



Vaativien korjaushankkeiden ongelmat ja niiden torjunta

Citation

Aalto, T., Saari, A., & Junnonen, J-M. (2017). Vaativien korjaushankkeiden ongelmat ja niiden torjunta: Vaativien korjaushankkeiden johtaminen -tutkimuksen osaraportti 1. (Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laboratorio. Rakennustuotanto ja -talous. Raportti; Vuosikerta 22). Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laboratorio.

Year

2017

Version

Publisher's PDF (version of record)

Link to publication

[TUTCRIS Portal \(http://www.tut.fi/tutcris\)](http://www.tut.fi/tutcris)

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright, please contact cris.tau@tuni.fi, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laboratorio.
Rakennustuotanto ja -talous. Raportti 22
Tampere University of Technology. Laboratory of Civil Engineering.
Construction Management and Economics. Report 22

Tuomas Aalto, Arto Saari & Juha-Matti Junnonen

Vaativien korjaushankkeiden ongelmat ja niiden torjunta

Vaativien korjaushankkeiden johtaminen -tutkimuksen osaraportti 1



Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laboratorio.
Rakennustuotanto ja -talous. Raportti 22
Tampere University of Technology. Laboratory of Civil Engineering.
Construction Management and Economics. Report 22

Tuomas Aalto, Arto Saari & Juha-Matti Junnonen

Vaativien korjaushankkeiden ongelmat ja niiden torjunta

Vaativien korjaushankkeiden johtaminen -tutkimuksen osaraportti 1

ISBN 978-952-15-4065-3 (painettu)
ISBN 978-952-15-4066-0 (PDF)
ISSN 2489-5717

TIIVISTELMÄ

VAATIVIEN KORJAUSHANKKEIDEN ONGELMAT JA NIIDEN TORJUNTA. VAATIVIEN KORJAUSHANKKEIDEN JOHTAMINEN-TUTKIMUKSEN OSARAPORTTI 1, Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennustekniikan laboratorio, Rakennustuotanto ja -talous, raportti 22, 50 sivua, 19 liitesivua

Avainsanat: korjausrakentaminen, riskien hallinta, korjaussuunnittelu

Suurissa ja vaativissa korjaushankkeissa ongelmana on, että tuotantoa ei oteta riittävästi huomioon hankkeen suunnitteluvaiheessa. Tämä aiheuttaa vaikeuksia päästä hankkeen tavoitteisiin aikataulun, kustannusten ja laadun osalta. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli kehittää toimintaohjeita, joiden avulla tuotannon potentiaaliset ongelmat voidaan ottaa huomioon jo korjaushankkeen suunnitteluvaiheessa.

Tutkimuksessa tietoa kerättiin kahdeksasta hiljattain valmistuneesta tai rakennusvaiheen loppupuolella olleesta vaativasta korjaushankkeesta haastatteleamalla niiden tilaajat ja pääurakoitsijat sekä osasta hankkeista myös muita osapuolia. Hankkeista selvitettiin rakennusvaiheessa ilmenneet ongelmat ja niiden syyt sekä kerättiin näkemyksiä siitä, miten ongelmiin oltaisiin voitu varautua ja miten niitä oltaisiin voitu ehkäistä jo hankkeen suunnitteluvaiheessa.

Merkittävät ongelmat hankkeissa liittyivät toteutuskelpoisten toteutussuunnitelmien valmistumiseen liian myöhään sekä rakentamisen aikana esiin nousseisiin yllätyksiin. Toteutussuunnitelmien myöhästymiseen vaikuttaneita syitä olivat muun muassa puutteelliset mittatiedot korjattavasta rakennuksesta, osapuolten yhteistoiminnan puutteellisuus ja suunnittelijoiden liian vähäinen läsnäolo työmaalla. Rakentamisen aikaisia yllätyksiä aiheuttivat eniten rakenteiden ennakoitua huonompi kunto sekä pohjaolosuhteet ja maarakentaminen. Myös rakennuksen työnaikainen sääsuojaus ja työmaan logistiikka aiheuttivat haasteita osassa hankkeista.

Tutkimustulosten pohjalta kehitettiin toimintaohjeita tuotannon huomioimiseksi korjaushankkeen suunnitteluvaiheessa.

ABSTRACT

MANAGEMENT OF DEMANDING BUILDING REFURBISHMENT PROJECTS,
REPORT 1: CHALLENGES AND PREVENTION MEASURES,
Tampere University of Technology, Laboratory of Civil Engineering, Construction
Management and Economics, report 22, 50 pages, 19 Appendix pages

Keywords: building refurbishment, risk management, planning and designing

The problem with large and demanding refurbishment projects is that production phase is not considered enough when the project is planned. This makes it difficult to accomplish the project's goals on costs, time and quality. The purpose of this research was to develop instructions on how to consider the production phase while planning the refurbishment project.

The research was qualitative and was done by interviewing clients and main contractors of eight demanding refurbishment projects. The studied projects were recently finished or they were near the end of the production phase. Problems that arose during construction were investigated and the reasons for those problems were analyzed. In addition, interviewees were asked how those problems could have been addressed and prevented during the planning phase of the project.

Delays in design and surprises during construction caused the most considerable problems in the production phase of the projects. Reasons behind design delays included insufficient measurement data of the existing building, lack of co-operation between project parties and designers not being present on the site. Most surprises during construction were related to poor condition of structures and earthworks. Also logistics and weather covering caused issues in some of the projects.

Instructions on how to consider the production phase during planning were developed based on the results of the interviews. Instructions were developed from three different perspectives: people, process and technology.

ALKUSANAT

Isoissa korjaushankkeissa on ongelmana, että suunnitteluvaiheessa ei arvioida tai suunnitella hankkeen tuotantoa riittävästi. Sen johdosta käynnistettiin vuoden 2017 alussa tutkimus, jonka tavoitteena on kehittää hyviä menettelytapoja ja käytäntöjä ottaa rakennustuotantotekninen näkökulma huomioon jo korjaushankkeen alkuvaiheessa.

Tämä tutkimusraportti käsittelee tutkimuksen ensimmäistä vaihetta. Siinä on selvitetty kahdeksan hiljattain toteutetun korjaushankkeen toteutusvaiheessa havaitut ongelmat sekä etsitty keinoja miten tuotantoteknisiin ongelmiin olisi voitu varautua jo suunnitteluvaiheessa.

Tutkimus on suoritettu Tampereen teknillisen yliopiston rakennustekniikan laboratoriossa. Tutkimuksen johtajana on toiminut prof. Arto Saari ja tutkijoina TkL, KTM Juha-Matti Junnonen ja tekn.kand. Tuomas Aalto.

Tutkimus on tehty seuraavien organisaatioiden rahoituksella (suluissa ohjausryhmän jäsenet):

Espeen kaupunki, Tilapalvelut liikelaitos, Rakennuttaminen (Vesa Pyy, Kimmo Martinsen)
Helsingin kaupunki, tilakeskus (Sari Hilden, Jarmo Raveala)
Helsingin yliopisto (Teppo Salmikivi, ohjausryhmän puheenjohtaja)
Lahden Tilakeskus (Leena Pirttilä)
Senaatti-kiinteistöt (Jonni Laitto)
Vantaan kaupunki (Pekka Wallenius)
Consti Yhtiöt Oyj (Juha Salminen, Jukka Mäkinen)
Fira Oy (Joni Juutinen, Pekka Sipponen)
NCC Building (Vesa Ahlroos)
A-Insinöörit Suunnittelu Oy (Seppo Raiski, Mikko Tarri)
Granlund Oy (Kari Kaleva)
Ramboll Finland Oy (Jarkko Heinonen, Diana Ponkkala)

Tutkijat kiittävät kaikkia haastateltavia henkilöitä, samoin ohjausryhmää asiantuntemista kommenteista.

Tutkimuksen seuraavassa vaiheessa kehitetään ja samalla testataan menettelytapoja käynnissä olevissa vaativissa korjaushankkeissa.

Tampereella 15.11.2017

Arto Saari, rakennustuotannon ohjauksen professori

SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO.....	1
1.1	Tutkimuksen tausta	1
1.2	Tutkimuksen tavoitteet	2
1.3	Tutkimusmenetelmät ja tutkimuksen suoritus	3
1.4	Tutkimusraportin rakenne	4
2.	TUOTANTOON VAIKUTTAVAT TEKIJÄT KORJAUSHANKKEISSA	5
2.1	Korjauskohteet tuotannon näkökulmasta	5
2.2	Kohteen lohkotus	6
2.3	Rakennuksen käyttö korjauksen aikana	8
2.3.1	Vaikutukset rakentamiseen.....	9
2.3.2	Väistötilat.....	10
2.4	Lähtötiedot kohteesta ja yllätykset rakenteissa	12
2.5	Logistiikka.....	13
2.6	Työtekniikat	14
2.6.1	Teolliset korjaustavat	14
2.6.2	Entisöintityöt.....	16
3.	TUOTANNON HAASTEET KORJAUSKOHTEISSA.....	17
3.1	Tutkimuksen kohteena olleet korjaushankkeet	17
3.2	Tutkittujen korjaushankkeiden haasteet	18
3.2.1	Suunnittelu	18
3.2.2	Rakentamisen aikaiset yllätykset.....	23
3.2.3	Logistiikka ja sääsuojaus	25
3.2.4	Käyttäjän läsnäolo rakennuksessa	26
3.3	Yhteenveto haastatteluista.....	27
3.3.1	Suunnittelun ongelmat tuotannon näkökulmasta	28
3.3.2	Tuotanto	29
3.3.3	Tuotannon huomioiminen hankkeen suunnittelussa	33
4.	TOIMINTAOHJEET TUOTANNON HUOMIOIMISEEN KORJAUSHANKKEEN SUUNNITTELUSSA.....	35
4.1	Analyysin jaottelu	35
4.2	Ihmiset.....	35
4.3	Prosessi.....	38
4.4	Teknologia.....	42
5.	POHDINTA.....	45
	LÄHTEET	48

LIITE A: Haastattelupyyntökirje

LIITE B: Teemahaastattelurunko: Tilaaja

LIITE C: Teemahaastattelurunko: Urakoitsija

LIITE D: Teemahaastattelurunko: Suunnittelija

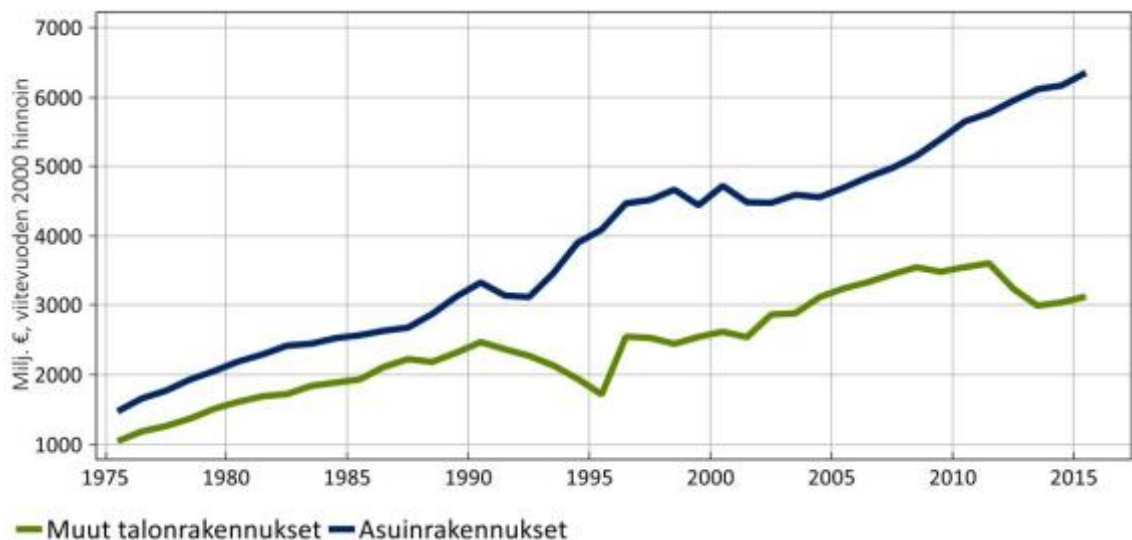
LIITE E: Haastatellut osapuolet hankkeittain

LIITE F: Tutkimushankkeille laaditut juurisyysanalyysit.

1. JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen tausta

Korjausrakentaminen on kasvanut Suomessa viime vuosina voimakkaasti ja korjausvelkaa on edelleen runsaasti; sen arvioidaan olevan jopa 10 % koko Suomen rakennuskannan arvosta. Peruskorjaus on tällä hetkellä tulossa ajankohtaiseksi 1960-1980-luvuilla rakennettuihin rakennuksiin. (Rakennusteollisuus RT 2017a) Korjausrakentamisen voidaan siis ennakoida olevan runsasta myös lähitulevaisuudessa.



Kuva 1. Korjausrakentamisen määrän kehitys (Rakennusteollisuus RT 2017b).

Suurin osa korjausrakentamisen investoinneista kohdistuu asuinrakennusten korjaamiseen, kuten nähdään kuvasta 1, mutta myös muiden rakennusten korjaamisen voidaan odottaa kasvavan. Esimerkiksi julkisten rakennusten osalta korjaustarvetta pitävät yllä vanhentuneet koulut ja sairaalat. (Rakennusteollisuus RT 2017b) Muiden rakennusten ryhmään kuuluvat muun muassa liike- ja toimistorakennukset, vapaa-ajan rakennukset ja julkiset palvelurakennukset. Näiden rakennustyyppien korjaukset sisältävät vaativia korjaushankkeita, koska kohteet voivat olla esimerkiksi huomattavan suuria, arkkitehtuuriltaan ja rakenteiltaan monimuotoisia tai kulttuuri- tai rakennushistoriallisten seikkojen vuoksi suojeltuja. Tällaisissa suurissa ja vaativissa korjaushankkeissa usein ongelmana on, että hankkeen suunnitteluvaiheessa tuotantoa ei oteta riittävästi huomioon. Tämä aiheuttaa vaikeuksia päästä hankkeelle asetettuihin tavoitteisiin niin ajallisten, kustannusten kuin laadullisten tekijöiden osalta.

Korjaushankkeisiin sisältyy erityisiä haasteita uudisrakentamiseen verrattuna, joita aiheuttavat olemassa olevaan rakennukseen liittyvät rajoitteet ja epävarmuudet. Rakennus saattaa myös olla käytössä korjaamisen aikana. Nämä asiat tulisi suunnittelussa huomioida myös tuotannon näkökulmasta, jotta rakennusvaiheen eteneminen suunnitellusti on mahdollista. Suunnitteluvaiheessa tulisi suunnitella muun muassa käyttäjien väistötilat, kohteen lohkotus, työmaalogistiikka sekä keinot, joiden avulla voidaan varautua riskeihin. Keskeistä on myös toteutusmuodon valinta.

Mikäli rakennus on käytössä korjaamisen aikana, sillä on merkittäviä vaikutuksia rakennustöihin. Käyttäjien läsnäolo voi aiheuttaa haasteita erityisesti lohkotuksen, tuotantosuunnittelun ja työmaalogistiikan osalta. Hanketta suunnitellessa tulee suunnitella väistötilat käyttäjille tai kehittää sellaiset ratkaisut, jotka mahdollistavat samaan aikaan toimimisen sekä käyttäjien että urakoitsijoiden näkökulmasta parhaalla mahdollisella tavalla. Ratkaistavia kysymyksiä ovat muun muassa mitkä käyttäjän toiminnot voivat siirtyä väistötiloihin ja kuinka pitkäksi aikaa, miten lohkotus vaikuttaa talotekniikan asennuksiin ja niiden lohkoittaiseen käyttöönottoon, ja miten käyttö vaikuttaa aikatauluihin, tuotantosuunnitelmiin ja logistiikkaan työmaalla.

Purkumenetelmillä, maanalaisilla töillä, sekä käytetyillä työtavoilla ja -tekniikoilla on vaikutusta hankkeen suunnitteluun, aikatauluun ja toteutukseen. Kohteen ominaisuudet saattavat vaikuttaa siihen, millaisia menetelmiä voidaan käyttää, joten suunnitelmien rakennettavuus tulee ottaa huomioon. Esimerkiksi uudet teolliset korjaustavat voivat nopeuttaa korjausta, mutta ne asettavat vaatimuksia suunnittelulle ja kuntotutkimuksille. Hanketta suunnitellessa tulisi lisäksi kiinnittää huomiota siihen, miten korjausrakentamiselle ominaisiin purkutöiden paljastamiin yllätyksiin voidaan varautua.

Tämä tutkimus on osa tutkimushanketta, jonka tavoitteena on kehittää hyviä menettelytapoja ja käytäntöjä, joiden avulla voidaan rakennustuotantotekninen näkökulma ottaa huomioon jo korjaushankkeen alkuvaiheessa. Tutkimushankkeen tulosten avulla voidaan korjaushankkeissa luoda erilaisia toteutusvaihtoehtoja, joista voidaan valita parhaiten hankkeen tavoitteet täyttävä ratkaisu. Tutkimushanke toteutetaan kolmessa vaiheessa, joista tässä raportissa esitetty tutkimus on ensimmäinen. Tutkimuksessa selvitettiin retrospektiivisesti kahdeksan hiljattain toteutetun korjaushankkeen toteutusvaiheessa havaitut ongelmat sekä laadittiin toimintaohjeita tuotannon huomioimiseksi ja tuotantoteknisiin ongelmiin varautumiseksi suunnitteluvaiheessa. Tutkimushankkeen kaksi seuraavaa vaihetta toteutetaan pilottihankkeiden yhteydessä ja niissä kehitetään käynnissä olevan korjauskohteen avulla tuotannon huomioonottamista ehdotussuunnitteluvaiheessa.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet

Tämän tutkimuksen päätavoite oli laatia toimintaohjeita tuotannon huomioimiseksi korjaushankkeen suunnitteluvaiheessa. Toimintaohjeet ovat tutkimuksen tärkein tuotos. Tutkimuksen tavoitteet on esitetty kaavion muodossa kuvassa 2.



Kuva 2. Tutkimuksen tavoitteet.

Tutkimuksen empiirisen osuuden eli haastattelujen tavoitteina oli selvittää tuotannon haasteet ja niiden syyt tarkastelluissa hankkeissa. Lisäksi päätaivoitetta silmällä pitäen haastattelujen avulla haluttiin määrittää keinoja, joilla tuotannon ongelmiin oltaisiin voitu varautua kyseisessä hankkeessa sekä korjaushankkeissa yleisesti.

1.3 Tutkimusmenetelmät ja tutkimuksen suoritus

Tutkimus oli kvalitatiivinen tutkimus, jossa päätutkimusmenetelmänä oli teemahaastattelu. Teemahaastattelu on puolistrukturoitu haastattelumuoto, jossa kysymykset ovat haastateltaville samat, mutta kysymysten järjestystä voidaan vaihdella ja lisäkysymysten esittäminen on mahdollista. Haastateltavat vastaavat kysymyksiin vapaasti omin sanoin. (Hirsijärvi & Hurme 2008, s. 47) Teemahaastattelu valittiin tutkimusmenetelmäksi, koska sen katsottiin soveltuvan hyvin korjaushankkeiden moniulotteisten haasteiden tutkimiseksi ja aiheeseen liittyvien näkemysten keräämiseksi. Hankkeissa esiintyneiden haasteiden syiden hahmottamiseksi tehtiin myös juurisyyanalyseja.

Tutkimuksen tekeminen aloitettiin kirjallisuusanalyysillä, jolla korjaushankkeiden tuotantoon liittyvää tietoa kerättiin kirjoista, artikkeleista ja tutkimuksista. Tutkimuksen empiirisessä osassa tietoa tuotannon ongelmista korjaushankkeissa kerättiin haastatteluilla. Lisäksi kerättiin näkemyksiä siitä, miten tuotanto kannattaa huomioida korjaushankkeen suunnitteluvaiheessa. Tutkimuksessa tehtiin teemahaastatteluja koskien kahdeksaa hiljattain valmistunutta tai rakennusvaiheen loppupuolella olevaa vaativaa korjaushanketta. Hankkeet olivat vaativia korjaushankkeita, joiden budjetit vaihtelivat noin 8 miljoonan ja 43 miljoonan euron välillä. Hankkeet valittiin tutkimushankkeen ohjausryhmään kuuluneiden organisaatioiden ehdotusten perusteella. Jokaisesta hankkeesta haastateltiin tilaajaa tai rakennuttajakonsulttia ja pääurakoitsijaa. Lisäksi yhdestä hankkeesta haastateltiin rakennesuunnittelijaa. Haastattelut olivat yksilö- ja pienryhmähaastatteluja, joihin osallistui 2-3 henkilöä. Haastatteluja tehtiin yhteensä 17 helmikuun 2017 ja kesäkuun 2017 välillä. Haastattelujen lisäksi tietolähteenä käytettiin hankkeista saatuja dokumentteja, kuten hankesuunnitelmia ja erilaisia aikatauluja. Haastattelujen tulokset raportoitiin

hankkeittain ja niistä laadittiin yhteenveto. Haastattelujen tulokset analysoitiin ja niiden avulla kehitettiin keinoja tuotannon huomioimiseen korjaushankkeen suunnitteluvaiheessa.

1.4 Tutkimusraportin rakenne

Raportin ensimmäinen osuus on kirjallisuuskatsaus. Luvun 2 tarkoituksena on esitellä korjaushankkeille ominaisia tuotantovaiheeseen vaikuttavia tekijöitä ja haasteita.

Luku 3 sisältää tutkitun kahdeksan korjaushankkeen kuvaukset sekä haastattelujen tutkimustulokset hankkeet yksilöiden. Jokaisesta hankkeesta tehtiin keskeisestä ongelmasta tai onnistumisesta juurisyyanalyysit, jotka on esitetty liitteessä F. Luku 3 sisältää myös yhteenvedon haastattelujen tuloksista.

Luvussa 4 on analysoitu haastattelujen tulokset sekä esitetty tutkimuksen pääasialliset tuotokset eli toimintaohjeet. Luku 5 sisältää tutkimuksen yhteenvedon, joihin kuuluvat tutkimuksen ja tulosten tarkastelu.

2. TUOTANTOON VAIKUTTAVAT TEKIJÄT KORJAUSHANKKEISSA

2.1 Korjauskohteet tuotannon näkökulmasta

Korjauskohteet jaetaan tuotannon näkökulmasta neljään tyyppiin, jotka ovat kokonaistilajärjestely, käyttäjän ajoittama korjauskohde, toistuva tilakorjaus ja pieni korjauskohde (Toikkanen & Kiiras 1993; Koskenvesa & Sahlstedt 2011). Tässä tutkimuksessa käsitellään erityisesti kokonaistilajärjestelyä ja käyttäjän ajoittamaa korjausta, koska nämä ovat useimmiten käytössä suurissa ja kompleksisissa korjaushankkeissa.

Kokonaistilajärjestelyssä korjausaste on tyypillisesti korkea ja korjaus koskee koko kiinteistöä. Toimenpiteitä saatetaan tehdä rakennuksen runkoon, vesikattoon ja perustuksiin liittyen. Usein myös väliseinät ja LVIS-järjestelmät uusitaan kokonaan. Kohteeseen, jossa tehdään kokonaistilajärjestely, voi kuulua myös rakennuksen laajentamista. (Toikkanen & Kiiras 1993) Rakennusta ei yleensä voida käyttää korjauksen aikana. Urakoitsija voi tällöin ajoittaa itse vapaasti korjaustyöt urakka-ajan puitteissa. Haasteita tuotannosuunnitteluun aiheuttaa lähtötietojen epävarmuus ja se, ettei kaikkia tehtäviä ja niiden riippuvuuksia välttämättä tunneta. Kohteessa esiin tulevat yllätykset aiheuttavat lisä- ja muutostöiden tarvetta ja lisäävät aikataulujen häiriöherkkyyttä. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011)

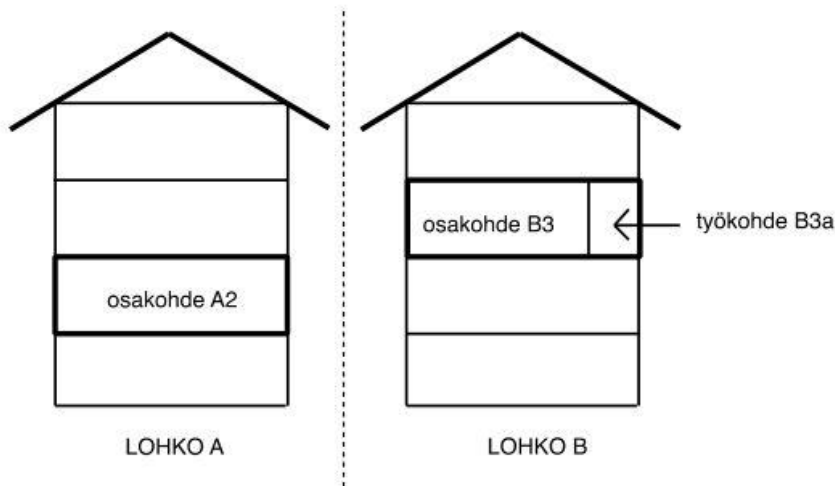
Käyttäjän ajoittamassa korjauskohteessa käyttäjä toimii rakennuksessa sen korjauksen aikana ja käyttäjän toiminta määrittää eri osien korjausajat. Käyttäjän toiminta kohteessa mahdollistetaan erityisjärjestelyin. (Toikkanen & Kiiras 1993) Tilojen käytön vaikutus tuotantoon analysoidaan. Erityisesti LVIS-järjestelmien toiminta tulee suunnitella tarkasti, jotta rakennusta voidaan käyttää korjauksen aikana. Lisäksi tehdään tarvittavat suunnitelmat turvallisuudesta, suojauksista, liikenteestä ja käyttäjien tiedottamisesta. (Ratu S-1231 2012) Korjausaste vaihtelee kohteen eri osissa. (Toikkanen & Kiiras 1993)

Egbun (1999) mukaan korjausrakentamiseen sisältyvän epävarmuuden ja töiden muuttumisen vuoksi töiden suunnittelemisen ja vaihtoehtoisten toteutusratkaisuiden laadinta ovat tärkeässä asemassa työmaan hallinnassa. Muutoksista aiheutuvat mahdolliset ongelmat resurssien saatavuudessa ja aikataulun pitävyydessä tulee ottaa huomioon. Samasta syystä päätöksenteon taito on tärkeässä asemassa. Rakennustöihin kohdistuvat muutokset ja aikataulussa pysymisen tärkeys aiheuttavat tarpeen nopeille ja perustelluille päätöksille. Lisäksi Egbun (1999) mukaan korjaushankkeiden hallinnassa tärkeitä taitoja ovat johtajuus, kommunikointi suullisesti ja kirjallisesti, toisten motivointi ja turvallisuus. Korjausrakentamista ja uudisrakentamista vertailtaessa tiimityöskentelyn tärkeys nousi korjausrakentamisessa tärkeämmäksi.

Yhteistyö suunnittelijoiden ja rakentajien välillä on välttämätöntä rakentamisen aikaisen suunnittelun tarpeen vuoksi. Yhteistyön tulee myös toimia hankkeen kaikkien johtamisen tasojen välillä.

2.2 Kohteen lohkotus

Lohkotus on osittelua sijainnin mukaan. (Junnonen 2010 s. 24) Rakennus jaetaan lohkoihin ja edelleen osakohteisiin periaatteella, joka on esitetty kuvassa 4. Osittelu edesauttaa tuotannosuunnittelun onnistumista ja mahdollistaa tuotannon toteutuksen tehokkaan ohjauksen. Lohkojen ja osakohteiden avulla työt päästään aloittamaan aiemmin kuin siinä tapauksessa, että kukin työvaihe tehtäisiin valmiiksi koko kohteessa ennen seuraavan aloittamista. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011)

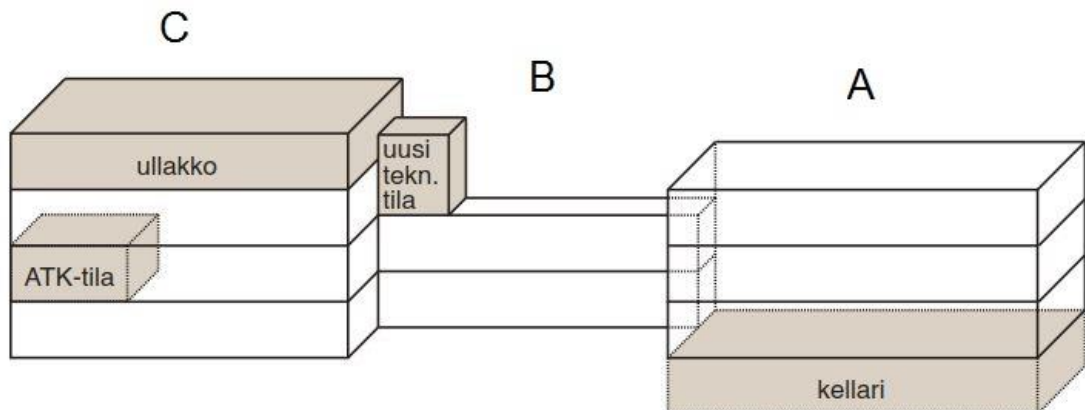


Kuva 3. Sijainnin mukaisen osittelun periaate (Wind 2015).

