



TEKNIikka JA LIIKENNE

Rakennustekniikka

Tuotantotekniikka

INSINÖÖRITYÖ

TUOTANNON SYSTEMAATTISTEN POIKKEAMIEN PALJASTAMINEN JA TORJUNTA

Työn tekijä: Marianne Mänty
Työn ohjaajat:

Työ hyväksytty: ____ . ____ . 2010

Niilo Kemppainen
lehtori



ALKULAUSE

Tämä insinööriyö tehtiin Skanska Talonrakennus Oy:n asuntorakentamisen yksikölle. Haluan kiittää projektissa mukana olleita valvojia ja ohjaajia, erityisesti Skanskan projektipäällikköä Sakari Pesosta, jonka loppumaton into kannusti jaksamaan vastoinkäymisistä huolimatta.

Helsingissä 16.4.2010

Marianne Mänty

TIIVISTELMÄ

Työn tekijä: Marianne Mänty	
Työn nimi: Tuotannon systemaattisten poikkeamien paljastaminen ja torjunta	
Päivämäärä: 16.4.2010	Sivumäärä: 54 s. + 8 liitettä
Koulutusohjelma: Rakennustekniikka	Suuntautumisvaihtoehto: Tuotantotekniikka
Työn ohjaaja: lehtori Niilo Kemppainen	
Työn ohjaajat: työpäällikkö Kari Nuora, projektipäällikkö Sakari Pesonen	
<p>Tämä opinnäytetyö tehtiin Skanska Talonrakennus Oy:n asuntorakentamisen yksikölle. Tutkimuksen kohteena oli Skanskan Luotettavan tuotannon toimintatapaan kuuluva Viisi miksi -analyysi. Viisi miksi -analyysi on tapa selvittää tuotannon häiriöiden perimmäinen syy. Sen ajatuksena on kysyä niin monta kertaa miksi, että häiriön taustalla oleva syy selviää. Usein tähän riittää keskimäärin viisi miksi-kysymystä.</p> <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia ongelmanratkaisuun käytetyn Viisi miksi -analyysin käyttöä työmaaolosuhteissa. Viisi miksi -analyysi on työkalu, jolla tuotannon luotettavuutta pyritään parantamaan. Analyysi oli kaikista vähiten käytetty osa Skanskalla käytössä olevaa Luotettavan tuotannon toimintatapaa. Opinnäytetyön tarkoitus oli selvittää Viisi miksi -analyysin teon ongelmat ja kehittää sen tekemiseen vakioitu tapa. Lisäksi työn tavoitteena oli saada työmaan työnjohtajat tekemään Viisi miksi -analyyseja itsenäisesti.</p> <p>Tutkimus toteutettiin Skanskan asuntorakentamisen yksikön työmaalla. Tutkimustyö aloitettiin tutustumalla Viisi miksi -analyysien taustalla vaikuttavaan tuotannonohjausteoriaan sekä perehdyttämällä työmaan henkilöstöä tuotannon poikkeamien havaitsemiseen ja niistä ilmoittamiseen. Tutkimustyön oleellisin osa oli Viisi miksi -analyysien tekeminen työmaahenkilöstön ilmoittamista poikkeamista. Tehtyjen analyysien perusteella pyrittiin luomaan vakioitu tapa suorittaa Viisi miksi -analyyseja työmaaolosuhteissa. Analyysien avulla pohdittiin myös vastatoimenpiteitä poikkeamille, jotta niiltä voitaisiin välttyä tulevaisuudessa.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena tehtiin mallikansio, johon kerättiin tehdyt Viisi miksi -analyysit. Tätä kansioita voidaan jatkossa käyttää Viisi miksi -analyysien jalkauttamisessa. Tapahtuneista häiriöistä opittiin paljon uutta ja niiden torjuntaan kehitettiin vastatoimenpiteet. Vaikka työnjohto osallistui analyysien tekemiseen, he eivät ottaneet Viisi miksi -analyysia käyttöön. Lisäksi poikkeamien vastatoimenpiteiden läpivienti ja kehitetyn materiaalin koe-käyttö sekä jatkokehitys jäi avoimeksi.</p>	
Avainsanat: Viisi miksi -analyysi, ongelmanratkaisu, tuotannonohjaus	

ABSTRACT

Name: Marianne Mänty	
Title: Revealing and Preventing the Systematic Disorders of Production	
Date: 16 April 2010	Number of pages: 54 pages + 8 appendices
Department: Civil Engineering	Study Programme: Production Engineering
Instructor: Niilo Kemppainen, Lecturer	
Supervisors: Kari Nuora, Project Manager, Sakari Pesonen, Project Manager	
<p>The main objective of this graduate study was to study and improve the use of a problem solving method called the 5 Whys. The 5 Whys is a question-asking method used to explore the cause and effect relationships underlying a particular problem. Ultimately, the goal of applying the 5 Whys method is to determine a root cause of a defect or problem. This study was commissioned by Skanska Building Construction.</p> <p>In this study, several analysis were carried out at a Skanska work site using the 5 Whys method. The aim was to find out why the employees at Skanska see the 5 Whys as a very difficult tool to use and also to create an easier way for conducting 5 Whys analysis. Another objective was to teach the foremen at the site to independently conduct 5 Whys, so that the development would not stop when this study ended.</p> <p>As a result of this study information was gathered and 5 Whys were made of the systematic disorders that occurred during the study. Furthermore, countermeasures for the disorders were planned. A portfolio was also gathered of all the 5 Whys and other additional material that was done during this study. This portfolio can be used as a tool in teaching other employees in using the 5 Whys.</p>	
Keywords: 5 Whys, problem solving, Lean Construction	

SISÄLLYS

ALKULAUSE

SANASTO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	1
1.1	Tutkimuksen taustaa	2
1.2	Tavoitteet	3
1.3	Tutkimuksen toteutus	4
2	SKANSKAN TOIMINTAA OHJAAVAT PERIAATTEET	6
3	PERINTEINEN RAKENTAMISEN TUOTANNONOHJAUS	8
4	LEAN-TUOTANTO	10
4.1	Leanin menetelmät	11
4.1.1	<i>Yksiosainen virtaus</i>	12
4.1.2	<i>Imuohjaus</i>	13
4.1.3	<i>Andon</i>	13
4.1.4	<i>Viisi miksi -analyysi ja jatkuva parantaminen</i>	14
5	LEAN CONSTRUCTION	17
5.1	Last Planner	19
5.1.1	<i>Last Planner -menetelmän osat</i>	20
6	ONGELMANRATKAISUMENETELMÄT	22
6.1	Demingin kehä	23
6.2	Syy-seuraussuhdeanalyysi	24
6.2.1	<i>Kalanruotokaavio</i>	24
6.2.2	<i>Puukaavio</i>	25
6.2.3	<i>Vuokaavio</i>	26
6.3	Ongelmanratkaisu Viisi miksi -analyysin avulla	27
7	VIISI- MIKSI ANALYYSIEN SUORITTAMINEN TYÖMAALLA	29
7.1	Työntekijöiden opastus	30
7.1.1	<i>Häiriöt</i>	31
7.2	Ilmaisen puhelinnumeron käyttö andonina	32

7.3	Viisi miksi -analyysien eteneminen	32
7.3.1	<i>Viisi miksi -analyysien mallipohja</i>	40
8	TULOKSET	41
8.1	Häiriöilmoitukset	41
8.2	Viisi miksi -analyysin käyttö	44
8.2.1	<i>Ongelmat Viisi miksi -analyysin käytössä</i>	44
8.2.2	<i>Konkreettiset tulokset</i>	46
8.3	Paljastuneet häiriöt ja niiden torjunta	49
9	YHTEENVETO	52
	VIITELUETTELO	54

LIITTEET

Liite 1. Vuokaavio häiriöstä nro 1

Liite 2. Häiriön nro 1 aikajana

Liite 3. Ohje Viisi miksi -analyysiin

Liite 4. Viisi miksi -analyysipohja

Liite 5. Excel-käyttöinen 5M -analyysipohja

Liite 6. A3-raportti

Liite 7. Häiriön nro 1 A3-raportti

Liite 8. Häiriön nro 7 alkuperäinen analyysi

SANASTO

Last Planner	Lean Constructionin mukainen tuotannonohjausjärjestelmä.
Lean Construction	Lean-tuotannon periaatteisiin perustuva rakennusalan tuotantoteoria.
LPDS	Lean Project Delivery System on Lean Constructionin mukainen projektin toimitustapa.
LTT	Skanskalla käytetty Luotettavan tuotannon toimintatavan lyhenne, kts. Last Planner
Perussy	Ongelman taustalla vaikuttava todellinen syy, joka on usein pintasyiden takana. Perussy on myös viimeinen syy, johon voidaan vielä vaikuttaa.
Poikkeama	Tilanne, jossa asetetut vaatimukset toiminnalle tai tuotteelle eivät ole toteutuneet. Laatupoikkeama on esimerkiksi lopputuotteessa oleva virhe, turvallisuuspoikkeama on esim. puuttuva kaide ja ympäristöpoikkeama on materiaalien kastumisesta syntyvä jäte.
Prosessi	Prosessi on toistuva sarja toimintoja, joilla syötteet muunnetaan tuotteiksi ja saavutetaan asetettu liiketoiminnan tavoite. Prosesseja toteutetaan kaikissa projekteissa.
Ydinprosessi	Ydinprosesseilla tarkoitetaan niitä prosesseja, joilla on välitön yhteys asiakkaaseen ja joissa jalostetaan tuotetta; esimerkiksi rakentaminen.
Viisi miksi -analyysi	Toyotan menetelmä tuotannon häiriöiden perussyiden selvittämiseksi. Häiriön selvittämiseksi vaaditaan keskimäärin viisi miksi-kysymystä.

1 JOHDANTO

Rakentamisen tuottavuus ei ole kehittynyt samaa tahtia muiden alojen kanssa, sillä se eroaa perusteellisesti muista tuotantoaloista. Jokainen rakennushanke on ainutkertainen, jolloin tuotantoa on hyvin vaikea hallita. Rakennushankkeissa organisaatio on tilapäinen ja tuotanto tapahtuu työmaalla tilapäisissä olosuhteissa ja vaihtelevissa sääolosuhteissa. Lisäksi aliurakoitsijoiden lisääntyvä käyttö vaikeuttaa rakennusprojektin hallintaa.

Yrityksen kilpailukyvyn kannalta on kuitenkin elintärkeää, että tuottavuutta pystytään parantamaan. Rakentamisen tuottavuus paranee vain, jos myös tuotannon luotettavuus paranee. Tällä hetkellä rakentamisprosessi on erittäin altis häiriöille, mistä aiheutuu se, ettei rakentamisprosessia pystytä toteuttamaan suunnitellusti.

Rakentamistuotannon parantamiseksi on kehitetty uudenlaisia tapoja ohjata tuotantoa, kuten esimerkiksi Skanskallakin käyttöön otettu Last Planner -menetelmä. Sen tavoitteena on parantaa tuotannon luotettavuutta ja luoda jatkuvasti kehittyvä organisaatio, joka pystyy säilyttämään kilpailukykyänsä globaalissa kilpailutilanteessa.

Häiriöiden taustasyiden selvittämisellä voidaan luoda jatkuvasti kehittyvä ja oppiva organisaatio. Kun työmaalla tapahtuu jokin häiriö tuotannossa, se pyritään usein ratkaisemaan mahdollisimman nopeasti ja unohtamaan vielä nopeammin. Häiriön todellisen syyn selvittämiseen ei haluta käyttää aikaa, sillä siitä ei seuraa mitään välitöntä hyötyä. Tapa, jolla häiriö ratkaistiin, jää myös vain kyseisen työmaan tietoon. Tällöin ei häiriöstä opita, ja on hyvin todennäköistä, että se tulee toistumaan myöhemmin.

Yksi tapa oppia häiriöistä on Viisi miksi -analyysi. Viisi miksi -analyysi on Toyotan kehittämä keino häiriöiden perussyyn selvittämiseksi, ja se soveltuu käytettäväksi myös rakennustuotannossa. Sen ajatuksena on kysyä niin monta kertaa miksi, että häiriön taustalla oleva syy selviää. Usein tähän riittää keskimäärin viisi miksi-kysymystä.

Perussyyllä tarkoitetaan perimmäistä, alkuperäistä syytä ongelman syntymiseen, johon vaikuttamalla olisi voitu välttyä koko ongelmalta. Tämän syyn löytäminen on tärkeää, jos halutaan torjua vastaavat häiriöt tulevaisuudessa.

Jos tyydytään vain hoitamaan häiriön välittömiä seurauksia, sen sijaan, että poistettaisiin sen perussyö, ei koskaan todella päästä häiriöistä eroon. Siksi Viisi miksi -analyysi ja muut ongelmanratkaisumenetelmät ovat avainasemassa, kun pyritään parantamaan rakentamistuotannon luotettavuutta.

1.1 Tutkimuksen taustaa

Tutkimuksen kohteena oleva Viisi miksi -analyysi on osa Skanskalla käytössä olevaa Lean Construction -tuotannonohjausjärjestelmää, jota Skanskalla kutsutaan Luotettavan tuotannon toimintatavaksi. Lean Construction on uudenlainen rakennustuotannon teoria, joka kehitettiin 1990-luvun alkupuolella. Lean Construction perustuu asiakkaiden tarpeiden täyttämiseen ja laadun parantamiseen entistä niukemmilla panoksilla ja resursseilla sekä entistä pienemmällä hukan määrällä. Tärkeä osa Lean Constructionia on Last Planner -menetelmä, joka sisältää mm. uudenlaisia työkaluja aikataulun hallintaan sekä ongelmien ratkomisen Viisi miksi -analyysin avulla.

Last Planner -menetelmän muut osat on onnistuttu jalkauttamaan työmaille, mutta Viisi miksi -analyysin käyttö on jäänyt vähäiseksi. On huomattavasti helpompaa vain ratkaista ongelma ja siirtyä eteenpäin, kuin jäädä pohdiskelemaan jo tapahtuneita häiriöitä. Ongelmista puhuminen koetaan usein syyllistävänä ja ahdistavana, sen sijaan, että se olisi rakentavaa ja oppimiseen kannustavaa. Kynnys Viisi miksi -analyysin aloittamiseen on siis korkea.

Toinen ongelma on se, että ongelman perussyyn selvittäminen ei tuo mitään välitöntä hyötyä työmaalle. Kyseinen häiriö on jo tapahtunut ja korjaavat toimenpiteet suoritettu. Miksi siis enää tuhлата lisää aikaa samaan häiriöön? Perussyyn selvittäminen säästää kuitenkin valtavasti rahaa tulevaisuudessa. Jos häiriön korjaamiseen on kulunut rahaa viiden sadan euron edestä, ja tuon häiriön tapahtuminen uudestaan pystytään estämään kaikilla yrityksen eri työmailla, yritykseltä saattaa säästyä tuhansia euroja seuraavan parin vuoden aikana.

Viisi miksi -analyysia on yritetty saada jalkautettua myös nk. Viisi miksi -turvaraporttien avulla. Näitä raportteja onkin tehty kiitettävästi, mutta niiden tuoma hyöty on jäänyt vähäiseksi. Häiriöiden perimmäinen syy ei silti ole selvinnyt, jolloin ongelmaan ei ole löydetty pysyviä ratkaisuja. Jos esimerkiksi tyydytään toteamaan turvallisuushäiriön tapauksessa, että synnä oli työntekijän huolimattomuus ja ratkaisuna se, ettei olla jatkossa huolimattomia, ei

olla päästy kovinkaan pitkälle perussyyn selvittämisessä. Onkin selvää, että vaikka Viisi miksi -analyysija tehdään, sen tarkoitus on jäänyt epäselväksi suurimmalle osalle työntekijöistä.

1.2 Tavoitteet

Opinnäytetyön perimmäinen tavoite on tuotannon tehostaminen Viisi miksi -analyysin avulla. Kun tuotannon häiriöt vähenevät, luotettavuus paranee ja tuottavuus nousee. Toinen tärkeä, mutta myös vaikeasti mitattava tavoite on aloittaa asenteiden ja yrityskulttuurin muutos niin Skanskalla kuin sen yhteistyöyrityksissäkin. Tämä muutos tarvitaan, jotta todella ymmärrettäisiin ongelmanratkaisun periaate.

Usein ajatellaan, että häiriöitä selvittäessä pääasiassa etsitään syyllisiä tapahtuneeseen. Tämä ei kuitenkaan johda mihinkään muuhun, kuin ongelmien peittelyyn. Yrityksen henkilöstön tulisi ymmärtää, että jokainen työntekijä pyrkii tekemään parhaansa, eikä virheitä tehdä tarkoituksella. Tämä painotuu Viisi miksi -analyysissa, samoin kuin ongelmanratkaisun luonne oppimisprosessina. Lopputulos ei aina ole tärkein, vaan analyysin teossa opitut asiat.

Tällä opinnäytetyöllä on myös konkreettiset ja mitattavissa olevat tavoitteet. Yksi niistä on luoda käytännöllinen, vakioitu tapa analyysien tekoon. Tämä tapahtuu tekemällä Viisi miksi -analyysija, jotta voidaan kartoittaa ongelma-kohtat ja poimia hyväksi havaitut tavat analyysien tekoon. Näiden havaintojen perusteella on tarkoitus laatia mallipohja ja ohjeistus analysoinnin avuksi.

Tehtäessä Viisi miksi -analyysija tapahtuneista poikkeamista on tavoitteena samalla pohtia vastatoimia poikkeamien torjumiseksi sekä kartoittaa niitä häiriöitä, jotka todennäköisesti toistuvat tuotannossa useimmiten. Toistuvat, systemaattiset poikkeamat ovat niitä, joiden ratkomiseen kannattaa käyttää resursseja, sillä ne aiheuttavat eniten hukkaa ja tappiota pidemmän päälle. Ne eivät välttämättä ole välittömiltä seurauksiltaan vakavimpia, mutta juuri niiden toistuvuus tekee niistä erittäin haitallisia.

Tutkimuksen aikana kokeillaan myös ilmaisen puhelinnumeron käyttöä poikkeamien ilmoittamiseen. Tämä tarkoittaa sitä, että kaikille työntekijöille annetaan tiedoksi puhelinnumero, johon voi ilmaiseksi ilmoittaa tapahtuneista poikkeamista. Näin yritetään saada työmaille käyttöön hälytysjärjestelmä,

jonka avulla poikkeamien aiheuttama vahinko pystyttäisiin pitämään mahdollisimman vähäisenä.

Jotta kehitystyö ei pysähtyisi työmaalla, kun tutkimustyö päättyy, täytyy työnjohtajien kyetä tekemään Viisi miksi -analyyseja itsenäisesti. Tämän vuoksi yksi opinnäytetyön tavoitteista on työnjohtajien kouluttaminen tekemällä heidän kanssaan Viisi miksi -analyyseja.

1.3 Tutkimuksen toteutus

Tutkimus toteutettiin työmaalta käsin, sillä on ensiarvoisen tärkeää kyetä reagoimaan häiriöihin välittömästi, jotta häiriön perussyö on vielä selvitettävissä. Työntekijät perehdytettiin Viisi miksi -analyysiin ja heille annettiin numero, johon voi soittaa ilmaiseksi ja tehdä häiriöilmoituksia. Kun häiriöstä saadaan tieto, mennään mahdollisimman pian paikan päälle selvittämään häiriön taustat ja haastattelemaan tekijöitä. Tapahtunutta häiriötä selvitetään miksi-kysymysten avulla kunnes päästään perussyöhyn. Selvityksen, eli analyysin edetessä kirjataan tarkasti ylös kaikki tiedot, kuten kenen kanssa on puhuttu, milloin ja mitä heillä oli sanottavaa.

Kun kaikki mahdollinen tieto on kerätty ja päästään perussyöhyn, eli viimeiseen syyhyn, johon voidaan vielä vaikuttaa, voidaan alkaa miettiä, mitä ratkaisuja häiriön torjuntaan on tullut esiin sekä mitä seurauksia häiriöllä on ollut. Seuraukset voidaan mitata esimerkiksi ylimääräisinä kustannuksina, ajallisena viiveenä tai yrityksen toiminnan luotettavuuden vähenemisenä.

Tehdyt analyysit ovat tässä vaiheessa hyvin vapaamuotoisia, minkä vuoksi niistä ei välttämättä ole paljoakaan apua muille analyysin tekoa harjoitteleville. Tarkoitus onkin tehtyjen analyysien avulla muodostaa pohja Viisi miksi -analyysin tekoon, jota voidaan käyttää Viisi miksi -analyysin jalkauttamisessa.

Työnjohdon koulutus tapahtuu lähinnä osallistuttamalla heidät analyysien tekoon ja myöhemmin auttamalla heitä tekemään analyyseja itsenäisesti. Kohdetyömaan työnjohdolla voidaan myös testata tutkimuksen tuloksena syntyvää Viisi miksi -analyysin ohjeistuksen ja mallipohjan toimivuutta.

Analyysien teon ohessa tutkittiin mm. laadunparantamiseen, perinteiseen tuotannonohjaukseen sekä Lean-tuotannonohjausmenetelmään ja ongelmanratkaisuun liittyvään kirjallisuuteen.

