



**TEKNIikka JA LIIKENNE**

**Rakennusalan työnjohto**

**MESTARITYÖ**

**VIISI MIKSI -ANALYYSIN KÄYTTÖÖNOTTO SISÄTYÖVAIHEESSA**

**Työn tekijä: Tapio Taponen  
Työn ohjaajat: Sakari Pesonen,  
Simo Laihi, Niilo Kemppainen**

**Työ hyväksytty: \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . 2010**

**Niilo Kemppainen  
lehtori**



## **ALKULAUSE**

Rakentamisprojektin siirtyessä sisävaiheeseen suurin osa suunnitelmien ja toteutusvaiheen poikkeamista realisoituu toteutusorganisaatiolle. Näin ei ole kuitenkaan pakko olla. Tämä opinnäytetyö tehtiin Skanska Talonrakennus Oy:lle. Haluan kiittää projektipäällikkö Sakari Pesosta, työpäällikkö Simo Laihia ja KOy Espoon Tegelhagen 1:n työmaan työnjohtoa sekä työntekijöitä.

Helsingissä 20.11.2010

Tapio Taponen

## TIIVISTELMÄ

<b>Työn tekijä:</b> Tapio Taponen	
<b>Työn nimi:</b> Viisi miksi -analyysin käyttöönotto sisätyövaiheessa	
<b>Päivämäärä:</b> 20.11.2010	<b>Sivumäärä:</b> 31 s. + 1 liitettä
<b>Koulutusohjelma:</b> Rakennusalan työnjohto	
<b>Työn ohjaaja:</b> lehtori Niilo Kemppainen	
<b>Työn ohjaaja:</b> projektipäällikkö Sakari Pesonen, työpäällikkö Simo Laihi	
<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.</p> <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia ongelmanratkaisuun käytetyn Viisi miksi -analyysin käyttöä rakennustyömaan sisätyövaiheessa. Viisi miksi -analyysi on työkalu, jolla tuotannon luotettavuutta pyritään parantamaan. Analyysi on edelleen kaikista vähiten käytetty osa Skanskalla käytössä olevaa Luotettavan Tuotannon Toimintatapaa.</p> <p>Rakennusprojektin sisätyövaiheessa moni jo aiemmin syntynyt mutta piiloon jäänyt virhe tai puute paljastuu. Moni virheistä tulee aivan yllätyksenä tai sitä on osattu odottaa, mutta sen torjumiseksi ei ole tehty mitään. Useimmiten virheet ovat täysin turhia. Viisi miksi -analyysi voi olla ratkaisu siihen, että virheitä ei pääse jatkossa enää syntymään.</p> <p>Opinnäytetyössä esitellään Viisi miksi -analyysin periaatteita, suorittamista käytännössä, analyysin tekemisen problematiikkaa ja havaintoja sen toiminnasta. Lisäksi työssä esitellään seitsemän case-analyysiä.</p>	
<b>Avainsanat:</b> Viisi miksi -analyysi, lean construction, tuotannonohjaus, sisätyövaihe	

## ABSTRACT

<b>Name:</b> Tapio Taponen	
<b>Title:</b> Five Why's Analysis in Interior Preparation of Building Site	
<b>Date:</b> 20 November 2010	<b>Number of pages:</b> 31 pages + 1 appendix
<b>Department:</b> Construction Management	
<b>Instructor:</b> Niilo Kemppainen, Senior Lecturer	
<b>Supervisor:</b> Sakari Pesonen, Project Manager, Simo Laihi, Project Manager	
<p>This study was commissioned by Skanska Building Construction unit. The object of this study was so called Five Why's analysis which is a part of Skanska's Practice of Reliable Production. The Five Why's analysis is a solution for investigating decisive reasons behind errors in the production system. The analysis focuses on asking "why" as many times as is required to find decisive reason behind an error. This method has been founded by a Japanese car company Toyota and is greatly utilised in several fields of industry.</p> <p>The aim of this study was to test Five Why's analysis in the interior preparation phase of a building site. The Five Why's analysis is used as a tool for improving the reliability of a production system. Still, the analysis is still least utilised part of Skanska's Practice of Reliable Production.</p> <p>Many faults that have gone unrecognised become evident in the interior preparation phase of a construction project. Most of the errors come as a surprise or they have been anticipated, but nothing has been done to prevent them from occurring. Most of these faults are totally unnecessary. The Five Why's analysis may be the future solution for preventing the faults from occurring.</p> <p>In this study, the principles of the Five Why's analysis, practise, complexity and observations are introduced. Seven different showcase analyses are also presented.</p>	
<b>Keywords:</b> 5 why's analysis, Lean construction, project management, indoor work	

## SISÄLLYS

### ALKULAUSE

### TIIVISTELMÄ

### ABSTRACT

<b>1</b>	<b>JOHDANTO</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>LEAN CONSTRUCTION JA TPS</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>SKANSKAN TUOTANNONOHJAUSJÄRJESTELMÄ</b>	<b>6</b>
<b>3.1</b>	<b>LTT – Luotettavan Tuotannon Toimintatapa</b>	<b>6</b>
<b>3.2</b>	<b>Tuotannonsuunnittelun työkalut</b>	<b>6</b>
3.2.1	<i>Käännetty vaiheaikataulu</i>	7
3.2.2	<i>Valmisteleva suunnitelma</i>	8
3.2.3	<i>Viikkosuunnitelma</i>	9
3.2.4	<i>Viisi miksi –analyysi</i>	10
<b>4</b>	<b>VIISI MIKSI -ANALYYSIN KÄYTTÖ TYÖMAALLA</b>	<b>12</b>
<b>4.1</b>	<b>Periaatteet ja tavoitteet</b>	<b>12</b>
<b>4.2</b>	<b>Korjaustoimenpiteet</b>	<b>13</b>
<b>4.3</b>	<b>Ongelmat</b>	<b>13</b>
<b>4.4</b>	<b>Käytännön toteutus</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>CASE-ANALYYSIT</b>	<b>19</b>
<b>5.1</b>	<b>Analysointikohde</b>	<b>19</b>
<b>5.2</b>	<b>Kaksikerroksisten asuntojen sisäportaat</b>	<b>19</b>
<b>5.3</b>	<b>Väärä lattialaminaatin sävy</b>	<b>21</b>
<b>5.4</b>	<b>Märkätilan seinä</b>	<b>23</b>
<b>5.5</b>	<b>Väliovien karmit</b>	<b>24</b>
<b>5.6</b>	<b>Vesireiät ontelolaatoissa</b>	<b>26</b>
<b>5.7</b>	<b>Ilmanvaihtokoneen kondenssiveden poistoliitäntä</b>	<b>27</b>
<b>6</b>	<b>YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	<b>29</b>
	<b>VIITELUETTELO</b>	<b>31</b>

## 1 JOHDANTO

Viisi miksi -analyysi on Skanska Talonrakennus Oy:n viimeisimpiä tuotannon tehostamiseen kehitettyjä apuvälineitä, joka perustuu autonvalmistaja Toyotan tuotantojärjestelmään (TPS). Toyotan tuotantojärjestelmän kehitys alkoi Japanin teollisen uudelleen nousun aikana toisen maailmansodan jälkeen [1]. Toyotan tuotantoprosessin periaatteet periytyvät pitkälle japanilaiseen kulttuurin ja käsityötaidon kunnioitukseen, sekä siihen ajatukseen, että jokainen tuotantoporras on yhteisvastuussa kokonaisuudesta. Toisin sanoen jokaisella tuotantoprosessiin osallistuvalla on oikeus ja velvollisuus pysäyttää prosessi virheen huomattessaan.

Rakennusprosessi eroaa teollisesta sarjatuotantoprosessista olennaisesti, yksittäisiä identtisiä tuotteita syntyy enimmilläänkin vain muutama, jos toisaalta yleensä rakennuksissa toistuu samanlaisia perusrakenteita vain vähäisillä mittamuutoksilla. Toistuvuus on välttämättömyys, jotta laatua ja tehokkuutta olisi ylipäättään mahdollista parantaa rakentamisprojektin aikana tai projektista toiseen. Verrattuna muuhun teolliseen sarjatuotantoon, rakentamista ei voi varsinaisesti harjoitella yksittäisen projektin aikana, uusia prototyyppisiä tai rakenneratkaisuja valmiiksi lopputuotteeksi ei voi tehdä ilman riskiä, eikä kukaan ole valmis ottamaan taloudellista raskautta tekemällä talojen prototyyppisiä, joita ”testattaisiin” asukkailla. Osittain sen vuoksi rakennusalalla ratkaisut usein perustuvatkin konventioihin, ”hyvän rakentamistavan mukaiseen” rakentamiseen. Konventiot ovat kuitenkin osasyynä siihen, että tuotannon kehittäminen rakennusalalla ei etene.

Suuri osa peräkkäisten rakennusprojektien aikana saadusta tiedosta ei siirry rakentamisprosessiin, vaan jää projektiorganisaation ”omaisuudeksi” ja koska projektinlähtöiseen tuotantoon kuuluu projektiorganisaation luominen jokaiseen yksittäiseen projektiin uudelleen, osa tärkeästä tiedosta häviää projektien välissä. Osin saavutettu tietotaito myös pyritään itsekkäästi pitämään omana etuna. Edeltä mainittujen syiden lisäksi taloudelliset vaatimukset ajavat toimimaan vanhojen periaatteiden mukaan ja jos vanha malli sisältää järjestelmällisen virheen, ajaututaan samaa virhettä toistamaan projektista toiseen.

Viisi miksi -analyysi ja järjestelmät, joihin se perustuu, on tarkoitettu ”oppiviksi prosesseiksi”. Johtoajatuksena on Skanskan tuotantojärjestelmän jatkuva kehittäminen. Yksittäisestä projektista saatu tieto erilaisista poikkeamista siirretään tuotantojärjestelmään, josta tieto siirretään taas tulevaisuudessa aloitettavien projektien käyttöön. Mahdollisesti uudessa projektissa voidaan huomata jotain uutta asiaan liittyvää, jonka analysoinnin tuloksena kehitetään tietoa ja järjestelmää edelleen. Kaikkea syntyvää tietoa ei kuitenkaan voida käyttää tuotantojärjestelmän kehittämiseen. Osa tuotannon poikkeamista on luonteeltaan sellaisia, että niitä ei voida täysin ennakoida tai poistaa. Niiden kohdalla voidaan toimenpiteenä käyttää haittojen minimoimista, ”sietämistä”. Jonkin poikkeaman syy voi olla luonteeltaan sen kaltainen, että syyn poistaminen voi olla sietämiseen verrattuna kustannuksiltaan moninkertainen ja tällöin taloudellisesti järkevämpi tapa tietenkin voittaa. Tätä varten Viisi miksi -analyyseistä tehdään jatkoanalyysijä kustannusten ja vaihtoehtoisten ratkaisujen välillä, mitä kannattaa siirtää tuotantojärjestelmän osaksi. Riskinä olisi muuten järjestelmän kasvu jättimäiseksi tietopankkividakoksi, mikä taas veisi raskaudellaan mukanaan saadun hyödyn. Tuotantojärjestelmän tulee olla riittävän yksinkertainen ja kevyt, että sitä voitaisiin yksittäisen projektin mittakaavassa hyödyntää.

