillä olevan merkittävä määrä riippuvuuksia ja lähes kaikki tehtävät vaativat toisiltaan lähtötietoja. Tuloksia analysoimalla myös kriittisiä pisteitä voidaan löytää useita.

Tutkimuksen valossa matriisimuotoinen esitystapa tehtävien välisistä riippuvuuksista on erittäin visuaalinen apuväline, jonka avulla voidaan tunnistaa ja poistaa suunnitteluprosessin kriittisiä pisteitä etukäteen, pohtia tehtäville optimaalisin toteutusjärjestys ja auttaa suunnittelijoita ymmärtämään heidän työnsä vaikutukset muiden työhön. Siten sen käyttöönottoa suunnitteluprosessissa voidaan tähän tutkimukseen pohjautuen suositella kohdeyrityksen käyttöön. Tutkimuksen tuotoksena kohdeyritykselle on luotu kuvaus matriisimuotoista tehtäväriippuvuuksien esitystapaa hyödyntävästä apuvälineestä, sen käyttöönotosta ja hyödyistä.

ABSTRACT

JENNI RIIHILUOMA: Identifying the critical points in building design management

Tampere University of Technology

Master of Science Thesis, 66 pages, 2 Appendix pages

November 2017

Master's Degree Programme in Civil Engineering

Major: Construction Management

Examiners: Kalle Kähkönen and Jaakko Kujala

Keywords: design management, lean design, design structure matrix, construction management

The importance of design management and efficient design process is an increasingly acknowledged fact, when the success of the whole building project is being considered. Inadequate or incorrect designs must be corrected leading to rework, cost overruns and delays. Improvement of design management has a great impact on the efficiency of the whole construction industry.

This thesis is based on the need for SRV Construction Ltd to improve its own design management. The target company wants to find out if the Design Structure Matrix, which is created to resolve the dependencies of design tasks and find the optimal task order, is a potential tool to improve their design management. The purpose of this thesis is to define the task groups, named as critical points, in which the tasks are coupled and therefore needed to be executed at the same time by using the theory of Design Structure Matrix.

This is a constructive research which is divided in literature research and interviews. The literature research studies building design management, its challenges and possibilities of improvement. The dependencies of the design tasks are identified by interviewing the designers and design managers in case-study. After that the critical points of design management are resolved.

According to the research, most of the problems in the design process is due to poor or inadequate communication. To improve the design management, it is relevant to use communicative working methods, building information modelling and lean principles in the design process. Based on this research there is a significant amount of dependencies between the design tasks, and almost all tasks need background information from another. By analysing the results, several critical points can be found.

This research shows that modelling task dependencies in matrix is an extremely visual tool which can be used to identify and remove the critical points in design process beforehand, find the optimal task order and help designers to understand the effects of their work on the work of others. Based on the results of this thesis, starting to use the matrix tool in target company's design management can be recommended. As a product of this research, a description of how to start using the matrix tool and what are the benefits of it in design process was created for the target company.

ALKUSANAT

Tämä tutkimus on Tampereen teknilliselle yliopistolle tehty diplomityö. Tutkimuksen toimeksiantajana ja rahoittajana on ollut SRV Rakennus Oy. Työn ohjauksesta SRV Rakennuksen puolesta on vastannut Jyrki Maalahti. Työn tarkastajina toimivat Tampereen teknilliseltä yliopistolta professori Kalle Kähkönen ja Oulun yliopistosta Jaakko Kujala.

Haluan kiittää työn ohjaajaa suunnan näyttämisestä työn aikana ja yliopistoni tarkastajaa työhön saamistani vinkeistä. Kiitos myös SRV:lle työn mahdollistamisesta sekä kaikille työhön tavalla tai toisella osallistuneille tahoille.

Erityiskiitos kuuluu vanhemmilleni, jotka ovat tukeneet ja kannustaneet minua niin opinnoissa kuin myös muutoin elämässä. Lämmin kiitos myös avopuolisolleni, joka on jaksanut kannustaa minua koko kirjoitusprosessin ajan. Kiitos myös kaikille opiskelutovereille mukavista opiskeluhetkistä ja yhteisistä kokemuksista.

Tämän työn loppuun saattaminen päättää pitkäjänteisen opintaipaleeni ja käynnistää seuraavan luvun elämässä uusien haasteiden parissa.

Tampereella, 9.11.2017

Jenni Riihiluoma

SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO	1
1.1	Työn tausta	1
1.2	Tavoitteet	2
1.3	Tutkimusmenetelmät	2
1.4	Rajaukset	3
1.5	Rakenne	4
2.	SUUNNITTELUN OHJAUS RAKENNUSHANKKEESSA	5
2.1	Suunnitteluprosessi	6
2.2	Suunnittelun ohjauksen keinot	8
2.2.1	Aikataulu	8
2.2.2	Kustannukset	10
2.3	Suunnittelun ohjauksen haasteet	11
3.	SUUNNITTELUN OHJAUKSEN KEHITTÄMINEN	15
3.1	Kehittämisen tarve	16
3.2	Lean	17
3.3	Tietomallinnus	21
3.4	Apuvälineitä	24
3.4.1	Big Room	24
3.4.2	Solmutyöskentely	25
3.4.3	Last Planner	26
3.4.4	Design Structure Matrix	28
4.	HAASTATTELUTUTKIMUKSEN TOTEUTUS JA KRIITTISTEN PISTEIDEN MÄÄRITTÄMINEN	31
4.1	Hybridihankkeen määrittely	31
4.2	Case-kohteen esittely	32
4.3	Tutkimuksen suoritus	33
4.4	Haastattelujen aineisto	34
4.4.1	Suunnittelutehtävien väliset riippuvuudet	34
4.4.2	Haastattelukysymysten vastaukset	37
4.5	Aineiston analysointi	43
4.5.1	Runkovaiheen kriittisten pisteiden määrittely	43
4.5.2	Haastattelukysymysten vastausten analysointi	50
5.	YHTEISTYÖMATRIISI SUUNNITTELUN OHJAUKSEN TYÖKALUNA	52
5.1	Yhteistyömatriisin luominen	52
5.2	Matriisin käyttöönotto	53
5.3	Hyödyt suunnittelun ohjauksessa	55
6.	TUTKIMUSTULOSTEN ARVIOINTI	57
6.1	Tutkimustulokset	57
6.2	Tulosten luotettavuus ja yleistettävyyys	59
7.	JOHTOPÄÄTÖKSET	60

LÄHTEET	62
---------------	----

LIITE 1: HAASTATTELUKYSYMYKSET

LIITE 2: MATRIISIN TÄYTTÖOHJE

TERMIT JA LYHENTEET

Big Room	Työskentelytapa, jossa eri osapuolet työskentelevät ja suunnittelevat samassa tilassa johdetusti.
BIM	Building Information Modelling eli tietomallinnus. Rakennusten kolmiulotteinen suunnittelu, jossa rakennushankkeessa tarvittava tieto tallennetaan parametripohjaisiin objekteihin.
DSM	Design Structure Matrix eli riippuvuusmatriisi. Tehtävien riippuvuussuhteiden määrittämiseen tarkoitettu matriisimuotoinen työkalu, jossa tehtävät esiintyvät samassa järjestyksessä riveillä ja sarakkeissa.
Ehdotussuunnittelu	Rakennussuunnittelun vaihe, jossa laaditaan asetettujen vaatimusten mukaisia erilaisia vaihtoehtoisia suunnitteluratkaisuja.
Hankesuunnittelu	Suunnitteluvaihe, joka seuraa hankepääöstä. Selvitetään ja arvioidaan rakennushankkeen toteutusmahdollisuuksia.
Hankintapaketti	Sisältää kaikki hankinnan tekemiseksi tarvittavat urakkaan tai suuriin materiaalihankintoihin liittyvät suunnitelmat ja hankinta-asiakirjat.
Imuohjaus	Tuotantotapa, jossa toimintoja suoritetaan vain tarvittaessa ja tilauksesta.
IPT	Integroitu projektitoimitus. Organisoitintapa, jossa riskit ja hyödyt eri sopimusosapuolten välillä on jaettu, jolloin yhteinen vastuu kasvaa.
JIT	Just-in-time. Tuotantomenetelmä, jossa tuotteita valmistetaan todelliseen tarpeeseen oikea määrä ja oikeaan aikaan.
KVR	Kokonaisvastuurakentaminen. Urakkamuoto, jossa urakoitsijan vastuulle kuuluu rakentaminen ja suunnittelu.
Lean	Toyota Production Systemiin perustuva filosofia ja toimintamalli, jonka tarkoituksena on poistaa prosessista asiakkaalle arvoa tuottamatonta hukkaa.
Lean Construction	Lean rakentaminen. Rakennusalalle kehitetty sovellutus leanista, jossa hyödynnetään leanin mukaisia perusaatteita ja apuvälineitä.
LPDS	Lean Project Delivery System. Tuotantopohjainen projektinhallintajärjestelmä, jonka avulla lean rakentamisen periaatteet on mahdollista siirtää tuotantoon.

LPS	Last Planner System eli Last Planner –menetelmä. Yhdysvalloissa 1900-luvulla kehitetty lean rakentamisen työkalu, joka perustuu lyhyen aikavälin suunnitteluun ja ohjaukseen.
Suunnitelma-aikataulu	Suunnittelun ohjauksen apuväline, jossa on ajoitettu, milloin mikäkin suunnitelma tulee olla valmis ja toimitettu.
Suunnitelmapaketti	Sisältää kaikki tietyn suunnittelukokonaisuuden suunnitelmat.
Suunnittelu-aikataulu	Suunnittelijoiden hyväksymä aikataulu, jossa kuvataan kullekin suunnitelmalle varattu toteutusaikataulu.
Solmutyöskentely	Yhteistoiminnallinen työskentelytapa, jossa ryhmä kokoontuu yhteen tilaan jonkin haastavan ongelman ratkaisemiseksi.
Tarveselvitys	Suunnitteluprosessin aloittava vaihe, jossa kartoitetaan uusien tilojen tarve tai olemassa olevien tilojen muutostarve ja kuvataan tilojen vaatimukset.
TFV	Transformation-Flow-Value. Tuotanto, joka perustuu tuotannossa tapahtuvaan muunnokseen raaka-aineesta tuotteeksi, häiriöttömään prosessiin eli virtaukseen sekä arvontuottoprosessiin.
Toteutussuunnittelu	Rakennussuunnittelun vaihe, jossa yleissuunnitelma kehitetään tuotannon tarpeita palvelevaksi toteutuskelpoiseksi ja hankintoja palvelevaksi suunnitelmaksi.
TPS	Toyota Production System. Japanissa 1900-luvulla autoteollisuuden massatuotantoon kehitetty tuotantomenetelmä.
Työntöohjaus	Tuotantotapa, jossa toimintoja syötetään tuotantoon.
ViBR	Virtual Big Room. Virtuaalista teknologiaa hyödyntäen järjestetty Big Room työskentelyn tila.
YTV	Yleiset tietomallivaatimukset. Tietomallintamisen sisältövaatimuksista laadittu julkaisusarja.
Yleissuunnittelu	Rakennussuunnittelun vaihe, jossa valitusta ehdotussuunnitelmasta kehitetään toteutuskelpoinen yleissuunnitelma

1. JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Rakennushankkeiden suunnittelun ohjauksen organisoinnissa on yleisesti havaittu olevan puutteita. Kommunikaatio eri osapuolten välillä on heikkoa ja yhteistyön parantamisessa olisi vielä kehitettävää. Läheskään aina suunnittelun tavoitteita ja vaatimuksia ei ole viestitty kaikille osapuolille riittävän selvästi eikä suunnitteluorganisaatio toimi tiiviinä ryhmänä vaan yksilöinä. Hankkeiden monimuotoisuuden kasvaessa tavanomaiset projektinhallinnan keinot eivät enää ole riittäviä, vaan rinnalle pitäisi ottaa entistä enemmän yhteistoiminnallisia työskentelytapoja. Yksittäiset suunnittelijat eivät pysty hallitsemaan koko haastavan suunnitteluprosessin kokonaisuutta, vaan suunnitteluryhmä koostuu useista eri alojen asiantuntijoista.

Rakennushankkeen kustannuksista suurin osa määräytyy suunnitteluvaiheessa ja toteutuu rakentamisvaiheessa. Mahdollisuus vaikuttaa hankkeen kokonaiskustannuksiin on siten suunnitteluvaiheessa suurimmillaan. Mikäli suunnitelmissa havaitaan puutteita tai virheitä vasta toteutusvaiheessa, johtaa tämä suunnitelmien muuttamiseen ja mahdollisesti muutostöihin rakennustyömaalla. Virheellinen suunnittelu ja virheiden korjaaminen heikentävät tuottavuutta, kasvattavat kustannuksia ja viivästyttävät projektia. Suunnittelun ohjaukseen tulisikin kiinnittää huomiota heti suunnitteluprosessin alusta asti, jotta suunnittelu saadaan toteutettua tehokkaasti ilman suunnitelmien tarpeetonta, heikosta suunnitteluprosessin hallinnasta johtuvaa muokkaamista.

Tämä työ on tehty SRV Rakennus Oy:lle (jäljempänä kohdeyritys). Työn taustalla on kohdeyrityksen halu kehittää omaa suunnittelun ohjaustaan ja testata tehtävien riippuvuussuhteiden määrittämiseen kehitetyn DSM-matriisin (Design Structure Matrix) eli riippuvuusmatriisin soveltuvuutta rakennushankkeen suunnitteluprosessin kehittämisessä. Suunnittelun aikana törmätään usein ongelmiin, jotka olisi voitu ratkaista jo etukäteen miettimällä suunnittelutehtävien järjestys siten, että jokaisella tehtävällä on tarvittavat lähtötiedot selvillä ennen tehtävän aloitusta. DSM-matriisia soveltamalla voitaisiin tunnistaa rakennushankkeen suunnitteluprosessin kriittisimmät pisteet eli sellaiset suunnittelutehtävien kokonaisuudet, joihin kuuluvat tehtävät ovat riippuvaisia toistensa lähtötiedoista. Kriittisiin pisteisiin kuuluvia tehtäviä ei siten voida suorittaa itsenäisesti vaan ne vaativat yhteistyötä. Mikäli kriittisiä pisteitä ei tunnisteta etukäteen, aiheuttavat ne ongelmia suunnitteluprosessissa. Suunnittelun ohjausta tehostamalla on mahdollisuus parantaa koko rakennushankkeen tehokkuutta.

1.2 Tavoitteet

Tämän työn tarkoituksena on luoda yleiskatsaus rakennushankkeen suunnittelun ohjaukseen sekä kehittää kohdeyrityksen suunnittelun ohjausta soveltamalla suunnittelutehtävien riippuvuuksien määrittämiseen kehitettyä DSM-matriisia runkovaiheen suunnittelussa. Työn tavoitteena on määrittää runkovaiheen suunnittelun kriittiset pisteet eli ne runkovaiheen suunnittelutehtävien kokonaisuudet, joiden suorittaminen vaatii yhteistyötä suunnittelutehtävien ollessa riippuvaisia toistensa lähtötiedoista. Lisäksi luodaan kohdeyritykselle DSM-matriisin toimintaan pohjautuva suunnittelunohjauksen apuväline kriittisten pisteiden tunnistamiseen sekä kuvaus apuvälineen käyttöön otosta ja hyödyntämisestä suunnittelun ohjauksessa.

Työn tutkimuskysymyksinä ovat:

- Millaisia kriittisiä pisteitä runkovaiheen suunnittelu sisältää ja kuinka ne voidaan selvittää?
- Mitä hyötyjä suunnittelutehtävien riippuvuussuhteiden ja kriittisten pisteiden määrittämisestä on suunnittelun ohjauksessa?

Päätavoitteiden saavuttamisen ohella on mielekästä tarkastella rakennushankkeiden suunnittelun ohjauksen tämänhetkistä tilannetta ja sitä kautta ymmärtää tämän tutkimuksen taustalla olevat tekijät. Tutkimuksen osatavoitteena on selvittää millaisia haasteita suunnitteluprosessissa kohdataan ja kartoittaa suunnittelun ohjauksen kehitysmahdollisuuksia. Nämä osatavoitteet voidaan esittää apukysymysten muodossa seuraavasti:

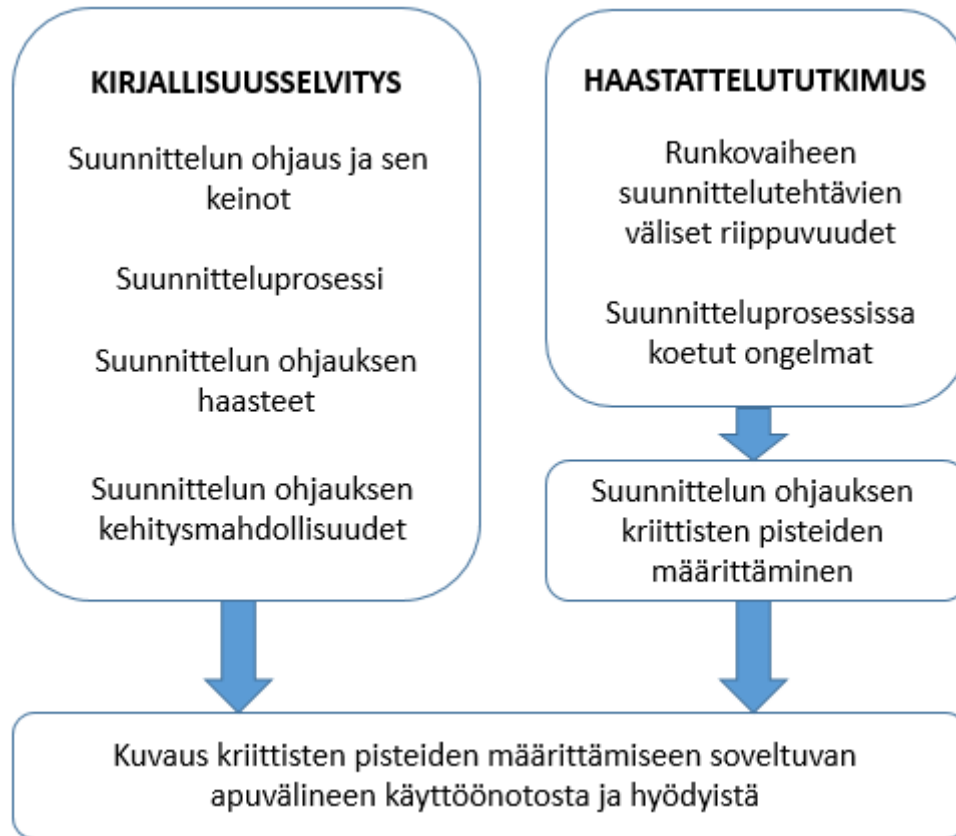
- Mitkä ovat suunnittelun ohjauksen keskeisimmät haasteet?
- Miten suunnittelun ohjausta voitaisiin kehittää?

1.3 Tutkimusmenetelmät

Tämä tutkimus on luonteeltaan konstruktiiivinen tutkimus, joka jakautuu kirjallisuusselvitykseen ja empiiriseen tutkimukseen. Työn teoriaosuus on toteutettu kirjallisuusselvityksenä. Kirjallisuusselvityksessä on tutkittu rakennushankkeen suunnittelun ohjausta, suunnitteluprosessia ja sen haasteita sekä suunnittelun ohjauksen keinoja. Lisäksi kirjallisuusselvityksessä on kartoitettu suunnittelun ohjauksen kehittämisen mahdollisuuksia tietomallinnuksen, leanin ja muutamien apuvälineiden kautta. Kirjallisuuslähteinä on käytetty alan suomalaisia ja ulkomaisia tutkimuksia ja teoksia, jotka ovat saatavissa verkkomateriaalina tai painettuina teoksina. Lisäksi materiaalina on käytetty Rakennusteollisuuden suunnitteluprosessia käsitteleviä RT-kortteja.

Työn empiirisessä tutkimusosiossa tutkimusmenetelmänä on käytetty haastattelututkimusta. Haastattelututkimus perustuu kohdeyrityksen valitseman case-kohteen suunnittelijoiden ja suunnittelun ohjaajien haastatteluihin. Haastattelututkimuksen tarkoituksena

on selvittää rakennushankkeen runkovaiheen suunnittelutehtävien väliset riippuvuussuhteet sekä kartoittaa haastateltujen kokemuksia suunnitteluprosessin toimivuudesta ja haasteista.



Kuva 1. Työssä käytetyt tutkimusmenetelmät ja niillä selvitetty aihekokonaisuudet

Rakennushankkeen suunnittelun ohjauksen kriittiset pisteet määritetään haastattelututkimuksessa saatavaa aineistoa analysoimalla. Haastattelututkimuksen tulosten ja kirjallisuusselvityksen teorian avulla kohdeyritykselle luodaan kuvaus kriittisten pisteiden tunnistamiseen kehitetyn, DSM-matriisiin perustuvan apuvälineen käyttöönotosta sekä apuvälineen tuomista hyödyistä suunnittelun ohjauksessa. Kuvassa 1 on esitetty työssä käytetyt tutkimusmenetelmät sekä niiden avulla selvitetty aihekokonaisuudet.

1.4 Rajaukset

Tämä työ keskittyy käsittelemään rakennushankkeen suunnittelun ohjausta yleisellä tasolla. Työn teoriaosuudessa ei ole tehty rajoituksia urakkamuotoon liittyen, vaan suunnittelun ohjaukseen ja sen kehittämiseen syvennytään yleisesti talonrakennushankkeen näkökulmasta. Työssä on tehty joitain erityishuomioita projektinjohtourakointiin liittyvästä suunnittelun ohjauksesta kohdeyrityksen toiminnan keskittyessä kyseiseen urakkamuotoon, mutta tämä näkökulma ei ole työssä vallitseva. Infrahankkeiden suunnittelun ohjaus ja erityispiirteet on rajattu tämän työn käsittelyn ulkopuolelle.

Suunnittelun ohjauksen kehittämistä käsittelevän teorian yhteydessä on esitelty vain muutama apuväline. Tarkasteluun on valittu yhteistoimintaan perustuvia apuvälineitä ja työskentelytapoja, joita on sovellettu rakennusalalla hyvin tuloksin. Ainoastaan tämän työn tutkimusosiossa sovellettu DSM-matriisi ei ole rakennusalalla kovin tunnettu, mutta sen teoria esitellään tämän työn kannalta oleellisena. Kyseisiin apuvälineisiin tehtyyn rajaukseen on vaikuttanut myös kirjoittajan oma näkemys työn kannalta kiinnostavista ja tehokkaista suunnittelun ohjausta kehittävästä apuvälineistä. Esiteltyjen apuvälineiden määrä on rajattu tämän työn laajuuteen sopivaksi.

Työn tutkimusosiossa tarkastelu on rajattu käsittelemään vain runkovaiheen suunnittelun kriittisten pisteiden määrittämistä hybridihankkeessa eli erilaisia käyttötarkoituksia yhdistelevässä rakennushankkeessa. Kyseinen rajaus runkovaiheen suunnittelutehtävien tarkasteluun on tehty, jotta tutkimuksen kokonaisuus pysyy hallittavissa rajoissa. Kaikkien vaiheiden suunnittelutehtävien tarkastelu olisi ollut tämän tutkimuksen puitteissa liian laaja kokonaisuus, johon olisi lukeutunut valtava määrä tehtäviä, joiden pelkkä määrittäminen olisi ollut erittäin haastavaa. Rajaus hybridihankkeeseen on tehty kohdeyrityksen toiveiden mukaisesti, jotta kyseisen hankemuodon tuomia erityispiirteitä voitaisiin tarkastella. Tutkimuksessa on tarkasteltu vain yhtä hanketta.

1.5 Rakenne

Tämä työ jakautuu seitsemään osaan. Ensimmäisessä johdantoluvussa avataan työn taustoja, määritellään työn tavoitteet ja rajaukset sekä esitellään työssä käytetyt tutkimusmenetelmät ja työn rakenne. Kahdessa seuraavassa luvussa esitellään työn taustalla olevaa teoriaa. Luku kaksi keskittyy rakennushankkeen suunnittelun ohjaukseen tarkastellen suunnitteluprosessia, suunnittelun ohjauksen keinoja sekä suunnittelun ohjauksessa kohdattuja haasteita ja ongelmakohtia. Luvussa kolme käsitellään suunnittelun ohjausta kehittäviä toimintatapoja tarkastelemalla leania, tietomallintamista sekä muutamia suunnittelun ohjauksen apuvälineitä.

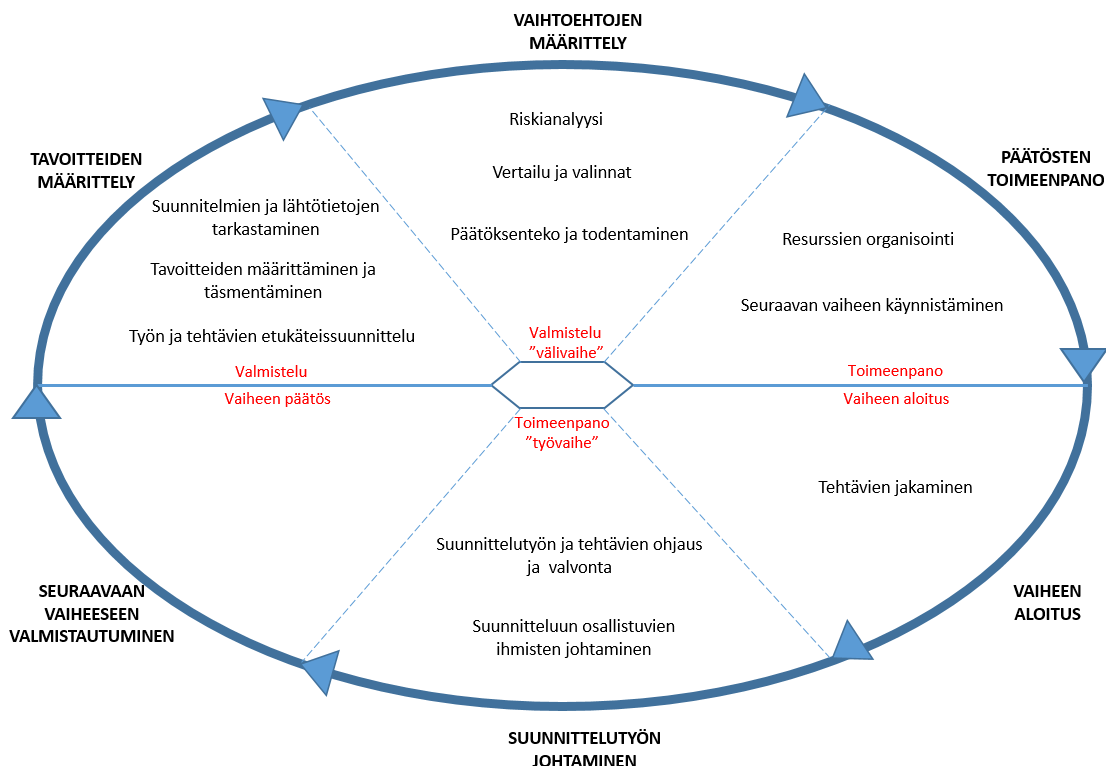
Työn neljännessä luvussa toteutetaan case-hankkeeseen liittyvä haastattelututkimus. Luvussa käydään läpi haastattelututkimuksen kohde, haastattelujen toteutus, esitetään haastatteluissa saatu aineisto ja analysoidaan sitä. Viidennessä luvussa sovelletaan haastattelututkimusta ja kirjallisuudesta saatuja tietoja suunnittelun ohjaukseen kriittisten pisteiden määrittämiseen soveltuvan apuvälineen kehittämisessä. Luvussa käsitellään apuvälineen käyttöönottoon ja käyttöön liittyviä näkökulmia sekä sen tuomia hyötyjä suunnittelun ohjauksessa.

Viimeiset kaksi lukua ovat työn pohtivia osioita. Kuudennessa luvussa pohditaan vastastattiinko työssä sille asetettuihin tutkimuskysymyksiin ja arvioidaan saatujen tulosten luotettavuutta ja yleistettävyyttä. Seitsemännessä eli viimeisessä luvussa esitetään työn johtopäätökset ja jatkotutkimusehdotukset.

2. SUUNNITTELUN OHJAUS RAKENNUSHANKKEESSA

Suunnittelun ohjaus tarkoittaa suunnittelijoiden opastusta, jolla pyritään saavuttamaan tavoitteiden mukaiset ja keskenään yhteensopivat suunnitteluratkaisut täyttäen myös tilaajan asettamat tavoitteet sekä rakentamismääräysten vaatimukset. Suunnittelun ohjauksella varmistetaan, että suunnitteluprosessin tuottamat suunnitelmat ovat toiminnallisesti, taloudellisesti, esteettisesti, teknisesti, ympäristöllisesti sekä muilta vaatimuksiltaan hyväksyttävät. Suunnittelua ohjaamalla huomioidaan eri osapuolten tarpeet, ratkaistaan mahdolliset ristiriidat, sovitaan työt keskenään sekä varmistetaan, että suunnittelun laajuus, kokonaiskustannukset, laatu ja suunnittelutyö pysyvät asetettujen puitteiden mukaisina. (RT 13-10860, 2006).