Kohde pyritään lohottamaan siten, että tietty rakennuksen osa pystysuunnassa kellarista vesikatolle muodostaa yhtenäisen lohkon. Osiin jakaminen tulee olla looginen ja samojen paikkatasojen tulee löytyä joka lohkokosta. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011) Lohkojaon tulisi olla sellainen, että lohkot ovat rakenteellisesti itsenäisiä siten, että ne voidaan aloittaa yksitellen missä järjestyksessä tahansa tai kaikki samaan aikaan. Korjausrakentamisessa ei välttämättä ole tarvetta uusien kantavien rakenteiden tekemiselle. Tällöin lohkojako ei ohjaa rakenteelliset asiat, vaan rakentajien pääsy työskentelemään rakennuksessa, jos rakennus on osittain käytössä korjauksen aikana. Paras tapa lohkojaon tekemiselle voi olla jakaa kohde käyttäjän toiminnallisten alueiden mukaan, jolloin myös vaiheittainen vastaanotto on mahdollinen. (Kenley & Seppänen 2010 s. 125) Lohkojen itsenäisyys on tärkeää talotekniikan palvelualueiden kannalta, etenkin käytössä olevan rakennuksen korjauksessa ja vaiheittaisessa vastaanotossa.

Kokonaistilajärjestely-tyyppisessä korjauskohteessa muodostetaan sarjatuotantolohkot ja erityistuotantolohko. Jaottelu on esitetty kuvassa 5. Korjausasteeltaan, työsisällöltään tai ajoitukseltaan muista poikkeavat tilat muodostavat yhdessä erityistuotantolohkon.

Tyypillisesti näitä ovat tekniset tilat ja mahdollisesti ullakot ja maanalaiset tilat. (Ratu S-1231 2012)

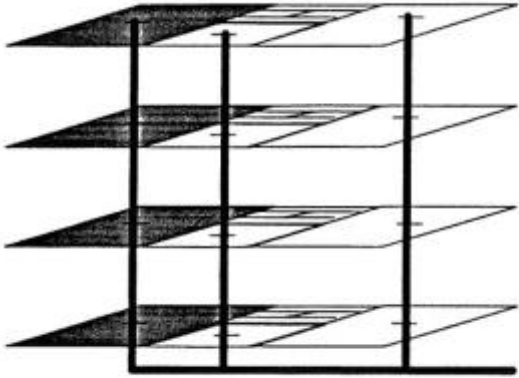


Kuva 4. Kokonaistilajärjestelyn lohkojaon esimerkki. Erityistuotantolohkoon kuuluvat osat on merkitty tummalla. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011)

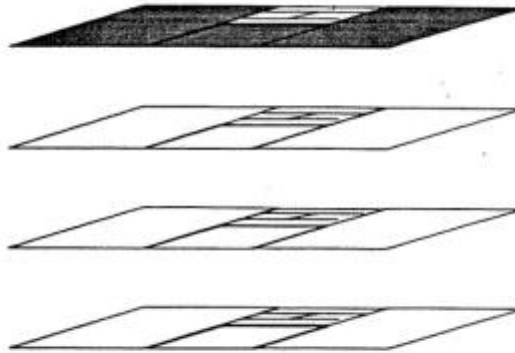
Sarjatuotantolohkot ovat työnsisällöltään samankaltaisia. Lohkot ajoitetaan siten, että työt aloitetaan osasta, jossa purkuvaihe on lyhin ja lopetetaan osaan, jossa sisävalmistusvaihe on lyhin. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011) Kohteeseen voi kuulua myös uudisosaa. Uudisosalle ja korjattavalle osalle tehdään yhteinen aikataulu, jos niiden rakentamisaika on kohtuullisen yhdenmukainen. Uudisosaa käsitellään yhtenä tai useampana lohkona. Tehtävien väliset riippuvuudet sarjatuotantolohkojen, erityistuotantolohkon ja uudisosan välillä analysoidaan tuotannon suunnittelua varten. (Ratu S-1231 2012)

Useimmissa korjaushankkeissa talotekniikan osuus tehtävistä töistä on suuri. Talotekniikan palvelualueet vaikuttavat kohteen ositteluun. Korjattavat osakohteet tulee muodostaa siten, että talotekniikkajärjestelmät voidaan korjata yhdessä osakohteen kanssa. Erityisen tärkeää tämä on silloin kun rakennus on osittain käytössä korjauksen aikana. Jos lohkojako ja talotekniikkajärjestelmien palvelualueet poikkeavat toisistaan, joudutaan työskentelemään myös käytössä olevissa tiloissa tai työt joudutaan jättämään osittain keskeneräisiksi. Kuvassa 6 on esitetty putkilinjakorjauksen vaikutus osakohdejakoan. Jos putkilinjat korjataan, on osittelu tehtävä putkilinjojen mukaan ja päällekkäiset tilat korjattava yhtä aikaa. Jos putkilinjoja ei korjata, kohde on mahdollista korjata kerroksittain. (Toikkanen & Kiiras 1993)

PUTKILINJAKORJAUS



PUTKILINJOJA EI KORJATA



 Työkohte

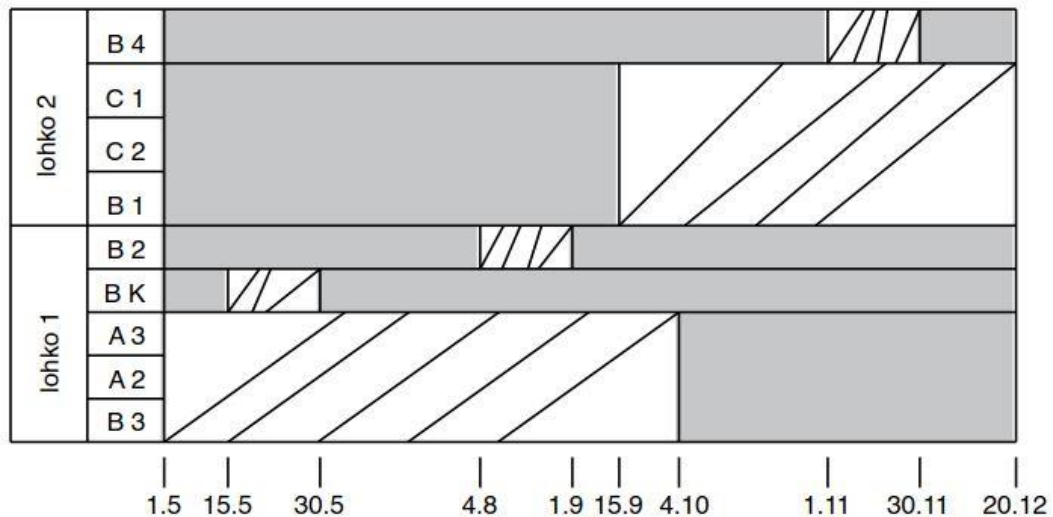
Kuva 5. Putkilinjojen korjauksen vaikutus kohteen ositteluun (Toikkanen & Kiiras 1993).

Jos korjattavan lohkon läpi menee käytössä olevien osien teknisten järjestelmien osia, nämä tulee pitää toiminnassa korjauksen ajan ja purkaa vasta sitten kun kyseistä osaa aletaan korjata. Käyttäjän toimiessa korjattavassa rakennuksessa LVIS-järjestelmissä ei voi olla pitkiä toimintakatkoksia. (Toikkanen & Kiiras 1993) Toimitiloissa käyttäjälle on erityisen tärkeää sähkönjakelun katkeamattomuus sekä jatkuva pääsy internetiin ja ohjelmistoihin (Hassanain & Al-Mudhei 2006).

Lohkojako voidaan joskus joutua muuttamaan siirryttäessä runkovaiheesta sisävalmistustöihin. Lohkojaon muuttaminen on kuitenkin poikkeuksellista ja yleensä lohkot pyritään pitämään samana koko rakentamisen ajan. Lohkojaon muuttamisen voi aiheuttaa esimerkiksi ilmanvaihdon tai muun teknisen järjestelmän poikkeavuus lohkojaosta. (Junnonen 2010 s. 24)

2.3 Rakennuksen käyttö korjauksen aikana

Mikäli käyttäjät toimivat rakennuksessa korjaustöiden aikana ja tämä määrittää korjaustöiden ajat ja alueet, puhutaan käyttäjän ajoittamasta korjauskohteesta. Käyttö ja korjaus limittyvät keskenään ja kohde vastaanotetaan lohkoittain. Käyttäjän ajoittaman korjauskohteen paikka-aikakaaviosta on esitetty esimerkki kuvassa 6. (Kaivonen 1994 s. 172)



Kuva 6. Käyttäjän ajoittaman kohteen paikka-aika kaavio (Kaivonen 1994 s. 172).

Lohkot muodostetaan korjaustöiltään ja kestoltaan kohtuullisen yhdenmukaisista osakohteista. Lohkojen työvaiheet tahdistetaan kestoltaan yhtä pitkiksi. Erityistiloiksi jäävät alueet, joiden työsisältö poikkeaa muista osista. Niiden aikataulu on yleensä lyhyt ja kireä. Niissä työt tehdään käynnissä olevan päälohkon resursseilla "lainaamalla" näitä erityistilan töihin. (Kaivonen 1994 s.171)

2.3.1 Vaikutukset rakentamiseen

Käytössä olevaa rakennusta korjattaessa korjaustöistä aiheutuu käyttäjälle haittoja, kuten melua, pölyä, hajuja, tilojen ahtautta ja käyttörajoituksia sekä väliaikaisia liikennejärjestelyjä rakennuksen sisä- ja ulkopuolella. Käyttäjälle aiheutuvia haittoja on pyrittävä minimoimaan muun muassa lyhentämällä tilan korjausaikaa, siirtämällä töitä tehtäväksi rakennuksen ulkopuolelle, käyttämällä vähemmän haittaa aiheuttavia menetelmiä sekä erilaisilla tilapäisjärjestelyillä. (Toikkanen & Kiiras 1993)

Melun leviämistä on vaikea estää. Purkumenetelmistä tulisi valita mahdollisimman nopeita ja hiljaisia työtapoja. Perinteiset purkutavat, kuten piikkaus ja timanttileikkaus ovat meluisia. Melua aiheuttavat työt tulisi tehdä silloin, kun niistä aiheutuu vähiten haittaa käyttäjälle. (Kaivonen 1994) Joissain kohteissa, kuten konserttirakennuksissa, voi olla ajankohtia, jolloin mitään melua rakennustöistä ei sallita.

Pölyn leviäminen estetään väliaikaisilla suojaseinillä, jotka on toteutettava huolellisesti. Lisäksi purkutyötilan tulee olla alipaineistettu. Mahdollisuuksien mukaan käytetään pölyämättömiä purkumenetelmiä. Purkulaitteissa tulisi olla pölyn kohdepoisto ja pölyävien purkutöiden jälkeen tehdään välisiivous liian leviämisen estämiseksi. (Ratu S-1231 2012) Rakennuksesta voidaan myös joutua osastoimaan korjattava alue erilliseksi palo-osastoksi. (Kaivonen 1994 s. 182) Tällöin väliaikaiset suojaseinät ovat raskasrakenteisempia ja työläämpiä toteuttaa, kuin pelkän pölyn leviämisen estämiseen tarkoitettujen seinien.

Rakennuksen käyttö korjausten aikana aiheuttaa yleensä tilanpuutetta rakentajille. Ongelmia voi olla varastotilassa sekä rakennusmateriaalien liikuttamisessa. Käyttäjien kannalta logistisia ongelmia aiheuttavat tilojen sulkemiset ja väliaikaiset kulkureitit, jotka ovat usein kapeita. Töiden suoritusjärjestystä suunnittelemalla voidaan vähentää väliaikaisista kulkureiteistä johtuvaa käyttäjille aiheutuvaa haittaa ja kulkemisen hidastumista. Tähän liittyen on kehitetty jopa tietokoneoptimointia simuloinnin avulla. (Lee 2012) On kuitenkin harkittava kuinka paljon tuotantoa kannattaa optimoida käyttäjän haitan minimoimisen kannalta, jos se johtaa rakentamisajan pidentymiseen. Toikkasen & Kiiraksen (1993) mukaan juuri rakentamisajan lyhentäminen on tärkein keino korjaustyöstä aiheutuvan haitan vähentämiseksi. Lyhytaikainen suurikin häiriö on paremmin siedettävissä kuin pienempi, mutta pitkäaikainen haitta.

Käytön ja rakentamisen yhteensovittaminen on haastavaa etenkin silloin, kun rakennuksen ulkopuolisten väistötilojen tarve halutaan minimoida ja rakentaminen tehdään pienissä osissa. Nopea toteutusaikataulu, käyttäjien vähäinen häiritseminen, väistötilojen minimointi ja edullinen toteutus voivat olla toisiinsa nähden ristiriitaisia tavoitteita. Kohteen osittelusta ja rakennustöiden jaksotuksista voidaan tehdä erilaisia ehdotuksia, jotka arvioidaan budjetin, aikataulun ja käyttäjävaikutusten perusteella. Tärkeää on tietää tilojen, käyttäjien ja rakennustöiden väliset vaikutukset toisiinsa. Käyttäjien toiminnasta tulee tietää tilantarve, sekä se, voiko käyttäjäryhmä toimia samoissa tiloissa jonkin toisen käyttäjäryhmän tai korjaustyön kanssa. Purkutytöt ovat luonnollisesti sellaisia, joiden aikana käyttäjä ei voi toimia tilassa, mutta esimerkiksi talotekniikka-asennusten viimeistelyjä voidaan tehdä, kun käyttäjät ovat jo muuttaneet tiloihin. Valitun rakennustöiden jaksotuksen tulisi olla sellainen, että rakentajille ja käyttäjille ei aiheudu toisistaan ylitsepääsemättömiä haittoja ja negatiivisten, mutta siedettävien vaikutustenkin määrä on mahdollisimman pieni. Haittaa, kuten melua ja pölyä aiheuttavia töitä voidaan joutua tekemään normaalien työaikojen ulkopuolella aikaisin aamulla tai iltaisin. (Ho & Fischer 2009)

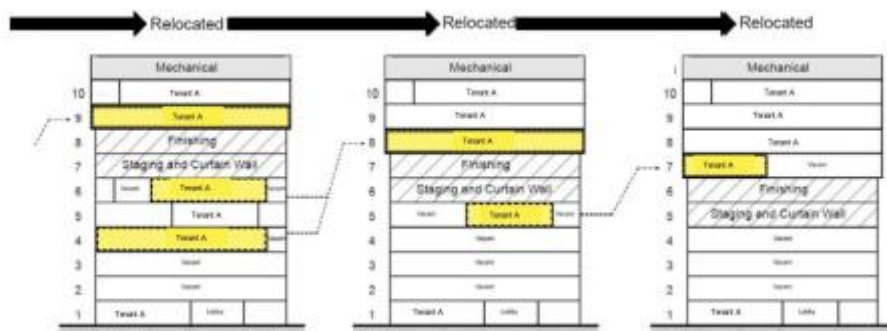
Tiedottaminen on tärkeässä osassa käyttäjän ja korjaustöiden yhteensovittamisessa ja yhteistyön edistämässä (Kaivonen 1994 s. 193; Hassanain & Al-Mudhei 2006). Ongelmia syntyy, mikäli rakennustöitä ja käyttäjän toimintoja ei ole koordinoitu ja sovitettu yhteen. Ongelmat voivat olla esimerkiksi vesi- ja sähköjärjestelmien katkoksia, jotka tulevat ilmoittamatta ja käyttäjälle huonoon aikaan. Yksi keino tiedotuksen hoitamiseen on säännölliset kokoukset, jossa käyttäjien edustajia voidaan informoida ja he saavat antaa palautetta. (Attalla 1997 s.110) Käyttäjille palautteen antamisen mahdollisuus on tärkeää. Urakoitsijan kannalta pienillä työmaajärjestelyjen, kulkureittien tai pölynhallinnan muutoksilla voi olla käyttäjän kannalta suuri merkitys. (Olenius et al. 2006)

2.3.2 Väistötilat

Korjaushanketta aloitettaessa on harkittava poistuvatko käyttäjät rakennuksesta kokonaan rakentamisen ajaksi, vai jos mahdollista, tehdäänkö korjaukset pienissä osissa käyttäjän ollessa paikalla. Väistötilojen tarpeeseen vaikuttaa merkittävästi rakennuksen korjausaste. Perusteellisessa korjauksessa käyttäjä ei voi olla

rakennuksessa paikalla korjaustöiden aikana. (Kaivonen 1994 s. 142) Pienemmissäkin korjauksissa käyttäjän herkkyys rakentamisesta aiheutuville häiriöille voi olla syy väistötiloihin siirtymiselle (Ho & Fischer 2009) Myös käyttäjän toiminnan laatu ja laajuus vaikuttavat väistötilojen hankkimiseen. Suuren rakennuksen, jossa on paljon erityisiä toimintoja ja laitteita, tyhjentäminen kokonaisuudessaan korjauksen ajaksi ei välttämättä ole mahdollista. Voi olla, ettei potentiaalisia väistötiloja ole saatavilla suuren tilantarpeen ja vaativan varustetason vuoksi tai niiden hankkiminen tulisi huomattavan kalliiksi. Tällaisissa kohteissa rakentaminen on tehtävä vaiheittain, jolloin väistötilan tarve pienenee ja jakautuu pidemmälle ajalle. (Hadavi et al. 1996)

Väistötilat voidaan hankkia toisesta kiinteistöstä tai ne voidaan toteuttaa siirrettävillä tilaelementeillä, jotka tuodaan esimerkiksi kiinteistön pihaan. (Kaivonen 1994 s.145) Väistötiloja voidaan rakentaa palvelemaan useita rakennushankkeita pitkällä aikavälillä, jos samantyyppisiä korjaushankkeita ollaan tekemässä tietyllä alueella peräkkäin (Yle 2013). Väistötiloina voidaan käyttää myös korjattavan rakennuksen tiloja, kuten on esitetty kuvassa 7. Hotelliportas-menetelmässä rakennuksen yksi portas tyhjenetään ja sen käyttäjille etsitään väliaikaistilat muualta. Töiden edetessä korjattavana olevan portaan käyttäjät muuttavat hotelliportaaseen töiden ajaksi. (Kaivonen 1994 s. 145) Vastaavaa tapaa voidaan käyttää myös kerroksittain korjattaessa. Tällöin väistötilan muodostavat yksi tai useampi kerros. (Ho & Fischer 2009)



Kuva 7. Esimerkki töiden etenemisestä ja käyttäjien muutoista rakennuksen sisällä (Ho & Fischer 2009).

Tilaajan tulee harkita, onko väistötilojen hankkiminen esimerkiksi vuokraamalla kannattavaa sen ajansäästön kannalta, joka saadaan vapauttamalla tiloja korjaustöitä varten (Ho & Fischer 2009). Väliaikaisten tilojen järjestäminen ja muutto aiheuttavat sekä kustannuksia että haittaa käyttäjän toiminnalle (Kaivonen 1994 s.142). Toisaalta muuttamalla pois korjattavasta rakennuksesta käyttäjän ei tarvitse sietää rakentamisesta aiheutuvia haittoja, kuten pölyä, melua ja ahtautta. Tiivistettynä edellisistä lähteistä väistötilojen tarpeeseen ja hankkimiseen vaikuttavat seuraavat asiat:

1. rakennuksen korjausaste
2. rakentamisesta aiheutuvat häiriöt
3. käyttäjän toiminta
4. käytön ja korjauksen yhteensovitus ja sen aikataulu- ja kustannusvaikutus
5. väistötilojen hinta ja saatavuus.

2.4 Lähtötiedot kohteesta ja yllätykset rakenteissa

Rakentamisen ja erityisesti purkuvaiheen aikana esiin tulevat yllätykset ovat merkittävä syy korjaushankkeiden aikataulun ja kustannusten ylittymiseen (Attalla et al. 2000; Alastalo 2014) Purkuvaiheessa tulee lähes väistämättä esiin odottamattomia asioita ja näihin tulee varautua (Hadavi et al. 1996). Kaivosen (1994 s. 158) mukaan purkutyövaiheen häiriöpelivaraksi valitaan 20-50 % vaiheen kestosta potentiaalisten ongelmien analyysin avulla ja siihen vaikuttavat:

- lähtötietojen luotettavuus ja tarkkuus
- tuotesuunnitelmien laatu ja muutosten todennäköisyys
- rakennuksen ikä ja kunto
- asbestikartoituksen luotettavuus (piilevän asbestin mahdollisuus)
- purku-urakoitsijan suorituskyky.

Korjattavasta kohteesta tehdyt esiselvitykset ja kuntotutkimukset ovat lähtökohtana rakennuksen korjaussuunnittelulle. (Lahdensivu et al. 2013) Riittävät tiedot kohteesta ovat tärkeitä, jotta korjaukset voidaan suunnitella oikein ja toteuttaa suunnitelmien mukaisesti.

Esiselvitysvaiheeseen kuuluvat suunnitteluasiakirjojen tarkasteleminen ja kiinteistön silmäääräinen tarkastelu. Tällä pyritään arvioimaan rakenteiden vaurioalttiutta, näkyvien vaurioiden määrää ja sijaintia sekä rakennukseen kohdistuvia rasituksia. (Lahdensivu et al. 2013) Hankkeen henkilöstön kokemuspohja korjausrakentamisesta voivat olla hyödyksi, sillä kokemukset antavat näkemystä siihen, mitä jokin rakenne saattaa sisältää. (Alastalo 2014 s. 74)

Vanhan rakenteen kunnan tutkimiseen sisältyy aina epävarmuutta, koska tutkimukset tehdään otoksina ja rakenteiden kunto voi vaihdella rakennuksen eri osissa. Tärkeää on kerätä tietoa rinnakkaisista lähteistä. Esiselvitysten lisäksi on pyrittävä käyttämään erilaisia kenttätutkimusmenetelmiä rinnakkain. Myös laboratoriotutkimuksia voidaan tehdä. Tutkimusten tulisi edetä tarkentuen, siten että seuraava tutkimuksen vaihe täydentää seuraavaa. Edulliset ja yksinkertaiset menetelmät alussa auttavat kohdentamaan myöhemmin tehtävät erikoistutkimukset oikein. (Lahdensivu et al. 2013)

Rakenteiden ennakoitua huonompi kunto on yleinen ongelma korjauskohteissa ja se tuottaa paljon yllätyksiä. Seurauksena on yleensä työmäärän kasvu ja myös työjärjestystä tai tuotantojärjestelmää voidaan joutua muuttamaan työn aikana. Myös vanhojen suunnitelmien puuttuminen tai virheellisyys voi aiheuttaa samanlaisia muutoksia tuotantoon. (Ratu S-1231 2012) Työn aikana havaitut koko kohteeseen vaikuttavat lähtötietovirheet aiheuttavat tuotantoseisokin, kun käynnissä oleva tehtävä keskeytyy. Tuotantoseisokki sekoittaa työ- ja suoritusjärjestyksen työmaalla. (Toikkanen & Kiiras 1993 s. 52) Suunnitelmien muutostarve rakentamisen aikana on korjausrakentamisessa suurta. Kokeneiden suunnittelijoiden resursseja tulisi olla riittävästi käytössä rakentamisen aikana. Yleinen käytäntö on, että suunnittelija käy purkutöiden aikana työmaalla tarkistamassa lähtötietojen paikkansapitävyyden

purkutöiden jälkeen. Tämän jälkeen suunnittelija voi tehdä muutokset suunnitelmiin, jotta ne vastaavat todellista tilannetta. (Ratu S-1231 2012)

Vaarallisten aineiden, kuten asbestin, ennakoimattomalla löytymisellä rakenteista voi olla merkittävä vaikutus, sillä niiden purkaminen on aikaa vievää (Attalla et al. 2000) Asbestipurkutyo joudutaan tekemaan osastoimalla purkutöitä sisältävä alue. Osastoinnissa alue eristetään ilmastollisesti ja alipaineistetaan. Pieniä asbestipurkutöitä voidaan tehdä myös muilla menetelmillä. (Ratu 82-0347 2009) Joissakin vanhoissa taloissa käytetyissä kellarin pikieristeissä on kreosoottia, jonka purkamisessa käytetään asbestipurkua vastaavia menetelmiä. (RIL K168-1994)

Purkaminen saattaa aiheuttaa rakenteiden stabiliteetin muutoksia, joita ei ole osattu ennakoida. Nämä voivat aiheuttaa vaurioita rakenteille tai sortumavaaran. Joidenkin erityisrakenteiden, esimerkiksi seinämäisten palkkien, toiminta voi olla vaikea määrittää. Lisäksi esimerkiksi kevyet väliseinät ovat ajan kuluessa saattaneet tulla kantaviksi taipumien tai painumien vuoksi. Purkamisesta aiheutuvat kuormien muutokset tulee ottaa rakenteita purettaessa huomioon, eikä tuntemattomia rakenneosia saa purkaa ilman tietoa niiden toiminnasta. (Kaivonen 1994 s. 262)

2.5 Logistiikka

Työmaalla on siirrettävä materiaalia, työkoneita, henkilökuntaa sekä koneita ja laitteita rakennuksen osista toisiin ja lisäksi poistettava jätteitä. (Kaivonen 1994 s. 205) Työmaan logistiikkasuunnittelussa on otettava huomioon työmaan tulologistiikka eli miten materiaalit saadaan työmaalle ja missä ne varastoidaan, työmaan sisäinen logistiikka eli miten materiaaleja siirretään työmaalla sekä työmaan lähtölogistiikka eli miten jätteet poistetaan työmaalta. Rakennustyömaan logistiikkasuunnittelussa tulisi huomioida neljä näkökulmaa: ekologinen, taloudellinen, sosiaalinen ja tekninen. Ekologisuudella tarkoitetaan päästöjen vähentämistä ja kierrätyksen tehokkuutta, eli kaatopaikalle päätyvän jätteen minimoimista. Taloudellinen näkökulma tähtää tehokkuuteen kustannusten kannalta. Sosiaalisia näkökulmia ovat esimerkiksi työmaaliikenteen haittojen minimointi rakennuksen käyttäjille ja ympäröiville liikennealueille. Tekniseltä kannalta logistiikkajärjestelyn kapasiteetti pyritään käyttämään mahdollisimman tehokkaasti ja samaan aikaan vähentämään vaurioita käsiteltäville materiaaleille. (Tischer et al. 2013)

Korjausrakentamisessa haasteita logistiikalle aiheuttavat tilat, jotka usein ovat ahtaita. Tämän vuoksi koneita ei aina pystytä käyttämään siirtojen apuna, vaan siirtoja joudutaan tekemään paljolti käsin. Resurssien ja ajan varaus siirtojen tekemiseen on merkittävä osa korjaustöiden tuotannosuunnittelua. Töiden sujuvuuden kannalta siirtoketjujen eheys ja toimivuus on tärkeää. (Kaivonen 1994 s. 205) Erityisesti keskusta-alueilla tontit ovat tiiviitä ja tilaa korjattavan rakennuksen ympärillä on yleensä vähän. Tällöin voidaan joutua viemään tilaa katualueelta työmaan käyttöön. (Ratu S-1231 2012) Ongelmia voi aiheuttaa myös pysäköintipaikkojen vähyys, joka tulee esiin erityisesti silloin kun käyttäjät ovat paikalla korjaamisen aikana ja osa pysäköintipaikoista on poissa käytöstä

työmaan toiminnan vuoksi. Tämä aiheuttaa tarpeen väliaikaisten pysäköintitilojen järjestämiselle. (Attalla 1997 s.111)

Lisäksi korjausrakentamisessa syntyy jätteitä huomattavasti enemmän kuin uudisrakentamisessa ja jätehuoltoratkaisu on tärkeä osa korjaustyömaan logistiikkaa. Purkutekniikat vaikuttavat työmaalla syntyvään jätteeseen ja sen siirtämiseen. Pieninä palasina syntyvä jäte esimerkiksi betonin piikkaamisesta voidaan siirtää jätelavalle jätekuilun tai suurtehoimurin avulla. Timanttileikkaamalla taas voidaan irrottaa suuriakin osia, joita voidaan joutua paloitlemaan ennen kuin ne pystytään siirtämään. (Kaivonen 1994 s. 203-205) Rakennusjätteen määrät ja laadut vaihtelevat korjaushankkeen eri vaiheissa. Tarvittavat jätelavat, sekä niiden paikat ja kuljetusreitit on suunniteltava vastaamaan kunkin vaiheen tarpeita. (Olenius et al. 2006)

Materiaalitoimituksissa tulisi pyrkiä välivarastoinnin minimoimiseen ja siirtämään materiaalit suoraan työkohteeseen. (Kaivonen 1994 s. 205) Varastointitilojen puutteesta ja siirtojen vaikeudesta johtuen korjausrakentamisessa on suurempi tarve logistiikkaratkaisujen etukäteissuunnitteluun kuin uudisrakentamisessa. (Olenius et al. 2006) Erityisesti kun varastotilaa on vähän, työmaalle toimitettavat materiaalit tulisi toimittaa just-in-time periaatteella täsmätoimituksina. Materiaalien käsittelystä vastaava työryhmä voi auttaa logististen ongelmien poistamisessa. Vastuu materiaalien jakelusta työmaalla on tällöin selvä ja hukkaa poistuu, kun materiaalit toimitetaan oikeaan aikaan työkohteisiin ja rakentajien ei tarvitse etsiä tarvikkeita, vaan voivat keskittyä tuottavaan työhön. (Sullivan et al. 2010 s. 84)

2.6 Työtekniikat

Korjausrakentaminen on perinteisesti ollut käsityövaltaista. Korjausrakentamisen teknologia, tuotantotavat ja tuotevalikoima ovat kehittyneet hitaasti tutkimus- ja kehitystoiminnan keskittyessä uudisrakentamiseen, koska korjausrakentaminen on aiemmin nähty uudisrakentamisen varamarkkinana. (Vainio & Airaksinen 2011). Viime aikoina korjausrakentamiseen on kuitenkin alettu kehittää myös teollisia korjaustekniikoita. (Lindstedt et al. 2011) Lisäksi vanhoissa ja arvokkaissa kohteissa myös entisöintityöt ovat mahdollisia.

