

Matti Lankinen

# Häiriöiden kustannusvaikutukset rakennustuotannon prosesseissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu  
Rakennusinsinööri  
Rakennustekniikka  
Insinöörityö  
23.04.2012

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Matti Lankinen Häiriöiden kustannusvaikutukset rakennustuotannon prosesseissa 50 sivua + 1 liitettä 23.4.2012 ~
Tutkinto	Rakennusinsinööri
Koulutusohjelma	Rakennetekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Rakennustuotantotekniikka
Ohjaaja(t)	Projektipäällikkö Matti Hämäläinen Lehtori Timo Riikonen
<p>Insinöörityössä tutkittiin SRV Rakennus Oy:n työmailla yleisimmin esiintyneitä rakennustuotannon prosesseissa tapahtuneita häiriöitä ja niiden kustannusvaikutuksia. Tutkimustulosten perusteella pyrittiin keksimään ehkäisykeinoja vastaisuuden varalle sekä saamaan käsitys eri häiriöiden kustannusvaikutuksista.</p> <p>Häiriöiden kustannusvaikutukset rakennustuotannon prosesseissa aiheuttavat aikatauluihin viiveitä ja sitä kautta kustannusnousuja. Häiriöiden ennaltaehkäisy ja riskien kartoittaminen on työmaan onnistumisen tavoitteiden kannalta hyvin tärkeää. Riskienhallinnan ja torjunnan epäonnistuessa työvaiheissa esiintyvät häiriöt nostavat kustannuksia häiriötyypistä riippumatta hyvinkin paljon ja viivästyttävät työmaan valmistumista. Työmaan alkuvaiheessa esiintyvät riskit vaikuttavat työmaan toimintaan huomattavasti vakavammin kuin loppuvaiheessa. Runkovaiheen häiriöt aiheuttavat aikataulumuutoksia ja suunnitelmien kohdalla sattuneet häiriöt korostavat vieläkin enemmän runkovaiheen kustannuksia.</p> <p>Hyvin toteutettu ja valvottu riskien hallinta sekä laadunvalvonta nostavat onnistumisprosenttia työmaan toteutuksessa. Aliurakoitsijoiden valinta sekä heidän ammattitaitoisuutensa edesauttavat työvaiheiden häiriöiden ehkäisyä.</p> <p>Insinöörityö tehtiin, koska SRV Rakennus Oy halusi selvittää työmailla sattuneiden yleisimpien häiriöiden hinnan.</p> <p>Insinöörityössä käytettiin yleisimpien häiriöiden kustannusvaikutusten selvittämiseen työmaareportteja sekä kustannusvalvontaa kymmenen työmaan tietojen perusteella.</p>	
Avainsanat	rakennustuotanto, prosessi, häiriö, kustannusvaikutus

Author(s) Title	Matti Lankinen Cost effects of disruptions in construction process
Number of Pages Date	50 pages + 1 appendices 23 April 2012
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Civil Production Engineering
Instructor(s)	Project Manager Matti Hämäläinen Principal Lecturer Timo Riikonen
<p>The purpose of this thesis is to study and analyze the cost effects of the most common disruptions in the construction process and specially at the construction site. This thesis was made for SRV Construction Ltd and the purpose of the thesis was to make a chart of the most common disruptions and also to show some solution suggestions for the common disruptions.</p> <p>Cost effects of disruptions in construction processes are causing delays in timetables and because of that they are raising the costs. It is very important to prevent disruptions and evaluate risks that concern construction projects. Failures in risk control and in risk prevention in different stages of works despite what kind of disruption is in question raise the cost effects and delay the completion of a construction site. Risks that are showing up in the beginning of construction sites have a bigger effect than those that come up in the last stages of the site. Disruptions in the frame stage affect the timetable and disruptions in plans affect the frame costs even more.</p> <p>Well organized and supervised risk control and quality control raise the success percentage in the construction site execution. The selection of the subcontractor and their professional skills support the prevention of disruptions in construction processes.</p> <p>This thesis was made because SRV Construction Ltd wanted to find out the price tag for each kind of disruption.</p> <p>Construction site reports and cost control from ten construction sites were used to analyze and research the most common disruptions in construction processes.</p>	
Keywords	cost effects, disruptions, process

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Tausta ja tavoitteet	1
1.2	Menetelmät ja rajaus	1
2	Rakennustuotannon häiriöt	3
2.1	Häiriötyypit	5
2.2	Häiriötilanteiden ennaltaehkäisy ja hallinta	7
2.2.1	Mitä riskienhallinta on?	7
2.2.2	Riskienhallinnan periaatteet	8
2.2.3	Potentiaalisten ongelmien analyysi	13
2.2.4	Laadunvarmistus	14
2.3	Työmaan viestintä häiriöiden hallinnassa	15
2.3.1	Työmaakokous	17
2.3.2	Reklamaatio	18
2.3.3	Katselmuks	22
2.3.4	Työmaapäiväkirja	23
2.3.5	Sähköinen kirjeenvaihto	24
2.4	Erimielisyyksien ratkaisu	24
2.4.1	Riidanalainen suoritus	25
2.4.2	Projektikatselmus	26
2.4.3	Välimiesmenettely	27
3	Tutkimusmenetelmät	28
3.1	Työmaaraporttien analysointi	28
3.2	Kustannusvalvonnan analysointi	29
4	Yleisimmät työmaalla esiintyvät häiriöt	30
4.1	Perustus- ja maanrakennustyöt	31
4.2	Suunnittelun ohjaus	32
4.3	Elementtien toimitus- ja valmistusvaikeudet	33
4.4	Elementtiasennus	34

4.5	Sääolosuhteiden vaikutukset	35
4.6	Laatu	37
4.7	Yleisimpien häiriöiden vaikutukset muihin työvaiheisiin	38
5	Ratkaisuehdotuksia rakennustuotannon häiriöiden ehkäisyyn	39
5.1	Aliurakoitsijoiden arvioiminen ja valinta	40
5.2	Suunnittelijoiden valvonnan parantaminen	41
5.3	Elementtivalmistajan valinta	41
5.4	Katselmukset rakennustuotteiden valmistajien tehtailla	42
5.5	Työvaihekohtaiset ratkaisuehdotukset	43
5.6	Häiriöraportointi	47
5.7	Muita ehkäisykeinoja	47
6	Yhteenveto ja pohdinta	49
	Lähteet	51
	Liitteet	
	Liite 1. Yleisimmät kohdetyömailla esiintyneet häiriöt ja niiden vaikutukset kohdetyö- maittain (Salainen)	

# 1 Johdanto

## 1.1 Tausta ja tavoitteet

Tämä opinnäytetyö tehdään SRV Rakennus Oy:n toimeksiannosta. Työn tavoitteena on tutkia ja analysoida jo valmistuneiden sekä rakennusvaiheessa olevien kohdetyömaiden häiriöitä sekä niiden suuntaa-antavia kustannustietoja yleisimmistä eri häiriöistä, jotka ovat viivytäneet ja nostaneet työmaan kustannuksia sekä tuottaa analyysin avulla mahdollisia parannusehdotuksia kyseisiin häiriöihin. SRV Rakennus Oy haluaa työllä tutkia, mistä ja miksi erilaiset häiriöt johtuvat tai ovat johtuneet ja minkä hintaisia kyseisistä häiriöistä on tullut tai tulee. Opinnäytetyössä tutkitaan kymmenen SRV Rakennus Oy:n pääkaupunkiseudun työmaan yleisimpiä kustannusnousuihin johtaneita häiriöitä niin valmistuneiden kuin vielä rakennusvaiheessa olevien työmaiden osalta.

Häiriöiden kustannusvaikutukset voivat työmailla nousta hyvinkin korkeiksi. Aikatauluhäiriöt pitkittävät työmaan toimintaa, mikä taas vaikuttaa projektin kustannuksiin. Mitä enemmän häiriöitä on ja mitä isompia ne ovat, sitä suurempia kustannusvaikutukset ovat. Toisaalta myös yksittäinen häiriö voi nostaa työmaan kustannuksia todella paljon. Ankarat talvet ovat olleet yksi iso ulkoinen tekijä viime vuosina. Kovat pakkaset ja runsaat lumimäärät ovat vaikeuttaneet työmaiden toimintaa. Häiriöihin voidaan vaikuttaa valitsemalla hyväksi todettuja aliurakoitsijoita ja ennakoimalla tulevaa tehtävää, jolloin voidaan pohtia tulevia häiriöitä ja varautua niiden vaikutuksiin.

Opinnäytetyön lopputuloksena saaduilla tuloksilla voidaan tulevaisuudessa mahdollisesti ennaltaehkäistä työmailla sattuvia häiriöitä niin aikataulullisesti kuin kustannuksellisesti.

## 1.2 Menetelmät ja rajaus

Opinnäytetyö rajataan yleisimpiin ja useilla työmailla toistuviin rakennustuotannon prosesseissa tapahtuviin häiriöihin, kuten elementtisuunnitteluun, elementtitoimitukseen, sääolosuhteisiin sekä edellä mainittujen johdosta kustannusnousuihin johtaneiden työvaiheiden häiriöihin.

Työn tekemiseen käytetään kirjallisuutta, työn kohteina olleiden SRV Rakennus Oy:n työmaiden työmaaraportteja, joihin on merkitty tahdistavimpia työvaiheita ja niiden aikataulut, viiveet sekä suurimmat kustannusvaikutukset, sekä työmaiden kustannusvalvontaa, joista on saatu tietoa työn lopputuloksen saavuttamiseksi valmistuneiden työmaiden yleisimmistä häiriöistä ja kuinka paljon häiriöt ovat kustannuksia nostaneet.

## 2 Rakennustuotannon häiriöt

Erilaiset tuotannon tai suunnittelun virheet, sopimuserimielisyydet sekä eri syistä johtuvat rakennustyön keskeytykset ja viivästymiset voidaan ajatella rakentamisprosessissa tapahtuviksi häiriöiksi. Häiriö aiheuttaa tehtävän tuotannon poikkeamista tehtävän suunnitellusta toteutuksesta, aikataulusta ja kustannuksista. Häiriö myös vaikuttaa negatiivisesti muiden tehtävien toteutukseen. [1; 2, s. 4.]

Häiriöt voidaan jakaa rakennustuotannossa kahteen osioon: sisäisiin ja ulkoisiin häiriöihin. Sisäiset häiriöt johtuvat pääurakoitsijan omista toimenpiteistä tai pääurakoitsijan hallinnan alla olevien aliurakoitsijoiden toimenpiteistä. Ulkoiset häiriöt johtuvat pääurakoitsijan ulkopuolella tapahtuvista toimenpiteistä, kuten suunnitelma-, toimitus-, tuotanto- tai laatuhäiriöistä. [2, s. 5.]

Tuotannossa tapahtuvat virheet voidaan jakaa seuraaviin aiheuttaviin tekijöihin:

- materiaalitoimittajista johtuva
- työntekijöistä ja aliurakoitsijoista johtuva
- työnjohdosta johtuva
- koneista ja laitteista johtuva
- muista johtuva (sää, tapaturma, onnettomuus, varkaus, ilkivalta) [3, s. 32].

Kun ennalta sovituista tavoitteista tai suunnitelmista joudutaan poikkeamaan, syntyy tapahtumaketjussa häiriö. Silloin tulee myös huomioida se asia, että poikkeamat eivät välttämättä ole seurausta pelkästä häiriötilanteesta. Hyödylliset ja tavoitteelliset muutokset voivat myös aiheuttaa poikkeaman alkuperäiseen tavoitteeseen. [1, s. 17.]

Nopea reagointi häiriötilanteen korjaukseen on sen onnistumisen kannalta ratkaiseva tekijä. Aikaisempien kokemusten hyötykäyttö sekä niistä raportointi auttavat tulevissa projekteissa ennaltaehkäisemää häiriöitä. Selkeällä raportoinnilla ja kuvauksella hyvistä toimintavoista saadaan tulevaisuutta silmällä pitäen hyvä apuväline sekä tulevia projekteja auttava tarkastuslista niistä puutteista, jotka esiintyvät kyseisessä työvaiheessa. Riskejä on vältettävä, mutta välillä niitäkin on otettava. Suurella riskillä on suuri tuotto, mutta pahimmassa tapauksessa se voi tuottaa suuretkin tappiot. Riskeihin voidaan varautua tekemällä riskienhallintasuunnitelma ennen urakkaa ja listaamalla siihen kaik-



ki mahdolliset riskit ja toimenpiteet niiden varalta. [1, s. 17;4, s. 275; 5, s. 99; 6, s. 187.]

Onnistuneen häiriötilanteen ennaltaehkäisemisen ja selvittämisen lisäksi täytyy panostaa häiriön jälkihoitoon riittävästi, jotta osapuolien asiakassuhdetta voidaan lujittaa. Sisäisten häiriöiden torjuntaan voidaan vaikuttaa resurssien ja tuotannon suunnittelulla sekä työnaikaisella valvonnalla ja ohjauksella. Ulkoisten häiriöiden torjuntaan valitaan toimenpiteet häiriön syyn perusteella. Ulkoisten häiriöiden torjuntaan pyritään jo ennen kuin virhe on tapahtunut, jolloin häiriöstä johtuvat kustannusvaikutukset saadaan minimoitua ainoastaan torjuntaa koskeviksi. Ennakoinnilla pyritään poistamaan häiriöiden haitat, mutta ei syitä. Useimmiten häiriötilanteet tulevat kuitenkin esille, kun häiriö on jo syntynyt. [1, s. 17; s. 2, s. 5.]

Hyvin toimiva häiriönhallintajärjestelmä voidaan nähdä rakennusliikkeen tuotteena, jolla on yritykselle itselleen suuri painoarvo riskienhallinnassa. Asiakas voi tilanteessa, jossa heiltä ei löydy tietotaitoa, tilata riskienhallintaan erikoistuneelta yritykseltä riskienhallintasuunnitelman. Edellisistä projekteista saatujen tietojen perusteella yritys voi kehittää omaa riskienhallintaansa ja pyrkiä poistamaan toistuvia prosessissa tapahtuvia häiriöitä. [1, s. 17.]

## 2.1 Häiriötyypit

Rakennuttajan tai KVR-urakoitsijan näkökulmaa noudattaen rakennusurakan toteutusvaiheessa tapahtuvat häiriöt voidaan jaotella seuraavanlaisesti.



Kuva 1. Rakennushäiriöiden jaottelu [1, s. 18].

Olosuhdehäiriöt johtuvat paikallisista tai ulkoisista olosuhteista. Talven pakkaset ja lumisateet ovat paikallisia häiriöitä, jotka liittyvät projektin toteutusajankohtaan. Ulkoisia olosuhdehäiriöitä voivat taas olla suhdannenusuista johtuvat hinnanmuutokset ja työvaiheessa tapahtuvat resurssipulat. [1, s. 18; 2, s. 8.]

Suunnitelmien puuttumiset, viiveet niiden tekemisessä tai suunnitteluvirheet aiheuttavat suunnitelmahäiriöitä. Suunnitelmat voivat olla ristiriidassa toisten suunnitelmien kanssa tai ne vain yksinkertaisesti on suunniteltu hyvän rakennustavan vastaisesti. Suunnitelmahäiriöt aiheuttavat tuotannon keskeytyksiä ja aikataulupoikkeamia.

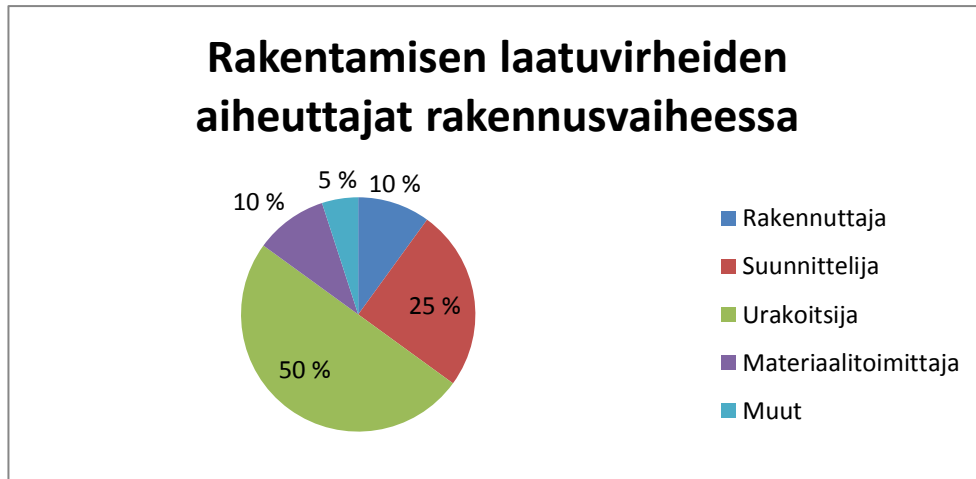
[1, s. 18; 2, s. 8.]

Toimitushäiriöllä tarkoitetaan materiaalin suunnitellusta toimituksessa tapahtuvaa poikkeamaa. Toimitushäiriöihin voi olla syynä tuotteen valmistuksessa käytettävien materiaalien puuttuminen, resurssipula, ennakoitua pidemmät toimitusajat, väärinkäsitykset sekä tavarantuottajan ylimitoitettu tilauskanta. Aliurakoitsijoiden toimitushäiriöistä puhuttaessa voidaan puhua tilanteesta, jossa aliurakoitsijalla on vaikeuksia toteuttaa hänelle kohdistettu työ sovitulla tavalla. [1, s. 18; 2, s. 8.]