Suunnittelun ohjaus koostuu sykleittäin tapahtuvista perustehtävistä, jotka voidaan jakaa kuvan 2 mukaisesti osatehtäviksi. Suunnittelun ohjauksen prosessissa toistuvat tavoitteiden määrittely, vaihtoehtojen arviointi, päätösten toimeenpano, vaiheen aloitus ja suunnittelutyön johtaminen. (RT 13-10860, 2006)



Kuva 2. Suunnittelun ohjauksen tehtävät (Muokattu lähteestä RT 13-10860 2006)

Suunnittelun ohjauksesta vastaavaa tahoa ei voida yksiselitteisesti määrittää ainakaan suunnittelun ohjauksesta käsitteleviä RT-kortteja tarkastelemalla. Tästä syystä suunnittelun

ohjaustehtävistä tulisi aina keskustella hankkeen eri osapuolten välillä ennen sopimusten allekirjoittamista ja sopia tarkoituksenmukaisesta tehtävien jaosta yhdessä (Kruus 2008). Kun suunnittelua ohjataan, voidaan vaikuttaa siihen, että eri osapuolet toimivat hankkeen kokonaistavoitteiden mukaisesti samalla kun toteuttavat omia tavoitteitaan. Eri osapuolten tavoitteet eivät välttämättä kohtaa hankkeen kokonaistavoitteiden kanssa, joten hankkeen ohjausryhmän tulee arvioida kaikkien tavoitteiden yhteensopivuutta ja ratkaista mahdolliset ristiriidat.

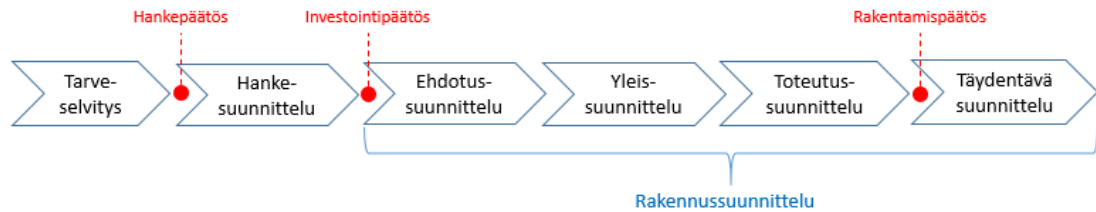
Tässä luvussa keskitytään käsittelemään rakennushankkeen suunnittelun ohjausta hyvin yleisellä tasolla. Luvussa käydään läpi suunnitteluprosessin luonnetta ja suunnittelun ohjauksen keinoja. Luvun lopussa tarkastellaan suunnitteluprosessissa yleisimmin esiintyviä haasteita, joilla pohjustetaan tämän työn tutkimuskysymyksiin vastaamista.

2.1 Suunnitteluprosessi

Rakennustuotannon prosessin perustuessa asetettujen laatuvaatimusten toteuttamiseen työmaalla on suunnitteluprosessi taas kyseisten laatuvaatimusten tuottamista tunnistamalla useiden asiakkaiden mahdollisesti hyvinkin erilaiset tarpeet ja muuntamalla ne toteutettaviksi, työmaata palveleviksi ohjeiksi (Ballard & Koskela 1998). Suunnitteluprosessi on luonteeltaan kompleksinen sisältäen pitkällä aikavälillä tuhansia päätöksiä lukemattomine riippuvuuksineen erittäin epävarmassa ympäristössä (Tzoropolous & Formoso 1999).

Suunnitteluprosessiin osallistuu joukko eri alojen ammattilaisia, joiden tulee tehdä ratkaisuja erilaisten kilpailukykyisten suunnitteluratkaisujen välillä usein puutteellisten tietojen ja kireiden kustannus- ja aikarajoitteiden puitteissa (Freire & Alarcón 2002). Aikaisissa suunnitteluvaiheissa on vaikeaa arvioida ja hallita suunnittelutyön etenemistä, sillä toteutunutta ja jäljellä olevaa työtä on hankalaa vertailla vähäisten fyysisten tulosten, kuten piirustusten avulla (Ballard & Koskela 1998).

Rakennushankkeen suunnitteluprosessi koostuu erilaisista suunnitteluvaiheista, jotka on esitetty kuvassa 3. Prosessi alkaa tarveselvityksellä, jonka tarkoituksena on kartoittaa uusien tilojen tarve tai olemassa olevien tilojen muutostarve sekä kuvata tiloja ja niiden vaatimuksia (RT 10-11109 2016). Tarveselvityksessä määritetään tarkoituksenmukainen toimintaympäristö tarvittaville toiminnoille kuvaten se tiloina ja niiltä vaadittavina ominaisuuksina sekä alustavana tilaohjelmana (Kankainen & Junnonen 2015). Tarveselvityksen pohjalta arvioidaan erilaisia ratkaisuja ja mikäli rakennushankkeeseen ryhtyminen koetaan kannattavaksi, tehdään hankepäätös (RT 10-11109 2016).



Kuva 3. Suunnitteluprosessin eteneminen

Hankepäättöstä seuraa hankesuunnittelu, jonka tarkoituksena on selvittää ja arvioida tarkasti rakennushankkeen edellyttämiä toteutusmahdollisuuksia (Kankainen & Junnonen 2015). Hankesuunnittelussa hankkeelle asetetaan tarkat laajuus-, toimivuus-, laatu-, kustannus-, aika- ja ylläpitotavoitteet, joista muodostetaan hankesuunnitelma (RT 10-11109 2016). Hankesuunnittelussa laaditaan tilaohjelma, jossa on määritelty kaikki rakennushankkeeseen sisältyvät huonetilat sekä tehdään rakennuspaikan selvityksiä ja niiden perusteella hankkeelle muodostetaan tavoitehinta (Kankainen & Junnonen 2015). Hankesuunnittelun tuloksena tehdään investointipäättös, jonka jälkeen alkaa suunnittelun valmistelu. Suunnittelun valmisteluun kuuluu suunnittelun organisointi, suunnittelukilpailujen ja mahdollisten neuvottelujen järjestäminen, suunnittelijoiden valinta sekä suunnittelusopimusten laatiminen, jotka lopulta johtavat suunnittelupäätöksen tekemiseen ja suunnittelun käynnistämiseen (RT 10-11109 2016).

Varsinainen rakennussuunnittelu alkaa ehdotussuunnittelulla, jossa laaditaan asetettuja tavoitteita vastaavia vaihtoehtoisia suunnitteluratkaisuja, joita vertaillaan keskenään (RT 10-11109 2016). Suunnitteluratkaisut tulee esittää riittävän tarkasti, jotta voidaan arvioida ja vertailla niiden toiminnallisuutta, soveltumista ympäristöön sekä kustannuksia (Kankainen & Junnonen 2015). Esitetyistä yleisratkaisuista valitaan paras vaihtoehto, joka hyväksytetään tilaajalla jatkosuunnittelun pohjaksi.

Tätä seuraa yleissuunnittelu, jossa valittua ehdotussuunnitelmaa kehitetään toteutuskelpoiseksi yleissuunnitelmaksi. Yleissuunnitteluvaiheessa myös rakenne- ja talotekniset suunnittelijat esittävät tilojen ja järjestelmien vaihtoehtoratkaisut (Kankainen & Junnonen 2015). Yleissuunnitteluvaihe päättyy rakennuslupa-asiakirjojen laatimiseen. Rakennuslupaa varten tulee laatia pääpiirustukset sekä viranomaisten vaatimat selvitykset, lausunnot ja laskelmat. Lisäksi rakennuslupatehtäviin kuuluu hanketta koskevien lupamennettelyjen selvittäminen sekä suunnittelijoiden kelpoisuuden varmistaminen (RT 10-11109 2016).

Lainvoimaisen rakennuslupan jälkeen prosessi etenee toteutussuunnitteluvaiheeseen, jonka tarkoituksena on kehittää yleissuunnitelma toteutuskelpoiseksi ja hankintojen edellyttämiksi suunnitelmiksi (RT 10-11109 2016). Toteutussuunnittelulla tulee varmistaa, että kaikki tehdyt suunnitelmat muodostavat yhtenäisen kokonaisuuden (Kankainen & Junnonen 2015). Toteutussuunnitelmien tulee sisältää työpiirustukset ja tekniset suunnit-

telmat siinä tarkkuudessa, että niiden avulla voidaan suorittaa urakkalaskenta. Rakentamisen valmistelun ja rakentamisen aikana voidaan tehdä vielä täydentävää suunnittelua, jossa laaditaan piirustuksia ja selostuksia hankkeen toteuttamista varten (RT 10-11109 2016).

Suunnittelutyötä pidetään yhtenä haastavimmista prosesseista sillä se on luovaa ajatus-työtä, jonka myötä luodaan, innovoidaan, kokeillaan ja muutetaan erilaisia ideoita asiakkaalle arvoa tuottaviksi palveluiksi, tuotteiksi ja kiinteistöiksi. Suunnitteluprosessissa tapahtuvilla virheillä voi olla merkittäviä seurauksia koko projektin elinkaaren ajalle. Aikaisessa suunnitteluvaiheessa mahdollisuus vaikuttaa suunnitteluratkaisuihin on suurin ja muutoksista aiheutuvat kustannukset ovat pienimmillään. Tästä syystä suunnitteluprosessin ohjaukseen tulisi kiinnittää huomiota jo alusta lähtien. (Al Hattab & Hamzeh 2016.)

Suunnittelutyön prosessin voidaan nähdä koostuvan kolmesta erilaisesta vaiheesta:

- Suunnittelun luova prosessi, jossa suunnitelma luodaan
 - Suunnitelmien luontiprosessi, jossa sovitut suunnitelmat dokumentoidaan kuvin ja mallein tuotanto-organisaation tarpeita varten
 - Päätöstentekoprosessi, jossa päätetään mitä rakennetaan tai mitä suunnitellaan vielä eteenpäin
- (Bolviken et al. 2010).

Yllä esitetyt vaiheet ovat jatkuvan prosessin vaiheita, jossa suunnittelun yksityiskohtaisuus kasvaa prosessin edetessä. Toisaalta vaiheet voivat myös limittyä toisiinsa, jolloin esimerkiksi päätöksentekoprosessi voi osoittaa kaikkien suunnitelmien olevan soveltumattomia ja tuotantosuunnitelmien laadintaprosessi voi osoittaa, että valitut suunnitelmaratkaisut eivät toimi. Päätöksenteko limittyy koko suunnitteluprosessin ajalle, sillä päätöksiä tehdään jatkuvasti suunnittelun eri vaiheissa. (Bolviken et al. 2010).

2.2 Suunnittelun ohjauksen keinot

Projektin onnistumista mitataan useimmiten kustannusten, aikataulun ja laadun näkökulmasta, ja siten myös suunnittelun ohjaus keskittyy perinteisesti näihin keinoihin. Nämä kolme tekijää ovat myös asiakkaan tyytyväisyyden mittareita, mutta tärkeintä on kuitenkin tuottaa asiakkaalle arvoa (Munthe-Kaas et al. 2015). Näistä keinoista aikataulua ja kustannuksia on seuraavaksi käsitelty tarkemmin.

2.2.1 Aikataulu

Rakennusprojektin keston lyhentäminen koetaan rakennusalalla merkittäväksi tekijäksi. Perinteisessä mallissa rakennusprojektissa suunnittelu tehdään ensin ja rakentaminen tämän jälkeen, mikä kasvattaa kokonaiskestoa projektin pilkkoutuessa erillisiin osiin. Ny-

kyisin suunnittelu ja toteutus on pyritty osittain limittämään keskenään ja tuotannon osamista hyödyntämään jo suunnitteluvaiheessa. Limittämisellä projektin kokonaisaikaa saadaan lyhennettyä kuitenkin karsimatta suunnitteluprosessille varattua aikaa. (Hosain & Chua 2013.)

Projekteissa tulee olla aina kaikkien suunnittelijoiden hyväksymä suunnittelu-aikataulu, jossa kuvataan kullekin suunnitelmalle varattu toteutusaikataulu. Suunnittelun ohjaamisen tärkeänä työkaluna toimii suunnitelma-aikataulu eli piirustus-aikataulu, jossa on ajoitettu, milloin mikäkin suunnitelma tulee olla valmis ja toimitettu. Aikataulussa tulee huomioida hankintaprosessin kesto, jotta suunnitelmat ovat toimituksiin nähden riittävän aikaisin valmiina. Oikein mitoitettun suunnitelma-aikataulun avulla suunnittelua voidaan ohjata koko hankkeen ajan. Yleensä suunnitelma-aikataulu muodostetaan hankinta-aikataulun kanssa ennen urakkasopimusten tekemistä, jotta suunnittelu ja hankinnat saadaan sovitettua yhteen. (Koskenvesa & Sahlsted 2013.)

Suunnitelma-aikataulun laadinnan pohjana tulee olla toteutettavissa oleva yleisaikataulu sekä suunnittelu-aikataulu, jotta siitä voidaan saada realistinen ja toimiva. Suunnitelma-aikataulun laadinnassa tulee keskittyä hankkeen toteuttamisen kannalta oleellisten suunnitelmien tarpeeseen. Toteutuskelpoisten suunnitelmien tulee olla valmiit ja toimitettu kaikille osapuolille riittävän ajoissa (noin 4-5 viikkoa) ennen uuden työvaiheen aloitusta. Tällöin suunnitelmien kommentoinnille, työmaasuunnitelmien laadinnalle sekä viranomaisdokumentointiin on vielä riittävästi aikaa ennen töiden aloitusta. (Koskenvesa & Sahlsted 2013.)

Suunnittelu- ja työmaakokouksissa käsitellään suunnittelijoiden aikataulutilanteet, seuraavien suunnitelmien valmistumispäivämäärät sekä niiden vaatimien lähtötietojen tilanne. Suunnittelun ohjauksesta vastaavan tehtävänä on seurata suunnittelu-aikataulujen toteutumista. Seuranta tapahtuu vähintään kahden viikon välein suunnittelukokouksissa, palavereissa tai muutoin yhteydenotoin. Jotta suunnitteluprosessista saadaan toteutuskelpoinen ja ristiriidaton, tulee suunnittelusopimuksin varmistaa kunkin suunnittelualan riittävät resurssit. (Koskenvesa & Sahlsted 2013.)

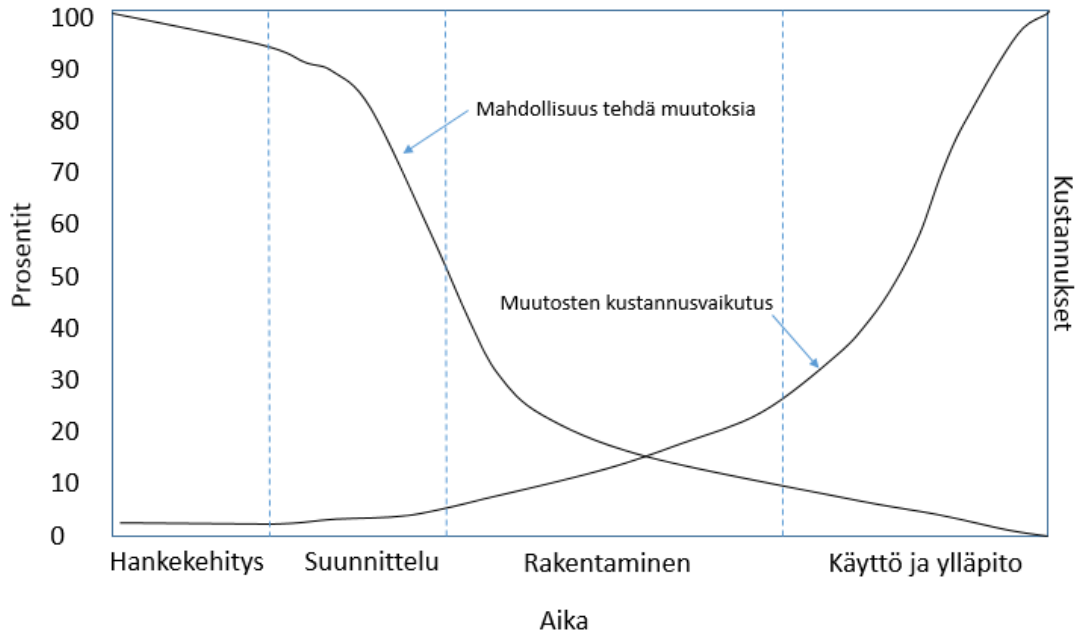
Useimmiten projektinjohtourakoissa suunnittelu-aikataulu on tehty hankintapaketeittain eli jaoteltu materiaalihankintaan tai urakkaan sisältyvien suunnitelmakokonaisuuksien mukaisesti. Kruus et al. (2006) tutkimuksen mukaan ne soveltuvat kuitenkin suoraan suunnittelun ohjaukseen ja aikatauluttamiseen huonosti muodostaessaan suunnittelun kannalta väärä ja irrallisia osia. Tutkimuksen mukaan projektinjohtorakentamisessa suunnittelu tulisi tehdä suunnitelmapaketeittain eli kokonaisuuksina, joiden keskinäiset riippuvuudet vaativat yhtäaikaista ratkaisuja. Hankkeen toteutussuunnittelun alkuvaiheessa päätetyt suunnitelmapaketit toimivat työkaluina suunnitelma- ja hankintajaossa sekä niiden aikatauluttamisessa.

2.2.2 Kustannukset

Tilaaajan näkökulmasta kustannukset ovat yksi merkittävimmistä tekijöistä arvioitaessa projektin onnistumista ja siten erittäin oleellinen myös suunnittelun ohjauksen kannalta. Rakennusprojektin kokonaiskeston näkökulmasta suunnittelun ja rakentamisen limittyminen on oleellista, mutta toteutustapa saattaa aiheuttaa myös merkittäviä kustannuksia. Lopulliset suunnitelmat saattavat poiketa merkittävästi alkuperäisistä suunnitelmista, joiden tietoja on mahdollisesti käytetty toteutuksessa aiheuttaen uudelleen tekemistä, mikä on erittäin kallista ja voi johtaa koko projektin keston pidentymiseen (Hossain & Chua 2013).

Suurin osa rakennushankkeen kustannuksista määräytyy suunnitteluvaiheessa ja toteutuu rakentamisen aikana. Kustannustasoon vaikuttaa rakennuttajan tekemät ratkaisut ja päätökset, joten onkin oleellista huomioida kustannuksiin merkittävimmin vaikuttavat tekijät jo heti alkuvaiheessa suunnittelua ja toteuttaa päätöksentekoa tavoitteellisesti ja kustannustietoisesti. (RT 10-11226 2016)

Suunnitteluprosessissa merkittävä kustannuksia aiheuttava tekijä on suunnitelmien muokkaaminen. Suunnitelmamuutosten ajankohdan ja muutoksista aiheutuvien kustannusten välillä on selvä yhteys; mitä myöhemmin suunnitelmia muokataan sitä enemmän se maksaa (Tilley 2005). Myöhäisessä suunnitteluvaiheessa tehtyjen muutosten kustannukset ovat kymmenkertaiset verrattuna suunnittelun alkuvaiheen muutoksiin. Jos taas suunnitelmien muokkaamisen tarve havaitaan vasta rakennuksen toteutusvaiheen alettua, kasvavat kustannukset jo satakertaisiksi suunnittelun alkuvaiheeseen verrattuna. Vastavasti mahdollisuus suunnitelmamuutosten tekemiseen on suunnittelun alkuvaiheessa suurin, mutta toteutusvaiheessa suunnitelmien muuttaminen on haastavampaa. Kuvassa 4 on havainnollistettu suunnitelmien muuttamisen ja niistä aiheutuvien kustannusten kehittymistä projektin eri vaiheissa.



Kuva 4. Suunnitelmanmuutosten kustannusvaikutukset rakennusprojektin eri vaiheissa (Muokattu lähteestä Forbes & Ahmed 2011)

Kustannusohjauksella pyritään pitämään hankkeen kustannukset tavoitteiden mukaisina ja estämään tarpeettomien ja kohtuuttomien kustannusten syntyminen (Kankainen & Junnonen 2015). Hankkeelle määritetään jo hyvin varhaisessa vaiheessa kustannustavoite, jolla suunnittelua ja päätöksiä ohjataan, jotta asetetuissa kustannuspuitteissa voidaan pysyä (RT 10-11226 2016). Suunnittelun edetessä suunnitelmien mukaisia kustannuksia seurataan ja verrataan tavoiteisiin (Kankainen & Junnonen 2015). Mikäli loppukustannusennuste uhkaa ylittyä, tulee budjetin ylittymiseen joko varautua tai pyrkiä pysymään tavoitteissa vaikuttamalla niihin päätöksiin, joihin on vielä mahdollista vaikuttaa (RT 10-11226 2016).

2.3 Suunnittelun ohjauksen haasteet

Rakennushankkeiden monimuotoisuus kasvaa jatkuvasti ja yksittäisen suunnittelijan on mahdotonta hallita useiden erityisalojen kattavaa suunnittelua. Lopulliset suunnitelmat saattavat sisältää ongelmia, jotka ovat havaittavissa vasta toteutusvaiheessa. Osa ongelmista voidaan ratkaista urakoitsijan ja arkkitehdin yhteisvoimin kun taas osa vaatii merkittäviä muutoksia kasvattaen kustannuksia ja viivästyttäen projektia. (Ko & Chung 2014.)

Rakennushankkeen suunnittelussa projektiorganisaatio on tilapäinen ja muodostettu juuri kyseistä hanketta varten (Huovila et al. 1997). Ryhmä koostuu useista erilaisia taitoja omaavista yksilöistä, joiden tarkoituksena on ratkaista haastava tehtävä määrätyn aikarajan puitteissa. Suunnitteluryhmän jäsenet edustavat eri yrityksiä, eivätkä välttämättä ainakaan yksilötasolla ole toimineet yhdessä aikaisemmin. Suurena haasteena onkin saada eri

organisaatioita edustavat osapuolet tekemään töitä yhteisen tavoitteen eteen (Tauriainen et al. 2016). Tilapäisen suunnitteluryhmän toiminta on tehtäväorientoitututta tähdäten asetetun suunnitteluhaasteen ratkaisemiseen, eikä suoranaisesti tähtää hyvien yhteistyösuhteiden luomiseen tulevaisuutta ajatellen (Kerosuo 2015). Tämän lisäksi suunnitteluryhmä sitoutuu projektiin usein vasta myöhäisessä vaiheessa, mikä tuo lisää haastetta suunnitteluprosessiin (Koskela et al. 1997).

Suunnittelun ohjauksen merkittävimpiä haasteita ovat heikko kommunikointi ja tehtävien koordinointi eri suunnittelijoiden välillä sekä eri suunnitteluvaiheiden vaatiman aikaresurssin määrittäminen (Koskela et al. 2001). Heikon informaatiokulun on havaittu vaikuttavan suoraan suunnitteluprosessin onnistumiseen (Tribelsky & Sacks 2010). Epätarhoilla ja puutteellisilla suunnitelmissa ja niiden dokumentoinnilla on selviä yhteyksiä prosessin tehokkuuteen (Tilley 2005). Valitettavan usein työmaalle toimitetaan suunnitelmia ja dokumentteja, jotka ovat puutteellisia tai heikkotasoisia epätäydellisestä, ristiriitaisesta tai virheellisestä tiedosta johtuen.

Kruus (2008) toteuttamassa SUKE-kyselyssä saatujen tulosten perusteella suunnittelun ohjauksessa voidaan havaita neljä ongelmaa: suunnittelun ohjauksen puutteellisuus, suunnittelutyön turhauttavuus, tyytymättömyys suunnittelijoihin sekä yhteisen intressin puuttuminen suunnittelussa. Tzortozopoulos & Formoso (1999) näkevät lisäksi merkittävimminä suunnittelun ohjauksen haasteina epätasaiset suunnitteluresurssit, puutteelliset ja puuttuvat lähtötiedot sekä päätöksenteossa tapahtuvat virheet. Aikaisemmissa suunnitteluvaiheissa tehtyjä päätöksiä ei välttämättä huomioida myöhemmissä tehtävissä riittävästi, mikä korostuu entisestään, mikäli suunnittelutavoitteet tai -vaatimukset muuttuvat (Koskela et al. 1997). Toisinaan joudutaan tilanteisiin, joissa suunnitteluprosessin etenemiseksi on tehtävä ratkaisuja puutteellisista lähtötiedoista huolimatta. Koskela et al. (1997) keräsi tutkimuksessaan erilaisia ratkaisuja tällaisiin tilanteisiin ja kuvasi näiden ratkaisujen vaikutuksia suunnitteluprosessiin case-hankkeissa ilmenneiden esimerkkien avulla. Näitä ratkaisuja ja vaikutuksia on koottu taulukkoon 1.

Taulukko 1. *Suunnittelun edistymiseksi tehtäviä ratkaisuja ja niiden vaikutuksia (Muokattu lähteestä Koskela et al. 1997)*

Ratkaisu	Vaikutukset	Esimerkkejä
Tehdään oletuksia ja tarkastetaan ne myöhemmin	Suunnitelmien muokkaaminen, jos oletukset osoittautuvat vääriksi. Toisaalta tarkastus saataan helposti unohtaa tai siihen ei ole aikaa ja ristiriidat eri suunnitelmien välillä voivat kasvaa.	Ristiriitojen huomaaminen työmaalla johtaa töiden keskeytymiseen ja kiireelliseen suunnitelmien uusimiseen.
Pyydetään suunnittelun lähtötietoja aktiivisesti suunnittelukouksissa ja puhelimella.	Tekee toisten suunnittelijoiden työstä katkonaista haitaten keskittymistä.	Käytetään usein suunnitteluprosessin alkuvaiheissa.
Eliminoidaan suunnitteluhäiriöt vaihtoehtoisilla rakentamisratkaisuilla.	Kasvattaa usein kustannuksia.	Reikiä tehdään työmaalla sen sijaan, että ne tehtäisiin jo elementtitehtaalla.
Sovitaan tehtävien väliset rajapinnat ennalta.	Ratkaisu ei välttämättä ole optimaalisin.	Asiakas ja arkkitehti eivät voi sopia ratkaisusta keskenään, mutta suunnitteluprosessin jatkamiseksi ratkaisu tehdään arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan välillä.
Ylimoitetaan suunnitteluratkaisu kaikkien tulevien päätösten mahdollistamiseksi	Ratkaisu ei välttämättä ole optimaalisin.	Käytetään yleisesti perustusten suunnittelussa, kun rakennuksen lopullista painoa ei tiedetä.
Valitaan suunnitelmaratkaisu suunnitteluprosessin näkökulmasta eli mikä estää mahdollisimman vähän muiden tehtävien etenemistä	Valittu ratkaisu saattaa olla muista näkökulmista huonompi, kuten toiminnallisuus ja kustannukset.	Asiakas ei pysty tekemään ajoissa päätöstä tilan vaatimuksista, joten rakenteet päätetään tehdä teräksestä painon ollessa vähäisempi tekijä rakenteiden mitoituksessa ja läpimenoajan ollessa lyhempi kuin betonirakenteilla. Todellisuudessa ratkaisusta tulee moniulotteisempi johtuen tuotannollisiin- ja toimitusongelmiin ja siten viivästyksiin.

Suunnittelun ohjaustavat riippuvat yrityksestä tai yksilöstä, mutta liian usein suunnitteluprosessia johdetaan ilman systemaattisia toimintatapoja ja vähin apuvälinein (Huovila et al. 1997). Suunnittelun ohjauksen ja sitä kautta suunnitteluprosessin sujuvuuden taustalla on monia tekijöitä. Selkeiden toimintatapojen puute ja yhteistyöongelmat vaikeuttavat suunnitteluprosessin onnistumista. Kuvaan 5 on koottu suunnittelun ohjauksessa yleisimmät tunnistetut ongelmat ja haasteet, jotka on esitelty tämän luvun aikana.

