

Aki Partanen

Työnsuunnittelu louhintatyömaalla

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

28.04.2014

Tekijä Otsikko	Aki Partanen Työnsuunnittelu louhintatyömaalla
Sivumäärä Aika	26 sivua + 4 liitettä 28.04.2014
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Infrarakentaminen
Ohjaajat	Kehityspäällikkö Tuomas Laamanen Työmaainsinööri Lauri Harri Lehtori Tapani Järvenpää
<p>Insinöörityön tavoitteena oli selvittää Skanskan tuotannonsuunnittelun soveltuvuus kalliorakennustyömaalle. Selvityksen pohjalta oli tarkoitus tuottaa kalliorakennustyömaalla toimiva työnsuunnittelujärjestelmä, joka täyttäisi Skanskan tuotannonsuunnittelun periaatteet. Tämän jälkeen tavoitteena oli aloittaa työnsuunnittelujärjestelmän jalkauttaminen Skanska Infra Oy:n Kalliorakennusyksikön työmaille.</p> <p>Työn aikana tutustuttiin Lean construction -menetelmään, Last Planner -system:iin (LPS) ja Skanskassa käytettävään tuotannonsuunnitteluun, joka pohjautuu vahvasti LPS:iin.</p> <p>Työssä selvitettiin myös louhintatyömaan erikoispiirteitä sekä louhintaprosessin yleisimpiä häiriöitä ja niiden vaikutusta työnsuunnitteluun.</p> <p>Työn tuloksena syntyi kalliorakennustyömaalla toimiva työnsuunnittelujärjestelmä, johon on sisällytetty Skanskan tuotannonsuunnittelun kalliorakennustyömaalle soveltuvat osat. Myös järjestelmän jalkautus työmaille aloitettiin.</p> <p>Järjestelmällä saadaan kalliorakennustyömaiden työnsuunnitteluun lisää tarkkuutta ja ennakoitua varsinkin viikkosuunnittelutasolla. Tähän vaikuttaa eniten tehtävien aloitusedellytysten tarkistaminen monessa suunnittelutasossa ennen töiden aloitusta.</p> <p>Työn tuloksena syntyneitä työnsuunnittelujärjestelmää pystyy soveltamaan millä tahansa kalliorakennustyömaalla. Järjestelmä ei kuitenkaan sellaisenaan sovellu käytettäväksi talonrakennus- ja infratyömaille.</p>	
Avainsanat	Työnsuunnittelu, aikataulusuunnittelu, viikkoaikataulu, louhinta

Author Title	Aki Partanen Work planning in rock construction worksite
Number of Pages Date	26 pages + 4 appendices 28 April 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Construction engineering
Specialisation option	Infrastructure construction
Instructors	Tuomas Laamanen, Development Manager Lauri Harri, Site Engineer Tapani Järvenpää, Senior Lecturer
<p>The aim of this thesis was to investigate the suitability of the design of Skanska's production planning to the rock construction worksite. Based on the investigation was designed to produce rock construction site based work planning system that would meet Skanska's production planning principles. After this, the aim was to start cascading work planning system to Skanska Infra Oy's Rock Building Unit's worksites.</p> <p>During the work familiarized with Lean construction method, the Last Planner System (LPS) and Skanska's production planning design, which relies heavily on the LPS.</p> <p>This thesis also looks into the special features of a mining site, as well as the most common problems of a mining process and their impact on job design.</p> <p>The result of the work was a rock construction site based work planning system, where are included suitable parts of the Skanska's production planning design. Practical implementation of the system at worksites was also launched.</p> <p>The system provides increase to the accuracy and forecasting of job planning on rock construction worksite, especially at the level of a weekly basis design. This is mostly due to the checking of the starting conditions of a task at many design levels before starting the actual work.</p> <p>The work planning system which was produced can be applied in any rock construction site. The system can't, however, be applied at other building and infrastructure sites.</p>	
Keywords	job planning, scheduling, week progress chart, mining