Tämä opinnäytetyö pohjaa pitkälti keväällä 2010 valmistuneeseen Marianne Männyn insinööriyöhön ”Tuotannon systemaattisten poikkeamien paljastaminen ja torjunta”. Männyn työ kuvaa Viisi miksi -analyysin tekemistä, sen periaatteita ja taustaa sekä soveltamista työmaakäyttöön runkovaiheen aikana. Tässä työssä kokeillaan Viisi miksi -analyysin käyttöä sisätyövaiheen erilaisten poikkeamien tutkimiseen ja pyritään viemään analyysiä eteenpäin mahdollisten korjaustoimien kannalta. Työssä kokeillaan, toimiiko aikaisemmin luotu analyysipohja käytössä sekä tutkitaan, minkälaisia havaintoja voidaan tehdä analyysin avulla sisätyövaiheessa.

## 2 LEAN CONSTRUCTION JA TPS

Lean Construction on rakennusteollisuuden tarpeisiin muokattu versio lean-ajattelusta. Lean-sana on otettu englannin kielestä ja tarkoittaa hoikkaa, niukkaa tai nuukaa viitaten siihen, että lean-prosesseissa kulutetaan vähemmän erilaisia resursseja perinteiseen tuotantoprosessiin verrattuna. Lean-ajattelu lähtee olettamuksesta, että tuotetta ryhdytään suunnittelemaan ja valmistamaan asiakkaan tarpeita vastaavaksi (eli ei teknisistä eikä taloudellisista lähtökohdista) ja kaikkien tuotteeseen liittyvien toimintojen tulisi luoda lisäarvoa asiakkaalle. Kaikki lisäarvoa tuottamattomat toiminnot ovat ns. hukkaa. Hukan muotoja ovat mm. ylituotanto, odottaminen, turhat kuljetukset tai materiaalien siirrot, väärä tai yliprosessointi (eli resurssit eivät kohdistu oikein, väärät työntekijät tekemässä), ylisuuret tai liian pienet varastot, turhat liikkeet, virheet sekä luovuuden jättäminen käyttämättä [3]. Edellä luetellut poikkeamat ilmenevät yleisinä rakennustyömailla ja verrattuna nykyaikaiseen teollisuusprosessiin rakentamisessa syntyykin verrattain paljon hyödyntämiskelvotonta työtä ja materiaalia. Tämä aiheuttaa kustannuksia, jotka pyritään siirtämään tuotteen hintaan. Koska rakennustuotteen hinta määritetään usein tarjousvaiheessa summittaisesti arviolta, tässä vaiheessa syntyy asiakkaalle tarjottavaan hintaan riskilisiä ja toisaalta jos rakentamisen aikana toteutuu ennakoimattomia eli hinnoittelelmattomia riskejä, aiheutuu tästä rakentajalle tappiota. Lean-ajattelulla pyritään vaikuttamaan hukan minimointiin, josta on suoraa hyötyä sekä asiakkaalle että rakentajalle.

TPS, johon lean-ajattelu perustuu, tiivistyy filosofiana *jatkuvaan parantamiseen* ja *ihmisten kunnioittamiseen*. *Jatkuva parantaminen* pitää sisällään uudenlaisen ajattelun kulttuurin [3] ja ajatuksen myös jatkuvasta oppimisesta. *Ihmisten kunnioittaminen* taas perustuu ajatukseen, että jokaisella projektiin osallistuvalla henkilöllä voi olla vaikutusta lopputuotteen laatuun ja kannustamalla voidaan rohkaista yksittäistä henkilöä aloitteelliseen toimintaan, joka voi ennaltaehkäistä mahdollisia poikkeamien syntymistä. Ihmisten kunnioittaminen pitää sisällään myös ajatuksen toisten mielipiteiden kuuntelemis-



sesta ja keskustelemisesta. Länsimaiselle ajattelulle nämä ajatukset ovat osin filosofisesti vieraita, koska niiden tausta perustuu yhteiseen hyvään ja jakamiseen, päinvastoin kuin länsimaisen kilpailumentaliteetin oman edun tavoittelu ja yksilösuorittaminen, jotka ovat olleet jo pitkään vaikuttamassa länsimaiseen ajatteluun. Niinpä lean-ajattelu ei ole ollut hyödynnettävissä länsimaissa täysin suoraan, vaan siitä on muokattu sopeutettu malli länsimaiseen käyttöön.[4]

TPS:n mukaan myös alihankkijat sitoutetaan yhtä tehokkaaseen ja tuotantojärjestelmän mukaiseen toimintaan. Tämä ajattelumalli on ristiriidassa rakennusalan perinteisen urakkakilpailumallin kanssa. Perinteisessä urakoiden kilpailuttamisjärjestelmässä suositaan ”kokonaisedullisinta” tarjoajaa, joka yleensä on alalla kehittymättömien laadunvertailumahdollisuuksien vuoksi halvimmalla tarjouksella tehnyt urakoitsija. Aliurakoitsijan sitouttaminen tuotantojärjestelmän mukaiseen toimintaan aiheuttaa kustannuksia molemmille osapuolille, joten kustannussäästöä pitää etsiä synergiatekijöistä, esimerkiksi materiaalihankintojen kautta. Kaikki alan toimijat eivät välttämättä koe mielekkääksi ”vaivannäköä”, koska heidän toimintaansa ohjaa tietynlainen omaa etua valvovista näkökulmista syntynyt tehokkuustavoite laadun ja urakan tilaajan tarpeiden kustannuksella.

Rakentamisen kertaluonteisuuden vuoksi tuskin koskaan päästään samaan tehokkuuteen sarjatuotannon kanssa, koska käsityöastetta on rakennusallalla vaikeaa enää kustannustehokkaasti pienentää ja tämän tosiasian vuoksi Lean Construction keskittyykin hukan minimointiin. Myös rakentaminen, prosessiksi ajateltuna, on tehostettavissa; TPS:n mukaan huono prosessi tuottaa huonoja tuotteita. Sivuhuomautuksena, sanana prosessi saattaa synnyttää tuotannossa toimivalle henkilölle mielikuvan jatkuvasta paperin pyörittämisestä, mutta turha paperityö ei ole myöskään lean-ajattelun mukaista toimintaa.

Tuotantojärjestelmästä huolimatta myös Toyotalla on ollut laatuongelmia, jotka ovat olleet luonteeltaan systemaattisia ja laajuudeltaan suuria (helmikuussa 2010 takaisinkutsukampanjan syynä kaasupolkimen mekanismi kahdeksassa automallissa, vika koski yhteensä noin 8,5 miljoonaa autoa). Se lienee oiva muistutus siitä, että mikään järjestelmä ei automaattisesti ratkai-

se ongelmia, vaikka järjestelmässä olisikin ”automaattinen laadunvarmistus”, vaan ihmisten on ponnistettava päivittäin laadun parantamiseksi.

Luvun alussa todettiin lean-ajattelun periaatteena olevan että kaikkien tuotteeseen liittyvien toimintojen tulisi luoda lisäarvoa asiakkaalle. Tämä vaatii tarkan määrittämisen sille, mitä tarpeita asiakkaalla on liittyen valmistettavaan tuotteeseen, eli missä kulkee raja, minkä asiakas mieltää tuotteen ominaisuuksiksi ja mikä on taas lisäarvoa. Lean construction ulottuu myös tälle alueelle, mutta tämän opinnäytetyön puitteissa käsitellään vain lean-ajattelun tuotannollista puolta.

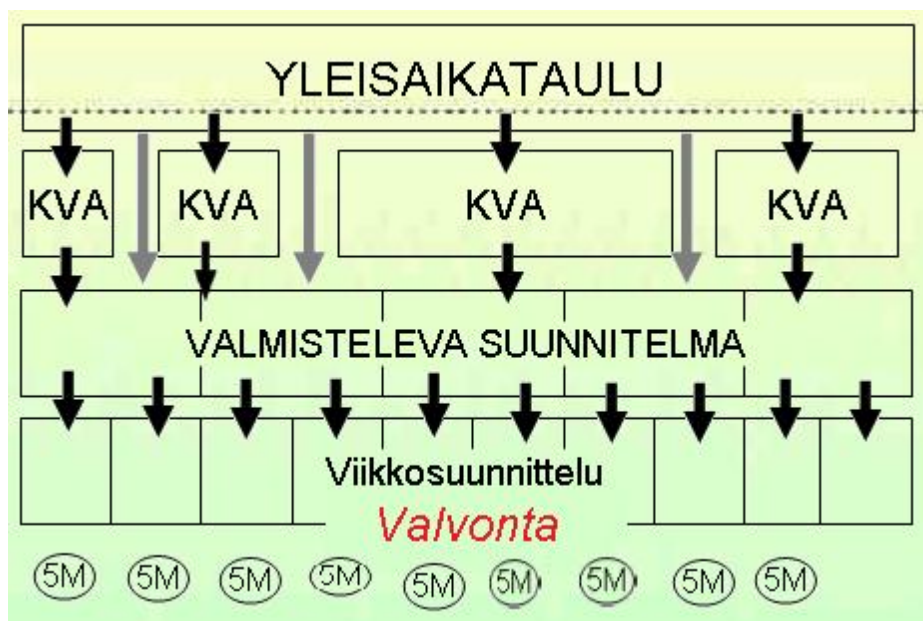
### **3 SKANSKAN TUOTANNONOHJAUSJÄRJESTELMÄ**

#### **3.1 LTT – Luotettavan Tuotannon Toimintatapa**

Luotettavan tuotannon toimintatapa (LTT) on Lean Constructionin Last Planner -työkalun Skanskalle yrityskohtaisesti muokattu sovellus, jonka perusideana on tuotannon vakiointi eli teollistaminen mahdollisimman pitkälle. Työmaalla LTT esiintyy lähinnä työn johtamisen ja valvonnan välineenä, mutta toisaalta yritystasolla se voi tarkoittaa myös pysyviä yhteistyökumppaneita, tavarantoimittajia ja vakiinnutettuja rakenneratkaisuja. LTT:n periaatteita ovat vakioitu viikkorutiini, vakioitu ajattelutapa ja vakioidut tuotannonsuunnittelun työkalut. Vakioidut tuotannonsuunnittelun työkalut ovat käännetty vaiheaikataulu, valmisteleva suunnitelma, viikkosuunnitelma ja luotettavuuden mittaus sekä viisi miksi -analyysi [5]. Vakioinnilla pyritään minimoimaan systemaattiset virheet ja rakennustyön etenemisen suunnittelemattomuus. Työmaiden tuotannosta vastaavalle työnjohdolle pyritään järjestämään viikkorutiinin avulla mahdollisuus toteuttaa tuotannonsuunnittelutyötä. Lisäksi sovellukseen on sisällytetty toiminto, jolla pyritään kehittämään toimintajärjestelmää eteenpäin.