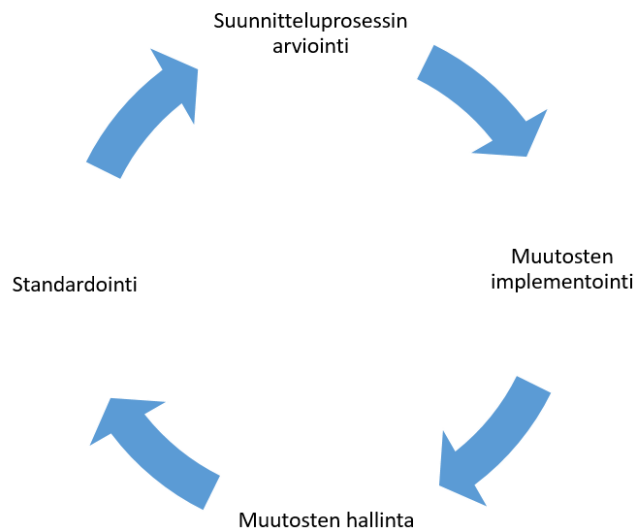


Kuva 5. *Suunnitteluprosessissa ongelmia aiheuttavat tekijät*

Systemaattisuuden puute suunnittelun ohjauksessa ja suunnittelijoiden suunnittelutavoissa yhdistettynä tunnistettuihin haasteisiin altistavat suunnitteluprosessin suunnitteluvirheille ja konflikteille (Tauriainen et al. 2016). Heikon suunnitteluprosessin hallinnan myötä aikatauluissa pysyminen on haasteellista, eikä eri suunnitteluratkaisujen optimoinnille ole riittävästi aikaa. Lopulliset suunnitteluratkaisut saattavat sisältää virheitä ja eri suunnittelualojen suunnitelmat eivät välttämättä ole yhteensopivia.

3. SUUNNITTELUN OHJAUksen KEHITTÄMINEN

Freire & Alarcon (2000) esittävät suunnitteluprosessin kehittämisen muodostuvan neljästä vaiheesta: diagnosointi ja arviointi, muutosten implementointi, hallinta sekä standardointi. Ensimmäisessä arviointivaiheessa määritetään kuinka hyvin suunnitteluprosessi on toteutettu lean-ajattelun ja prosessissa syntyvään hukan näkökulmasta. Seuraavassa vaiheessa tehdään muutoksia ensimmäisessä vaiheessa saatujen tulosten perusteella ja ehdotetaan sopivia apuvälineitä muutosten toteuttamiseksi. Kolmannessa vaiheessa hallitaan ja arvioidaan suunnitteluprosessissa tapahtuvia muutoksia. Neljännen vaiheen tarkoituksena on vakioida suunnitteluprosessia parantavat ja tukevat työtavat ja luoda prosessiin jatkuvaan kehitykseen tähtäävä toimintamalli. Kuvassa 6 esitetyn kehittämisideologian avulla voitaisiin kehittää myös rakennushankkeiden suunnittelun ohjausta.



Kuva 6. *Suunnitteluprosessin kehittäminen*

Tämä luku keskittyy käsittelemään suunnittelun ohjauksen kehittämistä; miksi se on oleellista ja kuinka sitä voidaan kehittää. Rakennusalan kehittämistä käsittelevissä teoksissa nousevat esiin usein tietomallinnus sekä lean, joten näitä on käsitelty luvussa tarkemmin suunnitteluprosessin kehittämisen näkökulmasta. Merkittävänä suunnittelun ohjausta parantavana toimintamallina voidaan nähdä tietomallintamisen ja leanin muodostama kokonaisuus, jolla on mahdollista kasvattaa asiakkaan arvokokemusta entisestään (Tauriainen et al. 2016). Luvun lopussa on tarkasteltu yksityiskohtaisemmin muutamaa leanin mukaista yhteistyöhön keskittyvää apuvälinettä, joiden käytöllä on havaittu selvästi olevan hyötyä suunnitteluprosessin kannalta.

3.1 Kehittämisen tarve

Rakennusalan kehittyminen on viimeisten vuosien aikana ollut hitaampaa kuin muilla aloilla, joten prosessien kehittäminen on tärkeää alan tehokkuuden parantamiseksi (Fosse & Ballard 2016). Heikon suunnittelun ja puutteellisen dokumentoinnin on nähty olevan rakennusosalalla suurimmat tehokkuutta heikentävät tekijät, jotka myös johtavat kustannuslylytyksiin, aikaylityksiin ja uudelleen tekemiseen (Tilley 2005). Yksi potentiaalisista kehittämisen prosesseista on suunnittelun ohjaus, jossa on yleisesti havaittu olevan puutteita. Erityisesti suunnittelutehtävien ja vastuiden määrittelyyn sekä riittävien lähtötietojen toimittamiseen tulisi kiinnittää enemmän huomiota. Suunnittelun ohjauksen toimintatavoissa voidaan havaita aukko teoreettisen kehityksen ja käytännön sovellutusten välillä (Tuholski & Tommelein 2008); kehitystyötä on teoreettisella tasolla tehty, mutta käytännössä se ei ole vielä riittävässä määrin näkynyt.

Projektin heikon suoriutumisen taustalla on usein puutteelliset projektinhallinnan toimintatavat, jotka perustuvat yleensä hyvin teoreettisen taustan omaaviin perinteisiin projektinhallinnan keinoihin (Tilley 2005). Nykypäivän suunnitteluprojektit vaativat uudenlaisia yhteistyöhön perustuvia toimintamenetelmiä, sillä ne sisältävät tehtäviä, joita yksittäinen organisaatio ei voi ratkaista (Kerosuo et al. 2013). Eri osapuolten välisen kommunikaation ja yhteistyön kehittäminen ja parantaminen ovat merkittävässä roolissa niin suunnittelun ohjauksen kuin samalla koko rakennusalan kehittämisen kannalta. Kommunikaatiossa tulisi lisätä verbaalia ihmisten välistä tapaamisten ja puhelinkeskusteluiden kautta tapahtuvaa kommunikaatiota, jonka on todettu olevan selvästi tehokkaampaa kuin informaation vaihto sähköpostin tai piirustusten välityksellä (Ausrum et al. 2016). Uudenlaisten teknologioiden avulla on mahdollista vastata tähän tarpeeseen.

Tilojen käyttäjät ja heidän toiminnalliset tilantarpeet vaihtuvat usein rakennuksen elinkaaren aikana. Tästä syystä muuntojoustavuuden merkitys tilojen suunnittelussa kasvaa entisestään ja tämän tulisi myös näkyä suunnittelun ohjauksessa aiempaa enemmän huomioimalla asiakkaan tarpeet paremmin ja arvioimalla erilaisten vaihtoehtojen toiminnallisuutta. Kaikkia toiveita ei kuitenkaan suunnittelun alkuvaiheessa ole mielekästä viedä suunnitteluratkaisuihin, sillä hankkeen kesto ja muutostöiden riskit kasvavat. Lisäksi usein rakennuksen kaikkien käyttäjien yksilöityjen tarpeiden huomioiminen riittävällä tasolla on haastavaa, sillä suunnitteluratkaisuja tehdään jo ennen loppukäyttäjien selviämistä. (Junnonen & Kankainen 2007.)

Suunnitteluprosessin oletetaan olevan systemaattinen ja suoraviivainen, eikä eri suunnittelutehtävien vuorovaikutuksia huomioida riittävästi (Hammond et al. 2000). Useat eri tehtävät ovat riippuvaisia toistensa informaatiosta, joten eri osapuolten jatkuva kommunikointi on merkittävässä roolissa, jotta informaatiota on mahdollisimman paljon saatavilla päätöksiä tehtäessä. Näin ollen perinteiset rakennustuotannon suunnittelun konseptit

ja tekniikat, jotka tarkkailevat prosessin etenemistä valmiiden piirustusten ja muun suunnittelumateriaalin valmistumisen näkökulmasta (Austin et al. 2000), eivät sellaisenaan sovellu suunnitteluprosessin haasteiden ratkomiseen (Ballard & Koskela 1998). Pelkätään vaadittujen suunnitelmien aikataulun mukaista toimittamista tarkastelevien toimintatapojen hyödyntäminen suunnitteluprosessissa ei mahdollista suunnittelutyölle tyypillisten muutosten ja viivästysten vaikutusten tarkkaa analysointia (Austin et al. 2000). Tämä johtaa siihen, että suunnitelmia toimitetaan puutteellisina, jotta ne ovat määrääikään mennessä toimitettu. Merkittävänä suunnittelun ohjauksen kehittämisen näkökohdanna tulisikin siirtyä työntöohjauksesta eli pakotetusta suunnitelmien tuottamisesta imuohjaukseen, jossa suunnitelmia tuotetaan vain tarpeeseen ja löytää tätä toimintamallia parhaiten edistäviä työkaluja ja työtapoja.

Koskela et al.(2001) tutkimuksen mukaan yksi suurimmista hukan aiheuttajista rakennushankkeen suunnittelutyössä on suunnitelmien tarpeeton muokkaaminen, mikä johtuu siitä, että suunnittelutehtävien järjestystä ei ole optimoitu tai tehtäviltä puuttuu niiden suorittamiseen vaadittavaa informaatiota. Lähtötietojen saaminen oikeaan aikaan on tärkeää, sillä tarvittavien tietojen puuttuminen aiheuttaa häiriöitä suunnitteluprosessiin (Tauriainen et al. 2016). Toteutusvaiheessa havaittujen suunnitelmapuutteiden myötä suunnitelmat palautuvat tuotannosta suunnittelijalle korjattavaksi ja tämän korjausprosessin jatkuva toistaminen lisää kustannuksia ja hankkeen kestoja merkittävästi (Ko & Chung 2014). Tehokkaan suunnittelunohjauksen merkityksestä kustannusten hallinnan ja projektin yhtäjaksoisen etenemisen näkökulmasta ollaan entistä tietoisempia (Austin et al. 2000), mutta keinoja suunnitteluprosessin tehostamiseen prosessin ymmärtämisen, kuvaamisen ja toistamisen kautta on ollut vaikea tunnistaa (Pektas & Pultar 2005).

3.2 Lean

Lean perustuu Toyotan kehittämään Toyota Production Systemiin (TPS), jonka tarkoituksena on poistaa asiakkaalle arvoa tuottamatonta hukkaa prosessista. Sen lähtökohtana on just-in-time -tuotanto (JIT), jossa tuotteita valmistetaan oikea määrä oikeaan aikaan. Lean tuotanto pyrkii täydellisyyteen keskittyen arvoa tuottavaan sujuvaan tuotantoprosessiin (Forbes & Ahmed 2011). Tarkoituksena on siten jatkuvasti kehittää ja parantaa prosesseja. Ihmisten sitouttaminen leanin mukaisiin toimintatapoihin sekä yksilöiden ja yrityksen tavoitteiden yhtenäistäminen ovat lean-prosessissa avainasemassa (Haapasalo 2011). Leanin mukaisessa toiminnassa ei virheen sattuessa etsitä syyllistä, vaan pyritään ehkäisemään kyseisen virheen toistuminen tulevaisuudessa. Lean kiteytyy kolmeen kohtaan:

- Häiriötön virtaus (flow) systeemin läpi
- Kulttuuri, jossa jatkuva parantaminen on kaikkien toimijoiden lähtökohtana
- Imuohjaus, jossa toimintoja suoritetaan vain tarvittaessa tai tilauksesta (Koskenvesa & Sahlsted 2013).

Lean voidaan nähdä filosofiana, toimintamallina tai leanin mukaisten apuvälineiden kautta. Lean-apuvälineet eivät itsessään tuota tavoiteltua hyötyä prosessissa, ellei leanin perimmäistä tarkoitusta ymmärretä. Ensin on siis ymmärrettävä miksi tehdään ja mitä tavoitellaan ja tämän jälkeen vasta voidaan miettiä, millä tekniikoilla haluttuun lopputulokseen päästään.

Lean-ajattelua voidaan edistää rakennushankkeen toteutusmuodon valinnalla. Perinteiset kokonaishintaurakat ovat leanin näkökulmasta jäykkiä, minkä vuoksi integroidut toteutusmuodot ovat kasvattaneet suosiotaan. Integroituja toteutusmuotoja kutsutaan yleisesti integroiduksi projektitoimitukseksi (IPT), joka on sopimusosapuolten yhteistä vastuuta korostava organisointitapa, jossa riskit ja hyödyt jaetaan. Yksi integroitu toteutusmuoto on niin sanottu allianssimalli, jossa kaikilla osapuolilla on yksi yhteinen sopimus. Toinen integroitu toteutusmuoto on yhteistoimintaurakka, jossa esimerkiksi projektinjohtourakan sopimusmallin lisäksi laaditaan kaikkia osapuolia koskeva yhteistyösopimus. Tällaisissa toteutusmuodoissa eri osapuolista muodostetaan heti projektin alkuvaiheessa yhteiset tavoitteet omaava projektioorganisaatio, joka toimii projektin parhaaksi yli organisaatiorajojen. (Lean Construction Institute Finland 2017.)

Lean rakentaminen

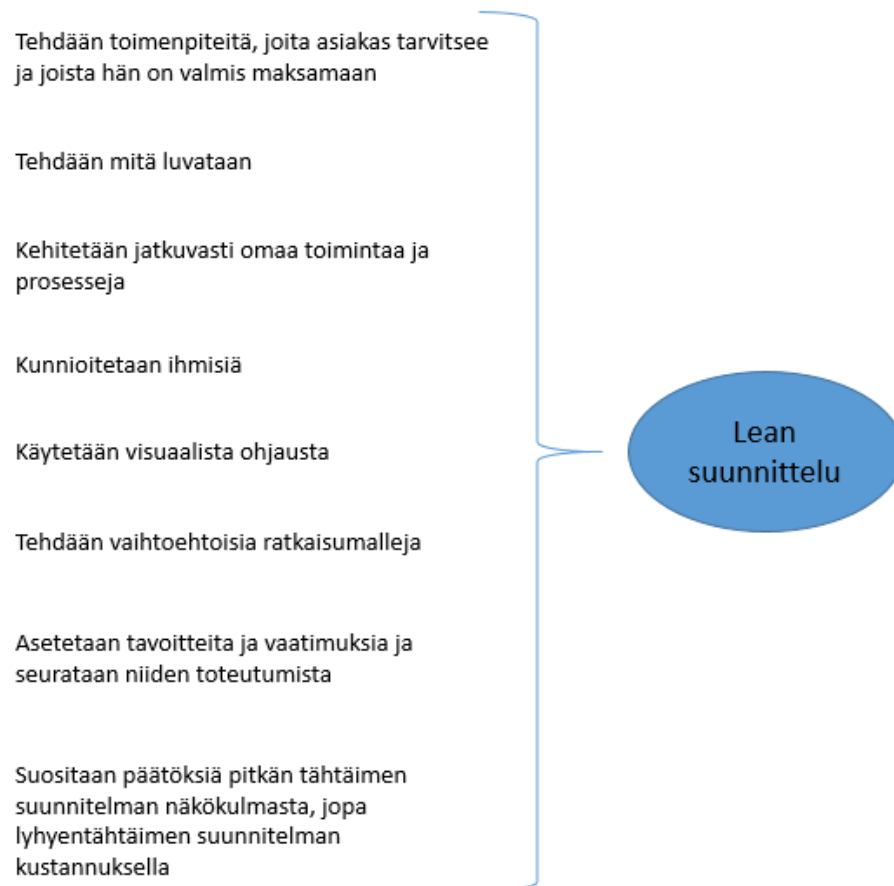
Lean rakentaminen eli Lean Construction on rakennusalalle muokattu sovellutus leanista. Sen tarkoituksena on minimoida hankkeissa syntyvän hukan, työn, energian, materiaalien ja muiden resurssien käyttöä ja siten maksimoida asiakkaalle tuotettava arvo. Lean rakentaminen muodostuu TFV-teoriasta (Transformation-Flow-Value) ja LPDS:stä (Lean Project Delivery System). TFV-teoria pohjautuu nimensä mukaisesti tuotannossa tapahtuvaan muunnokseen raaka-aineista tuotteeksi, häiriöttömään prosessiin eli sisäiseen virtaukseen sekä arvontuottoprosessiin. LPDS on Toyotan kehittämää TPS:ää mukaileva tuotantopohjainen projektinhallintajärjestelmä, jonka avulla lean rakentamisen periaatteet voidaan siirtää projektituotantoon. (Koskenvesa & Sahlsted 2013)

Lean on omaksuttu rakennusalalle vastauksena asiakkaiden tyytymättömyyteen ja toimitusketjujen toimimattomuuteen. Suunnittelijoiden, urakoitsijoiden ja toimittajien siiloutuminen kasvattaa projektissa syntyvää hukkaa ja osapuolten välisen luottamuksen puute johtaa toisen työn jatkuvaan tarkkailuun. Lean rakentaminen on yhteistyötä, joka perustuu sitoutuneisuuteen ja luottamukseen. Ryhmien toimivuutta parannetaan yhteistyöhön perustuvien apuvälineiden avulla ja yhteisellä pyrkimyksellä parantaa prosessia jatkuvasti. Leanin avulla pyritään poistamaan prosessien vaihtelevuutta luoden prosessiin jatkuva virtaus ja siten parantamaan prosessin ennustettavuutta samalla kasvattaen eri osapuolten välistä luottamusta. (Seed 2015.)

Lean suunnittelu

Toisin kuin rakennustuotannon prosessi, suunnitteluprosessi poikkeaa massatuotannosta siinä määrin, että leanin mukaiset periaatteet eivät ole suoraviivaisesti sovellettavissa

suunnitteluun (Deshpande et al. 2012). Lean suunnittelu onkin leanin mukaisten periaatteiden, tekniikoiden ja apuvälineiden soveltamista suunnitteluprosessissa. Leanin sisällyttäminen suunnitteluprosessiin auttaa tunnistamaan, mikä prosessissa on hukkaa ja mikä arvoa (Franco & Picchi 2016). Leanin periaatteiden soveltaminen suunnitteluprosessissa on kasvattanut jatkuvasti suosiotaan, sillä perinteisessä suunnittelun ohjauksessa on selviä puutteita (Deshpande et al. 2012). Lean suunnittelun periaatteet on esitetty kuvassa 7.



Kuva 7. Lean suunnittelun periaatteet (Muokattu lähteestä Järvinen 2013)

Myös lean suunnittelua voidaan tarkastella kolmesta eri näkökulmasta TFV-teorian mukaisesti; suunnitteluprosessin muunnoksena syötteistä tuotoksiksi, informaatiota virtaavana suunnitteluprosessina sekä arvoa tuottavana suunnitteluprosessina (Deshpande et al. 2012). Tehokkaan suunnittelun ohjauksen aikaansaamiseksi kaikki kolme näkökulmaa tulisi sisällyttää suunnittelun ohjauksen prosessiin (Ballard & Koskela 1998). Muunnosteorian mukaisesti joukko suunnittelun ammattilaisia muuntaa asiakkaiden vaatimukset (syötteet) suunnitteluratkaisuiksi (tuotoksiksi). Virtausteoriaan pohjautuen suunnitteluprosessi sisältää informaatiovirtausta hankkeen eri osapuolilta suunnittelijoille ja takaisin. Lisäksi suunnitteluprosessi voidaan nähdä arvontuottoprosessina asiakkaalle, jolloin tär-

keintä on tunnistaa arvoa tuottamattomat toiminnot ja poistaa ne prosessista. Arvontuottoprosessi riippuu suunnittelijoiden tarvitseman tiedon laadusta ja saatavuudesta sekä suunnittelutiimin kyvyistä muuntaa haastavat vaatimukset asiakkaalle arvoa tuottaviksi ratkaisuksi (Deshpande et al. 2012). Suunnitteluprosessin arvon tuottamista voidaan tarkastella kolmesta eri näkökulmasta:

- Parannetaan suunnitteluprosessin sisäistä tehokkuutta; suunnitteluryhmän tehokkuuden parantuessa suunnitteluprosessin kustannukset aleneva, jolloin mahdollisuudet tuottaa arvoa koko projektin näkökulmasta ovat marginaaliset.
- Parannetaan tuotannon prosessien sisäistä tehokkuutta; suunnitteluprosessin tuottamien virheettömien, aikataulussa toimitettujen ja ratkaisuiltaan rakennettavien suunnitelmien myötä tuotannon kustannukset vähentyvät, jolloin mahdollisuudet tuottaa arvoa koko projektin näkökulmasta ovat merkittävät.
- Parannetaan koko prosessin ulkoista tehokkuutta; toteuttamalla toiminnallisempia, esteettisempiä, teknisempiä ja taloudellisempia rakennuksia voidaan kasvattaa prosessin arvoa, jolloin mahdollisuudet tuottaa arvoa koko projektin näkökulmasta ovat merkittävät.

(Knotten et al. 2014.)

Urakoitsijoiden, suunnittelijoiden ja toimittajien sisäisen tehokkuuden parantaminen voi vähentää kustannuksia, mikä taas voi kasvattaa kilpailukykyä kustannusten alentuessa. Ulkoisen tehokkuuden parantuminen taas voi tuottaa enemmän tyytyväisiä asiakkaita, jolloin he ovat mahdollisesti halukkaita maksamaan enemmän ja investoimaan yritykseen myös tulevaisuudessa. (Knotten et al. 2014.)

Lean suunnittelunohjauksella mahdollistetaan prosessien merkittävä parantaminen haastavissa, epävarmoissa ja nopeissa rakennusprojekteissa (Forbes & Ahmed 2011). Lean filosofian sisällyttäminen suunnittelun ohjaukseen auttaa tehostamaan suunnitteluprosessia, optimoimaan resurssien käyttöä ja parantamaan suunnittelun ja dokumentoinnin laatua (Tilley 2005). Leanin avulla voidaan:

- alentaa kustannuksia
- vähentää viivästysten määrää
- vähentää epävarmuutta prosesseissa
- toteuttaa tehokkaampia rakennuksia
- parantaa käyttäjän tyytyväisyyttä

(Forbes & Ahmed 2011).

Leanin mukaisia periaatteita hyödynnetään yleisesti rakennustuotannon prosesseissa hukan vähentämiseksi. Ymmärrys siitä, että suunnitteluvaiheessa on todellisuudessa suurempi mahdollisuus vaikuttaa hukan vähentämiseen ja projektin onnistumiseen, on lisännyt lean-tekniikoiden hyödyntämistä myös suunnittelussa (Freire & Alarcon 2000).

3.3 Tietomallinnus

Tietomallintaminen eli BIM (Building Information Modelling) tarkoittaa rakennusten kolmiulotteista suunnittelua, jossa mallintamisen yhteydessä tallennetaan rakennushankkeessa tarvittava tieto tietomallin parametripohjaisiin objekteihin (Korpela 2012). Suunnittelussa, toteutuksessa ja ylläpidossa hyödynnettävän mallinnusteknologian avulla on mahdollista ratkaista monia perinteisiä rakennushankkeessa ilmeneviä ongelmia (Mäki 2012). Mallintamisen avulla tiedonkulku yksinkertaistuu ja nopeutuu ja sitä myöden paranee vähentäen virheiden määrää (Junnonen & Kankainen 2007). Tietomallintamisen avulla on mahdollista tukea tilaajia, suunnittelijoita ja rakentajia suunnitelmien tuottamisessa, suunnittelutyön koordinoinnissa sekä rakennustöiden suunnittelussa (Tommelein & Gholami 2012).

Henttinen (2014) kuvaa, että ”...tietomallintaminen on enemmän kuin pelkkä kolmiulotteinen malli tai suunnitelma. Se on tapa käsitellä ja jakaa tietoa hankkeen eri osapuolten välillä, se on prosessi, jossa tiedolla on historia ja tulevaisuus.” BIM-termi voisikin enemmän muodostua sanoista rakentamisen informaation hallinta (Building Information Management), sillä se on enimmäksään määrin tiedon hallintaa koko rakennuksen elinkaaren ajan (Kumar 2015).

YTV 2012 eli yleiset tietomallivaatimukset määrittelee mallintamiselle seuraavia tavoitteita:

- Hankkeen päätöksentekoprosessien tukeminen
- Osapuolten sitouttaminen mallin avulla hankkeen tavoitteisiin
- Suunnitteluratkaisujen havainnollistaminen
- Suunnittelussa ja suunnitelmien yhteensovittamisessa auttaminen
- Rakennusprosessin ja lopputuotteen laadun parantaminen ja varmistaminen
- Rakentamisaikaisten prosessien tehostaminen
- Rakentamisen ja elinkaaren aikaisen turvallisuuden parantaminen
- Hankkeen tukeminen kustannus- ja elinkaarianalyseissä
- Hankkeen tukeminen tietojen siirtämisessä käytönaikaiseen tiedonhallintaan (RT 10-11066 2012).

BIM-teknologia tukee ja voi parantaa monia toimintatapoja. Tietomallinnus ja sitä tukevat prosessit ovat avainasemassa mietittäessä, kuinka rakennusten suunnittelussa ja tuotannossa voidaan vastata hankkeiden monimutkaisuuden kasvamisen, nopeamman kehittymisen ja kestävyuden parantamisen tuomiin paineisiin samalla kun rakentamisen ja sen jälkeisen käytön kustannuksia pyritään vähentämään (Eastman et al. 2011). Tätä on havainnollistettu kuvassa 8.



Kuva 8. Tietomallinnuksen ja sitä tukevien prosessien vastaus rakennusprosessiin kohdistuvien paineiden kasvuun (Muokattu lähteestä Eastman et al. 2011)

Rakennushankkeen onnistumisen kannalta oleellisessa osassa on täsmällinen tieto sekä tehokkaat välineet sen luomiseen, säilyttämiseen, jakamiseen ja hallintaan. Näin ollen myös hankkeen eri osapuolten hyödyntämien järjestelmien tulee toimia tehokkaasti ja yhteensopivasti keskenään, jotta tietoa on mahdollista jakaa. Yleisesti rakennusalalla on koettu haasteita juurikin järjestelmien yhteensopivuuden kanssa, sillä ne eivät keskustele keskenään. Tietomallintamisen avulla tietoa on mahdollista jakaa aikaisempaa helpommin. Tietomallinnetuissa hankkeissa järjestelmät tulee valita siten, että eri osapuolten välinen tiedonsiirto on mahdollista. Suuren tietomäärän hallinnan kannalta on oleellista sopia ennen hanketta, kuinka tietoa toimitetaan eli missä vaiheissa prosessia mitään tietoa tulee toimittaa, mikä on eri vaiheissa mallinnettavan tiedon tarkkuustaso ja kuinka tieto on nimetty mallissa. (Kumar 2015.)

Tietomallien käyttötarkoitus ja tarkkuustaso riippuvat suunnitteluvaiheesta. Mitä pidemmälle suunnittelu etenee sitä enemmän ja tarkempaa tietoa mallit sisältävät. Rakennushankkeen alkuvaiheessa, tarveselvitysvaiheessa, laaditaan vaatimusmalli, jossa on kuvattu hankkeen keskeisimmät tilavaatimukset sähköisessä muodossa. Vaatimusmallista voidaan hankkeen aikana tarkastaa tilavaatimuksia, mikä helpottaa tilaohjelman hallintaa suunnitteluprosessin aikana. Vaatimusmalli itsessään on vähimmillään taulukkomuotoinen tilaohjelma, jonka avulla erilaisia suunnitelmaratkaisuja on mahdollista vertailla keskenään. (RT 10-11066 2012.)

Ehdotussuunnitteluvaiheessa etsitään sopivinta ratkaisua vertailemalla vaihtoehtoisia tilamalleja ja suunnitteluratkaisuja. Mallit toimivat suunnitelmavaihtoehtojen havainnollistamisessa, jolloin eri osapuolten kesken voidaan muodostaa yhtenäinen käsitys eri vaihtoehdoista. Arkkitehti laatii tilamallin, josta selviää tilojen käyttötarkoitukset, pintaalat ja rakennuksen tilavuus. Tämän pohjalta rakennesuunnittelija laatii alustavan rakennusosamallin tyyppirakenteineen. Talotekniset suunnittelijat laativat alustavat järjestelmämallit pääreittien, suurten kanavien ja johtoreittien osalta. Arkkitehdin tilamalleista laaditaan tilapohjaiset kustannusarviot, joiden avulla voidaan vertailla investointikustannuksia. Vaihtoehtomalleista saatavaa informaatiota hyödynnetään perinteisen menettelyn rinnalla päätöksentekoprosessissa. (RT 10-11066 2012.)

Ehdotusvaiheessa valittua suunnitelmaa lähdetään kehittämään yleissuunnitteluvaiheessa. Arkkitehti kehittää valitun suunnitelmavaihtoehdon rakennusluvan hakemiseksi vaadittavalle tarkkuustasolle rakennusosamalliksi. Rakennesuunnittelijan tulee varmistaa rakennejärjestelmän mitoitus, vaatimukset ja vaikutukset muiden suunnittelijoiden töihin tietomallin avulla. Taloteknisen suunnittelijan tulee määrittellä järjestelmien vaatimat tilatarpeet ja niiden vaikutukset muiden suunnittelualojen töihin. Eri suunnittelualojen tietomallien yhteensovitus aloitetaan yleissuunnitteluvaiheessa törmäystarkasteluin suunnitelmien laadun ja määrätietojen varmistamiseksi. (RT 10-11066 2012.)