2 SKANSKAN TOIMINTAA OHJAAVAT PERIAATTEET

Jotta häiriöiden todelliset seuraukset ymmärrettäisiin, täytyy myös tietää, miten häiriö on vaikuttanut yrityksen arvoihin ja tavoitteisiin. Vaikka jokaisella yrityksellä on omat toimintaperiaatteensa, toimintaa ohjaavat tavoitteet ja arvot ovat yleensä samankaltaisia. Skanskalla toimintaperiaatteiden pääteemat ovat asiakaskeskeisyys ja yhteistoiminta, vastuullisuus ja toiminnan jatkuva parantaminen. Toimintaperiaatteet heijastavat Skanskan arvoja, jotka ovat seuraavat [1]:

Sitoutunut - Sitoudumme työhömmme. Tavoitteenamme on ylittää asiakkaidemme odotukset.

Osaava - Teemme ammattitaitoisesti kaiken, mihin ryhdymme. Tarjoamme asiantuntemuksemme ja Skanskan laajan osaamisen asiakkaidemme käyttöön.

Luotettava - Olemme tietoisia vastuustamme, ja pidämme sen, minkä lupaaamme.

Lisäksi Skanskan toimintaa ohjaa **kuuden nollan päämäärä**:

- 0 työtaturmaa
- 0 virhettä
- 0 ympäristövauriota
- 0 eettistä rikettä
- 0 tappiota
- 0 hukkaa.

Kun analysoidaan tapahtuneita häiriöitä, tulisi miettiä häiriön välittömien seurauksien lisäksi sitä, miten häiriö on vahingoittanut näitä arvoja tai tavoitteita. Skanskan ns. nollatavoitteet ovat hyvä tapa hahmottaa, mitä seurauksia häiriöllä on ollut. Useimmat häiriöt aiheuttavat ainakin laatuvirheitä ja hukkaa,

joista taas saattaa seurata luotettavuuden ja asiakastyytyväisyyden väheneminen.

Toiminnalliset tavoitteemme

Tuottavuus – Suomen 6:s nollatavoite

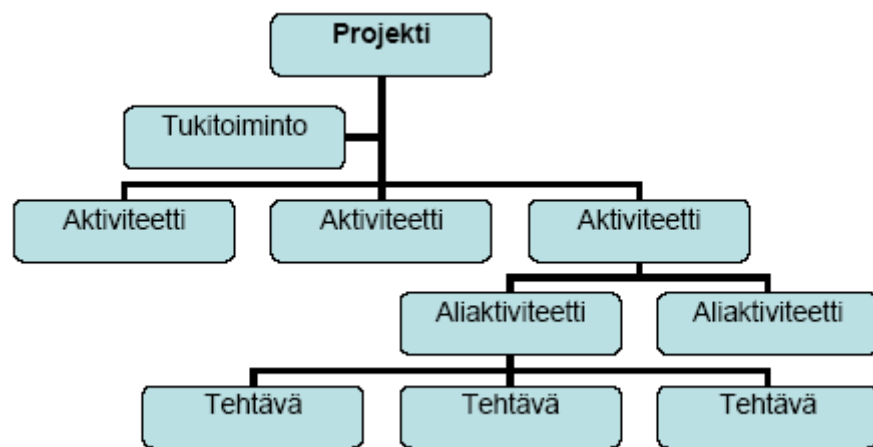


Kuva 1 Skanskan kuusi nollaa

Jos keskitytään vain häiriöiden välittömiin seurauksiin, ei välttämättä hahmoteta pienten häiriöiden vakavuutta. Esimerkiksi helposti korjattavat ja pienet laaturiheet, jotka asiakas havaitsee lopputarkastuksen yhteydessä, saattavat tuntua jokseenkin harmittomilta. Niistä aiheutuvat kustannukset eivät välttämättä ole kovinkaan suuret, mutta ne saattavat myös vähentää asiakkaan tyytyväisyyttä ja luottamusta Skanskaan. Tällöin voidaan ajatella häiriön vahingoittaneen Skanskan arvoja, sillä asiakkaan odotukset eivät ole täyttyneet ja luotettavuus on kärsinyt asiakkaan silmissä.

3 PERINTEINEN RAKENTAMISEN TUOTANNONOHJAUS

Perinteinen tuotannonohjaus perustuu työn ositukseen (engl. *Work Break-down Structure, WBS*), mikä tarkoittaa projektin jakamista pieniin osiin, joiden pohjalta työn kulkua on helpompi hallita ja tehtävät voidaan jakaa eri vastuuhenkilöille. Työn osituksen pohjalta voidaan arvioida projektin kustannukset ja muut resurssitarpeet sekä suunnitella projektin aikataulu ja seurata projektin etenemistä laajuuden, ajan sekä kustannusten suhteen.

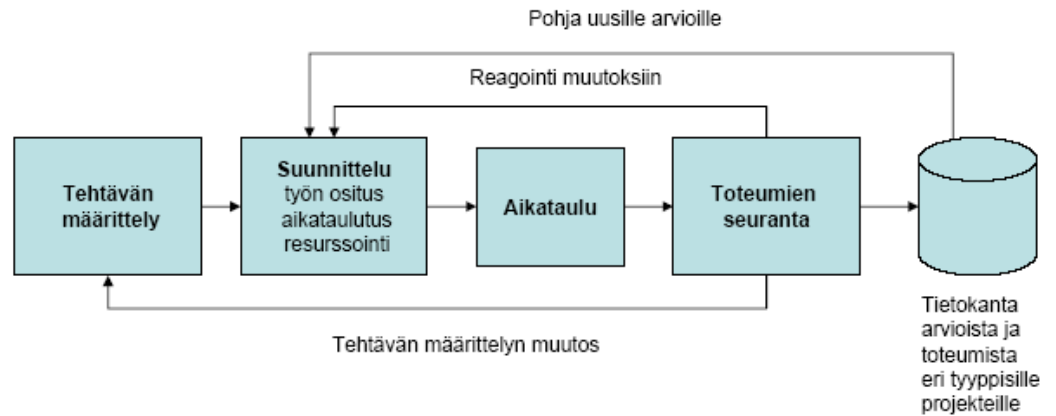


Kuva 2. Projektin työn ositus

Työn ositus tehdään yleensä ylhäältä alas -periaatteella, mikä tarkoittaa, että ylemmän tason suunnitelmat ikään kuin työntävät alemman tason suunnitelmia eteenpäin, ja lopulta päädytään viikkosuunnitelmaan, joka taas työntää työtehtäviä eteenpäin. Näin saadaan periaatteessa kaikki suunnitellut tehtävät toteutetuiksi. Perinteistä rakennusprojektia ohjataan vertaamalla ajallista toteumaa ja kustannustoteumaa suunniteltuun. Poikkeamia havaittaessa ryhdytään korjaustoimenpiteisiin, jotta projekti saataisiin ohjattua asetettuun tavoitteeseen. [2, s.17.]

Perinteisessä tuotannonohjauksessa esiintyy useita ongelmia. Yksi näistä ongelmista liittyy yleisaikatauluun. Käytännössä yleisaikataulu usein vanhenee nopeasti, johtuen rakentamistuotannon suuresta häiriöiden määrästä ja tuotannon epävakaisuudesta. Sitä tulisi päivittää jatkuvasti, jotta se olisi tilanteen tasalla. Tähän ei kuitenkaan usein ole aikaa, koska työmaan tuotannonjohdon aika kuluu erilaisten häiriöiden ratkaisemiseen. Suunnittelu ja tuo-

tannon jatkuva parantaminen ovat toisella sijalla, kun pyritään kaikin voimin pitämään tuotanto käynnissä. Työmaan johto hoitaa siis ongelmien seurauksia eikä syitä, jolloin samat ongelmat tulevat toistumaan tulevaisuudessa. [2, s.18] [3, s.12.]



Kuva 3. Perinteinen projektin ohjaus

Hyvällä lyhyen aikavälin suunnittelulla voitaisiin korvata pitkän aikavälin suunnitelmien puutteita, mutta työmailla laaditut viikkosuunnitelmat ovat harvoin realistisia tai toteutuskelpoisia. Tämä johtuu siitä, että koska aikaa viikkosuunnitelmien laatimiseen on rajallisesti, usein ne tyydytään tekemään ylemmän tason suunnitelmien perusteella, ottamatta kantaa niiden toteutuskelpoisuuteen tai ajantasaisuuteen. Tällöin on suuri riski, että tehtävää aloitettaessa tai sen aikana jokin tehtävän edellytyksistä puuttuu, eikä tehtävää saada suoritettua suunnitellusti. [2, s.18] [3, s.12.]

4 LEAN-TUOTANTO

Lean-tuotanto perustuu suurelta osin Toyotan tuotantojärjestelmään (TPS). Lean on kokonainen järjestelmä, joka ulottuu koko organisaatioon ja johon kuuluu monia erilaisia työkaluja. Nämä työkalut, kuten Viisi miksi -analyysi tai andon, eli hälytyssignaali häiriöille, eivät kuitenkaan ole Leanin ydin. Tärkeintä Lean-tuotannossa on ymmärtää filosofia, johon se perustuu. Tämä filosofia voidaan jakaa neljään osa-alueeseen.

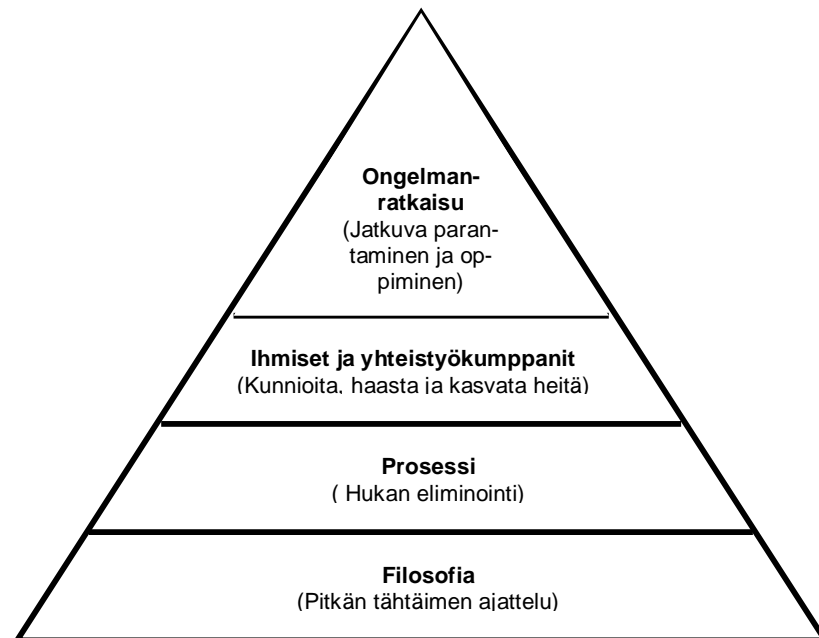
Ensimmäinen neljästä Toyotan tavan periaateluokasta on pitkän tähtäimen filosofia, joka tarkoittaa sitä, että tehdään pitkän tähtäimen päätöksiä myös lyhyen tähtäimen taloudellisten tavoitteiden kustannuksella. Tällä pyritään saavuttamaan lisäarvoa asiakkaalle sekä jatkuvasti parantuva ja oppiva organisaatio. Monen yrityksen pyrkimys muuttua Lean-yritykseksi kaatuu siihen, etteivät ne ole sisäistäneet tätä periaatetta. Etenkin rakentamisessa tämä tuottaa vaikeuksia, sillä tarjouskilpailun ollessa kovaa valitaan usein lyhyellä tähtämellä parhaat, eli yleensä halvimmat, vaihtoehdot. Pitkällä tähtämellä nuo valinnat saattavat kuitenkin olla kalliimpia epäluotettavuuden tai huonon laadun takia. Jo Lean-tuotantoon siirtyminen itsessään vaatii pitkän tähtäimen ajattelua lyhyen tähtäimen taloudellisten tavoitteiden kustannuksella, sillä se tuottaa varsinkin alussa kustannuksia yritykselle. Viisi miksi -analyysissä korostuu pitkän tähtäimen filosofian sisäistämisen tärkeys, sillä se ei tuota juurikaan välitöntä hyötyä. [4, s. xiv.]

Toinen osa TPS-periaatteista käsittelee yrityksen prosesseja. On selvää, että huonosta rakentamisprosessista seuraa huonoa laatua. Toyotalla uskotaan, että oikea prosessi tuottaa oikeat tulokset, ja siksi he ovatkin kehittäneet prosessejaan jatkuvasti virtaussuuntautuneemmaksi. Tämä tarkoittaa sitä, että yrityksen kaikki toiminnot nähdään virtauksena yksittäisten tehtävien sijaan. Tästä virtauksesta pyritään tekemään mahdollisimman yksinkertainen karsimalla siitä pois kaikki, mikä ei tuota lisäarvoa asiakkaalle. Rakentamisprosessissa tällä voidaan tarkoittaa esimerkiksi materiaalihukan tai tehtävien välisen odotteluajan vähentämistä. [4, s. xiv.]

Kolmas Toyotan tavan periaateluokka on lisäarvon tuottaminen organisaatiolle ihmisiä ja yhteistyökumppaneja kehittämällä. Yrityksestä ei voi tulla Lean

ilman työntekijöiden panosta. Siksi henkilöstön kehittäminen on tärkeä osa Toyotan tuotantojärjestelmää. Yhteistyökumppaneiden luotettavuus vaikuttaa yrityksen oman toiminnan tuottavuuteen, ja siksi heitäkin tulisi auttaa kehittämään. Tähän vaiheeseen päästään kuitenkin vasta, kun oma yritys on onnistuneesti siirtynyt Lean-tuotantoon. [4, s. xiv.]

Viimeisenä osana Toyotan tapaa on ajatus, että jatkuva taustaongelmien ratkominen edistää organisaation oppimista. Tähän sisältyy ongelmien taustasyiden selvittäminen perusteellisella analyysillä, ongelmien estäminen tulevaisuudessa jakamalla opitut asiat ja parhaiden käytäntöjen standardointi. [4, s. xiv.]



Kuva 4 Toyotan tavan neljän periaateluokan malli

Näiden neljän periaatteen toteuttamiseksi on monia työkaluja, joita pitää kuitenkin osata soveltaa yrityskohtaisesti. Rakennusalaan varten on myös oma sovellutus alun perin autotuotantoa varten kehitetystä Lean-tuotannosta. Tästä sovellutuksesta kerrotaan enemmän luvussa 5 Lean Construction.

4.1 Leanin menetelmät

Edellisessä luvussa esitetyt Toyotan tavan pääperiaatteet pitävät tuotantojärjestelmän ja johtajuuden menetelmiä ja työkaluja käynnissä. Ilman niiden ymmärtämistä ja sisäistämistä yritys ei voi hyötyä Lean-työkalujen käytöstä.

Nämä työkalut ovat kuitenkin hyviä apuvälineitä pyrkiessä tehostamaan yrityksen tuotantoa.

4.1.1 Yksiosainen virtaus

Hyvä aloitus minkä tahansa yrityksen tuotannonohjaustavan muuttamisessa Leanin mukaiseksi on luoda jatkuva virtaus (*flow*) johonkin sen ydinprosesseista. Rakentamisessa ydinprosesseiksi käsitetään kaikki ne prosessit, joilla on välitön yhteys asiakkaaseen ja joissa jalostetaan tuotetta. Rakentaminen itsessään on tällainen prosessi. [5, s.6947.]

Flow-näkökulma näkee tuotannon virtauksena, joka koostuu peräkkäisistä työtapahetkistä, joista vain osa on arvoa lisääviä. Tuotantoon liittyy arvoa lisäämätöntä eli hukkaa, jota on esimerkiksi ylituotanto, liiallinen varasto, ylikäsittely, siirtely, odottelu, turha liike ja virheet. Flow-näkökulma keskittyy poistamaan tuotannosta hukkaa, joka usein johtuu huonosta tuotannonohjauksesta ja suunnittelusta. [3, s. 15.]

Perinteisessä rakentamisen tuotannonohjauksessa tuottavuutta pyritään parantamaan lyhentämällä tehtävien läpimenoaikoja ja vähentämällä tehtävistä aiheutuvaa hukkaa, kuten korjaustöitä tai materiaalihukkaa. Tehtävien kestoa pyritään lyhentämään mm. ajoittamalla tehtäviä osittain tai kokonaan päällekkäin tai lisäämällä tehtävän resursseja. Yksittäisten osa-alueiden suorituskyvyn parantaminen ei kuitenkaan ole ratkaisu tuotantoprosessin läpisyajan lyhentämiseksi. [6, s.2.]

Kun tuotanto käsitetään ja hankitaan erillisinä tehtävinä, jää pois huomiokentästä muun muassa se, että tehtävällä on muitakin edellytyksiä kuin edeltävät tehtävät. Se näkemys, että tuotantoa on ohjattava myös virtana, jää sivuseikaksi. Tehtäväkeskeisessä suunnittelussa oletetaan, että tehtävän voi aloittaa, kun sitä edeltävä tehtävä on suoritettu. Virtaussuuntautuneessa tarkastelutavassa taas tehtävä ei ole käynnistyskelpoinen, ennen kuin kaikki edellytykset sen aloittamiselle ovat olemassa. Tämä johtuu siitä, että virtaussuuntautuneessa tehtäväsuunnittelussa tehtävät nähdään osana materiaali- ja tietovirtoja, jolloin ne ovat riippuvaisia muustakin, kuin vain edeltävistä tehtävistä. [2, s.16, 20.]

4.1.2 Imuohjaus

Kuten aiemmin luvussa 3 todettiin, perinteisessä tuotannonohjauksessa ylemmän tason suunnitelmat työntävät eteenpäin alemman tason suunnitelmia, jotka taas työntävät tehtäviä toteutukseen. Ongelmana kuitenkin on, ettei tehtävien todellisia toteutumisedellytyksiä tarkisteta. Imuohjauksen tarkoituksena on edetä tuotannossa päinvastaiseen suuntaan, alhaalta ylöspäin. Työtehtäviä suunnitellaan ja tehdään todellisen tilanteen luomien edellytysten ja tarpeen mukaan, eikä vain siksi, että ne on päätetty ylemmän tason suunnitelmissa. Tällöin työmaan todellinen tilanne ohjaa suunnittelua ja työtehtävät ovat toteuttamiskelpoisia. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, että esimerkiksi yleisaikataulua ei tarvitsisi noudattaa lainkaan, tai että sen suunnitteluun ei tarvitsisi panostaa. Yleisaikataulu tulee jatkossakin suunnitella sellaisella tarkkuustasolla, että varmistutaan kokonaiskeston ja välitavoitteiden realistisuudesta.

Imuohjauksessa otetaan huomioon se, mitä tehtäviä ylempien suunnittelutasojen, kuten yleisaikataulun, mukaan pitäisi tehdä tarkasteltavalla jaksolla, mutta työasemille osoitetaan kuitenkin vain sellaisia tehtäviä, jotka voidaan tehdä, eli joiden edellytykset ovat kunnossa. Tehtävien edellytykset, eli panokset siis siirretään tehtävään imuohjauksella työntöohjauksen sijaan, jotta varmistettaisiin kaikkien panosten saatavuus tehtävän aloitushetkellä. [2, s.25.]

4.1.3 Andon

Toyotan tavan viides periaate on luoda kulttuuri, jossa pysähdytään korjaamaan ongelmia, jotta laatu saataisiin kuntoon heti ensimmäisellä kerralla. Vaikka tuotannossa esiintyvän häiriön välittömät vaikutukset eivät olisikaan kovin suuret, niiden tarkastaminen ja korjaaminen jälkikäteen on tehotonta ja kallista. [4,s.130.]

Perinteisessä työkuulttuurissa työntekijöitä on kannustettu yrittämään ongelmanratkaisua itse, ennen kuin he kutsuvat apuvoimia. Tällöin ongelmat kuitenkin jäävät piiloon, eikä niiden ratkaisukaan leviä koko yhtiön käytettäväksi. Usein tilanne saattaa vielä pahentua, kun työntekijä ratkoo ongelmia itselleen, mahdollisesti puutteellisin tiedoin ja taidoin. Jos työntekijät saavat itse päättää, milloin häiriöistä ilmoitetaan, ongelmat kasaantuvat ja ne rat-

kaistaan usein vasta paljon myöhemmin. Tällöin on jo myöhäistä selvittää häiriön todellinen syy, sillä paljon kallisarvoista tietoa on menetetty. [7, s.7.]

Andon perustuu ajatukseen laadun sisään rakentamisesta tuotannossa. Tämä tarkoittaa sitä, että pyritään havaitsemaan virheet heti, kun ne tapahtuvat ja pysäytetään tuotanto, jolloin virhe voidaan korjata ennen kuin vika etenee pidemmälle prosessissa. [4, s.129.]

Lean-tuotannossa on erittäin tärkeää, että asiat valmistetaan kunnolla heti ensimmäisellä kerralla. Kun varastoa on hyvin vähän, ei ole olemassa puskuria, johon voisi turvautua laatuongelman ilmetessä. Näin käy usein myös rakentamisessa, jos aikataulu on liian tiukka. Siksi tarvitaankin hälytysjärjestelmä, jonka avulla ilmoitetaan avuntarpeesta tuotannon ollessa pysähdyksissä. Tehdastuotannossa tämä hälytysjärjestelmä on andon, joka tarkoittaa valosignaalia, jolla pyydetään apua. [4, s. 130.]