#### **3.2 Tuotannonsuunnittelun työkalut**

Rakentamisen aikaisia aikataulusidonnaisia suunnitelmia tehdään kolmella tasolla: käännettyä vaiheaikataulua suunnitellaan urakoitsijoiden kesken, vastaava työnjohtaja ylläpitää valmistelevaa suunnitelmaa ja työvaiheen työnjohtaja viikkosuunnitelmaa. Seuraavissa kappaleissa on esitetty lyhyet kuvaukset kustakin työkalusta.



Kuva 1: Aikataulusuunnittelun portaat, Ruutukaappaus KVA videosta.[6]

### 3.2.1 Käännetty vaiheaikataulu

Käännetyn vaiheaikataulun (KVA) suunnittelussa lähdetään liikkeelle työvaiheen lopusta alkuun edeten siten, että myöhempi työvaihe määrittää edeltäjänsä [7]. KVA tehdään yleensä aikataulukriittisistä työvaiheista. Aivan pieniä työkokonaisuuksia ei kannata sen avulla tehdä, koska itse aikataulun tekoprosessi on raskas ja sitoo huomattavasti työnjohdon ja alirakoitsijoiden resursseja. KVA tehdään yleensä yhden työvuoron tarkkuudella. KVA:n tekoon osallistuvat kaikki ne urakoitsijat, joiden urakat vaikuttavat olennaisesti toisten urakoitsijoiden töihin ja tahdistavat koko työmaan edistymistä ja etenkin vaativissa kohteissa on hyvä ottaa mukaan myös suunnittelijaosa-puoli. KVA:n tekoa varten urakoitsijat kutsutaan erilliseen tilaisuuteen, jossa perinteisestä aloituskokouskäytännöstä poiketen mietitään aikataulua sekä muita toteuttamiseen liittyviä edellytyksiä yhteisesti, joten urakoitsijat voivat itse vaikuttaa aikatauluun. Perinteisesti urakoitsijoiden resurssien ohjaaminen on sidottu yleisaikataulun mukaiseen etenemiseen, joka taas ei välttämättä ole toteutushetkellä enää todenmukainen. Tämä on hyvä tilaisuus tarkistaa myös suunnitelmien toteutuskelpoisuus.

### 3.2.2 Valmisteleva suunnitelma

Työmaan vastaava työnjohtaja suunnittelee työmaan toimintoja noin kuuden viikon sykleissä eteenpäin yleisaikataulun perusteella. Valmistelevan suunnitelman pohjalta eri työvaiheista vastaavat työnjohtajat tekevät omien vastuualueidensa viikkosuunnitelmia. Etukäteissuunnittelun perusteella voidaan esimerkiksi ryhtyä järjestelemään materiaalitilauksia, selvittämään mahdollisia suunnitelmapuutteita ja ottamaan yhteyttä alaurakoitsijoihin.

Yleisaikataulu tehdään tavallisesti ennen rakennusvaiheen alkua ja on havaittu, että yleisaikataulu ”vanhenee” hyvin nopeasti, eli sitä ei voida suunnitella kovinkaan suurella varmuudella, etenkin maanrakennusvaiheessa yleisten yllätysten vuoksi. Eli yleisaikataulusta jäädään jälkeen jo projektin rakennusvaiheen alkaessa. Korjaustoimenpiteenä ongelmaan on ehdotettu yleisaikataulun päivitystä [2, s.8], mutta yleisaikataulu on taas usein sidottu yrityksen hankintaorganisaation tekemien (hankinnat sovitaan yleisaikataulun pohjalta) eri sopimuksien mukaisiin aikamääreisiin, joten sen sisältöön ei ehkä tulisi tehdä muutoksia. Valmistelevan suunnitelman perustuessa yleisaikatauluun voisi olla järkevää tehdä yleisaikataulun rinnalle nk. tuotannollinen aikataulu, johon toteutumat ja töiden todelliset kestot myös kirjataan.

Tällä hetkellä toteumia valvotaan yleisaikatauluun sidotulla vinjettiaikataululla, josta voidaan myös ennustaa työvaiheiden kestoa ja projektin kokonaiskestoa. Valvontavinjetin hyödyntäminen työmaalla on kuitenkin vielä kehitysasteella. Sen perusongelma, yleisaikatauluun pohjautuminen, vaikeuttaa hyödyntämistä rakennusprojektin aikana. Jos yleisaikataulu ei vastaa esimerkiksi todellista tuotantojärjestystä, esimerkiksi asuinkerrostalokohde valmistuu portaittain eri järjestyksessä kuin on suunniteltu, on yleisaikataulun hyödyntäminen hankalaa. Työnjohdon osaaminen aikatauluohjelman käytössä on ratkaiseva tekijä aikataulujen muokkaamisen ja hyödyntämisen kannalta.

### 3.2.3 Viikkosuunnitelma

Viikkosuunnitelma on tarkoin aikasidonnainen suunnitelma, sen tarkkuus voidaan ulottaa tunnin tarkkuudelle, joskin suurimmaksi käytännön tarkkuudeksi riittää puoli työvoroa. Viikkosuunnitelma kattaa ajallisesti seuraavat kolme viikkoa, josta ensimmäinen viikko suunnitellaan tarkasti ja seuraavat kaksi alustavasti, joka voidaan siirtää seuraavalla viikkosuunnittelukierroksella tarkempaan suunnitteluun. Valmistelevan suunnitelman pohjalta työvaiheen työnjohtaja ottaa tulevat työt suunnitteluun, jonka päämääränä on varmistaa työvaiheen aloittamisen edellytykset, kuten esimerkiksi edeltäneen työvaiheen valmius, materiaalit ym. Samalla viikkosuunnitelmaa työstettäessä pyritään tarkistamaan edellisen viikon työsaavutukset. Tämän tarkistustoimenpiteen avulla voidaan mitata tuotannon luotettavuutta. Viikkosuunnitelman tehtävistä tarkistetaan toteutuneet ja toteutumatta jääneet, toteutuneet jaetaan kokonaismäärällä ja tulos kerrotaan sadalla. Saatu tulos kertoo prosentuaalisesti, kuinka luotettavasti viikkosuunnitelman tehtävät ovat toteutuneet. Tuotannon luotettavuuden mittauksen käytännön hyöty on lähinnä siinä, että mittari kertoo työnjohtajalle itselleen suoraan, kuinka hyvin työmaa on hallinnassa ja onko aikatauluseuranta kunnossa.

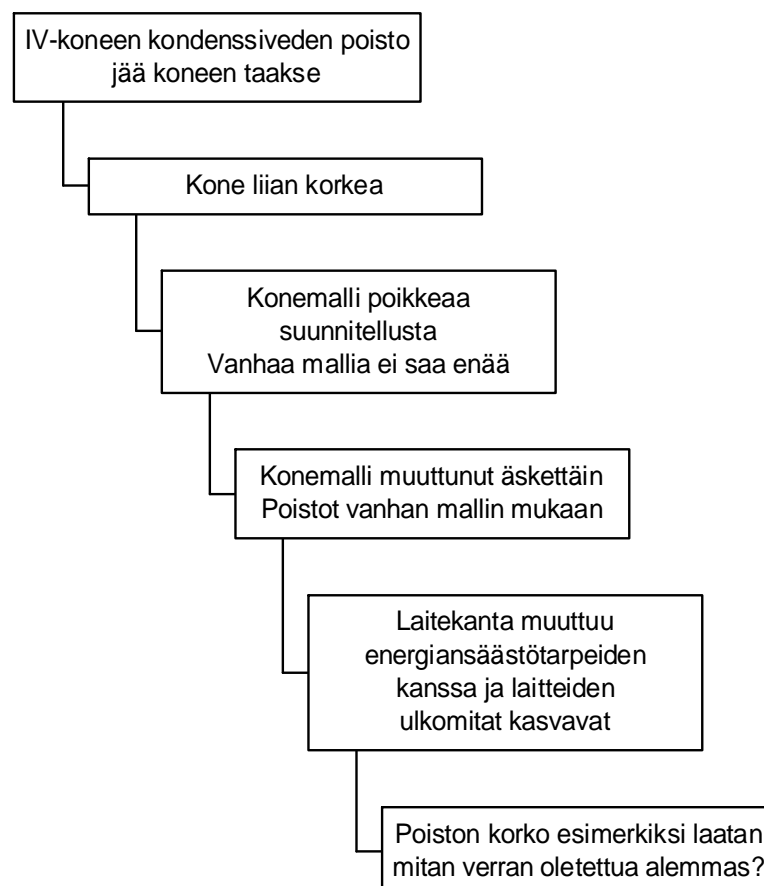
Käytännössä hyvin tehty viikkosuunnitelma ei voi saavuttaa täyttä 100 prosentin tulosta lähinnä siitä syystä, ettei todellinen edistyminen ole suunnitelmarippuvainen asia jo poikkeamienkaan vuoksi ja toisaalta työsaavutuksen pakostakin suurpiirteinen yli- tai aliarviointi viikkosuunnitelmaan johtaa tuloksen alenemiseen molemmissa tapauksissa. Myös aliorakoitsijan aikataulu tai sen olemattomuus vaikuttaa tulokseen, esimerkiksi jos tietyn työn tehtäväsuunnitelmassa ei ole tarkennettu aikatauluja työn etenemisen suhteen, tähtää aliorakoitsija vain sopimuksessa sovittua päivämäärää kohti ja ohjaa omia resursseja sen mukaan muihin kohteisiin. Tämä saattaa aiheuttaa sen, että työ etenee pyrähdyksittäin, vaikka työllä ei olisikaan varsinaista estettä. Tämä lienee varsin yleinen tapa sisävalmistusvaiheessa toimivilla urakoitsijoilla. Aliorakoitsijan mielestä se voi olla viisas ratkaisu, jos esteitä tulee vastaan, on ns. "vaihtomestaa", kuitenkin pääurakoitsijan kannalta ilmiö aiheuttaa aikatauluun viivettä. Viikkosuunnitelman poikkeamista voidaan tehdä

koontitaulukko, josta edelleen arvioimalla valitaan poikkeamat joista kannattaa tehdä 5M-analyyskejä.

### 3.2.4 Viisi miksi –analyysi

Jos työ ei toteutunut suunnitellusti, tulee perimmäinen syy selvittää. Tätä varten LTT:ssä on käytössä viisi miksi analyysi (5M –analyysi). 5M –analyysi toimii siten, että ensiksi kirjataan ylös ensimmäisenä mieleen tuleva syy, miksi työ ei toteutunut. Tämän jälkeen kyseenalaistetaan tämä vastaus ja kysytään ”miksi” tarpeeksi monta kertaa, jotta perimmäinen syy paljastuu. Tämä siksi, että häiriön todellinen syy selvitetään ja pystytään välttämään sitä jatkossa. 5M –analyysin tärkein tavoite on opettaa työmaata oppimaan tuotannon häiriöistä [8].