2.6.1 Teolliset korjaustavat

Teollisessa korjausrakentamisessa osia pyritään esivalmistamaan mahdollisimman pitkälle tehtaassa, jolloin työmaalla tehtävä työ vähenee. Tällöin työmaa-aika voi lyhentyä, ja näin vähennetään korjaustöistä aiheutuvaa haittaa käyttäjille. (Lindstedt et al. 2011) Teollisten ratkaisujen käyttö vaatii tarkat esitiedot rakennuksesta. Rakennus on laserkeilattava ja inventointimalliin tulee panostaa. Vanhat rakenteet aiheuttavat valmisosien käytölle haasteita, kun valmisosat joudutaan sovittamaan vanhoihin rakenteisiin. (Lindstedt et al. 2011)

Toteutusmuodoista teolliseen korjausrakentamiseen soveltuvat parhaiten muodot, joissa toteuttajan suoritusvelvollisuuteen kuuluu myös tekninen suunnittelu. Tilaaja vastaa siis hankkeen hanke- ja yleissuunnittelusta, mutta ei teknisistä ratkaisuista. (Junnonen & Lindstedt 2011 s. 44) Suunnittelun ja hankinnan kannalta tämä edellyttää, ettei korjaustapaa ole lyöty lukkoon ennen urakoitsijan valintaa. Esimerkiksi yleissuunnitelmat on tehtävä niin, että ne mahdollistavat eri korjausmenetelmien ehdottamisen. Hankinta tulee tehdä suunnitelmavaatimuksin, jotka sisältävät toiminnalliset ja esteettiset vaatimukset. Tähän soveltuu hankintamenettelyksi tuotesakauppa, joka mahdollistaa teollisten menetelmien ja perinteisten korjaustapojen kilpailun rinnakkain. (Lindstedt et al. 2011)

Teollisia korjaustekniikoita ovat esimerkiksi julkisivujen korjaus ja lisäeristys elementeillä sekä LVI-putkistojen korjaus hormielementeillä, joita on esitetty kuvassa 8. Tyypillisesti hormielementtiin voidaan asentaa kaikki LVI-pystyvedot valmiiksi tehtaalla. Tuotannon hallinnan on tuettava teollisia korjausmenetelmiä ja yleensä pyritään toistuvan tilakorjauksen tyypiseen tuotantoon erityisesti silloin kun käyttäjä on paikalla korjauksen aikana. (Junnonen & Lindstedt 2011)



Kuva 8. Hormielementtejä (assemblin.com 2017)

Suurimpia haasteita teollisten korjausmenetelmien käytölle ovat logistiikka ja suunnittelu. Esivalmisteiden käyttö kasvattaa suunnittelun riskejä, koska suunnitelmien pitää olla aikaisemmin valmiita ja suunnitelmien muutokset aiheuttavat suurempia ongelmia kuin perinteisissä korjaustavoissa. Suunnittelun, hankintojen ja tuotannon yhteensovittamisessa on lisäksi huomioitava se, että valmisosien saanti työmaalle kestää kauemmin kuin pelkkiä materiaaleja tilattaessa. Logistiikan kannalta on suunniteltava, miten esivalmisteet saadaan työmaalle ja asennuspaikalle. (Lindstedt et al. 2011 s.42) Periaatteena on, että tuotteet saapuvat työmaalle asennuksen alkaessa, eli just-in-time-periaatteella. Tarvittava välivarastointi tapahtuu tehtaalla, mikä vähentää työmaavarastoinnista aiheutuvia vahinkoja. (Junnonen & Lindstedt 2011 s. 54) Työmaalla ongelmia voi aiheuttaa vanhojen tilojen ahtaus. (Lindstedt et al. 2011 s.42)

2.6.2 Entisöintityöt

Entisöintitöissä kiinnitetään erityistä huomiota kulttuurihistoriallisten ja rakennustaiteellisten arvojen sekä vanhan rakennustavan säilyttämiseen ja palauttamiseen. Korjauksessa säilytetään mahdollisimman paljon vanhoja rakenteita ja työt tehdään vanhoja rakennustapoja ja -materiaaleja käyttäen. Hävinneitä rakennusosia voidaan tehdä vanhan tavan mukaisesti uudelleen. Myös talotekniikkaa uusittaessa asennukset tulee tehdä vanhaa rakennusta kunnioittaen. (Kaivonen 1994 s. 15) Esimerkiksi ilmanvaihtojärjestelmissä voidaan hyödyntää olemassa olevia hormeja. Konehuoneet tulisi sijoittaa piiloon kellariin tai ullakolle, eikä rakennuksen vesikatolle näkyviin. (Tabibian & Ghavami 2016)

Historiallisesti merkittävässä rakennuksessa, jossa tehdään entisöintitöitä, rakenteiden suojaukset ja olosuhdehallinta vaativat erityistä huomiota. Suojaukset tulee suunnitella ja toteuttaa niin, että suojattavaan rakenteeseen ei tehdä kiinnityksiä. Suojaukset toteutetaan yleisesti kovalla levyrakenteella, kuten vanerilla, jonka alla on iskuja vaimentava materiaali, kuten aaltopahvi. Lisäksi esimerkiksi lattioiden suojauksessa olennaista on puhdistaa pinta ennen suojausta. (Mäkiö 2003) Oikeiden olosuhteiden, kuten lämpötilan ja pölyttömyyden ylläpitäminen korjaustöiden aikana on tärkeää entisöintitöiden onnistumisen kannalta. Olosuhteita voidaan mitata työmaalla reaaliaikaisesti erilaisten antureiden avulla. (Taurén 2016)

Lambeck & Eschemullerin (2009) mukaan, jos entisöintitöille on tarvetta, tulee näihin töihin erikoistuneet aliurakoitsijat hankkia mahdollisimman nopeasti. Heidän apuaan kannattaa käyttää entisöintitöiden laajuuden ja vaativuuden arvioinnissa, sillä entisöintityöt voivat vaatia merkittäviä aika- ja kustannusvarauksia. Huomioita tulee kiinnittää myös entisöintitöiden aikataulun sovittamiseen kohteen yleisaikatauluun. Entisöintitöitä tekevien urakoitsijoiden valinnassa referenssien tulisi olla urakoitsijan tärkein valintakriteeri. Referenssien tulisi olla työtä suorittavaksi aiotun henkilön referenssejä, eikä esimerkiksi yrityksen referenssejä yleisesti. (Taurén 2016)

3. TUOTANNON HAASTEET KORJAUSKOHTEISSA

3.1 Tutkimuksen kohteena olleet korjaushankkeet

Tutkimuksessa käsitellyt kahdeksan korjaushanketta on esitelty taulukossa XX. Pääosassa hankkeista tehtiin kattava peruskorjaus.

Taulukko XX. Tutkimuksen kohteen olleen vaativat korjaushankkeet.

<p>1. Hanasaaren kulttuurikeskus</p> <ul style="list-style-type: none">• Vuonna 1975 valmistunut kulttuurikeskus• Laajuus 7900 brm², laajennuksien jälkeen 8400 brm²• Rakennusaika 19 kk• Kokonaisbudjetti 25 milj. €• Toteutusmuoto allianssi• Suunnittelijat sopimussuhteessa tilaajaan, kattohintainen tuntityö• Valmistui aikataulun ja budjetin puitteissa
<p>2. Kansalliskirjasto</p> <ul style="list-style-type: none">• Engelin suunnittelema vuonna 1845 valmistunut päärakennus ja 1907 valmistunut Rotunda lisäosa• Laajuus 8200 brm²• Rakennusaika 24 kk• Kokonaisbudjetti 19 milj. €• Projektinjohtourakka tavoitebudjetilla• Suunnittelijat sopimussuhteessa tilaajaan, tuntityö tavoitebudjetilla• Valmistui aikataulun puitteissa eivätkä kustannukset ylittyneet merkittävästi
<p>3. Elisan pääkonttori</p> <ul style="list-style-type: none">• Kaksi 1980-luvun lopulla valmistunutta rakennusta• Laajuus 14000 brm²• Rakennusaika 15 kk• Kokonaisbudjetti 17 milj. €• Yhteistoiminnallinen projektinjohtourakka tavoitebudjetilla• Suunnittelijat sopimussuhteessa tilaajiin, tuntityö• Valmistui aikataulun ja budjetin puitteissa
<p>4. Espoonlahden kirkko</p> <ul style="list-style-type: none">• Vuonna 1980 valmistunut kirkko• Laajuus 2500 brm²• Rakennusaika 13 kk• Kokonaisbudjetti 9,6 milj. €• Yhteistoiminnallinen projektinjohtourakka, jossa kehitys- ja toteutusvaihe• Suunnittelijat sopimussuhteessa tilaajaan (kokonaisuunnittelu), tuntityö• Valmistuminen myöhästyi noin kuukaudella, budjetti ei ylittynyt merkittävästi
<p>5. Lahden kaupunginsairaala</p> <ul style="list-style-type: none">• Laajuus 14500 brm²• Kokonaisbudjetti 22 milj. €• Rakennusaika 17 kk• Kiinteähintainen kokonaisurakka

<ul style="list-style-type: none"> • Suunnittelijat sopimussuhteessa tilaajaan: arkkitehti tavoitehintaishinnalla ja muut suunnittelijat kiinteällä hinnalla • Valmistuminen myöhästyi noin kuukaudella, budjetti ei ylittynyt merkittävästi
<p>6. Leppävaaran uimahalli</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vuonna 1969 valmistunut uimahalli • Peruskorjatun uimahallin laajuus 4200 brm², laajennuksena rakennettiin maauimala ja uusia tiloja 2700 brm² • Rakennusaika 24 kk • Kokonaisbudjetti 23 milj. € • Kiinteähintainen jaettu urakka • Suunnittelijat sopimussuhteessa tilaajaan: kiinteä hinta, lisätyönä tehty suunnittelu laskutyönä yksikköhinnoina • Valmistui aikataulun ja budjetin puitteissa
<p>7. Teollisuuskatu 23-25</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kiinteistöissä useita eri ikäisiä osia 1940-1980-luvuilta • Laajuus 26500 brm² • Rakennusaika 26 kk • Kokonaisbudjetti 43 milj. € • Kiinteähintainen jaettu urakka • Suunnittelijat sopimussuhteessa tilaajaan, tuntityö • Ensimmäisen vaiheen luovutus myöhästyi kuukaudella, samoin toisen, arvioitiin valmistuvan budjetin puitteissa
<p>8. Tapiolan koulu</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1960- ja 1980-luvuilla valmistuneita osia • Osa rakennuksesta peruskorjattiin (6200 brm²) ja osa purettiin ja rakennettiin uudelleen (4100 brm²) • Rakennusaika 22 kk • Kokonaisbudjetti 32,6 milj. € • Kiinteähintainen jaettu urakka • Suunnittelijat sopimussuhteessa tilaajan, kiinteä hinta • Valmistui aikataulun puitteissa ja budjetti alitettiin 1,3 milj. €:lla

Elisan pääkonttorin (kohde 3) korjausaste oli muita alhaisempi ja hanke oli myös ainoa, jossa korjaustyöt tehtiin kerroksittain käyttäjän ollessa paikalla. Hanasaaren kulttuurikeskuksen (kohde 1), Leppävaaran uimahallin (kohde 6) ja Teollisuuskatu 23-25 (kohde 7) korjauksiin kuului myös laajennusrakentamista. Tapiolan koulusta (kohde 8) 6200 br-m² korjattiin perusteellisesti ja 4100 br-m² purettiin ja rakennettiin uudelleen.

3.2 Tutkittujen korjaushankkeiden haasteet

Luvussa on esitetty käsitellyissä hankkeissa esiintyneitä haasteita. Haastatellut osapuolet ja henkilöt on esitetty taulukossa liitteessä E.

3.2.1 Suunnittelu

Lähtötietojen puutteet

Suunnittelun lähtötietojen ja erityisesti mittatietojen puutteet haittasivat suunnittelua useassa hankkeessa, mikä näkyi myös rakentamisen aikana. *Hanasaaren kulttuurikeskuksen (kohde 1) korjauksessa urakoitsijan näkemyksen mukaan tärkeä syy*

suunnittelun epäonnistumiseen olivat väärät ja puutteelliset lähtötiedot. Virheelliset oletukset suunnittelussa aiheuttivat ongelmia hankkeen edetessä. Kohteen suunnittelussa käytettiin tietomallinnusta, mutta tämä ei ollut täysin onnistunut. Tietomallia varten tehtyjen mittausten käsittelemisessä oli ongelmia ja arkkitehti- ja rakennemallin koordinaatit eivät kohdanneet. Tämä tuli esille esimerkiksi, kun neljännen kerroksen laajennuksen teräsrakenteita oltiin mittaamassa paikalleen. Osa pilareista olisi mittausten mukaan sijoittunut seinälinjan ulkopuolelle ja suunnitelmat jouduttiin tekemään uudestaan. Mittojen virheellisyys tuli myös esille julkisivun korjauksessa. Kohteessa uusittiin julkisivuelementit ja osa uusista elementeistä oli väärän kokoisia ja niitä jouduttiin sahaamaan työmaalla. Tämä heikensi työsaavutusta huomattavasti. Urakoitsija arvioi tämän tyyppisen elementtiasennuksen työsaavutuksen olevan normaalisti 20 elementtiä päivässä, kun nyt päästiin vain viiteen.

Espoonlahden kirkossa (kohde 4) mittatietojen puutteet aiheuttivat haasteita erityisesti kattorakenteiden suunnittelussa ja rakentamisessa. Kirkkosalin liimapuupalkeilla kannatetussa kattorakenteessa oli vaurioita ja se oli haastava korjattava. Katon korjauksessa haluttiin säilyttää alkuperäinen arkkitehtuuri. Liimapuupalkit uusittiin ja lisäksi rakennetta vahvistettiin teräsrakenteilla, jotka jäivät piiloon. Uusien liimapuupalkkien asentamisessa oli monia haasteita. Rakennuksen mittamaailma ei ollut riittävän hyvin tiedossa palkkeja asennettaessa ja tämän vuoksi palkkeja jouduttiin mittaamaan paikalleen asentamisen yhteydessä. Palkkien linjoja jouduttiin myös muuttamaan rakentamisen aikana. Tämä viivästytti katon muiden osien suunnittelua, kun esimerkiksi kattoikkunoita ei voitu suunnitella ennen kuin palkkien paikat olivat varmistuneet. Sekä rakennuttajakonsultti että urakoitsija olivat sitä mieltä, että pintarakenteiden purkuja ja laserkeilauksia olisi pitänyt tehdä jo hankkeen kehitysvaiheessa. Tämä olisi edesauttanut kattorakenteiden suunnittelua ja 3D-mallinnus oltaisiin pystytty viemään pidemmälle. Nyt kun laserkeilaukset oltiin saatu tehtyä, niin suunnitelmia oltaisiin tarvittu välittömästi eikä suunnitteluun oltu varattu aikaa. Mittaustietojen puutteellisuuden vuoksi palkkien esivalmistusaste oli matala, ja niitä jouduttiin työstämään paljon työmaalla. Palkit tilattiin ylipitkinä ja ne katkaistiin oikeaan mittaan työmaalla. Päivässä saatiin tyyppillisesti vain yksi palkki asennettua.

Myös *Lahden kaupunginsairaalan (kohde 5)* korjauksessa suunnitelmien lähtötiedot olivat osittain puutteellisia ja virheellisiä. Urakoitsijan mukaan tältä oltaisiin voitu välttyä, mikäli rakennus oltaisiin mitattu tarkemmin esimerkiksi laserkeilaamalla. Vanhat piirustukset eivät pitäneet paikkaansa kaikilta osin ja esimerkiksi välipohjia oli toteutettu massiivisempina betonilaattana, kuin mitä piirustuksiin oli merkitty. Huonekorkeus paljastui tämän vuoksi paikoin 10 cm luultua matalammaksi, mikä aiheutti ongelmia talotekniikka-asennusten mahtumiseen alakaton yläpuolelle. Talotekniikan reitityksiä jouduttiin suunnittelemaan uudelleen ja tekemään uusia läpivientejä. Uusi talotekniikka oli kokonaisuudessaan haastavaa sovittaa rakennukseen ja suurien välipohja-aukkojen paikkaa jouduttiin suunnitelmissa muuttamaan useasti. Kohteen suunnittelussa tehtiin jonkin verran tietomallinnusta, mutta siitä ei tuotannon kannalta ollut juurikaan hyötyä. Urakoitsija tarjosi omaa tietomallintamiseen erikoistunutta tiimiään tilaajalle suunnittelun avuksi, mutta tätä ei otettu hankkeessa käyttöön.

Suunnittelun aikataulu

Suunnittelun ongelmat näkyivät tuotannossa toteutuskelpoisten toteutussuunnitelmien viivästymisenä. *Hanasaaren kulttuurikeskuksen (kohde 1)* korjauksessa ongelmat suunnitelma-aikataulun pitävyydessä aiheuttivat viivettä hankintoihin. Pääurakoitsija joutui tekemään hankintoja kiireellisesti ja puutteellisilla suunnitelmilla, mistä johtuen aliurakoita ei pystytty hankkimaan halutunlaisina kokonaisuuksina ja kiinteähintaista urakkaa käyttäen. Puutteellisista suunnitelmista johtuen aliurakkasopimukseen jäi paljon epäselvyyksiä, mikä johti suureen lisätöiden suureen määrään ja tuntihintaisten töiden määrä kasvoi. Urakoitsija katsoi tämän vaikuttaneen negatiivisesti hankkeen kustannuksiin. Tilaajan näkemyksen mukaan pääurakoitsija olisi voinut osaltaan lieventää ongelmaa kommunikoimalla suunnittelijoille paremmin siitä, mitä ja minkä tarkkuustason suunnitelmia tarvitaan kunkin aliurakan hankintaan. Tilaajan ja käyttäjän välisissä neuvotteluissa halutun laatutason määrittäminen oli ajoittain haasteellista ja myös tästä johtuen aiheutui suunnitelmien muutostarpeita, joille ei aina ollut aikaa.

Kansalliskirjastossa (kohde 2) tarve rakentamisen aikaiselle suunnittelulle oli suurta, mikä aiheutti haasteita saada suunnitelmat valmiiksi ajoissa. Tämän vuoksi työmaalle järjestettiin työpisteet rakenne- ja arkkitehtisuunnittelijoille. Näin esimerkiksi rakennesuunnittelija pystyi tekemään ratkaisuja pikaisesti, kun rakenneavauksia oli tehty. Toimintatapaan siirryttiin, koska rakentamisen aikana tuli paljon suunnitteluun liittyviä kysymyksiä, jotka piti ratkaista paikan päällä. Sekä tilaajan että urakoitsijan edustajat pitivät toimintatapaan siirtymistä hyvänä ratkaisuna ja tilaajan edustajan mukaan näin oltaisiin voitu toimia jo aiemminkin hankkeessa. Tilaajan mukaan suunnittelussa aiheutti jonkin verran viivettä myös päätöksenteon hitaus, joka johtui suuresta päätöksenteko-organisaatiosta ja suojelullisista tavoitteista. Suunnitelmia piti hyväksyttää museovirastolla, käyttäjällä sekä tilaajalla. Suunnitelmien aikatauluhaasteet vaikuttivat muun muassa urakoitsijan hankintoihin ja osa aliurakoista jouduttiin hankkimaan laskutöinä, vaikka oltaisiin haluttu käyttää kiinteähintaista urakkaa.

Lahden kaupunginsairaalan (kohde 5) korjauksessa erityisesti alkuvaiheessa ongelmana oli, ettei rakentamisen aikaiseen suunnitteluun oltu varauduttu riittävän hyvin ja suunnittelijat olivat työmaalla liian harvoin. Ongelmana oli, että suunnittelijat olivat eri paikkakunnilta, ja heitä oli vaikea saada käymään työmaalla. Lisäksi urakoitsijan mukaan suunnitelmien puutteiden korjaaminen oli verukkaista. Rakentamisen aikana otettiin käyttöön rakennesuunnittelijan viikoittainen käynti työmaalla. Erityisesti purkuvaiheessa rakennesuunnittelijan läsnäolo työmaalla nähtiin tärkeänä, jotta esiin tulleita asioita saadaan ratkaistua ripeästi. Tilaaja taas katsoi, ettei työmaa reagoinut riittävän nopeasti suunnitelmien muutos- tai tarkennustarpeisiin. Tilaajan mukaan pääurakoitsijan perehtyminen suunnitelmiin riittävän ajoissa olisi auttanut suunnitelmamuutosten haittojen minimoimisessa.

Leppävaaran uimahallihankkeessa (kohde 6) suunnittelu oli rakentamista aloitettaessa osittain kesken. Urakoitsija, tilaaja ja suunnittelijat toimivat yhteistyössä rakentamisen aikana saattaakseen suunnitelmat toteutusta ja hankintoja varten valmiiksi. Urakoitsija

osallistui suunnitteluun enemmän kuin kiinteähintaisessa jaetun urakan toteutusmuodossa tyypillisesti. Ennen alakattourakan hankintaa niiden suunnitteluun otettiin alakattourakoitsija avuksi, jotta suunnitelmat saadaan valmiiksi. Arkkitehtisuunnitelmia jouduttiin tarkentamaan rakentamisen aikana, koska osa suunnitelmista oli liian viitteellisiä. Pääosin suunnitelmat kuitenkin saatiin tehtyä riittävän nopeassa aikataulussa, eikä suunnitelmien puuttumisesta aiheutunut rakentamiseen merkittävää viivettä. Rakennesuunnittelija työskenteli työmaalla kahtena päivänä viikossa, kun tehtiin uuden hallirakennuksen suurien betonirakenteiden raudoituksia ja paikallavaluja. Urakoitsija oli toimintatapaan tyytyväinen ja katsoi, että rakennesuunnittelija olisi voinut työskennellä pidemmänkin aikaa työmaalla. Hankkeen ominaispiirteenä oli suurien teräsaltaiden rakentaminen. Teräsaltaiden hankkiminen oli urakoitsijan vastuulla. Urakoitsijan näkemyksen mukaan teräsaltaat olisi kuitenkin kannattanut hankkia tilaajan hankintana mahdollisimman aikaisin, esimerkiksi jo hankesuunnitteluvaiheen lopulla. Tämä olisi mahdollistanut suunnittelun viemisen pitemmälle ennen rakentamisen aloittamista, koska betonialtaiden koot muuttuivat niiden sisään asennettavien teräsaltaiden koon ja detaljien mukaan. Suunnitelmia sovitettiin allastoimittajalta saatuihin allasdetaljeihin urakoitsijan johtamissa suunnittelupalaverissa, joita pidettiin kymmeniä. Urakoitsija katsoi, että suunnittelussa oltaisiin voitu säästää aikaa, mikäli allashankinta oltaisiin tehty aiemmin tilaajan toimesta. Urakoitsijan mukaan uimahallin rakentamista tulisi ajatella laitoksen rakentamisena, jossa laitoksessa toimiva prosessi eli tässä tapauksessa vedenkäsittely on keskiössä ja sen ympärille rakennetaan rakennus.

Teollisuuskatu 23-25:n (kohde 7) korjauksessa suunnitelmia jouduttiin työstämään paljon rakentamisen aikana. Urakoitsijan mukaan kiinteähintaisessa urakassa suunnittelun tulisi olla huomattavasti pidemmällä, kuin mitä tässä hankkeessa oli rakentamista aloitettaessa. Etenkin rakennesuunnitelmat eivät olleet sellaisella valmiustasolla, että urakoitsija olisi pystynyt hankkimaan aliurakoitsijoita niiden avulla. Aikataulu urakoitsijan valinnasta rakentamisen aloittamiseen oli tiukka ja suunnitelmien keskeneräisyys lisäsi ongelmia rakentamisen aloittamisessa. Suunnitelmien tarkennustarve ja ristiriidat huomattiin usein urakoitsijan hankintoja tekevien henkilöiden toimesta. Suunnitelmilla ei pystynyt rakentamaan, ne olivat vaikeasti ymmärrettäviä ja lisäksi niissä oli esitetty käytettäväksi tuotteita, joita ei ollut enää saatavilla. Tuotemuutosten hyväksyttäminen suunnitelmiin oli urakoitsijan mukaan työlästä ja hidasta. Tilajaajan mukaan urakoitsijan tulee kertoa suunnitelmatarpeensa riittävän ajoissa, jotta suunnittelijalle jää riittävästi aikaa tarvittavien täsmennysten suunnitteluun. Usein suunnitelmatarkennuksilla on kuitenkin kiire.

Suunnitelmien yhteensovittaminen

Osassa hankkeista suunnitelmien yhteensopivuuden puutteet hankaloivat rakentamista. *Hanasaaren kulttuurikeskuksessa (kohde 1)* suunnitelmien yhteensovittamisessa ongelmia aiheuttivat erityisesti rakenne- ja arkkitehtimallien mittaristiriidat, jotka heijastuivat kaikkiin suunnitelmiin. Muun muassa talotekniikan reitityksiä jouduttiin muuttamaan, koska ne olisivat viistäneet kantavia rakenteita. Lisäksi

esimerkiksi sähköasennusten värejä ei oltu sovitettu alakattoon. Tämän katsottiin johtuvan pääsuunnittelijan puutteellisista suunnitelmatarkastuksista.

Merkittävimmät suunnitelmien yhteensopivuusongelmat olivat *Lahden kaupunginsairaalan (kohde 5)* ja *Teollisuuskatu 23-25:n (kohde 7)* korjauksissa. *Lahden kaupunginsairaalan* urakoitsija koki merkittäväksi ongelmaksi suunnittelun johtamisen puutteen ja suunnitelmien yhteensopivuuden ongelmat. Pääsuunnittelijan vastuulla olevaa suunnitelmien yhteensovittamista ei oltu tehty riittävän hyvin. Tilaaajan mukaan ongelmaa aiheutti myös yhden suunnittelijan resurssipula, mistä johtuen kaikkia suunnitelmien tarkastuksia ei oltu tehty riittäväällä tarkkuudella. Tästä syystä suunnitelmiin oli jäänyt ristiriitaisuuksia, jotka haittasivat toimintaa työmaalla.

Teollisuuskatu 23-25:n (kohde 7) korjauksessa suunnitelmien yhteensopimattomuus aiheutti merkittävimpiä haittoja rakentamiselle. Useat suunnitelmat olivat keskenään ristiriidassa eri tavoin ja monet ristiriidat huomattiin urakoitsijan toimesta. Suunnitelmien yhteensovittaminen rakentamisen aikana viivästytti tuotantoa. Urakoitsijan mukaan mittautustietojen puutteellisuus vaikutti suunnitelmien yhteensopimattomuuteen ja ristiriitoihin. Kohde oli osittain mallinnettu ja eri osista tehtiin eri tarkkuustason malleja. Täydellistä laserkeilausta ei tehty, koska se olisi tilaaajan mukaan tullut liian kalliiksi. Lisäksi rakennus oli käytössä vielä suunnitteluvaiheessa.

Suunnitelmien rakennettavuus

Hanasaaren kulttuurikeskuksen (kohde 1) korjauksessa suunnitelmien rakennettavuudessa oli ongelmia erityisesti julkisivun ja vesikaton rakentamisessa. Rakennusvaiheiden riippuvuudet toisiinsa olivat voimakkaat, eikä vesikattoa päästy rakentamaan ennen kuin julkisivuelementit oli asennettu. Tästä syystä sääsuoja jouduttiin purkamaan ja vesikaton rakenteita rakennettiin ilman sääsuojaa. Urakoitsijan näkemyksen mukaan julkisivun ja vesikaton liittymädetaljiikka olisi pitänyt suunnitella eri tavalla siten, että julkisivu ei olisi vaikuttanut vesikaton rakentamiseen. Urakoitsija uskoi, että tähän olisi löytynyt ratkaisu, jos rakennesuunnittelija ja urakoitsija olisivat ennen suunnittelemista ehtineet käsitellä asiaa yhdessä. Myös rakennesuunnittelijan näkemys oli, että asian käsittelyyn oli liian vähän aikaa, mutta ratkaisun löytäminen pidemmälläkin käsittelyajalla olisi ollut haastavaa. Suunnitelmien käsittelyyn ei ollut aikaa, koska elementtien toimitusajat olivat pitkät ja suunnitelmat tuli saada toimitettua elementtitehtaalle. Ulkovaipan ongelmat olivat urakoitsijan mielestä tyypillinen esimerkki siitä, miten ongelmien heijastusvaikutukset voivat olla niin laajat, että niitä on vaikea arvioida etukäteen.

Lahden kaupunginsairaalan (kohde 5) korjauksessa urakoitsija toi esiin lattioiden tasaisuusvaatimuksen ja tämän vaikutuksen rakentamiseen. Lattioiden tasaisuudessa oli suunnitelmissa vaadittu parasta mahdollista luokkaa. Tämän vuoksi lattiaa hiottiin tarkasti, mikä oli aikaa vievää. Urakoitsijan näkemyksen mukaan alemmallakin laatuvaatimuksella oltaisiin päästy sairaalan käytön kannalta hyvään tulokseen. Käytetyssä kiinteähintaisessa toteutusmuodossa urakoitsija voi tuoda tällaisen asian esille tarjouslaskentavaiheessa. Tarjouslaskentavaihe on yleensä kuitenkin hektinen,

eikä tilaajalta välttämättä ehditä pyytää tarkennuksia tällaisiin asioihin tai niitä ei huomata.

Teollisuuskatu 23-25:n (kohde 7) urakoitsijan mukaan suunnitelmien rakennettavuutta ei oltu otettu riittävästi huomioon. Alun perin esimerkiksi uusien laajennuksina tehtyjen IV-konehuoneiden lattiat piti valaa kevytsorabetonista, joka oltaisiin jouduttu kuljettamaan jassikoilla sääsuojan alle. Menetelmä olisi ollut erittäin työläs. Materiaali vaihdettiin tavalliseen betoniin, joka pystyttiin valamaan pumppaamalla. Lisäksi oli suunniteltu säästettäviksi sellaisia rakenneosia, joiden säästäminen ja suojaaminen rakentamisen ajaksi ei ollut kannattavaa. Aikataulullisesti ja taloudellisesti päästiin parempaan tulokseen purkamalla ja uusimalla tällaiset rakenteet. Herkästi turmeltuvien rakennusosien ja pintojen suojaamisen kannattamattomuus tuli esille myös *Hanasaaren kulttuurikeskuksen (kohde 1)* urakoitsijan haastattelussa.