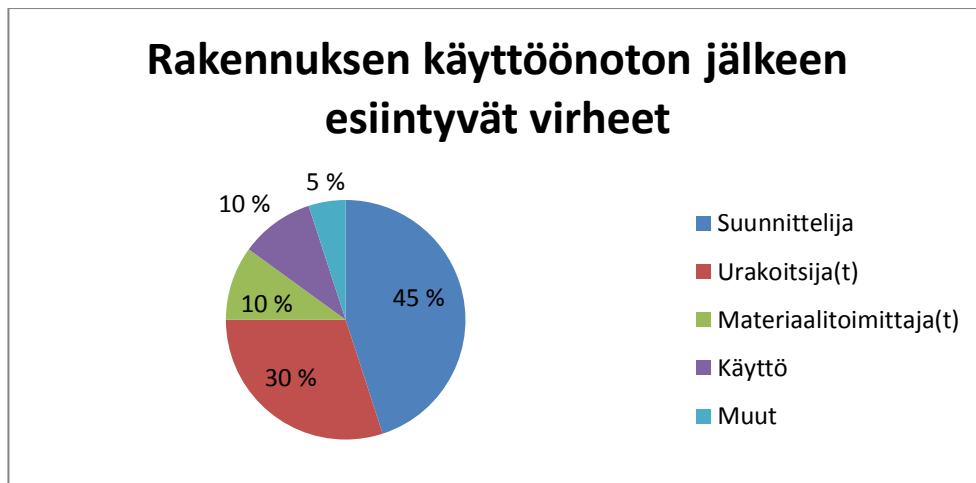
Tuotantonopeudesta johtuvat häiriöt aiheutuvat aikatauluun nähden riittämättömistä resursseista. Tahdistavien työvaiheiden ollessa kyseessä ja niihin kohdistuvien tuotantonopeuden häiriöiden vaikutukset ovat suuria, koska häiriöt näissä työvaiheissa vaikuttavat kriittisesti koko hankkeen aikatauluun ja häiriötyövaihetta seuraaviin työvaiheisiin viivästyttäen niitä. Aliurakoiden tuotantonopeuden häiriöistä puhuttaessa erikoistuneiden ammattiryhmien rajallisuus voi vaikuttaa hyvinkin merkittävästi työvaiheen onnistumiseen ja altistumiseen häiriöille. Varsinkin tilanteissa, joissa erikoisryhmistä on kova kysyntä ja kilpailu. [2, s. 14-16.]

Laatuun vaikuttavista häiriöistä puhutaan silloin, kun virheellinen työsuoritus ei täytä sille suunnitelmassa esitettyjä vaatimuksia tai valmiin työn suojeleminen on epäonnistunut. Usein puhuttaessa työsuoritusten virheellisyydestä voidaan huomata aliurakoitsijan toiminnassa sellaisia puutteita, kuten työnjohdon puuttuminen työmaalta, toisten työvaiheiden turmelemisena esimerkiksi puutteellisten suojausten takia tai urakassa käytettävien materiaalien väärin varastointi. Laatuvirheistä puhuttaessa suurin osa esiintyvistä virheistä on pintavaurioita, joita tulee niin rakennus- kuin käyttövaiheessa. Rakennusvaiheessa virheet yleensä johtuvat valvonnan puutteesta tai välinpitämättömyydestä, kun taas käyttövaiheessa esiintyvät virheet johtuvat huollon tai oikeanlaisen käytön puutteesta tai laiminlyönnistä. Useimmat virheet rajoittuvat lähinnä pintavaurioihin, mutta esimerkiksi rakennuksen kosteusteknisissä toiminnoissa tapahtuvat häiriöt voivat aiheuttaa käyttäjälle terveydellisiä haittoja. [2, s. 17; 3, s. 30-31].

Kansainvälistä tarkastelua rakennusaikaisista laatuvirheistä tehtäessä, voidaan huomata urakoitsijan olevan laatuvirheiden aiheuttajana melkein puolissa tapauksista. Suunnittelijat aiheuttavat laatuvirheitä noin joka neljännessä tapauksessa. Rakennuttajan tekemiä virheitä tarkasteltaessa rakennuttajan osuus virheiden aiheuttajana on hyvin vähäinen. (Kuva 2) Rakennuksen käyttöönoton jälkeen esiintyvien laatuvirheiden aiheuttajien osuus muodostuu hieman erilaiseksi. (Kuva 3). [3, s. 32-33.]



Kuva 2. Rakentamisen laatuvirheiden aiheuttajat.



Kuva 3. Rakennuksen käyttöönoton jälkeen esiintyvät virheet

## 2.2 Häiriötilanteiden ennaltaehkäisy ja hallinta

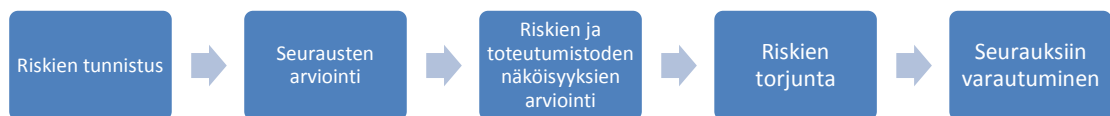
### 2.2.1 Mitä riskienhallinta on?

Riskienhallinta on työtä yrityksen toiminnan jatkuvuuden ja henkilöstön hyvinvoinnin turvaamiseksi. Riskienhallinnalla tarkoitetaan kaikkea yrityksessä tehtävää toimintaa riskien ja niistä aiheutuvien vahinkojen vähentämiseksi. Riskienhallinta on tilanteiden arviointia, suunnittelua ja käytännön tekoja, johon osallistuu kukin henkilöstön jäsen omassa roolissaan. Hyvä riskienhallinta on luonteeltaan ennakoivaa, tietoista, suunnitelmallista ja järjestelmällistä. [7.]

## 2.2.2 Riskienhallinnan periaatteet

Riskienhallinnalla on selkeät päävaiheet. Ensin riskit on tunnistettava ja arvioitava. Sen jälkeen suunnitellaan riskien torjunta ja tarvittavat toimenpiteet. Kolmannessa vaiheessa suunnitellaan, miten vahingon sattuessa toimitaan ja miten vahingoista toivutaan. Viimeisessä vaiheessa tilannetta seurataan, sekä parhaassa tapauksessa vahingosta tai vahingoista opitaan.

Riskienhallinta voidaan lyhyesti lajitella seuraaviin osa-alueisiin riskien tunnistus, seurausten arviointi, riskien ja seurausten toteutumistodennäköisyyksien arviointi, riskien torjunta sekä seurauksiin varautuminen [2, s. 7; 7; 4, s. 273].



Kuva 4. Riskienhallinnan osa-alueet

Projektia suunnitellessa on hyvä huomioida, että riskienhallinta ja sen suunnittelu kuuluvat osaksi projektia. Riskienhallinnalla tavoitellaan hankkeen kannalta oleellisten riskien negatiivisten tapahtumien seurauksien minimointia. Riskien seurauksia yritetään minimoida joko vähentämällä negatiivisten tapahtumien määrää tai lieventämällä riskeistä johtuvien tapahtumien negatiivisia seurauksia. [1 s, 20; 4, s. 273-275.]

Riskien tunnistusprosessissa määritellään projektiin kohdistuvien riskien mahdollisuus ja pyritään kartoittamaan ne mahdollisimman tarkkaan. Tämän jälkeen riskit listataan riskiraporttiin. Aiemmista vastaavanlaisista projekteista saatuja kokemuksia sekä saatavilla olevia suunnittelu- ja olosuhdetietoja voidaan käyttää tunnistusprosessin lähtötietoina. Lähtötietoja hyväksikäyttäen eritellään projektin kaikkien riskien lähteet sekä merkittävimmät yksittäiset potentiaaliset riskit.[4, s. 273, 282; 2, s. 7.]

Riskien tunnistamisen jälkeen alkaa riskien seurausten arviointi, jossa lähtötietojen perusteella kaikki riskien lähteet sekä merkittävimmät yksittäiset potentiaaliset riskit eritellään. Riskien arviointi voidaan suorittaa todennäköisyyden tai kustannusvaikutus-

ten perusteella. Projektin vaatimukset määrittelevät mitä arviointia käytetään. [2, s. 75; 4, s. 282, 289, 294, 295; 8, s. 166-167.]

Riskien seurausten arvioinnin jälkeen riskejä aletaan analysoida riskien ja seurausten toteutumistodennäköisyyksiä riskien vakavuuden ja vaikutusten perusteella. Riskit asetetaan laittamalla ne tärkeysjärjestykseen korkeimpien riskien perusteella, jotta yritys voi keskittyä parantamaan projektin tehokkuutta näiden riskien ehkäisemisen avulla.

Riskin kustannusten odotusarvo tietyn työvaiheen tai osakohteen osalta saadaan laskemalla riskin todennäköisyyden ja kustannusvaikutuksen perusteella. Riskin kustannusten tai tuoton odotusarvo saadaan seuraavasti [1, s. 21; 4; 8, s. 166-167.]:

$$E_{kust} = P_{Riski\ toteutuu} \times M_{Riskin\ aiheuttamat\ tappiot} + P_{Riski\ ei\ toteudu} \times M_{Työvaiheen\ kate}$$

Suunnitellessa riskienhallintaa mielletään riski todennäköisyydeksi haitalliselle tapahtumalle. Riskin käsitteeseen liittyy myös sellainen asia kuin tuotto ja sitä myös tavoitellaan kun projektissa haetaan suuria riskejä, koska suurilla riskeillä on myös suuri tuotto. Toisaalta riskinottamisessa on myös omat haittapuolensa ja projekti voi tuottaa suuren tappion riskinoton epäonnistuessa, mutta ei saa unohtaa kuitenkaan riskienhallinnassa sitäkin tosiasiaa eli todennäköisyyttä, että haitallinen tapahtuma ei toteudu tai työvaihe saadaan aikaisemmin valmiiksi. [4, s. 275; 6, s. 187.]

Riski-indeksin avulla voidaan arvioida riskejä, jos mittakaava riskien osalta on yksittäisten tilanteiden osalta pieni. Riski-indeksi muodostuu riskitekijän, todennäköisyyden ja vaikutusten tulona. Kyseisen indeksin absoluuttisilla numeroarvoilla ei ole juurikaan merkitystä vaan kyseisen indeksin mukainen arvojärjestys. Suurimmat riski-indeksin arvon omaavat kohdat vaativat mahdollisia jatkotarkasteluja. Näitä kohtia selvitetään tämän jälkeen ja pohditaan, mitä riskeille on tehtävissä. [6, s. 189.]

Taulukko 1. Riski-indeksitaulukko. [6.]

Rivi nro	Riskitekijä	Todennäköisyys	Vaikutus	Riski-indeksi
1.	Lopputuloksen epävakaisuus	1	5	5
2.	Lopputuloksen monimutkaisuus	3	4	12
3.	Toteuttajien puute	2	5	10
4.	Tekniikoiden toimimattomuus	1	4	4
5.	Maantieteellinen hajanaisuus	3	3	9

Suuriin ja monimutkaisiin projekteihin suositellaan käytettäväksi lisäksi aikataulun simulointia. Projekti mallinnetaan toimintaverkon avulla jolloin saaduilla tuloksilla voidaan vertailla erilaisten aikataulu- ja strategiavaihtoehtojen riskejä. Kriittisen polun menetelmästä (CPM) tai Ohjelman arviointitekniikasta poiketen aikataulusimuloinnilla pystytään paremmin huomioimaan projektin toimintaverkon rinnakkaisten polkujen yhteisvaikutus. Tämän johdosta voidaan välttyä projektin keston aliarvioinnilta. [1, s. 21; 4, s. 295.]

Riskien toteutumisen arvioinnin jälkeen alkaa seuraava vaihe riskienhallinnassa, joka on riskien torjunta. Tässä vaiheessa pohditaan riskien hallintamenetelmiä, joita ovat riskien välttäminen, riskien siirto, riskien minimointi sekä riskien hyväksyminen. [2, s. 7; 4, s. 303-304.]



Kuva 5. Riskien torjunnan menetelmät.

Riskien välttäminen on tavoiteltavaa, mutta on huomioitava, että jos kaikkia riskejä pyritään välttämään, johtaa se täydelliseen toiminnasta pidättäytymiseen [1, s. 22].

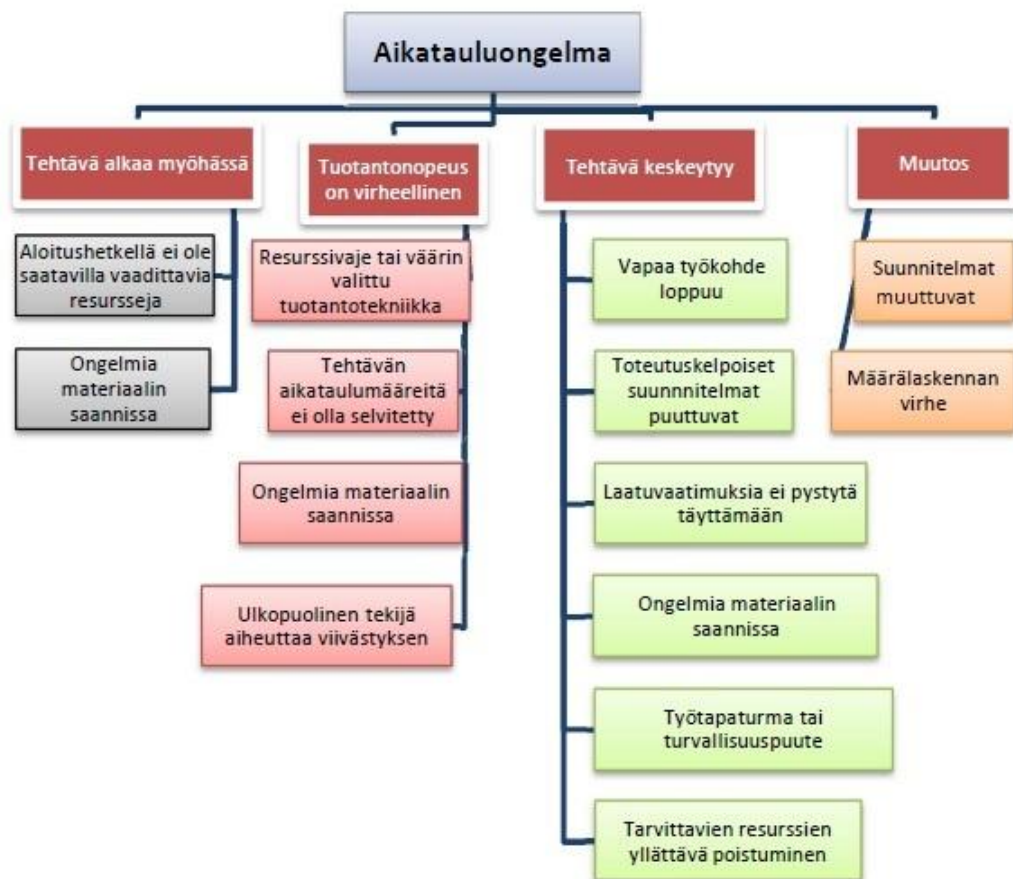
Riskien välttämässä pyritään poistamaan mahdollinen riski kokonaan. Projektipäällikkö voi myös eristää projektin tavoitteen riskin vaikutusalueelta tai vaihtaa tavoitteen. Kaikkein jyrkin riskin välttäminen on projektin pysäyttäminen kokonaan. Se ei ole kuitenkaan tavoiteltavaa, koska se käytännössä johtaisi täydelliseen toiminnasta pidättäytymiseen. Joidenkin riskien kohdalla voidaan riskit välttää täsmentämällä vaatimuksia, keräämällä tietoa, parantamalla kommunikaatiota tai hankkimalla asiantuntijoita. [4, s. 303.]

Negatiivisten riskien siirtäminen kolmannelle osapuolelle on myös yksi riskienhallintamenetelmä. Siirtämisellä ei kuitenkaan ratkaista itse ongelmaa, vaan saadaan riski siirrettyä toiselle yritykselle tai henkilölle, joka mahdollisesti osaa ratkaista ongelman paremmin. [4, s. 303.]

Riskin minimointi eli lieventäminen tähtää häiriötilanteen todennäköisyyden ja/tai vaikutuksen pienentämiseksi hyväksytyyn kynnysarvon rajoilla. Riskejä on parempi ennaltaehkäistä ennen kuin riski tapahtuu tai on tapahtumassa eikä korjata vahinkoja jälkeenpäin. Projekteissa pitää yrittää omaksua vähemmän monimutkaisempia ratkaisuja, tehdä enemmän kokeita tai valita jo ennestään luotettava urakoitsija hoitamaan työvaihetta. [4, s. 304.]

Riskikohteissa, joissa ei ole mahdollisuutta välttää riskiä, voi minimoinnilla vähentää riskin vakavuutta, esimerkiksi riskin voi jakaa useammaksi itsenäiseksi riskikohteeksi. Häiriötilanteessa on todennäköistä, että häiriö vaikuttaa vain osaan riskikohteista ja seuraukset muodostuvat tätä kautta pienemmiksi (Kuva 6). [1, s. 22.]





Kuva 6. Ongelman jakaminen osaongelmiin. [1, s. 23.]

Riski voidaan myös hyväksyä, koska kaikkia riskejä ei voida millään poistaa projektista. Riskejä ilmenee projektin aikana uusia ja tuntemattomiin riskeihin ei voida varautua. Riskinhallintaan voidaan käyttää aktiivista tai passiivista menetelmää. Passiivisen menetelmän käyttämisessä ei tarvita muuta kuin projektin strategian dokumentointi, riskin jättäminen projektiryhmän ratkaistavaksi, jolloin he ratkaisevat riskit, kun niitä esiintyy. Aktiiviseen menetelmään vaaditaan toimintasuunnitelma, jolla varaudutaan riskiin ja sen kustannuksiin ja aikatauluvaikutuksiin. [1; 4, s. 308.]

Riskienhallintasuunnitelman toteutus- ja seurantavaiheessa toteutetaan riskienhallintasuunnitelman ratkaisuja, seurataan todettuja riskejä, tarkkaillaan mahdollisia uusia riskejä ja reagoidaan niihin. Kun uusi häiriö tai sen ensioireita ilmenee, suoritetaan tapahtumaketju, jossa määritetään uusi häiriö, sen vaikutukset ja vastatoimet. Koska, projekti ei voi olla riskitön, ei ole sitä myöskään häiriönhallintasuunnitelma. Siksi onkin

hyvä pitää riskienhallintasuunnitelma ajan tasalla, koska se helpottaa uusien sekä vanhojen riskien hallintaa. [1; 4, s. 308.]