Tuotannon aikana syntyneitä virheitä ja häiriöitä kutsutaan poikkeamiksi. 5M –analyysin tavoitteena on löytää poikkeaman aiheuttaneiden pintasyiden takaa varsinainen taustasy syy sekä mahdollinen korjaustapa.



Kuva 2: Esimerkki 5M-analyysistä

Lähtökohtaisesti täytyisi 5M-analyysin teon kannalta ottaa muutamia ”perusasetuksia”, jotta analyysissä saavutettaisiin perimmäinen syy. Perimmäinen syy ei lähtökohtaisesti löydy tekijästä [2, s. 29] (paitsi joskus asenteista), vaan rakenteista tekijän ympärillä, joita ovat mm. tuotantorakenne, tuote, suunnitelmat sekä edellytykset [8]. Analyysiä tehdessä kaikki LTT:n osat tulisi tarkastaa systemaattisten poikkeamien varalta.

Vaikka kohteessa tehdystä analyysistä ei ko. työmaalle olisi hyötyä, voi tietoa hyödyntää myöhemmin. Koska 5M-analyysi on vielä käyttöönottovaiheessa, ei Skanskassa ole vielä tehty lopullisia päätöksiä, minkälaisessa muodossa tulevat analyysit olemaan hyödynnettävissä, tietopankkina vai mahdollisesti tehtävänsuunnitteluun liittyvänä toimintona.



## 4 VIISI MIKSI -ANALYYSIN KÄYTTÖ TYÖMAALLA

### 4.1 Periaatteet ja tavoitteet

Periaatteessa viisi miksi -analyysin tekoa ei ole juuri muodoltaan rajoitettu, ei ole olemassa yhtä oikeaa tapaa tehdä, vaan malli muokkautuu analysoitavan poikkeaman ja tekijän mukaan [2, s. 28]. Analysoijan persoona vaikuttaa tuloksiin, koska esimerkiksi ennako-odotuksilla varustettu suorittaja ei kykene täysin objektiiviseen analyysiin. Esimerkiksi sitä ei pidetä järkevänä, että työnjohtaja tekisi omasta vastuualueestaan analyysijä [2, s. 45], toisaalta työnjohtajalla on eniten tietoa mahdollisesta poikkeaman taustasta ja vaatiikin suurta perehtyneisyyttä analyysin suorittajalta osata esittää työnjohtajalle kysymyksensä juuri oikein. Näiden lisäksi analysoijan tulisi olla mahdollisimman helposti lähestyttävä henkilö.

Analyysin tiedonkeruu tulisi suorittaa välittömästi poikkeaman havaitsemisen jälkeen [2, s. 29]. Silloin kaikilla osallisilla on vielä asia hyvin muistissa. Osa poikkeamista saattaa vaivata työmaan alusta loppuun saakka, etenkin jos poikkeama johtuu suunnitelmavirheistä tai suunnittelemattomuudesta. Tällöin analyysin tekemiseen on enemmän aikaa. Kiireellisimmät analyysit ovat töissä, joilla on aikatauluun tahdistavia vaikutuksia. Näissä analyysin tekemättä jättäminen on myös todennäköisintä, koska poikkeaman korjaaminen syö resursseja sekä työntekijöiltä että työnjohdolta. Jotta analyysissä kerätty tieto olisi myöhemmin järjestelmällisesti hyödynnettävissä, täytyy analyysin raportointipohja olla vakioitu malli. Skanskassa raportointi tehdään TPS:n mukaisesti A3-raportointipohjaan (liite 1), johon tiivistetään poikkeamaan liittyvät tekijät:

- Taustaa tapahtuneelle
- Nykyinen toimintatapa, mitä tapahtui
- Mitä analyysissä selvisi
- Mikä on tavoitetila
- Miten nykyistä toimintatapaa muutetaan, ettei enää toistu
- Kuka tekee minäkin muutoksen, milloin
- Kuka varmistaa, milloin.

## 4.2 Korjaustoimenpiteet

Havaitun poikkeaman systemaattinen korjaus on tapahduttava perimmäisen syyn syntypaikalla, sen lisäksi, että varsinaisen tuotteen, esimerkiksi rakennusosan, virhe korjataan. Systemaattinen korjaus voidaan tehdä monella tasolla riippuen poikkeaman luonteesta ja kustannusvaikutuksista. Vaikutustasot, missä poikkeamia voidaan korjata, ovat jaettavissa esimerkiksi seuraavasti:

- suunnittelu (työnaikaiset muutokset, rakennetyypit, detaljit)
- esivalmistus (laatu, detaljit, työnaikainen suojaus)
- tuotanto (työtavat, mittaukset, työturvallisuus, KVA)
- valvonta (valmistautuminen, tehtävälisat, sopimustekstit, suunnitelmat)
- korjaus (muutokset, aikataulu, hyväksynnän hakeminen, sietäminen).

5M-analyysin suorittaminen on oleellinen tekijä jotta voitaisiin valita havaitulle poikkeamalle juuri oikea korjaustapa. Ilman analyysiä voidaan ajautua vain korjailemaan samaa poikkeamaa projektista toiseen. Tämä tarkoittaa yksinkertaistettuna esimerkiksi seuraavaa: tiedetään, että jokin virhe tulee tapahtumaan, mutta korjataan virhe vasta sen syntymisen jälkeen.

## 4.3 Ongelmat

Työnjohtoresursseista riippuen eivät edellisessä luvussa mainitut tavoitteet välttämättä toteudu joka työmaan kohdalla ja jotta aikaansaataisiin edes jonkinlaisia analyysijä, tulisi analyysin teko tehdä mahdollisimman helpoksi. Hyvänä esimerkkinä voisi toimia työmaan turvallisuushavainto -käytäntö, jossa jokainen työmaalla liikkuva henkilö voi halutessaan tehdä havainnon mahdollisesta tai todellisesta turvallisuusriskistä erilliselle havaintokortille. Turvallisuushavaintokortti onkin saatu toimimaan hyvin Skanskan työmailla. Viisi miksi -analyysi vaatii kuitenkin tekijältään enemmän ja siten ei välttämättä sovellu jokaisen käyttöön. Voisi ehkä kuitenkin olla kannattavaa kerätä poikkeamahavaintoja huolimatta siitä, tehdäänkö niistä täydellisiä analyysijä. Pelkästään havainnon otsikoinnilla voidaan suuresta havaintomäärästä tehdä päätelmiä poikkeamien systemaattisuuksista. Havaintokortteja kannattaisi ehkä tulevaisuudessa kokeilla. Puhelimen käyttöön perustuvasta ilmoitusjärjestelmästä on jo kerätty kokemuksia.

Skanskan työmaalla tutkittiin mahdollisuutta työntekijöille soittaa ilmaiseen puhelinnumeroon, jotta havainnon ilmoittaminen tulisi mahdollisimman helppoksi [2, s. 32]. Tämäkin voi kuitenkin työntekijöille olla liian ”työlästä” [2, s. 41] ja tämän opinnäytetyön puitteissa tehtyjen havaintojen mukaan, käytännössä toistaiseksi paras tapa saada tietoa on kiertää työmaalla ja keskustella työntekijöiden kanssa. Työmaakerroksien tekeminen on yleisestikin hyvä tapa, koska tällöin voidaan selvittää mahdollisia muita tarpeita, kysymyksiä ja työturvallisuuteen liittyviä asioita. Työnjohtaja voi tehdä myös itse poikkeamahavainnointia kierrosten aikana. Työmaakerroksia olisi hyvä pystyä tekemään 4–5 kertaa työpäivän aikana työmaan ja työnjohtajan vastuualueen koosta riippuen. Jos työnjohtoresurssit eivät riitä, on työmaakerrosten teko 5M-analyysin tarpeisiin lähes mahdotonta. Puhelinnumeron käyttäminen havaintojen ilmoittamiseen voi olla perusteltua, jos 5M-analysoinnista vastaava henkilö ei esimerkiksi ole päivittäin työmaalla.

Sekä aikaisemmissa aihetta käsittelevissä opinnäytetöissä että tämän työn puitteissa on tehty havaintoja siitä, että analyysoijan persoonan tulisi olla ”liian” utelias ja kykenevä keskustelemaan asioista avoimesti täysin tuntemattomienkin kanssa. Analysoijan olisi hyvä myös pystyä ”näkemään systeemin ulkopuolelta”. Normaalin työmaan arjessa tämä on kuitenkin hankala toteuttaa, työnjohtajien ajankäyttö on yleensä melko säännöstelltyä ja rutiinimaista ja silloin pienetkin muutokset ja yllätykset voivat sotkea työnjohtajan, esimerkiksi analysointiin, käytettävissä olevan ajan täysin. Rutiiniperustainen toiminta ja ”vapaa” ajan puute eivät myöskään anna hyviä lähtökohdita luovalle ajattelulle. Lisäksi kokeneimmilla työnjohtajilla voi olla ongelmia tunnistaa poikkeamat, koska etenkin systemaattiset virheet pyrkivät toistumaan työmaalta toiselle ja sitä kautta virheet muuttuvat ajan kanssa ominaisuuksiksi. Toisaalta toistuvuus myös turruttaa eikä poikkeamiin haluta puuttua, koska ne koetaan toistuviksi korjausyrityksistä huolimatta.

Poikkeamahavainnon saattaminen kyseenomaisesta työstä vastaavalle työnjohtajalle on jonkinasteinen ongelma. Jos poikkeama ei millään tavalla vaikuta kenenkään työntekijän tai aliurakoitsijan työn suorittamiseen, jää havainto helposti tekemättä. Sen sijaan, jos poikkeamalla on selvästi haittavaikutusta, tulee ilmoitus erittäin nopeasti. Ensin mainittu poikkeamatapaus on ongelmallinen sisätyövaiheen näkökulmasta. Koska sisätyövaiheessa syntyy paljon ”valmista” työsuoritetta, johon ei enää kohdistu työtä, jää poikkeamien

havainnointi pitkälti työnjohtajan tehtäväksi. Aikataulu kuitenkin kiristyy luovutusvaihetta kohden mentäessä eikä havainnoinnille saati analysoinnille jää enää aikaa. Lisäksi valmiiden työsuoritteiden määrä saavuttaa maksiminsa, jolloin työsuoritusten tarkastaminen erillisinä vaikeutuu, eli käytännössä työnjohtaja joutuu tarkastamaan useampaa limittäistä tai päällekkäistä työsuoritetta.