Tapiolan koulussa (kohde 8) uudelleen rakennettavien osien mitoitus ja rakentaminen vanhojen osien väliin oli haastavaa. Liityntä ratkaistiin niin, että uusien elementtirakenteiden ja säästettävän rakennusosan väliin jätettiin paikallavalukaista, joka valettiin viimeisenä. Urakoitsijan mukaan tässä ja myös muissa asioissa rakennettavuus oli melko hyvin huomioitu suunnitelmissa. Mikäli ongelmia oli, ne käytiin yhdessä läpi ja urakoitsijan näkemykset huomioitiin.

3.2.2 Rakentamisen aikaiset yllätykset

Yllätykset rakenteiden kunnossa

Ennakoitua huonompi rakenteiden kunto aiheutti yllätyksiä monissa hankkeissa, joista esimerkkeinä voidaan mainita *Hanasaaren (kohde 1)* ja *Kansalliskirjaston (kohde 2)* haasteet. *Hanasaaren kulttuurikeskuksessa* ulkoseinäelementit piti uusida alun perin vain rakennuksen hotellisiivessä, mutta muidenkin elementtien kunto paljastui huonoksi, joten lähes kaikki elementit päädyttiin uusimaan. Julkisivun loppuosan korjaus myöhemmin olisi aiheuttanut haittaa käytölle kulttuurikeskuksen ollessa toiminnassa. Lisäksi uimaallasosastolla rakenteita jouduttiin purkamaan odotettua enemmän kosteusvaurioiden vuoksi. Urakoitsijan mukaan rakennusta ei oltu tutkittu riittävän tarkkaan ennen rakentamisen aloittamista.

Kansalliskirjastossa (kohde 2) suurimmat aikataulu- ja kustannushaasteet aiheutuivat rakenteellisista yllätyksistä, joita oli paljon. Vanhaa ja arvokasta rakennusta oli tarkoituksena korjata vähän kerrallaan sen mukaan, mitä löydöksiä tehdään purkamisen yhteydessä. Tämä vaikutti myös suunnitteluun rakentamisen aikana. Merkittävä yllätys oli esimerkiksi yläpohjan vauriot. Yläpohjaan oli alun perin suunniteltu vain ilmatiivistyskorjaus, mutta rakenteita tutkittaessa kävi ilmi, että holveissa oli pahoja halkeamia ja ne jouduttiin korjaamaan. Myös kupoli oli huonossa kunnossa ja sitä vahvistettiin hiilikuituvanteilla. Esiselvityksenä kohteessa oli laaja rakennushistoriaselvitys. Lisäksi tehtiin mittauksia laserkeilauksella ja haitta-ainekartoitus. Urakoitsija pääsi noin 2 kk ennen rakentamisen aloittamista rakennukseen tekemään rakenneavauksia ja valmistelemaan suojauksia. Tämä nähtiin hyvänä asiana.

Maanrakentamisen yllätykset

Myös maanrakentaminen aiheutti yllätyksiä. *Hanasaaren kulttuurikeskuksessa (kohde 1)* merkittävä vaikutus oli myös osittaisella salaojien huonolla kunnolla, joka huomattiin rakentamisvaiheessa. Salaojien uusimisen yhteydessä jouduttiin kalliota louhimaan suunniteltua enemmän ja julkisivukorjauksen työjärjestystä jouduttiin muuttamaan. Salaojatyö myöhästyi louhintojen ja pumppaamojen rakentamisen takia 1,5 kk ja se siirsi julkisivuelementtien asennusta usealla viikolla.

Kansalliskirjaston (kohde 2) korjauksessa merkittävimpiä esiin tulleita asioita olivat muun muassa kellarin louhintatekniikan vaihtaminen ja perustusten vahvistustarpeet. Kellarissa tiilipilareita jatkettiin louhimalla, joka piti alun perin tehdä kiilaamalla. Työtekniikka jouduttiin kuitenkin vaihtamaan sahaamiseen, joka oli hyvin hidasta ja kasvatti myös kustannuksia. Louhintatyöt kestivät kokonaisuudessaan noin vuoden. Louhintatyö viivästytti kellarissa tehtyjä töitä, mutta ne saatiin sovitettua aikatauluun eikä kokonaisaikataulu viivästynyt. Kellarissa yllätyksenä tuli lisäksi se, että kantavia väliseiniä oli perustettu saven päälle. Nämä korjattiin lamellitekniikalla.

Espoonlahden kirkossa (kohde 4) louhintaa jouduttiin tekemään suunniteltua enemmän salaojien rakentamisen yhteydessä. *Leppävaaran uimahallissa (kohde 6)* maan kantavuus oli heikko ja pihaan tarvittu suuri ajoneuvonosturi aiheutti liian suuren maanpaineen ulkoseinille, mikä aiheutti väliaikaisen tuennan tarvetta.

Tapiolan koulun (kohde 8) korjauksessa kalliopinnan sijainti paljastui huomattavasti luultua alemmaksi. Pohjatutkimuksissa kairaukset oli ulotettu moreenikerrokseen, jonka alla kallion oletettiin olevan. Paalutuksia aloitettaessa paljastui kuitenkin, että kyseessä oli moreenipatja kahden savikerroksen välissä ja kallion pinta oli syvemmillä. Tämä lähes kaksinkertaisti porapaalutuksen metrimäärän. Paalutustöiden lisääntymisen aikatauluvaikutus muihin töihin haluttiin välttää, mistä syystä paalutuksia päätettiin tehdä ylitöinä, joiden kustannukset tilaaja maksoi. Aikataulun kiinnisaaminen seuraavissa työvaiheissa olisi ollut haastavaa ja vaatinut tuotannon uudelleen suunnittelua.

Haitta-aineet

Hanasaaren kulttuurikeskuksessa (kohde 1) rakenteista löydettiin purkutöiden yhteydessä asbestia, jota ei asbestikartoituksen yhteydessä oltu huomattu. Asbestia sisältävät rakenteet purettiin. Asbestia löytyi yläpohjasta, mistä sen purkaminen aiheutti mittavat lisätyöt. Alkuperäinen suunnitelma oli korjata vain yläpohjan sisäpinnat sekä vedeneristys, mutta yläpohja purettiin kokonaan kantavia rakenteita lukuun ottamatta.

Lahden kaupunginsairaalan (kohde 5) korjauksessa haitta-ainepurkuja jouduttiin tekemään enemmän kuin haitta-ainekartoituksissa oli ilmennyt. Tilaaja oli sitä mieltä, että esimerkiksi hormeista löytynyttä asbestia ei haitta-ainekartoituksella ollut mahdollista löytää, kun rakennus oli käytössä. Löydöksestä ei kuitenkaan aiheutunut viivästystä rakentamisen kokonaisaikatauluun. Myös *Teollisuuskatu 23-25:ssä (kohde 7)* asbestia löytyi rakentamisen aikana, mikä aiheutti lisätöitä.

3.2.3 Logistiikka ja sääsuojaus

Logistiikka

Logistisia ongelmia aiheutti tyypillisesti pieni tontti, kuten *Elisan pääkonttorin (kohde 3)* ja *Teollisuuskatu 23-25:n (kohde 7)* korjauksissa. *Elisan pääkonttorirakennuksen* ulkopuolella ei ollut juuri ollenkaan varastotilaa. Materiaaleja pyrittiin pitämään työmaalla vain sen verran, mitä työn alla olevaan kerrokseen mahtui. Ongelmia varastotilassa tuli erityisesti, kun yksi osakohde saatiin valmiiksi, mutta toista ei oltu vielä aloitettu, eikä sinne voitu vielä varastoida työmaan materiaaleja. Ylempiä kerroksia varten työmaalle asennettiin rakennushissi. Myös sen sijoittaminen työmaalle aiheutti haasteita. Käyttäjän toiminta huomioitiin logistiikkaratkaisussa. Esimerkiksi materiaalitöitä pyrittiin saamaan työmaalle aikaisin aamulla, jotta niistä ei aiheudu häiriötä. Kokonaisuudessaan logistiikkaongelmat saatiin ratkaistua hyvin. Parhaisiin ratkaisuihin pyrittiin pääsemään urakoitsijan, rakennuttajakonsultin ja käyttäjän yhteistyöllä. Rakentamista aloitettaessa ei vielä ollut koko hankkeen läpi menevää suunnitelmaa, vaan logistiikkaratkaisuja kehitettiin rakentamisen edetessä.

Teollisuuskatu 23-25:ssä (kohde 7) rakennus täyttää tontin lähes kokonaan lukuun ottamatta pientä sisäpihaa, joka otettiin työmaan käyttöön. Katualueita jouduttiin vuokraamaan työmaan käyttöön. Etenkin Teollisuuskadulla kevyen liikenteen väylä on vilkkaasti liikennöity, eikä sitä sen takia voitu sulkea kokonaan työmaan ajaksi. Eniten haittaa ulkopuolisille aiheutui siitä, että työmaan tavarankuljetusreitillä kohdalla oli linja-autopysäkki. Vilkkaasta liikenteestä linja-autopysäkin kohdalla aiheutui riskiä jalankulkijoille ja pyöräilijöille. Tämä reitti oli kuitenkin työmaalle ainoa mahdollinen. Pienestä sisäpihasta johtuen kuorma-autojen ei ollut mahdollista odottaa lastin purkamista työmaalla ja ruuhkia pyrittiin välttämään ottamalla hankkeeseen logistiikkaurakoitsija. Heillä oli käytössä sähköinen vuoronvarausjärjestelmä, johon tavarantoimittajat merkitsivät toimitusaikansa. Logistiikan haasteista huolimatta työmaan haitat ulkopuoliselle liikenteelle pystyttiin pitämään vähäisinä. Tilaajan näkemyksen mukaan sisäpiha oli kuitenkin työmaan aikana epäsiisti logistiikkaurakoitsijasta huolimatta.

Tapiolan koulun (kohde 8) korjauksessa alueelle jouduttiin tekemään erityisjärjestelyjä liikenteelle työmaasta johtuen. Työmaan vieressä ja osittain sen läpi kulki kevyen liikenteen väylä, jolle tehtiin kiertoreitti rakentamisen ajaksi. Myös vieressä olevan kulttuurikeskuksen pelastustielle ja tavarankuljetusreitille tehtiin väliaikaisjärjestelyt. Koulun tontti on suuri, mutta kohde oli logistisesti haastava. Rakennuksen koko kerrosala oli yhdessä kerroksessa, joten rakennus vei paljon tilaa tontilta. Kanaalikaivannot ja pohjaviemäreiden uusiminen alueella aiheuttivat sen, että suuri osa pihasta kaivettiin auki. Tontilla oli myös paljon suojeltuja mäntyjä, ja niiden kaatamista pyrittiin välttämään. Puiden kaadosta piti aina myös pyytää erillinen lupa. Puut aiheuttivat ahtautta

tavarantoimittajille ja betoniautoille. Edellä mainituista syistä tilaa varastoinnille oli työmaalla vähän. Tästä syystä toimitukset pyrittiin saamaan työmaalle just-in-time-periaatteella, jolloin välivarastoinnin tarve työmaalla oli pieni. Työmaa-alueen sisällä urakotisija hoiti logistiikka-asioiden suunnittelun itsenäisesti ja haasteista huolimatta logistiikka saatiin toimimaan melko hyvin.

Sääsuojaus

Sääsuojaus aiheutti haasteita muutamissa hankkeissa. *Hanasaaren kulttuurikeskuksen (kohde 1)* ja *Teollisuuskatu 23-25:n (kohde 7)* osalta haasteet sääsuojauksen liittyivät vahvasti myös suunnitteluun ja ne on käsitelty luvussa 3.2.1. *Espoonlahden kirkon (kohde 4)* korjauksessa sääsuojaus oli yksi merkittävimmistä haasteista ja sääsuojaus aiheutti viivettä katon rakentamiseen. Sääsuojatoimittaja oli kertonut suojan olevan helposti avattavissa, mutta urakoitsijan mielestä näin ei ollut. Sääsuoja oli yleensä saatu avattua vasta iltapäivällä. Kirkkosalin sisäpuolelle päädyttiin ottamaan nostureita, jotta tarve sääsuojan avaamiselle väheni. Sääsuojahaasteiden syyksi nähtiin suuren sääsuojan tarve ja niiden toimittajien vähyys. Sääsuojatoimittajien kapasiteettia veivät myös toiset samanaikaiset suuret hankkeet, joissa sääsuojia tarvittiin. Lopulta urakoitsijalla oli vain yksi mahdollinen toimittaja sääsuojalle, joka oli pakko ottaa. Katonrakennustöiden viivästymisen vuoksi sääsuojaa ei saatu purettua ajallaan ja tällä oli merkittävä kustannusvaikutus.

Sääsuojaus vaikutti myös *Tapiolan koulun (kohde 8)* rakentamiseen. Työt vaiheistettiin sen mukaan, minkä kokoluokan sääsuoja kohteeseen saatiin. Mikäli suuremman jännevälin sääsuojaratkaisuja olisi ollut saatavilla, kohde oltaisiin voitu lohkoittaa suurempiin osiin.

3.2.4 Käyttäjän läsnäolo rakennuksessa

Elisan pääkonttorin (kohde 3) korjaus oli tutkituista hankkeista ainoa, jossa korjaus tehtiin käyttäjän ollessa paikalla. Hankkeessa tehtiin rakennustöiden rytmitys käyttäjän ehdoilla sen mukaan, miten he pystyivät muuttamaan rakennusten sisällä ja vapauttamaan tiloja rakentajille. Urakoitsija oli mukana jo hankesuunnitteluvaiheessa kehittämässä hanketta ja laatimassa aikataulua. Tiukan aikataulun ja monen osavastaanoton vuoksi jatkuva aikatauluseuranta ja -ohjaus olivat tärkeässä osassa. Erityisesti ensimmäisissä osakohteissa aikataulu oli hyvin tiukka ja urakoitsijat joutuivat tekemään ylitoita ja yötoita. Hankkeen aikana kuitenkin opittiin edellisistä vaiheista ja suoriutuminen parani rakentamisen edetessä. Rakentamista aloitettaessa ei ollut vielä täysin selvää, miten kerrokset toteutetaan ja rakentamisen aikana niistä keskusteltiin käyttäjän kanssa. Talotekniikkaurakoitsijan mukaan aikataulu oli kireä joka kerroksessa, eikä häiriöpelivaraa juurikaan ollut. Pääurakoitsija näki työmaan aikataulun pitävyyden olleen riippuvainen työmaajohdon avainhenkilöiden suorituksista. Näin ollen riskinä oli näiden henkilöiden joutuminen esimerkiksi sairauslomalle. Tämä riski ei kuitenkaan toteutunut.

Melu oli yksi merkittävimmistä haitoista käyttäjälle ja sen minimoiminen vaati suunnittelua. Meluavia töitä pyrittiin tekemään aikaisin aamulla ja jälleen normaalin

työajan jälkeen. Meluavat työt pyrittiin tekemään suunnitelmallisesti ja tehokkaasti. Porauksia suunniteltiin esimerkiksi niin, että kaikki reiät oli merkitty valmiiksi ja kun tuli aika, jolloin voidaan porata, kaikki porat olivat käytössä samanaikaisesti.

Rakentamisen aikana tuli yllätyksenä, että joillain alueilla oli toimintaa, jotka eivät sallineet yhtään häiriötä ja osa käyttäjän toiminnoista oli ympäri vuorokauden käynnissä. Tällaisten toimintojen osalta mietittiin ratkaisut siten, että käyttäjät pystyivät siirtymään muualle töiden ajaksi. Käyttäjän läsnäolo vaati rakentajilta huolellista ennakkosuunnittelua monien töiden osalta. Osa töistä vaati taloteknisten järjestelmien sulkemista. Näitä töitä tehtiin yöllä siten, että aamulla ennen kuin käyttäjä tuli paikalle, työt oli saatu tehtyä ja järjestelmä kytkettyä takaisin päälle. Urakoitsija teki työsuunnittelua käyttäjän kanssa aivan työvaiheen aloittamiseen saakka. Urakoitsija näki positiivisena asiana sen, että käyttäjä tiedotti omia työntekijöitään tehokkaasti. Käyttäjäytyväisyys onnistuttiin pitämään rakentamisen aikana korkeana.

Toteutussuunnittelulle jäi lyhyt aika ja käyttäjä halusi muutoksia suunnitelmiin vielä myöhäisessä vaiheessa. Käyttäjä kuitenkin jousti muutosten aikatauluvaikutuksissa. Hankinnat ja toimitusajat määrittivät osakohteiden aikataulua ja tämä vaikutti myös suunnittelu-aikaan. Erityisesti suunnitteluketjun viimeisenä tulevan sähkösuunnittelun aikataulu oli usein tiukka. Sähköasennukset onnistuttiin kuitenkin tekemään aikataulun puitteissa.

Lahden kaupunginsairaalan (kohde 5) korjaus toteutettiin useassa vaiheessa. Käsitellyn I-vaiheen aikana urakka-alueen vieressä toimi sairaala. Sairaalan ja työmaan toiminnan yhteensovittaminen onnistui pääosin hyvin. Hankkeen alussa aikatauluongelmaa tosin aiheutti korjattavan A-osan käyttö vielä rakentamisen alettua, koska siellä sijainneelle toiminnalle ei oltu vielä saatu väistötiloja. Yhdessä kerroksessa vastaanottopalvelut olivat käytössä vielä noin kaksi kuukautta rakentamisen alkamisesta. Purkutyöt eivät päässeet alkamaan ajallaan, mikä siirsi luonnollisesti koko tuotantoketjua eteenpäin. Vaikka haitta oli vain yhdessä kerroksessa, se heijastui myös muihin kerroksiin, kun välipohjien puhkaisuja ei voitu tehdä tästä kerroksesta ylöspäin tai alaspäin. Vieressä toimivaa sairaalaa ei myöskään oltu melun tuoton kannalta huomioitu. Urakoitsijoille ei oltu asetettu rajoitteita melun tuottamisen osalta, mutta purkuvaiheessa urakoitsija päätti rajoittaa meluavia töitä hoitajien taukojen aikana. Tästä ei kuitenkaan aiheutunut merkittävää aikatauluhaittaa.

3.3 Yhteenveto haastatteluista

Luvussa on esitetty yhteenveto haastatteluissa esiin tulleista haasteista tuotannossa. Suunnittelun ongelmista tuotannon näkökulmasta tehtiin oma alalukunsa, koska haastatteluissa aiheesta kertyi paljon aineistoa. Tuotanto ja tuotannon huomioiminen hankkeen suunnittelussa –alaluvut noudattavat teemahaastattelurungon teemoja.

Tuloksia on esitetty taulukoissa, joihin on merkitty haasteiden esiintyminen kussakin hankkeessa ja missä haastatteluissa asia tuli esille. Merkintä on suluissa, mikäli asia mainittiin haastattelussa, mutta haastetta ei koettu kovin merkittäväksi.

3.3.1 Suunnittelun ongelmat tuotannon näkökulmasta

Suunnitteluun liittyviä ongelmia oli kuudessa hankkeessa. Tuotannossa nämä tulivat esille toteutussuunnitelmien liian myöhäisenä valmistumisena ja suunnitelmien yhteensopimattomuutena. Taulukossa 1 on esitetty suunnitteluun liittyvien ongelmien esiintyminen hankkeissa.

Taulukko 1. Suunnitteluun liittyvät ongelmat.

		Suunnitelmien valmistuminen myöhässä	Puutteellisia/väriä mittatietoja rakennuksesta	Suunnitelmien yhteensopimattomuus	Työmaan reagointi suunnitelmien muutos-/tarjennustarpeeseen
Hanasaari	Tilaaaja	X	X	X	X
	Urakoitsija	X	X	X	
	Suunnittelija (RAK)		X	X	X
Kansalliskirjasto	Tilaaaja	X			
	Urakoitsija	X	X		
Elisan pääkonttori	Tilaaaja				
	Urakoitsija				
Espoonlahden kirkko	Tilaaaja		X		
	Urakoitsija	X	X		
Lahden kaupunginsairaala	Tilaaaja				X
	Urakoitsija	X	X	X	
Leppävaaran uimahalli	Tilaaaja				
	Urakoitsija	(X)		X	
Teollisuuskatu 23-25	Tilaaaja				X
	Urakoitsija	X	X	X	
Tapiolan koulu	Tilaaaja				
	Urakoitsija				
Yhteensä		7	8	6	4

Viidessä hankkeessa tuotantoon aiheutti ongelmia suunnitelmien valmistuminen liian myöhään. Näissä viidessä hankkeessa ilmeni myös puutteellisia tai väriä mittatietoja rakennuksen säästettävistä rakenteista. Mittauspuutteet johtuivat tyypillisesti siitä, että rakenteita ei oltu avattu riittävästi ennen mittauksia. Mikäli rakenteiden mittaukseen käytetään laserkeilausta, on rakennuksesta poistettava kalusteet ja purettava pintarakenteet ennen mittauksen tekemistä, jotta kantavien rakenteiden paikat voidaan saada luotettavasti selville. (Kohteet 1, 4, 5 ja 7) Keilauksista saatu mittausdata pitää myös käsitellä huolellisesti, jotta siitä saadaan tehtyä hyödyllinen 3D-malli (Kohde 1). Usein haasteena rakenneavauksien tekemiselle ennen rakennusurakan alkua on käyttäjien läsnäolo rakennuksessa.

Korjausrakentamisessa suunnittelun tarve rakentamisen aikana on tyypillistä ja tälle tulee olla varattu riittävästi resursseja. Haastateltavat pitivät rakentamisen aikaisessa suunnittelussa osapuolten välistä yhteistyötä tärkeänä ja korostivat suunnittelijoiden läsnäolon tarvetta työmaalla. Käsitellyissä hankkeissa toimintatapoja suunnittelijoiden ja työmaan yhteyden ylläpitämiseksi olivat suunnittelukokoukset työmaalla, suunnittelijoiden siirtyminen työskentelemään työmaalle sekä säännölliset tai kutsusta tapahtuvat työmaakäynnit (Kohteet 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, ja 8). Kolmessa hankkeessa (*Kansalliskirjasto (kohde 2)*, *Elisan pääkonttori (kohde 3)* ja *Tapiolan koulu (kohde 8)*), joissa rakentamisen aikainen suunnittelu oli pääosin onnistunutta, suunnitelma-asioita käsiteltiin viikoittain tilaajan, suunnittelijoiden ja urakoitsijan kesken. Lisäksi kahdessa haastattelussa tuli esille, että työmaakäynneillä tai suunnittelukokouksissa tulisi olla paikalla suunnittelijat, jotka voivat tehdä päätöksiä (Kohteet 3 ja 4). *Espoonlahden kirkon (kohde 4)* haastatteluissa ilmeni, että kokouksien tai työmaakäyntien hyötyä menetetään, jos paikalla ollut suunnittelija ei voi tehdä päätöksiä, vaan ainoastaan välittää havainnot toiselle suunnittelijalle, joka ei ole ollut paikalla. Oleellista on myös se, että urakoitsija kommunikoi suunnitelmatarpeistaan riittävän ajoissa, jolloin suunnittelijoille jää riittävästi aikaa tarvittavien suunnitelmakorjausten tai tarkennusten tekemiseen. Tämän mahdollistamiseksi urakoitsijan tulee tarkastella suunnitelmia ja tuotantoaan riittävästi etukäteen. (Kohteet 1, 5, 7 ja 8) Pienikin muutos yhdessä suunnitelmassa voi vaikuttaa useisiin muihin suunnitelmiin.

Suunnitelmien yhteensopimattomuus aiheutti haasteita neljässä hankkeessa. Suunnitelmaristiriidoista aiheutui tarvetta suunnitelmien revisionille, mikä osaltaan lisäsi haastetta saada toteutuskelpoiset suunnitelmat valmiiksi ajoissa. Yhteensopimattomuuden katsottiin johtuvan suunnitelmien puutteellisesta tarkastamisesta etenkin pääsuunnittelijan osalta, jonka vastuulla suunnitelmien yhteensopivuus on. (Kohteet 1, 5, 6 ja 7)

3.3.2 Tuotanto

Rakentamisen valmistelun tärkeys tuli esille useissa haastatteluissa. Kahdessa hankkeessa (*Lahden kaupunginsairaala (kohde 5)* ja *Teollisuuskatu 23-25 (kohde 7)*) liian kireä aikataulu urakoitsijan valinnasta rakentamisen aloittamiseen aiheutti haasteita. Osassa hankkeista urakoitsijalle varattu aika rakentamisen valmisteluun olisi ollut sopiva, mikäli suunnitelmien valmiustaso olisi ollut riittävällä tasolla, kun hankintoja alettiin tehdä. Rakentamisen valmisteluun varattu aika siis riitti itse rakentamisen valmisteluun, mutta suunnitelmien tarkistamiseen hankintoja varten ei ollut aikaa, mikä aiheutti ongelmia rakentamisen käynnistämisessä. (Kohteet 1 ja 7) Useat haastateltavat katsoivatkin, että ennen rakentamisen aloittamista tulisi olla varattuna aikaa rakentamisen valmisteluun ja suunnitelmien läpikäymiseen urakoitsijan, suunnittelijoiden ja tilaajan kesken. (Kohteet 1, 3, 4 ja 6) Yhteistyön aloittaminen urakoitsijan, suunnittelijoiden ja tilaajan välillä riittävän aikaisin saattaa myös helpottaa yllätysten ja muutosten käsittelyä rakentamisen aikana, kun osapuolet tuntevat toistensa toimintatavat ennen rakentamisen aloittamista. (Kohteet 3 ja 7)

Korjausrakentamiselle tyypilliset vanhaan rakennukseen liittyvät yllätykset vaikuttivat tuotantoon lähes kaikissa hankkeissa. Rakentamisen aikaiset yllätykset on esitetty taulukossa 3 alla.

Taulukko 2. Yllätykset rakentamisen aikana.

		Purkuvaiheessa paljastunut rakenteiden huono kunto	Purkuvaiheessa paljastunut haitallinen aine (asbesti tms.)	Vanhojen suunnitelmien paikkaansapitämättömyys	Pohjaolosuhteisiin ja maanrakentamiseen liittyvät yllätykset
Hanasaari	Tilaaja	X	X		X
	Urakoitsija Suun. (RAK)	X	X		X
Kansalliskirjasto	Tilaaja			X	X
	Urakoitsija	X			X
Elisan pääkonttori	Tilaaja				
	Urakoitsija				
Espoonlahden kirkko	Tilaaja		(X)	X	
	Urakoitsija	(X)		X	X
Lahden kaupunginsairaala	Tilaaja		(X)	X	
	Urakoitsija	X	X	X	
Leppävaaran uimahalli	Tilaaja	X			
	Urakoitsija	X			X
Teollisuuskatu 23	Tilaaja			X	
	Urakoitsija	X	X		
Tapiolan koulu	Tilaaja				X
	Urakoitsija	X			X
Yhteensä		8	4	6	8

Yleisimmät ilmenneet yllätykset liittyivät rakenteiden oletettua huonompaan kuntoon sekä pohjaolosuhteisiin ja maarakentamiseen. Maarakennustöissä yllätyksiä aiheuttivat erityisesti louhintatyöt, jotka lisääntyivät tai jotka oli odotettua vaikeampi toteuttaa rakennuksen läheisyydessä tai alla (Kohteet 1, 2 ja 4). Myös haitta-ainepurkujen määrän lisääntymiseen ja vanhojen suunnitelmien paikkaansa pitämättömyyteen liittyviä yllätyksiä esiintyi useissa hankkeissa. Yllätykset rakenteiden kunnossa vaikuttavat rakentamisen aikatauluun, koska niistä aiheutuu lisätöitä. Kantavissa rakenteissa esiintyvät yllätykset voivat lisäksi aiheuttaa lisäsuunnittelun tarvetta.

Rakentamisen aikaisiin yllätyksiin sekä täydennys- ja muutossuunnitteluun liittyen haastatteluista tuli esiin hankeprosessin joustavuuden tarkeys. Prosessin joustavuudessa oli eroja hankkeiden välillä. Erityisesti kahdessa kiinteähintaisella urakalla toteutetussa hankkeessa, jotka olivat *Lahden kaupunginsairaalan (kohde 5)* ja *Teollisuuskatu 23-25:n (kohde 7)* korjaukset, urakoitsijat kokivat lisätöistä sopimisen vaikeaksi. Urakoitsijat toivoivat joustavia toimintatapoja lisätöistä sopimiseen, jotta rakentaminen pääsee etenemään yllätyksistä huolimatta. Tapa, jossa urakoitsija pyytää

aliurakoitsijoilta lisäyötarjoukset ja paras tarjous hyväksytetään tilaajalla, koettiin liian aikaa vieväksi. Myös lisäajasta sopiminen oli näissä hankkeissa vaikeaa. Urakoitsijat toivoivat esimerkiksi ennalta sovittuja maksuperusteita, joita voitaisiin käyttää lisätöistä sopimisessa.