### 2.2.3 Potentiaalisten ongelmien analyysi

Hankkeen tai yksittäisen tehtävän tasolla laaditaan potentiaalisista ongelmista analyysi, jossa kartoitetaan tehtävää koskevat riskit. Potentiaalisten ongelmien kartoituksessa hyödynnetään työnjohdon ja työntekijöiden ammattitaitoa ja kokemusta. Virhelistoja ja riskilistoja voidaan myös käyttää hyväksi sekä aikaisempien työmaiden työmaaraportteja, joihin on kirjattu mahdolliset häiriöt ja niiden kustannusvaikutukset.

Potentiaalisten ongelmien tunnistuksessa voidaan käyttää seuraavanlaisia kysymyksiä, joiden perusteella ongelmille kehitetään torjuntamenetelmät.

- Mitä ongelmia on aikaisemmin esiintynyt?
- Mitä ongelmia voi esiintyä tässä kohteessa?
- Mitkä tekijät voivat aiheuttavat kohteen ongelmat?
- Mitkä ovat ongelmien todennäköisyydet?
- Miten ongelmien aiheuttajat voidaan poistaa?
- Mitä seurauksia ongelmilla voi olla?
- Miten voidaan pienentää ongelmien seurauksia?

Ongelmat voivat liittyä hankkeen tai yksittäisen tehtävän kustannuksiin, aikatauluun tai laatuun. Ongelmien pelkkä tunnistaminen ei riitä, vaan tunnistamisen on johdettava toimenpiteisiin. Ongelmaa on pohdittava syiden ja seurausten muodossa ja sitä kautta kehitettävä toimintatapoja seuraavanlaisesti:

- syitä vastaan kohdistettu toiminta vähentää ongelmien todennäköisyyttä
- seurauksia vastaan kohdistettu toiminta vähentää seurausten merkitystä.

Jotta häiriöntorjunnassa voidaan käyttää kaikkia torjuntatoimenpiteitä, täytyy potentiaalisten ongelmien analyysi laatia mahdollisimman varhain. Näin voidaan parhaiten torjua tunnistettuja ongelmia myös sopimusteknisillä menettelyillä. [9 s. 16-17; 15.]

Potentiaalisten ongelmien analyysillä voidaan jo aliurakan tarjouspyyntöön sisällyttää sopimuskohtaiset erityismääräykset ja vaatimukset. Sisällyttämällä nämä tarjouksiin voidaan karsia ammattitaidottomat aliurakoitsijat tarjouskilpailusta pois ja paremmin vaatia aliurakoitsijaa sopimuksessaan noudattamaan työlle vaadittua tasoa. Aliurakka-sopimukseen sisällytetyt vaatimukset auttavat pääurakoitsijaa ohjaamaan ja valvomaan työtä tehokkaammin. [15, s. 49-50.]

#### 2.2.4 Laadunvarmistus

Häiriötorjuntaa voidaan myös ehkäistä rakentamisen laadunvalvonnalla. Työmaan laadunäkökulmana voidaan pitää valmistuskeskistä laatua, jonka mukaan rakennuksen on oltava yhteneväinen suunnitelma-asiakirjoissa esitettyjen vaatimusten suhteen. Vaatimusten pitävyyttä valvotaan laadunvarmistuksen avulla ja se sisältää kaikki suunnitellut ja järjestelmälliset toimenpiteet, jotta työmaa täyttää sille asetetut laatuvaatimukset. Laadunvarmistukseen sisältyy myös laaduntarkastus eli työmaan toimintaa mitataan ja verrataan asetettuihin tai sovittuihin vaatimuksiin.

Tehtäviin liittyvien laatuvaatimusten selvittäminen ja valvomisen tarkoituksena on torjua ennalta toteutuksen ja työn ohjauksen virheet ja puutteet. Tämän selvitystyön perusteella huomataan suunnitelmissa mahdollisesti olevat virheellisyudet ja ristiriitaisuudet ja tarvittaessa voidaan varmistaa suunnittelijalta vaadittava laatuvaatimus. Laatuvaatimukset voidaan tarvittaessa muuttaa edelleen työntekijöille sopiviksi tarkistuslis-toiksi. [15.]

Laadunvarmistus voidaan jakaa kahteen osa-alueeseen ulkoiseen ja sisäiseen. Sisäinen on toiminnan varmistamista yrityksen omalle johdolle ja ulkoinen on rakennuttajan asiakkaille tapahtuvaa varmistusta. Laadunvarmistuksen päätehtävät alkavat varmistuksen suunnittelusta ja päättyvät rakennuksen käyttöönottoon.

Erilaisia laadunvarmistustoimenpiteitä voidaan tehdä työvaiheiden aikana valvomalla aliurakoitsijoiden toimintaa, rakennustuotteiden laatua, suunnitelmien ajantasaisuutta ja niiden oikeanlaisuutta ja onko aliurakoitsijoilla uusimmat suunnitelmat rakennusvaiheessa. Virheitä huomattaessa pitää rakennuttajan toimia niiden ehkäisemiseksi ja rapor-

toitava tapahtuneesta. Aloituspalaverissa on hyvä huomioida työvaiheen riskit ja kiinnittää aliurakoitsijan huomio niiden ennaltaehkäisemiseen.

Laki, asetukset ja rakentamismääräykset antavat yleisen ohjeistuksen rakentamiseen, joita rakennusalan viranomaiset valvovat rakennustyön edetessä pitämällä katselmuksia, jotta varmistutaan rakennustyön oikeanlaisuudesta. Aloituskokouksessa sovitaan viranomaisten kanssa työmaalla pidettävät laadunvarmistuksen tarkastukset. Rakennusvaiheen aikana työmaan vastaava mestari pitää päivittäistä työmaapäiväkirjaa.

[3, s.36-40.]

### 2.3 Työmaan viestintä häiriöiden hallinnassa

Organisaation ja vastuiden määrittäminen projektin alussa on rakennushankkeen häiriöiden hallinnan kannalta merkittävin painopiste. Mahdollisimman laaja ja ennakoiva vastuiden selvittäminen projektin organisaatiolle ja projektin erityispiirteiden huomioon ottaminen auttaa nopeammin organisoimaan tehtävän mahdollisen uudelleen häiriötilanteen sattuessa. (Kuva 7). [1,s. 25; 8, s. 136.]

Projektin mennessä eteenpäin on sen merkittävin viestinnän osa-alue kustannus- ja aikatauluseuranta. Hyvin hoidetut kustannus- ja aikatauluseurannat auttavat organisaatiota keskittymään ja johtamaan projektin häiriötilanteita paremmin sekä ennaltaehkäisemään niitä. Seuranta auttaa johtamaan projektia paremmin, koska tilaajalla on seurannan avulla mahdollisuus reagoida kustannus- ja aikataulupoikkeamiin jo ennen kuin se vaikuttaa seuraaviin työvaiheisiin. [1,s. 25; 8, s. 136.]

Loppuraportti ja talousseuranta toteutetaan rakennusprojektin päättyessä loppuselvityksellä. (Kuva 7). Loppuselvityksessä rakennuskohteen kaikki työsuorituksia sisältäneet sopimussuhteet tulee saattaa loppuun taloudellisella loppuselvityksellä. Loppuselvityksessä käydään läpi vaateet, joita sopimusosapuolilla on toisiaan kohtaan. [1, s. 25; 8, s. 138.]



Kuva 7. Viestinnän painopisteet projektin eri vaiheissa [1, s. 25.]

Projektin viestinnässä viestintävälineen valintaa tulee harkita aina tapauskohtaisesti ja viestinnän suunnittelun on lähdettävä siitä, että viestintä tukee sen etenemistä sekä motivoi projektin jäseniä. Viestinnän muodot vaihtelevat tehtävän ja tarpeen mukaan työryhmätoiminnasta perinteiseen dokumenttien käsittelyyn. [8, s. 138.]

Kirjallinen viestintä välittää hyvin loogisia ja analyttisiä ajatussisältöjä, kun taas puhuttu kieli on spontaanimpaa ja epäjohdonmukaisempaa. Vastaavasti henkilökohtainen kanssakäyminen ja suullinen viestintä ovat vahvempia välineitä muuttamaan asenteita ja käyttäytymistä haluttuun suuntaan. Näin ollen ongelmatilanteissa on tärkeää vaalia kumpaakin esitystapaa. Häiriötilanne tai ongelma tulee ensin esittää selkeästi ja analyttisesti kirjallisia välineitä käyttäen, minkä lisäksi tulee vaalia myös henkilökohtaista yhteydenpitoa, jotta konflikti ei laajene henkilökohtaisiksi ristiriidoiksi. [1, s. 26; 10, s. 100-101.]

Henkilöristiriidat urakoitsijan ja tilaajan organisaatioiden välillä ovat hyvin yleisiä rakennushankkeissa. Ne voivat myös johtua kulttuuri- ja kielieroista, koska suomalaisessa rakentamisessa ei nykyään toimi pelkästään suomalainen työvoima, vaan on hyvin yleistä käyttää urakoissa virolaista työryhmää. Kova kiire ja siitä johtuvat paineet muodostavat henkilökemioiden törmätessä henkilökohtaisia erimielisyyksiä ja joskus käy niinkin, että annetun tehtävän suorittaminen vaarantuu kyseisestä asiasta. Projekti-  
päällikön hyvät henkilöjohtamiskyvyt ovat avainasemassa konfliktien selvittämisessä ja

ennaltaehkäisemisessä, koska epäluottamuksen syntyessä on syynä ollut yleensä epäonnistunut henkilöjohtaminen. [1, s. 26; 10, s. 43.]

Luvussa 2.4.2 Projektikatselmus, on esitetty menettely projektin henkilöstiriitojen hallintaan [1].

### 2.3.1 Työmaakokous

Rakennustyömaalla joudutaan ratkaisemaan monia kysymyksiä, joten tilaajan ja urakoitsijan kanssakäyminen on välttämätöntä. Tämän vuoksi rakennusurakan sopimusehtoihin on otettu määräykset työmaakokouksien pidosta. [11, s. 80.]

Työmaakokoukset ovat eräs tärkeimmistä osapuolten välisistä kanssakäymisten muodoista. Työmaatilaukset ovat tilaisuuksia, joissa [11, s. 80]:

- luodaan kontaktit osapuolten kesken
- ratkaistaan toteutuksessa eteen tulevat ongelmat
- synnytetään ja verrataan erilaisia vaihtoehtoisia toimintatapoja, menetelmiä ja ratkaisuja onnistuneen lopputuloksen aikaansaamiseksi
- ratkaistaan rakennustyössä ilmenevät erimielisyydet.

Rajoituksena työmaakokouksissa ratkaistavissa asioissa on se, että itse urakkasopimukseen ei voida tehdä muutoksia ilman sellaisen osanottajan lupaa kenellä muutokseen on oikeus. Työmaakokouksen aika ja paikka sovitaan joko urakkasopimuksessa tai ensimmäisen kokouksen aikana. Työmaakokousten järjestämistiheys on riippuen työmaan koosta, erityispiirteistä, suunnitelmien valmiusasteesta ja aikataulun kireydestä riippuen on kahdesta viikosta kahteen kuukauteen. Kuukauden välein tapahtuvaa koontumista voidaan pitää yleisimpänä aikavälinä, mutta työmaan edetessä kokousten ajankohtaa voidaan muuttaa tarpeiden mukaan. Lähtökohtaisesti työmaakokouksen

puheenjohtajana toimii tilaajan edustaja. Toimivan työmaakokouksen edellytyksiä on [1, s. 26; 11, s. 80]:

- tasapuolinen puheenjohtaja, joka huolehtii kaikkien osapuolten näkemyksen esille saamisesta ja että kokouksessa esitetyt näkemykset ja tahdonilmaukset tulevat pöytäkirjaan merkityiksi
- edellisen kokouksen pöytäkirja ja tulevan kokouksen asialista on toimitettu hyvissä ajoin osallistujille tutustumista varten
- kokouksessa noudatetaan kokouksen alussa hyväksyttyä asialistaa
- kokoukseen osallistujien valtuudet päättää asioista on yhteisesti selvillä.

Työmaakokousten avulla voidaan hyvin ottaa kantaa työmaalla tapahtuviin häiriöihin ennakoimalla tai mahdollisen virheen jo satuttua työmaakokouksessa voidaan käsitellä häiriön korjaustoimenpiteitä. Käsitellessä virheiden ennaltaehkäisemistä on hyvä kirjata työmaakokouksessa kokousraporttiin jo hyvissä ajoin työvaiheen riskit ja toimenpiteet.

### 2.3.2 Reklamaatio

Rakennusurakan reklamaatiokäytännöstä ja huomautuksentekovelvollisuudesta puhuttaessa käytetään ns. lojaliteettiperiaatetta, jonka mukaan osapuolten on kohtuullisessa määrin kiinnitettävä huomiota myös toistensa etuihin. Lojaliteettiperiaatteessa ei esimerkiksi saa tietoisesti käyttää sopijakumppanin erehdystä tai virhettä hyväksi, vaan niistä on ilmoitettava, jotta tilanteeseen voitaisiin reagoida ja vahingot välttää. [12, s. 151.]

Jo lojaliteettivelvollisuus edellyttää, että toisen sopijapuolen etuja suojataan. Sopijaosapuolet voivat lähettää toisilleen häiriötilanteissa reklamaatioita suoritushäiriöiden esiintyessä urakka-aikana. Kummankin sopijaosapuolen on myötävaikutettava urakasuorituksen onnistumiseen. Reklamaatiolla tarkoitetaan huomautuksia, ilmoituksia ja vaatimuksia koskien sopijaosapuolen toimintaa rakennushankkeessa. Yleisissä sopimusehdoissa urakoitsijan sopijaosapuolelle annetaan oikeus olettaa, että hänen toiminnassaan ei ole tapahtunut virhettä, mikäli urakoitsija ei toimita reklamaatiota. Reklamaatio voi koskea jo tapahtunutta häiriötä, mutta luonnollisesti se toimii tehokkaim-

min ennakoivana toimenpiteenä sellaisessa vaiheessa, kun häiriötä ei ole muodostunut, mutta sellainen on odotettavissa. [1, s. 27; 13, s. 243.]

Molempien osapuolten edut pyritään reklamaatiotilanteessa takaamaan ilmoitus- eli huomautuksenvelvollisuuteen liittyvillä säännöksillä. Häiriötilanteen tapahtuessa tekijän kannalta viipymätön ilmoitus takaa tekijäosapuolelle puheoikeuden. Kohtuullisen ajan ulkopuolella tapahtunut ilmoitus voidaan tulkita ilmoitusvelvollisuuden piirissä vastaapuolen osalta peruuttamattomasti virheettömäksi. Vastaanottajan aiheeton viivyttely reklamoinnissa aiheuttaa sopimusrikkomistilanteessa käytettävien sanktioiden, kuten luontoissuorituksen, hinnanalennuksen, vahingonkorvauksen, sopimuksen purkamisen tai urakka-ajan pidentämisen soveltamisen käyttämisen ilmoitusvelvollisuuden laiminlyönnin takia mahdottomaksi. Osapuolet voivat urakkasopimuksessaan määritellä reklamaatioajan, sen muodon: onko se kirjallinen vai suullinen, sekä laiminlyönnin seuraamukset tarkemmin. Ilman sopimuksessa olevaa reklamaatioaikaa täytyy reklamaatio tehdä ilman aiheetonta viipymistä. [1, s. 27; 12, s. 151.]

Oikeustieteellinen tulkinta reklamaatiovelvollisuudesta on, että reklamaatio tulee tehdä aina, kun rehellinen ja järkevä ihminen ei vaikenisi [13, s. 243.]. Reklamaatiota koskevat määräykset on pääasiallisesti rakennusurakan yleisissä sopimusehdoissa laadittu niin, että urakoitsijalla on reklamaatiovelvollisuus tilaajaa kohtaan. Tilanteissa, joissa urakoitsijan olisi pitänyt virheet havaita, on tilaajalla todistamisvelvollisuus, jos reklamaatiota ei ole tehty. Tilanteessa, jossa tilaaja kuitenkin pystyy todistamaan reklamaatiovelvollisuuden laiminlyönnin, on urakoitsijan vastattava reklamaatiovelvollisuuden piirin kuuluvasta virheestä urakoitsijan tuottaman työn osalta. Tämän todistaminen on kuitenkin osoittautunut haastavaksi. [1, s. 27; 12, s. 151.]



**YSE 1998 -ehdoissa reklamaatiovelvollisuuden piiriin kuuluvaksi määritellyt tilanteet [14]:**

- 11 §: Urakoitsijan on reklamoitava havaitsemastaan vakavasta virheestä omassa suorituksessaan
- 13 §: Molempien osapuolten on reklamoitava havaitsemastaan ristiriidasta sopimusasiakirjoissa
- 19 §: Urakoitsijan on reklamoitava tilaajan myötävaikutusvelvollisuuden laiminlyönnistä
- 33 §: Urakoitsijan on reklamoitava urakkasuoritusta koskevasta virheellisestä määräyksestä
- 36 §: Molempien osapuolten on reklamoitava, kun vakuuden arvo ei vastaa sovittua määrää lisä- ja muutostöistä johtuen
- 61 §: Tilaajan ja valvojan on reklamoitava urakkasuorituksessa havaitsemistaan virheistä
- 61 §: Urakoitsijan on reklamoitava epäpätevästä valvojasta

Onnistunut reklamaatio on sellainen, jonka avulla on saatu oikaistua tapahtunut virhe. Sen sisällölle on kuitenkin olemassa sopimusoikeudellisia että viestinnällisiä kriteereitä. Niiden huomiointi on oleellista häiriön hallitun käsittelyn kannalta, koska reklamaatioilla voidaan ohjata valmistajaa tai urakoitsijaa kehittämään tuotettaan ja koska huonolla reklamaatiolla voidaan vaikuttaa negatiivisesti urakan työilmapiiriin. Reklamaatiolla pyritään osoittamaan virheen olemassaolo. Reklamaatiota tehtäessä on huomioitava, että reklamoiva puoli tekee siitä mahdollisimman lyhyen ja selkeän sekä esittää mahdolliset virheet ja niiden synnyn ja mahdollisesti lisää vielä liitteenä kuvia tapahtuneesta. Reklamaatioon kuuluu myös ostajan oikaisuvaatimus eli ostaja voi pyytää virheen korjaamista, hinnanalennusta, uutta tuotetta tai vahingonkorvausta. Kielteisiä muotoja on

hyvä välttää, koska lähtökohtana voidaan pitää, että virhettä ei ole aiheutettu tahallisesti. [1, s. 28; 15, s. 89.]