Ongelmia synnyttää myös virheiden ja vahinkojen peittely sekä kieltäminen. Oman virheen tunnustamista ja toisaalta ylipäätään virheestä ilmoittamisesta pitäisi ammattilaisten opetella, koska virheitä syntyy huolimatta siitä, onko tehnyt töitä 20 vuotta tai vasta aloittanut. Virheistä ja nimenomaan omista virheistä pyritään vaikenemaan, koska se on koettu häpeälliseksi perinteisistä kulttuurisista syistä johtuen. Henkisesti vaikein paikka onkin työntekijälle ja -johtajalle kyetä ottaa vastuu virheestä. Avoimuus tapahtuneelle ja siitä eteenpäin tiedottaminen olisi kuitenkin yhteisöllisesti viisasta, ettei useamman tarvitsisi toistaa virhettä, johon joku on voinut aiemmin törmätä. Uudenlainen ajattelutapa vaatii ehkä eniten kulttuurisidonnaisten asenteiden muutosta. Pahimmillaan perinteinen asenne voi työmaalla näkyä siten, että apua ei haluta, vaikka sitä olisi tarjolla tai katsotaan naureskellen sivusta, kun toisen työntekijän yritykset ratkaista ongelma ovat menossa kohti varmaa epäonnistumista. Toki työvirhe aiheuttaa aina kustannuksia jollekin osapuolelle, mutta peittely aiheuttaa vain lopullisten kustannusten kasvun. Jos virhe on vakava, se paljastuu ennemmin tai myöhemmin.

#### 4.4 Käytännön toteutus

Männyn työssä tehtiin selviä havaintoja siitä, että analyysin tekoa ”vierastettiin” [2, s. 30], mikä on tietenkin aivan luonnollista, koska työmaalla toimivilla henkilöillä on hyvin selkeät rajat vastuun ja tehtävien sisällöissä. Viisi miksi -analyysi on koettavissa jossain määrin työntekijöitä osallistavaksi, joten lähestymistapa analyysin teossa pitää olla työntekijöille luonnollinen, parhaiten toimii ehkä normaali työnjohtaja–työntekijä–roolisuhte. Edellinen edellyttää sitä, että työnjohtaja näkyy työmaalla ja on persoonana lähestyttävissä. Tämän opinnäytetyön analyysimateriaalin keräyksessä ei keskitytty olennaisesti analyysin toteuttamiseen esimerkiksi kopioimalla toimintamallia Skanskan 5M-analyysin opetusvideosta, vaan siihen, että on pyritty yhdessä työntekijöiden kanssa ”ihmettelemään” poikkeamien syitä paremminkin kuin haastat-

telemalla heitä. Työntekijöiden kanssa on menty yhdessä katsomaan poikkeamaa tai selvitetty suunnitelmien ja tilausasiakirjojen epäselvyyksiä. Varsinaisesti analyysimateriaalin keruun yhteydessä ei nähty syytä kertoa, että ”nyt tehdään sitten Viisi Miksi -analyysiä”, vaan poikkeamia käsiteltiin kuin normaaleina työmaan arkeen liittyvinä ratkaistavina ongelmina. Tämän opinnäytetyön tekijälle, joka toimi kohteessa sisätyövaiheen työnjohtajana, jäi varsinainen 5M-analyysiin liittyvien tietojen keruu ja syiden analysointi.

Marianne Männyn opinnäytetyön kohdetyömaalla työntekijöille oli suoritettu erillinen perehdytys viisi miksi -analyysiin [2, s. 41], mutta tässä opinnäytetyössä kaikki ylimääräiseksi mahdollisesti koettava karsittiin pois. Tämän opinnäytetyön yhteydessä tiedusteltaessa työntekijöiltä 5M-analyysin tunnettuutta, oli se sanana tuttu mutta sisällöltään vieras. Toisaalta myös suurin osa tavallisista työnjohtoa koskevistä tehtävistäkin on työntekijöille vierasta. Skanskassa on 5M-analyysistä uutisoitu henkilöstölehdessä ja toisaalta sisäisten viikkotiedotteiden yhteydessä julkaistavista 5M-turvallisuusraporteissa, joiden formaatti on samankaltainen kuin poikkeama-analyyseissä.

Sisätyövaiheessa suuri osa aikaisemmin syntyneistä mutta piiloon jääneistä poikkeamista paljastuu. Opinnäytetyön kohdetyömaalla toimivan työnjohdon kokemusten mukaan poikkeamia, joilla on vaikutusta työmaan toimintaan ja lopputuotteen laatuun, tulee vastaan ilman minkäänlaisia toimenpiteitä. Tämä osoittautui aineiston keruun aikana todeksi. Havainnointi oli työnjohdon päivittäisten työmaakerrosten ansiosta riittävän tehokasta ja varsinaisesti analysoitavia poikkeamia olisi ollut enemmän kuin resursseja niiden analysointiin.

Uusien aliurakoitsijoiden tai työntekijöiden aloittaessa työmaalla työnjohtajilla oli tapana pysähtyä juttelemaan ja neuvottelemaan logistiikan sekä muiden käytännön edellytysten toteuttamisesta. Tehtäväsuunnitelmissa käydään kyllä läpi työn edellytyksiä, mutta usein niissä jää huomiotta esimerkiksi materiaalin varastointiin ja siirtelyyn liittyvä logistiikka. Uuden työn alussa syntyy logistiikkaan ja ”mestän rauhoittamiseen” eli työkohteen muiden töiden soviteluun liittyviä kysymyksiä. Myös edeltäneiden työvaiheiden työnlaatuun ja rakenteisiin liittyvät poikkeamat tulevat esiin uuden työvaiheen aloituksen yh-

teydessä. Nämä poikkeamat vaativat yleensä hyvin nopeaa korjaamista ja siksi dokumentointi 5M–analyysiä varten jää yleensä tekemättä.

Työnjohtajien ja etenkin vastaavan työnjohtajan kanssa perehdyttiin suunnitelmiin liittyviin poikkeamiin syvemmin, kuitenkin painottamatta 5M–analyysin tarpeita. Koska kohdetyömaa oli historialtaan hieman tavallisesta poikkeava (luku 5.1, s.17), oli nähtävissä aikaisemmista muutoksista ja suunnittelun keskeytymisestä syntyneitä poikkeamia. Viikkosuunnitelmien toteutumattomuuden kohdalla havaittiin niihin liittyvien poikkeamien toistavan itseään. Aliurakoitsijoiden epätasainen työnsaavutus tai poissaolo loppuviikolla toistuivat useasti. Sisätyövaiheen aliurakoitsijoiden ongelmana on paljolti se, että peräkkäisten töiden erilaiset työsaavutukset aiheuttavat häiriöitä. Esimerkiksi kalusteiden asennusta seuraa parketin asennus ja sitä taas listoitus eikä järjestystä voi vaihtaa. Edeltävän työn keskeytyessä, myös seuraavat työt hidastuvat tai keskeytyvät. Vain muutamien työkokonaisuuksien osalla voidaan aikataulullisesti mennä ohi edeltäjistä, joten sisätyövaiheessa tasoitus- ja maalaustöiden jälkeisten töiden pitäisi edetä ilman keskeytyksiä. Useammin kuin kerran kuultiin aliurakoitsijan työnjohtajan suusta lause: ”Tarvitsemme asentajia toisaalla *kiiretyömaalla*.”. Lause antaa oudon kuvan rakentamisesta, kun myös oma työmaa on jo myöhässä aikatauluista. Työnjohto helposti joustaa edellä mainittuun syyhyn vedoten, mutta siitä seuraa ennen pitkää se, että oma työmaa siirtyy myös kategoriaan ”kiireelliset”.

5M–analyysin tekeminen ei ole syiden selvittämisen jälkeen työlästä. Toteutus saattaa tosin jakaantua analysoinnin aikana useaan pieneen osaan, koska analyysi koostuu joskus palapelimäisistä osasista. Joskus poikkeaman aiheuttanut syy on ilmeinen ja analyysin teko suoraviivaista, mutta esimerkiksi suunnitelmiin liittyvien poikkeamien selvitys voi vaatia ajallisia uhrauksia ja ”salapoliisin” työtä. Yleensä korjaustoimenpiteiden aikana selviää jo osa poikkeaman syistä ja jäljelle jääkin varsinainen ”ylimääräinen” työ, eli poikkeaman 5M–raportointi. Lähinnä ongelmaksi voi muodostua sellaiset poikkeamat, joille ei löydy syytä, esimerkiksi suunnitelmia koskevia, joissa alkuperäiseen suunnittelijaan ei saada enää yhteyttä. Jos jostain syystä analysointi keskeytyy, voi uudelleen aloittaminen olla hankalaa. Tähän ongelmaan voisi vaikuttaa jollain työmaan kannustepalkkion kaltaisella ”porkkanalla”. Työnjohdon motivoiminen voi olla paikallaan, jos työmaan organisaatiosta ei löydy muuten halukasta henkilöä. Vaihtoehtoa, jossa olisi ulkopuolinen

5M-auditoija, on vaikea nähdä toimivana, koska analyysi vaatii hyvän perehtyneisyyden kohdetyömaasta. Jo erilaisten poikkeamien kerääminen ilman analysointia, voisi olla hedelmällistä, koska pelkästään toistuvuuden perusteella voidaan ennustaa poikkeamien systemaattisuutta, jolloin syihin voidaan myös puuttua. Ehkä siten voidaan päästä hieman pidemmälle 5M-analyysin jalkauttamisessa osaksi normaalia työmaan arkea. Sinällään sisätyövaihe tarjoaa runsaasti materiaalia aiheen tiimoilla, koska suuri osa kaikkien edeltäneiden vaiheiden poikkeamista, sekä näkyvistä että piilevistä, pyrkii muuttumaan ongelmiksi viimeistään sisätyövaiheen aikana. Toisaalta on hyvä, että virheet ja vahingot paljastuvat rakentamisen aikana, koska rakennuksen käytönaikaiset korjaukset ovat viimeinen asia, mitä mikään uudisrakentamista toimialanaan pitävä yritys voi toivoa.

## 5 CASE–ANALYYSIT

Seuraavassa on esitelty seitsemän tehtyä 5M–analyysiä. Poiketen A3–raportointipohjasta, ne on kirjoitettu muotoon, joka antaa lukijalle selkeämmän kuvan asiaan liittyvistä tapahtumista. Aikatauluun liittyviä poikkeamia ei ole otettu mukaan, vaan tässä työssä esitellään rakenteisiin ja materiaaleihin liittyneitä poikkeamia.

### 5.1 Analysointikohde

Analyysit tehtiin Espoon Kauklahdessa sijaitsevassa Skanska Talonrakennus Oy:n KVR–urakoimassa (tässä yhteydessä KVR = suunnittelun vetovastuu) asuinkerrostalokohteessa. Kohteen laajuus: 3 taloa joissa 3 kerrosta, yhteensä 4 porrasta ja 40 asuinhuoneistoa, rakennusala noin 2 600 kem<sup>2</sup>. Kiinteistöosakeyhtiöön kuuluu lisäksi kaksikerroksinen paikoitushalli. Rakennusaika: syyskuu 2009–joulukuu 2010. Kohde on ollut alun perin Skanskan perustajaurakointi- ts. gryndauskohde vuonna 2006, jolta ajalta on myös nykyinen rakennuslupa. Kuitenkaan ennakkomarkkinoinnin kautta ei silloin tullut tarpeeksi varauksia, joten kohteesta ei tehty aloituspäätöstä. Myöhemmin kohde myytiin TA–Asumisoikeus Oy:lle, joka muutti kohteen asumisoikeus-tyyppiseksi. Lisäksi suunnitelmiin tehtiin muutoksia, mm. pintamateriaaleihin ja varusteisiin, jotta kustannuksia saataisiin karsittua. Toteutusorganisaatio: Skanskan omia työntekijöitä on noin puolet, keskivahvuus noin 40 työntekijää, työnjohtajia 3 ja yksi osa-aikaisesti toimiva. Työmaalla on rakennusaikana työskennellyt yli 300 eri työntekijää.