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Ongelma	1
1.2	Skanskan esittely	2
1.2.1	Skanska lyhyesti	2
1.2.2	Skanska Infra Oy	2
1.2.3	Skanska Infra Oy, Kalliorakentaminen	2
1.3	Tehtävät	3
2	Skanskan toimintajärjestelmän mukainen tuotannosuunnittelu	4
2.1	Skanskan tapa toimia	4
2.2	Tuottavuustyökalut	5
2.2.1	Yleisaikataulusuunnittelu	5
2.2.2	Vaihe aikataulu	6
2.2.3	Tehtäväsuunnittelu	7
2.2.4	Viikkosuunnittelu	7
2.2.5	Aikatauluvalvonta ja tuotannonohjaus	8
2.2.6	Vico Control	8
2.3	Viikkosuunnittelun osat	9
2.3.1	Valmisteleva suunnitelma	9
2.3.2	Viikkosuunnitelma	9
2.3.3	Valvonta ja toiminnan ohjaus	10
2.3.4	Viisi miksi -analyysi	10
3	Louhintaprosessi ja sen yleisimmät häiriöt	11
4	Työnsuunnittelu louhintatyömaalla	14
4.1	Skanskan tuotannosuunnittelun soveltuvuus louhintatyömaalle	15
4.1.1	Louhintatyömaalla käyttöönotettavat tuottavuustyökalut	18
4.1.2	Tuottavuustyökalujen muutokset	18
4.2	Testaus	19
4.3	Jalkauttaminen	20
5	Lopputulos	23
6	Yhteenveto	24

Liitteet

Liite 1. Valmisteleva suunnitelma

Liite 2. 2 – 3 viikkosuunnitelma

Liite 3. 1 viikkosuunnitelma

Liite 4. Viisi miksi -analyysi

Lyhenteet

LPS *Last Planner system*

LTT Luotettavan tuotannon toimintatapa

None1 Sähkötön sytytysjärjestelmä, jonka pääosat ovat paineaallon nallille johdettava impulssiletku sekä itse räjäytysnalli

Satiainen Harjateräspulttien ympärille pingotettava jäykkä, väkäinen rautalankapinna, joka keskittää pultin kallioreikään, eikä päästä sitä tippumaan ulos.

1 Johdanto

Tämä työ tehdään Skanska Infra Oy:n kalliorakennusyksikölle.

Skanska Infra Oy:ssä otettiin käyttöön Luotettavan tuotannon toimintatapa (LTT) vuonna 2008. LTT:n oli tarkoitus olla käytössä kaikilla työmailla vuoteen 2010 mennessä. Skanska Infra Oy:n kalliorakennusyksikössä LTT:aa ei kuitenkaan saatu otettua käyttöön koko laajuudessaan tähän aikamääreeseen mennessä. Pääsyyinä tähän oli LTT:n joidenkin osien soveltumattomuus louhintatyömaalle sellaisenaan. Sittenkin Skanskalta LTT-nimityksestä on luovuttu, mutta tuotannonsuunnittelun osat ja työkalut ovat pysyneet pääpiirteittäin samoina.

1.1 Ongelma

Työnsuunnittelu Skanska Infra Oy:n kalliorakennustyömailla on tällä hetkellä suuripiirteistä eikä tarpeeksi ennakoivaa. Viikkosuunnittelu ei mahdollista esim. hankintojen sujuvaa suunnittelua, eikä toteutuneiden työtehojen seurantaa. Viikkosuunnittelun ollessa vajavaista ei työnjohto välttämättä huomioi tulevien töiden vaatimia valmisteluja esim. resurssien puuttumista tai mahdollisia toteutussuunnitelmien puutoksia. Myös töiden päällekkäisyyksien riski kasvaa.

Skanskan Infra Oy:n Kalliorakennusyksikkö tarvitsee käyttöönsä louhintatyömaalle soveltuvan työnsuunnittelujärjestelmän. Työnsuunnittelujärjestelmän tulee olla joustava ja ennakoiva, johtuen louhintatyön erikoispiirteistä. Louhintatyömaalla työvaiheet seuraavat toisiaan samassa työpisteessä, joten pienikin häiriö yhdessä työvaiheessa vaikuttaa kaikkiin muihin tuleviin töihin, muuttaen lopulta koko työmaan aikataulua. Myös suunnitelmamuutokset ja työnaikaiset suunnitelmat vaikuttavat aina koko louhintaketjuun.

Opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa toimiva työnsuunnittelujärjestelmä Skanska Infra Oy:n Kalliorakennusyksikölle pohjautuen Skanskan tapaan toimia ja aloittaa järjestelmän jalkauttaminen yksikön työmaille.

1.2 Skanskan esittely

1.2.1 Skanska lyhyesti

Skanska on yksi maailman johtavista rakennusyrityksistä, jonka toimialaan kuuluvat rakentaminen, toimitilojen ja asuntojen projektikehitys sekä julkisen sektorin elinkaari-hankkeet. Skanska kehittää innovatiivisia ratkaisuja toimimalla tiiviissä yhteistyössä asiakkaidensa kanssa ja yhdistämällä maailmanlaajuisen kokemuksen paikalliseen osaamiseen. Skanskan palveluksessa on n. 57000 henkilöä valituilla kotimarkkina-alueilla Euroopassa, Yhdysvalloissa ja Latinalaisessa Amerikassa. Vuoden 2012 liikevaihto oli 15,0 miljardia euroa. [1.]