Reklamaation päällimmäinen pyrkimys on siis saattaa vastapuolen toiminnassa tapahtunut virhe hänen tietoonsa ja tästä on kyse lojaliteettiperiaatteessa. Toinen lojaliteettiperiaatteen pyrkimys on olla saavuttamatta hyötyä vastapuolen virheestä. Lojaliteettiperiaatteen pyrkimysten perusteella on harkittua laatia reklamaatiokäytäntö ns. kaksiosaiseksi, jos häiriötilanne on sellainen, että vastapuolella on mahdollisuudet omalla toiminnallaan vaikuttaa reklamaation merkittävyyteen jatkon kannalta. [1, s. 29.]

Kaksiosainen reklamaatio toimii siten, että virheen havainnut osapuoli toimittaa vastapuolelle ensin reklamaation, johon sisältyy havaitut virheet ja ajankohta, jolloin virhe on havaittu sekä mahdolliset vastatoimenpide-ehdotukset. Tällä turvataan reklamaation vastaanottajalle mahdollisuus asian korjaamiseksi. Kustannusvaateiden sisällyttäminen ensimmäiseen reklamaatioon voi antaa reklamaatiosta vääränlaisen kuvan, jos häiriötilanteen vaikutukset ovat vielä reklamaation vastaanottajan korjattavissa. Tämä tilanne voi antaa vastapuolelle sellaisen käsityksen, että reklamoija haluaa saada tilanteesta ensisijaisesti korvauksia eikä siten halua toimia reklamoitavan osapuolen hyödyksi. Vaateita varten kannattaa reklamoivan osapuolen vaatia myöhempää ajankohtaa varten puheoikeus, jolla vastapuoli saa viimeistään tiedokseen, että reklamoitava tilanne voi johtaa kustannuksiin, ellei korjaustoimenpiteisiin ryhdytä. [1, s. 29.]

Kaksiosaisessa reklamaatiossa toinen osa reklamaatiosta tulee kyseeseen, jos reklamoinnin tekijä toteaa, että reklamoitu osapuoli ei ole aloittanut korjaustoimenpiteitä tai toimenpiteillä ei ole ollut vaikutusta häiriötilanteen poistamiseksi. Tällöin reklamaation toisessa osassa esitetään kyseistä hetkeä koskevat vaateet reklamoidulle osapuolelle. [1, s. 29.]

Reklamaation vastaanottajan kokiessa reklamaation tai sen osan virheelliseksi, tulee hänen esittää reklamoijalle vastine, jossa esitetään oma kannanotto tilanteeseen. Vastineen antamisen lähtökohtana pidetään sen antamista kirjallisena ja se pitää tehdä ja toimittaa reklamoijan antaneelle osapuolelle välittömästi. Muuten reklamaatio voidaan katsoa hyväksytyksi. [1, s. 29; 13, s. 249.]

Vaikka reklamaatio hyväksyttäisiinkin täysin, voi sopijaosapuoli tehdä reklamaatiolle kuitenkin vastineen. Reklamaation sisältäessä toimenpiteitä häiriön korjaamiseksi, voi sopijaosapuoli kirjata vastineeseen omat toimenpiteensä tilanteen korjaamiseksi. [1, s. 30.]

Vastine ei ole ainut, jolla reklamaatioon voidaan vastata vaan sen sijaan voidaan käyttää katselmusmenettelyä, jossa reklamoitu osapuoli pyytää asiaa koskevan katselmuksen pitämistä. Katselmuksessa voidaan todeta yhteisesti tapauksessa reklamoitu häiriö. [1, s. 30; 13, s. 245-247.]

Reklamaatiosäännöt sivu-urakan alistamissopimusta koskien on esitelty Sivu-urakan alistamissopimuksen sopimusehdoissa (RT 80271). Alistamissopimus sisältää viivästys-tilanteita koskevia reklamaatiosääntöjä, mutta ei esimerkiksi vahingonkorvausvaateita koskevia reklamaatiosääntöjä [14, s. 245]. Sivu-urakan alistamissopimuksen ehdot eivät aseta myöskään aikarajoja puhevallan säilyttämiselle. Vastaanottotarkastusta voidaan pitää sivu-urakoitsijaa koskevan reklamaation takarajana. Reklamaatioon liittyvät vaateet tulee esittää viimeistään pääurakoitsijan ja tilaajan välisessä taloudellisessa loppuselvityksessä. [1, s. 30; 13, s. 252-253.]

### 2.3.3 Katselmukset

Katselmuksen koolle kutsumista voidaan yleisesti pitää neutraalina kannanottona toisin kuin reklamaatiota. Suomalaisessa yrityskulttuurissa reklamaatio ymmärretään helposti hyökkävänä ja aggressiivisena osoitusmuotona tapahtuneesta häiriöstä tai virheestä riippumatta edes reklamaation sisällöstä. Reklamaatio-vastine-menettelyyn verrattuna katselmuksella päästään helpommin yhteisymmärrykseen asioiden todellisesta tilanteesta. [1, s. 30; 13, s. 252-253.]

YSE:n mukaan katselmus on pidettävä sitä pyytäneen sopijaosapuolen ilmoittamana tai yhteisesti sovittuna aikana. Katselmus voidaan pitää sopijaosapuolen poissaolosta huolimatta, ellei poissaololle ole pätevä syy [14, s. 253]. Katselmusta pidettäessä hankkeen eri osapuolet tarkastelevat yhdessä vallitsevia olosuhteita, joko silmämääräisesti tai mittaamalla kiistanalaisen asian kannalta merkityksellisiä suureita. Mittaustuloksista ja havainnoista todetut puutteet kirjataan katselmuspöytäkirjaan, mahdollisesti jo kat-

selmuksen yhteydessä. On myös suotavaa ottaa katselmoitavasta kohteesta kuvamateriaalia mahdollisia riitatilanteita varten. Katselmukseen osallistuvat sopimusosapuolten tarvittavat asiantuntijat ja jos yhteisymmärrykseen ei päästä voidaan tarvittaessa käyttää asiaa edustettavan alan ulkopuolista asiantuntijaa. [1, s. 30; 13, s. 252-253.]

Katselmuksen jälkeen siitä olisi hyvä tehdä katselmuksesta pöytäkirja, johon kirjataan katselmuksen aikana todetut seikat. Näin vältetään myöhemmässä vaiheessa tapahtumien kuvausten ja toteamisten väärinkäsityksiltä [14, 75-76 §]. Katselmukseen osallistuneiden henkilöiden olisi syytä osallistua pöytäkirjan laadintaan. Tämän avulla häiriön käsittely nopeutuu merkittävästi, koska näin vältetään varmimmin vastalauseiden esittämiseltä. Katselmuspöytäkirja allekirjoitetaan osallistujien toimesta 14 päivän kuluessa. Vastalause on syytä toimittaa mahdollisten erimielisyyksien esiintyessä. Reklamaation tavoin katselmuspöytäkirjaan voidaan kirjata ainoastaan tarkastuksen tulos (ns. neutraali reklamaatio) tai siihen voidaan sisällyttää kummankin osapuolen vaateet koskien aikataulua, kustannuksia ja asiantilan muuttamiseksi suoritettavia toimenpiteitä määräaikaan. [1, s. 31; 13, 75-76 §.]

#### 2.3.4 Työmaapäiväkirja

Työmaapäiväkirja on Rakennusurakan yleisten sopimusehtojen nojalla tehtävä päivittäin työmaan seurannassa käytettävä raportti. Siitä vastaa useimmiten rakennusurakoitsijaa edustava työmaan vastaava työnjohtaja. Työmaapäiväkirjaan merkitään urakkaa koskevat tiedot ja oleelliset tapahtumat, kuten työmaan vahvuus, sääolosuhteet, häiriötilanteet, käynnissä olevat työt ja alkaneet sekä loppuneet työt. Hankkeen kaikilla osapuolilla, joihin lukeutuvat tilaaja, viranomaiset, ali- ja sivu-urakoitsijat sekä tavarantoimittajat voivat lisätä työmaapäiväkirjaan huomautuksia. Urakoitsijan merkityksessä muita osapuolia koskevia huomautuksia, täytyy merkatun osapuolen vahvistaa se kuittauksella. Valvoja, jonka tilaaja on nimennyt, kuittaa työmaapäiväkirjan säännöllisesti osoittaen kuittauksella tiedoksisaantinsa. [1, s. 31; 13, s. 249-250.]

Työmaapäiväkirja ei kuitenkaan täytä reklamaatiolle asetettuja vaatimuksia. Tästä johdun reklamaatio tulee tehdä merkinnöillä työmaakokouksen pöytäkirjaan tai osoittaa reklamaatio suoraan kyseiselle osapuolelle. Työmaapäiväkirja voi kuitenkin täyttää ta-

pauksessa, jossa taho, jolle reklamaatio on tehty, vahvistaa saaneensa tiedon työmaapäiväkirjan kuittauksesta. [13, s. 249-250.]

### 2.3.5 Sähköinen kirjeenvaihto

Yhtenä hyvänä viestintämuotona voidaan pitää sähköposteja, joiden lähettäminen on yleistynyt nyky-yhteiskunnassa merkittäväksi viestintämuodoksi. Sen avulla pystytään hoitamaan vaivattomasti kahden tai useamman osapuolen välisiä keskusteluja ja samalla käydyt keskustelut tallentuvat mahdollisia jälkitarkasteluja varten. Sähköposteista voidaan myöhemmin helposti tarkastaa esimerkiksi, mitä on tilattu, jolloin ne toimivat hyvin myös reklamaatioiden tukena. [1, s. 32.]

Sähköpostin nopeuden ja vaivattomuuden takia sillä on myös lieveilmiöitä. Monesti sähköpostilla laadittu viesti lähetetään varmuuden vuoksi useammalle vastaanottajalle, vaikka kyseiseen ei olisi tarvetta. Mitä enemmän toimijoita yhteisöstä löytyy, sitä enemmän varmuuden vuoksi lähetettyjä turhia viestejä lähetetään. Ongelmatilanteita selvittäessä täytyisi tarkkaan harkita sähköpostin käyttämistä viestintävälineenä. Sähköpostiin vastaamisen helppous johtaa helposti tilanteeseen, jossa ylireagoidaan jättäen todiste tapahtumasta. Sähköpostiviestintä tulisi rajoittaa hyvinkin yksinkertaisten ja luonteeltaan neutraalien asioiden selvittämiseen. [1, s. 32.]

Organisaation projektia koskevat yhteiset sähköpostit tulisi tallentaa kaikkien projektiin osallistuvien tarkasteltaviksi esimerkiksi verkkolevylle. Muiden urakkaa koskevien asiakirjojen tapaan sähköpostiviestien tallenteita tulisi säilyttää 10 vuotta urakan vastaanottopäivästä, sillä sähköpostien sisällössä on varsin usein urakoitsijan kannalta merkittävää juridista näyttöä. [1, s. 32.]

## 2.4 Erimielisyyksien ratkaisu

Riitatilanteiden ratkaisuun urakkasopimuksen osapuolten välillä on annettu Rakennusurakan yleisissä sopimusehdoissa (YSE 1998 89 §) yleinen ohje. Määräys ei kuitenkaan ole osapuolia velvoittava, mutta sen tarkoituksena on kuvata hyvää käytäntöä ja antaa sitä kautta ulkopuolisena toimivalle riitatilanteen ratkaisijalle tulkintaohje toimenpiteisiin. Ohjeen mukaan riitatilanteen osapuolten tulee pyrkiä tilanteeseen, jossa häiriöt

ratkaistaan neuvottelemalla heti erimielisyyden ilmaannuttua. Taustalla ohjeella on se tilanne, että kiistatilanteessa erimielisyyksien ohittaminen ei poista ongelmaa vaikka sitä lykättäisiin. Vaan sillä on juuri päinvastainen vaikutus, jolloin ajan kuluessa ongelmanratkaisu vaikeutuu. Tilanteessa, jossa sopimusasiakirjat eivät anna suoraa vastausta kiistan ratkaisuun, tulee osapuolten saavuttaa yhteisymmärrys sopimusaineistossa yleisten periaatteiden perusteella. Yhdenmukaisen tulkinnan periaatetta noudatetaan yleisesti kiistatilanteiden ratkaisussa, jolloin samantapaiset ja toistuvat kiistat tulee ratkaista samalla tavalla, jos niille ei löydy suoraa vastausta sopimusasiakirjoista. Painoarvo samanhenkisten kiistojen suhteen on merkittävä, jos kiistaa käsitellään oikeusteitse. [1, s. 32, 13, s. 305.]

#### 2.4.1 Riidanalainen suoritus

Työsuorituksia, joiden lisä- ja muutostyöstäuksesta tai työn vaikutuksesta kustannuksiin ja aikatauluun ei päästä yksimielisyyteen käsitellään YSE 1998:n pykälässä 90 §. Sen ajatuksena on turvata rakennushankkeen edistyminen ja valmistuminen ajoissa. Määräyksellä pyritään ehkäisemään yksittäisen lisä- ja muutostyön kustannusvaikutuksia siihen haittaan nähden, että kiistatilanteen ratkaiseminen ennen työn aloittamista vaikuttaa kokonaisu-aikatauluun ja muihin urakoitsijoihin nostaten kustannuksia myös heidänkin osalta. [1, s. 33, 13, s. 305-309.]

Sopimusosapuolten ollessa yksimielisiä työn pitämisestä lisätyönä määräyksen 90 § mukaan, ei urakoitsijalla tilaajan vaatiessakaan ole velvollisuutta suorittaa työtä, jos osapuolet ovat erimielisiä lisätyön suorittamisen ehdoista. Tällaisessa tapauksessa urakoitsijan on pidättäydyttävä työn suorittamisesta siihen asti kunnes ehdoista on sovittu, jos ehdoista ei päästä sopuun on urakoitsija velvoitettu suorittamaan työ riidanalaisena. Riidanalaisen muutostyön ollessa sellainen, että urakoitsijalla YSE 44 §:n mukaan olisi oikeus urakka-ajan pidennykseen, on tilaajan myönnettävä kohtuullinen pidennys myös YSE 90 §:n tarkoittamissa tilanteissa. Urakka-ajan pidennyksen oikeus tulee urakoitsijalle muutostyön perusteella ratkaistavaksi tuomioistuimessa, jos tilaaja ei ole myöntänyt urakoitsijalle ennen työn aloittamista urakkaa koskevaa urakka-ajan pidennystä, vaan vaatii urakoitsijaa YSE 90 §:n nojalla suorittamaan työn alkuperäisen aikataulun mukaan. [1, s. 33, 13, s. 306.]

Tilajalla on myös oikeus korjata urakoitsijan laiminlyöntejä. Eri sopimusasiakirjat asettavat urakoitsijalle sivuvelvollisuuksia päävelvollisuuden lisäksi. Urakoitsijaa koskevissa päävelvollisuuden laiminlyönneissä virheiden tai merkittävän viivästymisen kohdalla, voi tilaaja purkaa urakkasopimuksen. Näissä tapauksissa virhe on todettu olevan niin vakava, että se vaarantaa urakkasopimuksen toteutumisen tilaajan kannalta. Aina asia ei kuitenkaan ole näin, vaan YSE 91 §:n määräys antaa tilaajalle riittävät keinot reagoida tilanteeseen ja sitä kautta saada sopimussuhde edellytetylle tasolle. YSE 91 § määräystä käytetään niissä tilanteissa, joissa urakoitsija kehotuksista huolimatta ei täytä sopimuksessaan olevia velvoitteita. Tilaja voi näissä tapauksissa varattuaan ensin kohtuullisen ajan tilanteen korjaamiseksi huolehtia velvollisuuden täyttämistä ulkopuolisen urakoitsijan tai muun palveluiden tuottajan avulla. Lojalleiteettiperiaatteen mukaan myös sopimusrikkomuksen kohteena olevan urakoitsijan on toimittava niin, että hänelle aiheutuvat vahingot jäävät mahdollisimman vähäisiksi. Tilanteen aiheuttamien kustannusten korvausten lisäksi urakoitsijan on myös korvattava YSE 25 §:n mukaan muunkin aiheutuneen ennalta arvattavissa olevan vahingon osuus. [13 s. 307-308.]

#### 2.4.2 Projektikatselmus

Projektioorganisaatiossa vallitsevia erimielisyyksiä ja erimielisyyksien syntymistä voidaan liennyttää projektikatselmuksella. Projektikatselmuksessa otetaan kantaa häiriöiden syntymiseen ja ratkaisuihin ennen projektin alkua. Katselmoinnin tarkoituksena on toimia hyödyllisenä apuvälineenä, koska projektioorganisaatio voi tulla sokeaksi omassa toiminnassaan piilevistä epäkohdista tai kiireen takia jättää myös jotain tärkeää tekemättä. [1, s. 33, 10, s. 232-234].

Laadittaessa projektikatselmusta olisi hyvä, että sen tekijä olisi projektin ulkopuolinen henkilö, jolla on vankka teoreettinen näkemys ja käytännön kokemus projektityöskentelystä. Dokumenttien tasolla tapahtuva projektin toimivuuden katsominen eli auditointi ei riitä, vaan olisi syytä seurata projektin työskentelyä käytännön tasolta. Ulkopuolisen tekijän käyttäminen katselmuksen laatimisessa on juuri hyödyksi ensimmäisessä aiemmin mainitun sokeaksi tulemisen takia. Tekijä voi omaksua paremmin ulkopuolisena projektin hyödyt ja haitat sekä tuoda ehdotuksia, mitä projektioorganisaatio ei muuten huomaisi. [1, s. 33; 10 s. 232-234.]