Jokaisella tiiminjäsenellä on velvollisuus pysäyttää linja joka kerta nähdessään jotain standardin vastaista. Tällä tavalla me asetamme vastuun laadusta tiiminjäsenten käsiin. He tuntevat vastuun – ja he tuntevat vallan. He tietävät olevansa tärkeitä. Alex Warren, Toyota Motor Corporation Kentuckyn entinen toimitusjohtaja [1, s. 129.]

Rakennustyömaalla ei tällaista hälytysjärjestelmää ole. Tuotannon pysähtyessä haetaan työnjohtaja paikalle toimistosta, jos tämä sattuu olemaan paikalla. Tästä kertyy usein turha ajanhukkaa, kun ongelmaa ei päästä ratkaisemaan heti. Toinen vaihtoehto on, että jos työnjohtajaa ei saada heti paikan päälle, ongelma ratkaistaan itse, jolloin ei välttämättä saavuteta parasta mahdollista lopputulosta.

4.1.4 Viisi miksi -analyysi ja jatkuva parantaminen

Mahdollisesti tärkein osatekijä pyrkiessä Lean-tuotantoon on Leaniin liittyvä jatkuvan parantamisen prosessin soveltaminen, jonka seurauksen opitaan lukuisia pieniä asioita. Lean-tuotannonohjaus on paljon enemmän kuin vain työkaluja ja tekniikoita. Sen tarkoitus on itsessään laittaa tiiminjäseneet ajattelemaan, oppimaan ja kasvamaan. Viisi miksi -analyysien tekeminen opettaa siihen osallistuvia ihmisiä kriittiseen ajatteluun sekä ongelmien havaitsemiseen ja ratkaisemiseen. [4, s. 251.]

Jatkuvassa parantamisessa on kyse siitä, että yritys oppii virheistään, määrittelee ongelmien aiheuttajan, tarjoaa tehokkaita vastatoimenpiteitä, antaa

ihmisille vallan toteuttaa noita vastatoimenpiteitä ja siirtää uuden tiedon oikeille ihmisille niin, että siitä tulee osa yrityksen tietojen ja taitojen työkalupakkia. Jatkuvan parantamisen ja oppimisen ydin on kaikkien johtajien ja työntekijöiden asenne ja ajattelutapa, jonka pitäisi olla oman itsensä arvioinnin ja jopa arvostelun asenne ja palava halu parantaa. Länsimaalaiset tapavat pitää kritiikkiä ja virheen myöntämistä negatiivisena ja heikkouden merkinä. He ovat usein innokkaita syyttelemään muita, kun jokin menee pieleen. Vastuun ottaminen on poikkeus, ei sääntö. Jos halutaan kehittyä ja oppia virheistä, asioiden tulisi olla juuri päinvastoin. Suurin vahvuuden merkki on, kun yksittäinen työntekijä voi tuoda esille asioita, jotka eivät menneet oikein, ottaa vastuun ja ehdottaa vastatoimenpiteitä, jotta noita asioita ei tapahtuisi uudelleen. Tämä vaatii kuitenkin valtavaa asenne- ja yrityskulttuurin muutosta. [4, s. 251-252.]

Olenainen osa jatkuvaa parantamista on Viisi miksi -analyysi. Useimmat ongelmat eivät vaadi monimutkaista tilastollista analyysia, vaan tunnollista, yksityiskohtaista ongelmanratkaisua. Ongelmanratkaisu edellyttää pintasyyn sijaan alkuperäisen taustasyyn tunnistamista, sillä alkuperä on yleensä piilossa pintasyyn takana. [4, s. 252.]

Taulukko 1. Esimerkki Viisi miksi -analyysistä [4, s.251.]

	Ongelman taso	Vastaava vastatoimenpiteen taso
Miksi?	Maassa on öljylammikko	Hiekota ja poista öljy
Miksi?	Koska koneesta valuu öljyä	Korjaa kone
Miksi?	Koska tiiviste on heikentynyt	Vaihda tiiviste
Miksi?	Koska ostimme huonoista raaka-aineista ostettuja tiivisteitä	Muuta tiivisteiden teknisiä ominaisuuksia
Miksi?	Koska saimme hyvän hinnan noille tiivisteille	Muuta hankintakäytäntöjä
	Koska ostovälittäjiä arvioidaan lyhyen aikavälin kustannussäästöjen pohjalta	Muuta myyntivälittäjien arviointikäytäntöä

Saatetaan esimerkiksi havaita, että ongelman pintasyyn on joku alihankkija tai toimittaja, jolloin päätellään, että ongelma ilmenee siellä. Jotta löydettäisiin ongelman alkuperä, pitää kuitenkin kaivautua syvemmälle kysymällä miksi ongelma ilmeni.

Taulukossa 1 on esitettyä kuvitteellinen esimerkki Viisi miksi -analyysistä. Tässä esimerkissä jokainen miksi-kysymys johtaa taaksepäin prosessissa ja syvemmälle organisaatioon. Vastatoimenpiteet ovat täysin erilaiset sen mukaan, miten syvälle kaivaudutaan. Esimerkiksi öljyn poistaminen olisi yksinkertaisesti väliaikainen toimenpide, kunnes lisää öljyä vuotaa. Koneen korjaaminen olisi hieman kestävämpi ratkaisu, mutta tiiviste kuluisi jälleen, jolloin valuisi lisää öljyä maahan. Tiivisteiden teknisten ominaisuuksien muuttaminen voisi ratkaista ongelman kyseisten tiivisteiden kohdalla, mutta ratkaisematta on edelleen syvempi taustasy. Myöhemmin saatetaan ostaa muita osia halvemmalla hinnalla, jotka ovat yhtä huonolaatuisia kuin tiivisteet, koska ostovälittäjiä arvioidaan lyhyen aikavälin kustannusten perusteella. Vain korjaamalla taustalla piilevän organisationaalisen ongelman, eli ostovälittäjien palkkiojärjestelmän, voidaan estää vastaavia ongelmia ilmenevästä uudelleen tulevaisuudessa. [4, s.253.]

5 LEAN CONSTRUCTION

Lean Construction on uudenlainen tuotannonohjauksen tapa, joka kehitettiin 1990-luvun alkupuolella. Lean Constructionin kehittäminen lähti käyntiin tarpeesta luoda rakennusalalle omia sovellutuksia Lean-ajattelusta, sillä rakennuskohteiden suunnitteleminen ja toteuttaminen on erilaista kuin tuotanto valmistavassa teollisuudessa. Lean Construction perustuu asiakkaiden tarpeiden täyttämiseen ja laadun parantamiseen entistä niukemmilla panoksilla ja resursseilla sekä entistä pienemmällä hukan määrällä. Sen pohjana on Toyotan tuotannonohjausjärjestelmä (TPS), jonka periaatteita käsiteltiin luvussa 4.

Taulukko 2. Rakennustoiminnan erityispiirteet

Tehdasteollisuus	Rakennustoiminta
Suunnittelun, tuotannon ja markkinoinnin päätäntävalta yksissä käsissä.	Päätäntä jakautunut rahoittajille, rakennuttajalle, suunnittelijoille, paikallisille viranomaisille ja urakoitsijoille.
Suunnittelu- ja tuotantotiimien sekä alihankkijoiden vaihtuvuus on melko vähäistä ja näiden välillä on yhteistyötä.	Suunnittelu- ja rakennustiimit kootaan jokaiseen hankkeeseen erikseen, eivätkä osapuolet ole tottuneet toimimaan yhdessä.
Toistuvuus ja standardointi ovat korkealla tasolla.	Jokainen hanke suunnitellaan erikseen.
Tyypillisen tuotteen tuottamiseen tarvitaan vähäinen määrä yksinkertaistettuja toimintoja.	Tyypillisen rakennusprojektin toteuttamiseen tarvitaan suuri määrä käsityötä. Toiminta on työvoimavaltaisempaa kuin tehdasteollisuus.
Kaikki toiminta suoritetaan yhdessä pysyvässä toimipaikassa	Toiminta hajoitettu useisiin tilapäisiin kohteisiin.
Lyhyet valmistusajat ja suuret tuotantosarjat mahdollistavat tuotteen jatkokehittelyn prototyyppien avulla.	Pitkä rakennusprosessi ja jokaisen hankkeen ainutkertaisuus vaikeuttavat saatujen kokemusten ja palautteen hyödyntämistä jatkossa.

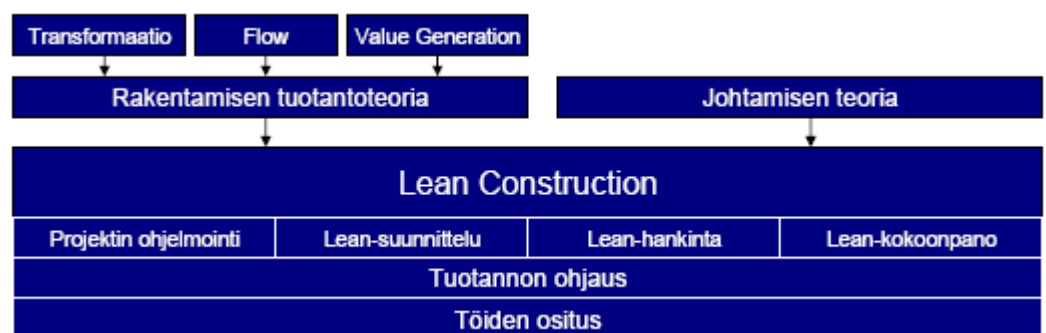
Perinteistä tuotannonohjausta leimaa tehtäväkeskeinen ajattelutapa, mikä tarkoittaa sitä, että koko tuotantoprosessia pyritään tehostamaan keskittymällä yksittäisten tehtävien tehostamiseen. Tällöin oletetaan, että suunnitteluvaiheessa on onnistuttu määrittelemään kaikki asiakkaalle lisäarvoa tuovat prosessit ja paras tapa niiden toteuttamiseksi. Näin ei kuitenkaan useinkaan

ole, sillä projektin suunnitteluvaiheessa pääurakoitsijaa ei yleensä ole vielä valittu, jolloin tuotannon näkökulma jää huomioimatta. Lean Constructionin ajatus on, että itse rakennus ja sen tuotantoprosessi suunniteltaisiin yhdessä, jolloin pystytään paremmin huomioimaan projekti kokonaisuutena. Tällöin pystytään tuottamaan asiakkaalle enemmän arvoa ja samalla vähentämään koko projektin aikaista hukkaa koko toimitusketjussa koko rakennusprojektin ajan. [8.]

Lean Constructionissa tilaus-toimitusketjun osapuolet toimivat yhteistyössä [8]:

- Tuotesuunnittelussa
- Tuotannon suunnittelussa
- Toteutuksessa
- Pitkäjänteisen yhteistyön parantamisessa
- Sitoutumisessa korkealuokkaiseen suoritukseen ja jatkuvaan parantamiseen.

Lean Construction pyrkii yhdistämään toisiinsa transformaatioon, virtaus-suuntautuneen (*flow*) ja lisäarvon tuottamiseen (*value*) keskittyneen näkökulman. Transformaatio-näkökulma näkee tuotannon muodonmuutosten sarjana (panokset muuttuvat tuotoksiksi), ja sen avulla pystytään tunnistamaan tarvittavat työtapahtumat. Näistä muodostuu Lean Project Delivery System (LPDS). Näkökulmat eivät ole ristiriidassa keskenään, mutta yksin ne ovat riittämättömiä toimivan tuotantoteorian muodostamiseksi. [3, s.15.]



Kuva 5. Lean Constructionin tuotantoteoriassa yhdistyvät eri näkökulmat

Lean Constructioniin siirtyminen on haastava ja pitkään kestävä kehitysprosessi, joka on hyvä aloittaa Last Planner -menetelmästä.

5.1 Last Planner

Last Planner on 1990-luvulla Yhdysvalloissa kehitetty menetelmä rakentamisen tuotannonohjaukseen. Sen lähtökohtana oli huomio, jonka mukaan normaalisti vain noin puolet viikkosuunnitelman tehtävistä saadaan kyseisen viikon aikana toteutetuksi. Tämä on seurausta perinteisestä tuotannonohjausajattelusta, jossa ajatellaan tehtävien toteutuvan, kunhan vain seurataan tehtyjä suunnitelmia. Käytännössä suunnitelmat ovat kuitenkin usein vanhentuneita ja epärealistisia asiakirjoja, jotka ovat unohtuneet työmaan arkistoihin. [2, s. 14.]

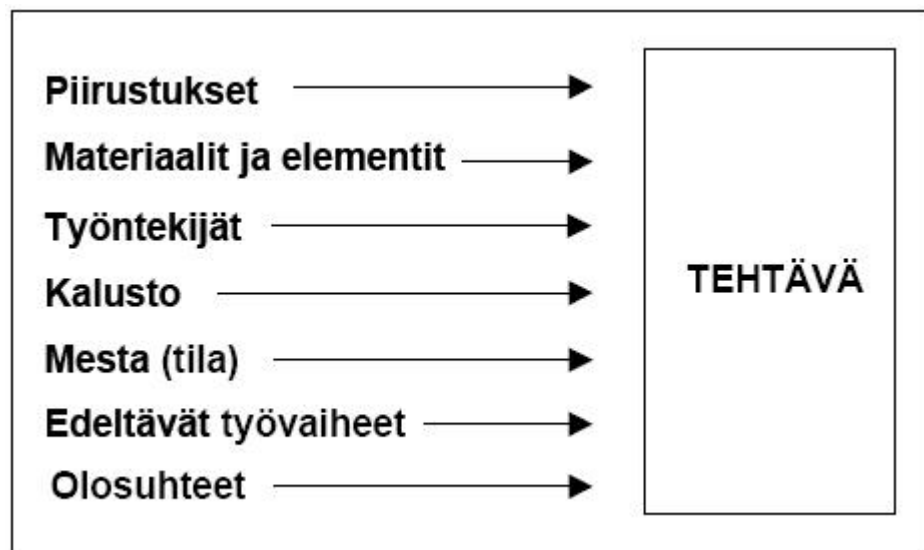
Last Planner tarkoittaa sanamukaisesti viimeistä suunnittelijaa, joka rakennustyömaalla on se henkilö, joka toimeenpanee tehtäviä. Last Planner -menetelmällä pyritään varmistamaan edellytykset työn toteutumiselle, seuraamaan töiden toteutumista sekä parantamaan toimintaa jatkuvasti. Tavoitteena on saada tehtäviä sujuvasti aloitetuksi ja tehdyksi keskeytyksettä ja suunnitellusti valmiiksi tasaisella tuottavuudella. Näiden tavoitteiden toteutumista seurataan jatkuvasti, jotta havaittaisiin häiriöt ja välttyttäisiin niiltä tulevaisuudessa. [9, s. 7, 9.]

Verrattuna perinteiseen tuotannonohjaukseen, Last Planner -järjestelmään sisältyy monia uusia asioita. Ensinnäkin tehtäväsuuntautunut lähestymistapa yhdistetään virtaussuuntautuneeseen lähestymistapaan, joka auttaa vähentämään tuotannon epävarmuutta ja siitä aiheutuvia haittoja. Toiseksi siirytään tavanomaisesta yleisaikatauluun perustuvasta työntöohjauksesta työmaan tilannetta myötäilevään imuohjaukseen. Kolmanneksi Last Planner -järjestelmällä pyritään sitouttamaan tekijät suunniteltujen tehtävien toteuttamiseen, jolloin eri osapuolten välinen luottamus kohoaa, eikä tehtävien välille täydy enää laittaa yhtä suuria aikapuskureita. Viimeisenä uutena asiana on ohjauksen ja parantamisen yhdistäminen, mikä tarkoittaa, että kaikki ohjauksessa ilmenevät puutteet otetaan välittömästi parantamiskohteiksi. [2, s. 20.]

5.1.1 Last Planner -menetelmän osat

Last Planner -menetelmä keskittyy lyhyen aikavälin suunnitteluun ja ohjaukseen ja sen keskeisin elementti on viikkosuunnitelma. Viikkosuunnitelmaa laadittaessa tulee huolehtia siitä, että kukin tehtävä on hyvin määritelty, työjärjestyksen kannalta tarkoituksenmukainen, työmäärältään oikein arvioitu ja että edellytykset tehtävän toteuttamiselle ovat olemassa. Jos nämä ehdot eivät täyty, tehtävää ei oteta mukaan viikkosuunnitelmaan. [2, s.18.]

Viikkosuunnitelman valvonta on vähintäänkin yhtä tärkeää kuin sen laatiminen. Viikon lopussa tarkistetaan, onko viikkosuunnitelman tehtävät saatu toteutetuiksi. Viikkosuunnitelman toteutumista mitataan ns. PPC-luvulla (*Percent Plan Complete*), joka osoittaa, kuinka suuri prosentuaalinen osa viikkosuunnitelman tehtävistä saatiin kokonaisuudessaan tehdyksi kyseessä olevan viikon aikana. Tällöin melkein kokonaankin suoritettujen tehtävien osalta katsotaan, että se on jäänyt toteutumatta suunnitelman mukaisesti. Mitä suurempi PPC, sitä korkeampi tuottavuus. [2, s.18.]



Kuva 6 Rakentamistehtävän edellytykset

Mikäli jotakin tehtävää ei ole saatu toteutetuksi suunnitelman mukaisesti, sen vastuuhenkilöltä selvitetään syy toteutumatta jäämiseen. Syyt ryhmitellään ja niiden esiintymisestä pidetään tilastoa. Tällä tavoin saadaan tuotannon ongelmista luotettava tietopohja, jonka avulla voidaan koko yrityksessä

hyödyntää häiriöistä opittua tietoa. Viisi miksi -analyysi on hyvä käytäntö tähän tarkoitukseen. [9, s.31.]

Yhtenä osana Last Planner -menetelmää on rullaava valmisteleva suunnittelu, jonka keskeisenä tarkoituksena on varmistaa viikkotehtävien aloitusedellytykset 4-6 viikon tähtäyksellä. Tavoitteena on ylläpitää riittävä varanto aloituskelpoisia viikkotehtäviä.

Jotta Last Planner -menetelmän mukainen rakentamisvaihesuunnittelu toimisi käytännössä, tulee kaikki eri töiden vastuuhenkilöt sitouttaa siihen. Tämä tapahtuu parhaiten ottamalla heidät mukaan suunnittelupalaveriin ja nimeämällä kullekin tehtävälle vastuuhenkilö. Tehtävien toteuttamisjärjestys voidaan valita yhteisesti ja tehtäville saadaan realistiset kestot, kun kaikki osapuolet ovat mukana suunnittelussa. Myös aikapuskurit sijoitetaan yhteisellä päätöksellä häiriöherkimpien tehtävien yhteyteen. [2, s. 19.]

6 ONGELMANRATKAISUMENETELMÄT

Ongelmanratkaisun hallitseminen on tärkeä osa jatkuvaa parantamista. Tarkoitus on, että prosessien suorituskyvyn parantaminen luodaan jatkuvaksi toiminnaksi. Oppivan organisaation tunnuspiirre on, että se etsii jatkuvasti kohteita parannustoimille. Kaikkea ei voida parantaa jatkuvasti. Sellaisia toimintoja, joissa ei ole erityisiä ongelmia, ei pidä peukaloida. Parantamisessa kutsutaan alfa-virheeksi tilannetta, jossa prosessia aletaan säätää, vaikka todellisuudessa muutos on pysynyt sallituissa rajoissa tai johtuu ulkoisesta syystä. Todellisten ongelmienkin kohdalla on kyettävä tekemään valintoja, kaikkea ei ole syytä aloittaa yhtäaikaisesti. Laatutoiminnan piirissä on kehitetty menetelmiä ongelmien syiden ymmärtämiseen, niiden merkityksen arvioimiseen ja ratkaisukeinojen löytämiseen. Monia niistä käytetään PDCA-ongelmanratkaisumenetelmän kehikossa. [10.]

Toyotalla on käytössä seitsenvaiheinen, nk. käytännöllinen ongelmanratkaisumenetelmä, jossa hyödynnetään monia ongelmanratkaisutyökaluja. Pääosassa on kuitenkin kriittinen ajattelu ja analysointi, jota työkalujen on tarkoitus tukea. Viisi miksi -analyysi on osa tätä käytännöllistä ongelmanratkaisua, mutta ennen kuin analyysi voi alkaa, käytännöllinen ongelmanratkaisu edellyttää tilanteen ymmärtämistä. Usein kiirehditään tämän vaiheen ohi, ja aloitetaan analyysi puutteellisin alkutiedoin.

Tilanteen ymmärtäminen lähtee liikkeelle siitä, että tarkastellaan tilannetta avoimin mielin ja verrataan todellista tilannetta standardiin. Ongelman määrittämiseksi täytyy mennä sinne, missä ongelma esiintyy ja selvittää kaikki siihen vaikuttaneet tekijät. Tässä vaiheessa kannattaa myös asettaa parannustavoitteet. Sen jälkeen aletaan kartoittaa syitä ongelman esiintymispaikan selvittämiseksi, mikä pohjustaa Viisi miksi -analyysin aloitusta. Voidaan myös ajatella tämän vaiheen olevan osa analyysia. [4, s.255.]