Toteutussuunnitteluvaiheessa malleilta vaadittava tarkkuustaso kasvaa merkittävästi ja niiden tarkkuuden tulee vastata urakkatarjouspyyntöjen vaatimaa tasoa. Tietomallien visuaalisuutta ja niistä tehtäviä analyysejä voidaan hyödyntää kommunikoinnin ja päätöksenteon tukena. Tietomallien tulee toteutussuunnittelun päätyttyä olla rakennusosa- ja järjestelmämalleja, jotka kuvaavat rakennusosia ja järjestelmiä niiden toteutettavassa muodossa. Malleja käytetään määrälaskentaan ja suunnitelmien yhteensovittamiseen. Lisäksi rakennesuunnittelun rakennusosamallia voidaan hyödyntää toteutusaikataulun laadintaan. Toteutussuunnitteluvaiheessa mallien havainnollisuus on suuren tietomäärän myötä merkittävästi aikaisempia vaiheita parempi. (RT 10-11066 2012.)

Tietomallinnuksella voidaan saavuttaa useita hyötyjä 2D-suunnitteluun verrattuna. Eastman et al. (2011) listaa tietomallinnuksen hyödyiksi suunnitteluvaiheessa seuraavat asiat:

- Suunnitelmien visualisointi aikaisemmin ja aiempaa tarkemmin
- Mallin korjaantuminen automaattisesti suunnitelmia muokattaessa
- Tarkkojen 2D-piirustusten luominen mallista missä tahansa suunnitteluvaiheessa
- Eri suunnittelualojen yhteistyön aikaistuminen
- Suunnitelmien sisällön ja mallin yhtenäisyyden varmistaminen helposti
- Kustannusarvioiden tuottaminen mallista suunnittelun aikana
- Energiatohokkuuden ja kestävyuden parantuminen mallista tehtävien analyysien avulla

Kuten mihin tahansa uuteen asiaan, myös tietomallinnukseen liittyy skeptisyyttä niin suunnittelijoiden kuin työmaahenkilöstönkin näkökulmista. Suunnittelijat voivat kokea mallinnuksen ylimääräisenä lisätyönä ja työmaalla ei haluta tai osata käyttää malleja, sillä niiden luotettavuus epäilyttää. Kaiken tämän skeptisyyden taustalla suurin tekijä useimmiten kuitenkin on oman osaamisen puute ja muutosvastarinta. Tietomallien käyttöönotto edellyttää suunnittelijoilta ja työmaahenkilöstöltä työskentelytapojen muutosta. (Henttinen 2014.)

Mallintaminen vaatii kaikkien hankkeeseen osallistuvien osapuolten ammattitaitoa, yhteisesti tavoiteltavan päämäärän, tavallista laaja-alaisempaa yhteistyötä eri osapuolten välillä, toisten osapuolten tehtävien ymmärtämistä omien lisäksi sekä erityisesti asennemuutosta (Järvinen 2013). Jotta tietomallien koko potentiaali voidaan hyödyntää, on ensin ymmärrettävä niiden käyttötarkoitus eri vaiheissa hanketta ja siten mallintamiselle asetettavat tavoitteet. Mallin tekniset vaatimukset määräytyvät usein mallilta vaadittavan informaation välityksen kautta.

3.4 Apuvälineitä

Uudenlaisia työsuunnittelua edistäviä toimintamalleja kehitetään jatkuvasti rakennusalan yhteistyöongelmien ratkaisemiseksi. BIM-teknologian ja leanin rinnalle on kehitetty erilaisia apuvälineitä, joilla pyritään edesauttamaan suunnittelun ohjausta. Tässä kappaleessa tarkastellaan lyhyesti näistä apuvälineistä muutamia, jotka on todettu tehokkaiksi. Big Room ja solmutyöskentely ovat yhteistoiminnallisia työskentelytapoja, joita hyödyntämällä on saatu merkittäviä hyötyjä suunnitteluprosessiin. Last Planner on tuotannonohjauksessa paljon hyödynnetty menetelmä, joka on sittemmin levinnyt myös suunnittelun ohjauksen piiriin. Design Structure Matrix on suunnittelutehtävien riippuvuuksia analysoiva apuväline, jonka soveltuvuutta rakennushankkeen suunnitteluprosessiin tarkastellaan yksityiskohtaisemmin tämän työn tutkimusosiossa.

3.4.1 Big Room

Big Room voidaan kuvata tilana, joka tukee koko projektiryhmän sijoittautumista jonkin kriittisen ongelman kuten päätöksenteon viivästymisen, kommunikaatio-ongelmien tai suunnitelmien ristiriitojen ratkaisemiseksi sekä luottamuksen kasvattamiseksi. Big Room -työskentelyä käytetään prosessien ja teknologioiden käyttöönoton fasilitoinnissa, jotta asiakkaalle toimitettavaa laatua voitaisiin parantaa. (Dave et al. 2015.)

Työpajatoimintaan perustuva Big Room -työskentely parantaa eri osapuolten välistä luottamusta ja yhteistyötä (Dave et al. 2015). Big Room -työskentelyn avulla informaation jakaminen tehostuu ja päätöksenteko nopeutuu, kun työskentely tapahtuu samassa paikassa (Tauriainen et al. 2016). Yksittäisten suunnittelutehtävien suorittamisen nopeutuksessa saadaan samalla lyhennettyä koko suunnitteluprosessin kesto.

Big Room vaatii kaikkien osapuolien osallistumista yhteistyöskentelyyn lähes koko projektin ajan (Dave et al. 2015). Tästä syystä toimintatapa soveltuu parhaiten suuriin rakennusprojekteihin, joissa suunnittelijat työskentelevät vain yhdessä projektissa kerrallaan (Tauriainen et al. 2016). Pienissä ja keskisuurissa projekteissa Big Room toiminnan järjestäminen voi olla haastavaa, sillä henkilöt saattavat olla mukana useissa eri projekteissa samanaikaisesti, eikä henkilöiden resursointi kyseiseen työskentelyyn koko projektin ajaksi ole mahdollista. Dave et al. (2015) esitti tutkimuksessaan ratkaisun kyseiseen haasteeseen esittelemällä virtuaalisen Big Room –työskentelyn (ViBR, Virtual Big Room) toimintamallin, jossa osallistujien yhteinen sijainti toteutettiin virtuaalisen teknologian avulla yhdistäen työskentelyalustaan mallintamisen tekniikat sekä kommunikoinnin ja sosiaalisen vuorovaikutuksen välineet.

3.4.2 Solmutyöskentely

Solmutyöskentely on yhteistoiminnallinen työskentelytapa, jossa ryhmänä ratkaistaan rakennusprosessin kriittisiä tehtäviä (Korpela & Kerosuo 2014). Solmutyöskentelyn tarkoituksena on edistää yhteistyötä yli yritys- ja tiimirajojen (Kerosuo 2015) sekä osallistaa eri osapuolia yhteisten tavoitteiden saavuttamiseksi alusta alkaen (Järvinen 2013). Solmutyöskentelyssä solmut ovat tehtäviä, ongelmia tai avoimia kysymyksiä, joiden ratkaiseminen vaatii rakennusprojektin monialaista asiantuntemusta (Kerosuo 2015). Solmutyöskentelylle luonteenomaista on vuorovaikutuksen linkittyminen juuri käsiteltävänä olevaan tehtävään, eikä niinkään suunnittelijoiden väliseen kommunikointiin yleisesti (Korpela & Kerosuo 2014). Osallistujat kutsutaan tavallisesti yhdestä kahteen päivään kestävään solmuun, joita voidaan järjestää projektin aikana useita (Kerosuo 2015). Solmutyöskentelyn mukaisessa työpajatoiminnossa hankkeen eri toimijat kehittävät projektia ja ratkaisevat ongelmia yhdessä, jolloin kaikkien osallistujien asiantuntemus ja osaaminen saadaan hyödynnettyä parhaan mahdollisen ja kustannustehokkaan ratkaisun löytämiseksi (Järvinen 2013). Kun solmun tehtävä on suoritettu, solmu on ratkaistu.

Korpela & Kerosuo (2014) tutkimuksen perusteella solmutyöskentely mahdollistaa jatkuvan informaation vaihdon ja jakamisen eri osapuolten välillä, kun työpajan aikana osallistujat saavat heti palautetta toisilta suunnittelijoilta ja muilta osapuolilta. Työskentelytapojen nopea vaihtelu itsenäisestä työskentelystä parityöskentelyyn, pienryhmätyöskentelyyn tai koko ryhmänä työskentelyyn kuvastaa solmutyöskentelyn nopeasykklistä luonnetta. Solmutyöskentely uusia teknologioita ja yhteistyötapoja hyödyntäen mahdollistaa konkreettisten suunnitteluratkaisujen luomisen nopeasti, kasvattaa suunnittelijoiden ymmärrystä heidän päätöstensä vaikutuksista muiden osapuolten työhön ja suunnittelun laatuun sekä helpottaa työskentelyn vaihdoksia koordinoivasta keskustelusta yhdessä suunnitteluun ja takaisin. (Korpela & Kerosuo 2014.)

Solmutyöskentely muistuttaa toimintatapana hyvin paljon Big Roomia suunnittelijoiden työskennellessä samassa paikassa yhdessä (Korpela & Kerosuo 2014). Big Roomin soveltuessa isoihin rakennusprojekteihin on solmutyöskentely hyvä vaihtoehto pienemmille hankkeille, sillä se ei sido henkilöstöä koko projektin ajaksi. Solmupisteiden ratkaisemisen jälkeen suunnittelijat voivat jatkaa muidenkin projektien tehtävien parissa omassa toimistossaan.

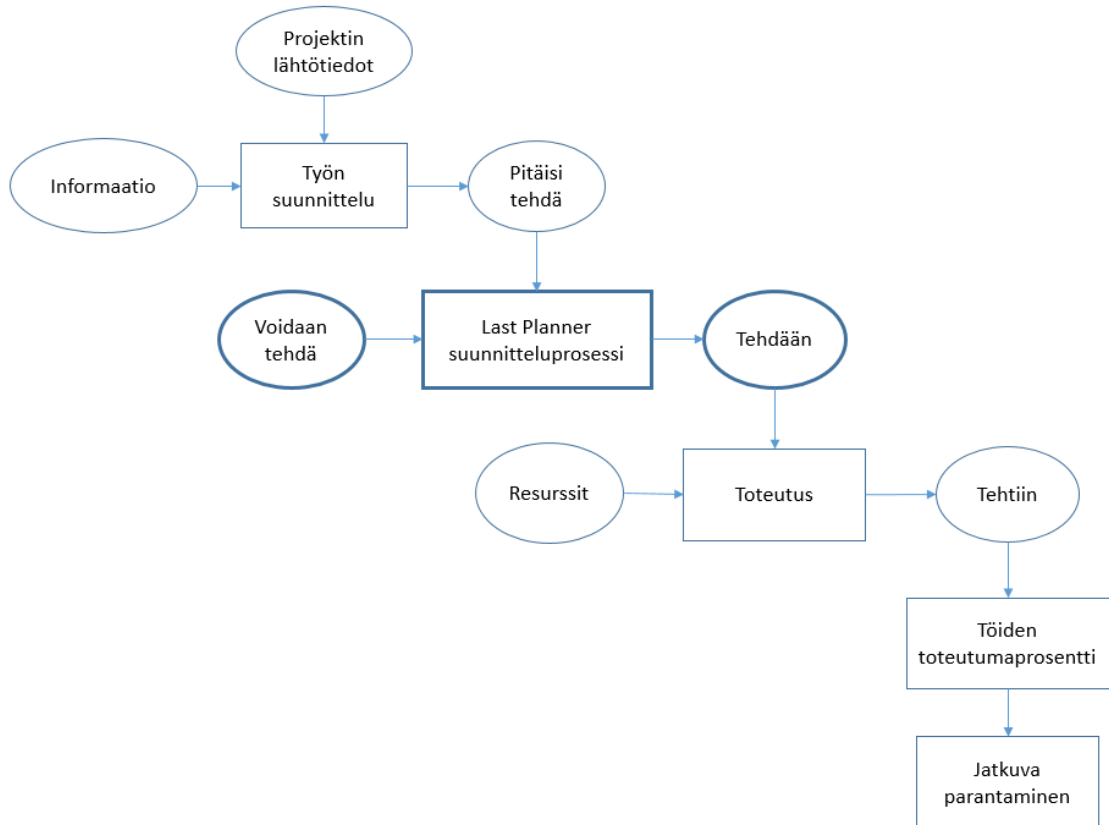
Eri yrityksistä olevat osapuolet tasapainoilevat jatkuvasti projektin yhteisten tavoitteiden ja heidän edustamiensa yritysten velvoittamien tavoitteiden ja hankkeesta saatavan taloudellisen menestyksen välillä. Alan hajautuneisuus aiheuttaa laatuongelmia, keston ja kustannusten ylityksiä sekä merkittävää resurssien kasvattamista heikosta suoriutumisesta johtuvien virheiden korjaamiseksi. Solmutyöskentelyn tarkoituksena on vastata suunnittelun ja rakennustuotannon pirstaloitumisen aiheuttamiin ongelmiin. (Kerosuo 2015.)

3.4.3 Last Planner

Last Planner System on Yhdysvalloissa 1900-luvulla kehitetty lean rakentamisen työkalu, joka perustuu lyhyen aikavälin suunnitteluun ja ohjaukseen. Last Planner soveltuu sekä tuotannon että suunnittelun ohjaukseen. Menetelmässä viikkosuunnittelu toteutetaan yhteistyössä kaikkien urakoitsijoiden tai suunnittelijoiden kanssa, jolloin tehtävien oikea suoritusjärjestys on helpompi etsiä. Last Planner perustuu imuohjaukseen, jossa seuraavien viikkojen tehtäviksi valitaan vain sellaisia tehtäviä, joiden aloitusedellytykset ovat kunnossa. Rullaavalla, aloitusedellytyksiä varmistavalla valmistelevalla suunnittelulla pyritään varmistamaan siitä, että tehtävät voidaan suorittaa suunnitelmien mukaan häiriöttömästi (Koskela & Koskenvesa 2003). Yhteisesti sovittujen viikkotavoitteiden ja -aikataulujen toteutumista seurataan ja toteutumatta jääneiden töiden syyt analysoidaan. Tällä tavoin pyritään jatkuvaan parantamiseen. (Koskenvesa & Sahlsted 2013.)

Yksinkertaisimmin Last Planner ja sen mukainen imuohjaus voidaan havainnollistaa kuvan 9 avulla. Last Planner suunnitteluprosessissa esiintyy neljänlaisia tehtäviä:

- Pitäisi tehdä: tehtävät, jotka projektisuunnitelmassa on esitetty suoritettavaksi lähiaikoina
- Voidaan tehdä: tehtävät, joiden kaikki aloitusedellytykset ovat kunnossa
- Tehdään: tehtävät, jotka sovitaan aikataulussa tehtäväksi seuraavaksi
- Tehtiin: tehtävät, jotka todellisuudessa toteutettiin (Gao & Low 2014).



Kuva 9. Last Planner systeemin prosessikuvaus (Muokattu lähteestä Ballard 2000)

Suunnitteluprosessia ei Last Plannerin mukaan siis ajatella vain niiden tehtävien kautta, jotka pitäisi tehdä, vaan on huomioitava, mitkä tehtävät voidaan tehdä. Näin suunnitteluprosessissa lopulta päädytään siihen, mitä tehdään ja listalla on vain sellaisia tehtäviä, joiden toteuttaminen on mahdollista. Onkin tärkeää ymmärtää, että mitä pitäisi ja mitä voidaan tehdä, eivät ole välttämättä sama asia. Perinteinen työntöohjaukseen perustuva prosessi ei kiinnitä tähän riittävästi huomiota, jolloin tehtäväksi saattaa valikoitua sillä hetkellä mahdottomia tehtäviä.

Last Planner –menetelmän keskeisinä osina toimivat:

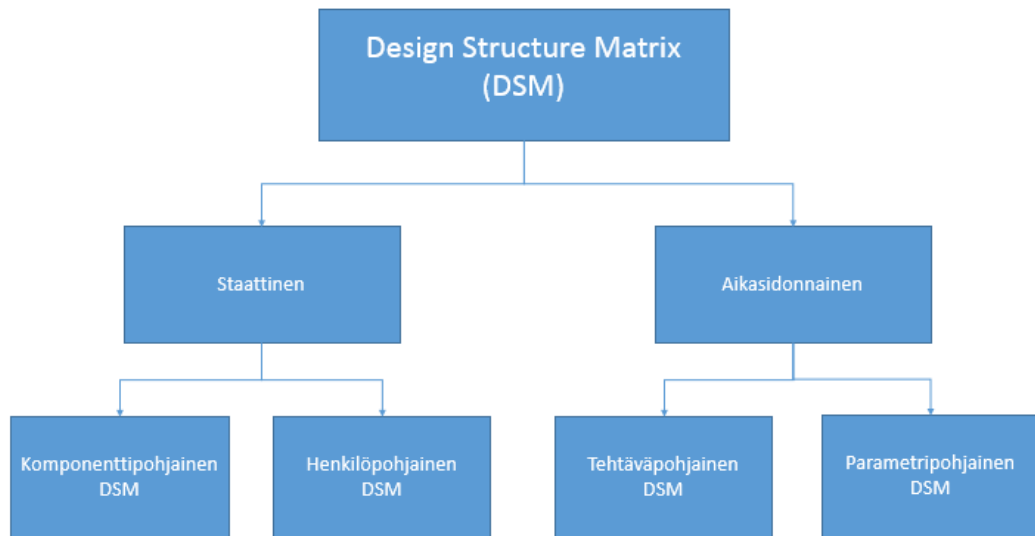
- Viikkosuunnitelma, jossa on varmistettu tehtävien aloitusedellytykset
- Kaikkien osapuolten sitoutuminen viikkosuunnitelmassa esitettävien tehtävien suorittamiseen
- Viikkosuunnitelman tehtävien toteutumisen tarkastaminen ja mittaaminen
- Järjestelmällinen valmisteleva suunnittelu, jossa tuleville tehtäville luodaan edellytykset
- Toteutumatta jääneiden tehtävien taustalla olevien syiden selvitys
- Toteutumatta jääneiden töiden syihin vaikuttaminen ja toiminnan kehittäminen
- Kaikkien osapuolten yhteisesti toteuttama viikkosuunnittelu (Koskela & Koskenvesa 2003).

Last Plannerin käyttö tuotannon ohjauksessa on yleistynyt viimeisten vuosien aikana, mutta vähitellen sitä on alettu soveltamaan myös suunnitteluvaiheessa hyvin tuloksin. Last Plannerin käyttö suunnitteluvaiheessa todettiin Fosse & Ballard (2016) tutkimuksessa erittäin hyödylliseksi, sillä suunnittelijoiden sitoutuneisuus parani, tehtävien määrittely selkeytyi, prosessin jatkuvuus ja läpinäkyvyys parani ja potentiaalisten ongelmien tunnistaminen ja ratkaisu helpottui ennakoivan viikkosuunnittelun myötä. Vastaavanlaisia tuloksia saatiin jo aiemmin, kun Koskela et al. (1997) tutkimuksessa perinteisen suunnittelun ohjauksen sijaan ryhdyttiin soveltamaan Last Plannerin ominaisuuksia ja töiden toteutumaprosentti saatiin paranemaan merkittävästi. Muun muassa näihin tuloksiin pohjautuen Last Planner on potentiaalinen apuväline myös suunnittelun ohjauksessa.

3.4.4 Design Structure Matrix

Steward kehitti 1960-luvulla teorian, jonka mukaan monimutkaiset ongelmat kuten suunnittelu voidaan ratkaista tehokkaammin esittämällä toimintojen väliset riippuvuudet matriisin muodossa (Austin et al. 2000). Teorian mukainen tekniikka nimettiin Design Structure Matrix analyysiksi (DSM analyysi). Myöhemmin tekniikkaa alettiin hyödyntämään myös suunnittelun ulkopuolisiin ongelmiin, joten matriisi tunnetaan myös nimellä Dependency Structure Matrix eli riippuvuusmatriisi.

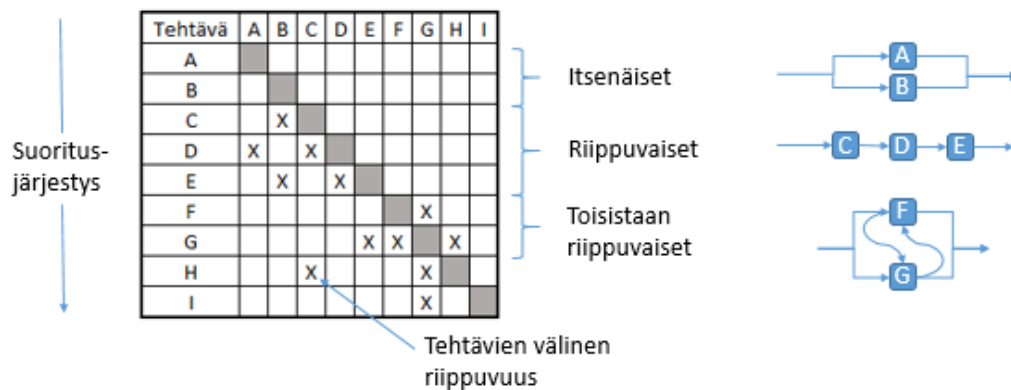
DSM kuvaa systeemin komponenttien välisiä vuorovaikutuksia tiiviillä, visuaalisella ja analyttisesti hyödynnettävissä olevalla tavalla neliömatriisin muodossa. DSM voidaan esittää joko staattisena tai aikasidonnaisena (Browning 2001). Staattisissa matriisissa systeemin elementit, kuten tuotteen komponentit tai organisaation ryhmät esiintyvät samanaikaisesti. Aikasidonnaisissa matriisissa rivit ja sarakkeet ovat esitetty aikajärjestyksessä, jolloin tiedonsiirto nousee merkittävään rooliin tehtävien välisiä rajapintoja määrittäessä. Aikasidonnaisessa DSM:ssä kuvataan tehtävien tai parametrien välisiä vuorovaikutuksia. DSM-tyyppien kokonaisuus on havainnollistettu kuvassa 10. DSM-tyypeistä aikasidonnaista tehtävien välisiä riippuvuuksia kuvaavaa matriisia ja sen toimintaperiaatetta on tarkasteltu tässä työssä tarkemmin, sillä sitä hyödynnetään luvun 4 tutkimusosiossa.



Kuva 10. DSM-tyyppien luokittelu (Muokattu lähteestä Browning 2001)

Aikasidonnaisessa DSM-matriisissa tehtävät esiintyvät sekä riveillä että sarakkeissa niiden oletetussa suoritusjärjestyksessä. X-merkintä ilmoittaa tehtävien välillä olevan vuorovaikutusta, jolloin toinen tehtävä tarvitsee toiselta tietoa. Matriisin riviä tarkastelemalla voidaan lukea ne tehtävät, joilta kyseisen rivin tehtävä tarvitsee tietoa. Vastaavasti luettaessa saraketta voidaan nähdä tehtävät, joille sarakkeen tehtävän tulee antaa lähtötietoja. Esimerkiksi kuvassa 11 merkintä rivillä H ja sarakkeessa C kuvastaa tiedonkulkua tehtävältä C tehtävälle H.

DSM-matriisista voidaan tunnistaa tehtävien välisen vuorovaikutuksen jakautuvan kolmeen eri tyyppiin; itsenäiset, riippuvaiset ja toisistaan riippuvaiset (Chen & al. 2003) Tarkastellaan näitä tyyppisiä kuvan 11 avulla. Tehtävät A ja B ovat itsenäisiä, sillä ne eivät vaadi informaation vaihtoa keskenään. Näin ollen tehtävät voidaan suorittaa yhtäaikaaisesti. Tehtävät C, D ja E ovat riippuvaisia, sillä ne tarvitsevat lähtötietoja edelliseltä tehtävältä. Tällaiset tehtävät suoritetaan yleensä perättäin. Tehtävät F ja G ovat toisistaan riippuvaisia ja tarvitsevat informaatiokulkua molempiin suuntiin. Nämä tehtävät vaativat yhteistyötä ja ne tulee suorittaa samanaikaisesti.



Kuva 11. Esimerkki tehtäväpohjaisesta riippuvuusmatriisista, jossa on esitetty erilaiset vuorovaikutussuhteet tehtävien välillä (Muokattu lähteestä Chen et.al. 2003)

Diagonaalien alapuoliset merkinnät osoittavat tehtävän olevan riippuvainen tiedosta, joka tuotetaan aikaisempien tehtävien aikana. Diagonaalien yläpuoliset merkinnät kuvaavat projektin häiriötekijöitä, joita syntyy silloin, kun tehtävä tarvitsee tietoa sellaiselta tehtävältä, joka suoritetaan vasta myöhemmin. Häiriöiden poistamiseksi voidaan tehtävälle antaa oletuksia tulevasta tehtävästä, josta se on riippuvainen ja varmistaa tiedon oikeellisuus myöhemmin, kun kyseinen tehtävä tulee suoritukseen. Oletusten osoittautuessa virheelliseksi, tulee oletetusta tiedosta riippuvaiset tehtävät suorittaa uudelleen. Mitä useamman tehtävän kohdalla joudutaan puutteellisista tiedoista johtuen tekemään oletuksia ja myöhemmin tekemään korjauksia sitä tehottomammaksi prosessi käy. Oletuksiin perustuvan tiedon vähentämiseksi tulee suunnitteluprosessista poistaa tällaisia häiriöitä järjestämällä suunnittelutehtävät uudelleen siten, että merkinnät saadaan diagonaalien alapuolelle tai ainakin mahdollisimman lähelle sitä, jolloin voidaan maksimoida tarvittavan tiedon saatavuus. (Austin et al. 2000).

Suunnitteluprosessin rakenteen ymmärtäminen mahdollistaa prosessin parantamisen. DSM-matriisi havainnollistaa tehtävien välisiä riippuvuuksia ja helpottaa koko prosessin johtamista. Matriisin avulla saadaan tietoa, kuinka yksittäisen suunnittelijan työ vaikuttaa koko prosessiin ja kuinka informaation tulisi kulkea eri tehtävien ja henkilöiden välillä. Tämä auttaa suunnittelijoita ymmärtämään heidän töidensä vaatimukset ja ohjaa kommunikoidaan oikeiden henkilöiden kanssa ongelma- ja muutostilanteissa. (Huovila et al. 1997). Toisin sanoen tilanteissa, jossa joudutaan tekemään suunnitelmamuutoksia, matriisista voidaan nähdä, mihin muihin tehtäviin kyseisen tehtävän muutokset vaikuttavat ja siten, mitkä muut tehtävät vaativat uudelleen suunnittelua (Pektas & Pultar 2005).

4. HAASTATTELUTUTKIMUKSEN TOTEUTUS JA KRIITTISTEN PISTEIDEN MÄÄRITTÄMINEN

Tässä luvussa esitellään haastattelututkimuksen toteutus ja tutkimuksessa saatu aineisto sekä määritetään kriittiset pisteet analysoimalla aineistoa. Luvun alussa pohjustetaan haastattelututkimuksen case-kohteen esittelyä määrittelemällä kyseisen hybridihankkeen hankemuoto ensin tarkemmin. Tämän jälkeen esitellään varsinainen case-kohde. Luku etenee tutkimuksen suorituksen kuvauksella ja haastattelussa saadun aineiston esittelyllä. Luvun lopussa analysoidaan haastatteluissa saatua materiaalia ja määritetään saadun aineiston avulla hybridihankkeen runkovaiheen kriittiset pisteet.

4.1 Hybridihankkeen määrittely

Hybridihankkeella tarkoitetaan hankemuotoa, jossa yhdistyvät erilaiset käyttötarkoitukset. Järvinen (2014) diplomityön selvityksen mukaan Suomessa hybridihankkeesta käytetään myös nimityksiä aluekehityshanke, englanninkielistä termiä mixed-use-development tai sen suomennoksia kaupunkikortteli- tai kaupunkikeskushanke. Koska hybridihanke-termi ei itsessään kerro rakennustyyppistä tai rakennettavasta kokonaisuudesta, voidaan hankemuodosta käyttää täsmentäviä hybridi-etuliitteisiä termejä. Järvinen on työssään koonnut seuraavia kirjallisuudessa esitettyjä määritelmiä hybridihankkeelle:

- Hybridihankkeessa yhdistyy vähintään kolme erilaista toisistaan eroavaa käyttötarkoitusta kuten asuminen, viihde, kauppakeskus, toimisto ja julkiset palvelut.
- Hybridihanke pyrkii maankäytön korkeaan tehokkuuteen integroimalla käyttötarkoitukset fyysisesti ja toiminnallisesti yhdeksi toimivaksi kokonaisuudeksi. Edellytyksenä on hyvät kulku- ja liikenneyhteydet eri käyttötarkoitusten välillä sekä huolellisesti pohdittu käyttötarkoitusten sijoittelu.
- Hybridihankkeen pohjana on perusteelliseen konseptisuunnitelmaan pohjautuva yhtenäinen ja johdonmukainen hankesuunnitelma.