Projektikatselmuksen pitämisestä olisi hyvä sopia jo mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, jotta ehkäistään häiriöitä ja ristiriitoja projektiorganisaation kesken. Katselmuksen käyttöönottoa kesken projektia ongelmien vallitessa voidaan sitä pitää epäluottamuslauseena ja provosoivana tekona. Ulkopuolisen väliintulo muistuttaa tässä tapauksessa hyvin paljon riitatilanteiden selvittämiseen käytettävää välimiesmenettelyä. Toiseksi hankkeen edetessä hankkeessa esiintyvien ongelmien vaikuttamiseen käytettävät mahdollisuudet vähenevät. Katselmointitilanne pystytään pitämään hankkeen normaalina osana, jos katselmoinnista on sovittu yhteisesti yksi tai useampi ajankohta jo projektin alussa, eikä sitä silloin koeta riitelytilanteeksi. [1, s. 34.]

Epävarmuustekijöiden esiintyessä suurissa määrin olisi syytä ottaa käyttöön projektikatselmus. Pienten ja tavanomaisten hankkeiden osalta katselmuksia voidaan tehdä oman organisaation voimin eikä silloin edellytetä käytettäväksi ulkopuolista projektikatselmuksen laatijaa. [1, s. 34.]

#### 2.4.3 Välimiesmenettely

YSE 98 §:n mukaan urakkasopimusta ja sen lisä- ja muutostöiden sekä edellä mainittujen kustannus- ja aikatauluvaatimusten erimielisyydet tulisi ratkaista käräjäoikeudessa, ellei urakkasopimuksessa ole välimiesmenettelyn käyttämisestä riitatilanteissa sovittu toisin. [1, s. 34; 13, s. 308-309.]

Välimiesmenettelyn käyttämisestä voidaan sopia yksittäisten erimielisyyksien osalta jo niiden synnyttyä. Välimiesmenettely voi siis tulla kyseeseen taloudellisessa loppuselvietyksessä, jossa lisä- ja muutostyön erimielisyyksiä, joita ei ole ratkaistu saatetaan välimiesten ratkaistavaksi. Menettelystä on kuitenkin tehtävä kirjallinen sopimus välimiesmenettelyä koskevan lain 3 §:n mukaan. [1, s. 34; 13, s. 309.]



### 3 Tutkimusmenetelmät

#### 3.1 Työmaaraporttien analysointi

SRV Rakennus Oy käyttää työmaillaan säännöllisin väliajoin pidettävää työmaaraportointia, jossa käydään työmaan tilanne läpi työmaan sekä konttorin toimihenkilöiden kanssa.

Raporteilla pysytään hyvin mukana työmaan veloitteista, koska toteutusorganisaatio kokoontuu yhdessä käsittelemään edellisessä raportissa huomattuja puutteita ja onko niitä korjattu sekä pohtimaan nykyisiä sekä tulevia ongelmia ja niiden ratkaisuja.

Raporttien avulla saatiin hyödyllisiä tietoja insinööriyöhön. Raporteista saatiin selville kohdetyömaiden yleisimmät viiveet ja osittaista suuntaa niiden kustannusvaikutuksille.

Raporteista löytyneet aikataulutilanteet työmaiden tahdistavien työvaiheiden osalta kertoivat hyvin myös sen, mitkä työvaiheet olivat suurimmat aikatauluongelmia aiheuttaneet vaiheet. Raportin sisältö avasi tilannetta myös kustannuspuolen vaikutuksista.

Työmaaraportit auttavat myös hyvin hankintaosastoa pysymään tilanteen tasalla hankinnoista, jotka uupuvat tai mitä on jo työmaalle hankittu. Hankintapuutteet voivat myös aiheuttaa kustannusvaikutuksia, jos niitä ei hoideta tarpeeksi ajoissa.

Suunnitelmahäiriöihin työmaaraportti antoi tietoa katselmusten ajankohtaisuudesta ja onko niitä pidetty ja mitä suunnitelmapuutteita työmaalta löytyy.

Häiriöistä annettuihin reklamaatioihin ja yleisimpiin häiriöihin raportit antoivat myös tietoja, joita pystyttiin käyttämään hyväksi insinööriyössä. Reklamaatioista selvisi yleisimpien häiriöiden aiheuttajia ja monessa reklamaatiotapauksessa oli kyseessä myös sama aliurakoitsija tai työvaihe.

Työmaaraporttien perusteella saatiin myös hyvä käsitys SRV Rakennus Oy:n työmailla tapahtuvista yleisimmistä riskien torjunnoista. Mitä työmaan riskejä oli otettu huomioon ja miten niihin oltiin varauduttu tai varaudutaan. Hyvä kustannusvalvonta ja niiden raportointi yhdessä työmaaorganisaation kanssa edesauttaa työmaan sujuvuutta, jol-

loin voidaan yhdessä varautua häiriöihin ja niiden torjuntaan sekä korjaustoimenpiteisiin. Kustannusvalvonnan kautta työmaaraporteissa voidaan läpikäydä litteroita, joiden kohdalla kustannusvaikutukset ovat nousseet tavoitellusta.

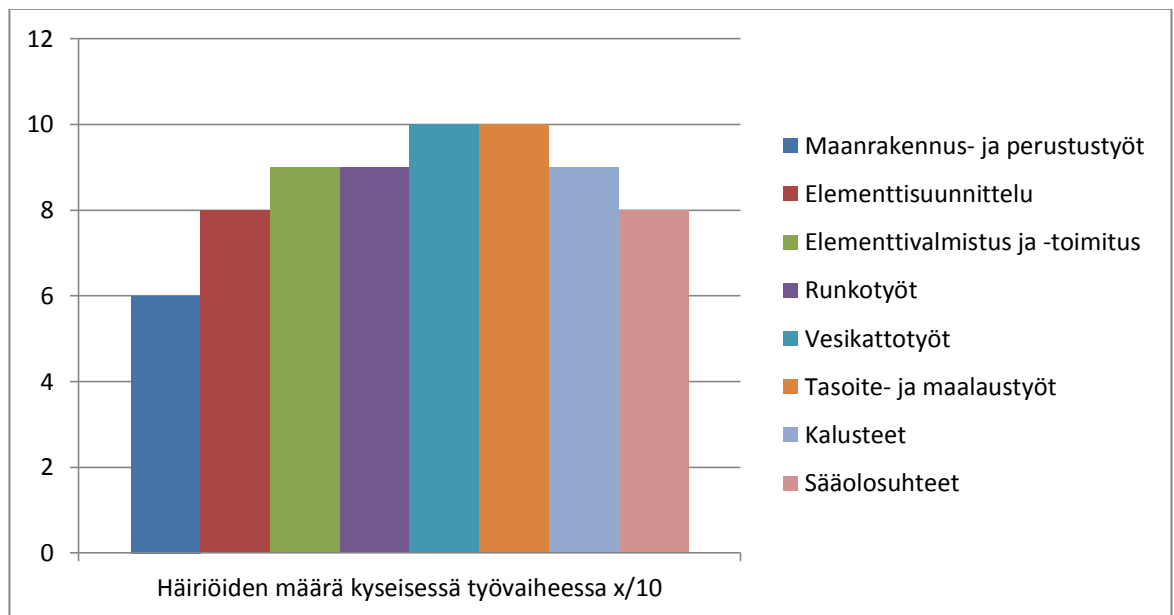
### 3.2 Kustannusvalvonnan analysointi

Kustannusvalvonnan avulla saatiin selvitettyä ja analysoitua suurimpien häiriöiden aiheuttajia sekä niiden kustannusvaikutuksia rakennustyömaan kustannuksiin. Kustannusvalvonnassa esitettyjen litteroiden kautta pystyttiin löytämään ne yleisimmät häiriöt, jotka olivat vaikuttaneet työmaan toimintaan.

#### 4 Yleisimmät työmaalla esiintyvät häiriöt

Opinnäytetyön tekemiseen käytettävien materiaalien tutkimisen perusteella raporteista ja kustannusvalvonnasta löytyi jokaiselta opinnäytetyön kohteena olevalta työmaalta ne yleisimmät kustannusvaikutuksia tuoneet häiriöt. Yleisimmät tutkimuskohteiden kustannusvaikutuksia nostaneet häiriöt olivat olleet perustus- ja maanrakennustöissä tapahtuneet häiriöt, elementtisuunnittelun häiriöt, elementtien toimitus- sekä valmistusvaikeudet, elementtiasennuksessa tapahtuneet häiriöt, sääolosuhteiden vaikutuksesta ja laatuhäiriöt tuotteissa sekä rakentamisen laadussa.

Työmaiden yleisimpien häiriöiden määrä kymmenellä kohdetyömaalla voidaan katsoa seuraavasta taulukosta (Kuva 8), jossa x esittää lukua, kuinka monella työmaalla kymmenestä häiriö kyseisessä työvaiheessa esiintyi:



Kuva 8. Häiriöiden esiintymismäärä kohdetyömailla.

Työvaiheen kohdatessa häiriön, häiriö aiheuttaa häiriöketjun. Ketju voidaan havainnollistaa seuraavanlaisesti suunnittelu-toimitus-asennus-laaturvirhe. Häiriöketjun osaluilla ilmenevä häiriö vaikuttaa ketjussa sen jokaiseen osa-alueeseen. Suunnitteluhäiriö vaikuttaa toimitukseen, jolloin se häiritsee tuotteen asennusta ja tätä kautta se ai-

heuttaa mahdollisesti laatuvirheen lopullisessa tuotteessa. Laatuvirhe voi olla myös näkymätön, mutta kustannuksia nostava, jolloin työ ei ole ollut laadultaan sopimusta vastaava. Toimitushäiriö voi johtua suunnittelun epäonnistumisesta tai resurssipulasta, jolloin suunnitelmat voivat mennä uusiksi tai tuotteen toimitus viivästyä. Tämä taas aiheuttaa asennukseen aikatauluvirheen ja aikataulua voidaan joutua päivittämään tai tekemään siihen korjaavaa aikataulusuunnittelua. Aikataulumuutos aiheuttaa työmaalla kirimistä ja seuraavien työvaiheiden uudelleensuunnittelua. Asennuksessa tapahtuva häiriö voi näkyä työmaan laatuvirheenä ja aiheuttaa myös aikatauluviiveitä. Laatuvirheen huomaaminen häiriöketjussa voi tarkoittaa häiriön tapahtumista koko ketjussa, jolloin tuote on voitu suunnitella tai asentaa väärin. Siksi onkin tärkeää valvoa koko häiriöketjun toimintaa jo ennen suunnittelua ja pohtia ketjussa esiintyviä mahdollisia häiriötapauksia ja niiden torjuntaa.

#### 4.1 Perustus- ja maanrakennustyöt

Perustus- ja maanrakennustyössä tapahtuneet häiriöt työmailla johtuivat aliurakoitsijan ongelmista, maanrakennustyövaiheessa esiin tulleista maapohjan muutoksista, suunnitelmamuutoksista, häiriöistä perustuselementtien suunnittelussa sekä toimituksessa. Sääolosuhteet ovat olleet myös yksi työvaihetta vaikeuttanut ja kustannuksia nostanut osa-alue.

Aliurakoitsijoiden toiminta perustustyövaiheessa johtui työmailla toimineitten maanrakennusurakoitsijoiden resurssipulasta. Aliurakoitsijoilla on ollut työmaalla töihin suhteutettuna liian vähän työvoimaa tai urakoitsijaa ei ole näkynyt työmaalla ollenkaan. Maanrakennusurakoitsijoiden resurssipulat ovat johtuneet myös suurelta osin siitä, että he ovat haalineet resursseihinsa nähden liian monta työmaata, jolloin kaikille työmaille ei ole riittänyt joko koneita tai työntekijöitä suorittamaan vaadittua työtä.

Maanpohjan muutokset olivat myös yksi häiriöitä ja kustannuksia nostanut osa-alue. Töitä aloittaessa on tullut esiin esimerkiksi kalliopohjan muutoksia, joita ei ole maapohjaa tutkittaessa ja kustannuksia laskettaessa huomioita ollenkaan.

Elementtien suunnittelun, toimitus- ja valmistusvaikeuksien osuus häiriöissä nousi myös kohdetyömailta esiin. Suunnittelijan vaihdokset, siitä johtuneet viivästymiset suunnit-

telmien toimituksissa ja sitä kautta elementtien valmistuksessa nostivat kustannuksia ja yhdellä työmaalla tekivät suunnitelmamuutoksen, jolloin jotkut työmaat vaihtoivat perustuselementit paikalla valuiksi.

Sääolosuhteet vaikuttavat myös perustustyövaiheen rakentamista niiden ajoituessa syksylle tai talvelle. Viime vuosien runsaat lumimäärät ja kovat pakkaset ovat hidastaneet työn toteuttamista. Lumen määrän takia työt ovat siirtyneet, koska runsas lumen määrä on estänyt työvaiheen aloittamista ja on jouduttu keskittymään lumen siirtoon. Viime talvien sääolosuhteet ovat olleet myös sellaisia, että lunta on tullut monena päivänä peräkkäin, jolloin on jouduttu keskittymään ainoastaan lumen poistamiseen. Kovat pakkaset ovat omalta osaltaan viivyttäneet toimintaa jäädyttämällä työkoneita sekä työntekijöitä. Pääkaupunkiseudun viime vuosien talven erilaisuus on myös vaikuttanut työvaiheeseen, koska pääkaupunkiseudun talvet alkavat myöhäisessä vaiheessa yleensä tammikuussa, jolloin talven haitat on saatu minimoitua.

Kohdetyömailla esiintyi häiriöitä maanrakennus- ja perustustyövaiheessa kuudella työmaalla kymmenestä (Kuva 8). Häiriöiden suurimmat syyt olivat resurssipula aliurakoitsijan toiminnassa tai talven tuoma haasteellisuus. Muutamalla työmaalla maanpohjan rakenne oli ollut erilainen kuin mitä aikaisimmilla tutkimuksilla oli saatu selväksi ja se muutti alkuperäisiä suunnitelmia ja aikatauluja (Liite 1.).

Häiriön esiintyessä maanrakennus- ja perustustyövaiheessa estää se runkotyövaiheen aloittamisen ja viivästyttää rungon jälkeisiä työvaiheita.

#### 4.2 Suunnittelun ohjaus

Työmaaraporttien ja kustannusvalvonnan perusteella toinen yleinen työmaalla tapahtunut häiriötekijä oli elementtisuunnittelussa tapahtuneet häiriöt. Häiriötapauksissa suunnittelija oli vaihtunut, suunnitelmat myöhässä tai suunnitelmissa oli virheitä. Häiriö näinkin aikaisessa vaiheessa työmaata pysäyttää työmaan hyvin nopeasti. Elementtisuunnittelun häiriintyminen vaikuttaa moneen työvaiheeseen sen jälkeen, koska elementtivalmistajat eivät saa elementtien valmistukseen tarvittavia piirustuksia ja pahimmassa tapauksessa yhdessä elementtivalmistajan korkean työtilanteen kanssa työmaan kustannukset nousevat huomattavasti.

Häiriö suunnittelun ohjauksessa esiintyi kymmenestä työmaasta kahdeksalla (Kuva 9). Suurimmat tekijät häiriöihin suunnittelun ohjauksessa olivat toisten suunnittelijoiden puutteet esimerkiksi elementtien varauksissa, suunnitelmien myöhästyminen, resurssipula suunnitelmien teossa sekä hyvin monet suunnitteluvirheet lopullisen tuotteen saapessa työmaalle (Liite 1.).

Suunnittelun ohjauksessa tapahtuvan häiriön vaikutukset jatkuvat hyvin voimakkaina työmaan loppuun asti. Elementtisuunnittelun häiriöt aiheuttavat hyvin usein häiriöketjun, jossa elementtien valmistus, toimitus sekä asennus häiriytyvät ja nostavat työmaan kustannuksia huomattavasti. Siksi olisikin hyvin kriittistä huolehtia suunnittelun ohjauksen onnistuminen yhdessä seuraavaksi käsiteltävän elementtien toimitus- sekä valmistusvaikeuksien kanssa.

#### 4.3 Elementtien toimitus- ja valmistusvaikeudet

Kolmas esiintynyt häiriötilanne oli elementtien valmistuksesta johtuvat häiriöt. Suunnitelmapuutteet, korkea tehtaan kapasiteetti tai vaihtuvat valmistajat viivästyttävät työmaan etenemistä hyvin paljon. Työmaa ei elementtipuutteiden takia pääse etenemään ja sillä on pitkät vaikutukset myöhemmässä vaiheessa aikataulun kirimisen muodossa. Kustannukset nousevat, koska joudutaan tekemään ylitöitä niin viikolla kuin viikonloppuisin aikataulun kiinniottamisen takia. Työntekijäkustannukset viikonlopputöistä ovat hyvin korkeat. Aikataulumuutoksia joudutaan tekemään, jotta muut työvaiheet saadaan sovitettua yleisaikatauluun. Tehtaan kapasiteetin täytyessä toimitukset ovat pitkittyneet tai jopa on jouduttu turvautumaan vaihtoehtoiseen elementtivalmistajaan, jotta työmaan elementit saadaan työmaalle.

Tehtaan tuotannon suunnittelun häiriintyessä vaikuttaa se elementtien toimitusaikoihin, koska tehtaan tuotanto sekaantuu aikataulumuutosten takia ja muuttaa jo suunniteltua tuotantoaikataulua. Aikataulumuutoksen takia työmaalle ei voida valmistaa elementtejä, koska tuotantoon on mahdollisesti varattu jo muidenkin työmaiden elementtejä. Tämä johtaa tuotannon aikataulun korjaamiseen ja tehdas joutuu pohtimaan, missä välissä valmistaa vaaditut elementit. Syitä kyseiseen tapahtumaketjuun voidaan löytää elementtisuunnittelijan virheestä, jolloin vaaditut elementtikuvat eivät ole saapuneet tehtaalte tarpeeksi ajoissa tai niissä on virheitä sekä työmaan aikatauluhäiriöistä.