### 5.2 Kaksikerroksisten asuntojen sisäportaajat

Kohteen huoneistoista oli kuusi kaksikerroksista, huoneiston sisäisellä portaalla varustettuja. Kaksikerroksisista huoneistoista kolme on varustettu alakerrassa sijaitsevalla parvekeovella, loppuissa uloskäyntiä ei huoneistojen alakerroista ole järjestetty. Suunnitelmien mukaan alakerrat eivät ole asuinhuoneita, niihin on sijoitettu askartelutilaa, sauna ja pesuhuone, joten hätäpoistumisteiden määräksi ei tarvitse huomioida. Parvekkeettomissa huo-



neistoissa on järjestetty varaus väliseinäelementtiin oviaukon tekemiseen porrashuoneen puolelle mahdollista myöhempää käyttöä varten. Ko. väliseinäelementissä ei ollut kuitenkaan aukkoa, joten kulku alakertaan piti järjestää työnaikaisilla portailla. Yhdessä huoneistossa oli portaan alle jäävä huoneiston ja porrashuoneen välinen seinä suunniteltu paikalla muurattavaksi. Tämä helpotti huomattavasti liikkumista ja työskentelyä huoneiston alakerassa, jonka lisäksi putoamissuojaus oli huomattavasti helpompi toteuttaa. Huoneistoissa, joissa työnaikaista porrasta oli pakko käyttää, oli jatkuvasti ongelmia tavarankiirroissa, porraskuilun seinien tasoituksessa ja maalauksessa sekä työturvallisuuden toteuttamisessa. Lisäksi portaiden alle oli suunniteltu vaatehuone, joka voitiin rakentaa vasta puisten sisäportaiden asennuksen jälkeen. Vaatehuoneen tasoitus- ja maalaustyöt jouduttiin teettämään tuntitöinä. Lisäksi porraskuilun tasoitustyöt olivat vielä kesken huoneistoportaan asennusaikaan, koska joko putoamissuojat tai työnaikainen porraskäytävä olivat koko ajan tasoitusmiesten tiellä.

Suurin osa ongelmista olisi ollut ratkaistavissa sillä, että suunnitelmissa olleet ovivaraukset porrashuoneen puolelle olisi tilattu elementtitehtaalta aukollisina ja varausaukot olisi voinut myöhemmin muurata umpeen. Tästä ratkaisusta olisi ollut jonkin verran lisätöitä muurauksen ja tasoitus- ja maalaustyöiden osalta, mutta kokonaisuudessaan ratkaisu olisi helpottanut ja nopeuttanut huoneistojen alakertojen valmistumista. Miksi näin ei sitten tehty?

Kysyttäessä vastaavalta työnjohtajalta hän totesi, ettei hänellä ollut aikaisempaa kokemusta vastaavista ratkaisuista. Aina aiemmin oli ollut vaihtoehtoinen kulkutie, eikä niinkin aikaisessa vaiheessa kun elementtitalausta oltiin tekemässä, voitu arvata, että kulkutie alakertaan tulee aiheuttamaan niin paljon hankaluuksia. Kohteen alkuperäinen arkkitehti ei työskennellyt enää arkkitehtitoimistossa, joten häneltä ei voitu kysyä, mutta kohteesta nykyään vastaava arkkitehti antoi vastauksen, että mahdollisesti alakertojen ovet ovat olleet alkuperäisissä suunnitelmissa vuonna 2006, mutta myöhemmässä vaiheessa karsittu kustannusten vuoksi pois. Rakennuttajan mielipidettä tästä asiasta ei saatu.

Jatkossa kohteissa joissa on kaksikerroksisia huoneistoja, tulisi jo suunnitteluvaiheessa ottaa huomioon työnaikainen kulku. Lähtökohtaisesti olisi luotava mahdollisuus liikkua huoneiston eri kerroksissa tarvitsematta käyttää kul-

kutienä lopullisen sisäportaan aukkoa. Analysoidussa kohteessa yhden huoneiston portaan taustaseinä muurattiin jälkikäteen sisäportaan asennuksen sekä muiden rakennusteknisten töiden jälkeen. Tässä huoneistossa rakennusaikainen kulku oli huomattavasti helpompi järjestää, jonka lisäksi työn aikainen putoamissuojaus oli yksinkertaisempi toteuttaa. Huoneiston läpimenoaika kohteen muihin kaksikerroksisiin huoneistoihin verrattuna oli selvästi lyhyempi.

### 5.3 Väärä lattialaminaatin sävy

Listoitusurakoitsija tuli käymään työmaalla, jotta voisi ruveta tekemään materiaalitilauksia. Kohteen sisäväriyssuunnitelmassa ei ollut määritetty aivan kaikkea, mm. rajapinnoissa oli detaljeja, joista piti kysyä arkkitehdin mielipide. Sisävaiheesta vastaava työnjohtoharjoittelija ryhtyi selvittämään kohteen listasävyjä hieman tarkemmin. Sisäväriyssuunnitelmassa oli määritetty lattiamateriaaleissa laminaattisävyinä tammi. Skanska Kotien, eli Skanskan gryndauskohteiden perushintaisissa materiaalivalinnoissa asukas voi valita kahdesta lattian sävystä. Sisäväriyssuunnitelmassa oli maininta: ”Kaluste- ja laattavaihtoehdot Skanska”, mutta ei erikseen muuta mainintaa lattiamateriaalille, kuin mitä edellä oli mainittu. Maininta viittaa Skanskan gryndauskohteiden perushintaisiin valintamahdollisuuksiin keittiökaappien ovien, kalustevälilaatoituksen ja märkätilojen lattia-laatoituksen suhteen. Asukkaiden tekemille valinnoille on erillinen huoneistokohtainen lista, nk. ikkunaversio, johon on määritetty pintamateriaalien lisäksi keittiön kaapistot ja tasot sekä keittiökoneet. Ikkunaversioita selatessaan työnjohtoharjoittelija havaitsi, että muutama huoneistoon oli lattialaminaatin sävyksi merkitty pähkinä. 1-talo oli jo kuitenkin laminaattiasennuksen osalta jo valmis ja kaikki lattiat oli päällystetty tammensävyisenä. Lisäksi 2-talossa oli laminaatit jo tuotu sisään, nekin tammensävyisenä ja Ikkunaversioista kävi ilmi, että koko 2-talo oli tarkoitettu pähkinän sävyyn päällystettäväksi.

Vastaava työnjohtaja otti yhteyttä asukasmuutosinsinööriin välittömästi ja pyysi selvittämään tilanteen. 1-taloon oli merkitty viiteen huoneistoon pähkinän sävy, näistä jo kolme oli myyty asukkaille ja kaksi oli vielä rakennuttajan hallinnassa. Rakennuttajalla suhtauduttiin hyvin ymmärtävästi erehdykseen ja lattiat saivat jäädä tammensävyiseksi rakennuttajan hallinnoimissa huoneistoissa, koska sillä ei sinänsä ollut vaikutusta minkään muun pinnan sä-

vyvalintaan. Kolmen ostetun huoneiston tuleviin asukkaisiin oltiin myös yhteydessä ja pyydettiin kohteeseen vierailulle, jos lattian sävy arvelutti. Yhdelle asukkaalle ei tammen sävy sopinut, sillä hän oli ehtinyt jo hankkimaan pähkinänsävyistä kalustusta, joten ko. huoneiston laminaatit, noin 65 m<sup>2</sup>, piti vaihtaa. Toinen halusi tulla katsomaan ja vierailullaan kohteessa totesikin lattian näyttävän aivan ”hyvältä”. Kolmas, pariskunta, totesi jo ensimmäisellä yhteydenotolla, että tammi sopiikin paremmin. Heidän huoneistonsa oli alun perin rakennuttajan tekemien valintojen kautta tullut pähkinän sävyinen lattia. Asukkailla on mahdollisuus vaikuttaa vain tietyn aikaa kohteen aloituksessa valintoihin ja ko. huoneistossa sopimus asukkaiden kanssa oli syntynyt vasta siinä vaiheessa, kun viimeinen päivämäärä valinnoille oli umpeutunut. Näin he eivät voineet enää muuttaa lattiaa tammen sävyiseksi. Näin olen lopuksi vain yhdestä huoneistosta oli laminaatti vaihdettava toiseen sävyyn. 2-talon osalta piti asennustyö järjestää uudelleen; pähkinän sävyistä laminaattia saatiin Skanskan toiselta työmaalta lyhyellä toimitusajalla ja ylimääräinen tammilaminaatti siirrettiin osin 3-taloon ja toiselle työmaalle. Asennustyö viivästyi muutamalla päivällä, joka tapauksessa asennustyö jouduttiin keskeyttämään 2-talon valmistuttua sekä kesäloman että tasoitus- ja maalaustyön keskeneräisyyden vuoksi 3-talossa.

Sisäväriyssuunnitelmaa oli päivitetty sen jälkeen kun Skanska oli myynyt itse ensin gryndaamansa kohteen nykyiselle rakennuttajalle, jolloin pintamateriaaleihin oli tullut muutoksia. Tässä vaiheessa oli syntynyt ristiriitaisuus, lattiamateriaali oli edelleen perushintainen valinta, mutta sisäväriyssuunnitelmassa ei ollut mainintaa siitä. Tämä sai työnjohdon ja aliurakoitsijan siihen ymmärrykseen, että kaikki lattiat tulevat tammen sävyiseksi. Lisämaininta ”Kaluste- ja laattavaihtoehdot Skanska” synnytti tulkinnan, että vain kalusteet ja laatat olivat Skanskan perushintaisia valintoja tässä kohteessa.

Vastaavissa tapauksissa, joissa Skanska tarjoaa pääurakoitsijana joitain gryndikohteissaan käyttämiään pintamateriaaleja tai varusteita asukkaille perus- tai lisähintaisina vaihtoehtoina, tulisi asukasmuutosinsinöörin tehdä sisäväriyssuunnitelman tarkistus viimeistään ennen sisätyövaiheen alkua. Esimerkiksi myös huoneistojen ulko-ovissa voi olla valmiina varusteita jotka jossain kohteissa on myyty lisähintaisina, siis myös tietyistä huoneistovarus-teista kannattaisi luoda tarkistuslista, jolla tarkastetaan kohteen suunnitel-

mat. Työmääränä eivät ko. tarkistukset ole merkittävä lisä, mutta niillä voi olla merkittäviä kustannusvaikutuksia mahdollisten lisätöiden kannalta.