Viisi miksi -analyysin lopullinen tarkoitus on tuottaa ja toteuttaa vastatoimenpide ja arvioida lopputuloksia. Jos vastatoimenpide on tehokas, siitä voidaan tehdä osa standardoitua menettelyä. Uuden menettelyn standardointi on seitsemäs ja viimeinen vaihe käytännöllisessä ongelmanratkaisussa. Se on tärkeä vaihe, sillä ilman sitä opittu asia unohdetaan, eikä sen pohjalta pysty-

tä tekemään tulevia parannuksia. Tällöin päättyy myös jatkuva parantaminen. [4, s. 255.]

6.1 Demingin kehä

William Edwards Deming (1900 – 1993) oli yhdysvaltalainen tilastotieteilijä, professori, kirjailija ja konsultti. Häntä pidetään myös yhtenä sodanjälkeisen nousun arkkitehtina Japanissa, missä hän opetti 1950-luvusta lähtien ylimmille yritysjohtoille, kuinka parantaa suunnittelua, tuotteiden laatua, testaus- ja kuinka lisätä myyntiä kansainvälisten markkinoiden kautta. Saavutustensa vuoksi häntä kutsutaan laatujohtamisen isäksi.

Deming korostaa laatuajattelussa systeemiä ja sen merkitystä. Yli 95-prosenttisesti laatuongelmien syyt johtuvat systeemistä ja sen heikkouksista ja vain viisi prosenttia johtuu erityisyyistä kuten yksilöiden toiminnasta. Siksi johtamisenkin pitäisi suuntautua systeemiin eikä ihmiseen. Vaikka ongelman syy näyttäisikin osoittavan ihmisen tekemään virheeseen, usein sen takana on systeemi, joka on mahdollistanut tai jopa edesauttanut ihmisen tekemän virheen syntymistä. [10.]



Kuva 7 PDCA-ongelmanratkaisukehä

Yksi tunnetuimpia laadun kehittämiseen liittyviä kuvioita on Demingin PDCA-johtamisympyrä. Deming teki sen tunnetuksi, vaikka periaatteen julkaisi Walter Shewhart häntä aikaisemmin 1930-luvulla. Se kuvaa jatkuvan laadun parantamisen menetelmän mallia. On tosin jossakin määrin harhaanjohtavaa

puhua kehämällistä. Kehitys ei kulje samaa kehää. Olisi parempi puhua kehittämisspiraalista. Spiraalissa kehitys nähdään päättymättömänä prosessina, jossa toisiinsa kytkeytyneet vaiheet seuraavat toisiaan nousten yhä korkeammalle kehityksen tasolle. [11, s.7.]

Ensimmäiseksi tässä kierrossa tulee suunnitella se, mitä halutaan saavuttaa ja myös ne keinot, joilla näihin tavoitteisiin päästään. Kun suunnitelmat ovat valmiita, ne toteutetaan. Seuraavaksi tulee tarkistaa tehtyjen muutosten tulokset ja varmistua siitä, että suunnitellut ja todelliset tulokset ovat samansuuntaisia. Näiden välillä havaitut erot korjataan neljännessä vaiheessa, eli muokataan prosessia niin, että päästään suunnitelmien mukaisiin tuloksiin. Näin päästään askeleen verran kohti korkeampaa laatua ja tämä taso standardisoidaan prosessiin. Jatkuva parantaminen tarkoittaa tämän koko prosessin toistamista uudelleen ja uudelleen. [11, s.7.]

6.2 Syy-seuraussuhdeanalyysi

Syy-seuraussuhdeanalyysin avulla voidaan selvittää ja lajitella ongelman syitä ja seurauksia mahdollisimman laaja-alaisesti. Sen tarkoituksena on saada analyysiin osallistuvat listaamaan ongelman kaikki mahdolliset syyt ja seuraukset, jotta saadaan kattava käsitys ongelmasta. Syy-seuraussuhdeanalyysin avulla voidaan myös organisoida tuota tietoa, jotta havaitaan tapahtumien ja niiden seurausten väliset yhteydet. [12.]

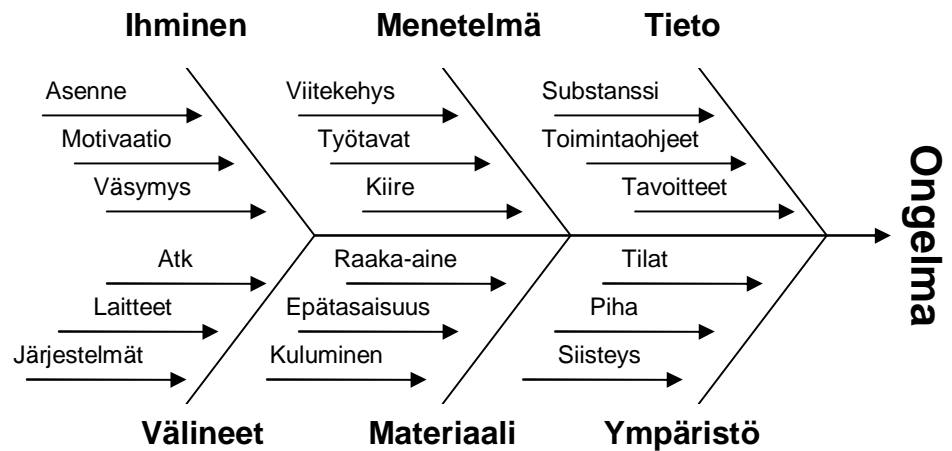
6.2.1 Kalanruotokaavio

Syy-seuraussuhdekaavio voidaan tehdä joko nk. kalanruotokaaviona tai puukaaviona. Kalanruotokaavio muistuttaa nimensä mukaisesti kalanruotoa, ja sen avulla ryhmitellään mahdollisia ongelmia eri yläluokkiin. [12.]

Syy-seuraussuhdekaavion tekeminen voidaan jakaa eri vaiheisiin, joista ensimmäinen on ongelman tunnistaminen. Jotta kaikki ongelman syntyyn vaikuttaneet tekijät saataisiin selville, on tiedettävä ongelman taustat, kuten missä ja milloin ongelma on syntynyt ja ketkä siihen ovat olleet osallisina. Tämän jälkeen ongelma kirjataan paperin toiseen laitaan ja siitä piirretään lähtemään viiva, joka on ikään kuin kaavion selkäranka. [13.]

Seuraavaksi pyritään tunnistamaan ongelmaan vaikuttaneet tekijät. Nämä tekijät, kuten esimerkiksi työmenetelmä, ympäristö tai suunnitelmat, kirjataan

ruotojen päihin otsikoiksi. Tässä vaiheessa pyritään löytämään mahdollisimman monia tekijöitä, eikä rajata mitään vaihtoehtoja pois. [13.]



Kuva 8. Esimerkki kalanruotokaaviosta

Kun ongelmaan vaikuttaneet tekijät on kirjattu kaavioon, pohditaan ongelman aiheuttaneita syitä ja kirjataan ne oikean otsikon alle. Nämä syyt voidaan jakaa vielä tarkempiin osiin, jos esiin tullut syy on erityisen monimutkainen tai laaja. [13.]

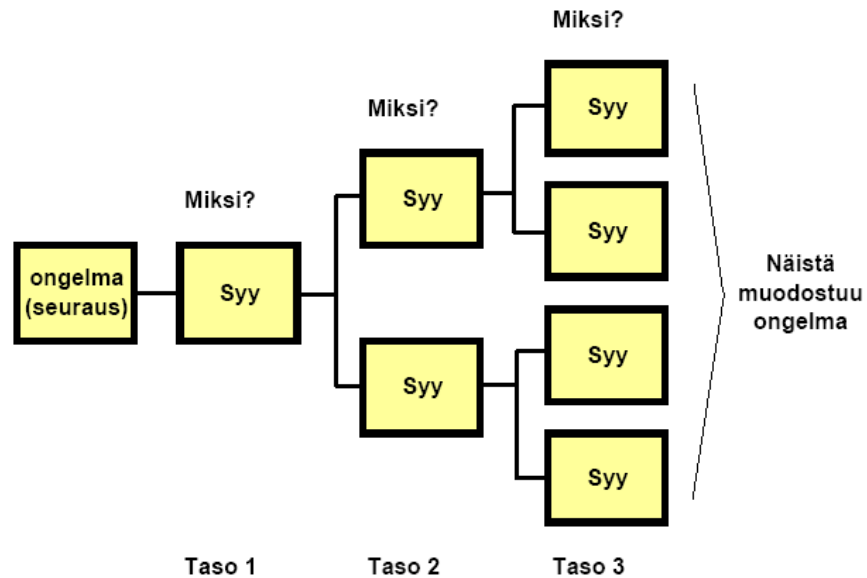
Viimeinen vaihe on kaavion analysointi. Kalanruotokaaviota laatiessa on tärkeää muistaa, että ongelmaan löytyneet syyt ovat vain oletuksia, jotka tulee testata. Ongelman todellista perussyytä ei sinänsä löydetä, vaan useita mahdollisia syitä. [13.]

6.2.2 Puukaavio

Puukaavio laaditaan kyljelleen kaatuneen puun muotoon, ja siinä korostetaan tapahtumien ja syiden ketjua. Puukaavio on oikeastaan graafinen esitys Viisi miksi -analyysistä, jolla pyritään löytämään ongelman perussyy. Puukaavio aloitetaan kuvaamalla ongelman seuraukset. Seuraavaksi ongelmaan vaikuttaneet syyt jaetaan omille tasoilleen, eli puun oksille, ja jokaisen tason kohdalla kysytään, mikä tämän aiheutti. [12.]

Esimerkiksi jos laatan valu on myöhästynyt, kysytään miksi näin kävi. Yksi vastaus, eli syy, voi olla vaikkapa betonitoimituksen myöhästyminen. Analyysia jatketaan taaksepäin selvittämällä myöhästymisen syy, jonka jälkeen jatketaan vielä taaksepäin, kunnes löydetään perussyy. Koska ongelmaan

vaikuttaneita syitä voi olla useita, on puukaaviossakin useampi oksa eri syyryhmiä varten.



Kuva 9. Esimerkki puukaaviosta

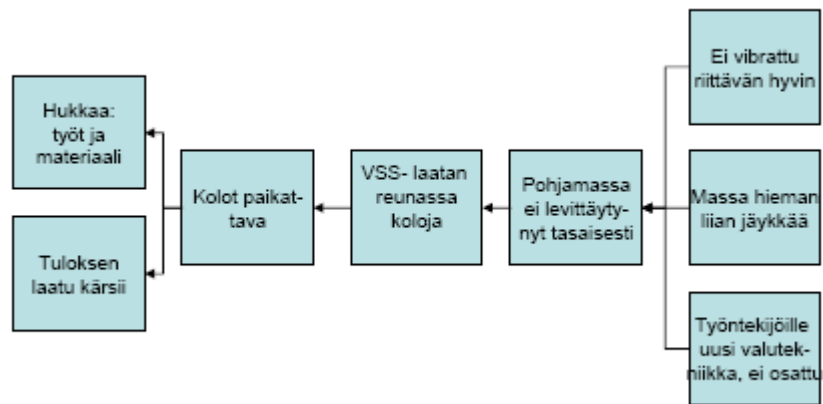
6.2.3 Vuokaavio

Syy-seuraussuhdeanalyysia voi tehdä myös vuokaavion muodossa. Yleisimmin vuokaaviota käytetään prosessien kuvaamiseen, mutta myös ongelman syntymiseen vaikuttanut tapahtumaketju voidaan kuvata vuokaavion muodossa. Yhdestä tutkimuksessa analysoidusta häiriöstä tehty vuokaavio on esitetty liitteessä 1.

Vuokaaviossa kuvataan nuolilla ja muuttujia kuvaavilla symboleilla prosessin keskeiset vaiheet. Tapahtumien prosessiluonne tulee selkeästi esiin ja kaikki prosessin kannalta olennaiset vaiheet huomioidaan. Se auttaa havainnoimaan tapahtumaketjuja ja löytämään niissä korjauskohteita. Kuviossa yksittäiseen kohteeseen on helppo pysähtyä keskustelussa ja tarkastelu on helpompaa kuin pelkän keskustelun varassa. Tällöin myös epäkohdat kuten pullonkaulat ja viiveet tulevat havainnoitavaksi. [10.]

Vuokaaviota käytetään prosessin kehittämisen eri vaiheissa. Tärkeätä on kuvata ainakin prosessi sellaisena kuin se on nyt ja sellaisena kuin sen halutaan jatkossa olevan. Lisäksi voidaan kuvata prosessi sellaisena kuin se on

ohjeissa ja sellaisena kuin se tehdään käytännössä, jos näiden välillä on eroja.



Kuva 10. Esimerkki vuokaaviosta

Prosessikuvauksen aiheilla ei ole rajoituksia. Kaikenlaisia tapahtumaketjuja voidaan kuvata vuokaaviona: liiketoimintaprosessia, tuotteen valmistusprosessia, palveluprosessia tai ongelmanratkaisuprosessia. On vain muistettava, että kuvaus ei ole sama kuin kuvauksen kohde. Kuvauksella ei varsinkaan monimutkaisissa ja monitahoisiksi leviävissä ongelmissa voida tapahtuman koko monimutkaisuutta tai työn yksilöllistä vaihtelevuutta ja vivahteita esittää. Niissäkin vuokaaviolla voidaan hyödyttää kehittämistä, luoda yhteistä toimintakulttuuria ja varmistaa prosessin onnistumista. Vuokaavio sopii erityisesti teknisten ja kohtuullisten suoraviivaisten asioiden kuvaamiseen. Sen sijaan ihmisiin liittyvissä ongelmissa vuokaavio ei ole riittävän havainnollinen, sillä siitä jää paljon tietoa ulkopuolelle. [10.]

6.3 Ongelmanratkaisu Viisi miksi -analyysin avulla

Edellä esitetyillä ongelmanratkaisutavoissa ja Viisi miksi -analyysissä on paljon yhteneväisyyksiä, ja niitä voidaankin käyttää toistensa tukena. Ongelmanratkaisukehän käyttö esimerkiksi tukee Viisi miksi -analyysin tulosten, eli kehitettyjen vastatoimenpiteiden, saavuttamista ja käyttöönottoa. Puukaavio ja vuokaavio taas ovat hyviä tapoja esittää Viisi miksi -analyysi graafisessa muodossa henkilöille, joilla ei välttämättä ole paljon aikaa perehtyä analyysiin. Jos on tottunut hahmottamaan asioita visuaalisesti, voi myös käyttää kalanruotokaaviota ongelman ja siihen vaikuttaneiden tekijöiden hahmottamisessa.

Ei ole olemassa vain yhtä oikeaa tapaa tehdä Viisi miksi -analyysia, sillä kaikki ihmiset hahmottavat asioita ja ratkovat ongelmia hiukan eri tavalla. Seuraavassa luvussa käsitellään kuitenkin joitain Viisi miksi -analyysin te-
koon liittyviä yleisiä periaatteita.

7 VIISI- MIKSI ANALYYSIEN SUORITTAMINEN TYÖMAALLA

Viisi miksi -analyysien tekoon ei ole tiukkoja sääntöjä, mutta tiettyjä ohjeita olisi hyvä noudattaa aina analyysia tehdessä. Yksi Leanin periaatteista on, että tulee aina itse mennä paikan päälle, jotta ymmärtää tilanteen perusteellisesti. Ongelmia tulisi ratkaista hakeutumalla ongelman lähteelle ja havainnoimalla ja vahvistamalla tosiasioita henkilökohtaisesti se sijaan, että esittäisi teorioita muiden ihmisten antamien selostusten pohjalta. Ensimmäinen asia Viisi miksi -analyysia aloittaessa onkin mennä häiriön tapahtumapaikalle henkilökohtaisesti ja selvittää tilanne perusteellisesti. [4, s.40.]

Toinen asia, joka on tärkeä muistaa ennen kuin aloittaa analyysin, on korostaa haastateltavalle, ettei tarkoituksena ole etsiä syyllisiä häiriöön. Kaikille häiriön osapuolille tulisi tehdä selväksi Viisi miksi -analyysin perusteet ja syy sen tekemiseen. Häiriöiden toistumisen estäminen tulevaisuudessa hyödyttää kaikkia, joten häiriöiden esiin tulemiseen tulisi suhtautua positiivisesti. Näin käytettynä Viisi miksi -analyysi on loistava tiimityökalu, jolla huomio pidetään ongelmien ratkaisussa sen sijaan, että syytettäisiin jotakuta, mikä aiheuttaisi vain ajanhukkaa [4, s.135].

Vaikka tarkoituksena ei olekaan syyllisen löytäminen, tulisi kaikille häiriöön osallisina olleille painottaa, mitä seurauksia häiriöstä syntyi. Esimerkiksi tasoiteurakoitsija ei välttämättä tule ajatelleeksi, että kun hänen työvaiheensa ei valmistu ajoissa, viivästyvät myös seuraavat, tasoitetoista riippuvaiset työvaiheet. Lisäksi työnjohto joutuu sopimaan muiden urakoitsijoiden ja tavaran toimittajien kanssa uudesta aikataulusta, jolloin työnjohdonkin aikaa kuluu hukkaan. Häiriöiden seurausten ymmärtäminen on ratkaisevaa, kun halutaan saada kaikki rakentamisen osapuolet sitoutumaan häiriöiden ja hukan määrän vähentämiseen.

Analyysia tehdessä on myös tärkeää säilyttää avoin mieli alusta loppuun saakka. Jos analyysin tekijällä on ennako-odotuksia häiriön perussyystä, saattavat esitetyt miksi-kysymykset ohjata analyysia väärään suuntaan. Kun tehtävää ei saada toteutettua suunnitellusti, se johtuu usein siitä, että yksi tai useampi tehtävän edellytys on puuttunut. Analyysin tekijällä usein on ennakkokäsitys siitä, mikä edellytys on kyseessä. Tällöin muiden edellytysten tut-

kiminen saattaa jäädä tekemättä, eikä todellista perussyitä häiriöön löydetä. Jokainen häiriö on monen eri osatekijän summa, ja jokaiseen näistä osatekijöistä tulisi löytää ratkaisu. Siksi ne tulisi kaikki huomioida Viisi miksi -analyysia tehdessä.

Sen lisäksi, että esitetään miksi-kysymyksiä häiriön syistä, tulisi samalla pyrkiä myös löytämään ratkaisuja ongelmaan. Jokaista kysymystä kohden tulisikin kysyä häiriöön vaikuttaneelta henkilöltä, miten hän olisi voinut osallistua estämään tämän häiriön syntymisen tai onko hänellä joitain ratkaisuehdotuksia. Näin saadaan selville monta eritasoista ratkaisua häiriöiden ennaltaehkäisemiseksi. Lisäksi on todennäköisempää, että häiriöön osallisena ollut henkilö osaa välttää saman ongelman toistumisen, kun hän on itse oivaltautunut keinon sen estämiseen.

7.1 Työntekijöiden opastus

Viisi miksi -analyysien kannalta on erittäin tärkeää, että tieto tapahtuneesta häiriöstä saadaan mahdollisimman nopeasti, kun häiriön syy on vielä selvitetävissä. Työmaan työntekijät ovat yleensä ensimmäisiä, jotka häiriön havaitsivat, ja siksi heidän osallistumisensa on ratkaisevaa analyysien onnistumiselle.

Aina työntekijät eivät kuitenkaan edes tunnista häiriötä, jolloin he eivät siitä osaa ilmoittaakaan. Perehdyttäessä työntekijöitä Viisi miksi -analyysiin yksi tärkeä osa-alue onkin selventää työntekijöille, mitä häiriöllä tarkoitetaan. Työntekijät ovat niin tottuneita tekemään töitä huonoissakin olosuhteissa, että he eivät pidä tilannetta poikkeuksellisena. Systemaattisissa poikkeamisissa onkin juuri se vaara, että niitä aletaan pitää rakennustuotantoon oleellisesti kuuluvina.

Jotta varmistuttaisiin siitä, että työntekijä on ymmärtänyt, mitä häiriöllä tai poikkeamilla tarkoitetaan, voidaan häntä pyytää kertomaan joku omakohtainen esimerkki tapahtuneesta häiriöstä. Näin työntekijä oppii havaitsemaan erilaisia häiriöitä, joita hän on tottunut pitämään tavallisena osana työtään.

Kun työntekijä ymmärtää, minkälaisia häiriöitä pyritään estämään, voidaan hänelle selvittää Viisi miksi -analyysin periaate. Tämä kannattaa tehdä huolella, sillä analyysin nimi ei kerro työntekijälle mitään, ja aiheuttaa usein vain suurta huvittuneisuutta. Työntekijöitä ei kuitenkaan saada sitoutumaan tuo-

tannon luotettavuuden parantamiseen, jos he eivät ota sitä tosissaan. Siksi onkin tärkeää perehdytyksen lopuksi korostaa työntekijöiden roolia toiminnan jatkuvassa parantamisessa ja etenkin sitä, että näin he pystyvät vaikuttamaan omiin työolosuhteisiinsa.