Elementtivalmistuksessa ja -toimituksessa kohdetyömailla esiintyi häiriö melkein jokaisella työmaalla (Kuva 8). Suurimmat syyt häiriöihin löytyivät elementtisuunnittelijan resurssipulan ja siitä johtuneen myöhästymisen kautta, jolloin tehtaalle tulevat kuvat eivät saavu tarpeeksi ajoissa ja aiheuttavat häiriöketjun, joka ulottuu runkotyövaiheen jälkeen pitkälle työmaan aikataulussa. Tämä aiheuttaa kirimistä aikataulun suhteen ja se nostaa kustannuksia yli- sekä viikonlopputöiden ja kalustovuokrien muodossa (Liite 1.).

#### 4.4 Elementtiasennus

Elementtiasennuksen häiriöt ovat työmaan rakennusvaiheessa vakava tai jopa vakavin yksittäinen häiriötapaus. Elementtiasennuksen häiriintyessä kustannusvaikutukset ovat hyvin suuret. Asennuksen epäonnistuessa elementtien puutteen, aliurakoitsijan ammattitaidottomuuden takia tai kohdetyömailla esiintyneen asennusryhmän vaihdon takia viivästyy runkovaihe suurella todennäköisyydellä. Runkovaiheen häiriötilanne vaikuttaa sitä seuraaviin työvaiheisiin kriittisesti, koska sisävalmistusvaihe ei voi edetä rungon puuttuessa.

Elementtien toimitushäiriö vaikuttaa asennuksen onnistumiseen hyvin paljon. Elementtien puuttuessa työmaalta seisauttaa se pahimmassa tapauksessa koko työmaan niin pitkäksi aikaa kuin asennettavat elementit saapuvat työmaalle. Rungon viivästyessä se vaikeuttaa sisätyövaiheen aloitusta sekä vesikaton valmistusta. Runkoa ei saada umpeen katon ja elementtien puuttuessa. Tämä taas aiheuttaa sen, että rakennuskohteen lämpöjä ei saada päälle ja runkoa kuivaksi sisävalmistusvaihetta varten. Erityisesti rungon märkyys vaikuttaa vedeneristyksen asentamiseen sekä tasoite- ja maalaustöihin, joiden aikataulumuutokset vaikuttavat hyvin suureen osaan työmaan muista työvaiheista, kuten laatoitukseen, kaluste- ja lattia-asennuksiin sekä putkiasennuksiin.

Asennusryhmästä johtuvia häiriötekijöitä ei aina voida osoittaa helposti, mutta elementtiasennuksen asennukseen on määritelty Ratu-kortistossa (Ratu 0396) työmenekit. Ratu-kortin perusteella voidaan määritellä asennusmäärän minimivaatimukset eli kuinka monta elementtiä pitää päivässä saada asennusryhmän asennettua. Ryhmän asennusnopeuden ollessa liian hidas, joutuvat elementtitoimitukset jonottamaan työmaalla tai tehtaalla ja tehtaiden ollessa hyvin usein täyteen lastattuja myöhästyttää se

uusien elementtien valmistusta, koska tehtailla ei yksinkertaisesti enää ole tilaa. Olosuhteiden vaikutus hyvällä talvisäällä asennusnopeuteen ei juurikaan eroa kesällä vaaditusta tahdista, koska asennus ei itsessään häiriinny, mutta lumen ja jään poistaminen viivästyttää työntekoa.

Työmaan on hyvä seurata elementtien asennuksesta tehtyä elementtisuunnitelmaa ja reklamoida aliurakoitsijaa, jos suunnitelmasta jäädään aikataulullisesti.

Häiriöitä elementtiasennuksen runkotyövaiheen aikana esiintyi yhdeksässä kymmenestä työmaasta (Kuva 8). Suurimmat häiriön aiheuttajat olivat elementtien toimitusvaikeudet sekä asennusryhmän ammattitaidottomuus. Töitä oli myös runkovaiheen talvelle ajoittumisen takia vaikeuttanut runsas lumi sekä kovat pakkaset.

#### 4.5 Sääolosuhteiden vaikutukset

Sääolosuhteet Suomen kaltaisessa pohjoisessa valtiossa ovat yksi merkittävimmistä häiriöiden tekijöistä. Viime vuosien kaltaiset talvet runsaine lumineen ja kovine pakkasineen tuovat työmaalle omat haasteensa. Erittäin kriittisesti talviolosuhteet tai erittäin kosteat ja sateiset syksyt, kuten viime syksy oli vaikuttavat perustustyöstä sisävalmistusvaiheeseen. Runsa lumi aiheuttaa tarpeen talvilisätöille, joita runsaslumiset talvet aiheuttavat. Lumi estää rakennustöiden jatkamisen ja se pitää viedä työmaalta pois ennen kuin voidaan työvaihetta jatkaa. Sisävalmistusvaiheessa, jossa talo on umpinainen ja lämmöt päällä, runsas lumentulo tai kovat pakkaset eivät tuo niin suurta kustannusvaikutusta projektille.

Runkovaiheen ajoituksessa syksyille tai talvelle on hyvä huomioida aikataulussa sääolosuhteiden kustannusvaikutukset, jotta ylimääräisiltä yllätyksiltä estytään. Talvi lisää lumen poisviennin lisäksi rakennusvaiheen lämmityskuluja sekä suojaukseen käytettäviä kustannuksia. Tämän takia olisikin hyvä ajoittaa runkotyövaihe keväälle tai kesälle ja sisävalmistusvaihe talvelle. Runkotyövaiheen ajoittuminen keväälle tai kesälle minimoi talven tuomat asennusongelmat ja verrattaessa sisävalmistusvaiheen kustannuksiin talvella, ovat ne huomattavasti pienemmät, koska asennusaikaisia lisätöitä ei jouduta talvella sisävaiheessa tekemään toisin kuin runkovaiheessa (Taulukko 2). Työvai-



heiden ajoitusta ei kuitenkaan ole helppo ajoittaa rakennuttajan haluamalle ajankohdalle urakkasopimusten tai markkinoiden takia.

Sateinen syksy tai kylmä ja luminen talvi tuovat sisävalmistusvaiheen aikana kustannuslisäyksiä myös rakennusaikaiseen suojaukseen, jotta vältytään ylimääräisiltä korjauksilta myöhemmissä vaiheissa. On tärkeää suojata kosteudelle haitallisia rakennusosia, kuten väliseiniä ja välttää eristysten kastumiset sekä poistaa ylimääräinen kosteus esimerkiksi betonirakenteista. Betonirakenteiden kosteus vaikuttaa tahdistaviin työvaiheisiin, jos työmaan vedeneristystyöt viivästyvät, mikä taas tuo lisää kustannuksia lämmitykseen ja huoneistojen kuivatukseen.

Talven tuomat lisäkustannukset verrattuna kesäaikaan löytyvät seuraavasta taulukosta:

Taulukko 2. Kerrostalorakentamisen lisäkustannukset prosentteina vastaavista kesäajan rakentamisen kustannuksista. [17, s. 1.]

Kustannuslajit	Rakennusvaiheiden lisäkustannukset (%)		
	Perustustyövaihe	Runkotyövaihe	Sisävalmistusvaihe
Työmenekkilisä	2,6...2,9	0,6...0,7	–
Materiaalilisä	1,7...3,7	0,6...1,9	–
Energialisä	0,9...1,0	1,2...1,4	2,8...3,2
Kone- ja kalustolisä	1,8...2,2	1,2...1,4	0,1...0,2
Talvilisätyöt	1,6...1,8	0,7...0,9	0,2...0,4
Aikakustannuslisä	2,0...2,2	1,0...1,2	–
Yhteensä	13...15	5,5...7,5	3,3...3,7

Talvikustannukset muodostuvat seuraavista tekijöistä kokonaistyömenekin kasvu, materiaalihukka, muuttuneet materiaalit, energian tarpeen kasvu, koneiden ja laitteiden muuttunut tarve sekä rakennusajan kasvu. [17, s. 3.]

Häiriöihin on syytä varautua suunnittelemalla työt ilman häiriötä ja varautumalla keskeytyksiin, jolloin varmistetaan aikataulun tavoitteellisuus ja realistisuus samaanaikaan. On hyvä jättää ns. pelivaraa suurhäiriöille ja eri työvaiheet vaativat eri määrän pelivaraa. Perustustyövaihe vaatii suurhäiriövarauksena aikatauluun noin 5%:n lisän, runkotyövaihe 10%:n ja sisävalmistusvaihe noin 2%:n. [17, s. 12.]

Kohdetyömailla häiriöitä sääolosuhteiden takia löytyi kahdeksalta työmaalta kymmenestä (Kuva 8). Häiriön aiheuttajia olivat viime talvien suuret lumimäärät sekä harvinaisen kovat yhtenäiset pakkasjaksot, jotka pysäyttivät työmaita ja nostivat niille varattuja talvityön kustannuksia pahimmissa tapauksissa 30% (Liite 1.).

#### 4.6 Laatu

Työmailla esiintyy myös laadullisia häiriöitä. Aliurakoitsijan työnlaatu tai elementtivalmistajan elementtien laatu vaihtelee suuresti. Huonolaatuiset tai väärin tehdyt työvaiheet tai rakennustuotteet nostavat kustannuksia, koska korjaustöihin menee ylimääräistä rahaa. Siksi olisikin hyvä panostaa työmaan valvontaan työvaiheita tehtäessä. Virheiltähän ei voida välttyä, mutta tiukalla valvonnalla voidaan ehkäistä tapahtuvat häiriöt. Huonosti tehdyt työt eivät välttämättä esiinny saman tien vaan voivat tulla vuosien päästä esille esimerkiksi homeongelmina. Urakkasopimuksia laadittaessa olisikin hyvä aina sisällyttää kyseisen työvaiheen laatuvaatimuksista kertova dokumentti, esimerkiksi Ratu-kortti tai RT-kortti, joista kyseiseen aliurakkaan ryhtyvä yritys näkisi vaaditut laatuvaatimukset.

Yleisesti voitaisiin ajatella projektin yhteydessä, että tehdään kerralla kunnolla, vaikka se maksaisi hieman enemmän. Enemmän kustannuksiin tuo vaikutusta työvaiheen korjaaminen tai uudelleen tekeminen. Myös valittaessa urakoitsijaa, toimittajaa tai suunnittelijaa voitaisiin kiinnittää halvimman hinnan sijasta aliurakoitsijan maineeseen tai työn jälkeen.

Yrityksillä olisi hyvä olla palautejärjestelmä, jossa muiden työmaiden kokemusten perusteella arvioidaan aliurakoitsijan toimintaa ja varsinkin tapauksissa, joissa häiriö esiintyy työmaalla antaa palaute aliurakoitsijan toiminnasta. SRV Rakennus Oy:llä on käytössään aliurakoitsijan arviointi-/palautejärjestelmä, josta voidaan hakea hankinnan sekä työmaan käyttöön aliurakoitsijan arviointeja. Järjestelmä auttaa valitsemaan arviointiperusteella työmaiden käyttöön hyviä aliurakoitsijoita, jolloin pystytään ennaltaehkäisemään häiriöiden syntyä. Parhaassa tapauksessa työmaaorganisaatio voisi tehdä sopimuksen aliurakoitsijan kanssa jo seuraavasta työmaasta arvioinnin perusteella, jolloin pystyttäisiin pitämään hyväksi todettu ryhmä työmaan palveluksessa.

#### 4.7 Yleisimpien häiriöiden vaikutukset muihin työvaiheisiin

Häiriö rakennusprosessin ketjussa aiheuttaa samalla tavalla kuin missä tahansa tuotantoprosessin ketjussa toimintaan häiriön. Mitä suurempi tai pidempiaikainen ketjun häiriö on sitä korkeammiksi siitä johtuvat kustannusvaikutukset nousevat. Rakennusprosessin alkuvaiheen häiriöttömyys on suuremmassa roolissa kuin loppuvaiheen häiriöt.

Tilanne, jossa häiriö tapahtuu rakennusprosessin alkuvaiheilla, kuten suunnittelun, elementtien tai runkovaiheen kohdalla, tuottaa myös niitä seuraavia häiriöitä. Suunnittelussa tapahtuva häiriö vaikuttaa elementtien tai rakentamisen etenemiseen ja kiristää aikatauluja ja sitä kautta nostaa kiinnisaamisen takia kustannuksia. Seuraavat työvaiheet eivät voi lähteä käyntiin, koska niiden vaatima mesta ei ole valmis. Se taas vaikuttaa kyseistä työvaihetta seuraaviin työvaiheisiin nostaten työmaan kustannuksia edelleen.

Rakennuksen loppuvaiheen häiriöillä ei välttämättä ole niin kriittisesti vaikuttavia vaikutuksia, koska ne yleensä ovat päällekkäisiä työvaiheita ja muita töitä voidaan häiriöistä huolimatta jatkaa. Suurimmat vaikutukset saadaan häiriön esiintyessä runkovaiheen aikana tai sisävalmistusvaiheen tahdistavimpien töiden kohdalla. Alkuvaiheessa häiriöistä johtuvia aikataulumuutoksia voidaan kieriä ylitöillä ja työjärjestyksen uudelleensuunnittelulla, mutta loppuvaiheessa kireminen ei onnistu vaan on turvauduttava viivästysakkoihin. Kuitenkin viivästyssakot eivät aina riitä korjaamaan sattunutta vahinko, kuten kohdetyömailla olleen kalustetoimittajan toiminnan kohdalla voitiin todeta. Kalustetoimittajan resurssipula ja kalustetoimitusten viivästymisestä aiheutuneet kustannukset olivat verrattuna viivästyssakon suuruuteen korkeammat. Viivästyssakon, joka on YSE 1998:n mukaan 0,1 % urakkasummasta päivää kohden, olisi tässä tapauksessa pitänyt olla 2,5-kertainen, jotta häiriöstä johtuneet kustannusnousut olisi pystytty kompensoimaan.

## 5 Ratkaisuehdotuksia rakennustuotannon häiriöiden ehkäisyyn

Yleisimpien häiriöiden esiintyessä kohdetyömailla hyvin usein ja niiden suuren kustannusvaikutukset johdosta, oli opinnäytetyöni kohdalla syytä pohtia ratkaisuehdotuksia niiden poistamiseksi tulevissa SRV Rakennus Oy:n työmaakohteissa (Liite 1.).

Häiriöketjun tutkimisessa ja siihen kohdistettaviin ennakoiviin ratkaisuehdotuksiin, jotta pystyttäisiin tulevaisuudessa ehkäisemään työvaiheessa esiintyvät häiriöt jo ennen seuraavaa työvaihetta. Suunnittelu-toimitus-asennus-laaturvirhe-ketjussa mahdollisimman aikaisin tapahtuva häiriönehkäisy parantaa tuotteen laatua lopussa ja poistaa aikataulumuutoksien tarpeet. Kiinnittämällä yleisimpiin häiriöihin huomiota pitäisi tulevaisuudessa keskittyä jo poistamaan häiriöketjun aloittava tekijä elementtisuunnittelun ja elementtivalmistuksen kohdalla. Näiden häiriöiden poistaminen edes auttaisi asennuksen onnistumista, jotta työmaa pysyisi suunnitellussa aikataulussa.

Sisätyövaiheen suurimpia häiriöitä tutkittaessa niiden myöhästymistä on edesauttanut työmaan alkupäässä tapahtuneet häiriöt, kuten asennuksen myöhästymisen toimitusvaikeuksien takia. Yhdessä alun häiriöiden kanssa sisävalmistusvaiheen epäonnistuminen aikataulullisesti nostaa kustannuksia huomattavasti. Sisävalmistusvaiheiden tahdistavien työvaiheiden häiriöitä esiintyi hyvin monella kohdetyömaalla ja tasoite- ja maalaustöiden sekä kalustetoimituksessa ja asennuksessa esiintyneet häiriöt olivat hyvin yleisiä. Näiden työvaiheiden vaikutukset työmaan toimintaan ovat hyvin haitallisia. Suurten kalustetoimittajien vähyys kerrostalorakentamisen kohdalla yhdessä hyvin suurten tilausten kanssa muodostavat kalustevalmistajalle resurssipulan, jolloin toimitusvaikeudet tulevat esiin.

Häiriöiden ehkäisyyn parantamiseen voidaan kiinnittää työmaakousten, hyvin toteutettujen ja nopeasti reagoitujen reklamaatioiden sekä katselmusten avulla. Työmaakousten kehitys- sekä ratkaisuehdotukset on hyvä tehdä huolella ja kuvata ongelmat ja pohditut ratkaisut hyvin, jolloin muiden työmaiden on hyvä käyttää raporttien tietoja hyväksi. Sama voidaan huomioida reklamoidessa toista osapuolta, jolloin hyvin laaditun reklamaation raportoinnilla pystytään katsomaan missä on menty aikaisemmin tekemään virhe ja sitä kautta estämään se tulevaisuudessa. Katselmusten pitämällä pystytään yhdessä aliurakoitsijan kanssa paremmin toteamaan heidän tai pääurakoitsijan

toiminnasta johtuneet häiriöt, jolloin on yhdessä saatu kehitettyä ratkaisu tilanteen korjaamiseksi.

### 5.1 Aliurakoitsijoiden arvioiminen ja valinta

Yhtenä ratkaisuehdotuksena pitäisin aliurakoitsijoiden arvioimista ja tietojen levittämistä kaikille SRV Rakennuksen työmaille, jotta huonoista aliurakoitsijayhteistöistä päästäisiin eroon. Kerran tai kaksi kertaa huonoksi todettu aliurakoitsija voi hyvällä onnella onnistua seuraavassa työmaakohteessa, mutta suurin todennäköisyys on, että se epäonnistuu työsaavutuksessaan ja jättää työmaalle aikataulullisia ja kustannuksellisia ongelmia.