#### 5.4 Märkätilan seinä

Työnjohtaja havaitsi työmaakerroksella erilliswc:n juuri laatoitetussa seinässä alareunassa pullistuman, joka oli ulkona noin 2–3 cm seinälinjasta. Työnjohtaja meni kysymään aliurakoitsijana toimivalta laatoittajalta, oliko tämä huomannut pullistuman. Saatuaan vastauksen, että ”seinässä oli patti, mutta en muistanut siitä huomauttaa”, jatkoi työnjohtaja matkaansa väliseinätyöstä vastanneen Skanskan oman työntekijän luokse. Tämä yllättyi tiedosta ja työntekijä sekä työnjohtaja menivät yhdessä katsomaan kohdetta, jolloin selvisi, että hän ei ollut juuri tätä seinää tehnyt. Seinän olivat tehneet kaksi oppisopimusharjoittelijaa erään vanhemman työntekijän valvonnassa ja työnjohtaja menikin puhumaan vanhemmalle työntekijälle. Tässä vaiheessa ei ollut vielä selvillä pullistuman syy, mutta poikkeamalle oli kaksi vaihtoehtoista korjausta: siten, että seinää puretaan 40 cm matkalta ja tehdään levytys, vesieristys ja laatoitus uudelleen, tai siten, että tasoitetaan laatoitettu pinta saaneerauslaastilla ja laatoitetaan uudelleen. Vanhempi työntekijä oli kuitenkin hyvin tarkka oman ja valvomansa työn jäljestä, joten purki seinänpätkän oma-aloitteisesti, jolloin selvisi myös syy seinän pullistumaan. Seinän sisässä pullistuman kohdalla kulki välipohjalaatassa kerrosten välinen pystyroilo sähkövetoja varten. Nämä huoneistojen väliset pystyroilot on paloeristettävä sähköasennusten jälkeen. Paloeristys tapahtuu siinä vaiheessa, kun väliseinärunko on valmis, levytetty toiselta puolelta ja sähkökaapeloinnit vedetty. Joissain tapauksissa kohteessa väliseinärunгон peltinen alaranka on ollut pakko katkaista että paloeristyksen on pystynyt asentamaan. Pullistuman kohdalla havaittiinkin, että alaranka oli poikki eikä kyennyt pitämään pystyroiloja linjassa.

Sisäseinä oli 1,1 m:n pituinen ja tehty kahdesta pienemmästä levynpalasta. Juuri kyseisellä kohdalla oli levyissä pystysauma. Jos pystysauman paikka olisi valittu toisin, tai tehty koko seinä yhdellä levyllä, olisi levyn jäykkyys riittänyt pitämään seinälinjan suorassa, mutta seinän levytystyö olisi ollut hankalampi toteuttaa, koska erillinen wc oli hyvin ahdas levytystyötä ajatellen.

Vaikka seinän paksuudeksi oli valittu 92 mm, niin siitä huolimatta alarankaa oli jouduttu katkomaan, koska ontelolaattoihin tehtaalla tehdyt varausaukot ovat jääneet osittain alarangan alle ja aukon rosoiset reunat on täytettävä paloeristemassalla erityisen huolellisesti. Ontelolaattojen tehtaalla tehtyjen varausten sijainti heittelee lähinnä kahdesta syystä: varaukset kaivetaan laattoihin vielä siinä vaiheessa, kun betoni ei ole kovettunut, joten reunoista tulee melko epätasaisia. Toinen syy syntyy asennusvaiheessa, laattojen sijainnissa on muutaman senttimetrin toleranssi kahteen suuntaan. Nämä aiheuttavat heittoja pystyroilojen sijainnille. Väliseinät saadaan helposti asennettua paikoilleen paljon suuremmalla tarkkuudella.

Kun todettiin, että myös jatkossa työmaalla kyseisissä kohdissa joudutaan katkomaan alarankaa, niin myös paloeristäjän kanssa sovittiin, että jos ranska täytyy katkoa, hän merkitsee katkaisemansa kohdan. Väliseinän toisen puolen levytyksen yhteydessä voidaan siten varmistaa, että seinän alapää pysyy paikallaan. Ja koska väliseinätyöstä vastaava työntekijä oli mukana analyysin teossa, hänelle jäi muistiin kyseisen kohdan kriittisyys, eikä poikkeama enää uusiutunut työmaan aikana.

Poikkeaman luonne on sellainen, että sen esiintymisen todennäköisyys on melko pieni. Sen lisäksi se on helppo torjua sillä että levytystyötä tekevä työntekijä on tietoinen mahdollisesta virhepaikasta. Koko alarangan tulisi olla jatkuva ilman katkoksia. Asia on helppo tarkistaa toisen puolen levytyksen yhteydessä. Se että poikkeama havaitaan vasta siinä vaiheessa, kun ”vahinko” on jo tapahtunut, on juuri tämäntyyppisen tapauksen valitettava puoli. Valmista työtä tärväytyy ja syntyy ylimääräisiä kustannuksia.

## 5.5 Väliovien karmit

1-talon väliovien toimitus muuttui ajankohtaiseksi ja ovitoimittaja otti yhteyttä joidenkin epäselvyyksien vuoksi. Työnjohtoharjoittelija ryhtyi arkkitehdin työpiirustusten ja puuvikaavion mukaan selvittämään väliovien todellisia määriä. Kaaviosta löytyikin ovia, joita ei työpiirustuksissa ollut ja määrissä oli eroavaisuuksia suunnitelmien välillä. Lopulta päädyttiin puuvikaavion päivitykseen, joka lähetettiin ovitoimittajan edustajalle työpiirustusten kanssa. Ovitoimittajan edustajalta pyydettiin vielä tarkistusta, mutta hän totesi, ettei se hänelle kuulu, vaikka arkkitehti oli lisännyt ovikaavioon huomautuk-

sen: ”toimittajan tarkistettava määrät suunnitelmista”. Ovitoimittaja ilmeisesti katsoi ovikaavion olevan riittävä suunnitelma vaikka tiesi epäselvyyksistä. Myöhemmin tuli tilausvahvistus, jossa ovien määrät näyttivät olevan oikein. Koska 2-talo oli 1-talon peilikuva, myös sen toimitus laitettiin edistymään samoilla tiedoilla, koska kesälomakausi oli tulossa ja ovitehdas olisi jonkin aikaa kiinni, jolloin viivyttely tilauksen kanssa olisi aiheuttanut toimitusten siirtymisen syksyyn. Ennen asennustyön aloittamista työmaalle oli siis toimitettu kahden talon väliovet karmeineen. Välioviasentajan aloittaessa kävi ilmi, että kaikki karmit olivat tulleet saman paksuisina, vaikka kohteessa oli kahta väliseinän paksuutta. Kosteiden tilojen seinien, sekä seinän johon huoneiston sähkötaulu on sijoitettu, paksuus oli suurempi kuin muiden tilojen väliseinien ja kaikki karmit olivat nyt paksumman seinän mukaisia. Vaikka tilanne oli ongelmallinen, oviasentajalla oli mahdollisuus asentaa ainakin osa väliovista sekä huoneistojen ulko-ovet, eikä siten ollut estynyt aloittamaan työtään. Ensimmäisenä toimenpiteenä ohuempien karmien määrä laskettiin työpiirustuksista ja niistä tehtiin ovitoimittajalle lisätilaus, jonka lisäksi muutettiin 3-talon tilausmääriä siten, että työmaalle jo toimitetut paksummat karmit saataisiin myöhemmin käytettyä eikä käsiin jäisi suurta määrää ylimääräisiä karmeja.

Syytä etsiessä, miksi karmit olivat tulleet saman paksuisina kävi ilmi, että puuovikaavion vanhassa revisiossa oli maininta karmin paksuudeksi paksumpi kahdesta mahdollisesta. Uusimmasta maininta oli poistettu. Sopimus oli tehty kuitenkin aikaisemmin vanhojen suunnitelmien kanssa, josta tieto oli jäänyt ”kummittelemaan”. Tässä oli jälleen huomattavissa projektin venymisen aiheuttamat suunnitelmaepäselvyydet. Koska suunnittelu oli keskeytetty v. 2006, oli joitain yksityiskohtia joko muutettu jälkikäteen tai jätetty suunnittelemaan.

Ovitoimittajan tilausvahvistuksesta olisi kyennyt näkemään yhdeltä riviltä toimitettavien karmien paksuuden. Koska tilausvahvistuksesta tarkistettiin vain ovien määrät, eikä karmeja niin asia unohtui, kunnes ko. työn suorittaja havaitsi puutteen.

Kohteesta vastaava arkkitehti oli ollut niin vähän aikaa mukana projektissa, ettei vielä ollut täysin perillä yksityiskohdista. Asia ei myöskään tullut esille ovikaavion epäselvyyksistä keskusteltaessa. Jatkossa tulisi suunnittelijan

tehdä ovikaavio suuremmalla tarkkuudella, voisi olla hyödyllistä, että oviasennuksesta vastaava työnjohtaja ja suunnittelija pitäisivät suunnitelma-katselmuksen ovikaaviosta ja -luettelosta. Myös uudet revisiot suunnitelmista tulisi toimittaa ao. tavarantoimittajille.

## 5.6 Vesireiät ontelolaatoissa

1-talon huoneistojen sisäkattojen tasoitustyöt saatiin valmiiksi. Kohteessa sisäkatot tulivat roiskerapattaviksi. Työn valmistuttua huomattiin useasta ontelolaattaan tehdyn vesireiän kohdasta kosteuden tunkevan tasoitteen läpi. Tästä aiheutui reikien uudelleen avaaminen, ja samaan onteloon porattiin lisää reikiä kuivumisen tehostamiseksi. Joistain rei'istä tuli useampia litroja vettä. Roiskerapattujen kattojen paikkaus aiheutti luonnollisesti lisätöitä.

2-talon kohdalla ei haluttu ottaa riskejä, ja rakennusmies porasi reikiä 2-talon kattoihin kaksi työpäivää. Lisäksi ontelolaattatoimittajakin oli käynyt tarkastamassa vesireiät. Siitä huolimatta roiskerappauksen jälkeen havaittiin muutama kostea kohta. Sekä 1- että 2-talon rungot nostettiin talvella 2009–2010, jolloin oli rakentamiselle hyvin vaikeat sääolosuhteet. 3-talon runko valmistui myöhemmin keväällä 2010, eikä siellä havaittu enää samassa mittakaavassa märkiä vesireikiä rappaustyön jälkeen.

Suurin osa märistä vesirei'istä oli ontelolaattakentän reunimmaisissa laatoissa. Välipohjalaattakentän reunoille tuleviin ontelolaattoihin tulee laatan pitkälle sivulle aina varausaukot tartuntarandoitukselle, yleensä 1200 mm välein. Lisäksi reunalaattoja pitää kaventaa, jos rakennuksen ulkomitat eivät ole ontelolaatan leveyden, eli 1200 mm:n, kerrannaisia. Reunalaattoihin tulee usein myös talotekniikan läpivientejä. Aukot aiheuttavat sen, että reunimmainen ontelo aukkojen välillä on suojaton sateelle ja etenkin kinostavalle lumipyrylle. Jos lumi osittain sulaa ja jäätyy ontelon sisälle, ei ennen valua alapuolelta tehtävä lämmitys tai onteloiden höyrytys riitä sulattamaan sitä. Ontelo on myös valuteknisesti vaikea täyttää betonilla ja jos ontelossa on jäätynyttä vettä tai paakkuuntunutta lunta, ei betoni kykene sitä syrjäyttämään vaan onteloon syntyy vesitasku. Lisäksi betoni reunaontelossa on rakenneteknisesti turha, tartunnan varmistamiseksi riittävät onteloon noin 200 mm:n tunkeutuvat betonoidut vaarnat. Kustannustekijänäkin turha betonilla täyttäminen vaikuttaa, esimerkiksi 265 mm korkuisen laatan reunaonteloon

menee yli 100 litraa betonimassaa kahden tartuntavarausaukon väliin (K1200).