Kuten aiemmin luvussa 6 mainittiin, on erittäin tärkeää, että työntekijää ei syyllistetä ilmoitetusta häiriöstä. Jos on kyse tahallisesta vahingonteosta, muita vaarantavasta työturvallisuuden tahallisesta laiminlyönnistä tai jostain muusta yhtä vakavasta asiasta, on selvää, että teolla on seuraamuksia. Useimmiten tapahtuneet virheet ovat kuitenkin tahattomia, eikä tekijöitä syyllistämällä ratkaista ongelmaa. Työntekijöiden pitää tuntea, että he voivat ilmoittaa häiriöistä luottamuksellisesti ja ilman rangaistusta. [14, s.227.]

7.1.1 Häiriöt

Erilaiset häiriöt voidaan luokitella eri ryhmiin, kuten laatu-, tuottavuus-, työturvallisuus- tai ympäristöhäiriöt. Laatuhäiriöiksi voidaan lukea kaikki poikkeamat tavoitellusta laatutasosta lopputuloksessa, kuten esimerkiksi epätaisisesti maalattu seinä, rappauksen halkeilu tai huonosti tiivistetty ikkunat. Laatuhäiriöiden korjaaminen jälkikäteen on usein aikaa vievää ja kallista, minkä lisäksi ne vaikuttavat asiakkaan mielikuvaan Skanskasta erittäin negatiivisesti.

Tuottavuushäiriöitä ovat kaikki häiriöt, jotka sitovat suunniteltua enemmän resursseja ja vaikuttavat aikatauluun ja kustannuksiin. Esimerkiksi toimitusten myöhästyminen, josta seuraa työvaiheen myöhästyminen, on tuottavuushäiriö. Tuottavuushäiriöt ovat yleisimpiä häiriöitä työmaalla, ja niiden vähentämisellä on suuri rahallinen vaikutus.

Työturvallisuus- ja ympäristöhäiriöihin on kiinnitetty paljon huomiota Skanskalla, sillä jo lakikin niin vaatii. Häiriöitä myös tällä saralla tapahtuu vieläkin, eikä niiden tutkimiseen käytetty aika mene hukkaan. Varsinkin tiukempien työturvallisuus- ja ympäristölakien myötä kehitettävää on paljon. Esimerkiksi valjaiden ja suojalasienv käyttö on uusista säännöistä huolimatta vähäistä työmaalla.

7.2 Ilmaisen puhelinnumeron käyttö andonina

Luvussa 4.1.3 käsiteltiin andonin käyttöä hälytysjärjestelmänä tuotannon pysähtyessä. Tällainen hälytysjärjestelmä tulee tarpeelliseksi, kun tehostetaan tuotantoa Leanin mukaiseksi. Tällöin tehtävien läpimenoajat ja tehtävien väliset puskurit on pyritty saamaan mahdollisimman pieniksi, joten pelivaraa ei juuri ole ongelman ilmetessä. Siksi apu pitää saada paikalle mahdollisimman pian ja ongelma ratkaistua, jotta tuotanto saadaan taas käyntiin.

Toyotalla on myös opittu jo kauan sitten, että ongelmien taustasyiden ratkaiseminen säästää aikaa ja rahaa tulevaisuudessa. Tuomalla jatkuvasti ongelmia esiin ja korjaamalla niitä välittömästi vähennetään hukkaa ja saadaan tuottavuus nousemaan. [4, s.130.]

Tutkimuksessa kokeiltiin ilmaisen puhelinnumeron käyttämistä hälytysjärjestelmänä. Tarkoitus oli, että Viisi miksi -analyysien tekijällä on käytössään kännykkä, johon soittaminen on ilmaista. Tämä kännykkä on käytössä vain häiriöilmoituksia varten, jotta linja ei olisi koskaan turhaan varattu. Samalla kun opastetaan työntekijöitä Viisi miksi -analyysiin ja häiriöiden havaitsemiseen, heille annetaan ilmainen puhelinnumero, johon soittaa häiriön tapahtuessa. Ilmoittaessa häiriöstä puhelimitse, he voivat olla varmoja, että he saavat jonkun kiinni välittömästi. Puhelun saatuaan analyysin tekijä menee paikan päälle mahdollisimman pian selvittämään ongelmaa.

7.3 Viisi miksi -analyysien eteneminen

Viisi miksi -analyysit aloitettiin menemällä paikan päälle aina kun se vain oli mahdollista. Usein ilmoitukset kuitenkin koskivat jo paljon aikaisemmin tapahtuneita poikkeamia, jolloin tapahtumapaikalla ei sinänsä ollut enää mitään tutkittavaa. Tällöin ei myöskään saatu kuvia häiriön kohteesta. Siksi onkin ensiarvoisen tärkeää, että häiriöistä saadaan tieto mahdollisimman pian. Tämä on kuitenkin mahdotonta ilman työntekijöiden panosta.

Suurin osa haastatteluista suoritettiin kasvokkain tai puhelimitse. Vain hyvin pieni osa kysymyksistä esitettiin sähköpostitse, ja siitä sovittiin aina etukäteen. Lisäksi sähköpostin kautta haastatellut olivat kaikki Skanskalla töissä, jolloin he pystyivät kirjallisestikin kertomaan tapahtuneesta hyvin vapaasti. Ulkopuoliset tahot, kuten esimerkiksi suunnittelutoimisto, eivät halua kirjallisesti myöntää omaa osallisuuttaan tapahtuneisiin poikkeamiin, jolloin heitä

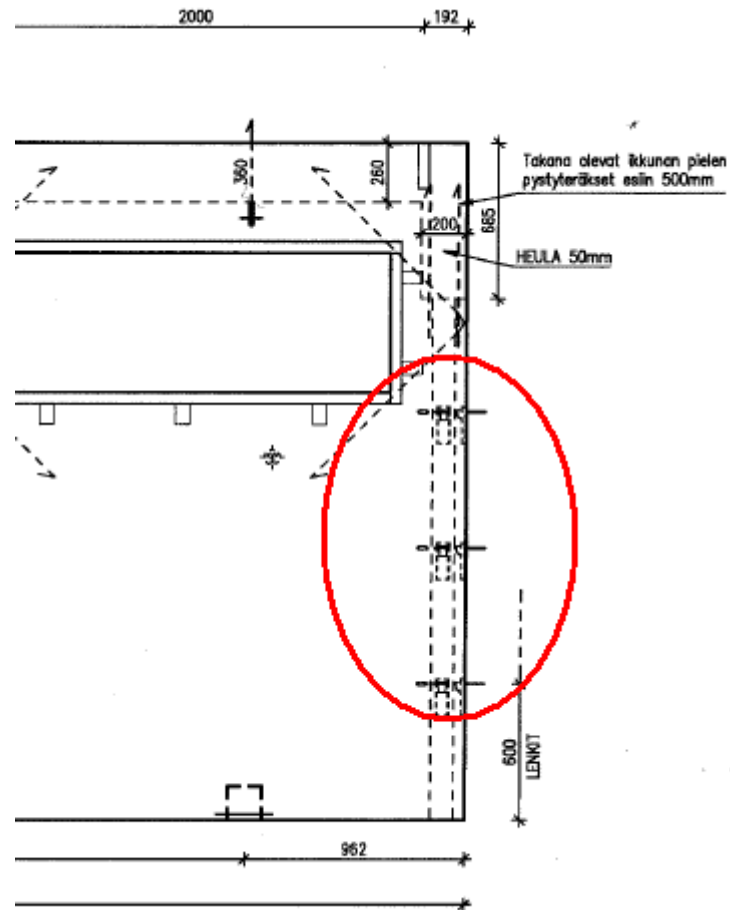
kannattaa aina lähestyä kasvokkain tai puhelimitse. Puhelinhaastattelut olivatkin pääosin tuloksekkaita ja haastateltavat kertoivat avoimesti omista toimintatavoistaan ja työstään.

Samoja henkilöitä jouduttiin välillä haastattelemaan useitakin kertoja, kun analyysin edetessä tuli esiin uusia kysymyksiä. Siksi oli tärkeää, että haastatteluilta jäi aina myönteinen kuva haastatelluille. Yhtä poikkeusta lukuun ottamatta tässä onnistuttiinkin hyvin.

Case 1. Elementistä puuttuneet tartunnat

Poikkeava haastattelu koski elementistä puuttuneita tartuntoja. Asiasta soitettiin elementin valmistaneelle Lemminkäisen elementtitehtaalle ja haastateltiin tehdaspäällikköä. Häneltä tiedusteltiin, miksi elementistä puuttuivat tartunnat ja tiesikö hän elementin olleen virheellinen. Tehdaspäällikkö ilmoitti, että kaikki elementit tarkistetaan ennen niiden lähettämistä työmaalle, ja virhe on varmasti havaittu. Syytä tartuntojen puutteeseen hän ei osannut sanoa. Kun häneltä kysyttiin seuraavaksi syytä virheellisen elementin lähettämiseen, vastaus oli, että tehtaalla on varmaankin ollut kiire, eikä elementtiä ole ehditty korjaamaan ennen kuin se on lastattu lähtevään kuormaan.

Viisi miksi -analyysin periaatteiden mukaisesti häneltä yritettiin vielä kysyä mahdollisia vastatoimenpiteitä, mutta niille ei hänen mukaansa ollut tarvetta, koska vastaavia poikkeamia tapahtuu niin harvoin. Sama ongelma kuitenkin toistui kohdetyömaan runkotyövaiheessa joka kerroksen kohdalla.



Kuva 11. Puuttuvat tartunnat

Kyseessä oli yksi ensimmäisistä tutkimusta varten suoritetuista analyysistä, eikä vastentahtoista haastateltavaa osattu käsitellä oikein. Jälkeenpäin ajateltuna tehdaspäälliköltä olisi voitu vielä kysyä seuraavaa:

- Onko tehtaan kiireeseen jokin tietty syy, vai ovatko tuotantoaikataulut aina liian kireät?
- Onko yleistä, ettei elementin tarkastuksen ja lastaamisen väliin jää riittävästi aikaa korjauksille?
- Miksi juuri tartunnat puuttuvat niin usein?
- Olisiko mahdollista esimerkiksi tiedottaa työmaata, kun virheellinen elementti lähtee tehtaalta, jotta työmaalla osattaisiin varautua sen korjaamiseen?

Tartuntoja puuttui ulkoseinäelementeistä myöhemminkin, jolloin yritettiin uudestaan haastatella samaa tehdaspäällikköä sekä puhelimitse että sähkö-

postitse. Tehdaspäällikkö ei kuitenkaan vastannut kysymyksiin millään tavalla, jolloin analyysia ei voitu viedä loppuun.

Case 2. Hissikuilukuopan mitoitusrvirhe

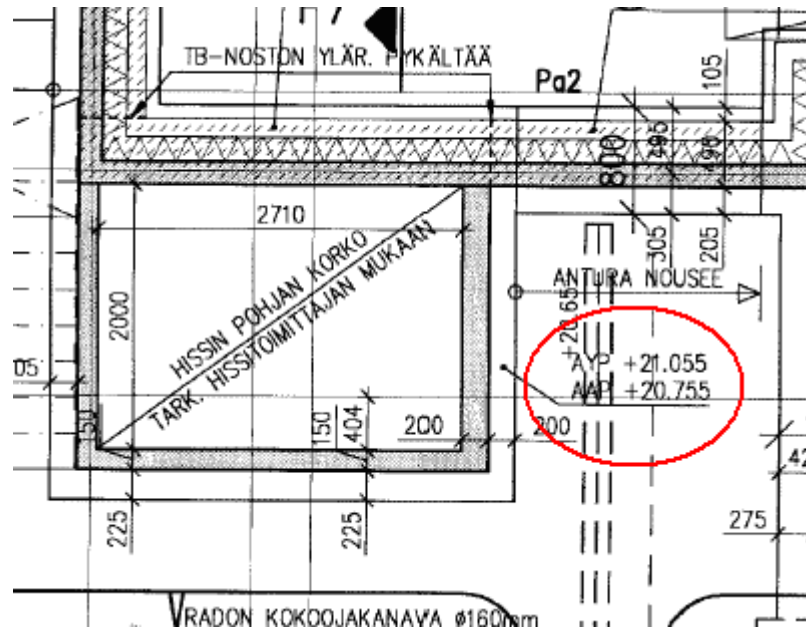
Kohdetyömaan vastaava mestari ilmoitti poikkeamasta hissikuilukuopan mitoissa. Hän oli juuri saanut hankintaosaston kautta tilausvahvistuksen valitulta hissitoimittajalta. Tässä tilausvahvistuksessa annettiin kaikki tarvittavat mitat hissikuilua varten, mukaan lukien kuilukuopan vaadittu syvyysmitta. Vastaava mestari oli tilausvahvistusta tutkiessaan havainnut, että kuilukuopan vaadittu syvyys ei vastaa toteutunutta. Toteutunut syvyys oli 1245 mm, kun taas vaadittava mita hissiinrakennuksen ja tyyppihyväksynnän mukaan on 1400 mm. Syytä tälle lähdettiin selvittämään Viisi miksi -analyysin avulla.



Kuva 12. Hissikuilukuopan perustukset

Ensimmäiseksi haastateltiin tietenkin ilmoituksen tekijää, eli vastaavaa mestaria. Aluksi yritettiin selvittää, mikä alun perin aiheutti mitoitusrvirheen. Kyseessä saattoi olla esimerkiksi työvirhe tai suunnitelmapuute. Tällä kertaa työn suorituksessa ei ollut moitittavaa, sen sijaan rakennekuvaa oli tulkittu virheellisesti. Perustuskuvassa, josta otettiin mita hissikuilukuopan pohjaa ja anturan yläpintaa varten, oli kaksi hiukan ristiriitaista merkintää. Toisaalta kuvassa oli annettu anturan ylä- ja alapinnalle mitat, jolloin kuilukuopalle au-

tomaattisesti muodostuu tietty syvyys, ja toisaalta kuvassa luki, että pohjan korko on tarkistettava hissitoimittajan mukaan.



Kuva 13. Rakennekuva hissikulukuopasta

Perustiedot tapahtuneesta oli tässä vaiheessa analyysia saatu selville, mutta ei motiiveja, eli miksi vastaava mestari päätti käyttää kuvassa esitettyjä mittoja, vaikka tiesi niiden olevan epävarmoja. Tälle kysymykselle löytyi muutamakin syy. Ensimmäkin toteutunut mitta on vastaavan mestarin mukaan aina ennen riittänyt, joten hän ei epäillyt sitä tälläkään kertaa. Usein on jopa jouduttu täyttämään kuulukuopan pohjaa. Toiseksi hissitoimittajaa ei ollut vielä valittu, kun anturat valettiin, joten vastaava mestari ei uskonut saavansa varmaa mittatietoa mistään.

Tässä vaiheessa analyysia heräsi monia uusia kysymyksiä, joista jokainen johdatti analyysia omaan suuntaansa:

- Miksi kuulukuopan syvyys, joka yleensä on riittänyt, oli tällä kertaa liian matala?
- Miksi hissitoimittajaa ei ollut vielä valittu?
- Eikö vastaava mestari olisi saanut mitoitusta varten tiedon jostain muualta kuin tilausvahvistuksesta?
- Miksi rakennekuvaan oli laitettu epävarmaa mittatietoa?

Vastaavalta mestarilta selvisi vielä, että kuopan syvyys ei ollut riittävä, koska tällä kertaa ei ollut kyseessä vakiohissi, vaan potilashissi. Varmistusta kuvassa olevalle mittatiedolle ei vastaava mestari yrittänyt etsiä, sillä hän ei tiennyt, kenen toimittajan hissi kohteeseen tulisi.

Lisätietoja lähdettiin seuraavaksi kyselemään rakennesuunnittelijalta ja hankintaosastolta. Rakennesuunnittelijoille lähetettiin sähköpostia ja heille soitettiin useaan eri otteeseen. Heiltä pyrittiin selvittämään, mihin kuvaan laitettu mitta perustuu ja olisivatko he voineet osaltaan tehdä jotain poikkeaman ehkäisemiseksi. Mittatiedon alkuperää ei enää voinut varmasti jäljittää, sillä perustuskuvien piirtämisestä oli jo jonkun verran aikaa. Kuvan piirtänyt rakennesuunnittelija kuitenkin arveli, että mittatieto on saatu arkkitehtikuvan leikkausdetaljista. Vastatoimenpiteenä ehdotettiin, että hankinnassa aikaistetaan hissitoimittajan valintaa, jotta saadaan tuotannolle tiedot ajoissa.

Seuraavaksi haastateltiin sähköpostitse Skanskan hankintapäällikköä. Hänetä pyrittiin saamaan selvyyttä hissitoimittajan valintaprosessiin. Hankintapäälliköltä saatiinkin paljon hyödyllistä tietoa liittyen mm. tarjouspyyntöprosessiin sekä hissihankinnan ajalliseen kehitykseen (liite 2). Pääkohdat tästä tiedosta olivat ensinnäkin, että tarkennetut tarjoukset saatiin ajoissa, mutta rakennuttajan hyväksyntää ei saatu heti, jolloin hissiinrakennuksesta ja tilausvahvistusta ei saatu tuotantoon ajoissa. Toiseksi hankintaosastolla tiedettiin kyllä erikoishissin vaativan syvemmän kuilukuopan, mutta ei ymmärretty työmaan johdon olevan tätä tietoa vailla.

Hankinnan ja tuotannon välistä tiedonvälitystä voitaisiin siis tehostaa, jotta tarvittava informaatio saavuttaa tuotannon ajoissa, ennen kuin virheitä ehtii syntyä. Nykyisellään vuorovaikutusta tapahtuu lähinnä yhteisen tietokannan ja kokousten välityksellä. Suunnittelijoiden välisessä tiedonvälityksessä on sama ongelma, ja heidän tulisi omalta osaltaan pyrkiä kehittämään vuorovaikutustaan joustavammaksi. Lisäksi suunnitelmakatselmukseen olisi syytä kiinnittää enemmän huomiota, jotta havaittaisiin kuvissa olevat puutteet. Tiedonvälitystä voitaisiin tehostaa Skanskan sisäisesti esimerkiksi nimeämällä eri osastoilta yhteyshenkilö jokaiselle työmaalle. Tällöin työmaan tiedottaminen muutoksista olisi selkeästi jonkun vastuulla ja työnjohdon olisi helpompi selvittää tarvittavat tiedot eri tahoilta.

Analyysin lopussa kehitettiin konkreettiset vastatoimenpiteet ja suunniteltiin niiden seuranta- ja tarkistustoimenpiteet. Vastatoimenpiteet voidaan jakaa lyhyen ja pitkän tähtäimen toimenpiteisiin. Lyhyellä tähtäimellä ehdotettiin, että rakenne- tai arkkitehtipiirustuksiin ei laitettaisi lainkaan sellaisia mittoja, joiden oikeellisuudesta ei voida olla täysin varmoja. Jos kuvassa ei olisi mitään ollenkaan, olisi tuotannossa pakko selvittää oikea mitta. Välillä joudutaan kuitenkin laittamaan kuvaan epävarmaakin mittatietoa, jos se on esimerkiksi jonkin muun rakenteen kannalta välttämätöntä. Tässä tapauksessa koko rakennuksen anturoiden mitoituksen vuoksi täytyi myös hissikuilun anturoille antaa jokin mitta. Jos kuvaan laitetun mitan tiedetään olevan epätarkka, tulisi se merkata eri tavalla kuin muut mittatiedot. Esimerkiksi kursivoitu fontti saattaisi riittää herättämään työntekijöiden tai työnjohdon huomion.

Pitkällä tähtäimellä parannettavaa olisi Skanskan kausisopimuksissa. Tällä hetkellä ei ole olemassa kausisopimusta erikoishisseistä, vaan ainoastaan vakiohisseistä. Hissit tulevat kuitenkin samoilta toimittajilta. Kun mahdollisimman moni tuote löytyy kausisopimuksista, vältetään pitkiltä tarjouskierröksiltä ja säästetään aikaa hankinnoissa.

Case 3. Elementin eriste syttyi tuleen

Seinäelementtiä oltiin asentamassa paikoilleen, mutta koska sen alapinta oli jäässä, elementtiä ei saatu paikoilleen. Elementin alapintaa alettiin sulattaa tohottimella, jolloin elementin styroksieriste syttyi tuleen. Tästä häiriöstä ilmoitti nuori rakennusapumies, joka oli elementtiä sulattanut.

Kyseltäessä häneltä taustoja tapahtuneelle ja hänen ajatuksiaan häiriön torjunnasta, selvisi muutama asia:

- Vastaavia häiriöitä tapahtuu toistuvasti käyttäessä tulta sulattamiseen.
- Elementtien sulattaminen höyryllä estäisi tällaiset häiriöt.
- Viallinen elementti asennettiin kuitenkin paikoilleen.

Seuraavaksi tapahtuneesta kyseltiin työnjohdolta. Molemmat työnjohtajista olivat sitä mieltä, että koska höyryä saadakseen täytyy aina tilata koko säiliöauto, sen käyttäminen ei kannata. Toinen työnjohtajista jopa sanoi, että tu-

lee halvemmaksi korjata vioittunut elementti, kuin käyttää höyryä sulatukseen.

Toiselta työnjohtajalta myös selvisi, että työvaiheesta vastuussa oleva työnjohtaja oli määrännyt työntekijän sulattamaan elementtejä tulella, vaikka hänellä ei ollut edes tulityölupaa. Kyseinen työnjohtaja myönsi tämän, mutta puolustautui sanomalla, että oli käskenyt työntekijää ottamaan sammuttimen viereensä työn ajaksi. Elementtiä sulattanut työntekijä olikin käyttänyt sammutinta palon syttyessä, muttei ollut onnistunut sammutuksessa. Vanhempi rakennusmies oli joutunut tulemaan apuun, ennen kuin tulipalo saatiin sammutettua.