Hybridihankkeet voivat olla hyvin monimuotoisia ja poiketa toisistaan koon, laajuuden ja sisältämiensä käyttötarkoitusten suhteen hyvinkin paljon. Hybridihankkeen tavoitteena on tarjota asiakkailleen hyviä palveluita monimuotoisessa kaupunkiympäristössä ja siten ne sijoittuvatkin tavallisesti keskeisille kaupunki- tai kaupungin reuna-alueille. Hyviä jalankulku-, pyöräily- ja julkisen liikenteen yhteyksiä korostava kaupungistuminen kasvattaa monitoimintaisten hybridihankkeiden suosiota. Kiinnostus hybridirakentamiseen näkyy kaavoituksessa sekä kiinteistökehityksessä. Mahdollisuudet taloudelliseen ja toiminnalliseen menestykseen ovat hybridihankkeessa oleellisesti suuremmat kuin perinteisissä yhden käyttötarkoituksen hankkeissa. Vastaavasti hankkeen monimutkaisuuden ja talou-

dellisten odotusten kasvaessa myös riski epäonnistumiselle kasvaa. Hybridihankkeen kehityksessä, suunnittelussa ja toteutuksessa korostuukin hankkeeseen osallistuvien tahojen laaja-alaisen ammattitaidon merkitys. (Järvinen 2014.)

4.2 Case-kohteen esittely

Tämän työn haastattelututkimuksen kohteeksi valikoitui Keravan keskustaan rakennettava hybridikohde, jonka havainne kuva on esitetty kuvassa 12. Kyseinen kohde valittiin tämän työn tutkimusekohteeksi, sillä kohdeyrityksessä oltiin kiinnostuneita kyseisen hankemuodon suunnitteluprosessista, josta ei vielä ole kovin paljoa kokemusta. Kohde käsittää liikekeskuksen, sen yläpuolisen 8-kerroksisen asuinkerrostalon sekä liikekeskuksen alapuolisen autohallin. Liikekeskuksessa vuokrattavien tilojen laajuus on noin 5400m² ja asuinkerrostalon 140 asuntoa ovat huoneistoalaltaan yhteensä noin 6000m². Autohallin huoneistoala on noin 6000m² ja autopaikkoja on sekä asuinkerrostalon asukkaille että kauppakeskuksen asiakkaille.



Kuva 12. Havainne kuva case-kohteesta

Kohdeyritys toimii hankkeessa KVR-urakoitsijana (kokonaisvastuurakentaminen) ja toimii pääurakoitsijana sekä päätoteuttajana. Kohdeyritys vastaa urakkamuodon luonteeseen kuuluen myös suunnittelun ohjauksesta, joka on kyseisessä hankkeessa jaettu asuin- ja liiketilojen kesken eri vastuutahoille. Suunnittelijat ovat sekä liikekeskuksessa että asuinrakennuksessa samoista yrityksistä, mutta yrityksen sisällä asuin- ja liiketilojen suunnittelu on osittain jakautunut eri henkilöille.

4.3 Tutkimuksen suoritus

Tutkimus toteutettiin haastattelututkimuksena, jonka tavoitteena oli määrittää hybridihankkeen runkovaiheen suunnittelutehtävien väliset riippuvuudet. Lisäksi haastattelun avulla haluttiin saada vastauksia suunnitteluprosessin haasteisiin ja kehittämiseen liittyvistä näkökulmista. Haastatteluryhmiä oli kaksi:

1. Case-hankkeen arkkitehti sekä rakenne-, lvi- ja sähkösuunnittelijat
2. Case-hankkeen suunnittelun ohjauksesta vastaavat henkilöt

Ennen varsinaisen tutkimuksen suoritusta laadittiin listaus hybridihankkeen runkovaiheen suunnittelutehtävistä, jotka muokattiin matriisiksi. Suunnittelutehtävät määriteltiin rakenne-, arkkitehti- ja taloteknisen suunnittelun tehtäväkorttien, tutkijan alan oman tuntemuksen sekä kohdeyrityksen diplomityön ohjaajaan avulla. Tehtävälistaus laadittiin suhteellisen yleisellä tasolla, jotta se mahdollisimman hyvin soveltuisi myös muiden hankkeiden pohjaksi. Matriisissa esiintyvien tehtävien oletettu suoritusjärjestys mietittiin yhdessä hankkeen asuntopuolesta vastaavan suunnittelun ohjaajan kanssa. Lisäksi molemmille haastatteluryhmille laadittiin erikseen suunnitteluprosessin haasteita ja kehittämistä koskevat haastattelukysymykset siitä näkökulmasta, että vastauksia olisi mahdollista peilata kirjallisuudessa esiintyneisiin näkemyksiin suunnitteluprosessista ja sen ohjaamisesta. Haastattelukysymykset on esitetty liitteessä 1.

Haastattelukysymykset ja matriisipohja lähetettiin kaikille haastateltaville etukäteen läpi käytäväksi. Jokaista suunnittelijaa ja suunnittelun ohjaajaa haastateltiin erikseen. Haastattelu koostui kahdesta osiosta, joista ensimmäisessä haastateltaville esitettiin laaditut suunnitteluprosessiin ja sen kehittämiseen liittyvät kysymykset. Toisessa osiossa käytiin läpi matriisin tehtävät yksitellen ja merkattiin kunkin tehtävän osalta sen riippuvuudet muista tehtävistä. Haastattelun ensimmäinen osio oli muodollisempi ja haastattelu eteni etukäteen laadittujen kysymysten kautta. Toinen osio oli vapaamuotoisempi ja haastateltavat saivat itse valita luontaisimman järjestyksen käydä matriisin tehtävät läpi ja täsmentää riippuvuuksiin liittyviä näkemyksiään. Kaikki haastattelut äänitettiin ja vastaukset kirjattiin auki kunkin haastattelun jälkeen analysoimista varten.

Haastattelujen yhteydessä talotekniikan suunnittelijoilta saatiin joitain täsmennyksiä matriisin tehtävälistaukseen. Näin ollen matriisin lopullista tehtävälistausta muokattiin hieinan näiden kommenttien perusteella, mutta mitään radikaaleja muutoksia ei kuitenkaan tehty. Lopullisen muotonsa saatuaan ensimmäisinä haastatelluilta vahvistettiin heidän näkemyksensä tehtäväriippuvuuksiin, mikäli lopullinen versio poikkesi heidän haastatteluissaan käsitellystä materiaalista. Matriisi ei siten ollut täysin identtinen kaikilla suunnittelijoilla sitä läpi käytäessä, mutta tulokset saatiin kuitenkin luotettavasti kerättyä jälkiselvitysten avulla.

Haastatteluun osallistui neljä suunnittelijaa ja kolme suunnittelun ohjaajaa. Yksi suunnittelun ohjaajista vastasi vain haastattelukysymyksiin, sillä hän liittyi projektiin vasta suunnittelun ollessa jo hyvin pitkällä. Kaikkien haastattelujen jälkeen eri suunnittelualojen matriisit yhdistettiin yhdeksi matriisiksi. Samoin meneteltiin suunnittelun ohjaajien täyttämien matriisien kanssa. Lopputuloksena saatiin kaksi matriisia, joista pystyttiin tarkastelemaan suunnittelutehtävien välisiä riippuvuuksia.

Varsinaisen haastattelututkimuksen jälkeen matriiseja analysoitiin tarkemmin, jotta voitiin määrittää usean toisistaan riippuvaisen tehtävän muodostamat kokonaisuudet eli kriittiset pisteet sekä suunnittelijoiden että suunnittelun ohjaajien näkökulmasta. Matriisille annettiin tutkimuksen yhteydessä nimi ”DSM yhteistyömatriisi hybridihankkeelle”, sillä nimellä haluttiin korostaa yhteistyön ja vuorovaikutuksen merkitystä matriisin avulla määritettävissä kriittisissä pisteissä. Matriisin analysoinnin lisäksi haastattelukysymysten tuloksia vertailtiin kirjallisuudessa esitettyihin näkemyksiin.

4.4 Haastattelujen aineisto

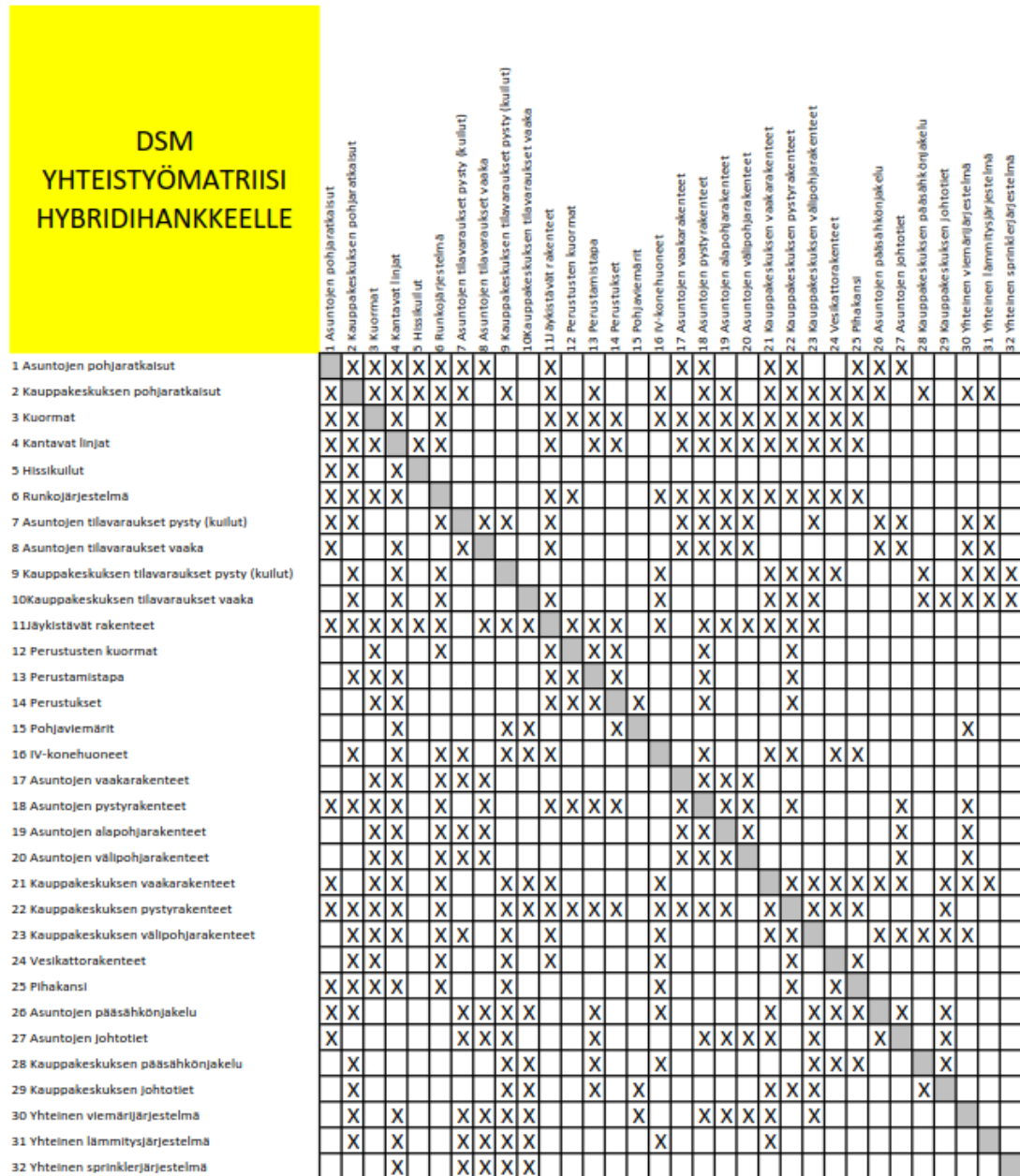
Haastatteluissa saatiin jokaisen haastateltavan näkemys matriisin suunnittelutehtävien välisestä vuorovaikutussuhteista sekä vastauksia esitettyihin suunnitteluprosessia käsitteleviin kysymyksiin. Suunnittelutehtävien väliset riippuvuudet ja haastattelukysymysten vastaukset on esitetty omissa osioissaan, jotta niitä on helpompi tarkastella. Tässä luvussa on koottu yhteen yksittäisten haastattelujen tulokset. Aineistoa ei tässä luvussa ole analysoitu vaan aineiston analysointi on esitetty luvussa 4.5.

4.4.1 Suunnittelutehtävien väliset riippuvuudet

Haastattelujen yhteydessä jokainen suunnittelija täytti matriisin mukaisten suunnittelutehtävien väliset riippuvuudet oman työnsä näkökulmasta. Suunnittelutehtäviä tarkasteltiin rivi kerrallaan. Mikäli rivillä oleva tehtävä todettiin riippuvaiseksi sarakkeessa esiintyvistä tehtävistä, merkittiin näiden tehtävien risteämässä olevaan soluun rasti merkiksi vuorovaikutussuhteesta. Matriisin täyttöä havainnollistettiin ja pohjustettiin haastateltaville liitteen 2 mukaisella lyhyellä matriisin täyttöohjeella.

Riippuvuussuhteiden määrittäminen ei ollut haastateltaville helppo ja yksiselitteinen tehtävä, vaan jokainen joutui tosissaan miettimään asioita erilaisista näkökulmista. Tästä syystä myös haastattelun arvioitu kesto piteni oleellisesti osassa haastatteluista. Esitettävien suunnittelutehtävien sisällön hahmottamisessa oli myös paikoitellen haasteita, sillä jotkin matriisin kohdat koettiin niiden laajuuden vuoksi hieman kyseenalaisiksi. Osa haastatteluista saattoi myös matriisia täyttäessään alkaa jo ketjuttamaan joitain tehtäviä ja merkitsivät riippuvuuksina sekä ne tehtävät, jotka vaikuttavat johonkin tehtävään suoraan että ne, jotka tämän toisen kautta vaikuttavat välillisesti.

Suunnittelijoista arkkitehti vastasi matriisiin kaikkia suunnittelutehtäviä koskeviin riippuvuussuhteisiin pääsuunnittelijan näkemyksellä. Rakennesuunnittelija merkitsi suunnittelutehtäviin liittyviä riippuvuussuhteita jättäen taloteknisten järjestelmien suunnittelua koskevat tehtävät tarkastelun ulkopuolelle. LVI- ja sähkösuunnittelija määrittivät vain omia järjestelmiään koskevien suunnittelutehtävien riippuvuudet muista tehtävistä. Kaikkien suunnittelijoiden haastattelujen jälkeen matriisit yhdistettiin yhdeksi yhteistyömatriisiksi, joka on esitetty kuvassa 13.



Kuva 13. Case-kohteen suunnittelijoiden määrittämät tehtäviriippuvuudet

Matriisin suuren koon vuoksi suunnittelutehtävät on kirjoitettu hyvin pienellä tekstikoolla, jotta koko matriisi on voitu esittää tekstissä yhtenäisenä kokonaisuutena. Selvyy-

den vuoksi suunnittelutehtävät on vielä listattu numeroittain taulukossa 2. Samaiseen taulukkoon on listattu myös kunkin tehtävän kohdalle ne suunnittelualat, jotka haastatte- luissa määrittivät kyseiseen suunnittelutehtävään liittyvät riippuvuussuhteet.

Taulukko 2. *Yhteistyömatriisissa esiintyvät tehtävät numeroittain sekä kyseiseen tehtävään vaikuttavien riippuvuussuhteiden määrittämiseen osallistu- neet suunnittelualat.*

Nro	Suunnittelutehtävä	Suunnittelu- ala	Nro	Suunnittelutehtävä	Suunnittelu- ala
1	Asuntojen pohjaratkaisut	ARK + RAK	17	Asuntojen vaakarakeet	ARK + RAK
2	Kauppakeskuksen pohjaratkaisut	ARK + RAK	18	Asuntojen pystyrakeet	ARK + RAK
3	Kuormat	ARK + RAK	19	Asuntojen alapohjarakeet	ARK + RAK
4	Kantavat linjat	ARK + RAK	20	Asuntojen välipohjarakeet	ARK + RAK
5	Hissikuilut	ARK	21	Kauppakeskuksen vaakarakeet	ARK + RAK
6	Runkojärjestelmä	ARK + RAK	22	Kauppakeskuksen pystyrakeet	ARK + RAK
7	Asuntojen tilavaraukset pysty (kuilut)	ARK + RAK	23	Kauppakeskuksen välipohjaraken- teet	ARK + RAK
8	Asuntojen tilavaraukset vaaka	ARK + RAK	24	Vesikattorakeet	ARK + RAK
9	Kauppakeskuksen tilavaraukset pysty (kuilut)	ARK + RAK	25	Pihakansi	ARK + RAK
10	Kauppakeskuksen tilavaraukset vaaka	ARK + RAK	26	Asuntojen pääsähkönjakelu	S + ARK
11	Jäykistävät rakenteet	ARK + RAK	27	Asuntojen johtotiet	S + ARK
12	Perustusten kuormat	ARK	28	Kauppakeskuksen pääsähkönja- kelu	S + ARK
13	Perustamistapa	ARK	29	Kauppakeskuksen johtotiet	S + ARK
14	Perustukset	ARK	30	Yhteinen viemärijärjestelmä	LVI + ARK
15	Pohjaviemärit	ARK + LVI	31	Yhteinen lämmitysjärjestelmä	LVI + ARK
16	IV-konehuoneet	ARK + RAK + LVI	32	Yhteinen sprinklerijärjestelmä	LVI

Vastaavasti myös suunnittelun ohjaajat täyttivät matriisin tehtäväriippuvuudet haastatte- luissa. Yksi kolmesta suunnittelun ohjaajasta ei vastannut haastattelun yhteydessä tehtä- väriippuvuuksia käsittelevään osioon, sillä hän liittyi hankkeeseen vasta suunnittelun ol- lessa jo hyvin pitkällä. Suunnittelun ohjaajien haastatteluissa ei tehty suunnittelijoiden vastausten kaltaisia tehtävärajauksia, sillä suunnittelun ohjaajat pystyivät oman työnsä näkökulmasta tarkastelemaan kaikkia matriisissa esitettyjä tehtäviä koskevia riippuvuus- suhteita. Siten kummankin matriisin täyttäneen suunnittelun ohjaajan tulokset pystyttiin yhdistämään kokonaisuudessaan toisiinsa. Saatu yhteistyömatriisi on esitetty kuvassa 14.

DSM YHTEISTYÖMATRIISI HYBRIDIHANKKEELLE		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32			
1 Asuntojen pohjaratkaisu t		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					X	X								X	X								
2 Kauppakeskuksen pohjaratkaisu	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X							X				X				X	X		X	X	X				
3 Kuormat	X	X			X							X					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X										
4 Kantavat linjat	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X										
5 Hissikuilut	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X																								
6 Runkojärjestelmä	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X																									
7 Asuntojen tilavaraukset pysty (kuilut)	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X					X	X	X			X	X				X	X		X	X	X				
8 Asuntojen tilavaraukset vaaka	X		X	X	X					X							X	X	X								X	X		X	X	X				
9 Kauppakeskuksen tilavaraukset pysty (kuilut)	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X					X	X								X	X		X	X	X	X				
10 Kauppakeskuksen tilavaraukset vaaka	X	X			X					X							X	X				X				X	X		X	X	X	X				
11 Jäykistävät rakenteet	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						X	X		X	X	X	X												
12 Perustusten kuormat	X	X	X	X	X					X							X	X		X	X	X	X	X		X										
13 Perustamistapa	X	X	X	X	X							X	X			X						X														
14 Perustukset	X	X	X	X	X					X	X	X							X			X														
15 Pohjaviemärit	X	X	X	X	X	X		X								X	X		X														X			
16 IV-konehuoneet	X	X	X		X	X	X	X	X							X			X			X				X								X		
17 Asuntojen vaakarakenneet	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X						X		X	X	X	X	X	X												
18 Asuntojen pystyrakenneet	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X						X	X	X	X	X	X	X	X												
19 Asuntojen alapohjarakenneet	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X						X	X	X	X	X	X	X	X												
20 Asuntojen välipohjarakenneet	X	X	X	X	X	X											X	X	X	X	X	X	X	X												
21 Kauppakeskuksen vaakarakenneet	X	X	X	X	X	X		X									X	X	X	X	X	X	X	X												
22 Kauppakeskuksen pystyrakenneet	X	X	X	X	X	X	X	X	X									X	X	X	X	X	X	X	X											
23 Kauppakeskuksen välipohjarakenneet	X	X	X	X	X	X		X									X	X	X	X	X	X	X	X												
24 Vesikattorakenneet	X	X			X	X	X	X									X	X								X										
25 Pihakansi		X															X																			
26 Asuntojen pääsähköinjakelu	X	X			X	X	X										X											X								
27 Asuntojen johtotiet	X				X	X											X										X									
28 Kauppakeskuksen pääsähköinjakelu		X					X	X									X																			
29 Kauppakeskuksen johtotiet		X					X	X									X												X							
30 Yhteinen viemärijärjestelmä							X	X								X																				
31 Yhteinen lämmitysjärjestelmä							X	X								X																				
32 Yhteinen sprinklerjärjestelmä							X	X																												

Kuva 14. Case-kohteen suunnittelun ohjaajien määrittämät tehtäväriippuvuudet

Suunnittelun ohjaajien matriisissa tehtävät esiintyvät täysin identtissä järjestyksessä kuin aiemmin esitetystä suunnittelijoiden matriisissa. Vastaavaa taulukkoa kuin taulukko 2 ei siten ole tehty vaan se pätee tehtävien suhteen kumpaankin.

4.4.2 Haastattelukysymysten vastaukset

Haastattelututkimuksessa saatiin suunnittelijoiden ja suunnittelun ohjaajien näkökulmasta vastauksia suunnitteluprosessia koskeviin kysymyksiin. Kysymysten avulla pyrittiin saamaan vertailukelpoista materiaalia kirjallisuudessa esitettyihin suunnittelun ohjauksen haasteisiin ja kehityskohteisiin liittyen. Kysymykset esitettiin yleisellä tasolla,

eikä vastausten tarvinnut välttämättä liittyä juuri kyseiseen hankkeeseen. Osalta haastatelluista saatiin kuitenkin näkemyksiä juuri kyseiseen tai vastaaviin hybridihankkeisiin liittyen. Vastaukset on koottu seuraavaksi yhteen kysymysten aihealueittain.

Suunnittelun ohjauksen vastuu ja onnistuneisuus

Työn kohdeyritys on erikoistunut projektinjohto- ja KVR-urakoihin, joissa suunnittelun ohjaus kuuluu pääurakoitsijalle, eli kohdeyritykselle. Suunnittelun ohjaajat vastasivat kyseisissä urakkamuodoissa suunnittelun ohjauksen vastuun kuuluvan projektipäälliköille ja rakennuttajapäälliköille. Muissa urakkamuodoissa suunnittelun ohjauksesta saattaa vastata esimerkiksi tilaaja, jolloin pääurakoitsijalla ei ole hankkeessa omaa suunnittelunohjausta mukana. Hankemuodosta riippumatta tilaaja vastaa ainakin päätöksenteosta, jolloin kaikki suunnitteluratkaisut tulee hyväksyttäväksi tilaajalla ja näin ollen vastuuta saadaan jaettua. Kohdeyrityksen hybridihankkeissa suunnittelun ohjaus on jaettu erikseen asuin- ja liiketilojen suunnittelun ohjaukseen, joista vastaavat eri henkilöt. Suunnittelun ohjaajat varmistavat kuitenkin keskenään, onko tehdyillä ratkaisuilla vaikutusta toisen osapuolen työhön. Kyseisessä hankkeessa asuntopuolen suunnittelun ohjaaja toimii puheenjohtajana asuntopuolen suunnittelukokouksissa ja liikekeskuksen suunnittelun ohjaaja koko hankkeen yhteisissä suunnittelukokouksissa, joissa käsitellään kummankin toiminnon suunnitteluun liittyviä asioita.

Kysyttäessä suunnittelijoilta suunnittelun ohjauksesta vastaavaa tahoja saatiin useampia erilaisia vastauksia kuten projektinjohtourakoitsija, tilaajan projektipäällikkö, rakennuttajakonsultti sekä talotekniset valvojat. Varsinkin urakkamuodolla koettiin olevan suuri merkitys siihen, kuka suunnittelun ohjauksesta lopulta vastaa. Perustajaurakoinnissa suunnittelun ohjauksesta vastaavaksi tahoksi nimettiin projektipäällikkö ja mukana prosessissa voi olla myös vastaava mestari antamassa kommentteja ratkaisujen työmaatoteutuksen näkökulmasta. Allianssihankeissa, joissa suunnittelijat ovat sopimussuhteessa tilaajaan, voi suunnittelun ohjaus kuulua tilaajalle tai se on saatettu ostaa rakennusliikkeeltä. Arkkitehti koki suunnittelun ohjauksen olevan pääurakoitsijan ja pääsuunnittelijan yhteisvastuulla, jolloin pääurakoitsija ohjaa ja pääsuunnittelija koordinoi ja vie suunnittelua eteenpäin sekä vastaa suunnitelmien yhteensovittamisesta. Lisäksi suunnittelun ohjauksesta vastaa LVI- ja sähkösuunnittelun projektipäälliköt.

Haastateltavien kokemusten mukaan suunnittelun ohjauksessa on yleisesti eri hankkeissa onnistuttu hyvin ja ohjauksesta vastaavat tahot ovat olleet asioista ajan tasalla. Suunnittelun ohjauksen onnistumisen koettiin riippuvan hyvin pitkälle siitä vastuussa olevista henkilöistä ja heidän ammattitaidostaan. Tutun suunnitteluryhmän ja suunnittelun ohjauksesta vastaavan tahon kanssa työskentelyn koettiin onnistuneen hyvin, sillä suunnittelutavoitteet ja toimintamallit ovat tuttuja. Uudet urakkamuodot ja suunnitteluryhmät taas nähtiin prosessin onnistumisen kannalta haastavammiksi, sillä prosessin hallinta ei ole niin vakioitunutta. Hybridihankkeissa suunnittelun ohjaajien välisen yhteistyön toimivuus nähtiin avaintekijänä, jotta virheitä ei tule. Kohdeyrityksen hybridihankkeissa

suunnittelun ohjauksessa on jatkuvasti opittu ja kehitytty, kun on pyritty luomaan hybridihankkeeseen sopivia toimintatapoja.

Suunnitteluprosessin ja suunnittelun ohjauksen suurimmat haasteet ja ongelmat

Suunnitteluprosessissa esiintyviä haasteita löytyi useita erilaisia. Useassa vastauksessa nostettiin tavalla tai toisella esiin eri alojen suunnitelmien yhteensovittamisen tuomat haasteet ja etenkin taloteknisiin järjestelmiin liittyvät asiat. Esimerkiksi arkkitehti- ja rakennemallin ristiriidat nimettiin elementtien sähköistyksien suunnittelua vaikeuttavana tekijänä ja reikäpiirustusten laadinnassa koettiin olevan usein haasteita. Myös taloteknisten järjestelmien sijoittelu nähtiin haasteena, sillä toisinaan niille ei ole arkkitehdin suunnitelmissa varattu riittävästi tilaa. Lisäksi ongelmana nähtiin taloteknisten suunnittelijoiden liittyminen suunnitteluprosessiin vasta silloin, kun runkoratkaisut on jo hyvin pitkälle suunniteltu, jolloin suunnitelmia joudutaan uudelleen sovittamaan yhteen ja muokkaamaan. Mitä aikaisemmin suunnittelua toteutettaisiin kaikkien suunnittelijoiden kanssa yhdessä sitä helpommin ja nopeammin suunnitteluprosessi etenisi ja myös tilavaraukset saataisiin määritettyä riittävän tarkasti.

Suunnitelmien yhteensovittamiseen liittyen esiin nousivat myös tietomallit yhteensovituksen välineenä. Tietomallien tarkastamisessa nähtiin olevan haasteita, eikä mallien tarkastus kaikissa rakennusalan yrityksissä ole vielä riittävällä tasolla. Ongelmia saattaa myös ilmetä, mikäli mallien tarkastaminen jätetään vain arkkitehdin vastuulle, joka ei välttämättä ymmärrä kaikkia muiden alojen mallinnukseen liittyviä lainalaisuuksia. Vähäkään haastavammassa kohteissa tietomallinnuksen merkityksen nähtiin kasvavan entisestään, jotta tuotantoonkin saataisiin esimerkiksi sellaisia malleja joiden talotekniikka ei risteile.