Toisaalta kahdessa kiinteähintaisella urakalla toteutetussa hankkeessa muutosten ja lisätöiden käsittely rakentamisen aikana oli joustavaa ja tehokasta sekä urakoitsijoiden että tilaajien mielestä. *Leppävaaran uimahallissa (kohde 6)* lisätöiden käsittelyssä käytetty toimintatapa oli joka toinen viikko järjestettävä tilaajan ja urakoitsijan välinen palaveri. Urakoitsija oli sitä mieltä, että tilaajan päätökset tulivat nopeammin, kuin silloin jos urakoitsija olisi sopinut asioista rakennuttajakonsultin välityksellä, joka olisi vielä vahvistanut päätöksen tilaajalla. *Tapiolan koulun (kohde 8)* korjauksessa tilaajan projektipäällikkö tai valvoja kävi työmaalla mahdollisimman nopeasti toteamassa lisäyön tarpeen, koska keskeytyksiä ei haluttu. Myös kiistanalaiset lisäyöt aloitettiin ja niiden laskutus käsiteltiin jälkikäteen. Tilaaajan mukaan urakoitsija perusteli tarvittavat lisäyöt hyvin. Urakoitsija katsoi, että tilaajan ja urakoitsijan välille syntyi luottamus johtuen urakoitsijan panostuksesta hankkeen pysymiseksi aikataulussa. Hankkeen alussa oli sovittu, että urakoitsijalla ei ole oikeutta pyytää lisää aikaa lisätöistä sopimisen yhteydessä.

Projektinjohtourakat (kohteet 1, 2, 3 ja 4) olivat pääosin joustavia yllätysten ja lisätöiden käsittelyssä, mutta kiire aiheutti ajoittain ongelmia saada tarvittavat suunnitelmamuutokset valmiiksi. Hankkeissa oli käytössä toimintatapa, jossa urakoitsija teki suunnitelmien perusteella kustannusarvioita, joita verrattiin budjettiin. Jos kustannusarvio ylitti kyseiselle osalle varatun budjetin, tilaaja hyväksyi ylityksen tai suunnitelmia muokattiin tilaajan, urakoitsijan ja suunnittelijoiden yhteistyössä niin, ettei budjetti ylittynyt. Haastatteluissa tuli kuitenkin ilmi, että kovin suuria säästöjä rakentamisvaiheessa ei yleensä ole mahdollista saada aikaan, koska suunnittelun periaateratkaisut on jo päätetty (Kohteet 1 ja 4). Sekä kiinteähintaisissa urakoissa että projektinjohtourakoissa osapuolten sitoutumisen, riittävien resurssien ja yhteisten tavoitteiden katsottiin edesauttavan joustavaa ja tehokasta yllätysten ja lisätöiden käsittelyä.

Taulukko 3. Sääsuojausten ja logistiikan ongelmat.

		Sääsuojaus	Logistiset haasteet
Hanasaari	Tilaaja	X	(X)
	Urakoitsija	X	
	Suun. (RAK)		
Kansalliskirjasto	Tilaaja		(X)
	Urakoitsija	X	
Elisan pääkonttori	Tilaaja		X
	Urakoitsija		X
Espoonlahden kirkko	Tilaaja		
	Urakoitsija	X	
Lahden kaupunginsairaala	Tilaaja		(X)
	Urakoitsija		
Leppävaaran uimahalli	Tilaaja		
	Urakoitsija		
Teollisuuskatu 23	Tilaaja		
	Urakoitsija	(X)	X
Tapiolan koulu	Tilaaja		X
	Urakoitsija	X	X
Yhteensä		5	5

Sääsuojaukseen ja logistiikkaan liittyvät haasteet olivat melko yleisiä ja niiden esiintyminen hankkeissa on esitetty taulukossa 3. *Hanasaaren kulttuurikeskuksen (kohde 1)* ja *Teollisuuskatu 23-25 (kohde 7)* korjauksissa oli suunnitteluratkaisuja, joissa ei oltu huomioitu sääsuojaajan paikallaoloa. *Teollisuuskatu 23-25:ssä* suunnitteluratkaisu saatiin muutettua rakentamisen aikana, mutta *Hanasaaren kulttuurikeskuksessa (kohde 1)* asia oli vaativampi, eikä sitä ehditty ratkaista toisin, joten rakentamista jouduttiin tekemään ilman sääsuojaaja. *Tapiolan koulussa (kohde 8)* urakoitsija suunnitteli kohteen lohkotuksen ja töiden etenemisen saatavilla olleen sääsuojaajan perusteella.

Merkittäviä logistisia haasteita oli kolmessa hankkeessa. Haasteet liittyivät rakennuspaikan pieneen kokoon ja tontin ulkopuoliseen liikenteeseen. *Elisan pääkonttorin (kohde 3)* korjauksessa rakennuttajakonsultti, käyttäjä ja urakoitsija kävivät yhteistyössä työmaan logistiikkaan liittyviä asioita läpi johtuen käyttäjän läsnäolosta rakentamisen aikana. Muissa kohteissa urakoitsija teki työmaa-alueen sisäiset logistiikkaratkaisut itsenäisesti.

Haastatteluissa tuli esille, että ajoittain rakennusosia suunnitellaan säästettäväksi silloinkin, kun niiden uusiminen olisi parempi ratkaisu. Esimerkiksi pintojen suojaamiseen kuluu aikaa ja rahaa ja pinnat saattavat silti vaurioitua rakentamisen aikana, minkä jälkeen ne on uusittava tai korjattava. Uusimalla saadaan lisäksi usein toiminnan kannalta parempi lopputulos. (Kohteet 1 ja 7) Rakentamisen laadussa ei ollut merkittäviä

ongelma yhdessäkään hankkeessa. Ainoastaan *Hanasaaren kulttuurikeskuksen (kohde 1)* korjauksessa laatuongelma esiintyi yhden aliurakoitsijan kohdalla, mutta ongelma ratkaistiin vaihtamalla aliurakoitsijaa. Tilaajat mainitsivat olevansa tyytyväisiä lopputuloksen laatuun kaikissa haastatteluissa, joissa asia tuli esille (Kohteet 2, 5, 6 ja 8).

3.3.3 Tuotannon huomioiminen hankkeen suunnittelussa

Käsitellyissä hankkeissa tuotantoon liittyvien asioiden huomioiminen hankesuunnitteluvaiheessa oli tyypillisesti vähäistä. Vaiheittain toteutetuista hankkeista *Lahden kaupunginsairaalan (kohde 5)* ja *Teollisuuskatu 23-25:n (kohde 7)* kohdalla vaiheistus tehtiin toiminnan ehdoilla, mutta pyrittiin ottamaan huomioon myös se, että vaiheet ovat tuotannon kannalta toteutettavissa. *Elisan pääkonttorin (kohde 3)* korjauksessa tuotanto huomioitiin hankesuunnittelusta lähtien ja urakoitsija oli hankesuunnittelussa mukana. Urakoitsija laati yhdessä käyttäjän kanssa hankkeen aikataulun rakentamisen ja käytön yhteensovituksen mahdollistamiseksi. Muissa hankkeissa tuotantoon liittyviä asioita ei varsinaisesti huomioitu hankesuunnittelussa.

Hankkeissa huomioitiin tuotantoa ehdotussuunnittelussa ja sitä seuranneessa suunnittelussa hankesuunnitteluvaihetta enemmän, etenkin sen jälkeen, kun urakoitsija oli liitetty hankkeeseen. *Espoonlahden kirkon (kohde 4)* korjauksessa tuotantoon liittyviä asioita huomioitiin kehitysvaiheessa, kun urakoitsija oli tullut mukaan hankkeeseen. Tilaaja uskoi, että urakoitsijan mukana olosta kehitysvaiheessa oli hyötyä hankkeen kustannusten kannalta. Myös urakoitsija oli tyytyväinen kehitysvaiheeseen ja katsoi, että tuotannon näkökulma tuli esille kehitysvaiheessa. *Lahden kaupunginsairaalan (kohde 5)* korjauksessa tilaaja julkaisi noin vuotta ennen rakentamisen alkua tietopyynnön, johon kaikilla halukkailla urakoitsijoilla oli mahdollisuus vastata. Tietopyynnössä kysyttiin mahdollisten tarjoajien näkemyksiä koskien hankkeen toteutusmuotoa, vaiheistusta ja työmaajärjestelyjä.

Osassa hankkeista tehtiin tuotantoon liittyviä päätöksiä suunnitteluvaiheessa, koska hankkeen onnistumiselle tärkeitä asioita haluttiin painottaa. *Tapiolan koulun (kohde 8)* korjauksessa tilaaja oli päättänyt vaatia sekä purkamisen että rakentamisen toteuttamista sääsuojan alla, koska haluttiin välttää rakennuksessa aiemmin olleet kosteusongelmat. *Kansalliskirjaston (kohde 2)* korjauksessa tilaaja otti olosuhdehallinnan yhdeksi valintaperusteeksi urakoitsijan kilpailutuksessa. Osa haastateltavista kuitenkin katsoi, että korjauskohteissa tuotannon huomioimisen mahdollisuudet suunnittelussa ovat vähäisemmät kuin uudisrakentamisessa, johtuen korjattavan rakennuksen aiheuttamista rajoitteista (Kohteet 6, 7 ja 8). Kokonaisuudessaan tuotannon huomioiminen hankkeissa oli vähäistä ennen urakoitsijan liittämistä hankkeeseen.

Suurin osa haastateltavista näki hyötyjä urakoitsijan mukana olosta suunnittelussa vaativissa korjaushankkeissa ja urakoitsijat yhtä lukuun ottamatta halusivat osallistua suunnitteluun (Kohteet 1, 2, 3, 4, 5, 7 ja 8). Kuitenkaan yksiselitteistä vaihetta, jossa urakoitsija kannattaa ottaa mukaan suunnitteluun ei ole, vaan sen katsottiin riippuvan

hankkeen ominaisuuksista (Kohteet 2, 3, 5, 6, 7, 8). Haastatteluissa tuli esille seuraavat asiat, joiden huomioimisessa urakoitsijan mukana oleminen suunnittelussa voi olla hyödyksi:

- hankkeen vaiheistus ja aikataulu (Kohde 5)
- lisäselvitystarpeet esimerkiksi rakenteiden kunnossa (Kohteet 1 ja 2)
- kustannustietous ja edullisempien suunnitteluratkaisujen kehittäminen (Kohteet 1, 2, 3, 4 ja 7)
- suunnitelmien rakennettavuus (Kohteet 1, 4, 5, 7 ja 8)
- työtapa ja työjärjestykset (Kohteet 1 ja 2)
- logistiikka (Kohde 2)
- työturvallisuus (Kohteet 1 ja 2).

Lisäksi haastatteluissa tuli esille se, että hankkeen suunnittelun onnistuminen kokonaisuudessaan on myös tuotannon kannalta tärkeää. Hankkeen tavoitteet tulee olla selvillä ja niiden tulee olla kaikkien osapuolten tiedossa. Lisäksi suunnittelun tulee perustua paikkansa pitäviin lähtötietoihin, sillä mikäli edellä mainituissa asioissa on epäselvyyksiä, voi esimerkiksi käyttäjämuutoksista ja yllätyksistä rakenteissa aiheutua merkittävää häiriötä rakentamiselle. Etenkin urakoitsijat painottivat esiselvitysten ja kuntotutkimusten riittävän tarkkaa suorittamista ennen rakentamisen aloittamista. (Kohteet 1, 3 ja 8)

4. TOIMINTAOHJEET TUOTANNON HUOMIOIMISEEN KORJAUSHANKKEEN SUUNNITTELUSSA

4.1 Analyysin jaottelu

Haastattelujen tuloksia analysoitiin kolmen eri kategorian pohjalta, jotka olivat ihmiset, prosessi ja teknologia. Toimintaohjeet tuotannon huomioimiseksi korjaushankkeen suunnittelussa on esitetty kunkin alaluvun lopussa.

Ihmiset-kategoriassa käsitellään hankkeen osapuolten, kuten tilaajan, rakennuttajakonsultin, pääurakoitsijan ja suunnittelijoiden välisen yhteistoiminnan toimivuutta ja toimintatapoja sekä osapuolten rooleja. Prosessi-kategoriassa käsitellään rakennusprojektin hallintaan, valvontaan ja tiedonkulkuun liittyviä asioita. Teknologia-kategoriaan kuuluvat tekniset ongelmakohdat ja pullonkaulat rakennushankkeessa.

4.2 Ihmiset

Sujuvan rakentamisvaiheen ja koko hankkeen onnistumisen takaamiseksi hankkeeseen tulee valita sen vaatavuustasoon nähden riittävän osaava henkilöstö. Tärkeää on myös osapuolten välisen yhteistyön toimivuus. Suunnittelijoilla ja urakoitsijalla tulisi olla avoin ja ratkaisukeskeinen menettelytapa, jotta korjausrakentamiselle tyypilliset yllätykset saadaan käsiteltyä joustavasti. Tilaaja voi arvioida osapuolilta toivottuja ominaisuuksia osapuolten valinnan yhteydessä. Esimerkiksi pääurakan tarjouspyynnöissä voidaan tarjoajia pyytää nimeämään hankkeeseen henkilöitä, kuten työpäällikkö ja vastaava mestari. Tarvittaessa tarjoajien nimeämiä ryhmiä ja heidän ominaisuuksiaan voidaan arvioida valintatilaisuudessa, jonka tuloksia käytetään yhtenä valintaperusteena. Osapuolten välinen yhteistyö tulisi aloittaa ennen rakentamisen aloittamista, jolloin osapuolten toimintatavat tulevat tutuksi toisilleen. Urakoitsijan, tilaajan ja suunnittelijoiden välisen yhteistyön toimivuuden varmistaminen rakentamisen alusta alkaen voi helpottaa erityisesti kiireellisten muutosten käsittelyä rakentamisen aikana.

Rakentamisen aikana on tärkeää käsitellä suunnitteluasioita riittävän usein tilaajan, urakoitsijan ja suunnittelijoiden kesken. Vaativissa kohteissa suunnittelupalaverit voi olla aiheellista pitää viikoittain. Toimintatapoina voivat olla haastatteluissa esiin tulleet perinteiset suunnittelupalaverit, Big Room –työskentely, solmutyöskentely tai mallikatselmukset. Olennaista on, että kokouskäytäntö on hankkeelle sopiva ja osapuolten mielestä toimiva. Paikalla tulee olla oikeat henkilöt, jotta tarvittavat päätökset saadaan tehtyä. Osapuolten tulee myös viestiä toisilleen mahdollisista ongelmista

riittävän ajoissa. Pienenkin suunnitelmamuutoksen yhteydessä suunnitelmia saatetaan joutua sovittamaan yhteen uudelleen, mikä vie aikaa. Suunnittelun johtamisen ja vastuunjaon tulee olla selkeää. Korjausrakentamisessa suunnittelu ja rakentaminen limittyvät usein väistämättä ja limittäminen helpottuu, kun suunnittelun johtamisesta ja rakentamisesta vastaa sama osapuoli. Lisäksi toteutussuunnitelmat palvelevat nimenomaan tuotantoa, mikä voi puoltaa projektinjohtourakkaan kuuluvaa urakoitsijajohtoista suunnittelua. Toisaalta perinteisen kiinteähintaisen toteutusmuodon etuna voidaan nähdä vastuunjaon selkeys.

Suunnitteluun tulee olla varattuna riittävästi resursseja rakentamisen aikana, ja suunnittelijoiden läsnäolo työmaalla on tärkeää, jotta rakentamisen aikana esiin tulevista asioista pystytään kommunikoimaan tehokkaasti. Tärkeää on löytää kyseiseen hankkeeseen sopiva toimintatapa. Suunnittelijat voivat työskennellä työmaalla tai tehdä säännöllisiä tai kutsusta tapahtuvia työmaakäyntejä. Suunnittelijoiden läsnäolosta työmaalla voi olla aiheellista tehdä kirjauksia suunnittelusopimukseen.

Olennaista on myös hankkeen avainhenkilöiden mukana oleminen hankkeessa alusta loppuun. Mikäli henkilövaihdoksia tapahtuu, menetetään usein tärkeää hiljaista tietoa, jota on kertynyt hankkeen etenemisen aikana. Uusi henkilö joutuu sisäistämään hankkeen tavoitteet ja toimintatavat, mikä vie aikaa ja kertaalleen sovittuja asioita voidaan joutua käymään uudelleen läpi. Henkilövaihdokset voivat johtua esimerkiksi työnantajan vaihtumisesta, joten niitä voi olla vaikea välttää. Henkilövaihdosten aiheuttamat riskit tulisi kuitenkin huomioida hankkeen riskikartoitusta tehtäessä ja niihin voidaan varautua esimerkiksi toimivalla varahenkilöjärjestelmällä.

Hankeella tulee olla selkeät tavoitteet, jotta sen onnistuminen on mahdollista. Koko hankkeen tavoitteiden tulee periytyä eri tehtävien tavoitteiksi niin, että kyseisten tavoitteiden saavuttaminen palvelee koko hankkeen tavoitteiden saavuttamista. Käyttäjien tavoitteista ja toiveista tilaaja muodostaa tavoitteet hankkeelle, joista muodostetaan suunnittelutavoitteita. Edellisten pohjalta asetetaan jälleen tavoitteet rakentamiselle. Tavoitteet tulee kommunikoida selkeästi hankkeen kaikille osapuolille, jolloin osapuolten sitoutuminen hankkeen tavoitteisiin on mahdollista. Osapuolten sitoutumiseen tavoitteisiin voidaan pyrkiä vaikuttamaan hankkeen kaupallisella mallilla, jonka tulisi ohjata hankkeen tavoitteiden mukaiseen toteutukseen. Hyödyllistä voi olla palkkioiden käyttäminen sanktioiden sijaan. Palkkiojärjestelmän tulee kannustaa osapuolia hankkeen tavoitteiden mukaiseen toteuttamiseen ja tavoitteiden toteutumista tulee valvoa koko hankkeen ajan.

Ihmiset

Hankkeen tavoitteet

- Hankkeen keskeiset tavoitteet määritetään täsmällisesti liittyen kohteen ongelmiin
 - o Tavoitteet voivat kohdistua kustannuksiin, elinkaarenaikaiseen käyttäjien ja rakenteiden toimintaan, aikaan, laatuun, riskien välttämiseen ja toimintatapoihin
- Tavoitteet konkretisoidaan osapuolille
 - o Tavoitteet periytyvät eri hankeosapuolille: käyttäjä → tilaaja → suunnittelija → päätoteuttaja → aliurakoitsija ja tuotetoimittaja
- Osapuolet sitoutetaan hankkeen tavoitteisiin
 - o Tavoitteisiin kytketään kannustimet tai sanktiot
- Tavoitteiden saavuttamista valvotaan aktiivisesti suunnittelun ja tuotannon aikana
- Tavoitteita ylläpidetään hankkeen aikana, ja tarvittaessa niitä muutetaan

Osapuolten yhteistoiminta

- Osapuolten valinnassa otetaan huomioon yhteistoimintakyky ja -ominaisuudet
- Varmistetaan osapuolten mahdollisuudet tehdä yhteistyötä
 - o Sopimuksellisesti mahdollistetaan ja edellytetään yhteistoiminta ja erityyppisten kokousten pitäminen
 - o Organisatorisesti vastuusuhteet ovat selkeitä ja yksikäsitteisiä
 - o Otetaan käyttöön riittävät yhteistoimintamuodot (esim. Big Room)
- Osapuolilla on riittävät kannustimet tehdä yhteistoimintaa
- Osapuolet viestivät ongelmista ajoissa
 - o Urakoitsijan oma työsuunnittelu on riittävän ennakoivaa, jotta urakoitsija huomaa riittävän ajoissa ongelmat tuotannossa, ja suunnittelijat ehtivät tehdä tarvittavat muutokset

Suunnittelu

- Suunnittelijavalinnat tehdään osaamiseen ja yhteistoimintaedellytyksiin perustuen
 - o Suunnitteluressit ovat riittävät hankkeen jokaisessa vaiheessa
- Vastuut suunnittelun johtamisessa ja suunnittelun ohjaamisesta jaetaan selkeästi
- Suunnittelun ohjaus on jatkuvaa ja reagoi nopeasti yllättäviin tilanteisiin
- Suunnittelijat ovat riittävästi läsnä työmaalla
 - o Kirjataan ehdot työmaalla läsnäolosta suunnittelu- ja ohjausraportteihin
- Suunnittelu- ja ohjausraportit laaditaan ja sovitetaan yhteen tuotannon aikatauluun kanssa
 - o Suunnittelu- ja ohjausraportit laaditaan realistiseksi siten, että mm. suunnitelmien yhteensovittamisen vaatima aika on huomioitu
 - o Käyttäjien ja tilaajan päätöksentekoa aikataulutetaan ja sovitetaan muihin aikatauluihin
 - o Käyttäjien oma suunnittelu nivoutetaan muuhun suunnittelu- ja ohjausraportteihin

Henkilöstö

- Tilaaajan henkilöstöresursoinnissa otetaan huomioon hankkeen vaativuus ja toteutusmuoto
- Henkilöstö on kokenutta, osaavaa ja yhteistyöhön kykenevää
- Vältetään henkilövaihdoksia ja niistä aiheutuvia haittoja
 - o Laaditaan toimiva varahenkilöjärjestelmä
- Henkilöstö sitoutetaan hankkeen tavoitteisiin ja yhteistoimintaan

4.3 Prosessi

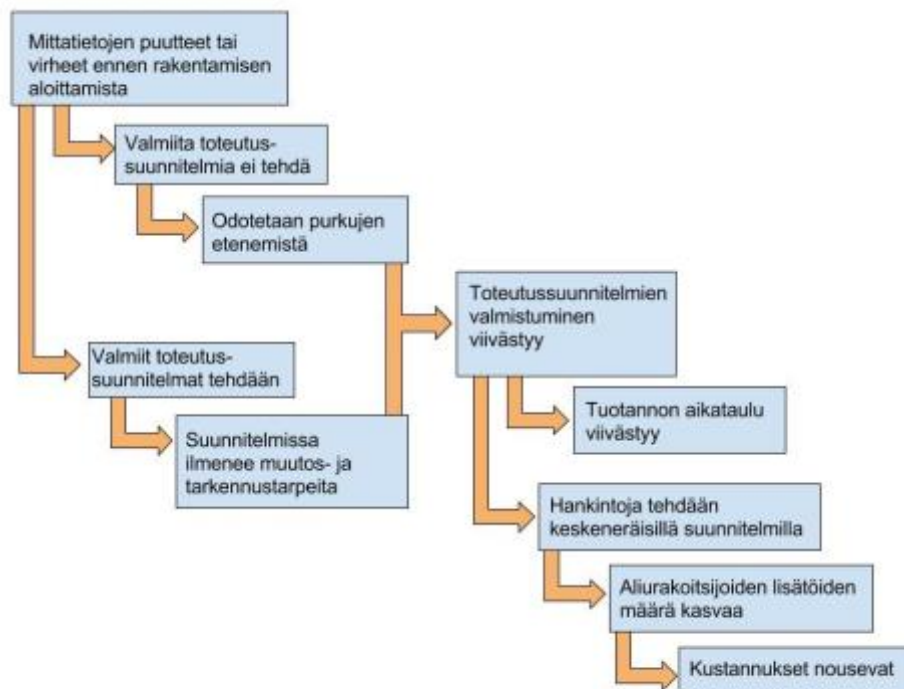
Hankkeen tavoitteiden saavuttamisen ja sujuvan rakentamisvaiheen varmistamiseksi tilaaja voi ennen urakoitsijan valintaa tarkastella, mitkä tekijät ovat avainasemassa hankkeen onnistumiselle. Esimerkkinä voidaan mainita *Kansalliskirjaston (kohde 2)* olosuohdehallinta, johon tuli kiinnittää erityistä huomiota konservointitöiden vuoksi. Tarjouspyynnössä voidaan pyytää urakoitsijoita esittämään, miten he varmistavat avainasioiden onnistumisen ja vastauksia voidaan käyttää yhtenä perusteena urakoitsijan valinnassa. Tilaajan tulee konsultteineen tarkastella hankkeen ominaispiirteitä ja riskejä myös tuotannon näkökulmasta, jotta erityisosaamisen tarpeet tunnistetaan.

Urakoitsijan valinnasta rakentamisen aloitukseen tulee olla varattuna riittävästi aikaa, jotta urakoitsija ehtii valmistella muun muassa työmaainfraa ja hankintoja. Lisäksi erityisesti suunnitelmien katselmointi tilaajan, suunnittelijoiden, urakoitsijan ja tarvittaessa käyttäjän kanssa riittävän ajoissa ennen rakentamisen aloittamista on tärkeää. Näin olemassa olevien suunnitelmien täydentämistarpeet ja ristiriidat voitaisiin saada jo ennen rakentamisen aloittamista suunnittelijoiden tietoon, mikä lisää heidän aikaansa asioiden ratkaisemiseen ja edesauttaisi suunnitelmien valmistumista tuotannon tarpeeseen. Urakoitsijan tultua hankkeeseen suunnitelmia tulisi tarkastella myös rakennettavuuden näkökulmasta. Mitä aiemmin urakoitsija otetaan mukaan suunnitteluun, sitä paremmat edellytykset rakennettavuuden huomioimiseen ja parantamiseen on.

Ennen rakentamisen aloittamista käyttäjien tulee siirtyä väistötiloihin, sillä käyttäjien odottamattomasta viipymisestä rakennuksessa korjaamisen alkaessa voi olla merkittävää haittaa tuotannolle. Sujuvan siirtymisen mahdollistamiseksi väistötilojen tarve tulee olla suunniteltu, tilat hankittu ja muuttojärjestelyt tehty. Käyttäjien siirtyminen väistötiloihin jo esimerkiksi muutamaa viikkoa ennen rakentamisen alkua on hyödyllistä, mikäli tämä aika pystytään käyttämään rakentamisen valmisteluun kohteessa ja rakenneavausten tekemiseen. Rakenneavauksilla täydennetään suunnittelun lähtötietoja ja niitä voitaisiin tehdä myös käyttäjien muuton lomassa, jos käyttäjä esimerkiksi poistuu rakennuksesta vaihteittain. Rakennuksen oleminen tyhjiällä ennen rakentamisen aloittamista aiheuttaa kuitenkin tyypillisesti kustannuksia tilaajalle, mikä

voi vaikeuttaa toimintatavan käyttöä. Mikäli rakennusta korjataan käyttäjän läsnä ollessa, on korjaamisen ja käytön yhteensovittamisen kannalta tärkeää, että urakoitsija tuntee käyttäjän toiminnan ja käyttäjä sekä urakoitsija tekevät tuotantosuunnitelmia yhdessä. Näin varmistetaan, että rakentajien ja käyttäjien toisilleen aiheuttamat haitat minimoidaan. Rakentamisen eteneminen ja käyttäjien väistöjen vaiheittainen eteneminen tulee suunnitella käyttäjien ja urakoitsijan sekä tarvittaessa suunnittelijoiden ja tilaajan yhteistoiminnassa.

Mittatietojen puutteet ja toteutussuunnitelmien valmistumisen myöhästyminen olivat yleisiä ongelmia käsitellyissä hankkeissa. Näiden asioiden välillä on havaittavissa syy-seuraussuhde. Mittatietojen puutteet nostavat suunnittelun tarvetta rakentamisen aikana, koska lopullisten suunnitelmien tekoa joudutaan lykkäämään tai niitä joudutaan muuttamaan purkutöiden edetessä. Jos toteutussuunnittelua ei viedä riittävän pitkälle puutteellisista mittatiedoista johtuen, vaan odotetaan, että saadaan purkujen edettyä tehtyä rakennemittauksia suunnittelun lähtötiedoiksi, riskinä on, että suunnitteluun jää liian lyhyt aika ja toteutussuunnitelmat myöhästyvät. Jos taas suunnitelmat on tehty valmiiksi puutteellisilla mittatiedoilla ja paikkansapitämättömiin oletuksiin perustuen, ilmenee rakentamisen aikana suunnitelmien muutostarpeita ja yhteensopivuusongelmia. Tämä aiheuttaa uudelleen suunnittelun tarvetta, mikä voi viivästyttää toteutussuunnitelmien valmistumista. Kummassakin tapauksessa puutteelliset mittatiedot aiheuttavat epävarmuutta suunnitteluun ja nostavat suunnitteluressurssien tarvetta rakentamisen aikana. Kuvassa 9 on esitetty mittatietojen puutteellisuuden vaikutus suunnitelmien valmistumiseen ja sitä kautta tuotantoon.



Kuva 9. Mittatietojen puutteiden vaikutus suunnitteluun ja tuotantoon.

Suunnitelmapuutteet vaikuttavat luonnollisesti hankkeen aikatauluun, jos rakentaminen ei etene, koska suunnitelmia joudutaan odottamaan. Puutteelliset suunnitelmat vaikuttavat negatiivisesti myös hankintoihin. Kun urakoitsija joutuu tekemään hankintoja kiireellisesti ja puutteellisilla suunnitelmilla, aliurakoita ei pystytä hankkimaan optimaalisina kokonaisuuksina ja kiinteähintaista urakkaa käyttäen. Jos kuitenkin käytetään kiinteähintaista urakkaa, niin riskinä ovat urakkarajoihin jäävät epäselvyydet ja lisätöiden suuri määrä. Nämä kasvattavat tuntitöinä tehtävien töiden määrää, mikä nostaa kustannuksia, jotka urakkamuodosta riippuen jäävät urakoitsijan tai tilaajan kannettaviksi.

Mittatietojen puutteellisuuden lisäksi rakenteiden kuntoon ja haitta-aineisiin liittyvät yllätykset olivat yleisiä käsitellyissä hankkeissa. Sekä mittatietojen, että rakenteiden kunnan ja haitta-aineiden perusteellinen selvittäminen vaatii yleensä rakenneavauksia, mutta haasteena on usein se, että rakennus on käytössä suunnitteluvaiheessa. Selvityksiin panostamista puoltaa kuitenkin vahvasti yllä analysoidut ongelmat tuotantovaiheessa, mikäli suunnittelun lähtötiedot ovat olleet puutteelliset. Mittatietojen tarvetta tulisi arvioida korjaustöiden laajuuden ja korjausasteen mukaan siten, että uusien rakenteiden ja talotekniikan rakentamiseen tarvittavat mittatiedot saadaan riittävän ajoissa ja tarkasti selville.