Poikkeaman korjaamiseksi olisi esimerkiksi mahdollista tulppata ontelot tiiviisti styrox-palan ja polyuretaanin avulla. Pientalokohteissa tulppaaminen on ollut tapana valumassan kulutuksen minimoimiseksi. Styrox-hukkapaloista on leikattu pala, joka on kiilautunut paikalleen onteloon, ja jäljelle jääneet raot on tiivistetty polyuretaanivaahdolla. Jos tämä toimenpide tehtäisiin jo elementtitehtaalla varauksia tehtäessä jollain teollisella tuotteella, saataisiin se tehtyä kustannustehokkaasti, eikä työmaalla hukkaantuisi aikaa. Samalla voitaisiin ehkäistä kuljetuksen aikana onteloihin joutuvan lumen ja veden pääsy.

Veden kertyminen ontelolaattojen onteloihin on yleinen ongelma ja korostuu kohteissa, missä runkovaihe ajoittuu talveen. Onteloiden tulppaaminen olisi siis järkevää kylmänä vuodenaikana ja reunalaatoille, joissa on varausreiät tartuntarandoitukseksi. Jos ontelolaattatoimittajien kanssa voidaan kehittää helposti varausreiästä asennettava paisuva tulppaustuote, voidaan ehkäistä veden ja lumen pääsy onteloon sekä säästää saumavalujen aikana betonin määrässä. Lisäksi jälkitöiden määrä sisäkattojen rappausten osalta voidaan minimoida.

## **5.7 Ilmanvaihtokoneen kondenssiveden poistoliitäntä**

Kohteen suurimpiin huoneistoihin (3 suurinta huoneistoa) tuli muita huoneistoja tehokkaammat ilmanvaihtokoneet. Ennen laatoitustyötä tarkastettiin suunniteltujen koneiden mitat ja kondenssiveden poistoputken pään korko kylpyhuoneen seinässä. Poistoputki kulkee ilmanvaihtokoneen taustaseinän sisällä alas lattiaan ja yhdistyy siellä lattiakaivoon. Tässä vaiheessa mitat olivat juuri kohdallaan, vaikka yhtään pelivaraa ei näyttänyt jäävän. Poistot oli kuitenkin jo kiinnitetty paikalleen, eikä niihin haluttu enää koskea.

Kun ilmanvaihtourakoitsija sai viimein aloitettua asennustyönsä, tuli hän ilmoittamaan, että poistoputken pää jää koneen taakse. Syykin oli tiedossa, konemalli oli muuttunut kookkaammaksi ja alun perin paikalle suunniteltua konetta ei enää valmistajalta saisi. Valmistaja oli muuttanut mallistoaan energiatehokkaammiksi ja samalla myös ulkomitat olivat kasvaneet muuta-



malla senttimetrillä. Koska pelivaraa ei alun alkaenkaan ollut, oli jouduttu ongelmiin.

Huoneistoihin, joihin suurempi ilmanvaihtokone asennettiin, piti valmiiseen laatoitettuun seinään tehdä uusi poisto yhden laatanmitan, eli noin 20 cm, alapuolelle aikaisemmasta. Työ ei kustannuksiltaan ollut mittava, mutta turha, koska jälleen valmista työtä tarvelti. Lisäksi vedeneristyksen rikkominen aiheuttaa lisääntyneen riskin kosteusvahingoille ja korjaustyö onkin tehtävä hyvin huolellisesti.

Mitään syytä, miksi kondenssiveden poistoa olisi voinut alun perin asentaa hieman alemmas, ei löytynyt. Ehkä se olisi voinut jäädä hieman häiritsemämmin näkyviin, mutta teknistä syytä asialle ei löytynyt. Jatkossa kondenssipoiston korko seinässä voisi olla suunnitelmissa merkittynä esimerkiksi laitteen korkeus + 200 mm, niin jäisi pelivaraa, jos yllätyksiä sattuisikin. Tämän lisäksi ilmanvaihtokoneiden asennustyö helpottuu hieman. Asentajat näkevät paljon vaivaa niiden asentamisessa mahdollisimman ylös ja kylpyhuoneen puiseen paneelikattoonkin pitää tehdä syvennys konetta varten, mikä taas aiheuttaa hankaluuksia puutöiden viimeistelyssä. Lopullinen paneloinnin viimeistely tehdään vasta ilmanvaihtokoneen asennuksen jälkeen, jolloin työ on mahdollisimman hankalaa.

## 6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Rakentaminen on prosessina jatkuvaa uuden oppimista niin yksilön kuin organisaation tasolla. Osa henkilökohtaisesti opitusta tiedosta on siirrettävissä organisaation ja työyhteisön hyödynnettäväksi. Viisi miksi -analyysi on väline, jolla on mahdollista kerätä oppia myöhemmin hyödynnettäväksi. Tietoa on kuitenkin kerättävä paljon, jotta voitaisiin suodattaa olennaiset vaikuttavat asiat, kaikkea kerättyä tietoa ei myöskään voida yleistää koskemaan kaikkea rakentamista. Vielä Viisi miksi -analyysiaineistoa ei ole kerätty riittävästi, mutta sitä mukaa kun työmaat ottavat analyysin mukaan normaaliin työmaarutiiniin, niin hyödynnettävääkin tietoa alkaa kertyä. Tiedot poikkeamista ovat yritystalouden kannalta merkittäviä, tuotannon poikkeamat ovat luonteeltaan arvaamattomia sekä niiden kustannusvaikutusten arviointi on hyvin vaikeaa. Joka tapauksessa ne aiheuttavat täysin turhia ylimääräisiä kustannuksia, jos toisaalta juuri oikea-aikainen reagointi ja oikeat korjausliikkeet mahdollistavat vahinkojen minimoinnin. Mutta miksi toistaa samaa virhettä toistamiseen? Kun Viisi miksi -analyysi saadaan toimimaan siten, että sen avulla voidaan jakaa oppia tuleville työmaille, voidaan sanoa että parannetaan jatkuvasti laatua ja osaamista.

Skanskalle luodut analysointiohjeet ja raportointipohja vaativat vielä testamista. Tämän opinnäytetyön puitteissa kokemukset niistä olivat kuitenkin positiivisia, niillä on hyvä aloittaa. Taitojen karttuessa ohjeiden merkitys luonnostaan vähenee. A3–raportointipohja mahdollistaa vain melko tiivistetyn informaation poikkeamasta. Tämä on tiedon käytettävyyden näkökulmasta hyvä asia, mutta joskus taustojen selvittämiseen tarvittaisiin enemmän tilaa. Seuraavassa tiivistettynä yhteenvetona tärkeimmät näkökohdat:

- Analyysi on kannattavaa toimintaa, virheet ovat aina turha kuluerä
- Analyysi- ja raportointipohjat auttavat alkuun
- Analyysi vaatii jonkun verran aikaa ja paljon motivaatiota, mutta ei ole vaikeaa perehdyttyä aiheeseen
- On tärkeää, että analyysejä ja havaintoja kerätään myöhempää hyödyntämistä varten
- Sisätyövaiheessa ilmenee poikkeamia enemmän kuin resursseja analysoida, etenkin luovutuksen lähestyessä

- Osa poikkeamista jää havaitsematta, etenkin jos ne koskevat lopullista ja valmista rakennetta
- Analyysin keskeytyessä uudelleen aloittaminen hankalaa
- Poikkeaman korjaustavan määrittäminen joskus analyysoijan ulottumattomissa.

Kohteesta esitellyt poikkeamat eivät kustannusvaikutuksiltaan ole merkittäviä, mutta jokaisessa poikkeamassa on ollut läsnä riski vahingon kasvamisesta suureksi. Sisätyövaiheessa esiintyy kuitenkin runsaasti pienehköjä poikkeamia, joiden yhteisvaikutus kustannuksiin saattaa nousta yllättävän suureksi. Joka tapauksessa kaikki tässä työssä esitellyt poikkeamat ovat turhia. Niihin olisi voinut varautua tai niiden syntymisen olisi voinut estää hyvin pienillä toimenpiteillä.

Viisi miksi -analyysin suorittaminen työmaalla ei ole vaikeaa, jos on kiinnostunut itse oppimaan paremmaksi omassa työssään. Suurin osa havaittavista poikkeamista on sellaisia, joihin ei toiste työuransa aikana halua törmätä. Sisätyövaiheessa suuri osa toistaiseksi piiloon jääneistä, esimerkiksi runkovaiheen poikkeamista paljastuu. Tämä on yksittäisen työmaan kannalta ongelmallista, mutta Viisi miksi -analyysin avulla monen poikkeaman toistuminen tulevilla työmailla voidaan katkaista.

**VIITELUETTELO**

- [1] verkkosivusto <[http://en.wikipedia.org/wiki/Toyota\\_Production\\_System](http://en.wikipedia.org/wiki/Toyota_Production_System)> [luettu 24.9.2010]
- [2] Mänty, Marianne, Tuotannon systemaattisten poikkeamien paljastaminen ja torjunta, insinöörityö, Metropolia ammattikorkeakoulu, Helsinki 2010.
- [3] Tiennäyttäjä 2/2009, artikkeli s.28–31 Harri Haapasalo, Lauri Merikallio
- [4] Kouri, Ilkka, Tuotantokonseptit -seminaari 28.4.2009, Toyotan filosofiasta Lean toiminnaksi-esitys
- [5] Pakka, Jarmo, Luotettavan tuotannon toimintatavan käyttöönotto Skanska Pohjanmaassa, opinnäytetyö, Vaasan ammattikorkeakoulu, Vaasa. 2010
- [6] Pesonen, Sakari, KVA -opetusvideo, Skanska Intra
- [7] Tainio, Satu, Käännetty vaiheaikataulu työmaan aikataulusuunnittelun työkaluna, opinnäytetyö, Tampereen ammattikorkeakoulu, Tampere 2010
- [8] Pesonen, Sakari, Viisi Miksi -opetusvideo, Skanska Intra



A3 Otsikko:  
Tekijä:

malli

Taustaa tapahtuneelle

Mikä on tavoitetilä

Mikä on nykyinen toimintatapa, mitä tapahtui

Miten nykyistä toimintaa muutetaan, ettei enää toistu

Mitä analyysissä selvisi

Kuka tekee minkäkin muutoksen, milloin

Kuka varmistaa että muutokset on tehty, milloin