Koska elementti asennettiin paikoilleen viallisena, sen korjaaminen on hiukan vaikeampaa. Vaurioitunut eriste täytyy piikata esiin ja poistaa kokonaan. Tämän jälkeen se korvataan uudella eristeellä ja piikatut kohdat paikataan ja tasoitetaan. Arvioilta materiaaleihin ja työhön tulee kulumaan n. 500 €

Höyryä saa työmaakäyttöön myös siirrettävällä höyrynkehittimellä. Siirrettävän höyrynkehittimen vuokraushinta on noin 80-100 €/ päivä, jolloin yhden talon runkotöiden ajaksi vuokra olisi siis noin 3900- 4900 €. Uusien siirrettävien höyrynkehittimien hinnat ovat koosta riippuen noin 600- 4000 €. Työmaan vakiokalustoon tulisi siis kuulua siirrettävä höyrynkehitin, tai vaihtoehtoisesti sellaisia tulisi voida vuokrata Skanska Rakennuskone Oy:ltä. Tällä hetkellä höyrynkehittintä ei löydy Skanska Rakennuskone Oy:n valikoimasta, jolloin vuokraaminen tulee liian kalliiksi.

Tässä esitetyt esimerkit ovat lyhennettyjä versioita varsinaisista analyyseistä, mutta koska Viisi miksi -analyyseja tulisi pystyä lukemaan ja kirjoittamaan lyhyessäkin ajassa, ei tätä voida pitää käytännöllisenä tapana esittää Viisi miksi -analyyseja. Siksi lähdettiinkin kehittämään erilaisia esitystapoja ja mallipohjia analyyseille.

7.3.1 Viisi miksi -analyysien mallipohja

Yksi tutkimuksen tavoitteista oli helpottaa Viisi miksi -analyysien tekemistä työmaalla laatimalla valmis pohja analyysien tekoon, joka olisi kuitenkin riittävän joustava useiden erilaisten häiriöiden analysointiin, sekä ohjeistusta analyysin tekoon. Viisi miksi -analyysipohjan tulisi olla helppo käyttää niillekin ihmisille, jotka eivät tunne sen taustaa tai teoriaa kovinkaan paljon. Sen tulisi ohjastaa analyysin tekoon rajoittamatta kuitenkaan ajatuksen kulkua liikaa. Lisäksi tavoitteena oli, että se haastaisi ajattelemaan häiriön ratkomista uudella tavalla. Analyysipohjaa laatiessa tuli myös pitää mielessä, että työmaalla ei ole paljon aikaa käytettävissä analyysin tekoon.

Eräs tapa edetä olisi ollut laatia pohja ja sovittaa sitten tehdyt analyysit siihen. Tässä tutkimuksessa kuitenkin edettiin toisinpäin. Ensimmäiset Viisi miksi -analyysit laadittiin hyvin vapaamuotoisesti tyhjälle paperille, ja niitä täydennettiin useaan otteeseen uutta tietoa saataessa. Kun analyyseja oli tehty riittävästi, jotta niitä voitiin vertailla, niistä alettiin etsiä yhdenmukaisuuksia. Vaikka jokainen häiriö on erilainen, niiden selvittäminen etenee aina osittain samalla kaavalla. Tätä havaintoa käytettiin apuna analyysipohjaa laatiessa.

Muita ongelmanratkaisukeinoja, kuten kalanruotokaaviota ja Demingin kehää käytettiin myös apuna pohdittaessa analyysin kulkua.

8 TULOKSET

Tuloksien arviointi tämän tutkimuksen kohdalla on erittäin vaikeaa, sillä monet niistä ovat arvioitavissa vasta pidemmällä aikavälillä. Esimerkiksi tuottavuuden kasvu häiriöiden vähetessä, kehitettyjen Viisi miksi -työkalujen ja vastatoimenpiteiden toimivuus käytössä ja asennekulttuurin muutos ovat tavoitteita, joita ei voida arvioida välittömästi.

Kohdetyömaan työntekijät ja työnjohto ovat päässeet osallistumaan Viisi miksi -analyysiin, mutta itsenäistä ongelmanratkomista ei ole heidän osaltaan tapahtunut. Haluttomuus tuoda esiin häiriöitä ja tehdä analyysien aiheuttamaa lisätyötä olivat sittenkin vielä liian suuri kynnys, jotta itsenäistä Viisi miksi -analyysien suorittamista voisi olettaa tapahtuvan. Ilmoituksia häiriöistä saatiin kuitenkin jonkin verran, ja häiriöistä tehdyistä selvityksistä pyrittiin antamaan palautetta ilmoittajille. Tämä toivottavasti kannustaa heitä jatkossakin puuttumaan tuotannon poikkeamiin.

Aineistoa analyysin tueksi kehitettiin enemmänkin, kuin oli alun perin tavoitteena, joskin aineiston koekäyttö ja mahdollinen jatkokehitys jää tutkimuksen ulkopuolelle. Tutkimuksen tuloksia käsitellään seuraavissa luvuissa tarkemmin.

8.1 Häiriöilmoitukset

Häiriöilmoituksia pyrittiin saamaan kolmella eri tavalla: työnjohtajien kautta, työmaakerrosten yhteydessä työntekijöiltä sekä puhelimitse ilmaisnumeron avulla. Työnjohtajilta ilmoituksia saatiinkin kiitettävästi, samoin kuin työntekijöiltä työmaakerrosten yhteydessä. Sen sijaan puhelimitse häiriöilmoituksia ei tullut.

Tutkimuksen alussa työmaa oli juuri alkanut, eikä henkilöstöä ollut kovinkaan paljon. Kaikkien työntekijöiden perehdyttäminen poikkeaminen havaitsemiin sekä ilmaisnumeron käyttämiseen sujui siksi nopeasti. Soittoja ei kuitenkaan tullut muilta kuin työnjohtajilta. Syynä saattoi olla se, että työntekijöistä tuntui epämiellyttävältä soittaa heille täysin vieraalle ihmiselle näinkin arkaluontoisista asioista. Kun työmaalla oli läsnä henkilökohtaisesti, ilmoituksia tuli kuitenkin kiitettävästi, mistä voi päätellä, että työntekijät kokevat

kasvokkain puhumisen helpommaksi. On kuitenkin mahdollista, että jos ilmaisnumero olisi jonkun työntekijöille tutumman henkilön käytössä, he koki-sivat ilmoitusten tekemisen puhelimitse luontevammaksi.

Taulukko 3. Ilmoitukset häiriöistä

Häiriö nro	Häiriön kuvaus	Ilmoittaja	Mitä kautta ilmoitus tuli	Häiriölaji
1	Hissikulukuoppa liian matala erikoishissille	Vastaava työnjohtaja	Ilmoitettu henkilökohtaisesti	Laatu
2	Betonitoimitukset saapuivat kaikki samaan aikaan	Työnjohtaja	Ilmoitettu henkilökohtaisesti	Laatu
3	VSS-laatan reunat paikattava	Rakennusapumies	Ilmoitettu työmaakierroksella	Laatu, Tuottavuus
4	Elementin eriste syttyi tuleen elementtiä sulattaessa	Rakennusapumies	Ilmoitettu työmaakierroksella	Laatu, Tuottavuus, Työturvallisuus
5	Elementin toisesta päästä puuttuivat tartunnat	Työnjohtaja	Ilmoitettu henkilökohtaisesti	Tuottavuus, Työturvallisuus
6	Seinäelementissä ei riittävästi varausta	Rakennusmies	Ilmoitettu työmaakierroksella	Laatu, Tuottavuus
7	Laattaelementin varaus väärällä puolella	Rakennusmies	Ilmoitettu työmaakierroksella	Tuottavuus
8	Tartunnat puuttuvat ulkoseinäelementeistä	Elementti-asentaja	Ilmoitettu työmaakierroksella	Tuottavuus, Työturvallisuus
9	Juotosvalu myöhästyi	Työnjohtaja	Ilmoitettu henkilökohtaisesti	Tuottavuus

Työntekijämäärän lisääntyessä henkilökohtaisten perehdytysten pitäminen kävi jatkuvasti vaikeammaksi. Tämän ja soittojen vähyden vuoksi päätettiin kokeilla kilpailun järjestämistä. Kaikkien soittajien kesken arvottiin palkinto, jonka toivottiin motivoivan ilmoitusten tekemiseen.

Kilpailun alussa pidettiin lisäksi kysely, jossa työntekijöiltä tiedusteltiin, olivatko he saaneet tiedon ilmaisnumerosta ja syitä siihen, miksi he eivät olleet soittaneet. Kyselyn tulokset on esitetty taulukossa 3.

Kyselyyn osallistui 16 satunnaisesti valittua työmaan työntekijää. Kyselystä selvisi ainakin se, että ilmaisnumero oli kiitettävän monella tiedossa, ja puolet olivat saaneet sen henkilökohtaisen perehdytyksen kautta. Loput olivat kuulleet asiasta muilta työkavereiltaan tai lukeneet sen taukotilaan jätetyistä mainoksista.

Taulukko 4. Työmaalla rakennustyöntekijöille tehty kysely

Kyselyn tulokset	
On saanut tiedon ilmaisnumerosta	90 %
Numero annettu henk.kohtaisesti	50 %
Numero annettu jotain muuta kautta	40 %
Ei ole saanut numeroa	10 %
Ei ole soittanut numeroon, koska..	
ei ole muistanut koko asiaa	10 %
ei ole havainnut häiriöitä	20 %
jokin muu syy, mikä?	70 %

Kyselyssä esiin tulleista muista syistä olla soittamatta esiin nousi etenkin se, ettei uskottu ilmoitusten tekemisestä olevan mitään käytännön hyötyä. Samasta syystä työntekijät kertomansa mukaan jättivät täyttämättä turvallisuushavaintokortteja. Turvallisuushavaintokortti on Skanskan työmailla käytössä oleva tapa kerätä tietoa tapahtuneista turvallisuuspoikkeamista ja läheltä piti -tilanteista. Läheltä piti -tilanne taas on tilanne, jossa oli ilmeinen onnettomuuden vaara, mutta josta selvittiin pelkällä säikähdyksellä. Esimerkiksi tavaroiden putoaminen ilman vahinkoja on läheltä piti -tilanne.

Toinen syy annettu ilmoitusten vähyyteen oli kiire omien töiden hoitamisessa. Häiriöstä ilmoittamiseen ei tietenkään kuluisi aikaa kuin joitakin minuutteja, eikä kiire olekaan se oikea perussy. Todellinen syy liittyy juuri siihen, ettei ilmoitusten tekemisestä seuraa mitään näkyvää. Jos työntekijä on ilmoittanut samasta puutteesta esimerkiksi putoamissuojauksessa monta kertaa, ja silti ongelmalle ei tehdä mitään, laskee työntekijän motivaatio tehdä ilmoituksia. Aikaa saattaisi ollakin ilmoitusten tekemiseen, mutta ei silloin, kun koetaan sen olevan täysin turhaa toimintaa.

Monet työntekijöistä kokivat ilmoitusten, turvallisuushavaintojen ja jopa monien turvallisuussääntöjen olevan jotain, mikä on kehitetty ylempää johtoa

varten. He eivät kokeneet niillä olevan juurikaan yhteyttä heidän työolojensa parantamiseen, vaan ne koettiin enemmänkin kiusantekona. Kaikki työntekijät eivät tietenkään ole tätä mieltä, mutta jo se, että osa työntekijöistä ajattelee näin, kertoo jotain tavasta, jolla uusia toimintatapoja tuodaan työmaille.

Kolmas syy häiriöilmoitusten vähyyteen oli epävarmuus siitä, millaisista asioista voi soittaa. Vaikka suurin osa työntekijöistä saikin perehdytyksen aiheeseen, osalle jäi silti epäselväksi, mitä häiriöillä tarkoitetaan. Tähän tulisi-kin jatkossa kiinnittää huomiota, kun jalkautetaan Viisi miksi -analyysia työmaille. Samalla kun kyselyä tehtiin, pyrittiin myös kertomaan lisää häiriöistä työntekijöille, jotta jatkossa tämä asia ei enää estäisi heitä tekemästä häiriöilmoituksia.

Ilman työntekijöiden sitoutumista tuotannon luotettavuuden parantamiseen, ei kehitystä saada aikaiseksi. Siksi yrityksen asennekulttuurin muutos on erittäin ratkaisevassa roolissa. Asennemuutoksen täytyy alkaa ylemmältä tasolta, toimihenkilöistä alkaen. Työntekijöiden motivaatio saadaan palautettua vain näyttämällä heille, että asioihin todella puututaan. Viisi miksi -analyysin idea onkin siinä, että siinä suunnitellaan todelliset vastatoimenpiteet häiriöille ja näistä tiedotetaan myös ilmoituksen tehneille henkilöille. Näin he huomaavat, että heidän ilmoituksiinsa on reagoitu, ja niiden pohjalta on toimittu. Asenne- ja yrityskulttuurin muutos on kuitenkin äärimmäisen hidaskäyttöprosessi, jonka tulokset tulevat näkymään mahdollisesti vasta vuosien päästä.

8.2 Viisi miksi -analyysin käyttö

Viisi miksi -analyysien tekemisestä opittiin paljon tuotannon poikkeamista sekä etenkin rakentamisen eri osapuolten toiminnasta. Opittujen asioiden käyttöönotossa jäi kuitenkin paljon kehitettävää.

8.2.1 Ongelmat Viisi miksi -analyysin käytössä

Viisi miksi -analyysi on vielä niin uusi osa Skanskan toimintaa, että henkilöstö ei ole vielä sitoutunut siihen. Siksi esimerkiksi vastatoimenpiteiden kehittäminen häiriöille on haasteellista. On turha kehittää vastatoimenpiteitä, joita kukaan ei suorita.

Viisi miksi -analyysit eivät vielä ole löytäneet paikkaansa Skanskan toimintajärjestelmästä, jolloin sen vaatimat toimenpiteetkään eivät ole kenenkään vastuulla. Työnjohtajat ja työmaan työntekijät kokevat jo muutenkin saavan-

sa liikaa ylimääräisiä, työhönsä kuulumattomia tehtäviä hoitaakseen, kuten luvussa 8.1 todettiin. Tämän vuoksi on turha olettaa, että he alkaisivat itse­näisesti suorittaa Viisi miksi -analyyseja ilman jotain kannustinta.

Toinen esiin tullut ongelma Viisi miksi -analyyseissa oli se, että kun ana­lyyseja tehdään yksin, on oikeiden kysymysten löytäminen haasteellista. Usein ongelmanratkaisu on tuloksetkaampaa, kun sitä tehdään ryhmässä, jolloin saadaan useampi näkökulma ongelmaan. Kun analyyseja suorittaa yksinään, on vaikeampaa irtautua omista ennakkokäsityksistään. Siksi ei ole ehkä järkevää tulevaisuudessa jalkauttaa Viisi miksi -analyysia niin, että jo­kainen työnjohtaja tekee oman työvaiheensa häiriöistä omat analyysinsa.

Poikkeamaa tutkivan on hyvin vaikea löytää sellaisia syitä ongelmaan, joita hän ei jo tiedä, eli syitä jotka ovat hänen ammatillisen tietämyksensä ulko­puolella. Tällöin tutkija helposti päätyy johdattelemaan analyysia halua­maansa suuntaan, eli tutkija ei pysty näkemään oman tietämyksensä ja en­nakkokäsitystensä ulkopuolelle. Kun analyysissa on mukana useampi ihmi­nen, joilla on erilainen tieto- ja taitotaso, mahdollisuudet useamman syyn löytämiseen paranevat.

Analyysin aloittamisen tulee toki voida tapahtua ilman, että kaikki työmaan työnjohtajat säntäävät samaan aikaan tapahtumapaikalle, mutta analyysin jatkamisen kannalta ryhmätyöskentely olisi hyödyllisempää. Suurimmat häi­riöt voitaisiin esimerkiksi käsitellä työmaan viikkopalaverissa, jolloin analyys­in tekijällä olisi ryhmän tuki ja ajatukset käytössään. Vastatoimenpiteet ja seuranta suunniteltaisiin yhdessä, jolloin niihin sitouduttaisiin varmemmin. Näin myös tieto häiriöistä ei jäisi vain muutaman siihen osallisena olleen henkilön käyttöön.

8.2.2 Konkreettiset tulokset

Opinnäytetyön tuloksena kehitettiin ja testattiin paljon erilaista materiaalia Viisi miksi -analyysien tueksi. Analyysin teko jaettiin vaiheisiin, jonka jälkeen pyrittiin tekemään vaiheesta toiseen siirtyminen mahdollisimman helpoksi.

Ohjeet Viisi miksi -analyysin tekoon

Ensimmäiseksi tehtiin ohjeistus Viisi miksi -analyysin aloittavalle (liite 3). Ohjeistuksesta pyrittiin tekemään lyhyt ja helppolukuinen, eli korkeintaan yhden A4-arkin mittainen. Ohjeessa huomioidaan mitä asioita analyysiin kirjataan, ja mitä tulisi huomioida ennen analyysia ja sen aikana sekä miten haastateltavia tulisi käsitellä. Ohjeistuksen ei ole tarkoitus olla kattava tietopaketti Viisi miksi -analyysista, vaan antaa hyvät lähtökohdat analyysin tekemiselle. Parhaiten Viisi miksi -analyyseista oppii tekemällä niitä itse.

Poikkeamailmoitusten kerääminen

Seuraavaksi laadittiin poikkeamailmoitusten keräämiseen tarkoitettu lomake. Tärkeimmät tiedot, jotka tulisi ilmoituksista kerätä, ovat ilmoittajan nimi, ilmoitusaika, poikkeaman kuvaus ja poikkeaman tyyppi, eli onko kyseessä laatu-, tuottavuus- vai työturvallisuuspoikkeama. Ilmoitukset listataan lomakkeelle juoksevalla numeroinnilla, joka liitetään myös jokaiseen poikkeamaan liittyvään Viisi miksi -analyysiin ja muuhun mahdolliseen materiaaliin. Näin poikkeamista kerätty tieto pysyy järjestyksessä ja on helposti löydettävissä.

Viisi miksi -analyysipohjat

Varsinaisten Viisi miksi -analyysien tekoon kehitettiin analyysipohja, jonka avulla analyysissa pääsee alkuun (liite 4). Viisi miksi -analyyseja on täysin mahdollista tehdä vaikka tyhjälle ruutupaperille, mutta kokematon analyysintekijä ei tällöin välttämättä osaa esittää oikeita kysymyksiä. Kun analyysi aloitetaan menemällä paikan päälle tutkimaan ongelmaa, selvitys saadaan etenemään seuraavien ohjaavien kysymysten avulla:

- Mikä on ongelma?
- Missä ja milloin se tapahtui?

- Ketkä olivat osallisia poikkeamaan?
- Miten he vaikuttivat poikkeaman syntymiseen?
- Miten he olisivat osaltaan voineet estää poikkeaman?

Jos onnistuu selvittämään vähintäänkin nämä asiat tapahtumapaikalla ollessaan, on jo päässyt pitkälle analyysissa. Jos poikkeamalla on vakavat seuraukset, tai se on huomattu toistuvaksi ongelmaksi, kannattaa analyysia jatkaa vielä pidemmälle. Tässä vaiheessa voi analyysia jatkaa käsin kirjoittamalla tai siirtyä käyttämään tietokonekäyttöistä lomaketta (liite 5). Tämän lomakkeen tarkoitus on helpottaa pitkäksi venyvän analyysin kirjoittamista, sillä se päivittää automaattisesti edellisen kohdan syyn seuraavan kohdan seuraukseksi.

4. Pohdi mikä on syynä ongelmaan vaikuttaneisiin asioihin	
Miksi	Hissikulun kohdalla on anturalle annettu väärä mitta. Kuvassa kuitenkin teksti 'pohjan korko tarkistettava toimittajan mukaan'
	Suunnittelija ei tiennyt oikeaa mitta, vaan käytti arkkitehdin leikkauskuvasta saatua mitta
Miksi	Työnjohtaja luotti kuvassa olevaan mittaan sen sijaan, että olisi tarkistanut mitoituksen.
	Työnjohtaja ei uskonut saavansa mittatietoa mistään, eikä hissitoimittajaa oltu vielä valittu.
Miksi	Hankinnasta ei annettu tietoa hissitoimittajasta
	Hankinta ei tiennyt työmaalla tai suunnittelussa tarvittavan kyseistä mitta.

Kuva 14. Edeltävään kohtaan syötetyt tiedot..

5. Pohdi mikä on syynä edellisiin	
Miksi	Suunnittelija ei tiennyt oikeaa mitta, vaan käytti arkkitehdin leikkauskuvasta saatua mitta
	Rakennesuunnittelija toimi sop. mukaisesti. Ark.piiir. tehty jo kaksi vuotta sitten, silloin ei tietoa hissien tyypistä.
Miksi	Työnjohtaja ei uskonut saavansa mittatietoa mistään, eikä hissitoimittajaa oltu vielä valittu.
	Työmaata koskevat hankintatiedot haetaan yleensä Hanskasta, josta pitäisi löytyä kaikki tarvittava tieto. Nyt tietoa ei siellä ollut.
Miksi	Hankinta ei tiennyt työmaalla tai suunnittelussa tarvittavan kyseistä mitta.
	Tieto ei kulje työmaan ja hankinnan välillä riittävän joustavasti.