Prosessin joustavuus on rakentamisen aikana tärkeää, jotta esiin tulleet asiat, kuten yllätykset rakenteissa ja lisätyöt pystytään käsittelemään tehokkaasti. Projektinjohtourakoiden etuna on lisä- ja muutostöistä sopimisen helppous, tosin tavoite- ja kattohintaa käytettäessä joudutaan kuitenkin sopimaan, miten lisä- ja muutostyöt vaikuttavat niihin. Kiinteähintaisessa urakassa taas joudutaan tarkastelemaan, kuuluuko työ sopimuksen mukaiseen urakkaan. Sekä perinteisillä toteutusmuodoilla että projektinjohtourakoilla toteutetuissa hankkeissa oli onnistumisia joustavuuden suhteen. Olennainen asia sujuvan tuotannon kannalta on päätöksenteon nopeus. Lisätöiden käsittelyyn tulee sopia etukäteen selkeät toimintatavat. Kaikkien osapuolten tulee olla tietoisia työmaan tilanteesta, jotta muutoksiin pystytään reagoimaan nopeasti. Riskienhallinnan avulla on hyödyllistä tunnistaa rakentamisen aikaiset merkittävimmät riskit, joita ei ole pystytty poistamaan. Ennen näihin riskeihin liittyvien työvaiheiden alkamista sovitaan toimintatavat etukäteen kyseisen riskin toteutuessa ja varmistetaan päätöksenteon nopeus sekä riittävät resurssit asian käsittelemiseksi. Tällainen työvaihe voi olla esimerkiksi tietyn rakennusosan purku silloin kun kuntotutkimuksista ei saatu tarkkaa tietoa alla olevien rakenteiden kunnosta. Suunnittelussa riittävät resurssit ovat tärkeitä, jotta muutokset saadaan tehtyä mahdollisimman vähin viivästyksin. Joustavuuteen vaikuttaa myös ihmiset-kategoriassa käsitelty osapuolten sitoutuminen hankkeen tavoitteisiin ja onnistumiseen.

Prosessi

Suunnittelun lähtötiedot

- Teetetään riittävän tarkat ja kattavat kuntotutkimukset ja haitta-ainekartoitukset
 - Kuntotutkimuksen ja haitta-ainekartoituksen tulokset otetaan huomioon hankkeen riskikartoituksessa ja -analyysissä
- Tehdään rakenneavauksia suunnittelun kannalta tärkeiden lähtötietojen oikeellisuuden varmistamiseksi
- Koekorjauksia tehdään riittävän laajasti
- Vaihtoehtoisia suunnitteluratkaisuja etsitään riittävästi
- Vanhojen rakenteiden mittatiedot selvitetään
 - Varmistetaan erityisesti korjaustöiden laajuuteen liittyvien mittatietojen riittävyys
- Kohteen pohjaolosuhteet selvitetään
 - Tarvittaessa määritetään rakennusten alapuolisten kalliopintojen laatu ja sijainti
- Selvitetään säilyttävien purkutöiden mahdollisuus
- Purkutöiden jälkeen suoritetaan rakenteiden katselmointi
 - Purkutytöt jaetaan karkeaan purkuun ja hienopurkuun

Toteutusaikataulu

- Hankkeen aikataulujen laadinta tehdään huolella ottaen toteutusmuoto huomioon
- Rakentamisen valmisteluun varataan riittävä aika
 - Aikataulun laadinnalla mahdollistetaan suunnitelmien kehittäminen ennen rakennustöiden aloitusta
 - Kiirehankinnoille varataan riittävästi aikaa
- Toteutusaikataulu sovitetaan yhteen suunnittelu- ja päätöksentekoaikataulun kanssa
- Suunnitelmien tarkistamiseen ja katselmointiin yhteistoiminnassa osapuolten kanssa varataan riittävä aika
 - Keskeiset hankeosapuolet osallistuvat suunnitelmakatselmuksiin
 - Suunnitelmapaketiajattelu on sisäistetty; ne suunnitelmat on tehty, joita kullakin hetkellä tarvitaan tuotannon ja hankinnan näkökulmasta
- Toteutusaikataululle asetetaan selkeät välitavoitteet, joihin kannustimet sekä sanktiot on kytketty
- Aikataulua valvotaan jatkuvasti
 - Kaikki hankeosapuolet ovat tietoisia työmaan aikataulutilanteesta, jotta voivat reagoida mahdollisiin muutoksiin
 - Poikkeamat ja vaadittavat korjaustoimenpiteet selvitetään
- Käyttäjät osallistuvat työsuunnitteluun käytössä olevan kiinteistön osalta
 - Väistötilojen tarve on selvitetty, tilat hankittu ja muuttosuunnitelma tehty
 - Melua ja pölyä aiheuttavat työvaiheet ajoitetaan siten, etteivät käyttäjätoiminnot häiriinny

Toteutusmuoto ja sopimukset

- Keskeiset riskit huomioidaan toteutusmuodon ja toteuttajien valinnassa
 - o Erityisosaamisvaatimukset on tunnistettu ja sisällytetty valintaperusteisiin
- Valittu toteutusmuoto mahdollistaa joustavat suunnitelma- ja toteutusmuutokset
 - o Maksumekanismi on kustannusperusteinen
- Muutostöiden käsittelyyn sovitaan joustavat menettelytavat
 - o Sovitaan tarvittaessa YSE:n menettelyistä poikkeavat menettelytavat

4.4 Teknologia

Teknologia-kategoriaan kuuluvia tärkeitä näkökohtia ovat muun muassa rakennuksen lohkotus, suunnitelmien rakennettavuus ja olosuhdehallinta. Korjattavan kohteen lohkotusta sekä niiden ajoitusta suunniteltaessa tulee huomioida rakennuksen muoto, talotekniikan palvelualueet ja käyttöönotto. Mikäli rakennusta korjataan koko ajan käyttäjän ollessa läsnä tai se otetaan käyttöön vaiheittain, lohkotuksessa ja vaiheistuksessa on otettava sekä tuotannon että käytön näkökulmat huomioon. Tällöin talotekniikan palvelualueet ovat lohkotuksen kannalta erityisen tärkeitä ja järjestelmien toiminta tulee olla selvillä.

Korjattavan rakennuksen mittatietoja saadaan vanhoista suunnitelmista sekä rakennuksesta tehtävistä mittauksista, joita tehdään tyypillisesti laserkeilaamalla. Useissa käsitellyistä hankkeista oli ongelmia rakennuksen mittatietoihin liittyen. Laserkeilauksia tehtäessä kalusteiden ja pintarakenteiden tulee olla poistettuna, jotta säästettävien rakenteiden paikat voidaan saada luotettavasti selville. Jos esteitä kuitenkin on, mittauksiin voi olla hyödyllistä lisätä kommentteja siitä, mitä esteitä on ollut keilauksen tiellä eri paikoissa. Oleellista on myös riittävä osaaminen mittausdatan käsittelyssä, jotta siitä saadaan luotua käyttökelpoinen malli suunnittelua varten. Kohde voidaan mallintaa tarpeen mukaan kokonaan tai tehdä osittaisia malleja. Erityisesti vaativissa kohteissa tietomalli on kannattavaa tehdä. Tietomallinnuksen käytöstä on hyötyä muun muassa suunnitelmien yhteensovittamisessa, jossa oli ongelmia useissa käsitellyissä hankkeissa. Tietomallinnus helpottaa esimerkiksi talotekniikkareittien törmäystarkastelujen tekemisestä, sillä uuden talotekniikan sovittaminen vanhaan rakennukseen on usein haastavaa. Talotekniikkatilojen sijoittamiseen ja talotekniikkareittien yhteensovittamiseen muiden suunnitelmien kanssa tulee kiinnittää erityistä huomiota.

Tärkeä tekijä sujuvan rakentamisvaiheen mahdollistamiseksi on suunnitelmien rakennettavuus. Korjattavan rakennuksen ominaisuudet voivat aiheuttaa rakentamiselle vaatimuksia ja rajoitteita, jotka tulisi ottaa huomioon myös suunnittelussa. Rajoitteet voivat liittyä esimerkiksi logistiikkaan tai sääsuojaukseen. Rakennettavuuden arviointiin urakoitsijalla on tyypillisesti parhaat valmiudet. Urakoitsijan mukana olosta suunnitelmien

rakennettavuuden arvioinnissa saattaa myös olla hyötyä, mikäli halutaan kehittää lyhyemmän rakennusajan mahdollistavia suunnitteluratkaisuja. Myös aliurakoitsijoiden osaamista voidaan hyödyntää erityisesti toteutussuunnittelussa, sillä heillä on syvin tietämys omaan alaansa liittyvien töiden toteuttamisesta käytännössä.

Olosuhdehallinta voi asettaa tuotantoon haasteita, joista esimerkkinä voidaan mainita sääsuojaukseen liittyvät rajoitteet, joita koettiin *Espoonlahden kirkon (kohde 3)* ja *Tapiolan koulun (kohde 8)* korjauksissa. Rakennuksen lohkotus ja rakentamisen työjärjestys vaikuttavat sääsuojien liikuttamiseen työn aikana ja suunnittelussa tulisi pyrkiä ottamaan huomioon nämä sääsuojauksen aiheuttamat rajoitteet niin, että tarvittavat rakennusvaiheet pystytään suorittamaan sääsuojan ollessa paikallaan. Tähän voivat vaikuttaa myös yksittäiset suunnitteluratkaisut, kuten *Hanasaaren kulttuurikeskuksen (kohde 1)* kohdalla. Urakoitsijan mukaan ottaminen suunnitteluun riittävän aikaisessa vaiheessa voi auttaa tunnistamaan tällaisia rakentamiseen vaikuttavia piirteitä.

Korjauskohteissa rakenneosia ja pintarakenteita saatetaan säästää ja suojata korjaamisen ajaksi ja suojaaminen voi muodostua merkittäväksi työvaiheeksi. Suojaamisessa tulee huomioida ympärillä tapahtuvat korjaustoimet, sillä suojaaminen voi olla haastavaa ja materiaalien riski vaurioitua rakentamisen aikana voi olla suuri suojauksesta huolimatta. Jos säästettäväksi aiottu pinta joudutaan uusimaan, suojaukseen käytetyt resurssit ovat menneet hukkaan. Lisäksi uusimalla saadaan usein toiminnan kannalta parempi ratkaisu. Edellä mainituista syistä herkästi turmeltuvien rakennusosien ja pintojen säästämiseen tulee suhtautua kriittisesti, ellei niitä säästetä suojelullisista syistä. Urakoitsijan näkemys eri rakennusosien suojaamisen kannattavuudesta ja suojaamisen kustannus- ja aikatauluvaikutuksista rakentamiseen voi olla suunnittelussa hyödyksi. Toisaalta myös ylikorjaamista on syytä välttää.

Korjauskohteissa tilanpuute ja ympäröivät rakennukset aiheuttavat usein haasteita purku- ja louhintatöille. Louhintatöissä voidaan joutua käyttämään tärinää aiheuttamattomia menetelmiä ja louhinta erityisesti korjattavan rakennuksen alla ja vierustoilla voivat aiheuttaa haasteita. Kallion kiilaus tai sahaaminen saattaa olla odotettua hitaampaa tai kallio voi olla ruhjeisempaa kuin mitä oletettiin. Suunnittelussa kallion sijainnit tulisi pyrkiä selvittämään mahdollisimman tarkkaan lisälouhintojen välttämiseksi. Lisäksi tarve tärinää aiheuttamattomien louhintamenetelmien käytölle tulee olla selvillä riittävän ajoissa, jotta työvaiheelle voidaan määrittää riittävä kesto ja pelivara riskit huomioiden. Purkutöissä olennaista on toimivat logistiikkaratkaisut purkujätteen poistamiseksi. Raskaissa puruissa huomioon tulee ottaa muun muassa purkukaluston vaatima tila liikkumiseen rakennuksen sisällä sekä laattojen kantavuudet.

Teknologia

Talotekniikka ja lohkotus

- Kohteen lohkotuksesta ja ajoituksessa otetaan huomioon korjaustöiden sisältö ja laajuus
 - Lohkotuksessa huomioidaan erityisesti talotekniset järjestelmät ja käyttöönotto
 - Käytössä olevassa kiinteistössä sekä käyttäjien että tuotannon näkökulmat otetaan huomioon
- Talotekniikkatilojen ja- reittien koko ja paikat suunnitellaan erityisen huolella yhdessä muun tilasuunnitelman kanssa
 - Reikä- ja varaussuunnitelmien yhteensopivuus varmistetaan

Tietomalli ja rakennettavuus

- Vaativissa kohteissa olemassa olevat keskeiset rakenteet laserkeilataan ja kohde mallinnetaan
 - Laserkeilauksella ja mallinnuksella varmistetaan suunnittelun ja toteutuksen lähtötietojen oikeellisuus sekä suunnitelmien yhteensopivuus
- Suunnitelmien rakennettavuus varmistetaan osapuolten yhteistoiminnan avulla
 - Huomioidaan logistiset ratkaisut ja haalausaukot
 - Varmistetaan riittävät asennustilat taloteknisten järjestelmien osalta
- Teetetään mallitöitä laatutason oikeellisuuden varmistamiseksi

Olosuhdehallinta

- Olosuhdehallintaan kiinnitetään erityinen huomio
 - Suunnitteluratkaisuissa huomioidaan sääsuojauksen tarve ja suojien paikalla olo
 - Osapuolten yhteistoiminnalla varmistetaan tarvittavien työvaiheiden toteutettavuus sääsuojan alla
 - Rakenteiden kuivuminen varmistetaan tarvittaessa anturiteknologialla
- Suunnitellaan ja toteutetaan riittävät rakenteiden väliaikaiset suojaukset

Purku ja louhinta

- Purku- ja louhintatöiden poikkeavien tai uusien menettelyjen käyttö suunnitellaan (esim. puristavat purkumenetelmät ja kallion sahaus)
 - Rakennuksen alapuolisten ja lähellä olevien louhintatöiden rajoitukset otetaan huomioon
- Purkujätteiden logistiikka suunnitellaan
 - Varmistetaan purkukoneiden liikkumisen mahdollisuudet rakennuksessa

5. POHDINTA

Merkittävimmät tuotantoa haitanneet ongelmat liittyivät tutkituissa hankkeissa suunnitteluun ja rakentamisen aikana esiin tulleisiin yllätyksiin. Suunnittelussa ongelmia aiheutti toteutussuunnitelmien valmistuminen liian myöhään sekä puutteet suunnitelmien yhteensovituksessa. Suunnittelun ongelmien syynä useassa hankkeessa olivat puutteelliset lähtötiedot rakennuksesta. Erityisesti mittatietojen puutteet ja epätarkkuudet, sekä oikeiden mittatietojen saaminen liian myöhään suunnittelijoiden tietoon viivästyttivät suunnittelua ja aiheuttivat uudelleensuunnittelun tarvetta. Ongelma on korjausrakentamiselle tyypillinen korjattavaan rakennukseen liittyvien epävarmuuksien vuoksi. Mikäli rakennus on käytössä ennen rakentamisen aloittamista, rakenteiden avauksia ja tämän jälkeen säilytettävien rakenteiden mittauksia ei ehditä tehdä riittävästi ennen rakentamisen aloittamista. Puutteelliset lähtötiedot kasvattavat suunnittelun tarvetta rakentamisen aikana. Osassa hankkeista rakentamisen aikaiseen suunnitteluun ei oltu varauduttu riittävästi, mikä tarkoitti, että suunnitteluressit olivat niukat ja suunnittelijoita oli vaikea saada käymään työmaalla riittävän usein. Valmiiden toteutussuunnitelmien myöhäinen valmistuminen viivästytti tuotantoa ja vaikeutti hankintojen tekemistä, joiden seurauksena tyypillisesti myös kustannukset kasvoivat.

Hankkeissa suunnittelua oli hankittu sekä kiinteähintaisena että erilaisin laskutyösopimuksin. Selkeää riippuvuutta suunnittelun laskutusperusteen ja suunnittelun onnistumisen välillä ei ollut hankkeissa havaittavissa, vaan kummallakin laskutusperusteella suunnittelussa oli sekä onnistumisia että epäonnistumisia. Osa tilaajista katsoi laskutyömallin olevan joustavampi ja soveltuvan siksi paremmin korjaushankkeisiin. Erityisesti rakentamisen aikaisen suunnittelun tarvetta voikin olla vaikea arvioida ja tästä syystä laskutyömallin käyttö on perusteltua. Suunnittelua toteuttavan yrityksen näkökulmasta laskutyömalli poistaa tarpeen säästää hankkeelle varattuja resursseja ja kustannuksia, mutta purkuvaiheen hektisyyttä se ei poista. Purkuvaiheessa esiin tulevien suunnitelmamuutosten nopea toteuttaminen voi vaatia resursseja, joita suunnitteluyrityksellä ei välttämättä ole osoittaa hankkeelle.

Rakentamisen valmistelun tärkeys tuli haastatteluissa esille. Erityisesti urakoitsijat toivoivat, että urakoitsijavalinta tehtäisiin aikaisemmin kuin 1-3 kuukautta ennen rakentamisen aloittamista, jolloin muun muassa hankintojen käynnistämiseksi ja suunnitelmien katselmoinnille olisi enemmän aikaa. Tutkimuksen kohteena olleissa hankkeissa, joissa urakoitsijan valinnasta rakentamisen aloittamiseen oli 1-3 kuukautta, oli kuitenkin sekä onnistumisia että epäonnistumisia rakentamisvaiheen sujuvuutta tarkasteltaessa. Yli viiden kuukauden valmistautumisajalla rakentamisvaihe meni pääsääntöisesti paremmin. Urakoitsijan valinnalla riittävän aikaisin ja pidemmällä rakentamisen valmisteluajalla on etuja, mutta valitsemalla urakoitsija aiemmin rakentaminen ei automaattisesti suju paremmin. Asiaan vaikuttavat monet muutkin

tekijät, kuten hankkeen lähtötietojen riittävyys, suunnittelun ohjaus rakentamisen aikana, osapuolten yhteistyö ja tuotannonohjauksen onnistuminen.

Rakentamisen aikaisista yllätyksistä yleisimmät liittyivät rakenteiden oletettua huonompaan kuntoon sekä pohjaolosuhteisiin ja maarakennustöihin. Jälleen ongelmien syynä voidaan nähdä puutteelliset tiedot kohteesta. Kummakin tyyppiset yllätykset lisäsivät rakentamisen työmäärää. Sääsuojauksen ja logistiikan haasteet olivat myös melko yleisiä. Kokonaisuudessaan hankkeiden ja rakentamisvaiheen haasteet liittyivät suurelta osin hankeprosessiin, suunnitteluun, yllätyksiin ja osapuolten yhteistyöhön.

Tutkimuksen päätavoite oli laatia toimintaohjeita tuotannon huomioimiseksi korjaushankkeen suunnitteluvaiheessa. Analyysi ja toimintaohjeiden laadinta tehtiin kolmesta näkökulmasta, jotka olivat ihmiset, prosessi ja teknologia. Ihmiset-kategoriassa käsiteltiin hankeosapuolten rooleja, toimintaa, yhteistyötapoja. Toimintaohjeissa painotettiin osapuolten välistä yhteistyötä ja joustavia toimintatapoja rakentamisen aikaisten yllätysten ja haasteiden tehokkaan käsittelyn mahdollistamiseksi. Riittävien resurssien varmistaminen koko hankkeen ajalle etenkin suunnittelun osalta on tärkeää, jotta rakentamisen aikaisiin suunnittelutarpeisiin pystytään vastaamaan tehokkaasti. Hankkeen osapuolet tulee lisäksi sitouttaa hankkeen tavoitteisiin. Prosessi-kategorian toimintaohjeet koskivat projektin hallintaa, valvontaa ja tiedonkulkua. Prosessin osalta toimintaohjeet kohdistettiin paikkansa pitävien lähtötietojen hankintaan suunnittelua varten, aikataulujen laadintaan ja yhteensovittamiseen sekä toteutusmuodon joustavuuteen. Huolellisesti hankitut lähtötiedot kohteesta vähentävät yllätyksiä ja riskejä rakentamisen aikana. Kaikkia riskejä ei kuitenkaan voida poistaa ja joustavat toimintatavat auttavat yllätysten käsittelyssä rakentamisen aikana. Aikataulujen huolellinen laadinta ja valvonta mahdollistavat oikea-aikaisen päätöksenteon, suunnitelmien yhteensovittamisen ja tuotannon etenemisen suunnitellusti. Teknologia-kategorian toimintaohjeet koskivat muun muassa tietomallinnusta, talotekniikan rakentamista, logistiikkaa ja olosuhdehallintaa. Toimintaohjeilla oli yhtymäkohtia toistensa kanssa. Esimerkiksi tietomallintamisella voidaan edesauttaa talotekniikan riittävien asennustilojen varmistamista ja sääsuojauksella voi olla vaikutusta logistiikkaan.

Toimintaohjeet pyrittiin laatimaan niin, että ne koskevat hankkeen suunnittelun alkuvaihetta, eli hanke- ja ehdotussuunnittelua. Osa toimintaohjeista vaatii niiden aktiivista toteuttamista ja valvontaa myös koko rakentamisvaiheen ajan. Toimintaohjeet eivät ota kantaa hankkeen ominaisuuksiin, vaan ne soveltuvat suurelta osin kaikkiin vaativiin korjaushankkeisiin. Toimintaohjeiden pohjalta voidaan tehdä kuhunkin hankkeeseen soveltuvat toimenpiteet ja niiden merkitys ja painotus voivat vaihdella hankkeen ominaispiirteistä riippuen. Esimerkiksi hankkeessa, jossa ulkovaippaa ei korjata, sääsuojauksen haasteet ovat luonnollisesti vähäisiä.

Tutkimuksen tuloksia ei voida yksiselitteisesti yleistää kaikkiin korjaushankkeisiin. Tulokset hankkeiden haasteista ja niiden syistä antavat kuitenkin kuvan siitä, millaiset ongelmat vaativissa korjaushankkeissa ovat mahdollisia ja miten ne vaikuttavat rakentamiseen. Lisäksi toimintaohjeet ovat sovellettavissa monenlaisiin korjaushankkeisiin. Tutkimuksen tulokset vahvistavat kirjallisuudessa esitettyjä

argumentteja siitä, että korjausrakentamisessa korjattavaan rakennukseen liittyvät epävarmuudet ovat merkittävässä asemassa ja nostavat suunnittelun tarvetta rakentamisen aikana. Tuloksia ei testattu tämän tutkimuksen yhteydessä. Testaaminen tapahtuu seuraavissa vaiheissa tutkimushanketta, johon tämä tutkimus kuuluu. Tutkimushankkeen seuraavissa vaiheissa toteutetaan kaksi pilottihanketta, joissa toimintaohjeita testataan ja kehitetään eteenpäin todellisten korjaushankkeiden suunnittelun aikana.

LÄHTEET

Alastalo, T. (2014). Aikataulullisen tuotannonohjauksen kehittäminen suuressa korjausrakennushankkeessa: diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto, Tampere.

Assemblin (2017). Saatavissa (14.3.2017):
http://fi.assemblin.com/hubfs/Linjasaneeraus_Silotek-paakuva1487x520px.png?t=1489132670471

Attalla, M., Hegazy, T. & McKim, R. (2000). Project Performance Control in Reconstruction Projects, *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 126(2), pp. 137-141.

Attalla, M.M. (1997). Project control techniques, reconstruction of occupied buildings, *UWSpace*, Saatavissa (31.8.2017): <http://hdl.handle.net/10012/22>.

Egbu, C.O. (1999). Skills, knowledge and competencies for managing construction refurbishment works, *Construction Management & Economics*, Vol. 17(1), pp. 29-43.

Hadavi, A., Krizek, R.J. & Lo, W. (1996). Lessons Learned from Multiphase Reconstruction Project, *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 122(1), pp. 44-54.

Hassanain, M.A. & Al-Mudhej, A. (2006). Business continuity during facility renovations, *Journal of Corporate Real Estate*, Vol. 8(2), pp. 62-72.

Hirsijärvi, S. & Hurme, H. (2008). Tutkimushaastattelu : teemahaastattelun teoria ja käytäntö, Gaudeamus Helsinki University Press, Helsinki, 213 s.

Junnonen, J., Lindstedt, T., Suomen itsenäisyyden juhlavuoden 1967 rahasto & Suomen rakennusinsinöörien liitto (2011). Teolliset ratkaisut korjausrakentamisessa, Suomen rakennusinsinöörien liitto, Helsinki, 59 s.

Junnonen, J-M. (2010). Talonrakennushankkeen tuotannonhallinta. Suomen rakennusmedia Oy. 148 s.

Kaivonen, J. & Tampereen teknillinen korkeakoulu. Rakennustekniikan osasto (1994). Rakennusten korjaustekniikka ja talous, Rakennustieto, Helsinki.

Karilahti, T. (2006). Toteutusvaiheen muutosten ennakointi ja hallinta korjausrakennushankkeessa: diplomityö (2006). Tampereen teknillinen yliopisto, Tampere.

Kenley, R. & Seppänen, O. (2010). Location-Based Management System for Construction: Improving Productivity Using Flowline, Taylor & Francis Ltd, GB.

Koskenvesa, A., Sahlstedt, S., Talonrakennusteollisuus (yhdistys) & Rakennustietosäätiö (2011). Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus, Rakennustieto, Helsinki.

Lahdensivu, J., Köliö, A., Pakkala, T., Koskinen, J., Haukijärvi, M., Pentti, M. & Suomen betoniyhdistys (2013). Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, BY-Koulutus, Helsinki.

Lambeck, R. & Eschemuller, J. (2009). Urban Construction Project Management (McGraw-Hill Construction Series), Renovation and demolition, Chapter, McGraw-Hill Professional, US.

Lee, H. (2012). Renovation scheduling to minimize user impact of a building that remains in operation, Automation in Construction, Vol. 22 pp. 398-405.

Lindstedt, T., Kärki, A., Palmu, T, Junnonen, J-M. (2011). Teollisten korjausrakentamismenetelmien konseptointi, Aalto-yliopisto, Insinööritieteiden korkeakoulu, 72 s.

Mäkiö, E. (2003). Museoviraston korjauskortti 21, Rakennusosien työmaa-aikainen suojaus, Helsinki, Museovirasto. Saatavissa: <http://www.nba.fi/fi/File/2129/korjauskortti-21.pdf>

Olenius, A., Nissinen, S., Rakennusteollisuus, R.T. & Rakennustietosäätiö (2006). Korjaustöiden laatu 2007, Rakennustieto, Helsinki.

Rakennusteollisuus RT (2017a). Korjausvelka. Saatavissa (19.9.2017): <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Korjausrakentaminen1/Korjausvelka/>

Rakennusteollisuus RT (2017b). Suhdanekatsaus, maaliskuu 2017. Saatavissa (19.9.2017): <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Talous-tilastot-ja-suhdanteet/Suhdanekatsaukset/>

Ratu 82-0347 (2009). Asbestia sisältävien rakenteiden purku, Rakennustietosäätiö RTS, 20 s.

Ratu S-1231 (2012). Korjausrakentamisen tuotannosuunnittelu, Rakennustietosäätiö RTS. 23 s.

RT 10-11224 (2016). Talonrakennushankkeen kulku, Rakennushankkeen vaiheet ja osittelu. Rakennustietosäätiö RTS, 4 s.

Sullivan, G., Barthorpe, S. & Robbins, S. (2010). Managing Construction Logistics, 1st ed. Wiley-Blackwell, US.

Tabibian, S. & Ghavami, M. (2016). NEW HVAC SYSTEM IN RESTORATION OF HISTORIC BUILDINGS, Journal of Nature Science and Sustainable Technology, Vol. 10(1), pp. 37.

Taurén, T. (2016). Konservointi- ja restaurointitöiden hallinta korjaushankkeissa: diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto, Tampere, 103 s.

Tischer, A., Besiou, M. & Graubner, C. (2013). Efficient waste management in construction logistics: a refurbishment case study, *Logistics Research*, Vol. 6(4), pp. 159-171.

Toikkanen, A., Kiiras, J. (1993). Korjauskohteiden työsuunnittelu, Rakennusteollisuuden keskusliitto, Espoo, 98 s.

Vainio, T. & Airaksinen, M. (2011). Korjausrakentamisen roadmap, Tekes.

Wind, N. (2015). Osittelun käyttö rakennushankkeissa: diplomityö, Aalto-yliopisto, Espoo, 79 s.

Yle (2013). Uusi tuhannen neliön väistötila helpottaa Tampereen päiväkotien remontteja. Saatavissa (22.2.2016): <http://yle.fi/uutiset/3-6971578>

LIITE A: HAASTATTELUPYYNTÖKIRJE

Tutkimushaastattelupyyntö

Tampereen teknillinen yliopisto suorittaa vaativien korjaushankkeiden hallintaa koskevaa tutkimusta, jonka rahoittajina toimii useita rakennusalan toimijoita ja rakennuttajia. Tutkimuksen tavoitteena on kehittää hyviä menettelytapoja ja käytäntöjä, joiden avulla voidaan rakennustuotantotekninen näkökulma ottaa huomioon jo korjaushankkeen alkuvaiheessa. Tutkimuksen rahoittajat ovat:

Senaatti-kiinteistöt
Helsingin yliopisto
Lahden kaupunki, tilakeskus
Helsingin kaupunki, tilakeskus
Espoon kaupungin tilapalvelut
Vantaan kaupunki, tilakeskus
Consti
Fira
NCC
Granlund
A-Insinöörit
Ramboll

Tutkimuksessa suoritetaan teemahaastatteluja koskien hiljattain valmistuneita tai rakennusvaiheen loppupuolella olevia korjaushankkeita. Haastatteluissa käsitellään rakentamisvaiheessa ilmenneitä ongelmia ja onnistumisia sekä sitä, miten niihin oltaisiin voitu varautua hankesuunnittelu ja ehdotussuunnitteluvaiheissa. Haastattelut suorittaa tekn. yo. Tuomas Aalto (puh. 0442769613, sähköposti: tuomas.aalto@tut.fi). Tutkimuksen suoritusta ohjaavat TkL Juha-Matti Junnonen ja Prof. Arto Saari.