Puutteet kommunikaatiossa, tiedonkulussa, lähtötiedoissa ja tavoitteissa esiintyivät myös haastateltavien vastauksissa. Toimivalla yhteistyöllä on mahdollista saavuttaa eri osapuolten välinen luottamus sekä siten joustavuutta suunnittelutyöhön. Jos suunnitteluprosessiin osallistuvien tahojen yhteistyö ei toimi, vaikuttaa se suoraan lopputulokseen. Arkkitehti näki, että asetettuja tavoitteita vastaavan yhteisen vision löytyminen on merkittävässä roolissa projektin onnistumisen kannalta. Kun kaikilla suunnittelijoilla on yhteinen näkemys lopputuloksesta ja siitä, mitä tavoitellaan, on suunnittelu virtaviivaisempaa ja välttää turhalta työltä. Siten myös lopputulos on tasapainoisempi.

Ammattitaito oli myös yksi haasteita aiheuttavista tekijöistä. Niin suunnittelijoiden kuin suunnittelun ohjaajienkin ammattitaidon tulee vastata hankkeen vaativuustasoa. Mikäli jonkun suunnittelijan ammattitaito ei ole riittävä, vaikuttaa se koko suunnitteluryhmän työn etenemiseen. Eräs suunnittelija jopa ilmoitti jättävänsä osallistumatta sellaisiin projekteihin, joissa suunnitteluryhmän ammattitaito ei ole riittävällä tasolla.

Suunnitelmamuutosten tuomat haasteet esiintyivät useamman haastateltavan vastauksissa. Tietomallien yhteensovittamisen merkityksen nähtiin kasvavan entisestään muutostilanteissa, jolloin suunnittelutyölle ei ole normaalin suunnitteluprosessin mukaista aikaa, vaan suunnitelmia tulee muokata hyvin nopealla tahdilla. Rakennesuunnittelija koki hankintapakettien pohjalta toteutettavan suunnittelun haastavana, sillä alkuvaiheessa suunnittelua tehdään hyvin vähäisin lähtötiedoin, minkä seurauksena suunnitelmia joudutaan muuttamaan lukuisia kertoja suunnitteluprosessin aikana suunnitelmien tarkentumisessa. Asuntopuolella suunnitteluun vaikuttaa merkittävästi se, onko kyseessä sijoittajakohde vai ei. Suunnittelu voi olla jo hyvinkin pitkällä sijoittajan varmistuessa ja tullessa mukaan projektiin, jolloin sijoittajapäätökset voivat johtaa uudelleen suunnitteluun ja valittujen ratkaisujen muuttamiseen.

Hybridikohteen haasteina nähtiin erilaisten toimintojen yhdistämisen aiheuttamat vaikutukset ja rajoitukset tehtäville suunnitteluratkaisuille. Esimerkiksi kohteessa, jossa asuntoja sijoitetaan liikekeskuksen päälle, tulee huomioida asuntojen pohjaratkaisujen vaikutukset kuormien alas tuomisessa ja samanaikaisesti varmistaa liiketilojen toiminnallisuus. Tehdyillä ratkaisuilla on myös merkittävä vaikutus kustannuksiin.

Hybridihankkeen suunnittelijoita valitessa tulisi haastateltujen mukaan varmistaa hankkeen kaikkien eri toimintojen suunnittelun riittävä osaaminen. Tutkimuskohteessa sekä asuntojen että toimitilojen suunnittelusta vastasi saman suunnittelutoimiston henkilöt. Jos suunnittelu olisi jaettu eri suunnittelutoimistojen kesken, korostuisi suunnittelijoiden välisen yhteistyön tuomat haasteet entisestään. Tällaisissa tapauksissa riskinä olisi, että toimintojen väliset rajapinnat jäisivät suunnittelematta, sillä selviä urakkarajoja on vaikea määrittää. Tästä syystä kohdeyrityksen suunnittelun ohjaus näki hyvänä asiana sen, että hybridihankkeen kaikkien toimintojen suunnittelu tulisi ainakin arkkitehti- ja rakennesuunnittelun osalta samasta toimistosta, kunhan varmistetaan suunnitteluresurssien riittävyys kaikkien toimintojen suunnitteluun.

Yhteistyö suunnitteluprosessissa

Kysyttäessä haastateltavilta yhteistyön kannalta merkittävimpiä tehtäviä ja asioita oli heiltä vaikeampaa saada kattavaa vastausta, sillä haastateltavat kokivat jo aiemmin listattujen ongelmien olevan myös niitä asioita, joissa yhteistyö on avainasemassa. Lähtötietojen toimittaminen riittävällä tarkkuudella koettiin myös yhteistyön kannalta oleelliseksi, jotta suunnitelmat tehtäisiin jo alusta alkaen oikealta pohjalta. Varsinkin LVI-suunnittelija koki alkuvaiheessa lähtötietojen toimittamisen tärkeänä järjestelmäratkaisujen valinnan näkökulmasta.

Talotekniikan suunnittelun kannalta yhteistyö nähtiin tärkeänä talotekniikan tilavarausten ja reititysten suunnittelussa. LVI- ja sähkösuunnittelijat tekevät keskenään jatkuvasti yhteistyötä ja tarkastavat reititysten yhteensopivuutta. Tavallisesti LVI-suunnittelija määrit-

tää reittinsä ensin ja sähkösuunnittelija suunnittelee omat reittinsä tämän pohjalta. Talotekniikan tilavarauksia suunniteltaessa arkkitehdin tulee varata suunnitelmiin talotekniikalle sellaiset tilat, jotka se tarvitsee. Hybridikohteissa tulee lisäksi huomioida asunto- ja liiketilojen aluejaot sekä varmistaa näiden järjevä keskinäinen sijoittelu. Hybridikohteissa myös asunto- ja liiketilojen yhteisten järjestelmien suunnittelun nähtiin vaativan kummankin puolen suunnittelijoiden yhteistyötä, sillä välttämättäkin joudutaan kulkemaan toisen alueella.

Hybridikohteessa tärkeänä nähtiin sekä asunto- että liiketilapuolen suunnittelijoiden yhteensovittaminen, jotta kaikilla on yhtenäinen käsitys urakkarajoista eli, mikä alue kenenkin suunnitteluvastuulle kuuluu. Myös urakkarajojen rajapintojen suunnittelu on tärkeää, sillä välttämättä joudutaan miettimään yhdessä järjevin ratkaisu kummankin toiminnon kannalta. Tilanne korostuu silloin, kun asuntojen ja liiketilojen suunnittelusta vastaa eri yritysten suunnittelijat. Kun suunnittelu tulee samasta yrityksestä, on yhteensovitus helpompaa.

Suunnitteluprosessin ja suunnittelun ohjauksen kehittäminen

Kehityskohteena esitettiin aikataulujen laadintaan ja niiden seuraamiseen liittyvät asiat. Toiveena oli, että suunnittelijat pääsisivät kunnolla kommentoimaan suunnitteluaikataulua ja kommentit otettaisiin huomioon. Lähtötietoaikataulun laadintaan tulisi kiinnittää enemmän huomiota ja siinä tulisi näkyä myös tilaajan päätöksentekoprosessi. Tilaajapäätökset tulisi myös saada riittävän aikaisin. Lisäksi eri osapuolilta tulisi vaatia lähtötietoaikataulussa pysymistä ja sitoutumista asetettuihin välitavoitteisiin. Myös valmisosatoimittajien aikataulujen sitominen projektiin koettiin tärkeäksi kehityskohteeksi. Aikataulun seurannan sekä puuttuvien lähtötietojen vaatimisen vastuun tulisi kuulua suunnittelun ohjaajalle eikä vain suunnittelijoille. Elementtisuunnittelun kannalta hyödylliseksi koettiin, että suunnittelijat saisivat tietoonsa myös työmaan runkoasennusaikataulun.

Lähtötietojen pyytäminen riittävällä tarkkuudella kaikilta osapuolilta nähtiin myös tärkeänä kehityskohteena. Käyttäjätietojen tulisi olla riittävän tarkkoja ja tavoitteiden selkeitä. Järkevintä olisi, jos lähtötietoselvitys pyörisi jatkuvasti prosessin mukana, jolloin projektin edetessä alussa esitettyjä lähtötietoja voitaisiin täydentää ja muokata. Asuntopuolella lähtötiedot ovat yleensä ajoissa selvillä, mutta liiketilapuolella lähtötietojen saaminen voi viivästyä, kun käyttäjiä ei tiedetä. Käyttäjien selvityksessä voi heidän tarpeitaan olla vaikea enää sovittaa yhteen tehtyjen suunnitelmien kanssa. Välttämättä käyttäjät eivät myöskään osaa antaa riittäviä lähtötietoja, sillä heillä ei ole riittävä alan teknistä asiantuntemusta.

Selkeänä kehityskohteena haastatellut esittivät tiedonkulun parantamisen. Varsinkin hybridikohteessa olisi oleellista aina varmistaa, onko jollakin tehdyllä päätöksellä tai ratkaisulla vaikutusta muiden toimintojen vaatimien tilojen suunnitteluun. Huomiota on kiinnitettävä siihen, että suunnittelu ei lokeroitu eri puolien välillä ja siten aiheuta merkittäviä

ongelmia kommunikaatiossa. Lähtökohtana tiedonkulun varmistamisessa on avoimen ilmapiiirin luominen eri osapuolten välille.

Yhtenä kehityskohteena nähtiin sekä suunnittelijoiden että suunnittelun ohjauksen näkökulmasta aiempaa suurempi panostus luonnossuunnitteluun. Luonnossuunnitelmien tulisi olla riittävän tarkkoja jo ensimmäistä suunnittelukokousta pidettäessä. Tällöin esimerkiksi rakenne- ja talotekniset suunnittelijat voisivat jo aikaisessa vaiheessa kommentoida, mikäli jotkin esitetyt ratkaisut ovat mahdottomia tai niille löytyisi selvästi helpompi ja edullisempi toteutustapa. Usein esimerkiksi arkkitehdin suunnitelmissa jännevälit ovat liian suuria, mikä vuoksi ontelolaattojen paksuutta joudutaan kasvattamaan.

Suunnittelun ohjaajat kokivat omassa työssään olevan vielä kehitettävää hybridihankkeen suunnittelun ohjauksessa. Asuin- ja liiketilojen rajapintojen suunnittelun ohjaukseen tulisi kiinnittää vielä enemmän huomiota. Myös suunnittelun ohjauksen vastuurajaukset tulisi miettiä tarkemmin, sillä ne usein myös muodostavat toteutuksen urakkarajat. Kohdeyrityksessä koettiin, että hybridihankkeen suunnittelun ohjauksessa merkittävä kehityskohta on hankemuodolle sopivan toimintamallin kehittäminen.

Suunnittelussa kehitettävää olisi myös toimivien ja tehokkaiden asuntopohjien löytämisessä. Jatkuvan kehityksen kannalta tärkeää olisi myös oppia aiemmin tehdyistä virheistä. Jokaisen hankkeen jälkeen tulisi loppuraportoinnissa kartoittaa suunnitteluvirheet, jotta niitä voitaisiin välttää tulevaisuudessa.

Suunnitteluprosessin ja suunnittelun ohjauksen apuvälineet

Suunnittelijat esittivät käyttämikseen apuvälineiksi lähinnä mallinnusteknologian, Excel-taulukot ja eri suunnittelualojen kesken yhteensopivat ohjelmistot. Suunnitteluprosessin kannalta toimivia apuvälineitä ovat yhteiset suunnittelukokoukset, suunnittelijoiden keskinäiset palaverit, sekä kokoukset, joissa on paikalla myös päättäjiä, jolloin päätöksiä voidaan tehdä heti. Suunnittelijat ovat työssään hyödyntäneet Skypeä suunnittelijoiden keskinäisten palavereiden pitämisessä. Nämä on koettu hyvin tehokkaiksi ja niitä olisikin syytä pitää entistä enemmän. Suunnittelijat saattavat työskennellä eri kaupungeissa, jolloin Skypen välityksellä voidaan nopeasti ja helposti ratkaista ongelmia. Myös suunnitelma katselmuksella hankintojen ja työmaan näkökulmasta on koettu hyväksi, sillä esimerkiksi työmaateknisesti mahdottomia suunnitelmia voidaan muokata heti, eivätkä ne tule yllätyksenä rakentamisen aikana.

Suunnittelun ohjaajien apuvälineinä taas toimivat suunnitelmatarve-aikataulut ja niiden tarkkaileminen sekä suunnittelukokoukset. Suunnitelmatarveaikataulu ja sen laatiminen riittävällä tarkkuudella on tärkeää, jotta suunnittelijat tietävät milloin heidän tulee mikäkin suunnitelma toimittaa ja siten osaavat pyytää myös tähän liittyviä lähtötietoja ajoissa. Kohdeyrityksessä ei ole vielä kehitetty hybridihankkeeseen omia apuvälineitä. Perinteisiä

asunto- ja toimitilahankkeiden apuvälineitä on siten sovellettu ja muokattu hybridihankkeeseen sopivaksi, sillä ne eivät sellaisenaan suoraan sovellu kyseiseen hankemuotoon esimerkiksi eri suunnittelujärjestyksen vuoksi.

Yhteistoiminnallisista apuvälineistä kuten Big Roomista ei haastatteluilla ollut henkilökohtaisia kokemuksia, mutta he kokivat niiden olevan potentiaalisia apuvälineitä. Yksi suunnittelija koki, että Big Room -työskentelystä voisi olla hyötyä mallintamisen loppuvaiheessa suunnittelun ollessa jo hyvin pitkällä, jolloin pienempiä kokonaisuuksia voitaisiin ratkaista nopeasti yhdessä. Alkuvaiheen suunnitteluun kyseinen suunnittelija ei kokenut Big Roomin olevan yhtä hyödyllinen. Suunnittelun ohjauksen näkökulmasta esimerkiksi selainpohjainen tehtävien hallinnan ja organisoinnin Trello-alusta nähtiin kokemuksen arvoisena apuvälineenä, sillä sen avulla suunnittelutehtävät olisi ajantasaisesti helpposti kaikkien näkyvillä.

4.5 Aineiston analysointi

Saadun aineiston tarkempi analysointi on esitetty tässä luvussa. Haastatteluaineiston analysointi on jaettu omiksi osikseen matriisin analysoinnin ja haastattelukysymyksiä koskevan aineiston tarkastelun kesken vastaavasti kuin edellisen luvun haastattelujen aineiston esittely. Tässä luvussa etsitään suunnittelun ohjauksen kriittiset pisteet sekä vertaillaan haastattelukysymyksiin saatujen vastausten ja kirjallisuuden näkemyksiä suunnitteluprosessin ongelmista.

4.5.1 Runkovaiheen kriittisten pisteiden määrittäminen

Ennen varsinaista analysointia on hyvä huomioida muutama kyseiseen hankkeeseen liittyvä seikka, jolla on vaikutusta matriisissa esitettyjen tehtävien oletettuun järjestykseen sekä mahdollisesti joihinkin haastateltujen antamiin vastauksiin tehtävien riippuvuussuhteista. Ensinnäkin matriisissa esiintyvien tehtävien järjestyksessä tulee huomioida, että suunnittelu on esitetty etenevän niin sanotusti ”asunnot edellä” eli asuntoihin liittyvät ratkaisut tehdään ensin ja liikekeskuksen tämän jälkeen. Kyseinen valinta oli tässä hankkeessa kohdeyrityksen tekemä päätös, mutta yleisesti hybridihankkeissa mahdollista olisi myös edetä liikekeskuksen tai jonkin muun osan suunnittelu edellä. Kyseisessä hankkeessa mahdollista olisi myös ollut tehdä liikekeskuksen ja asuinrakennuksen väliin rakenteellinen kuormia jakava kerros siten, että asuin- ja liiketilojen kantavat linjat olisi voitu suunnitella toisistaan riippumattomina. Tällöin myöskään pohjaratkaisut tai rakenneratkaisut eivät olisi olleet asuin- ja liiketilojen välillä riippuvaisia toisistaan välipohjarakenteen jakaessa kuormat molemmille osille erikseen. Tämän kaltainen ratkaisu olisi erittäin kallis, mutta joidenkin hankkeiden sitä vaatiessa mahdollinen.

Lisäksi esimerkiksi asuntopuolella kohdeyrityksen rakenneratkaisut ovat hyvin pitkälle vakioituja, eikä rakennesuunnittelijan siten tarvitse varsinaisesti mitoittaa eri rakenne-

tyyppettä. Rakenteisiin liittyvät suunnittelutehtävät ovat siten niiden kantavuuden ja riittävän rakennepaksuuden varmistamista. On myös oleellista huomata, että hissikuilut voivat toimia myös jäykistävinä rakenteina. Tässä hankkeessa näin ei ole, joten hissikuilut ja jäykistävät rakenteet esiintyvät erillisinä tehtävinä. Hissikuilut voidaan tehtävälis-tauksessa myös ajatella joko vain tilavarauksena tai itse rakenteena.

Haastatteluiden avulla luoduista matriiseista voidaan helposti havaita, että tehtävien välillä on erittäin paljon riippuvuussuhteita, sillä merkintöjä on todella paljon. Suunnittelun ohjaajien matriisissa loppupuolen taloteknisiin tehtäviin vaikuttavia riippuvuussuhteita on hieman vähemmän kuin suunnittelijoiden matriisissa. Muutoin matriisit ovat hyvin samankaltaisia. Matriisien merkinnät ovat myös hyvin hajallaan ympäri matriisia, mikä kertoo siitä, että lähes kaikki tehtävät tarvitsevat tietoa myös oletetussa järjestyksessä myöhemmin suoritettavilta tehtäviltä. Juurikin hajanaisten merkintöjen vuoksi matriiseista on hankalaa suoraan hahmottaa kriittisiä pisteitä, eli tehtäväjoukkoja, jotka muodostavat selkeitä keskinäisessä vuorovaikutussuhteessa olevia ryhmiä diagonaalin ympärille (luvussa 3.4.4 kuvattu toisistaan riippuvaisina tehtävinä). Tästä syystä onkin järkevää lähteä muokkaamaan matriisin tehtävien järjestystä, jotta nämä kriittiset pisteet saadaan määritettyä.

Saatujen tulosten perusteella voidaan todeta, että suunnittelutehtäviä on hyvin vaikea saada ajalliseen optimijärjestykseen. Tämä johtuu siitä, että todellisuudessa samanaikaisesti tapahtuu useamman tehtävän suunnittelua. DSM-matriisia käsittelevässä kirjallisuudessa on usein esitetty erilaisia optimointilogaritmeja tai ohjelmia, joilla voidaan etsiä tehtäville suotuisin toteutusjärjestys. Tässä työssä tällaisia menetelmiä ei ole käytetty niiden haasteellisuuden vuoksi, vaan järjestystä on muokattu manuaalisesti kokeilemalla erilaisia vaihtoehtoisia järjestyksiä matriisin tehtäville. Matriisille on pyritty löytämään sellainen muoto, jossa tehtävien väliset vuorovaikutussuhteet ja kriittiset pisteet saadaan kuvattua havainnollisesti.

Erilaisista manuaalisesti kokeilluista tehtäväjärjestyksistä parhaiten kriittiset pisteet hahmottava vaihtoehto oli tuotannon toteutusjärjestystä mukaileva järjestys. Tämä matriisin muokattu tehtäväjärjestys on esitetty taulukossa 3. Tehtävien järjestystä muuttamalla riippuvuusmerkinnät on saatu lähemmäksi diagonaalia ja kriittiset pisteet saatu havainnollistettua paremmin. Kuvien 15 ja 16 muokatuissa matriiseissa diagonaalin ympärille muodostetut neliöt kuvastavat kriittisiä pisteitä, joissa kyseiseen neliöön kuuluvat tehtävät tarvitsevat toisiltaan tietoa ja näin ollen vaativat yhtäaikaista suunnittelua. Koska kyseessä on hybridihanke, on kummankin tarkastellun toiminnan (asuin- ja liiketilojen) suunnittelua koskevat yhteiset tehtävät korostettu esittämällä ne riveillä ja sarakkeissa tummennettuina. Lisäksi kaikki ne solut, joissa riippuvuusmerkintä kuvastaa asunto tai kauppakeskuksen suunnittelutehtävän olevan riippuvainen tällaisesta yhteisestä tehtävästä, on myös tummennettu. Näin on pyritty havainnollistamaan hybridihankkeen yhteisten suunnittelutehtävien vaikutusta ja korostamaan sitä etenkin kuvatuissa kriittisissä pisteissä, joissa yhteistyö on avainasemassa.

Taulukko 3. *Muokatus matriisin suunnittelutehtävien järjestys*

Numero	Suunnittelutehtävä	Numero	Suunnittelutehtävä
1	Asuntojen pohjaratkaisut	17	Vesikattorakenteet
2	Kauppakeskuksen pohjaratkaisut	18	Pihakansi
3	Perustusten kuormat	19	Hissikuilut
4	Kuormat	20	Kauppakeskuksen tilavaraukset pysty (kuilut)
5	Perustamistapa	21	Asuntojen tilavaraukset pysty (kuilut)
6	Perustukset	22	Kauppakeskuksen tilavaraukset vaaka
7	Runkojärjestelmä	23	Asuntojen tilavaraukset vaaka
8	Kantavat linjat	24	IV-konehuoneet
9	Jäykistävät rakenteet	25	Pohjaviemärit
10	Kauppakeskuksen pystyrakenteet	26	Yhteinen viemärijärjestelmä
11	Asuntojen pystyrakenteet	27	Yhteinen lämmitysjärjestelmä
12	Kauppakeskuksen vaakarakenteet	28	Yhteinen sprinklerijärjestelmä
13	Asuntojen vaakarakenteet	29	Kauppakeskuksen pääsähkönjakelu
14	Kauppakeskuksen välipohjarakenteet	30	Kauppakeskuksen johtotiet
15	Asuntojen alapohjarakenteet	31	Asuntojen pääsähkönjakelu
16	Asuntojen välipohjarakenteet	32	Asuntojen johtotiet

Tarkastellaan ensin suunnittelijoiden matriisia eli kuvaa 15 ja tunnistettuja kriittisiä pisteitä. Ensinnäkin yksi merkittävä kriittinen piste on asuntojen ja kauppakeskuksen pohjaratkaisujen suunnittelu. Koska runkoratkaisut ovat molemmilla yhteiset, on pohjaratkaisuillakin vaikutusta toisiinsa. Vaikka suunnittelu etenisikin asuntojen (tai vaihtoehtoisesti kauppakeskuksen) suunnittelu edellä, ei toisen pohjaratkaisuja voi suunnittelussa kuitenkaan täysin sivuuttaa. Kun pohjaratkaisujen lisäksi tehtäväkokonaisuuteen lisätään vielä kaikkien kuormien vaikutus, saadaan tästä toinen hieman laajempi kriittinen piste.

Yksi matriisista selvästi havaittava kriittinen piste on kuormien, perustusten kuormien, perustamistavan ja perustusten suunnittelun muodostama kokonaisuus. Matriisista voidaan lukea, että nämä kaikki neljä tehtävää vaativat toisiltaan tietoa. Kuormat vaikuttavat merkittävästi siihen, millainen perustamistapa tulee valita ja samoin myös perustuksilta vaadittaviin ominaisuuksiin, jotta kaikki kuormat saadaan tuotua rakenteiden kautta perustuksille.

DSM YHTEISTYÖMATRIISI HYBRIDIHANKKEELLE		1 Asuntojen pohjaratkaisut	2 Kauppakeskuksen pohjaratkaisut	3 Perustusten kuormat	4 Kuormat	5 Perustamistapa	6 Perustukset	7 Runkojärjestelmä	8 Kantavat linjat	9 Jäykistävät rakenteet	10 Kauppakeskuksen pystyrakenteet	11 Asuntojen pystyrakenteet	12 Kauppakeskuksen vaakarakenneet	13 Asuntojen vaakarakenneet	14 Kauppakeskuksen välipohjarakenneet	15 Asuntojen alapohjarakenneet	16 Asuntojen välipohjarakenneet	17 Vesikattorakenneet	18 Pihakansi	19 Hissikuilut	20 Kauppakeskuksen tilavaraukset pysty (kuilut)	21 Asuntojen tilavaraukset pysty (kuilut)	22 Kauppakeskuksen tilavaraukset vaaka	23 Asuntojen tilavaraukset vaaka	24 IV-konehuoneet	25 Pohjaviemärit	26 Yhteinen viemärijärjestelmä	27 Yhteinen lämmitysjärjestelmä	28 Yhteinen sprinklerjärjestelmä	29 Kauppakeskuksen pääsähköjako	30 Kauppakeskuksen johtotiet	31 Asuntojen pääsähköjako	32 Asuntojen johtotiet		
1 Asuntojen pohjaratkaisut	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
2 Kauppakeskuksen pohjaratkaisut	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
3 Perustusten kuormat	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
4 Kuormat	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
5 Perustamistapa	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
6 Perustukset	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
7 Runkojärjestelmä	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
8 Kantavat linjat	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
9 Jäykistävät rakenteet	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
10 Kauppakeskuksen pystyrakenteet	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
11 Asuntojen pystyrakenteet	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
12 Kauppakeskuksen vaakarakenneet	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
13 Asuntojen vaakarakenneet	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
14 Kauppakeskuksen välipohjarakenneet	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
15 Asuntojen alapohjarakenneet	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
16 Asuntojen välipohjarakenneet	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
17 Vesikattorakenneet	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
18 Pihakansi	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
19 Hissikuilut	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
20 Kauppakeskuksen tilavaraukset pysty (kuilut)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
21 Asuntojen tilavaraukset pysty (kuilut)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
22 Kauppakeskuksen tilavaraukset vaaka	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
23 Asuntojen tilavaraukset vaaka	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
24 IV-konehuoneet	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
25 Pohjaviemärit	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
26 Yhteinen viemärijärjestelmä	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
27 Yhteinen lämmitysjärjestelmä	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
28 Yhteinen sprinklerjärjestelmä	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
29 Kauppakeskuksen pääsähköjako	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
30 Kauppakeskuksen johtotiet	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
31 Asuntojen pääsähköjako	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
32 Asuntojen johtotiet	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Kuva 15. Suunnittelijoiden matriisin kriittiset pisteet

Yksi suuri kriittinen tehtäväkokonaisuus on runkojärjestelmän, kantavien linjojen, jäykistävien rakenteiden sekä asuntojen ja kauppakeskusten rakenteiden (pilarit, palkit, väli-, ala- ja yläpohjat) ja vesikattorakenteiden suunnittelu. Suunnittelussa valitaan jokin runkojärjestelmä sekä määritetään kantavat linjat ja rakennuksen jäykistys. Samalla täyttyy tutkia yksittäisiä rakenteita sekä niiden rajoitteita. Rakenteiden kokoa ei esimerkiksi voida loputtomiin kasvattaa, vaan runkojärjestelmää ja kantavia rakenteita voidaan tällöin joutua muokkaamaan. Näiden asioiden suunnittelu tapahtuu siten ainakin osittain samanaikaisesti. Runkojärjestelmä, kantavat linjat ja jäykistävät rakenteet ovat kaikki toisistaan riippuvaisia tehtäviä ja muodostavat pienemmän kriittisen pisteen tarkastellun laajemman kokonaisuuden sisällä. Nämä ovat myös tehtäviä, joilla on selkeä vaikutus sekä asuntojen että kauppakeskuksen rakenteiden suunnitteluun. Toinen saman kokonaisuuden sisältä löydettävä kriittinen piste on asuntojen ja kauppakeskuksen rakenteiden suunnittelu ja kolmas vesikattorakenteiden ja pihakannen kokonaisuus.

Suunnitteluprosessissa talotekniikalla on merkittävä rooli. Matriisista voidaan löytää kriittinen piste asuntojen ja kauppakeskuksen vaaka- ja pystysuuntaisten tilavarausten suunnittelun ja IV-konehuoneiden suunnittelun muodostamasta tehtäväkokonaisuudesta. Tässä kokonaisuudessa aivan kaikki tehtävät eivät ole toisistaan riippuvaisia, vaan toisia voidaan suunnitella vapaammin, mutta kokonaisuutena ne kuitenkin muodostavat kriittisen pisteen.

Sähköjärjestelmien suunnittelussa on hybridihankkeessa huomioitava asuntuolen ja kauppakeskuksen puolen sähkösuunnittelijoiden yhteistyön pitävyyys. Matriisista voidaan nähdä, että asuntojen ja kauppakeskuksen pääsähkönjakelun ja johtoteiden suunnittelu tulisi toteuttaa yhteistyössä muodostaen näin yhden runkovaiheen suunnittelun kriittisen pisteen. Lisäksi asuntojen pääsähkönjakelu ja johtotiet muodostavat pienemmän kriittisen pisteen sekä kauppakeskuksen pääsähkönjakelu ja johtotiet toisen kriittisen pisteen.

Yksi pienempi kriittinen piste on yhteisen viemärijärjestelmän ja pohjaviemärien suunnittelu. Tämä onkin hyvin oletettava kaksisuuntainen riippuvuussuhde molempien tehtävien käsittäessä viemäröinnin suunnittelua. Hybridihankkeessa kuitenkin on merkittävää ottaa huomioon juurikin yhteisen viemärijärjestelmän vaikutus pohjaviemäröintiin ja toisin päin, sillä kummatkin tehtävät ovat koko hankkeelle yhteisiä.