Ainahan hyvien aliurakoitsijoiden valitseminen ei ole mahdollista, koska hyvät työmiehet ovat aina käytössä, mutta näin saataisiin ainakin arvioitua aliurakoitsijat ja jos saatavilla ei ole niitä parhaimpia vaihtoehtoja voitaisiin ottaa työmaalle kuitenkin arvioiden yläpäästä aliurakoitsijoita. Hyvienkään työmiesten valitseminen ei aina, autta vaan työmaaorganisaation sekä aliurakoitsijoiden henkilökemiat eivät aina kohtaa. Ihmisiä on erilaisia ja henkilöristiriidat voivat vaikuttaa hyvinkin paljon työnlaatuun.

Sama pätee myös rakennusosien tuottajien valinnoissa, joissa yleensä valitaan niin kuin aliurakoitsijoiden kohdallakin se halvin vaihtoehto. Halpa ei yleensä ole se paras vaihtoehto ja voi tuoda epäonnistuessaan suuremmat kulut kuin hieman kalliimpi urakoitsija tai valmistaja. Tämän takia olisikin hyvä harkita mahdollisuutta niin rakennustuottajien kuin aliurakoitsijoiden hajauttamisessa, jolloin toisen kohdatessa häiriön, voisi toinen osapuoli jatkaa.

Häiriön sattuessa on hyvä reagoida tilanteeseen heti ja estää häiriön vaikutusten ulottuminen seuraaviin työvaiheisiin. Aliurakoitsijan toimintaa on hyvä valvoa tarkkaan ja varmistaa heidän tekemän työn oikeanlaisuus ja virheiden sattuessa reklamoida aliurakoitsijaa saman tien. Mestän vastaanotto yhdessä aliurakoitsijan työnjohtajan kanssa ja ongelmien raportointi auttaa välttämään myöhemmin tulevien ristiriitojen epäonnistunut selvittely. Dokumentoidut virheet ennen seuraavaa työvaihetta voidaan todistaa kuvilla sekä aliurakoitsijan allekirjoittamalla pöytäkirjalla, jolloin aliurakoitsija ei voi enää yrittää todistaa virheen johtuneen pääurakoitsijasta.

## 5.2 Suunnittelijoiden valvonnan parantaminen

Suunnitteluhäiriöistä puhuttaessa suunnittelijoiden tarkempi valvonta ja valitseminen edesauttavat työmaan onnistumista, unohtamatta kuitenkaan itse suunnitelmien valvontaa. Suunnitelmien valvonta ja tarkastus niiden oikeanlaisuudesta siinä vaiheessa, kun ne saapuvat työmaalle tai konttorille olisi hyvin tärkeää, jotta voitaisiin puuttua niistä johtuviin häiriöihin. Suunnittelija oli vaihtunut kohdetyömaiden alkuvaiheessa monella työmaalla ja tämä oli aiheuttanut ongelmia elementtisuunnitteluun ja sitä kautta elementtien valmistukseen, koska elementtitehdas ei saanut vaadittuja kuvia. Yleisimmät suunnittelijanvaihdon syyt olivat ammattitaidon riittämättömyys tai resurssipula. Työmaalla tapahtuvaa suunnitelmien valvontaa olisi jatkossa myös hyvä parantaa ja uusien suunnitelmien saapuessa työmaalla tarkastaa niiden sisältämät virheet ja reklamoida suunnittelijaa saman tien, jotta häiriöiltä vältyttäisiin.

Suunnitelmakatselmukset ja sitä seuraavat vaiheet ovat hyvin kriittisiä, jotta saadaan työmaa käyntiin tavoitteiden mukaan. Ongelmien esiintyessä alkuvaiheessa voi työmaan valmistuminen viivästyä hyvinkin paljon. Elementtien valmistus suunnitelmien viivästyessä pidentää perustus- tai runkovaiheen aloitusta, koska suunnitelmien saapuessa kestää elementtien valmistus 6 viikkoa ja ilman elementtejä työmaata on vaikea saada etenemään. Rungon puuttuessa ei sisävalmistusvaihe pääse alkamaan ja ainoastaan kustannukset juoksevat eteenpäin.

Suunnittelijaa valittaessa pitäisikin huomioida heidän valmiutensa suorittaa työnsä loppuun ja jos pienintäkään epävarmuutta on, olisi varasuunnittelija hyvä olla valittuna. Suunnittelijan ohjausta olisi hyvä valvoa tietyn väliajoin ja katselmoida suunnitelmat. Häiriön esiintyessä reklamointi suunnittelijaa kohtaan on hyvä tehdä mahdollisimman nopeasti, jotta häiriön vaikutukset eivät nouse niin korkeiksi.

## 5.3 Elementtivalmistajan valinta

Elementtivalmistajaa valittaessa pitäisi keskittyä valmistajan tuotantokapasiteetin selvittämiseen ja siihen ettei kesken työmaata esiinny resurssipulaa, mikä estäisi työmaalle tarvittavien elementtien valmistuksen. Hyvin useassa tapauksessa elementtivalmistaja vaihtuu, koska he eivät yksinkertaisesti pysty toimittamaan vaadittuja elementtejä työmaalle.

Sen takia olisikin hyvä ennen elementtien tilausta varmistaa tehtaan kapasiteetti ja mahdollisesti jo tässä vaiheessa valita elementtien valmistajaksi useampi valmistaja, jotta asennus ei keskeydy missään vaiheessa. Hajauttamalla valmistusta eri valmistajille tässä vaiheessa pienentää kustannuksia toimitusvarmuuden parantuessa, koska työmaan elementtien saanti tässä tapauksessa ei ole riippuvainen vain yhden tehtaan toimituksista. Hajautuksen avulla työmaan toiminta voi jatkua, koska työmaalle saadaan elementtejä muilta tehtailta. Yhden tehtaan valinnassa kokonaiskustannukset voivat nousta halvan hinnan sijasta korkeammiksi kuin tapauksessa, jossa elementit tulevat eri tehtailta, jos yksittäinen tehdas ei pysty toimittamaan työmaan elementtejä vaaditussa ajassa.

Työmaaorganisaation katselmukset elementtitehtailta ennen sekä tuotannon aikana edesauttaisivat ennaltaehkäisemään häiriöitä. Käynti ennen valmistajan valintaa kertoisi valmistajan kapasiteetista toimittaa vaaditut elementit sekä kesken työmaata sillä voitaisiin tarkastaa tehtaan toimintaa ja valvoa, että elementit saapuvat ajoissa työmaille.

Elementtivalmistajan kanssa olisi hyvä sopia sopimusta tehdessä mahdollisten korkeampien viivästysakkujen suuruudesta, jolloin saataisiin häiriön kustannusvaikutuksia kohdistettua valmistajan toimintaan. Häiriön sattuessa ja työmaan viivästyessä siitä johtuneet häiriöt, jotka on pystytty todistamaan valmistajan tekemään virheeseen, pitäisi kustannusvaikutukset myös pystyä kohdistamaan valmistajalle. Suurempien sanktioiden vaikutusten kohdistus valmistajan toimintaan mitä luultavimmin kehittäisi elementtivalmistajan toimintaa parempaan suuntaan. Tehdas joutuisi sanktioiden pelossa parantamaan ja kehittämään uusia tuotantomalleja tuotannon tehostamiseksi.

#### 5.4 Katselmukset rakennustuotteiden valmistajien tehtailta

Työmaaorganisaation katselmukset rakennustuotteita valmistaville tehtaille, kuten elementtitehtaille ja kalustevalmistajalle voisivat ehkäistä kustannusvaikutuksia. Katselmuksilla voitaisiin valvoa paremmin tehtaan tuotantoa ja vaatia tehdasta ripeämpään toimintaan. Katselmusten avulla tehdaskäynnillä voitaisiin paikan päällä todeta yhdessä tehdasorganisaation kanssa mahdolliset häiriöt ja niiden korjausratkaisut.

Katselmusten tavoin laatutarkastuksilla voitaisiin valvoa työmaalle saapuvien tuotteiden laatua. Virheiden ehkäisy tehtaalla olisi paljon halvempi ja tehokkaampi keino laskea kustannuksia kuin laatuvirheellisen tuotteen tuonti työmaalle. Esivalmistetuissa rakennusosissa esiintyneitä virheitä on vaikea korjata työmaalla ja tapauksissa, joissa tuote joudutaan vaihtamaan ja sen esiintyessä kriittisessä rakennusvaiheessa tai paikassa voi viivästyttää työmaan aikataulua huomattavasti.

## 5.5 Työvaihekohtaiset ratkaisuehdotukset

### *Maanrakennus- ja perustusvaihe*

Maanrakennus- ja perustusvaiheen häiriöitä voitaisiin ratkaista tutkimalla maapohja vielä perusteellisemmin, jolloin ehkäistäisiin maanrakennusvaiheessa esiin tulevia häiriöitä.

Perustukset rakennuksissa tehdään nykyisin hyvin yleisesti betonielementeistä. Niiden varalta olisi hyvä suunnitella varasuunnitelma elementtitoimitusten viivästyessä. Mahdollinen paikallavaluratkaisu edesauttaisi runkovaiheen alkua, koska elementtien puutteen sijaan työmaa voisi tehdä perustukset valutöinä.

Maanrakennus- ja perustusvaiheen aikana olisi hyvä myös varmistaa seuraavien työvaiheiden läpivienti ja tuotteiden valmistuksen taso. Elementtien saapuminen työmaalle perustusten valmistuttua olisi hyvä varmistaa suoraan tehtaalta, että vaaditut elementit saapuvat työmaalle oikeaan aikaan.

Perustusvaiheen häiriöitä valvottaessa on hyvä pitää katselmuksia työn lomassa, jolloin häiriöt ja niiden kuvaukset saadaan dokumentoitua.

### *Runkovaihe*

Runkovaiheen ratkaisuehdotuksia pohdittaessa olisi hyvä miettiä vaihtoehtoa, jossa elementtien ostokallimmasta hinnasta riippuen hajautettaisiin kahden tai vielä useamman elementtivalmistajan osalle. Hajauttaminen ei sitoisi pelkästään yhteen valmistajaan, joka häiriön sattuessa ei pystyisi toimittamaan elementtejä työmaalle vaan työmaa pysähtyisi. Hajautuksen avulla työmaalle saataisiin muilta tehtailta elementtejä



ja työt työmaalla voivat jatkua riippumatta toisen tehtaan häiriöistä. Tämä ratkaisu ei kuitenkaan ole se ongelmattomin ratkaisu, koska samalla tavalla kaikilla elementtivalmistajilla on toimitusaika ja huonommassa tapauksessa kaikkien hajautetusti elementtejä toimittavien valmistajien kohdatessa häiriön, aiheuttaa se työmaalle aikatauluviiveitä. Hajautetussa valmistuksessa yhden elementin jääminen rungon tärkeästä kohdasta pois, voi se pysäyttää koko työmaan, vaikka elementtejä työmaalta löytyisikin. Muita elementtejä ei vain pystytä puuttuvan elementin takia asentamaan, jolloin pahimmassa tapauksessa joudutaan vaihtoehtoisesti elementin tilalle tekemään korvaava ratkaisu paikallavaluna.

Runkovaiheen tärkeä häiriön hallinta on ratkaisevaa, koska häiriö tässä vaiheessa työmaata vaikuttaa seuraaviin suunnitelmiin ja aikatauluun kriittisesti. Vesikatto- ja sisävalmistustyöt viivästyvät pahimmillaan viikkoja ja tuovat työmaalle ylimääräistä kiirettä sekä kustannuksia. Ilman vesikattoa ja seiniä rakennusta ei voida lämmittää, mikä taas vaikuttaa vedeneristyksen asentamiseen ja sitä seuraaviin kylpyhuoneen rakennusvaiheisiin. Kosteaa runko estää tasoite- sekä maalaustöiden aloittamisen ja sitä kautta kaluste- ja lattia-asennuksien aloittamisen. Rakennusaikaisen lämmön päälle saaminen on erittäin tärkeää syksyllä ja talvella, jolloin kosteutta esiintyy kesää enemmän.

Runkovaiheen yhteydessä on tärkeää myös varmistaa sähkö- sekä putkiurakoitsijan pysyminen rungon mukana. Putkiurakoitsijan tärkeys ja ammattitaitoisuus edesauttavat saamaan rakennusaikaiset lämmöt päälle nopeammin ja tämä ennaltaehkäisee tulevia häiriöitä seuraavien työvaiheiden kohdalla.

### *Elementtiasennus*

Elementtiasennuksissa esiintyviin häiriöihin pitää valmistautua jo hyvissä ajoin. Työmaan pitää varmistaa tehtaan toimitusajat sekä asennusryhmän ammattitaito ja resurssien riittävyys. Talvella tapahtuvan asennuksen kohdalla aikatauluun pitää varata talvilisä, jolloin säästä johtuva asennustahdin hidastuminen pystytään huomioimaan.

### *Vesikatto*

Vesikaton häiriöt johtuvat yleensä runkovaiheessa esiintyvän häiriön seurauksena. Vesikattoa ei päästä runkovaiheen myöhästymisen takia rakentamaan aikataulun mukai-

sesti ja se taas vaikuttaa seuraaviin työvaiheisiin, koska rakennusta ei saada kuivaksi. Siksi olisikin hyvä varautua ennakolta ratkaisuun, jossa kattorakenteiden rakennus aloitettaisiin jo ennakolta rungon noustessa. Tällöin saataisiin aikataulua kirittyä kiinni, kun vesikattorakenteisiin vaadittuja osia olisi jo valmistettu ennakkoon. Vesikaton runko voitaisiin valmistaa osiin jo maassa ja nostaa elementteinä katolle rungon valmistuttua, jolloin päästäisiin nopeammin siihen pisteeseen, että vesikatto on vedenpitävä.

### *Kylpyhuone*

Kylpyhuonetta edeltävien työvaiheiden häiriöttömyys on hyvin tärkeää työmaan onnistumisen kannalta. Rungon umpinaisuus ja vesikaton tiiveys mahdollistavat rakennuksen kuivattamisen ja tarpeellisen kuivuuden saamisen vedeneristykselle. Tästä johtuen olisi rakennushankkeen aikataulun kireyden, runkovaiheen vuodenajankohdan ja kohteen vaikeuden huomioiminen tärkeää. Kosteudenhallinnan onnistuminen ja rungon umpinaisuuden ja kuivatuksen varmistaminen ilman häiriöitä nopeuttavat tätä tahdistavaa työvaihetta.

### *Tasoite- ja maalaustyöt*

Tasoite- ja maalaustöiden onnistumista voidaan parantaa häiriöttömillä edeltävillä työvaiheilla. Runkovaiheen onnistuminen on tasoite- ja maalaustöiden kannalta hyvin tärkeää, koska kyseinen työvaihe vaatii kuivat olosuhteet. Häiriö tässä työvaiheessa hidastaa kalusteasennuksia sekä muita sisätyövaiheita. Siksi olisikin hyvä kiinnittää huomiota runkovaiheen onnistumiseen ja tämän työvaiheen aliurakoitsijan valvontaan, jotta viimeistelyvaiheen aikana maalauksista johtuvat laatuvirheet voitaisiin ennaltaehkäistä. Erityistä huomiota pitäisi kiinnittää valmiiden pintojen suojaamiseen ja kosteudenhallintaan, jotta korjausten määrää saataisiin alennettua. Valvonnassa pitää huolehtia myös muiden aliurakoitsijoiden valvonnasta, jotta he eivät myöskään tuhoa valmiita pintoja.

### *Kalusteasennukset*

Kohdetyömailla esiintyneet kalusteasennusten häiriöiden ehkäisyyn voitaisiin kiinnittää huomiota hajauttamalla kalustehankintoja eri tehtaiden osalle, jotta sama tehdas ei toimita kaikkia kalusteita jokaiselle työmaalle, katselmuksilla valmistajan tehtaalle, työnjohtajan vaatimista työmaalle asennusten aikana sekä huolehtimalla kalustevalmis-

tajalle annettujen suunnitelmien oikeanlaisuudesta verrattuna arkkitehdin tekemiin kuviin. Kuitenkin hajauttamisen hyötyjen osoittaminen on hyvin vaikeaa ja siksi työmaakohtaista hajauttamista kalusteosien toimitukseen on syytä harkita. Eri työmaiden kohdalla hajauttaminen voi hyvinkin toimia, koska silloin hankitaan eri kalustevalmistajilta työmaille kalusteet, jolloin yksittäisen valmistajan toimitusvaikeudet eivät aiheuta viivästyksiä jokaiselle työmaalle.

Kalustehankintojen hajauttamisella eri valmistajille saataisiin vähennettyä valmistajan kuormitusta, jolloin kaikki työmaan kalusteet eivät häiriön esiintyessä viivästyisi saapumasta työmaalle. Resurssien riittävyttä ja kuvien oikeanlaisuutta voitaisiin valvoa katselmuksilla tehtaalle ja varmistamalla, että valmistajalla on käytettävissään viimeisimmät kalustekuvat. Rakennustyömaalla kalustevalmistajan mittamiehen ammattitaitoisuuden valvonta edesauttaisi kalusteiden laaturvirheiden ehkäisyä. Työnjohtajan pätevyys ja paikallaolo työmaalla on häiriöiden esiintyessä hyvin tärkeää. Varsinkin, jos työnjohtajalla on valtuudet korjata työmaalla esiintyneitä virheitä heti ja sitä kautta ehkäistä virheellisten tuotteiden asennus.

#### *Sääolosuhteista johtuvien häiriöiden torjunta*

Talven pakkaset sekä lumisade on hyvä huomioida rakennushankkeen yleisaikataulus-  
sa, jos runkovaihe tai sitä edeltävä perustusvaihe ajoittuvat syksylle tai talvelle. Sääva-  
rauksille on hyvä varata lisääaikaa, koska sääoloista johtuvat katkot voivat olla monen-  
kin päivän mittaisia. Elementtiasennusryhmä voi hyvällä talvisäällä asentaa yhtä monta  
elementtiä kuin kesällä, mutta kovien pakkasten tai lumisateiden aikaan asennukset  
voivat pysähtyä täysin, koska jään sekä lumen poisto viivästyttää asennustöitä. Asen-  
nusten aikataulun mitoittamiseen käytetään Ratu-tietoja ja esimerkiksi käyttämällä talvi-  
töistä tehtyjä laskelmia, jolloin aikataulun avulla yritetään välttää ns. hukka-aika.