Tutkimushankkeessa tehdään kolme diplomityötä ja yhteenvetoraportti. Lisäksi kirjoitetaan artikkeli kansainväliseen tiedelehteen. Hankkeita on tarkoitus käsitellä tutkimusraportissa niiden oikeilla ja yksilöivillä nimillä. Hankkeissa mukana olleita toimijoita käsitellään toimenkuvaa kuvaavilla yleisnimillä, esimerkiksi rakennuttaja, pääurakoitsija tai LVI-urakoitsija. Organisaatioiden tai henkilöiden nimiä ei mainita.

Rakennuttamanne/urakoimanne *Hankkeen nimi* on valittu yhdeksi käsiteltäväksi hankkeeksi. Pyydämme saada haastatella teitä hankkeeseen liittyen. Hanketta koskien on tarkoitus haastatella tilaajan edustajaa *Organisaatiosta A* ja päätoteuttajan edustajaa *Organisaatiosta B*.

Tampere pp.kk.2017

Arto Saari

Professori, tutkimuksen vastuullinen johtaja
puh. 050 301 6026
Sähköposti: arto.saari@tut.fi

LIITE B: TEEMAHAASTATTELURUNKO: TILAAJA

Teemahaastattelurunko – Vaativat korjaushankkeet, tilaaja

1. Haastateltava

Perustiedot haastateltavasta, organisaatio, toimenkuva

Toimenkuva ja tehtävät käsiteltävässä hankkeessa?

2. Hanke

Kerro hankkeesta yleisesti:

- Kohteen käyttötarkoitus (muuttuiko vai pysyi samana)?
- Hankkeen koko: euromääräisesti ja laajuudeltaan?
- Hankkeen aikataulu (vaiheittain kuukausitasolla)? Mitkä tekijät määrittivät rakennusajan (rakentamisen alkamisen ja loppumisen)?
- Mikä oli kohteen toteutusmuoto?
 - Kenen vastuulla suunnittelun johtaminen ja toisaalta suunnittelun ohjaus olivat? Kenen nimiin suunnittelijasopimukset oli tehty?
 - Miten urakat oli jaettu ja organisoitu?
- Mitä korjattiin ja kuinka perusteellisesti (korjausasteet rakenteissa, pinnoissa ja talotekniikassa)? Tehtiinkö lisärakentamista (laajennuksia)?
- Oliko kohteessa merkittäviä ominaispiirteitä (esim. suojelulliset asiat, vaativia rakenteita, oliko kohde turvaluokiteltu)?
- Valmistuiko hanke aikataulun tai budjetin puitteissa? (**Dokumentteja tutkijoiden käyttöön?**) Mitkä tekijät aiheuttivat aikataulun tai budjetin pettämisen?

3. Lohkotus

Miten kohde oli lohkotettu? Millä perusteella?

- Muutettiin lohkoja esim. suunnittelu-, purku- tai rakennusvaihetta varten?
- Vaikuttiko mahdollinen käyttö korjaamisen aikana kohteen lohkotukseen?
- Tehtiinkö kohteessa töitä maanalaisissa tiloissa, vaikuttivatko ne lohkotukseen?
- Miten talotekniikan palvelualueet vaikuttivat lohkotukseen?

Otettiin kohde käyttöön lohkoittain vai luovutettiin se kerralla?

4. Tuotanto

Oliko rakennus käytössä korjauksen aikana? Miten käyttö otettiin huomioon tuotannossa (väistötilat, tuotannon osittelu)?

- Jos oli, niin aiheutuiko käytöstä haittaa rakennustöille tai toisin päin?
- Minkälaisia ja miten ne ratkaistiin?

Muuttuivatko suunnitelmat tuotannon aikana? Tehtiinkö paljon lisä- ja muutostöitä rakentamisen aikana?

- Mitkä olivat keskeisiä syitä lisä- ja muutostöihin?

Löytyikö rakenteista yllätyksiä, jotka aiheuttivat lisä-/muutostöitä tai uudelleensuunnittelua? Millaisia?

- Miten näihin oli varauduttu tai oltaisiin voitu varautua?
- Mitä esitutkimuksia kohteessa oli tehty?
- Olivatko rakennuksen kuntotutkimukset riittävän tarkkoja ja kattavia?

Oliko kohteessa ongelmia työmaalogistiikan tai varastotilan suhteen?

- Miksi? Miten ongelmat oli ratkaistu?

Käytettiinkö kohteessa teollisia korjausmenetelmiä? Millaisia? Miksi niitä käytettiin/ei käytetty (aikataulu ja kustannussyitä)?

- Miten tämä vaikutti suunnitteluun ja toteutukseen?
- Miten teollisten korjausmenetelmien käyttö onnistui?

Mikä oli suurin tuotannon ongelma, joka aiheutti aikataulu- tai kustannusylityksiä?

- Mitkä olivat sen syyt?

Oliko rakentamisessa tai hankeprosessissa onnistumisia?

- Mitkä olivat onnistumisten syyt?

5. Tuotannon huomioiminen hankkeen suunnittelussa

Miten tuotantotekniset asiat huomioitiin hankesuunnitteluvaiheessa vai otettiin niitä lainkaan huomioon? (**Hankesuunnitelma tutkijoiden käyttöön?**)

- Mitkä osapuolet olivat vaiheessa mukana?
- Kuka arvioi tuotantoteknisiä asioita?

Entä ehdotus- tai yleissuunnittelussa, huomioitiinko tuotantoteknisiä asioita näissä vaiheissa? (**Ehdotussuunnitelmia tutkijoiden käyttöön?**)

- Mitkä osapuolet olivat vaiheessa mukana?
- Kuka arvioi tuotantoteknisiä asioita?
- Tehtiinkö kohteessa tietomallinnusta?

Missä vaiheessa urakoitsija liitettiin hankkeeseen? Miksi tällöin?

Miten tuotanto olisi voitu ottaa huomioon ja ongelmiin varautua hanke- ja ehdotussuunnitteluvaiheessa? Tässä hankkeessa? Jatkossa muissa hankkeissa?

- Mitkä näkisit hyvinä toimenpiteinä tähän? Ehdotuksia?
- Urakoitsijan rooli? Neuvoa antava vai jo valittu ja hankkeeseen sidottu urakoitsija?

LIITE C: TEEMAHAASTATTELURUNKO: URAKOITSIJA

Teemahaastattelurunko – Vaativat korjaushankkeet, urakoitsija

1. Haastateltava

Perustiedot haastateltavasta, organisaatio, toimenkuva

2. Hanke

Kerro hankkeesta yleisesti:

- Kohteen käyttötarkoitus (muuttuiko vai pysyi samana)?
- Hankkeen koko: euromääräisesti ja laajuudeltaan?
- Hankkeen aikataulu (vaiheittain kuukausitasolla)? Mitkä tekijät määrittivät rakennusajan (rakentamisen alkamisen ja loppumisen)?
- Mikä oli kohteen toteutusmuoto?
 - Kenen vastuulla suunnittelun johtaminen ja toisaalta suunnittelun ohjaus olivat? Kenen nimiin suunnittelijasopimukset oli tehty?
 - Miten urakat oli jaettu ja organisoitu?
- Mitä korjattiin ja kuinka perusteellisesti (korjausasteet rakenteissa, pinnoissa ja talotekniikassa)? Tehtiinkö lisärakentamista (laajennuksia)?
- Oliko kohteessa merkittäviä ominaispiirteitä (esim. suojelulliset asiat, vaativia rakenteita, oliko kohde turvaluokiteltu)?
- Valmistuiko hanke aikataulun tai budjetin puitteissa? (**Dokumentteja tutkijoiden käyttöön?**) Mitkä tekijät aiheuttivat aikataulun tai budjetin pettämisen?

3. Lohkotus

Miten kohde oli lohkotettu? Millä perusteella?

- Muutettiin lohkoja esim. suunnittelu-, purku- tai rakennusvaihetta varten?
- Vaikuttiko mahdollinen käyttö korjaamisen aikana kohteen lohkotukseen?
- Tehtiinkö kohteessa töitä maanalaisissa tiloissa, vaikuttivatko ne lohkotukseen?
- Miten talotekniikan palvelualueet vaikuttivat lohkotukseen?

Otettiinkö kohde käyttöön lohkoittain vai luovutettiin se kerralla?

4. Tuotanto

Oliko rakennus käytössä korjauksen aikana? Miten käyttö otettiin huomioon tuotannossa (väistötilat, tuotannon osittelu)?

- Jos oli, niin aiheutuiko käytöstä haittaa rakennustöille tai toisin päin?
- Minkälaisia ja miten ne ratkaistiin?

Muuttuivatko suunnitelmat tuotannon aikana? Tehtiinkö paljon lisä- ja muutostöitä rakentamisen aikana?

- Mitkä olivat keskeisiä syitä lisä- ja muutostöihin?

Löytyikö rakenteista yllätyksiä, jotka aiheuttivat lisä-/muutostöitä tai uudelleensuunnittelua? Millaisia?

- Miten näihin oli varauduttu tai oltaisiin voitu varautua?
- Mitä esitutkimuksia kohteessa oli tehty?
- Olivatko rakennuksen kuntotutkimukset riittävän tarkkoja ja kattavia?

Oliko kohteessa ongelmia työmaalogistiikan tai varastotilan suhteen?

- Miksi? Miten ongelmat oli ratkaistu?

Käytettiinkö kohteessa teollisia korjausmenetelmiä? Millaisia? Miksi niitä käytettiin/ei käytetty (aikataulu ja kustannussyitä)?

- Miten tämä vaikutti suunnitteluun ja toteutukseen?
- Miten teollisten korjausmenetelmien käyttö onnistui?

Mikä oli suurin tuotannon ongelma, joka aiheutti aikataulu- tai kustannusylityksiä?

- Mitkä olivat sen syyt?

Oliko rakentamisessa tai hankeprosessissa onnistumisia?

- Mitkä olivat onnistumisten syyt?

5. Tuotannon huomioiminen hankkeen suunnittelussa

Harmaalla kirjoitetut kysymykset kysytään, jos urakoitsija on ollut ko. vaiheessa mukana.

Miten tuotantotekniset asiat huomioitiin hankesuunnitteluvaiheessa vai otettiin niitä lainkaan huomioon? (**Hankesuunnitelma tutkijoiden käyttöön?**)

- Mitkä osapuolet olivat vaiheessa mukana?
- Kuka arvioi tuotantoteknisiä asioita?

Entä ehdotus- tai yleissuunnittelussa, huomioitiinko tuotantoteknisiä asioita näissä vaiheissa? (**Ehdotussuunnitelmia tutkijoiden käyttöön?**)

- Mitkä osapuolet olivat vaiheessa mukana?
- Kuka arvioi tuotantoteknisiä asioita?
- Tehtiinkö kohteessa tietomallinnusta?

Oliko tuotantoa huomioitu riittävästi ja onnistuneesti hankkeen alussa? Ennen kuin urakoitsija tuli mukaan hankkeeseen.

- Millaisia asioita hanke- ja ehdotussuunnittelussa kannattaa huomioida tuotannon osalta?

Missä vaiheessa urakoitsija liitettiin hankkeeseen? (Miksi tällöin?)

Olisiko ollut hyötyä, jos urakoitsija olisi ollut aikaisemmin mukana?

Oliko urakoitsijalla riittävät mahdollisuudet vaikuttaa suunnitelmien rakennettavuuteen ym., kuunneltiin mahdollisia ehdotuksia?

Miten tuotanto olisi voitu ottaa huomioon ja ongelmiin varautua hanke- ja ehdotussuunnitteluvaiheessa? Tässä hankkeessa? Jatkossa muissa hankkeissa?

- Mitkä näkisit hyvinä toimenpiteinä tähän? Ehdotuksia?
- Urakoitsijan rooli? Neuvoa antava vai jo valittu ja hankkeeseen sidottu urakoitsija?

LIITE D: TEEMAHAASTATTELURUNKO: SUUNNITTELIJA

Teemahaastattelurunko – Vaativat korjaushankkeet, suunnittelija

1. Haastateltava

Organisaatio

Toimenkuva ja tehtävät käsiteltävässä hankkeessa

2. Hanke

Hankkeen aikataulu teidän osalta? Missä vaiheessa tulitte mukaan hankkeeseen?

Kenen vastuulla suunnittelun johtaminen ja ohjaus olivat? Kenen nimiin suunnittelijasopimukset oli tehty?

- Olivatko vastuut suunnittelun johtamisesta selkeät? Miten suunnittelun johtaminen onnistui?

Kaupallinen malli ja laskutusperuste suunnittelussa?

Mitä korjattiin ja kuinka perusteellisesti (korjausasteet rakenteissa, pinnoissa ja talotekniikassa)? Tehtiinkö lisärakentamista (laajennuksia)?

Merkittävät ominaispiirteet kohteessa (esim. suojelulliset asiat, vaativia rakenteita, oliko kohde turvaluokiteltu)?

Valmistuiko hanke aikataulun ja budjetin puitteissa? Mitkä tekijät mahdollisesti aiheuttivat aikataulun tai budjetin ylittymisen?

3. Lohkotus

Vaikuttiko kohteen lohkotus suunnitteluun?

Muutettiin lohkoja esim. suunnittelu-, purku- tai rakennusvaihetta varten?

4. Suunnittelu ja rakentaminen

Lähtötiedot suunnittelua varten:

- Olivatko lähtötiedot riittävän tarkat ja paikkansa pitävät?
- Saatiinko lähtötiedot riittävän ajoissa?

Muuttuivatko suunnitelmat tuotannon aikana?

- Mitkä olivat keskeisiä syitä suunnitelmien muutoksiin?

Löytyikö rakenteista yllätyksiä, jotka aiheuttivat tai uudelleensuunnittelua? Millaisia?

- Miten näihin oli varauduttu tai oltaisiin voitu varautua?
- Mitä esitutkimuksia kohteessa oli tehty?
- Olivatko rakennuksen kuntotutkimukset riittävän tarkkoja ja kattavia?

Suunnitelmien yhteensopivuus:

- Toteutuiko pääsuunnittelijan velvollisuus suunnitelmien yhteensovittamisesta?
- Aiheutuiko suunnitelmaristiriidoista ongelmia?

Yhteistyö osapuolten välillä:

- Oliko suunnittelijoiden ja suunnittelualojen välinen yhteistyö onnistunutta?
- entä suunnittelijoiden ja tilaajan & käyttäjän välinen yhteistyö?
- suunnittelijoiden ja urakoitsijan välinen yhteistyö?

Tehtiinkö kohteessa tietomallinnusta?

- Oliko se onnistunut?

Suunniteltiinko oikeita asioita oikeaan aikaan? Tarkentuivatko suunnitelmat sopivassa tahdissa hankkeen edetessä?

Mikä oli suurin/suurimmat suunnittelun ongelmat, joka aiheuttivat aikataulu- tai kustannusylityksiä?

- Mitkä olivat sen syyt?

Onnistumiset suunnittelussa ja hankeprosessissa?

- Mitkä olivat onnistumisten syyt?

5. Tuotannon huomioiminen hankkeen suunnittelussa

Miten tuotantotekniset asiat ja suunnitelmien rakennettavuus huomioitiin suunnittelussa?

- Keskusteltiinko näistä pääurakoitsijan kanssa?

Näettekö etua siitä, jos urakoitsija on vaativissa korjaushankkeissa mukana suunnittelussa (hanke-, ehdotus-, yleis-, toteutussuunnittelu)?

Miten tuotanto olisi voitu ottaa huomioon ja ongelmiin varautua hanke- ja ehdotussuunnittelussa ja myös myöhemmin suunnittelussa? Tässä hankkeessa? Jatkossa muissa hankkeissa?

- Millaisia asioita voi ja kannattaa huomioida hankkeen alussa?
- Mitkä näkisit hyvinä toimintatapoina tähän?

LIITE E: HAASTATTELUT

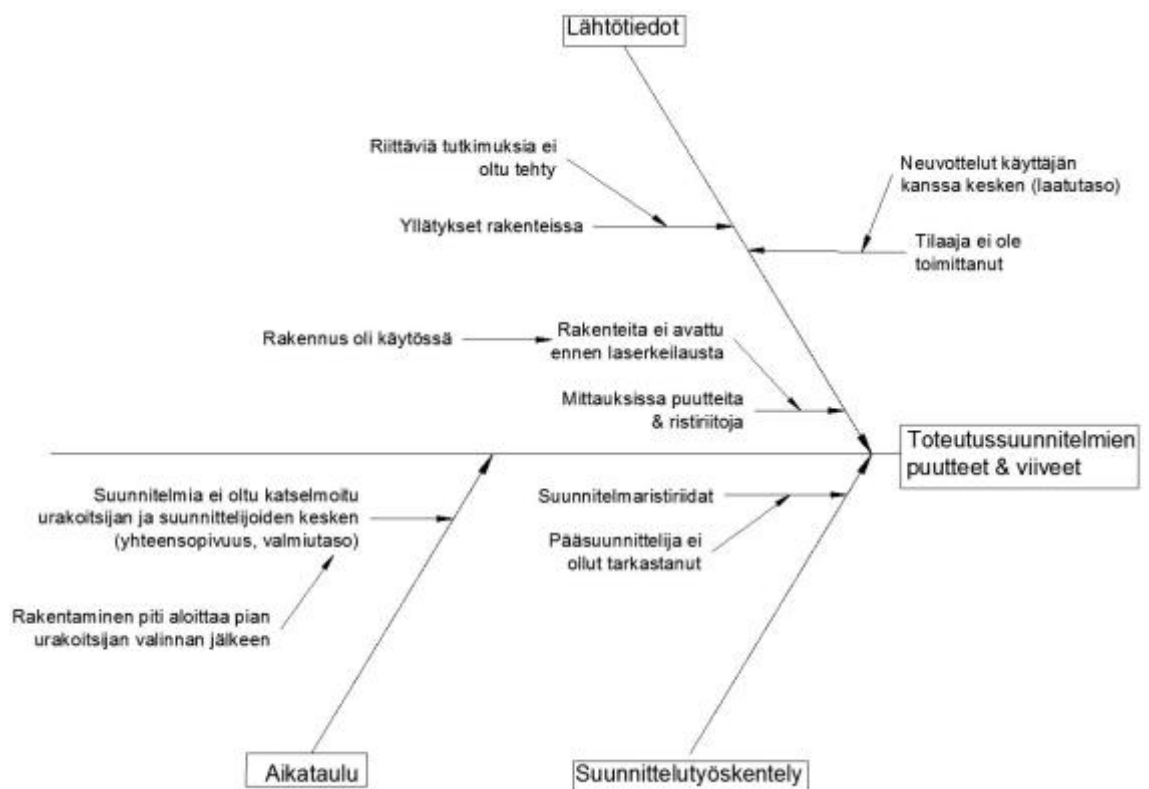
Kohteen numero	Kohde	Osapuoli	Haastatellut henkilöt
1	Hanasaaren kulttuurikeskus	Tilaja Pääurakoitsija Rakennesuunnittelija	Rakennuttajapäällikkö Työpäällikkö, työmaainsinööri & vastaava mestari Projektinjohtaja (rakennesuunnittelu)
2	Kansalliskirjasto	Tilaja Pääurakoitsija	Kiinteistöjohtaja (hankkeen johtoryhmän puheenjohtaja) Työpäällikkö & projektikoordinaattori
3	Elisan pääkonttori	Rakennuttakonsultti Pääurakoitsija & talotekniikkaurakoitsija	Rakennuttajakonsultti Pääurakoitsija: työpäällikkö, vastaava mestari, Talotekniikkaurakoitsija: Senior vice president
4	Espoonlahden kirkko	Tilaja & rakennuttajakonsultti Pääurakoitsija	Tilajan laatukoordinaattori & rakennuttajakonsultti Työpäällikkö & vastaava mestari
5	Lahden kaupunginsairaala	Tilaja Pääurakoitsija	Investointipäällikkö & projektipäällikkö Aluejohtaja, työpäällikkö & työmaainsinööri
6	Leppävaaran uimahalli ja maauimala	Tilaja Pääurakoitsija	Investointipäällikkö & projektipäällikkö Työpäällikkö & vastaava mestari
7	Teollisuuskatu 23-25	Tilaja Pääurakoitsija	Rakennuspäällikkö & projektinjohtaja Työpäällikkö & vastaava mestari
8	Tapiolan koulu	Tilaja Pääurakoitsija	Projektipäällikkö Työpäällikkö

LIITE F: TUTKIMUKSEN KOHTEENA OLLEILLE KORJAUSHANKKEILLE LAADITUT JUURISYYANALYYSIT

Tutkimushanke 1: Hanasaaren kulttuurikeskus



Juurisyyanalyysiin valittiin toteutussuunnitelmien puutteet. Juurisyyanalyysi on esitetty kalanruotokaavion muodossa alla.



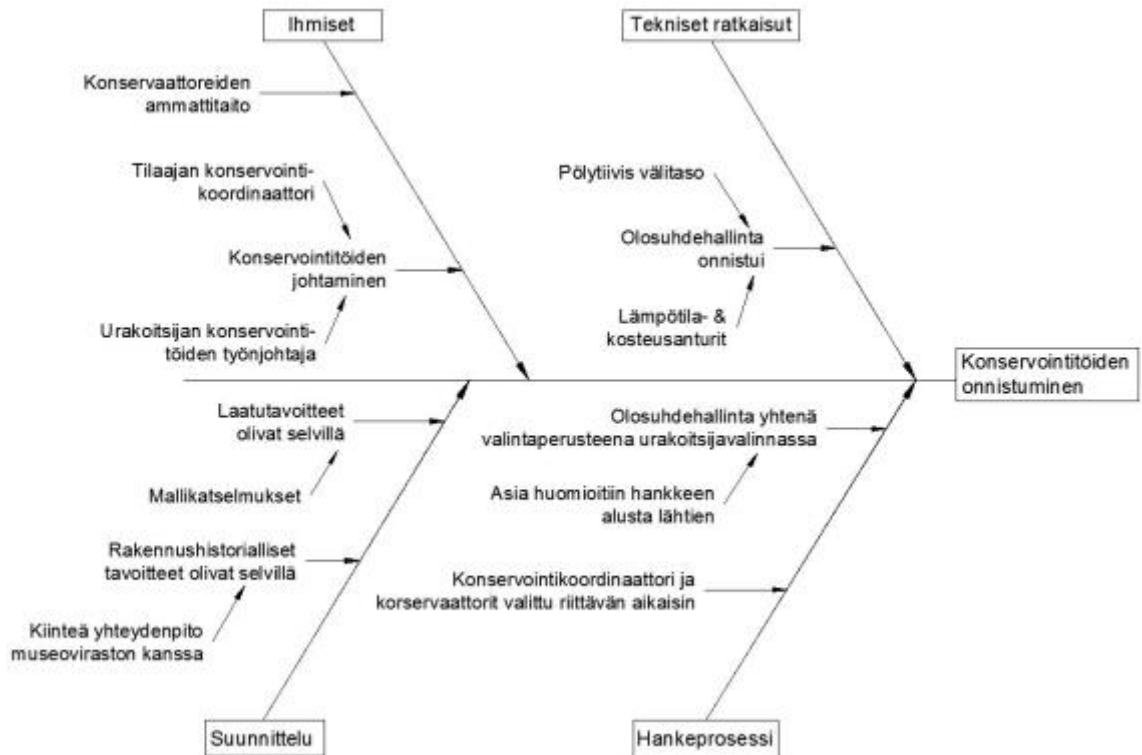
Juurisyyanalyysin perusteella suunnitelmien puutteisiin vaikutti monia tekijöitä, joista merkittävä osa liittyi lähtötietoihin. Mikäli rakennemittaukset oltaisiin saatu suoritettua tarkasti ja laadittua niistä luotettava rakennemalli, oltaisiin välttytty useiden asioiden uudelleensuunnittelulta ja rakenne- ja arkkitehtimallien ristiriitaa ei luultavimmin olisi ilmennyt. Laserkeilaukset oli tehty kalusteiden ja pintarakenteiden ollessa paikallaan, joten rakennuksen runkoa ei luotettavasti pystytty määrittämään mittauksista. Ongelma olisi ratkennut riittävällä rakenneavauksilla ennen mittauksia, mutta niiden tekeminen käytössä olevassa rakennuksessa on vaikeaa. Hankkeen aikataulun laatiminen niin, että käyttäjät poistuvat rakennuksesta ajoissa ennen rakentamisen alkua tai tarvittavien järjestelyjen tekeminen niin, että rakenneavauksia oltaisiin voitu tehdä käyttäjien ollessa paikalla, olisi voinut lieventää lähtötieto-ongelmia. Osaltaan lähtötietoviiveitä suunnitteluun aiheutti myös tilaajan ja käyttäjän väliset neuvottelut ratkaisujen laatutasosta.

Hankkeen aikataulusuunnittelu epäonnistui suunnittelun osalta. Rakentaminen piti aloittaa pian urakoitsijan valinnan jälkeen, mistä johtuen urakoitsija ja suunnittelijat eivät ehtineet tekemään suunnitelmakatselmuksia. Aikataulun pettämisestä johtuen suunnitelmia ei myöskään sovitettu yhteen riittävän hyvin. Urakoitsija ja rakennesuunnittelija kuitenkin pitivät suunnitelmakatselmuksia tärkeinä, koska niissä olisi voinut tulla esille suunnitelmien täydennys- tai tarkennustarpeita, jotka nyt huomattiin vasta rakentamisvaiheessa ja viivästyttivät siten rakentamista. Urakoitsijan liittämistä hankkeeseen viivästytti myöhäinen päätös hankkeen toteuttamisesta allianssimallilla. Kun allianssiin siirtymisestä oli päätetty, urakoitsija pyrittiin saamaan mukaan mahdollisimman nopeasti.

Tutkimushanke 2: Kansalliskirjasto



Konservointitöiden onnistuminen valittiin juurisyyanalyysin kohteeksi, koska se oli keskeinen ominaispiirre hankkeessa. Onnistumisen syitä on esitetty kalanruotokaaviossa alla.



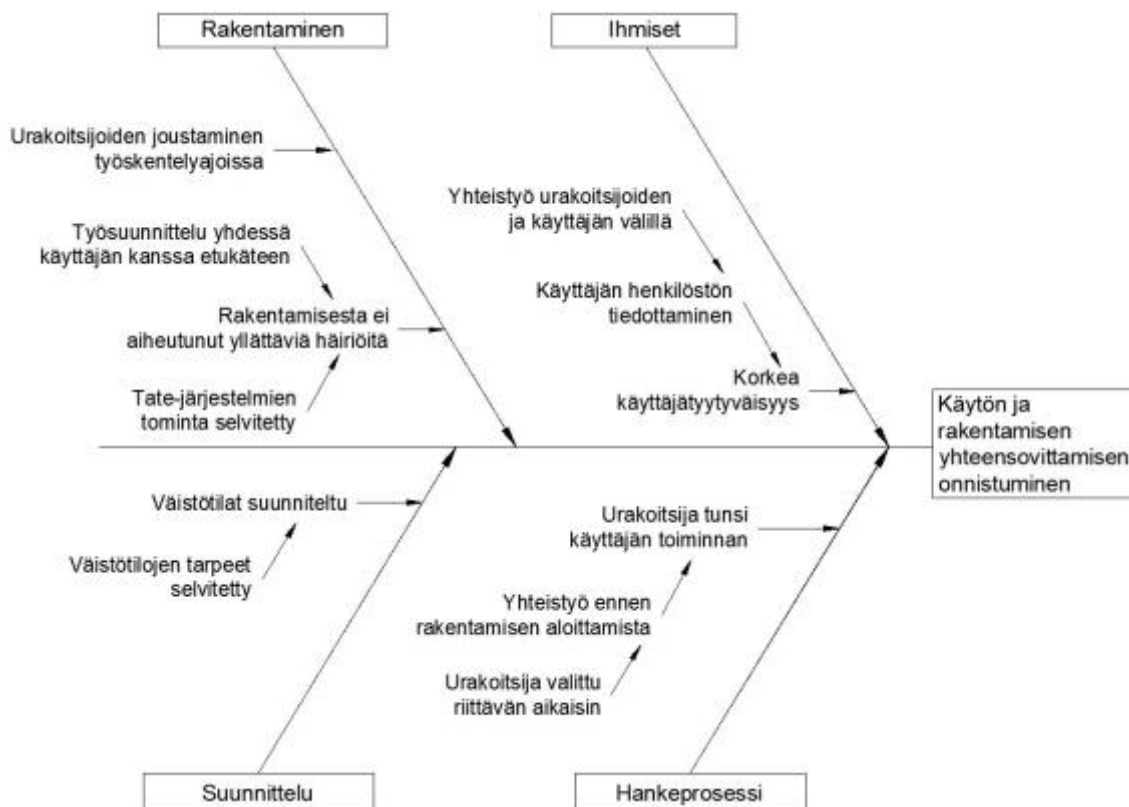
Konservointitöiden onnistumisen mahdollisti se, että niiden tärkeys oli hankkeessa huomioitu alusta alkaen. Tilaaaja liitti hankkeeseen riittävän ajoissa konservointikoordinaattorin, joka oli yhteydessä konservaattoreihin ennen rakentamisen aloittamista. Näin varmistettiin riittävä konservointiosaamisen saaminen hankkeeseen. Myös olosuhdehallinnan tärkeys konservointitöiden onnistumiselle tunnistettiin. Tämän mahdollistamiseksi suunnitteluvaiheessa päätettiin ehdottamaan rakentamisen aikaista pölytiivistä välitasa. Tilaaaja otti olosuhdehallinnan toteuttamisen mukaan urakoitsijan valintaperusteisiin, millä varmistettiin sen huomioiminen tuotannosuunnittelussa ja rakentamisessa alusta lähtien.