Matriisista voidaan lisäksi poimia joitain yksittäisiä havaintoja edellä kuvattujen kriittisten pisteiden lisäksi. Koska tehtävien vuorovaikutussuhteita on hyvin suuri määrä, sijoittuu mielenkiintoisia tarkastelukohteita myös kriittisten pisteiden ulkopuolelle. Yhtenä huomiona voidaan esimerkiksi havaita, että IV-konehuoneiden suunnittelulla ei ole matriisiin mukaan lainkaan vaikutusta asuntuolen suunnitteluun. Vain kauppakeskukseen ja yhteisiin rakenteisiin liittyvien tehtävien suunnittelu vaatii tietoa kyseiseltä tehtävältä.

Määrällisesti merkittävimpinä suunnittelutehtävinä riippuvuussuhteisiin perustuen voidaan nähdä asuntojen ja kauppakeskuksen pohjaratkaisut, runkojärjestelmä, kantavat linjat, jäykistävät rakenteet sekä pystyrakenteet. Nämä vaikuttavat muihin tehtäviin matriisiin mukaan eniten. Kuormat taas vaikuttavat kaikkiin rungon rakennusosiin ja valituihin jäykistäviin rakenteisiin ja vastaavasti ovat riippuvaisia kaikista näihin liittyvistä tehtävistä. Tämä kuvaa hyvin sitä, kuinka tärkeää on määrittää oikein todelliset rakenteille tulevat kuormat ja vastaavasti tarkastaa kuinka suurilla kuormilla on mahdollista kestää ja siten muokata runkojärjestelmää ja pienentää syntyviä kuormia.

Lisäksi kriittisten pisteiden ulkopuolella olevia riippuvuussuhteita tarkastellessa voidaan tunnistaa, että yhteiset talotekniset järjestelmät vaikuttavat kaikkiin tilavarauksiin, mikä onkin hyvin ymmärrettävää. Lisäksi yhteisillä järjestelmillä on vaikutusta sekä asuntojen että kauppakeskuksen vaakasuuntaisiin rakenteisiin.

Suunnittelun ohjaajien matriisiin tehtävien järjestystä muuttamalla suunnittelijoiden matriisia vastaavaksi voidaan löytää samankaltaisia tuloksia runkovaiheen kriittisiksi pisteiksi. Suunnittelun ohjaajien matriisista (kuva 16) voidaan havaita, että diagonaalin

muodostavat oman pienemmän kriittisen pisteen. Myöskään runkojärjestelmä ei lukeudu tähän suureen kriittiseen pisteeseen, vaan se muodostaa kriittisen pisteen kantavien linjojen kanssa sekä kantavien linjojen ja perustusten kanssa.

Talotekniikan tilavaraukset muodostavat IV-konehuoneiden kanssa vastaavanlaisen kriittisen pisteen keskenään kuin suunnittelijoidenkin matriisissa. Asuntojen ja kauppakeskuksen pystysuuntaiset tilavaraukset muodostavat myös hissikuilujen suunnittelun kanssa oman kriittisen pisteensä. Pohjaviemärin ja yhteisen viemärijärjestelmän muodostama kriittinen piste voidaan löytää myös suunnittelun ohjaajien matriisista.

Sähkösuunnittelun tehtävistä ei voida muodostaa vastaavanlaista hybridihankkeen luonnetta kuvaavaa kriittistä pistettä kuin suunnittelijoiden matriisissa. Suunnittelun ohjaajien näkemysten mukaan kauppakeskuksen pääsähkönjakelu suunnitellaan ensin ja johtotiet tämän pohjalta, jolloin syntyy vain yhdensuuntainen riippuvuussuhde. Asuntojen pääsähkönjakelu ja johtotiet taas nähdään toisistaan riippuvaisina, kuten suunnittelijoidenkin matriisissa.

Myös suunnittelun ohjaajien matriisin kriittisten pisteiden ulkopuolisten merkintöjen tarkastelu johtaa vastaavanlaisiin tuloksiin kuin suunnittelijoidenkin. Asuntojen ja kauppakeskusten pohjaratkaisujen merkitys muiden tehtävien suunnittelussa on suunnittelun ohjaajien näkemyksen mukaan vieläkin suuremmassa roolissa kuin suunnittelijoilla, sillä ne vaikuttavat vielä useampaan tehtävään. Runkojärjestelmän, kantavien linjojen ja jäykistävien rakenteiden vuorovaikutussuhteiden määrä on tässäkin tarkastelussa korkealla ja ne toimivat usean tehtävän lähtötietona.

Suunnittelun ohjaajien matriisissa talotekniikan tilavarausten vaikutukset varsinkin järjestyksessä aikaisemmin esiintyviin tehtäviin korostuu. Useat matriisin tehtävät ovat riippuvaisia etenkin asutopuolen tilavarauksista. Suunnittelijoiden matriisissa nämä riippuvuusmerkinnät painottuvat enemmän diagonaalin alapuolelle, joten ne eivät tuota prosessiin tässä esitetyssä järjestyksessä yhtä paljoa häiriötä.

Vertailemalla näitä kahta eri matriisia ja tehtävien riippuvuussuhteita voidaan myös havaita, että suunnittelun ohjaajien matriisista löytyy enemmän tehtäviä, joilla on vaikutusta vain muutamaaan tehtävään. Nämä vähiten vaikuttavat tehtävät poikkeavat myös toisistaan matriisien välillä. Suunnittelun ohjaajien matriisin mukaan kauppakeskuksen johtoteiden suunnittelulla ei ole lainkaan vaikutusta muihin tehtäviin, kun taas suunnittelijoiden näkemyksen mukaan näin ei ole. Suunnittelun ohjaajien matriisista perustusten kuormien, perustamistavan, perustusten ja vesikattorakenteiden voidaan lukea vaikuttavan vain yhteen tai kahteen tehtävään, mutta suunnittelun ohjaajien näkemyksen mukaan nämä tehtävät vaikuttavat huomattavasti useampaan tehtävään.

Haastatteluista saatua aineistoa analysoimalla voidaan löytää useita kriittisiä pisteitä ja oikeastaan koko matriisi voisi muodostaa yhden suuren kriittisen pisteen. Lisäksi monet

kriittiset pisteet sisältävät pienempiä kriittisiä pisteitä tai limittyvät osittain toisten kriittisten pisteiden kanssa. Tämä kuvastaa hyvin suunnitteluprosessin haastavuutta ja korostaa yhteistyön merkitystä. Kun tehtävien välisiä riippuvuussuhteita on näin suuri määrä, ei kukaan suunnittelija voi siiloutua suunnittelemaan vain yksin omaa vastuualuettaan, vaan suunnittelutyössä on jatkuvasti huomioitava myös muiden tehtävien tuomat rajoitteet ja vaatimukset ja muistettava kommunikoida muiden osapuolten kanssa. Hybridihankkeessa tämä korostuu entisestään.

4.5.2 Haastattelukysymysten vastausten analysointi

Haastatteluissa esitetyn kysymysosion tulokset peilautuvat vahvasti kirjallisuudessakin esitettyihin näkemyksiin suunnitteluprosessin toimivuudesta ja haasteista. Haastatellut listasivat hyvin samankaltaisia suunnitteluprosessin ongelmakohtia kuin tämän työn teoriaosuudessakin on esitetty tuoden näihin vielä hieman erilaisia lähestymistapoja. Merkittävimmi haasteiksi haastatellut luettelivat suunnitelmien yhteensovittamisen, suunnitelmamuutokset ja tiedonkulun. Nämä kaikki löytyvät myös kirjallisuudesta.

Kirjallisuudessa ei ole tarkkaan määritelty suunnittelun ohjauksesta vastaavaa taho, mikä voi helposti johtaa siihen, että vastuutahoa ei tiedetä, eikä siten suunnittelua ohjaa kukaan. Haastatellut eivät kokeneet suunnittelun ohjauksesta vastuussa olevan tahon nimeämistä haasteelliseksi, vaan luettelivat hieman erilaisissa hankkeissa vastuussa olevan eri taho. Kuitenkin suurimmaksi osaksi vastuutaho hankkeissa nähtiin olevan selvillä. Suunnittelun ohjauksen onnistuneisuus ja kokemus siitä, että suunnittelua ohjattiin, korostuu henkilöiden ja heidän ammattitaitonsa kautta. Eri osapuolten ammattitaito korostui myös muuten erinäisissä vaiheissa haastattelua. Kirjallisuudessakin on esitetty, että suunnitteluorganisaatio on usein tilapäinen, eivätkä henkilöt tunne toisiaan, jolloin yhteisen intressin löytäminen voi olla haasteellista. Tämä nousi esiin myös haastateltujen vastauksissa, sillä he kokivat, että tutun ryhmän kanssa toimiminen on paljon helpompaa ja suunnitteluprosessi toimii paremmin kuin silloin, jos henkilöt eivät ole toisilleen entuudestaan tuttuja. Samalla voidaan löytää kaikille yhteinen hankkeen kannalta olennainen tavoite, mikä myös kasvattaa luottamusta eri osapuolten välillä.

Suunnitteluprosessin haasteellisimmaksi asiaksi nousi haastateltujen perusteella suunnitelmien yhteensovittaminen. Etenkin talotekniikan yhteensovittamisessa muiden suunnitelmien kanssa koettiin olevan vielä paljon tekemistä. Yhteensovittamisen näkökulmasta talotekniikan suunnittelijoiden liittyminen prosessiin nykyistä aikaisemmin nähtiin merkittävänä yhteensovittamista helpottavana tekijänä. Osapuolten myöhäinen sitoutuminen prosessiin on myös kirjallisuudessa tunnistettu haaste. Haastatellut kokivat, että luonnossuunnitteluun tulisi kiinnittää aiempaa enemmän huomiota ja panostaa suunnitteluun jo tässä vaiheessa. Luonnossuunnittelu tulisi tehdä riittävän tarkasti, jotta suunnitelmia päästäisiin kommentoimaan jo aikaisessa vaiheessa ja siten kommentointi ja suunnitelmien muuttaminen ei jäisi toteutusvaiheeseen.

Suunnitelmien muuttaminen on yksi suunnitteluprosessin kompastuskivi. Suunnitelmien muuttaminen on esitetty kirjallisuudessa suurimmaksi kustannuksia aiheuttavaksi tekijäksi rakennusprosessissa ja sen merkitys korostuu sitä enemmän mitä myöhäisemmässä vaiheessa suunnitelmia joudutaan muuttamaan. Suunnittelijat kokivat suunnitelmamuutokset haasteellisiksi, sillä niiden toteuttamiselle on usein hyvin rajallisesti aikaa. Suunnitelmamuutosten yhteydessä korostui lähtötietojen riittävä tarkkuus ja se, ettei lähtötietoja lukittaisi liian aikaisessa vaiheessa. Haastatellut näkivät yhdeksi suunnitelmamuutoksia aiheuttavaksi tekijäksi myöhäiset sijoittajapäätökset.

Suunnitteluprosessin kehittämisen kannalta yhdeksi oleellisimmista asioista haastatte- luissa nousi suunnittelu-aikatauluun, niiden laadintaan ja seuraamiseen liittyvät asiat. Aikatauluissa tulisi huomioida entistä enemmän suunnittelijoiden esittämät näkemykset sekä tilaajan päätöksentekoprosessi. Aikatauluihin tulisi myös sitoutua, lähtötietoja vaatia aikatauluissa esitettyinä aikoina ja valvoa aikataulussa pysymistä.

Tietomallinnus oli haastateltujen keskuudessa merkittävin suunnittelutyötä edistävä tekijä. Siihen tulisikin kiinnittää vielä entistä enemmän huomiota ja varmistaa riittävä osaaminen tietomallien yhteensovitukseen. Myös kirjallisuudessa tietomallintaminen on suunnitteluprosessissa avainasemassa tuoden yhdessä lean-ajattelun kanssa merkittäviä hyötyjä prosessiin.

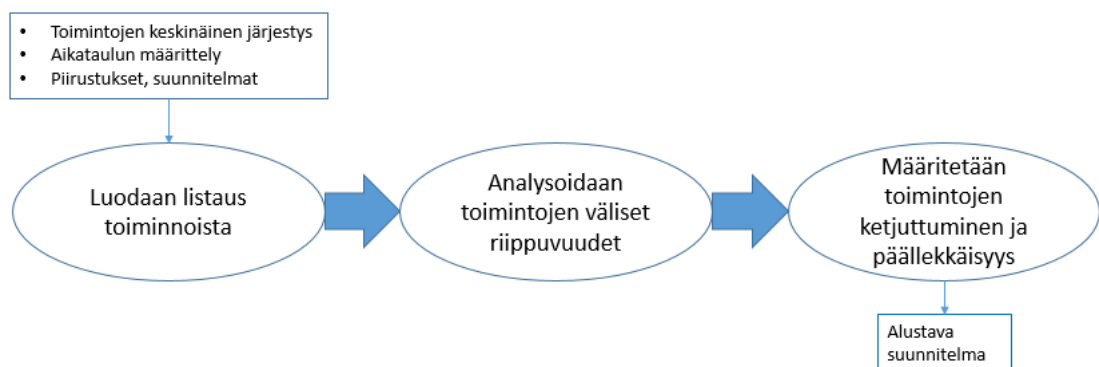
5. YHTEISTYÖMATRIISI SUUNNITTELUN OHJAUKSEN TYÖKALUNA

Yhteistyömatriisi on tässä työssä kehitetty DSM-matriisin teoriaan perustuva apuväline, jonka avulla voidaan havainnollistaa rakennushankkeen suunnittelutehtävien keskinäisiä riippuvuussuhteita ja määrittää suunnittelun ohjauksen kriittiset pisteet. Kriittiset pisteet ovat matriisista tunnistettavia tehtäväkokonaisuuksia, joihin kuuluvat tehtävät ovat toisistaan riippuvaisia, eikä niitä siten voida suorittaa itsenäisesti. Apuvälineen nimi korostaa yhteistyön ja vuorovaikutuksen merkitystä suunnitteluprosessissa ja etenkin tunnistetuissa kriittisissä pisteissä.

Tässä luvussa luodaan kuvaus, kuinka yhteistyömatriisia on mahdollista käyttää suunnittelun ohjauksen työkaluna. Ensin käydään läpi prosessi, kuinka yhteistyömatriisi luodaan. Tämän jälkeen tarkastellaan sen käyttöönottoon liittyviä näkökulmia ja pohditaan, kuinka työkalu toimii erilaisissa hankkeissa. Lopuksi tarkastellaan millaisia hyötyjä matriisipohjaisesta tehtävien riippuvuussuhteiden kuvaamisesta on suunnittelun ohjauksessa.

5.1 Yhteistyömatriisin luominen

Toimintojen välisten riippuvuuksien määrittämisen prosessi voidaan jakaa kolmeen informaation prosessoinnin osaan kuvan 17 mukaisesti. Näitä ovat toimintojen listauksen luominen, toimintojen välisten riippuvuuksien analysointi ja toimintojen ketjuuntumisen ja päällekkäisyyksien määrittäminen.



Kuva 17. Informaation prosessoinnin kulku (Muokattu lähteestä Kähkönen 1993)

Yhteistyömatriisissa esitettävien tehtävien kokonaisuus tulee miettiä tarkkaan ja tehtävien tarkkuus valita siten, että matriisi pysyy hallinnassa. Liian laajat kokonaisuudet, joissa tehtävät ovat hyvin yksityiskohtaisia, paisuttavat matriisin koon valtavaksi, jolloin sitä ei ole enää mielekästä tarkastella. Eri suunnitteluvaiheisiin sisältyviä tehtäviä kannat-

taa ensin tarkastella suhteellisen karkealla tasolla, jolloin voidaan pääpiirteissään määrittää suunnittelutehtävien muodostamat kriittiset pisteet. Tämän jälkeen nämä kriittisiä pisteitä muodostavat tehtävät voidaan purkaa omaksi matriisikseen, joissa tehtävät on pilkottu yksityiskohtaisemmalle tasolle. Näin voidaan tarvittaessa selvittää tarkemmin, mitkä asiat kyseisissä suunnittelutehtävissä tosiasiaassa muodostavat riippuvuuksia ja näihin asioihin voitaisiin kiinnittää suunnitteluprosessissa ajoissa huomiota.

Yhteistyömatriisissa esiintyvät tehtävät on järkevää miettiä yhdessä suunnittelijoiden ja suunnittelun ohjauksesta vastaavien tahojen kanssa varsinkin yksityiskohtaisempia tehtäviä tarkasteltaessa. Siten matriisin tehtäviksi saadaan valikoitua riittävän kattavasti eri osapuolten näkökulmista oleellisia tehtäviä. Esitettäessä tehtäviä karkeammalla tasolla voi tehtävälisäyksen laatia esimerkiksi suunnittelun ohjauksesta vastaava taho.

Matriisin täyttö eli tehtävien välisten riippuvuuksien määrittäminen on aina suotavaa toteuttaa eri osapuolten kanssa yhdessä, sillä eri suunnittelualoilla on erilaisia lähtötietovaatimuksia. Ennen tehtäväriippuvuuksien tarkastelemista on matriisi syytä käydä läpi suunnittelijoiden kanssa ja sopia millä sisällöllä kutakin tehtävää tarkastellaan. Matriisin tehtäväriippuvuuksien analysoinnin jälkeen tulee määrittää suunnittelutehtävien kriittiset pisteet tarkastelemalla luotua matriisia. Suunnittelijat ja suunnittelun ohjaajat voivat yhdessä pohtia kuinka ketjuuntuvat tehtävät saadaan parhaiten ratkaistua ja olisiko tehtävien oletettua suoritusjärjestystä mahdollista tai järkevää muuttaa, jotta ne saataisiin järkevämmiin suoritettuihin.

5.2 Matriisin käyttöönotto

Kaikkien uusien apuvälineiden käyttöönotto vie aikaa, eikä sen voida olettaa sujuvan täysin mutkattomasti. Tärkeintä käyttöönotossa on selvittää eri osapuolille, mihin tarkoituksiin apuvälinettä tullaan käyttämään ja minkälaisia hyötyjä sillä voidaan saavuttaa. Tieto oman työn helpottumisesta usein lisää osapuolten motivaatiota käyttöönottaa uusia apuvälineitä. Mikäli apuvälineen käyttö tulee pakotteena, eikä sen käytön tarkoitusta selvennetä, voi vastarinta olla hyvinkin suurta. Käyttöönottovaiheessa voi olla järkevää ottaa mukaan hankkeen ulkopuolinen fasilitaattori, joka pohjustaa apuvälineen käyttöönoton ja johdattelee keskustelua.

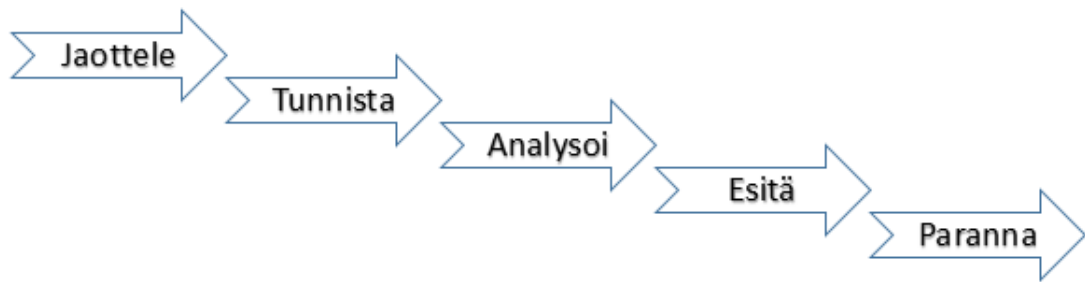
Yhteistyömatriisin soveltuvuutta tulee miettiä hankekohtaisesti. Tavanomaisimmissa asuntokohteissa, joissa ei ole juuri mitään erikoisuuksia ja suunnitteluprosessi on hyvin vakioitunut, yhteistyömatriisi ei tuo yhtäläisiä lisäarvoja kuin haastavammassa projekteissa. Tällaisissa hankkeissa suunnittelutehtävillä on löydetty ja vakioitu toimiva järjestys, joten matriisi toimii lähinnä muistilistana eri osapuolille. Mikäli kohde sisältää joitain erikoisuuksia, kannattaa matriisin avulla käydä läpi suunnittelutehtävien väliset riippuvuudet ja selvittää vaikuttavatko nämä erikoisuudet tavanomaiseen prosessiin ja kuinka.

Toimitilakohteissa hankkeet ovat monimuotoisempia ja poikkeavat toisistaan asuntokoh-teisiin nähden enemmän. Näin ollen toimitilahankkeissa yhteistyömatriisin avulla saavu-tettavien hyötyjen potentiaali kasvaa merkittävästi. Hybridihankkeissa matriisin havain-nollisuus kasvaa entisestään, sillä hyvin karkeallakin tasolla voidaan kuvata tehtävien vä-lisiä riippuvuuksia ja pohtia tehtävien toteutuksen optimaalista järjestystä. Jo pelkästään ymmärrys siitä, kuinka hybridikohteen eri toimintojen suunnittelutehtävät vuorovaikutta-vat keskenään, on merkittävä tieto.

Yhteistyömatriisin käyttöönottoa varten on järkevintä luoda apuvälineestä valmis pohja erilaisille hankkeille eri suunnitteluvaiheisiin. Näin apuvälineen käyttöönotto on jouhe-vampaa, kun sitä ei tarvitse joka kertaa luoda alusta alkaen erikseen. Tässä työssä koh-deyryitykselle luotiin hybridihankkeen runkovaiheen suunnittelua varten yhteistyömatriisi, jota voidaan hyödyntää myös muiden vastaavien hankkeiden rungon suunnittelutehtävien riippuvuussuhteiden määrittämiseksi, sillä matriisiin valitut tehtävät on mietitty hyvin yleisellä tasolla. Vastaavasti voitaisiin luoda yhteistyömatriisi muistakin suunnitteluvai-heista sekä hybridihankkeille, asuntohankkeille että toimitilahankkeille. Matriisin tehtä-vät on kuitenkin aina syytä käydä kohdekohtaisesti läpi ja täydentää tehtävälustausta puut-tuvilta osin. Hankkeen ominaispiirteet vaikuttavat aina tehtävien riippuvuussuhteisiin ja esimerkiksi tilaajan päätökset voivat vaikuttaa suunnittelutehtävien järjestykseen. Vaikka tehtävien riippuvuussuhteet päällisin puolin olisivatkin hankkeissa hyvin samankaltaisia, voivat jotkin yksittäiset asiat muuttaa tehtävien luonnetta siten, että se näkyy riippuvuus-suhteiden muutoksina.

DSM-matriisin toimintaan pohjautuvana suunnittelun ohjauksen apuvälineenä yhteistyö-matriisin käyttö perustuu suunnittelutehtävien määrittämiseen, analysoimiseen ja proses-sin parantamiseen. Apuvälineen avulla suunnittelutehtävien riippuvuuksien tunnistami-nen tapahtuu viidessä vaiheessa (kuva 18):

1. Jaottele: Puretaan suunnitteluprosessi sopiviin tehtäviin
 2. Tunnista: Määritetään ja dokumentoidaan eri tehtävien väliset vuorovaikutussuh-teet
 3. Analysoi: Järjestellään tehtäviä uudelleen siten, että tehtävien väliset vuorovai-kutussuhteet ja kriittiset pisteet saadaan kuvattua selkeästi ja niiden vaikutukset suunnitteluprosessiin on helposti havaittavissa
 4. Esitä: Kuvataan matriisi havainnollistavassa esitysmuodossa, jossa tärkeät suun-nittelutehtävien riippuvuudet on korostettu ja nostettu esiin
 5. Paranna: Parannetaan suunnitteluprosessia paremmalla ymmärryksellä suunnit-telutehtävien riippuvuuksista ja keskittymällä analysointiprosessissa havaittuihin kriittisiin pisteisiin
- (Eppinger & Browning 2012).

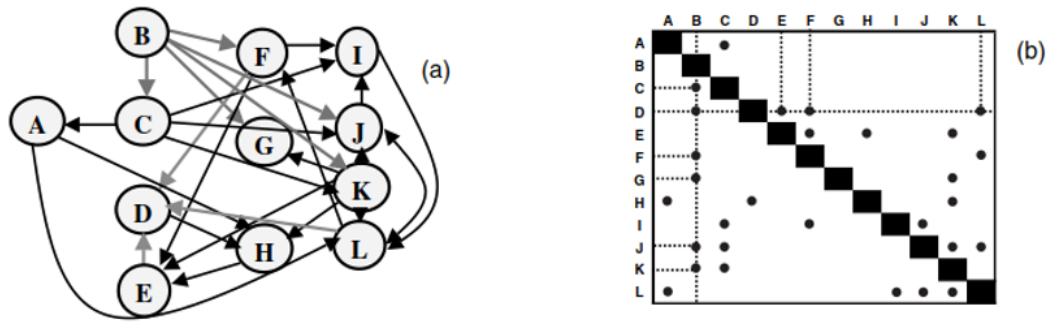


Kuva 18. Suunnittelutehtävien riippuvuuksien viisivaiheinen tunnistus (Muokattu lähteestä Eppinger & Browning 2012)

Jatkuvan parantamisen näkökulmasta eri hankkeissa muodostetut yhteistyömatriisit on hyvä kerätä talteen ja vertailla samanlaisten hanketyyppien samoista suunnitteluvaiheista tehtyjä matriiseja keskenään. Näin voidaan tarkastella eri hankkeissa tehtyjä havaintoja suunnitteluprosessin kriittisistä pisteistä ja siten löytää selkeitä yhtäläisyyksiä, jotka toistuvat kaikissa hankkeissa ja siten kehittää suunnitteluprosessia näiltä osin. Vastaavasti voidaan löytää toisistaan poikkeavia riippuvuussuhteita, jotka liittyvät hankkeen ominaispiirteisiin, jolloin osataan varautua vastaavanlaisiin lainalaisuuksiin kyseisen luonteisissa hankkeissa myös tulevaisuudessa.

5.3 Hyödyt suunnittelun ohjauksessa

Yhteistyömatriisin avulla voidaan ratkaista rakennushankkeen haastavia ongelmia. Perinteiset projektinhallinnan työkalut soveltuvat riippumattomien tai edellisestä tehtävästä riippuvaisten tehtävien järjestyksen hahmottamiseen, mutta eivät toisistaan riippuvaisten tehtävien järjestyksen määrittämiseen, jolloin useampi tehtävä on riippuvainen toistensa informaatiosta (Yassine & Braha 2003). Tällaisissa tapauksissa DSM-matriisin tavoin toimiva yhteistyömatriisi tarjoaa suhteellisen yksinkertaisen tavan mallintaa suunnitteluprosessissa tapahtuvaa informaation vaihtoa. Yhteistyömatriisi on tehokas visuaalinen apuväline, jonka avulla voidaan kuvastaa tehtävien välistä vuorovaikutusta ja informaation vaihtoa hyvin yksinkertaisella tavalla. Perinteisen ja matriisipohjaisen tehtävien riippuvuussuhteiden esitystavan visuaalista eroa on havainnollistettu kuvassa 19.



Kuva 19. Perinteisen (a) ja matriisipohjaisen (b) tehtäväriippuvuuksien esitystavan visuaalisuuden ero (Yassine & Braha 2003).

Suunnitteluprosessi on pohjimmiltaan iteratiivinen prosessi ja tehtäviä joudutaan tekemään useampaan kertaan lähtötietojen tarkentuessa (Yassine & Braha 2003). Kun jokin tehtävä tarvitsee tietoa toiselta tehtävältä, joka suoritetaan vasta myöhemmin, joudutaan välttämättä tekemään oletuksia. Mikäli nämä oletukset tarkentuvat tai muuttuvat suunnitteluprosessin edetessä, on matriisista mahdollista lukea, mihin kaikkiin tehtäviin näillä muutoksilla on vaikutusta ja siten, mitkä kaikki tehtävät tulee tarkistaa tai tehdä uudelleen (Pektas & Pultar 2005). Jotkin tehtäväriippuvuudet on mahdollista määrittää ennalta kun taas toisia on lähes mahdotonta ennustaa etukäteen (Yassine & Braha 2003). Matriisin avulla voidaan kuitenkin helpottaa tehtäväriippuvuuksien hallintaa.