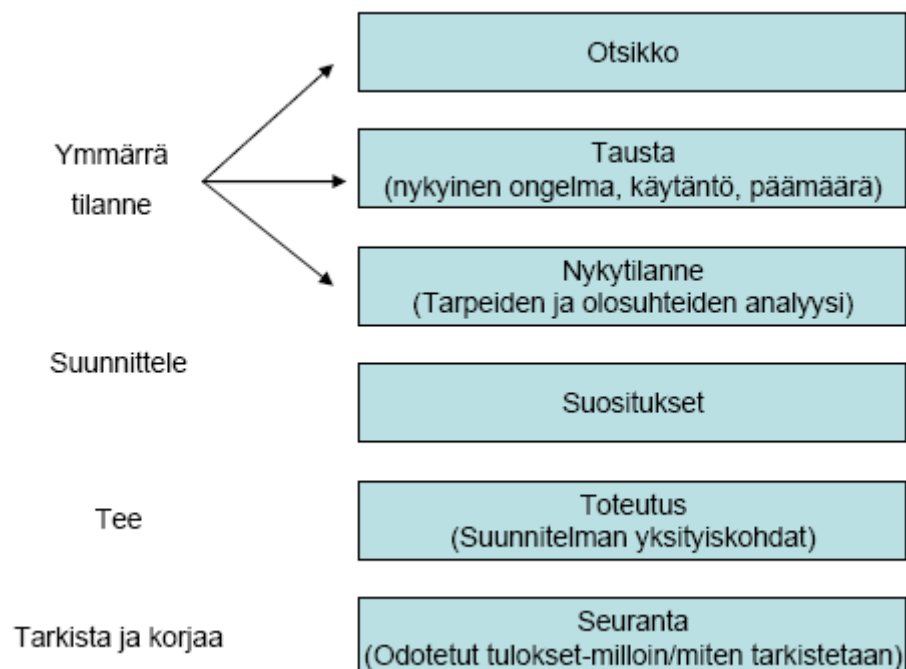
Kuva 15. ...siirtyvät automaattisesti seuraavaan kohtaan.

Joskus poikkeaman selvittämisessä saatetaan ajautua siihen pisteeseen, ettei ongelmaa pystytä enää ratkaisemaan työmaalta käsin. Näin saattaa

käydä, jos esimerkiksi poikkeaman perussyö löytyy organisaation ylemmiltä tasoilta. Työmaan työnjohto voi tällöin luovuttaa asian käsittelyn eteenpäin niille tahoille, joita se koskee. Jotta seuraavat henkilöt, jotka ongelmaa alkavat selvittää, ymmärtäisivät mistä on kyse, täytyy poikkeamasta tehdä työmaalla selkeä ja tiivistetty raportti. Vaikka tässä tutkimustyössä on tehty varsin laajojakin Viisi miksi -analyyskejä, ei ole tarkoituksenmukaista, että kaikki analyysista kiinnostuneet tai siihen liittyvät henkilöt joutuvat lukemaan monen sivun selvityksiä. Siksi on jatkossa tarkoitus tiivistää kaikki poikkeamaa tutkiessa selvinneet oleelliset tiedot yhteen A3-arkin kokoiseen raporttiin.

A3-raportti

Aiemmin luvussa 4 käsiteltiin Toyotan tuotannonohjausjärjestelmää ja sen eri työkaluja. Yksi näistä työkaluista on A3-raportti, jonka avulla pyritään hyödyntämään visuaalisen viestinnän etuja. A3-raportti ei ole pelkkä muistio, vaan siinä kuvataan koko prosessi. Esimerkiksi ongelmanratkaisuun liittyvässä A3-raportissa voidaan kuvata ongelman taustat, nykytilanne, tavoitetila ja vaihtoehtoisia ratkaisuja sen saavuttamiseksi. Raportissa voi käyttää apuna myös kuvia ja kaavioita tilanteen havainnollistamiseksi. [4, s.157.]



Kuva 16. A3-raportin rakenne noudattaa suunnittele-toteuta-tarkista-korjaa ehdotusprosessia

A3-raportti perustuu Demingin ongelmanratkaisukehään. Demingin mukaan jokaisen hyvän ongelmanratkaisuprosessin tulisi sisältää suunnittelun, toteutuksen, tarkastuksen ja korjaavat toimenpiteet (luku 6.1). Näitä vaiheita raportissa edeltää nykytilanteen, arvojen, odotusten, käytäntöjen ja nykyisen järjestelmän kuvaaminen. [4, s. 246.]

Seuranta- ja vastatoimenpidevaiheet ovat olennaisia, mutta ne jäävät usein huomioimatta ongelmanratkaisussa. Siksi niille varattiin A3-raporttipohjaan yhteensä saman verran tilaa, kuin Viisi miksi -analyysillekin. Vaikka analyysia tehdessä ei olisi juurikaan keskittynyt miettimään, miten vastaavan poikkeaman tapahtuminen käytännössä estetään, viimeistään A3-raporttia laatiessa sekin huomioidaan. A3-raportin eri osioiden tai tekstin kokoa ei saa raportin tekijä vaihtaa, vaan tämän tulee pysyä annetuissa rajoissa. Tällä varmistetaan, ettei raportin sisältö kasva tarkoitettua suuremmaksi.

Tämän opinnäytetyön tuloksena syntynyt A3-raporttipohja (liite 6) sisältää kaikki edellä mainitut elementit. Osasta tehtyjä Viisi miksi -analyysseja tehtiin A3-raportti, jotta voitiin kokeilla tehtyä pohjaa käytännössä (liite 7)

Mallikansio

Viisi miksi -analyysseista koottiin mallikansio, joka luovutettiin Skanskalle yhtenä työn tuloksista. Mallikansio koostuu kansilehdestä, jossa on numeroituna kaikki poikkeamailmoitukset, joita tutkimustyön aikana tuli, jonka jälkeen kansiossa on näiden ilmoituksen pohjalta tehdyt analyysit ja mahdolliset A3-raportit. Kansio on havainnollinen ja järjestelmällinen esitysmuoto tehdyille analyysille, ja sitä voidaan käyttää materiaalina, kun esitellään Viisi miksi -analyysia uusille työmaille.

8.3 Paljastuneet häiriöt ja niiden torjunta

Suurin osa häiriöistä liittyi elementteihin, sillä työmaa oli tutkimuksen aikaan runkovaiheessa. Elementtien ongelmat liittyivät pääasiassa puuttuviin tartuntoihin ja virheellisiin mittoihin. Näiden ongelmien perussyyt löytyivät elementin suunnittelusta tai valmistuksesta. Kun ongelman perussyyt löytyy Skanskan ulkopuolelta, on hyvin vaikeaa kehittää konkreettisia vastatoimenpiteitä, joiden toteutumista pystyttäisiin jotenkin valvomaan. Vastatoimenpiteet voidaan esittää suunnittelijalle tai elementtitehtaan johtajalle, mutta heillä ei ole

mitään velvoitteita noudattaa niitä. Yhdestä elementteihin liittyvästä poikkeamasta tehty Viisi miksi -analyysi on havainnollinen esimerkki siitä, miten ongelman syyn löytäminen ei tarjoa aina ratkaisua (liite 8).

Osa paljastuneista poikkeamista vaikutti aiheutuvan inhimillisestä virhearvioinnista. Tämä on kuitenkin vain pintasy poikkeamalle. Todellisuudessa jokin muu asia on aiheuttanut sen, että yksilö tekee virheen. Usein kyseessä on työntekijän toimintaa ohjaavan järjestelmän puute, kuten esimerkiksi virheellisyys kirjallisessa ohjeistuksessa tai liian vaativat aikataulutavoitteet, jotka pakottavat joustamaan jostain muusta tärkeästä. Esimerkiksi jos elementtiasentajan aikataulu on kireä, hän saattaa joustaa työturvallisuudesta ja jättää valjaat hakematta. Jos taas kustannustavoitteet ovat liian vaativat, usein valitaan halvempi aliurakoitsija luotettavamman sijaan.

Yksilön tekemiin inhimillisiin virheisiin ei oikeastaan pystytä vaikuttamaan. Vaikka irtisanottaisiin virheen tehnyt henkilö, miten varmistetaan, ettei seuraava työntekijä tee samaa virhettä? On tutkittava inhimillisen virheen takana olevaa järjestelmää ja löydettävä siinä piilevät puutteet. Vain näin pystytään pysyvästi torjumaan häiriöitä.

Taulukko 5. Häiriöiden seuraukset

Häiriö nro	Häiriön kuvaus	Vaikutus			
		aikatauluun	kustannuksiin	työturvallisuuteen	laatuun
1	Hissikulukuoppa liian matala erikoishissille		~2500 €		Hissi ei täytä tyyppihyv. ehtoja Tark. erikseen
2	Betoniomitukset saapuivat kaikki samaan aikaan				Betonin laatu kärsii
3	VSS-laatan reunat paikattava	Paikkaus kesti 4 h	~140 €		Laatan reunan raud. kestävyys
4	Elementin eriste syttyi tuleen elementtiä sulattaessa	Kyseisen elementin korjaus vie n. kaksi tpv	~500 €	Työntek. ei tulityölupaa, iso riski henkilävahingoista ja palon leviämisestä	
5	Elementin toisesta päästä puuttuivat tartunnat	Elementin asennus myöh. 2 h		Nosto suunniteltiin uudestaan, rak.valvoja tark.	
6	Seinäelementissä ei riittävästi varausta	Asennus myöh. 1 tpv	~350 €		Seinä- ja porraselem. vahingoittuivat
7	Laattaelementin varaus väärällä	Piikkausta n. 1 h	~ 20 €		
8	Tartunnat puuttuvat ulkoseinäelementeistä	Asennustyöhön kuluu aikaa n. 1,5 kertaista	Ei tarkkaa tietoa	Nostoja ei suoriteta suunnitellusti	
9	Juotosvalu myöhästyi	Työvaihe myöhästyi viikon			

Yllä olevassa taulukossa on esitettyä tutkimuksessa esiin tulleiden häiriöiden vaikutukset aikatauluun, kustannuksiin, työturvallisuuteen ja laatuun. Yhteensä kustannusvaikutusten voidaan arvioida olevan kolmen kuukauden ajalta noin 3600 €. Häiriön vaikutukset kustannuksiin arvioitiin häiriön vuoksi jo tehtyjen ylimääräisten työtuntien ja tulevien korjausten vaatimien työtuntien palkkakulujen (tuntipalkka johon lisätty sosiaalikuluerroin) sekä arvioitujen materiaalikulujen perusteella.

9 YHTEENVETO

Viisi miksi -analyysi on uusi ongelmanratkaisutyökalu, joka ei ole vielä löytänyt paikkaansa Skanskan toimintajärjestelmässä. Viisi miksi -analyysi on osa Skanskalla käyttöönotettua Last Planner -tuotannonohjausmenetelmää, mutta vaikka menetelmän muut osat on otettu työmailla osaksi rutiinia, ei analyysia ole juurikaan otettu käyttöön. Tutkimuksessa tehtiin työmaalla Viisi miksi -analyyseja, jotta selvitetäisiin analyysin ongelmakohtat ja voitaisiin kehittää helppo ja tuloksekas tapa suorittaa analyyseja.

Tutkimuksessa selvisi monia ongelmakohtia, jotka liittyivät osittain Viisi miksi -analyysiin, mutta myös yleiseen asennekulttuuriin rakennusalalla. Yksi ongelmista analyysien teossa oli se etteivät työntekijät ilmoita häiriöistä. Ilman työntekijöiden sitoutumista tuotannon luotettavuuden parantamiseen, ei kehitystä kuitenkaan saada aikaiseksi. Siksi yrityksen asennekulttuurin muutos on erittäin ratkaisevassa roolissa. Syynä työntekijöiden haluttomuuteen osallistua analyysihin oli mm. se, ettei uskottu ilmoitusten tekemisestä olevan mitään käytännön hyötyä.

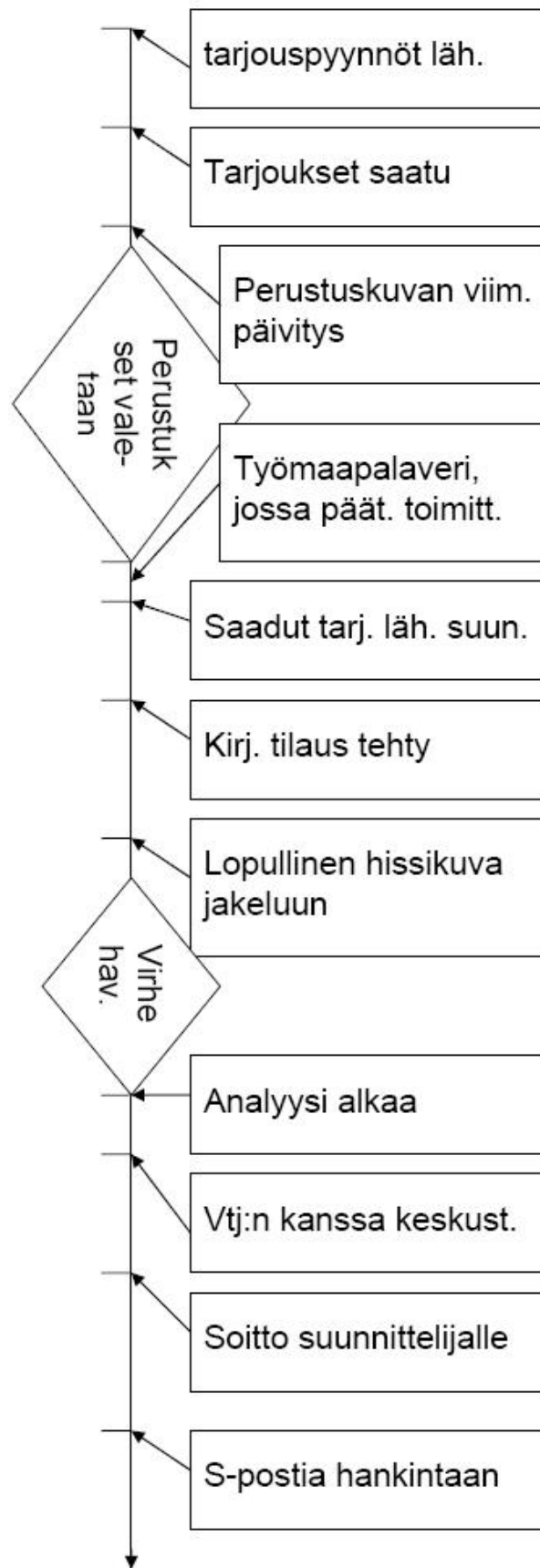
Jos työntekijä on ilmoittanut samasta puutteesta esimerkiksi putoamissuojauksessa monta kertaa, ja silti ongelmalle ei tehdä mitään, laskee työntekijän motivaatio tehdä ilmoituksia. Aikaa saattaisi ollakin ilmoitusten tekemiseen, mutta ei silloin, kun koetaan sen olevan täysin turhaa toimintaa. Työntekijöiden motivaatio saadaan palautettua vain näyttämällä heille, että asioihin todella puututaan. Viisi miksi -analyysin idea onkin siinä, että siinä suunnitellaan todelliset vastatoimenpiteet häiriöille ja näistä tiedotetaan myös ilmoituksen tehneille henkilöille. Näin he huomaavat, että heidän ilmoituksiinsa on reagoitu, ja niiden pohjalta on toimittu.

Myös ylemmät toimihenkilöt täytyy saada sitoutettua tuottavuuden kehittämisen Viisi miksi -analyysin avulla, sillä ilman heitä ei häiriöille kehitetyt vastatoimenpiteet tule toteutetuksi. Viisi miksi -analyysi on hyödytön, jos siitä ei opita eikä siitä selvinneille perussyille ei löydetä vastatoimenpiteitä. Asenne- ja yrityskulttuurin muutos on kuitenkin äärimmäisen hidas prosessi, jonka tulokset tulevat näkymään mahdollisesti vasta vuosien päästä. Jatkokehitettävää Viisi miksi -analyysin saralla siis riittää.

Viisi miksi -analyysien käytännön suorittamiseen saatiin kuitenkin tutkimuksessa kehitettyä hyödyllisiä apukeinoja. Tutkimuksen tuloksena syntyneet analyysin mallikansio ja A3-raportti tulevat olemaan hyödyllisiä työkaluja, kun Viisi miksi -analyysia otetaan tuotannossa käyttöön. Niiden todellinen arvo määrittyy kuitenkin vasta käytön myötä, sillä jokainen tutkii ja hahmottaa ongelmia omalla tavallaan, ja kehitettyjen työkalujen tulisi sopia kaikille.

VIITELUETTELO

- [1] Skanskan kotisivut <www.skanska.fi> [luettu 18.2.2010]
- [2] Koskela, L., Koskenvesa, A., 2003, Last Planner –tuotannonohjaus rakennustyömaalla, Espoo, Valtion teknillinen tutkimuskeskus
- [3] Oikari, Ville, 2010, Tampere, diplomityö, Taloteknisten töiden tuottavuuden parantaminen, Tampereen teknillinen yliopisto
- [4] Liker, J.K., 2008. Toyotan tapaan, Helsinki, Readme.fi Oy
- [5] Skanskan sisäinen tietoverkko
- [6] Howell, G., Ballard, G., 1998, Implementing Lean Construction: Understanding and Action, Proceedings IGLC 1998, Lean construction Institute, USA
- [7] Spears, S., Bowen, K., 1999, Decoding the DNA of the Toyota Production System, Harvard Business Review, Harvard Business School Publishing Corporation, USA
- [8] Lean Construction Instituten kotisivut <www.leanconstruction.org> [luettu 19.3.2010]
- [9] Koskela, L., Koskenvesa, A., Sipi, J., 2004, Työmaan toimiva tuotannonohjaus, Rakennusteollisuuden Kustannus RTK Oy, Forssa
- [10] Laatuakatemian kotisivut <www.kotiposti.net> [luettu 19.3.2010]
- [11] Lantto, Mikko, 2006, Oulu, laadun peruskurssin harjoitustyö, Laadun jatkuva parantaminen, Oulun yliopisto
- [12] Quality Assurance Projectin internetsivusto <www.qaproject.org> [luettu 19.3.2010]
- [13] Mind Toolsin internetsivut <www.mindtools.com> [luettu 19.3.2010]
- [14] Dekker, S., The Field Guide to Human Error Investigations, 2002, Ashgate Publishing Co
- [15] Howell, G., 1999, What is Lean Construction, Berkeley, University of California, USA
- [16] Arbulu, R., Ballard, G., Lean Supply Systems in Construction, Berkeley, University of California, USA
- [17] Åkerman, Anu, 2009, Helsinki, erikoistyö, Systemaattisen virheen välttäminen anturialiuskan valussa, Teknillinen korkeakoulu



Viisi miksi -analyysin (5M) ohjeet

1. Kun saat tiedon poikkeamasta, **pyri aloittamaan Viisi miksi -analyysi mahdollisimman pian. Mene heti itse paikan päälle selvittämään tilanne**, älä luota muiden antamiin selostuksiin tapahtuneesta. Selvitä alkuun ainakin missä ja milloin poikkeama tapahtui, ketkä olivat siihen osallisina ja miten he vaikuttivat poikkeaman tapahtumiseen.
2. **Pyri haastattelemaan kaikkia osapuolia kasvotusten**, ja jos tämä ei onnistu, puhelimitse. Sähköpostitse (eli kirjallisesti) kukaan harvoin haluaa myöntää omaa osallisuuttaan tapahtuneeseen. Painota haastateltaville, että tarkoitus ei ole etsiä syyllisiä poikkeamaan, eikä keskustelun perusteella rankaista ketään (esim. anneta varoitusta työntekijälle tai lähetetä reklamaatiota toimittajalle). Tämä on erittäin tärkeää, jotta uskalletaan jatkossakin ilmoittaa poikkeamista.
3. **Älä anna ennakkokäsitysten ohjata Viisi miksi -analyysia**. Vaikka olisitkin aivan varma, että tiedät jo etukäteen poikkeaman perussyyn, yritä silti kuunnella poikkeaman osapuolia avoimin mielin. Jos analyysi kuitenkin ajautuu umpikujaan (esim. haastateltavalla ei ole mitään sanottavaa tapahtuneeseen), voit esittää ohjaavia kysymyksiä omien ajatustesi pohjalta.
4. **Selvitä tilanne perusteellisesti**. Vaikka olisit mielestäsi jo saanut selville perussyyn, jatka analyysia kunnes kaikki näkökulmat on otettu huomioon. Vasta sitten ala karsia epätodennäköisiä syitä tapahtuneeseen.
5. **Etene analyysissa taaksepäin miksi-kysymysten avulla**. Älä tyydy ensimmäisiin esiin tuleviin syihin, vaan pyri löytämään pintasyiden takana piilevä perussy. Perussy on viimeinen syy, johon pystyt vielä vaikuttamaan.
6. **Kysy jokaiselta poikkeaman osapuolelta, miten hän olisi osaltaan voinut estää poikkeaman tapahtumisen**. Näin saat hyödyllistä tietoa häiriön torjumiseen tulevaisuudessa sekä edesautat myös poikkeaman osapuolten ymmärrystä siitä, mitä he olisivat voineet tehdä toisin. **Opi ja opeta analyysia tehdessäsi!**

7. **Kirjaa ylös haastattelujen pääkohdat**, kuten ketä haastattelit ja milloin, mitä ehdotuksia ongelman torjumiseen esitettiin ja mitä syitä poikkeamalle löysit. Tällöin voit vielä myöhemmin palata pohtimaan analyysin tuloksia.