Rakentamisen aikana olosuhdehallinnan onnistumiseen vaikuttaneita teknisiä ratkaisuja olivat edellä mainitut pölytiiviset välitasot sekä omat ilmanvaihtokoneet eri osille ja lämpötilan ja kosteuden seuranta. Konservointitöiden suunnittelussa mallien teko ja niiden katselmointi oli hyvä toimintatapa. Malleilla pystyttiin määrittämään laatutaso tarkasti ja sekä työnjohtajille, että konservaattoreille oli selvää, millaiseen lopputulokseen pyritään. Konservoinnin johtamiseksi tilaajalla oli konservointikoordinaattori ja urakoitsijalla oli oma konservointitöiden työnjohtaja.

Tutkimushanke 3: Elisan pääkonttori



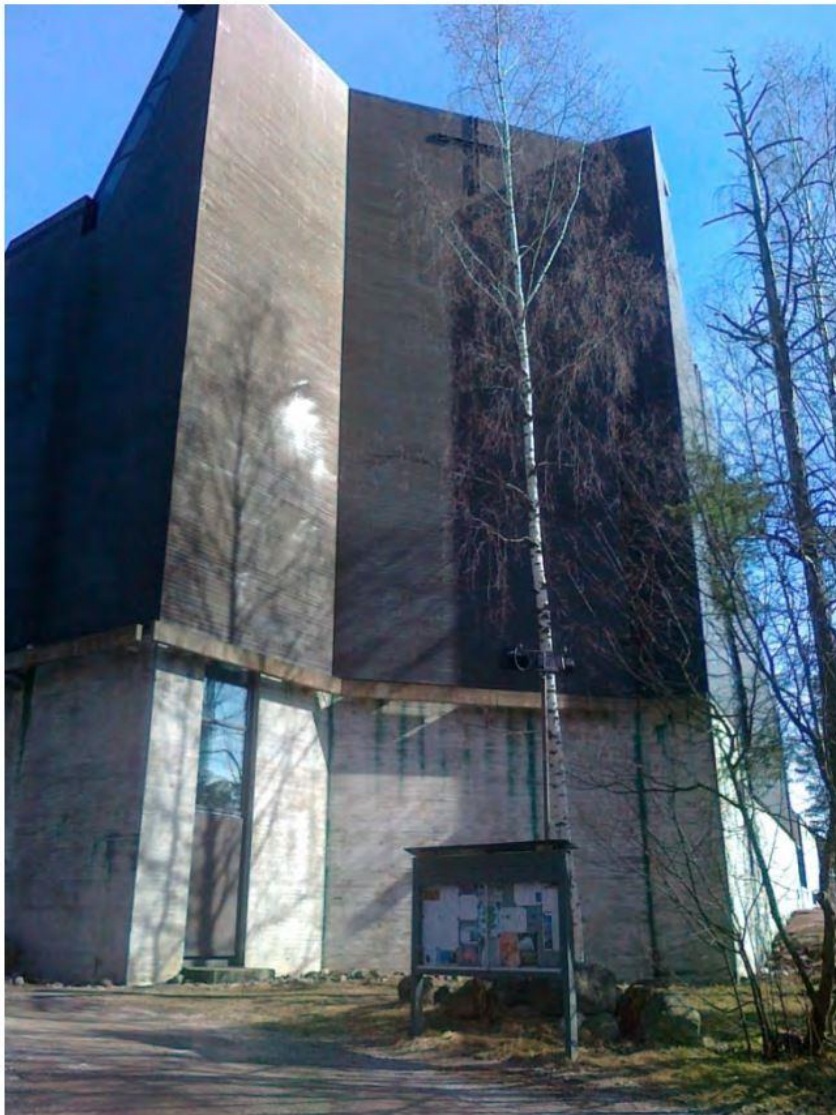
Haasteista huolimatta käyttö ja rakentaminen onnistuttiin hankkeessa sovittamaan hyvin yhteen ja sillä oli koko hankkeen onnistumiselle huomattava vaikutus. Tästä syystä asia valittiin käsiteltäväksi juurisyyanalyyseissa, josta tehty kalanruotokaavio on esitetty alla.



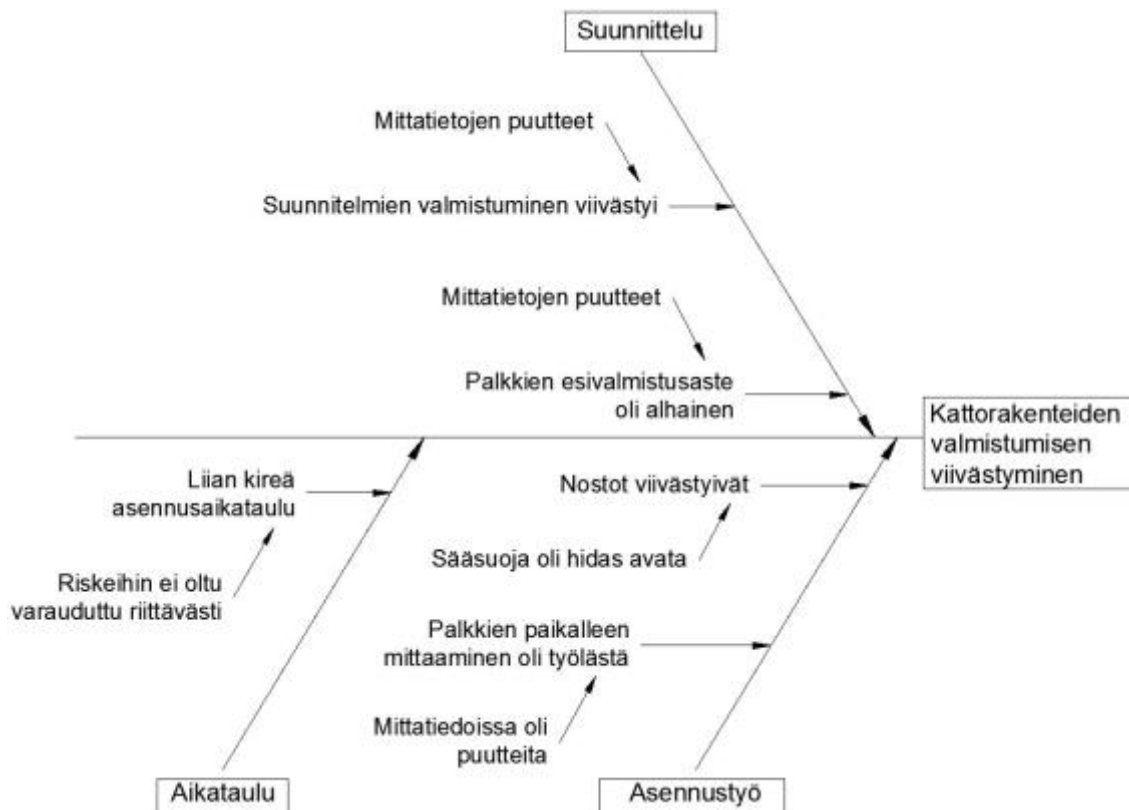
Hankeprosessin kannalta onnistunutta oli urakoitsijan valinta riittävän aikaisin. Urakoitsija ja käyttäjä tekivät yhteistyötä ennen rakentamisen aloittamista, joten käyttäjän toiminta sekä heidän edustajansa tulivat urakoitsijalle tutuiksi, mikä helpotti yhteistyön tekemistä koko hankkeen aikana. Käyttäjän ja urakoitsijan tiivis yhteistyö mahdollisti käyttäjän koko henkilöstön aktiivisen tiedottamisen, mikä häiriöiden minimoimisen ohella johti korkeaan käyttäjätyytyväisyyteen.

Rakentamisesta ei juurikaan aiheutunut yllättäviä häiriöitä käyttäjälle, mikä johtui huolellisesta työsuunnittelusta käyttäjän kanssa. Ennen jokaisen työvaiheen aloitusta työsuunnittelua tehtiin käyttäjän kanssa. Urakoitsija kertoi rakentamisesta aiheutuvat häiriöt käyttäjälle, joka kertoi mitkä niistä ovat heidän kannaltaan hyväksyttävissä. Tämän jälkeen urakoitsija ja käyttäjä kehittivät yhdessä ratkaisut häiriöiden minimoimiseksi. Tärkeää oli myös tietoisuus taloteknisten järjestelmien toiminnasta, jolloin niissä ei tullut odottamattomia katkoksia. Häiriöiden minimoimiseksi urakoitsija jousti tarpeen tullen myös työskentelyajoissa.

Tutkimushanke 4: Espoonlahden kirkko



Esponlahden kirkon korjauksesta juurisyyanalyysiin valittiin kattorakenteiden valmistumisen viivästyminen. Kalanruotokaavio on esitetty alla.



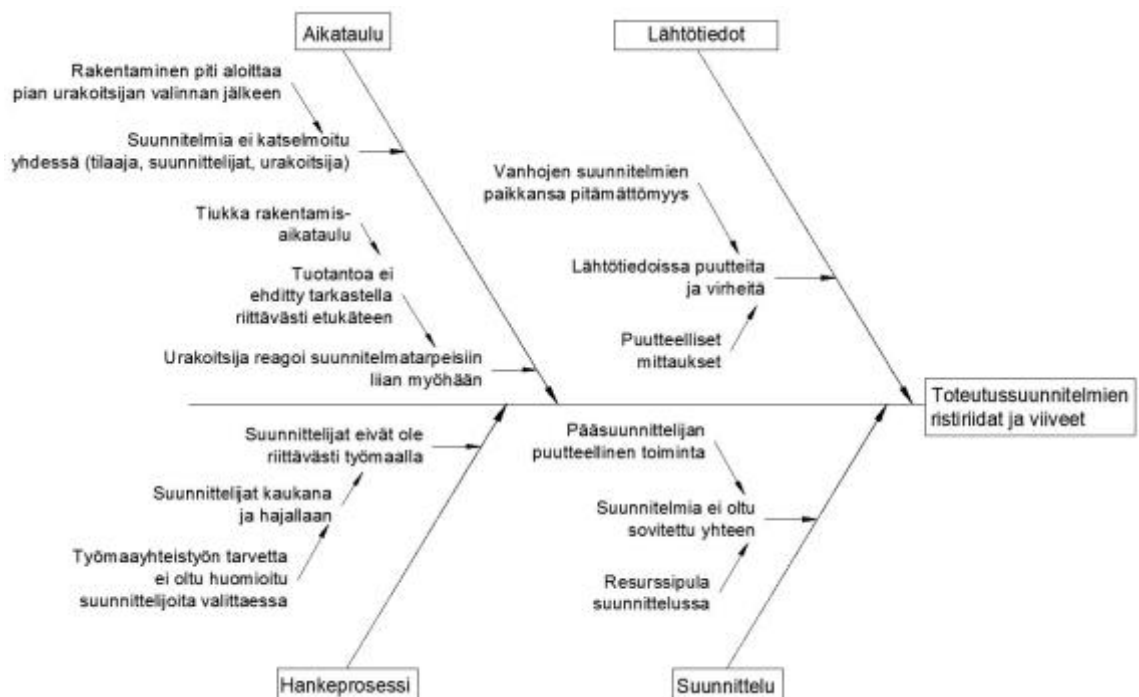
Kirkkosalin kattorakenne oli haastava sekä suunnitella että toteuttaa ja säästettävien rakenteiden mittatietojen puutteet lisäsivät ongelmia. Mittatietojen puutteet johtivat suunnitelmien viivästymiseen ja liimapuupalkkien asentamisen työläyteen. Vaativa rakenne huomioiden myös alun perin suunniteltu asennusaikataulu saattoi olla liian optimistinen, eikä riskejä oltu huomioitu riittävästi, mikä näkyi esimerkiksi sääsuojauksessa.

Suuren sääsuojan avaaminen vei aikaa, mikä osaltaan viivästytti liimapuupalkkien asennusten tekemistä. Sääsuojan hankinnassa oli haasteita, ja tarjoajien määrä oli pieni. Toisaalta epäselväksi jäi, olisiko markkinoilla ollut kyseisen kokoluokan sääsuojia, jotka olisivat olleet helpommin avattavissa, ja olisiko sellainen ollut mahdollista saada tähän kohteeseen, jos sääsuojan hankinta olisi aloitettu aiemmin.

Tutkimushanke 5: Lahden kaupunginsairaala



Suunnitteluun liittyvät haasteet valittiin juurisyyanalysin kohteeksi, koska ne vaikuttivat rakentamiseen merkittävästi. Toteutussuunnitelmien puutteiden ja ristiriitojen juurisyitä on esitetty alla.



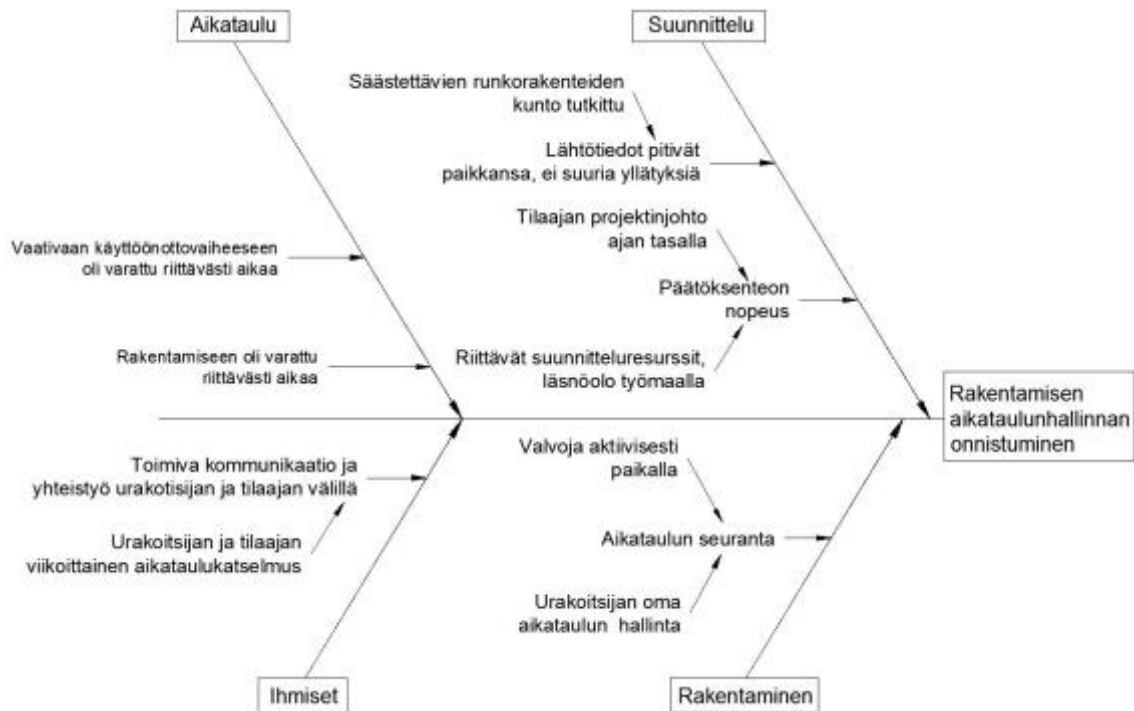
Suunnittelutarvetta rakentamisen aikana nostivat puutteelliset lähtötiedot kohteesta, sillä osa vanhoista suunnitelmista eivät pitäneet paikkaansa ja rakennuksesta tehdyt mittaukset olivat puutteelliset. Lisäksi suunnitelmien yhteensopivuudessa oli puutteita, jotka huomattiin rakentamisen aikana. Heikkoon yhteensopivuuteen vaikuttivat pääsuunnittelijan puutteellinen suoritus sekä riittämättömät resurssit suunnittelussa.

Edellä mainittujen ongelmien ratkaisemista rakentamisen aikana hankaloittivat tiukka rakentamisaikataulu sekä se, ettei rakentamisen aikaiseen suunnitteluun oltu varauduttu riittävän hyvin. Rakentamisen oli määrä alkaa noin kuukauden kuluttua urakoitsijan valinnasta, joten yhteisille suunnitelmakatselmuksille ei ollut aikaa. Lisäksi rakentamisaikataulu kokonaisuudessaan oli tiukka. Kiireen vuoksi urakoitsija ei ehtinyt tarkastella suunnitelmatarpeitaan etukäteen ja myöhään paljastuneet puutteet ja ristiriidat haittasivat tuotantoa. Kun tarve suunnitelmien muutokselle ilmeni, niiden toteuttaminen oli hidasta. Rakentamisen aikaiseen suunnitteluun ei oltu varauduttu riittävästi. Tästä johtuen suunnitteluresurssit eivät olleet riittävät ja suunnittelijat sijaitsivat kaukana, joten heitä oli vaikea saada paikalle työmaalle.

Tutkimushanke 6: Leppävaaran uimahalli ja maauimala



Rakentamisen aikainen aikataulunhallinta onnistui hankkeessa hyvin ja se otettiin juurisyysanalyysin kohteeksi. Juurisyitä on esitetty kalanruotokaavion muodossa alla.



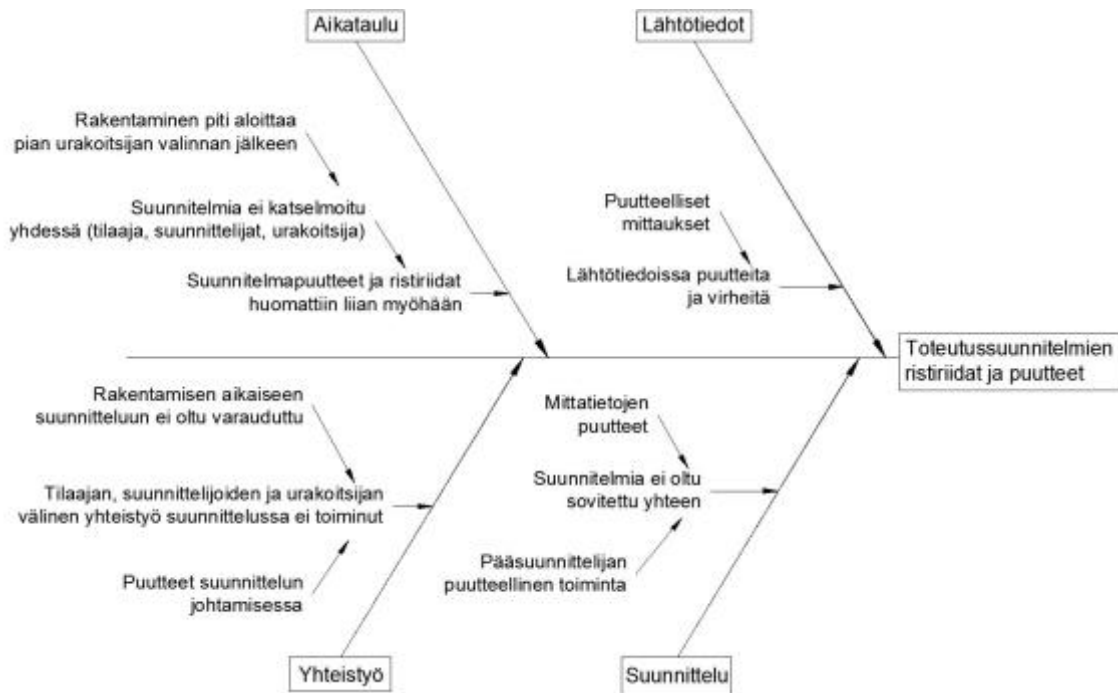
Aikataulun hallintaa edesauttoi se, että rakentamisvaiheelle oli varattu riittävästi aikaa hanketta suunniteltaessa. Lisäksi laitospäivän käyttöönottovaiheen vaativuus oli tunnistettu ja tälle oli varattu riittävästi aikaa. Rakentamisen taustalla aikataulun pitävyyteen vaikutti hankkeen onnistunut suunnittelu. Rakentamisvaiheen kannalta tärkeää on, ettei korjattavasta kohteesta löydy merkittävästi aikatauluun vaikuttavia yllätyksiä. Tässä kohteessa säästettävän betonirungon kunto oli tutkittu hyvin. Suunnitteluasiat eivät viivästyttäneet tuotantoa, koska suunnitteluresurssit olivat riittävät rakentamisen aikana ja suunnittelijat olivat riittävästi läsnä työmaalla. Näin esiin tulleet asiat pystyttiin käsittelemään tehokkaasti.

Myös päätöksenteko oli nopeaa. Tilaajan projektinjohto oli jatkuvasti tietoinen hankkeen tilanteesta ja päätökset pystyttiin tekemään nopeasti. Tilaajan konsulttina toiminut valvoja oli aktiivisesti työmaalla. Lisäksi urakoitsijan oma aikataulunhallinta toimi hyvin. Viikoittaisissa aikataulupalavereissa tilaajan kanssa urakoitsija esitti työmaan tilanteen ja toimenpiteet mahdollisten viivästysten kiinni saamiseksi. Erityisesti vaativan paikallavalurungon osalta tämän toimintavan katsottiin vaikuttaneen aikataulun pitämiseen.

Tutkimushanke 7: Teollisuuskatu 23-25



Juurisyyanalyysi tehtiin suunnitteluun liittyvistä ongelmista rakentamisen aikana. Analyysi on esitetty kalanruotokaavion muodossa alla.

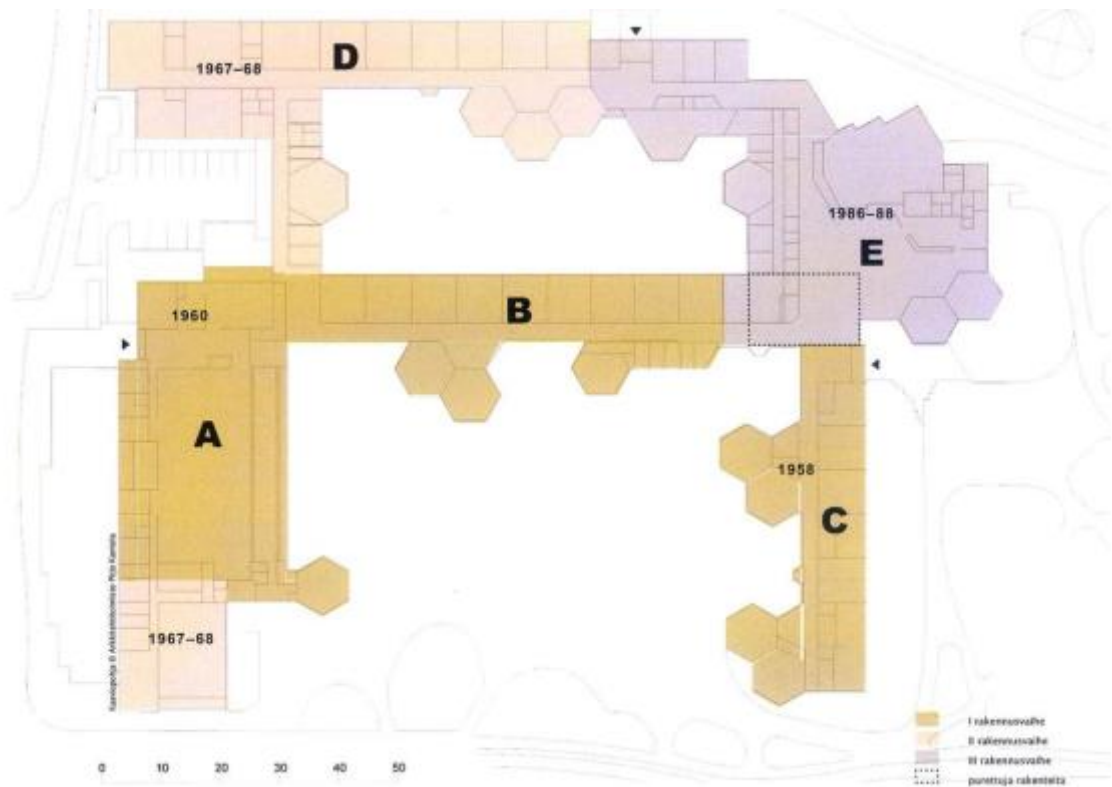


Suunnitelmien ristiriidat olivat ongelmana hankkeessa ja yhdeksi syyksi nähtiin pääsuunnittelijan puutteellinen toiminta yhteensopivuuden varmistamisessa. Toisaalta myös puutteelliset

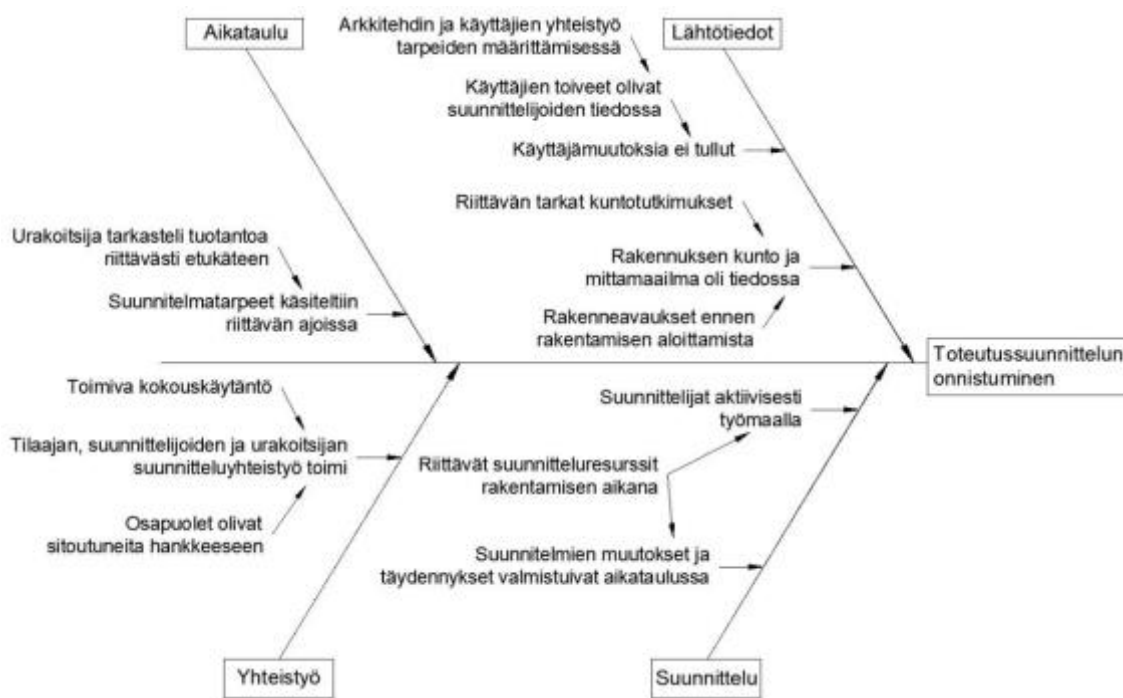
mittatiedot vaikeuttivat yhteensopivien suunnitelmien laatimista ja muutoksia jouduttiin tekemään mittatietojen tarkentuessa rakentamisen aikana. Tämä taas aiheutti valmiiden toteutussuunnitelmien viivästymisen.

Merkittävä ongelma oli myös suunnittelu yhteistyön toimimattomuus rakentamisen aikana ja puutteellisten suunnitelmien saattaminen valmiiksi oli työlästä. Rakentamisen aikaiseen suunnitteluun ei oltu varauduttu riittävän hyvin ja toimintatavat suunnitelma-asioiden käsittelyyn eivät olleet selkeitä. Suunnitelmia ei oltu katselmoitu yhdessä tilaajan, suunnittelijoiden ja urakoitsijan kanssa ennen rakentamisen aloitusta, koska aikataulu urakoitsijan valinnasta rakentamisen aloittamiseen oli tiukka. Tämä vaikutti siihen, että urakoitsija huomasi tarvittavat suunnitelmatäydennykset ja muutokset vasta rakentamisen aikana, jolloin niiden tekemiseen jäi liian lyhyt aika.

Tutkimushanke 8: Tapiolan koulu



Suunnittelu oli hankkeessa onnistunutta sekä tilaajan että urakoitsijan mielestä ja se näkyi rakentamisen aikana. Toteutussuunnittelun onnistumisen juurisyytä on esitetty alla.



Sekä rakennuksesta hankitut lähtötiedot, että käyttäjien tarpeiden selvittäminen mahdollistivat sen, että hankkeessa ei esiintynyt merkittäviä suunnitteluun vaikuttavia yllätyksiä. Arkkitehti oli mukana käyttäjien tarpeiden määrittämisessä ja hän kommunikoi niistä tehokkaasti muille suunnittelijoille. Käyttäjämuitoksia ei tullut, kun toiveet oli selvitetty ja ne olivat osapuolten tiedossa. Myös korjauksessa säästettävien runkorakenteiden kunto oli riittävän hyvin tiedossa. Rakennus oli ollut tyhjillään ennen rakentamisen aloittamista, jona aikana oltiin pystytty tekemään rakenneavauksia.

Suunnitelmien tarkennus- ja täydennystarpeita ilmeni rakentamisen aikana ja tähän oli varauduttu huolimatta siitä, että hanke toteutettiin perinteisellä toteutusmuodolla. Suunnitteluresurssit olivat riittävät ja suunnittelijat saatiin työmaalle tarvittaessa. Urakoitsijan ennakointi omassa tuotannosuunnittelussaan toi heidän suunnitelmatarpeensa esille riittävän ajoissa, jolloin suunnittelijoille jäi riittävästi aikaa tarkennusten tekemiseen. Toimivat ja usein pidetyt suunnittelukokoukset mahdollistivat osapuolten tehokkaan yhteistyön. Tähän vaikutti myös osapuolten sitoutuminen hankkeen onnistumiseen.

Tampereen teknillinen yliopisto
PL 527
33101 Tampere

Tampere University of Technology
P.O.B. 527
FI-33101 Tampere, Finland