Haastavissa suunnitteluprosesseissa yhteistyömatriisi helpottaa tehtävien suoritusjärjestyksen laadinnassa. Kaikissa projekteissa järjestys ei välttämättä ole täysin sama, vaan hankkeen ominaispiirteet voivat vaatia tavanomaisesta poikkeavaa suoritusjärjestystä. Yhteistyömatriisilla voidaan etsiä järkevä suoritusjärjestys jo etukäteen ja siten välttyä yllätyksiltä prosessin aikana. Läheskään aina suoritusjärjestystä ei saada muokattua sellaiseksi, että tehtävät tarvitsevat lähtötietoa vain aikaisemmin suoritetulta tehtävältä. Kuitenkin jo ymmärrys siitä, mitkä kaikki tehtävät vuorovaikuttavat keskenään, on merkittävää suunnitteluprosessin hallinnan ja siten onnistumisen kannalta. Myöhemmin suunniteltavia asioita voidaan valmistella jo aikaisemmin, mikäli alkupään suunnittelu-tehtävät ovat näistä riippuvaisia, ja siten tehdyistä oletuksista saadaan luotettavampia.

Yhteistyömatriisin avulla on mahdollista tunnistaa suunnittelun ohjauksen kriittiset pisteet jo suunnitteluprosessin alkuvaiheessa. Tämä auttaa esimerkiksi suunnitteluresursien määrittämisessä, kun voidaan ennakoida, mitkä suunnittelutehtävät vaativat yhteistyötä ja siten usean eri suunnittelijan työskentelyä samanaikaisesti kyseisen kriittisen pisteen tehtävien suorittamiseksi. Kun nämä kriittiset pisteet on tunnistettu jo etukäteen, voidaan poistaa kyseisten tehtävien aiheuttamia ongelmia suunnitteluprosessissa.

6. TUTKIMUSTULOSTEN ARVIOINTI

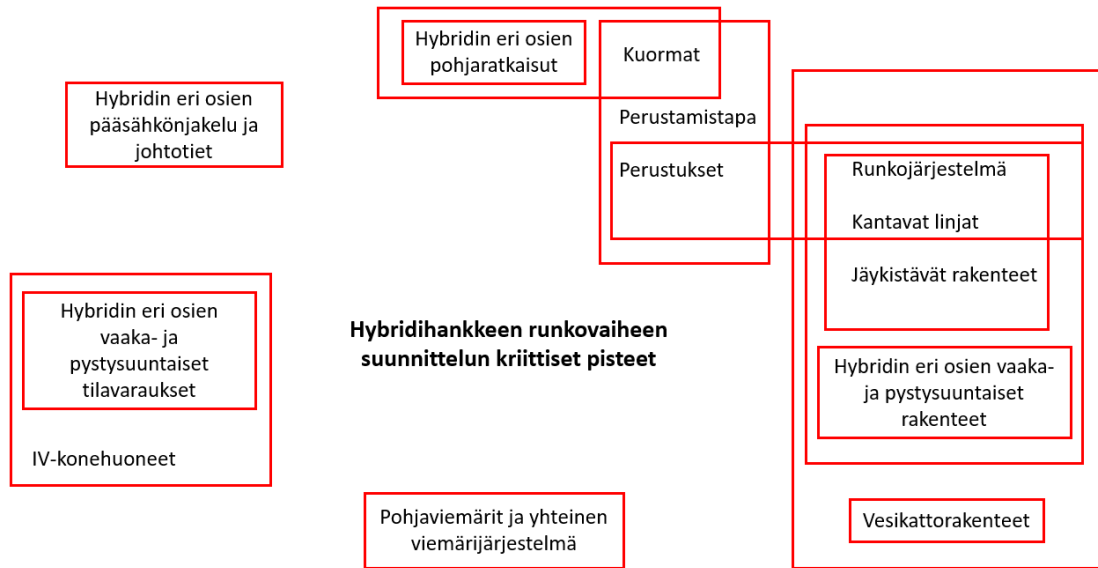
6.1 Tutkimustulokset

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin suunnitteluprosessia ja sen nykyistä tilaa haasteineen ja kehitysnäkökulmineen sekä sovellettiin DSM-matriisia suunnitteluprosessin tehtäväriippuvuuksien määrittämisessä. Työn tavoitteena oli:

- kartoittaa kirjallisuudessa tunnistetut suunnittelun ohjauksen suurimmat haasteet
- tutkia, millä tavoin suunnittelun ohjausta voitaisiin kehittää
- selvittää hybridihankkeen runkovaiheen suunnitteluprosessin tehtäväriippuvuudet ja löytää suunnittelun ohjauksen kriittiset pisteet
- selvittää mitä hyötyjä tehtäväriippuvuuksien ja kriittisten pisteiden määrittämisestä on suunnitteluprosessin kannalta.

Kirjallisuudessa esitetyt suunnittelun ohjauksen haasteet ovat hyvin vastaavanlaisia kuin haastattelussa saadut tulokset osoittavat. Tutkimuksen perusteella kaikkien ongelmien taustalla voidaan yleisesti nähdä olevan puutteellinen tai heikko kommunikaatio. Mitä haastavampi hanke on sitä merkittävämpään rooliin eri osapuolten välisen yhteistyön merkitys nousee. Samaan kategoriaan voidaan lukea tiedonvaihdon puutteellisuus ja suunnitelmien yhteensovittamisen haasteet. Jokaisen vastuulla on oikeellisten lähtötietojen toimittaminen niitä tarvitseville oikeaan aikaan, jotta omalla työllä voidaan edistää toisten töiden jatkuvuutta. Samoin suunnitelmien yhteensovittaminen on jatkuvaa yhteistyötä, jolla varmistetaan, että kaikkien työ johtaa yhteisten tavoitteiden saavuttamiseen.

Tutkimuksessa tehdyn kirjallisuusselvityksen perusteella tarve suunnittelun ohjauksen kehittämiseksi on havaittavissa selvästi. Rakennushankkeen suunnitteluprosessissa ongelmia on paljon ja niiden vaikutukset voivat olla hankkeen toteutuksen ja kustannusten kannalta merkittäviä. Suunnittelun ohjauksessa huomiota tulisi kiinnittää entistä enemmän prosessin tehostamiseen ja suunnittelussa tapahtuvien häiriöiden poistamiseen. Hankkeiden monimuotoisuuden kasvaessa suunnittelun ohjauksessa tulisi hyödyntää uudenlaisia suunnitteluprosessia tukevia menettelyjä. Kirjallisuudessa useimmin suunnitteluprosessin kehittämistä tarkastellessa nousivat esiin yhteistoiminnalliset työskentelytavat, tietomallinnus sekä lean. Teoriatasolla näitä kaikkia on tutkittu hyvin tuloksin, mutta vielä niiden ei voida nähdä olevan vakiintuneita rakennushankkeen suunnitteluprosessissa. Kehittämisen kannalta potentiaalia olisikin juuri leanin ja sen apuvälineiden sekä uudenlaisten yhteistoiminnallisten toimintamallien tuominen suunnitteluprosessiin.



Kuva 20. Runkovaiheen suunnittelun kriittiset pisteet hybridihankkeessa

Haastattelututkimuksen avulla saatiin kerättyä tietoa hybridihankkeen runkovaiheen suunnittelun kriittisten pisteiden tunnistamista varten. Kuvassa 20 on esitetty tässä työssä tunnistetut kriittiset pisteet. Jokainen rajattu kokonaisuus kuvastaa kriittistä pistettä. Tutkimuksessa saatujen tulosten perusteella voidaan todeta, että suunnitteluprosessista voidaan löytää useita tehtäväkokonaisuuksia, joiden suunnittelu vaatii yhteistyötä eri osapuolten välillä. Etenkin rungon rakenteiden suunnittelu koko hybridihankkeen osalta vaatii jo alusta alkaen tiivistä yhteistyötä, jotta runkojärjestelmän, kantavien linjojen, jäykistävien rakenteiden sekä vaaka- ja pystysuuntaisten rakenteiden suunnittelu tuottaa toteutuskelpoisen suunnitteluratkaisun. Mitä enemmän hanke sisältää hybridin eri osien yhteisiä järjestelmiä sitä merkittävämpään rooliin kommunikaatio eri osien suunnitteluryhmien (mikäli nämä ovat toisistaan eriytetty) välillä nousee. Tällöin suunnittelussa täytyy jatkuvasti huomioida kaikkien hybridihankkeeseen kuuluvien toimintojen vaatimukset ja toimintaedellytysten varmistaminen.

Työn tuotoksena luotiin lyhyt ohjeistus siitä, mitä asioita DSM-matriisiin pohjautuvan yhteistyömatriisin käyttöönotossa tulisi huomioida ja millaisia hyötyjä siitä voi suunnitteluprosessissa olla. Matriisin tehtävien kokoaminen tulisi toteuttaa yhdessä suunnittelijoiden kanssa ja tehtäväkokonaisuus mieltä hankkeen kannalta oleelliseksi. Apuvälinettä voidaan hyödyntää hieman eri tavoin hankkeesta riippuen. Pienissä hankkeissa matriisi toimii lähinnä muistilistana, mutta suurissa ja kompleksisissa hankkeissa jo hyvin korkean tason tehtäviä tarkastelemalla voidaan saada tärkeää tietoa suunnitteluprosessin tehtävien keskinäisistä riippuvuussuhteista ja mahdollisesti ratkaista havaittuja ongelmakohtia jo etukäteen. Tärkeää on se, että kaikki ymmärtävät apuvälineen käytön tarkoituksen ja sen tuomat hyödyt juuri kyseisessä hankkeessa. Yleisesti yhteistyömatriisin avulla on

mahdollista visualisoida suunnittelutehtävien riippuvuussuhteita, helpottaa suunnittelijoita hahmottamaan heidän työtehtäviensä vaikutuksia muiden työhön sekä tunnistaa ja poistaa suunnitteluprosessin kriittisiä pisteitä etukäteen.

6.2 Tulosten luotettavuus ja yleistettävyys

Tutkimuksen kirjallisuusselvityksen kautta saatuja tuloksia voidaan pitää hyvin luotettavina. Kirjallisuutena on käytetty kattavasti kansainvälisiä tutkimusraportteja ja konferenssijulkaisuja, joiden kirjoittajat ovat käsittelemiensä aihepiirien asiantuntijoita. Suunnittelun ohjausta ja sen kehittämistä on tutkittu maailmanlaajuisesti erilaisissa tapaustutkimuksissa, joten saadut tulokset suunnittelun ohjauksen haasteista ja kehityskohteista voidaan nähdä rakennusalalla hyvin yleispätevinä. Haastattelututkimuksessa saadut vastaukset suunnitteluprosessin haasteista vahvistavat tulosten yleistettävyyttä.

Tämän tutkimuksen empiirisen osion myötä ei voida tehdä täydellistä yleispätevää johtopäätöstä siitä, mitkä hybridihankkeen runkovaiheen kriittiset pisteet ovat tutkimuksen käsitteessä vain yhden tutkimuskohteen tarkastelun. Suunnittelun kriittisiä pisteitä tarkasteltiin tutkimuksessa kuitenkin hyvin yleisellä tasolla ja tutkimusrunko olisi sopinut myös moneen muuhun hybridikohteeseen. Haastatteluissa saatujen vastausten ja niiden perustelujen kautta tulosten voitaisiin nähdä olevan yleistettävissä myös muiden hybridihankkeiden runkovaiheen suunnitteluun. Tämän tutkimuksen tarkkuustasolla tulokset voidaan nähdä olevan osittain yleistettävissä myös rakennushankkeen runkovaiheen suunnitteluun hankemuodosta riippumatta, kun poistetaan tehtävälisästä hybridihankkeen osittelu eri toimintojen suunnittelutehtäviin.

7. JOHTOPÄÄTÖKSET

Rakennushankkeen suunnittelu on hyvin iteratiivinen prosessi ja tässä tutkimuksessa saadut tulokset vahvistavat tätä näkemystä. Suunnitteluprosessiin osallistuu suuri joukko eri alojen asiantuntijoita, joiden yhteistyön tulee olla saumatonta ja suunnittelun tähdätä yhteisesti asetettujen hankkeen etua palvelevien tavoitteiden saavuttamiseen. Suunnittelu-ryhmän kokoonpanon vaihdellessa hankkeesta toiseen, luottamus ja sitä kautta kommunikaation toimivuus eri osapuolten välillä nousee merkittävään rooliin suunnitteluprosessin toimivuuden kannalta. Erilaiset apuvälineet, jotka helpottavat tiedon jakamista ja yhteisen työn kokonaisuuden hahmottamista ovat erittäin tärkeitä etenkin, kun hankkeiden monimuotoisuus kasvaa jatkuvasti. Tietomallinnus, suunnittelun työpajakäytännöt, visuaaliset apuvälineet sekä ajatusmaailman kehittäminen leanin mukaiseksi helpottaa hankkeessa toimivien työtä ja luo yhteisen alustan kaikille toimia.

Tämän työn tutkimusosion tulokset osoittavat, että suunnitteluprosessin kokonaisuuden hahmottaminen jo itsessään auttaa suunnitteluprosessin sujuvuutta. Pelkästään ymmärrys siitä, että suunnitteluprosessin kaikkia kriittisiä pisteitä ei voida poistaa tehtävien järjestyksestä muuttamalla, on merkittävää suunnitteluprosessin onnistumisen kannalta. Näiden pisteiden tunnistaminen mahdollistaa kuitenkin paremman valmistautumisen tehtävien ratkaisemiseen jo etukäteen, eivätkä ne siten tule yllätyksinä prosessin edetessä. Tästä syystä DSM-matriisiin perustuvan yhteistyömatriisin hyödyntäminen tehtäväriippuvuuksien määrittämisessä on erittäin tehokas tapa visualisoida suunnitteluprosessin kompleksisuutta ja tämän työn tulosten valossa sitä voidaan suositella hyödynnettäväksi suunnittelun ohjauksen apuvälineenä. Yhteistyömatriisi parantaa prosessin läpinäkyvyyttä ja helpottaa kommunikointia. Visualisoivasta näkökulmasta yhteistyömatriisi toimii myös suunnittelijoille hyvänä apuvälineenä hahmottamaan heidän oman työnsä ja mahdollisten muutosten vaikutuksia muiden työhön. Matriisi toimii siten myös keskustelualustana, jonka avulla voidaan ratkaista erilaisia haasteita etukäteen.

Jatkotutkimusehdotukset

Tämän tutkimuksen perusteella DSM-pohjaisella yhteistyömatriisilla voidaan nähdä olevan vielä suurempi merkitys, jos kriittisiä tehtäväkokonaisuuksia pilkotaan pienemmiksi paloiksi ja tarkastellaan tehtäviä yksityiskohtaisemmalla tasolla. Jatkotutkimuksena voitaisiin siten tarkastella tässä tutkimuksessa esitetyllä tavalla löydettyjä kriittisiä pisteitä yksittäin soveltaen niihin parametripohjaista DSM-matriisia, jolla saadaan yksityiskoh- taista tietoa yksittäisen tehtävän suunnittelemiseen vaikuttavista sisäisistä tekijöistä. Sitä voitaisiin tutkia tarkemmin, mitkä ovat todellisuudessa niitä tehtävän osia, jotka aiheut-

tavat haasteita suunnitteluprosessissa. Samalla tavalla voitaisiin vertailla erilaisten suunnitteluratkaisujen merkitystä näiden kriittisten pisteiden ratkaisemisessa ja pohtia, kuinka toimivia ne olisivat yleisesti hankkeen kannalta.

Apuvälineen käyttöönottoa käsiteltäessä esitettiin näkemys siitä, kuinka eri hanketyypeille ja eri vaiheisiin olisi järkevää tehdä omat matriisit vastaavasti kuin tässä työssä on tehty hybridihankkeen runkovaiheen suunnittelulle. Jatkotutkimuksena voitaisiinkin laatia matriisit esitetyn mukaisesti myös esimerkiksi asunto- ja toimitilahankkeille eri suunnitteluvaiheissa ja vertailla kuinka kriittiset pisteet eroavat (vai eroavatko) eri hanketyypeissä. Vertailun kannalta oleellista olisi tutkia riippuvuussuhteita riittävän monessa eri hankkeessa, jotta voidaan löytää ne tekijät, jotka ovat hankkeesta riippumattomia ja siten yleistettävissä.

Mielenkiintoisena jatkotutkimuskohteena voidaan nähdä DSM-matriisin ja Last Plannerin yhdistäminen suunnitteluprosessissa. Parhaan suunnittelutehtävien toteutusjärjestyksen löytymisen jälkeen tehtävät ja niiden suorittamiseksi tarvittavat lähtötietotarpeet voitaisiin aikatauluttaa Last Plannerin avulla. Tutkimuksen myötä voitaisiin selvittää, kuinka nämä kaksi apuvälinettä tukevat ja täydentävät toisiaan ja onko niiden yhdistämisellä mahdollista saavuttaa entistä suurempia hyötyjä suunnitteluprosessissa.

LÄHTEET

Al Hattab M. & Hamzeh F. (2016). Modelling design workflow: integrating process and organization. Proceedings of the 24th annual conference of the international group for lean construction. Boston, MA, USA. Sect. 5, pp. 53-62.

Ausrum J., Lædre O., Svalestuen F., Lohne J. & Plaum S. (2016). Communication in building design management: a comparative study of Norway and Germany. Proceedings of the 24th annual conference of the international group for Lean Construction. Boston, MA, USA. Sect. 4, pp. 43-52.

Austin S, Baldwin A, Li B. & Waskett P. (2000). Analytical design planning technique (ADePT): a dependency structure matrix tool to schedule the building design process. Construction management and economics, Vol. 18(2), pp. 173-182.

Ballard G. (2000). The last planner system of production control. PhD Thesis, University of Birmingham.

Ballard G. & Koskela L. (1998). On the agenda of design management research. Proceedings IGLC '98. Guarujá, Brazil.

Bolviken T., Gullbrekken B. & Nyseth K. (2010). Collaborative design management. Proceedings IGLC-18, Technion, Haifa, Israel. pp. 103-112.

Browning T. (2001). Applying the design structure matrix to system decomposition and integration problems: a review and new directions. IEEE Transactions on Engineering Management, Vol. 48(3), pp. 292-306.

Chen C, Ling S & Chen W. (2003). Project scheduling for collaborative product development using DSM. International Journal of Project Management. Vol. 21(4), pp. 291-299.

Dave B., Pikas E., Kerosuo H. & Mäki T. (2015). ViBR – conceptualizing a virtual big room through the framework of people, processes and technology. Procedia economics and finance Vol. 21, pp. 586-593.

Deshpande A., Filson L., Salem A. & Miller R. (2012). Lean techniques in the management of the design of an industrial project. Journal of management in engineering, Vol. 28(2), pp. 221-223.

Eppinger S. & Browning T. (2012). Design structure matrix methods and applications. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

- Forbes L. & Ahmed S. (2011). *Modern Construction: Lean Project Delivery and Integrated Practices*. Taylor and Francis Group, LCC.
- Fosse R. & Ballard G. (2016). Lean design management with the Last Planner System. Annual conference of the international group for Lean Construction, Boston, USA, sect. 4, pp. 33-42.
- Franco J. & Picchi F. (2016). Lean design in building projects: guiding principles and exploratory collection of good practices. Proceedings of the 24th annual conference of the international group for lean construction, Boston, USA, sect. 4, pp. 113-122.
- Freire J. & Alarcón L. (2000). Achieving a lean design process. Proceedings of the 8th international group for lean construction, Brighton, UK.
- Freire J. & Alarcón L. (2002). Achieving lean design process: improvement methodology. *Journal of construction engineering and management*, Vol. 128(3), pp. 248-256.
- Gao S. & Low S. (2014). *Lean construction management – The Toyota way*. Springer Science and Business Media Singapore, 390 p.
- Haapasalo H. (2011). Lean-filosofian ja menetelmien soveltaminen Suomessa. *Rakentajain kalenteri 2011*, s. 178-183.
- Hammond J., Choo H., Austin S., Tommelein I. & Ballard G. (2000). Integrating design planning, scheduling and control with Deplan. Proceedings of the 8th annual conference of the international group for lean construction, Brighton, UK.
- Henttinen T. (2014). Tietomalli rakennushankkeen toteutuksessa. *Rakentajain kalenteri 2014*, s. 72-74.
- Hossain M. & Chua D. (2013). Overlapping design and construction activities and an optimization approach to minimize rework. *International journal of project management* Vol. 32(2014), pp. 983-994.
- Huovila P, Koskela L, Lautanala M, Pietiläinen K & Tanhuanpää V.P. (1997). Use of the design structure matrix in construction, in: Alarcon L. (1997). *Lean construction*. A.A.Balkema, Rotterdam, pp. 429-437
- Junnonen J-M. & Kankainen J. (2007). *Rakennusalan muutostrendit Suomessa*. *Rakentajain kalenteri 2007*, s. 504-509.
- Järvinen O-P. (2014). *Kaupunkikeskushankkeen vaiheittainen käyttöönotto*. Aalto-yliopisto, diplomityö, 109 s.

- Järvinen T. (2013). Tietomallipohjaiset suunnitteluratkaisut. NSS Asiantuntijaseminaari, luentokalvot tietomalli -osuus.
- Kankainen J. & Junnonen J-M. (2015). Rakennuttaminen. Rakennustieto Oy, Vol. 3, 101 s.
- Kerosuo H. (2015). BIM-based collaboration across organizational and disciplinary boundaries through knotworking. *Procedia economics and finance*, Vol. 21, pp. 201-208.
- Kerosuo H., Mäki T. & Korpela J. (2013). Knotworking – a novel BIM-based collaboration practice in building design projects. *Proceedings of the 5th international conference on construction engineering and project management ICCEPM*.
- Knotten V., Svalestuen F., Aslesen S. & Dammerud H. (2014). Integrated methodology for design management – a research project to improve design management for the AEC industry in Norway. *Proceedings of the 22nd annual conference of the international group for lean construction*, Oslo, Norway, pp. 1391-1399.
- Ko C-H. & Chung N-F. (2014). Making design process lean. *Proceedings of the 22nd annual conference of the international group for lean construction*, Oslo, Norway, pp. 463-474.
- Korpela J. (2012). Tietomallintamisen käyttöönoton ongelmat rakennushankkeessa. *Cradle*, Helsingin yliopisto, 24 s.
- Korpela J. & Kerosuo H. (2014). Working together in a knot: the simultaneity and pulsation of collaboration in an early phase of building design. In: Raiden AB. & Aboagye-Nimo E. (Eds), *Procs 30th annual ARCOM conference*. Portsmouth, UK, pp. 865-874.
- Koskela L., Ballard G. & Tanhuanpää V-P. (1997). Towards lean design management. *Proceedings of the 5th annual conference of the International Group for Lean Construction*.
- Koskela L., Huovila H. & Leinonen J. (2001). Design management in building construction: from theory to practice. *Journal of construction research*, Vol. 3(1), pp. 1-16.
- Koskela L. & Koskenvesa A. (2003). Last Plenner –tuotannonohjaus rakennustyömaalla. *VTT Tiedotteita – Research Notes 2197*, Espoo, 82 s.
- Koskenvesa A. & Sahlsted S. (2013). Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. *Rakennustieto Oy*, Vol. 2, 144 s.
- Kruus M. (2008). Suunnittelun ohjausta tukevien menettelyjen kehittäminen projektinjohtorakentamisessa. *Teknillinen korkeakoulu, TKK Rakenne- ja rakennustuotantotekniikan laitos*, Helsinki, 175 s.

- Kruus M., Kiiras J., Raveala J., Saari A. & Salmikivi T. (2006). SUKE Malli suunnittelun ohjaukseen projektinjohtohankkeissa. Rakennustieto Oy, Helsinki, 71 s.
- Kumar, B. (2015). A practical guide to adopting BIM in construction projects. Whittles Publishing, Dunbeath, Scotland, UK, 128 p.
- Kähkönen K. (1993). Modelling activity dependencies for building construction project scheduling. VTT Publications 153, Espoo, 137 p.
- Lean Construction Institute Finland. (2017). Integroidut toteutusmuodot edistävät Lean-ajatelua. Saatavissa: <http://lci.fi/toteutusmuodot/> (Viitattu 12.7.2017).
- Munthe-Kaas T., Hjelmbrekke H., Lohne J. & Laedre O. (2015). Lean design versus traditional design approach. Proceedings of the 23rd annual conference of the international group for lean construction, Perth, Australia, pp. 578-588.
- Mäki T. (2012). Rakentamisen tietomallintaminen – tutkimushankkeen esittely. Konsepti – Toimintakonseptin uudistajien verkkolehti, No. 7.
- Pektas S. & Pultar M. (2005). Modelling detailed information flows in building design with the parameter-based design structure matrix. Design studies, Vol. 27(1), pp. 99-122.
- RT 10-11066. (2012). Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 1. Yleinen osuus (Versio 1.0). Rakennustietosäätiö ja COBIM –hankkeen osapuolet, 21s.
- RT 10-11109. (2013). Arkkitehtisuunnittelun tehtäväluettelo ARK12. Rakennustieto Oy, Asunto-, toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ry ja Rakennustietosäätiö RTS.
- RT 10-11128. (2013). Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo RAK12. Rakennustieto Oy, Asunto-, toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ry ja Rakennustietosäätiö RTS.
- RT 10-11129. (2013). Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE12. Rakennustieto Oy, RAKLI ry ja Raeknnustietosäätiö RTS.
- RT 13-10860. (2013). Suunnittelun johtaminen rakennushankkeessa. Rakennustieto Oy.
- Seed W. (2015). Transforming design and construction: a framework for change. Lean construction institute, sect. 1, pp. 15-18. Saatavissa: <https://www.leanconstruction.org/learning/getting-started-with-lean/> (Viitattu 12.7.2017)
- Tauriainen M., Marttinen P., Dave B. & Koskela L. (2016). The effects of BIM and lean construction on design management practices. Procedia engineering, Vol. 164, pp. 567-574.

Tilley P. (2005). Lean design management – a new paradigm for managing the design and documentation process to improve quality. Proceedings of the 13th annual conference of the international group for lean construction, Sydney, Australia, pp. 283-295.

Tommelein I. & Gholami S. (2012). Root causes of clashes in building information models. Proceedings of the 20th annual conference of the international group for lean construction, San Diego, LA.

Tribelsky E. & Sacks R. (2010). The relationship between information flow and project success in multidisciplinary civil engineering design. Proceedings IGLC-18, Israel, pp. 140-150.

Tuholski S. & Tommelein I. (2008). Design structure matrix (DSM) implementation on a seismic retrofit. Proceedings for the 16th annual conference of the international group for lean construction, pp. 471-484.

Tzortzopoulos P. & Formoso C. (1999). Consideration on application of lean construction principles to design management. Proceedings of the 7th annual conference of the international group for lean construction, Berkley, CA, USA, pp. 335-344.

Venkatachalam S., Varghese K. & Shivaji C. (2009). Achieving lean design using design interface management tool. Proceedings for the 17th annual conference of the international group for lean construction, pp. 533-542.

Yassine A. & Braha D. (2003). Complex concurrent engineering and the design structure matrix method. Concurrent engineering, Vol.11(3), pp. 165-176.

LIITE 1: HAASTATTELUKYSYMYKSET

Suunnittelijoille esitetyt haastattelukysymykset

1. Kuka hankkeissa vastaa suunnittelun ohjauksesta ja kuinka onnistuneesti se on toteutettu?
2. Mitkä ovat suunnitteluprosessissa suurimpia haasteita/ongelmia ja millaisia vaikutuksia niillä on prosessin kannalta?
3. Mitkä suunnittelutehtävät vaativat eniten yhteistyötä oman työsi näkökulmasta?
4. Mihin asioihin suunnitteluprosessissa tulisi kiinnittää enemmän huomiota?
5. Millaisista apuvälineistä suunnitteluprosessissa on ollut hyötyä ja millä tavalla?

Suunnittelun ohjaajille esitetyt haastattelukysymykset

1. Kuka hankkeissa vastaa suunnittelun ohjauksesta ja kuinka onnistuneesti se on toteutettu?
2. Mitkä ovat suunnittelun ohjauksen suurimpia haasteita/ongelmia ja millaisia vaikutuksia niillä on prosessin kannalta?
3. Mihin asioihin suunnittelun ohjauksessa tulisi kiinnittää enemmän huomiota?
4. Millaisista apuvälineistä on suunnittelun ohjauksessa ollut hyötyä ja millä tavalla?

LIITE 2: MATRIISIN TÄYTTÖOHJE

Matriisin täyttöohje

Matriisissa tehtävät esiintyvät sekä riveillä että sarakkeissa samassa järjestyksessä. X-merkintä kuvaa tehtävien välillä olevan vuorovaikutusta, jolloin tehtävä tarvitsee toiselta tehtävältä tietoa (katso kuva). Matriisia tarkastellaan rivi kerrallaan ja merkitään X kaikkien niiden sarakkeiden (tehtävien) kohdalle, joilta rivin tehtävä tarvitsee lähtötietoja.

Esimerkki

Esimerkiksi alapuolisesta kuvasta voidaan riviä G tarkastelemalla lukea, että tehtävä G tarvitsee lähtötietoja tehtäviltä E, F ja H.

Tehtävä	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A									
B									
C		X							
D	X		X						
E		X		X					
F							X		
G					X	X		X	
H			X				X		
I							X		

Tehtävien välinen riippuvuus