8. Analyysin jälkeen kerro kaikille siihen osallistuneille selvittämäsi asiat ja mahdolliset korjaavat toimenpiteet. **Palaute on erittäin tärkeää, jotta ihmiset kokevat poikkeamista ilmoittamisen hyödylliseksi.**

Viisi miksi -analyysi

Poikkeaman nro:

Tekijä:

Pvm:

1. Poikkeaman kuvaus

--

2. Missä ja milloin poikkeama tapahtui?

--

3. Ketkä/mitkä asiat olivat osallisia poikkeamaan?

--

Viisi miksi -analyysi

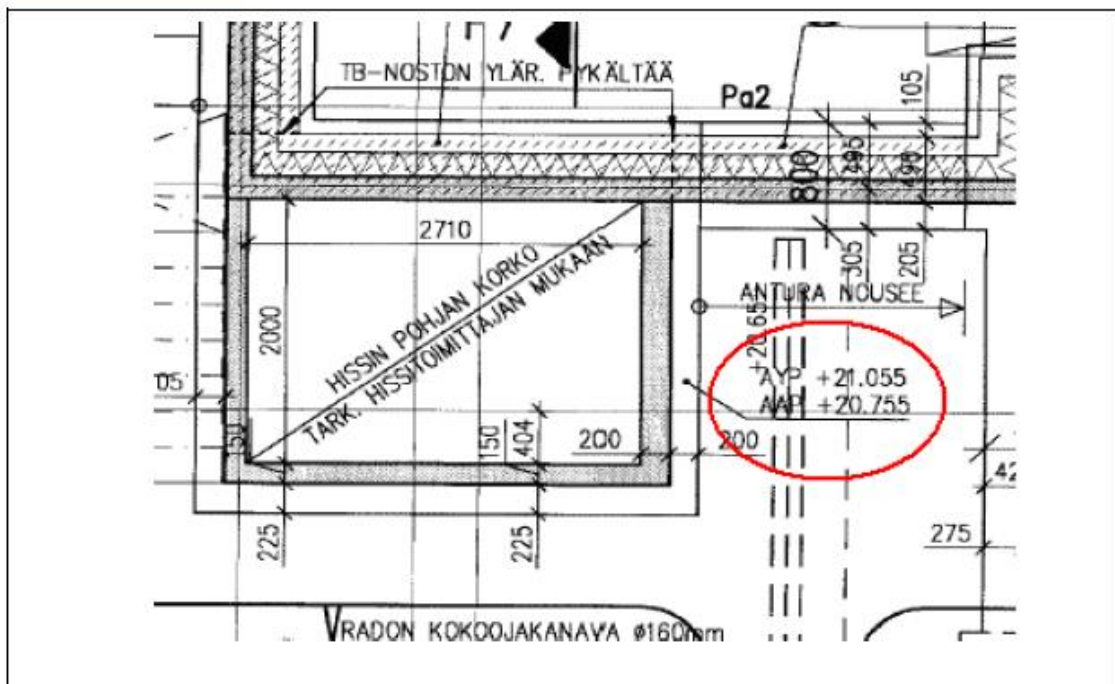
Poikkeaman nro:

4. Miten he/ne vaikuttivat poikkeamaan?

5. Miten poikkeamaan osalliset henkilöt olisivat voineet osaltaan estää sen?

6. Mitä muuta selvisi/opit?

VIISI MIKSI -ANALYYSI	
Laatinut	
Paikka ja pvm	
Häiriön nro ja nimi	
1.Ongelman kuvaus	
Mitä?	Hissikuilukuoppa ei ole riittävän syvä, joten hissi ei mahdu kuluiun
Missä?	Veran perustukset
Milloin?	28.01.2010
Kuka?	Vastaava tj, rak.suunnittelija, hankintapäällikkö



2. Ongelmaan vaikuttaneet tekijät	
a)Suunnitelmat	Perustuskuva RAK 618-04
b)Ihmiset	Vast. työnjohtaja Jorma Kaskinen, hankintapäällikkö Ilpo Vänskä, rak.suun.
c)Hankinta	Hissitoimittajan valinta
d)	

3. Miten nämä tekijät vaikuttivat ongelman syntymiseen?	
a)Suunnitelmat	Hissikuilun kohdalla on anturalle annettu väärä mitta. Kuvassa kuitenkin teksti 'pohjan korko tarkistettava toimittajan mukaan'
b)Ihmiset	Työnjohtaja luotti kuvassa olevaan mittaan sen sijaan, että olisi tarkistanut mitoituksen.
c)Hankinta	Hankinnasta ei annettu tietoa hissitoimittajasta
d)	

4. Pohdi mikä on syynä ongelmaan vaikuttaneisiin asioihin	
Miksi	Hissikuilun kohdalla on anturalle annettu väärä mitta. Kuvassa kuitenkin teksti 'pohjan korko tarkistettava toimittajan mukaan'
	Suunnittelija ei tiennyt oikeaa mitta, vaan käytti arkkitehdin leikkauskuvasta saatua mitta
Miksi	Työnjohtaja luotti kuvassa olevaan mittaan sen sijaan, että olisi tarkistanut mitoituksen.
	Työnjohtaja ei uskonut saavansa mittatietoa mistään, eikä hissitoimittajaa oltu vielä valittu.
Miksi	Hankinnasta ei annettu tietoa hissitoimittajasta
	Hankinta ei tiennyt työmaalla tai suunnittelussa tarvittavan kyseistä mitta.
Miksi	
	0

5. Pohdi mikä on syynä edellisiin	
Miksi	Suunnittelija ei tiennyt oikeaa mitta, vaan käytti arkkitehdin leikkauskuvasta saatua mitta
	Rakennesuunnittelija toimi sop. mukaisesti. Ark.piiir. tehty jo kaksi vuotta sitten, silloin ei tietoa hissintyyppistä.
Miksi	Työnjohtaja ei uskonut saavansa mittatietoa mistään, eikä hissitoimittajaa oltu vielä valittu.
	Työmaata koskevat hankintatiedot haetaan yleensä Hankasta, josta pitäisi löytyä kaikki tarvittava tieto. Nyt tietoa ei siellä ollut.
Miksi	Hankinta ei tiennyt työmaalla tai suunnittelussa tarvittavan kyseistä mitta.
	Tieto ei kulje työmaan ja hankinnan välillä riittävän joustavasti.
Miksi	
	0

6. Pohdi mikä on syynä edellisiin	
Miksi	Rakennesuunnittelija toimi sop. mukaisesti. Ark.piiir. tehty jo kaksi vuotta sitten, silloin ei tietoa hissien tyypistä.
Projektin aloitus lykkäätynyt pari kertaa. Kuviin laitettu alustavaa mittatietoa.	
Miksi	Työmaata koskevat hankintatiedot haetaan yleensä Hanskasta, josta pitäisi löytyä kaikki tarvittava tieto. Nyt tietoa ei siellä ollut.
Hissitoimittajaa ei oltu vielä valittu, Hanskaan laitetaan vain lopullinen, ei alustava tieto.	
Miksi	Tieto ei kulje työmaan ja hankinnan välillä riittävän joustavasti.
Vuorovaikutusta tapahtuu lähinnä kokouksissa, katselmuksissa sekä tietokantojen kuten Hanska välityksellä. Suoraa vuorovaikutusta ei riittävästi.	
Miksi	0

7. Mieti vastatoimenpiteitä edellisiin	
Syy	Projektin aloitus lykkäätynyt pari kertaa. Kuviin laitettu alustavaa mittatietoa.
Syy	Hissitoimittajaa ei oltu vielä valittu, Hanskaan laitetaan vain lopullinen, ei alustava tieto.
Syy	Vuorovaikutusta tapahtuu lähinnä kokouksissa, katselmuksissa sekä tietokantojen kuten Hanska välityksellä. Suoraa vuorovaikutusta ei riittävästi.
Syy	0
Vastatoimenpiteet	
<p>- Ehdotetaan suunnittelijoille, että kuviin ei laiteta epävarmoja mittatietoja. Tällöin tuotannossa on pakko tarkistaa mittatiedot. Jos kuvaan on pakko laittaa mittoja, joista ei olla aivan varmoja, merkitään ne esim. kursivoituna, jolloin ne erottuvat muista mitoista.</p> <p>- Informoidaan tuotantoa myös alustavista tiedoista, jos työmaalla käynnistyvässä työvaiheessa niitä tarvitaan. Lisätään myös erikoishissit kausisopimuksiin, jolloin ei kulu aikaa tarjouskierrokseen.</p> <p>- Jos tuotannossa ollaan jotain tietoa vaille, ei odoteta nk. virallista tilaisuutta, vaan soitetaan ja kysytään esim. hankinnasta tai suunnittelijoilta. Heillä kuitenkin usein hyödyllisiä neuvoja.</p>	

A3-raportti: **Tähän otsikko**pp/kk/vvvv
Pvm, jolloin poikkeama tapahtuiLaatinut: **Oma nimi****Taustaa poikkeamalle**

Kerro tässä

- Mitä tapahtui?
- Missä ja milloin?
- Keltä kaikki poikkeama koski?
- Mitä seurauksia poikkeamalla oli (aikatauluun, kustannuksiin yms.)?

Älä muuta lomaketta. Pienn sallittu fonttikoko on 12 (Arial). Voit lisätä myös kuvia, jos ne mahtuvat laatikkoon.

Nykytilanne

Kuava nykytilanne poikkeaman kannalta. Miten asiat hoidetaan tällä hetkellä?Mikä nykytilanteessa aiheutti poikkeaman? Missä olisi parannettavaa?

Älä muuta lomaketta. Pienn sallittu fonttikoko on 12 (Arial). Voit lisätä myös kuvia, jos ne mahtuvat laatikkoon.

Tavoitetila

Kerro tässä, mikä on tavoitteesi poikkeaman surtteen. Miten asioiden pitäisi mennä?

Älä muuta lomaketta. Pienn sallittu fonttikoko on 12 (Arial). Voit lisätä myös kuvia, jos ne mahtuvat laatikkoon.

Viisi miksi -analyysi

Esitä tässä pääkohdat poikkeamasta tehdystä Viisi miksi -analyysistä, kuten

- Ketä haastatelti ja milloin?
- Mitä uusia asioita opit/opetit?
- Mitä syitä tapahtuneelle löysit?

Älä muuta lomaketta. Pienn sallittu fonttikoko on 12 (Arial).

Vastatoimenpiteet **Apua tarvitaan!**

Kuvalle tässä konkreettiset vastatoimenpiteet tapahtuneelle poikkeamalle. Miten estetään poikkeaman uusiutuminen tulevaisuudessa? Vastatoimenpiteet voit jakaa lyhyen ja pitkän tähtäimen toimenpiteisiin. Jos poikkeaman vastatoimenpiteet vaativat lisäapua muualta, laita valintamerkki yllä olevaan 'apua tarvitaan' -laatikkoon.

Älä muuta lomaketta. Pienn sallittu fonttikoko on 12 (Arial).

Seuranta

Miten aiot varmistaa, että valitut vastatoimenpiteet tullaan toteuttamaan? Kirjoita tähän konkreettiset seuranta-toimenpiteet ja ajankohdat, jolloin seuranta tullaan suorittamaan.

Älä muuta lomaketta. Pienn sallittu fonttikoko on 12 (Arial).

28/01/2010

Taustaa poikkeamalle

Työmäärä havaittiin anturoiden valun jälkeen, että anturoiden ja hissikuilun pohjan välin jäävä tila ei nitä poittaehissille. Kuilukuopan syvyyden tulisi olla 1400 mm, mutta toteutunut syvyys on vain 1245 mm. Toteutettu mita anturan yläpinnalle otettiin perustuskuvasta, jossa on mitan lisäksi teksti 'hissin pohjan korko tark. hissitöim. mukaan'. Näin ei kuitenkaan tehty, vaan mita otettiin suoraan kuvasta. 1245 mm riittäisi tavalliselle hissille erittäin hyvin, eikä sitä siksi koettu ongelmaksi. Lisäksi hissitöimittajaa ei vielä oltu valittu anturoita tehtäessä, joten mita jäi tarkistamatta. Ongelmat:

Perustuskuvassa väärä mita → Suunnitelu

Mittaa ei tarkistettu → Työjohto

Hissitöimittajaa ei valittu ajoissa → Hankinta

Nykytilanne

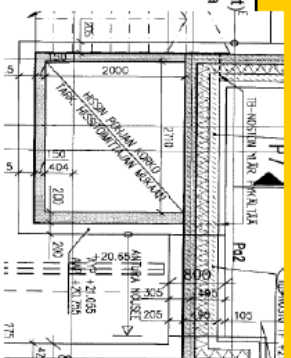
-Suunnitelman (rakenne –tai arkkitehtikuvat)

Mittoja ei tarkisteta suunnitelmapöytäselmusta lukun ottamatta juuri lankaan.

-Enkoihsissit eivät kuulu kausisopimusten piiriin, jolloin niiden tarjouskierron kestää kauan.

-Tieto ei kulje hankinnan ja työmaan välillä

Riittävästi nopeasti.



Tavoitetila

-Tudantoon vaikuttavat hankinnat tehdään mahdollisimman ajoissa ja niistä tiedetään työmaalla.

-Mahdollisimman suuri osa hankinnoista vakioituja.

-Suunnitelmissa mahdollisimman vähän epävarmoja mittatietoja.

-Osastojen/suunnittelijoiden/urakoitsijoiden välillä suoraa vuorovaikutusta, jolloin tiedonvälitys on nopeampaa ja pystytään reagoimaan muutoksiin heti.

Viisi miksi -analyysi

Hissikuilun syvyys ei riitä	Anturan korkoa ei tarkistettu, vaikka kuvassa niin luki	El tiedetty enkoihsissin vaativan syvemmän kuilukuopan
	Anturan korko kuvassa väärä	Hissitöimittajaa ei oltu valittu ennen anturan valitointa
		Hankinnassa ei oltu tietoista, että työmaa tarvitsisi kyseisen koron jo ennen hark.palaveria
		Kuvaan oli pakko laittaa joku korko, koska perustusten korko määriteltävä
		Arkkitehdin leikkauks kuvasta otettu korko oli väärä
		Hissitöimittajaa ei oltu valittu tarpeeksi ajoissa, jotta luotantoa varten olisi saatu päivitely kuva

Vastatoimenpiteet

Apua tarvitaan!

Lyhyellä tähtämellä: Ehdotellaan suunnittelijoille, että kuvista jätetään kokonaan pois mitatiedot, joista ei olla varmoja, jotta varmistettaisiin, että työmaalla ne selvitetään. Ehdotellaan myös erilaisia merkintätapaa mittatiedoille, jotka ovat epävarmoja, silloin kun kyseiset tiedot on pakko laittaa kuvaan.

Pitkällä tähtämällä: Kausisopimuksen laajentaminen myös enkoihsissisiin, tudantoon tiedottaminen enkoihsissien vaatimuksesta välittömästi, kun on jotain uutta tietoa asiasta.

Seuranta

Pitkän tähtäimen vastatoimenpiteiden seuranta siirrettävä hankintaosastolle.

Lyhyen tähtäimen tavoitteiden seuranta: Asia otetaan esille seuraavassa suunnittelukokouksessa.

Häiriö 7. Laatan varaus väärällä puolella elementtiä

1. Tilanne

Työmaakäynnin yhteydessä rakennusmies ilmoitti kahdesta saman päivän aikana sattuneesta häiriöstä. Ensimmäinen häiriö oli, että Veran porraselementti ei mahdu seinäelementti V-7 päälle, ja siksi seinäelementistä oli piikattava pois 15 cm.



Kuva 2. Varaus laatan alapinnassa

Toinen ilmoitettu häiriö koski laattaelementtiä. Laattaelementissä varaus on alapuolella, kun sen pitäisi olla yläpuolella. Eli toisessa laatussa on L-rauta, jolla laatta kannatetaan viereiseen laattaan. Viereisen laatan yläpinnassa piti olla syvennys tätä varten. Syvennys tehty kuitenkin laatan alapuolelle.

Molemmat häiriöt huomattiin vasta, kun yritettiin asentaa elementtiä paikoilleen.

2. Selvitys

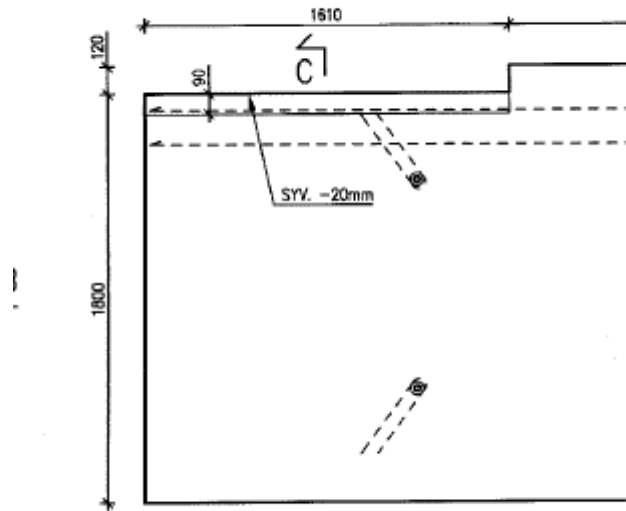
Laattaelementin tapauksessa virhe on tapahtunut virolaisessa elementtitehtaassa, joten syytä virheeseen on vaikea saada selville.

Elementtikuvaa pystytään kuitenkin tutkimaan. Kuvassa on esitettyä laatta ylhäältä päin katsottuna sekä leikkausdetaljeja raudoituksesta ja varauksista.

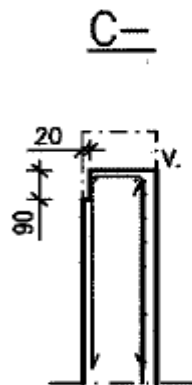
Juttelin asiasta rakennesuunnittelutoimisto Joneconin projektipäällikön kanssa. Kysyin, olisiko kuvan merkintöjä voinut jotenkin selvittää, niin ettei elementtitehtaalla olisi tehty tätä virhettä. Hänen mukaansa varaus on kuvattu niin selvästi kuin mahdollista, eli laatta kuvattu muottipinta alaspäin, kuten kuuluukin ja varaus merkitty laatan pintaan sekä leikkauskuvaan. Vaikka ei ymmärtäisikään kummalle puolelle varaus tulee katsomalla leikkauskuvaa, myös ns. pohjakuvassa on varaus esitetty yhtenäisellä viivalla katkoviivan sijaan. Tästä tulisi ymmärtää, että se ei ole kuvan rakenteen alapuolella.

Projektipäällikkö epäili, että jos ei ole näistä kahdesta asiasta ymmärtänyt varauksen sijaintia, ei kolmaskaan merkintä auttaisi. Seinäelementtien yhteydessä kuitenkin on merkitty, kummalta puolelta elementtiä katsotaan kuvassa, mutta laatoissa ei. Jos kuvassa olisi vielä lukenut, että katsomissuunta on ylhäältä, ehkä se olisi estänyt elementtitehtaan virheen. Kielierojen takia tämäkin on kuitenkin kyseenalaista.

Jos katsoo kuvia elementistä, huomaa yhden puutteen, eli varauksen sijaintia esittävän viivan päälle on piirretty katkoviivaa. Tämä katkoviiva esittää luultavasti raudoitusta, mutta se myös peittää varauksen. Kun alkuun katsoin kuvaa, luulin itsekin varauksen olevan katkoviivalla piirretty. Tehtaalla kiireessä tämä tulkintavirhe tehdään helposti.



Kuva 3. Rakennekuva laattaelementin päädystä, jossa varaus sijaitsee



Kuva 4. Laattaelementin C-leikkaus , jossa kuvattuna varauksen sijainti laattassa

3. Seuraukset

Laattaelementin korjauksesta selvittiin aika vähällä, sillä se pystyttiin korjaamaan piikkaamalla varaus yläpuolelle. Alapuoliselle "turhalle" varaukselle ei tarvitse tehdä mitään, sillä se jää alakaton taakse piiloon. Tässäkin tapauksessa kuitenkin kului sekä työmiesten että työnjohdon aikaa hukkaan, mutta vain n. tunnin verran.

4. Vastatoimenpiteet

Päällekkäisiä merkintöjä kuvissa tulisi tietenkin välttää. Vaikka varauksen sijainti olikin aivan oikein merkitty, tulkintavirheen mahdollisuutta tulisi pienentää, etenkin kun elementtien valmistaja on ulkomainen yritys. Varsinaisia vastatoimenpiteitä on kuitenkin vaikeaa suunnitella, sillä niiden toteutus jää kuitenkin rakennesuunnittelijalle, jolla ei ole mitään velvoitetta sitoutua niihin.