#### *Mestän vastaanotto*

Jokaisen työvaiheen jälkeen olisi hyvä raportoida ja suorittaa mestan vastaanotto jol-  
loin varmistuttaisiin ja saataisiin todiste aliurakoitsijan mahdollista reklamaatiota tai  
virhettä vastaan. Ilman kirjallista todistetta pääurakoitsija ei voi todistaa, että työkohde  
on ollut aliurakoitsijan mielestä ennen töiden aloitusta heidän vaatimusten mukainen.  
Suullinen vastaanotto on vaikeampaa tuoda esiin vaikkakin se olisi pidetty.

## 5.6 Häiriöraportointi

Häiriöistä olisi hyvä tehdä raportointi tulevaisuutta silmällä pitäen ja raportoida tilanne tarkkaan ja laittaa analyysin jälkeen korjaus- sekä ehkäisykeinoja raporttiin. Raporteista voitaisiin valmistaa SRV Rakennus Oy:lle häiriöjärjestelmä, josta löytyisi häiriöitä aiheuttaneet aliurakoitsijat sekä myös häiriön aiheuttajat. Järjestelmästä voisi tämän jälkeen etsiä ratkaisukeinoja häiriöiden ennaltaehkäisyyn ja sinne voisi sisällyttää kaikki häiriöön liittyneet dokumentit, kuten reklamaatiot ja katselmukset.

## 5.7 Muita ehkäisykeinoja

Projektia aloittaessa olisi hyvä paneutua ehkäisemään työmaan häiriöitä jo suunnittelukatselmuksen alkaessa ja jatkettava valvontaa hankinnan valmistelun toteuttamisessa. Urakkaneuvotteluita pidettäessä olisi myös hyvä jo ennalta varmistua aliurakoitsijan toimintavarmuudesta, jolloin työvaiheen toteuttamisen aikana ei esiinny viivästyttäviä ja kustannusvaikutuksia aiheuttavia häiriöitä.

Suunnitelmien epäkohdat ja niistä johtuvat häiriöt olisi hyvä varmistaa suunnitelmakatselmuksen avulla. Hyvin hoidetun suunnitelmakatselmuksen toteutuksella voidaan varmistaa, ettei työmaan aikataulu kärsi virheellisten suunnitelmien takia. Yleisimpien häiriöiden kohdalla mainitusta häiriöketjun toimivuudesta on hyvä pitää kiinni ja paneutua ketjussa esiintyvien riskien poistamiseen. Suunnitelmamuutokset olisi hyvä saattaa tekijöiden tietoon jo hyvissä ajoin ja varmistaa, että muutokset on ymmärretty.

Hankintojen kohdalla aliurakoitsijoiden valinta täytyy hoitaa erittäin hyvin, jotta heistä johtuvat häiriöt minimoidaan. Huonoksi todettujen aliurakoitsijoiden valintaa on vältettävä ja varmistettava kyselemällä muilta organisaatioilta kokemuksia aliurakoitsijoiden toiminnasta arviointien lisäksi. Hankintojen kohdalla on myös hyvä kiinnittää huomiota toteutusten vertailuun esimerkiksi miettimällä rakennustyövaiheen tuotteiden tai aliurakoitsijoiden toiminnan hajauttamista monelle urakoitsijalle sekä mietittävä vaihtoehtoisesti halvimman ja esimerkiksi hajautetun urakan lopullista hintaa. Aliurakoitsijan valinnalle on hyvin tärkeää suorittaa aliurakoitsijan arviointi ja se erittäin hyvin ja tarkasti.

Urakkaneuvottelussa pitäisi huolehtia riskien esiin tuomisesta yhdessä aliurakoitsijan kanssa ja kiinnittää huomiota niiden ennaltaehkäisemiseen ja häiriön sattuessa oikei-

den korjaustoimenpiteiden miettimiseen. Tekemällä riskikartoituksen ja valvomalla alirakoitsijan toimintaa voidaan varmistaa rakennuksen työkohteen onnistuminen jo ensimmäisellä kerralla.

Häiriön sattuessa olisi myös seuraavia työmaita varten hyvä palata aikataulussa taaksepäin ja katsoa, missä kohtaa urakkavaihetta häiriö on tapahtunut ja miten seuraavalla kerralla voitaisiin tilanne ehkäistä.

## 6 Yhteenveto ja pohdinta

Insinööriyössä tutkittiin yleisimpiä rakennustuotannon prosesseissa tapahtuvia häiriöitä ja niiden kustannusvaikutuksia. Työ rajattiin työmaalla tapahtuviin yleisimpiin häiriötapauksiin. Useimmat niistä esiintyivät joko yksitellen tai yhdessä saman työmaan aikana. Työn tavoitteeksi asetettiin häiriöiden kustannuksien määrittely, mutta niiden määrittely tarkkaan osoittautui häiriöissä esiintyvien muuttujien määrän takia hyvin vaikeaksi ja aivan tarkkaa arviota yksittäisen häiriön esiintyessä ei pystytty toteuttamaan.

Samojen häiriöiden esiintyminen usealla työmaalla kävi selkeästi esille työmaaraporttien ja kustannusvalvonnan kautta. Analysoitavat kohteet kertoivat myös sen, että samojen aliurakoitsijoiden kanssa on ollut hyvin usein ongelmia. Sen takia SRV Rakennus Oy onkin halunnut tutkia yleisimpien häiriöiden kustannusvaikutuksia, jotta niiden kustannuksiin tulisi selvyyttä ja kuinka paljon mikäkin häiriö on yritykselle maksanut. Häiriöiden kustannusarvion antaminen on kuitenkin huomattavan vaikeata ja itse en ainaakaan tutkimusteni perusteella osaa antaa samankaltaisille häiriöille yhtä ja tarkkaa arviota sen kustannuksista. Kustannusvaikutuksilla on niin monta eri tekijää, jotka vaikuttavat kustannuksien nousuun ja aikataulun pitenemiseen.

Työmaan alkuvaiheessa tapahtuvien häiriöiden esiintyminen laukaisee ketjun, jossa seuraavat työvaiheet saavat oman osansa aikataulun muuttuessa alkuperäisestä. Työmaaorganisaation on panostettava kiireellä aikataulun kirmiseen, jolloin laatu saattaa työmaalla kärsiä. Loppuvaiheessa häiriön aiheuttajan korjaaminen ei onnistu kirmällä, vaan aliurakoitsijoille on annettava viivästyssakkoja, mutta viivästyssakkojen antaminenkaan ei korjaa tilannetta. Sakot eivät kuitenkaan aina ole riittäviä kompensoidaan häiriön haittavaikutuksia. Esimerkkinä voidaan pitää työmaille kalusteita toimittavan urakoitsijan ongelmat resurssien kanssa, jolloin työmaiden kalustehankintojen saapuminen työmaalle on tehtaan ylikapasiteetin takia viivästynyt, kuten esimerkkitapauksesta aikaisemmin yhden kohdetyömaan kohdalta voitiin todeta.

Siksi olisikin syytä panostaa häiriöiden torjuntaan työmaan varhaisimmissa vaiheissa ja erityisesti pitää huoli siitä, että elementtisuunnittelun, elementtivalmistuksen ja toimistusten onnistuminen pystytään torjumaan jo ennakoita varautumalla ongelmiin sekä varmistamalla toiminnan onnistuminen jo ennen häiriön tapahtumista.

Toiminnan hajauttamista resurssipulien esiintyessä on hyvä harkita ja valmistajan valinnassa pitäisikin keskittyä enemmän valitsemaan luotettava ja toimintavarmuudeltaan parempi urakoitsija. Hajauttaminen voi todennäköisesti tulla näin kokonaisedullisemmaksi, jos riski toimitusvarmuuden kohdalla on ajankohtainen. Tämä siis verrattaessa aliurakoitsijaan, joka on halvempi, mutta ei pysty toimittamaan tuotteitaan. Loppukustannusten huomiointi on tärkeää ja halvemman urakoitsijan häiriöiden johdosta hieman kalliimpi urakkahinta voi loppujen lopuksi olla halvempi summaltaan, kun huomioidaan kaikki työhön liittyvät ja seuraavat kustannukset. Kokonaisvaikutus virheen sattuessa halvemman urakoitsijan kanssa voi maksaa enemmän kuin kalliimpi urakoitsija. Tietysti pitää aina huomioida myös se mahdollisuus, että kalliimpikin urakoitsija epäonnistuu työssään, mutta esimerkiksi, jos elementtivalmistajalla on kapasiteettia tehtaalla tuottaa työmaan kaikki elementit, mutta se maksaisi enemmän kuin halvin vaihtoehto, jolla ei ole resursseja tuottaa elementtejä, voidaan kysyä kannattaisiko tässä vaiheessa panostaa hieman enemmän toimitusvarmuuteen kuin halvempaan hintaan.

Lopputuloksena työmaakohteiden häiriöiden dokumenttien analyysien jälkeen saatiin työmaille ratkaisu- sekä ennaltaehkäisyehdotuksia, joilla tulevaisuudessa voitaisiin häiriöitä välttää ja sitä kautta kustannuksia vähentää. Sekä SRV Rakennus Oy:n toiveiden mukaan salaisena pidettävä liitetaulukko työmaan yleisimpien häiriöiden vaikutuksista ja niiden esiintymisistä kohdetyömaille. Kehitysehdotuksena tulevaisuutta ajatellen voitaisiin jatkotutkimuksin syventyä häiriöiden kustannusvaikutuksiin tarkemmin.

## Lähteet

- [1] Nick, Tommi. 2011. Insinööriyö: Häiriöhallinta projektinjohtourakassa. Helsinki.
- [2] Mäkitalo, Jukka. 1990. Diplomityö: Ulkoisten häiriöiden torjunta erityiskohteissa. Espoo.
- [3] Kankainen, Jouko; Junnonen, Juha-Matti. 2001. Laatuajattelu ja rakennustyömaan laatutoiminnot. Espoo: Rakennustieto Oy.
- [4] The Project Management Institute, Inc. 2008. A guide to the Project Management Body of Knowledge. Pennsylvania, USA.
- [5] Saloranta, Marko. 2002. Diplomityö: Asiakasviestintä rakennusyrityksen toiminnassa. Espoo.
- [6] Anttonen, Kyösti. 2003. Tehokasta projektityötä – Johda hanketta 80/20 –periaatteella. Helsinki: Talentum.
- [7] Mitä riskienhallinta on?. Verkkodokumentti. VTT. <http://www.pk-rh.fi/startti-riskienhallintaan/mita-riskienhallinta-on.html>. Luettu 15.3.2012.
- [8] Rissanen, Tapio. 2002. Projektilla tuloksiin. Jyväskylä: Kustannusosakeyhtiö Pohjantähti.
- [9] Ruuska, Kai. 2005. Pidä projekti hallinnassa – Suunnittelu, menetelmät, vuorovaikutus. Helsinki: Talentum.
- [10] Kankainen, Jouko; Junnonen, Juha-Matti. 2001. Rakennuttaminen. Espoo: Rakennustieto Oy.
- [11] Liuksiala, Aaro. 1999. Rakennussopimukset – Käytännön käsikirja. Helsinki: Rakennustieto Oy.



- [12] Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL Ry. 2005. Urakoitsijan YSE-opas. Espoo: Sähköinfo Oy.
- [13] RT 16-10660. 1998. Rakennusalan yleiset sopimusehdot YSE 1998. Helsinki: Rakli Ry ja Rakennustieto Oy.
- [14] Kauppinen, Anneli; Nummi, Jyrki; Savola, Tea. 2009. Tekniikan viestintä. Helsinki: Edita Publishing Oy.
- [15] Siikanen, Pekka. 2009. Työmaiden tuotannonohjauksen ongelmat ja kehitystarpeet. Espoo: Teknillinen korkeakoulu, Rakenne- ja rakennustuotantotekniikan laitos.
- [16] Artemis. Verkkodokumentti.  
<<http://www.artemis.fi/cmpro/tuotteet.htm>>. Luettu 25.3.2012.
- [17] Ratu C8-0377. 2010. Talvityöt ja –kustannukset. Helsinki: Mittaviiva Oy ja Rakennustieto Oy.

# Yleisimmät kohdetyömailla esiintyneet häiriöt ja niiden vaikutukset kohdetyömaittain.

Yömaa	Häiriö	Maanrakennus- ja perustustyöt	Elementisaunneittelu	Elmerivälitöndus	Runkotyöt	Yksikötyöt	Tasok- ja maalaustyöt	Kalusteet	LVI	Säädösuhheet	Muut
Yömaa 1	Suunnitella auras väheneminen, epäselvyydet, loppurakenteiden väheneminen.	Elementisaunneittelu	Tomutukset myöhässä	Runko myöhässä 4 viikkoa, asennusryhmä myöhässä -> uusi asennusryhmä	Suunnitella auran väheneminen, epäselvyydet, loppurakenteiden väheneminen.	Yksikötyöt	Aurakotelon raunioita ja loppurakenteiden väheneminen.	Asennus myöhässä 3 viikkoa	Yksikötyöt	Lumienäkö, kalusteet, 30kg	Ikunomistuksissa sekä asennus ja puutteita
Yömaa 2	Elementisaunneittelu puutteita, suunnittelijavaihtuut	Elementisaunneittelu	Yleiset myöhästykset	Alueen suunnittelusta myöhässä, virheiden väheneminen	Alueen suunnittelusta myöhässä, virheiden väheneminen	Tasok- ja maalaustyöt	Kalusteiden väheneminen	Suunnitelma-aiheuttamat viivästykset	Yksikötyöt	Lumienäkö, kalusteet, 30kg	Ikunomistuksissa sekä asennus ja puutteita
Yömaa 3	Rakennus- ja maalaustyöiden epäselvyydet, loppurakenteiden väheneminen.	Elementisaunneittelu	Yleiset myöhästykset	Alueen suunnittelusta myöhässä, virheiden väheneminen	Alueen suunnittelusta myöhässä, virheiden väheneminen	Tasok- ja maalaustyöt	Kalusteiden väheneminen	Suunnitelma-aiheuttamat viivästykset	Yksikötyöt	Lumienäkö, kalusteet, 30kg	Ikunomistuksissa sekä asennus ja puutteita
Yömaa 4	Perustuselementtien vähiä, elementtien vähiä, elementtien vähiä, elementtien vähiä.	Elementisaunneittelu	Yleiset myöhästykset	Alueen suunnittelusta myöhässä, virheiden väheneminen	Alueen suunnittelusta myöhässä, virheiden väheneminen	Tasok- ja maalaustyöt	Kalusteiden väheneminen	Suunnitelma-aiheuttamat viivästykset	Yksikötyöt	Lumienäkö, kalusteet, 30kg	Ikunomistuksissa sekä asennus ja puutteita
Yömaa 5	Perustuselementtien vähiä, elementtien vähiä, elementtien vähiä, elementtien vähiä.	Elementisaunneittelu	Yleiset myöhästykset	Alueen suunnittelusta myöhässä, virheiden väheneminen	Alueen suunnittelusta myöhässä, virheiden väheneminen	Tasok- ja maalaustyöt	Kalusteiden väheneminen	Suunnitelma-aiheuttamat viivästykset	Yksikötyöt	Lumienäkö, kalusteet, 30kg	Ikunomistuksissa sekä asennus ja puutteita
Yömaa 6	Perustuselementtien vähiä, elementtien vähiä, elementtien vähiä, elementtien vähiä.	Elementisaunneittelu	Yleiset myöhästykset	Alueen suunnittelusta myöhässä, virheiden väheneminen	Alueen suunnittelusta myöhässä, virheiden väheneminen	Tasok- ja maalaustyöt	Kalusteiden väheneminen	Suunnitelma-aiheuttamat viivästykset	Yksikötyöt	Lumienäkö, kalusteet, 30kg	Ikunomistuksissa sekä asennus ja puutteita
Yömaa 7	Perustuselementtien vähiä, elementtien vähiä, elementtien vähiä, elementtien vähiä.	Elementisaunneittelu	Yleiset myöhästykset	Alueen suunnittelusta myöhässä, virheiden väheneminen	Alueen suunnittelusta myöhässä, virheiden väheneminen	Tasok- ja maalaustyöt	Kalusteiden väheneminen	Suunnitelma-aiheuttamat viivästykset	Yksikötyöt	Lumienäkö, kalusteet, 30kg	Ikunomistuksissa sekä asennus ja puutteita
Yömaa 8	Perustuselementtien vähiä, elementtien vähiä, elementtien vähiä, elementtien vähiä.	Elementisaunneittelu	Yleiset myöhästykset	Alueen suunnittelusta myöhässä, virheiden väheneminen	Alueen suunnittelusta myöhässä, virheiden väheneminen	Tasok- ja maalaustyöt	Kalusteiden väheneminen	Suunnitelma-aiheuttamat viivästykset	Yksikötyöt	Lumienäkö, kalusteet, 30kg	Ikunomistuksissa sekä asennus ja puutteita
Yömaa 9	Perustuselementtien vähiä, elementtien vähiä, elementtien vähiä, elementtien vähiä.	Elementisaunneittelu	Yleiset myöhästykset	Alueen suunnittelusta myöhässä, virheiden väheneminen	Alueen suunnittelusta myöhässä, virheiden väheneminen	Tasok- ja maalaustyöt	Kalusteiden väheneminen	Suunnitelma-aiheuttamat viivästykset	Yksikötyöt	Lumienäkö, kalusteet, 30kg	Ikunomistuksissa sekä asennus ja puutteita
Yömaa 10	Perustuselementtien vähiä, elementtien vähiä, elementtien vähiä, elementtien vähiä.	Elementisaunneittelu	Yleiset myöhästykset	Alueen suunnittelusta myöhässä, virheiden väheneminen	Alueen suunnittelusta myöhässä, virheiden väheneminen	Tasok- ja maalaustyöt	Kalusteiden väheneminen	Suunnitelma-aiheuttamat viivästykset	Yksikötyöt	Lumienäkö, kalusteet, 30kg	Ikunomistuksissa sekä asennus ja puutteita