Skanskan palvelut Suomessa ja Virossa kattavat talonrakentamisen, maa- ja ympäristörakentamisen, talotekniikkapalvelut sekä asuntojen projektikehityksen. Skanskan vahvuus on ainutlaatuinen verkosto paikallista ja kansainvälistä osaamista, joka yhdistetään kunkin asiakkaan tarpeita vastaavaksi palvelukokonaisuudeksi. Vuonna 2012 Skanska Oy:n liikevaihto oli 900 milj. euroa. Skanska Oy -konsernin palveluksessa oli vuodenvaihteessa 2012 n. 2460 henkeä. [1.]

1.2.2 Skanska Infra Oy

Suomessa Skanskan infrarakentamisesta vastaa Skanska Infra Oy. Skanska Infra Oy on yksi Suomen johtavista insinöörirakentajista. Skanska Infra Oy:n erityisosaamista ovat mm. vaativat pohjarakennustyöt, paalutukset, sillanrakennus, liikenneväylät, kalliorakennus ja jäte- ja puhdasvesilaitokset. Maa- ja ympäristörakentamisen ryhmään kuuluu myös asfalttiliiketoimintaan keskittynyt Skanska Asfaltti Oy. [1.]

1.2.3 Skanska Infra Oy, Kalliorakentaminen

Skanska Infra Oy:n kalliorakentamisyksikkö on perustettu vuonna 2003. Yksikön toteuttamia kohteita ovat mm. Päijänne-tunnelin uudet ajotunnelit, Otaniemi, Lohja - Lohjanharju, Turun jätevedenpuhdistamo, Vuoli-projekti, Muurla-Lohja välin tunnelit Lehmihaaka, Karnainen ja Orosmäki, Vuosaaren Sataman itäinen väestönsuoja, Käpylä-Tilkka yhteiskäyttötunnelin urakkaosuus 1, Kehäradan ajotunnelit Aviapolis ja Lentoasema, Kehäradan Lentoaseman asema ja ratatunnelit, Länsimetro Tapiolan Eteläinen ja Itäinen ajotunneli, Tapiolan ratatunnelit ja asema, Jätkänsaaren maanalaiset tilat. [1.]

1.3 Tehtävät

Opinnäytetyöni sisälsi seuraavat tehtävät:

- Tutustua Lean construction -menetelmään, Last Planner -system:iin (LPS) ja Skanskassa käytettävään tuotannosuunnitteluun, joka pohjautuu vahvasti LPS:iin.
- Selvittää Skanskan tuotannosuunnittelun soveltuvuus kalliorakennustyömaalle.
- Tuottaa selvityksen pohjalta kalliorakennustyömaalla toimiva työsuunnittelujärjestelmä, joka täyttäisi Skanskan tuotannosuunnittelun periaatteet.
- Aloittaa työsuunnittelujärjestelmän jalkauttaminen yksikön työmaille.

2 Skanskan toimintajärjestelmän mukainen tuotannosuunnittelu

Skanskan tuotannosuunnittelu on Lean construction -periaatteiden mukaan tehdyn Last Planner -systemin pohjalta luotu työn suunnittelu- ja seurantajärjestelmä. Skanskan tuotannosuunnittelu on kehitetty pääosin talotyömaiden tarpeisiin. Tuotannosuunnittelulla pyritään teoriassa projektin häiriöttömään läpivientiin. Seuraavassa on kuvattu Skanskalla käytettävät tuotannosuunnittelun työkalut.

2.1 Skanskan tapa toimia

Skanskan toimintajärjestelmä koostuu kolmesta prosessikuvauksesta (ydinprosessit, tukiprosessit ja asiantuntijaryhmät). Toimintajärjestelmään kuuluu myös viiteaineistoa ja työkaluja, jotka yhdessä mahdollistavat koko organisaatiolle yhteisen toimintatavan. [1.]

Skanskan toimintajärjestelmän ydinprosesseihin kuuluvat:

- Y1 Hankekehitys
- Y2 Tarjoustoiminta
- Y3 Rakentaminen
- Y4 Käyttö ja ylläpito.

Tukiprosesseihin kuuluvat:

- T1 Strategian ja liiketoiminnan suunnittelu
- T2 Toiminnan kehittäminen
- T3 Henkilöstön kehittäminen
- T4 Taloushallinto
- T5 Hankinta
- T6 Kalustopalvelut.

Asiantuntijaryhmiä on yhteensä kuusi, joita ei kuitenkaan tässä yhteydessä tarkemmin esitetä [1].

2.2 Tuottavuustyökalut

2.2.1 Yleisaikataulusuunnittelu

Skanskassa yleisaikataulu suunnitellaan paikka-aikakaaviossa. Yleisaikatauluun merkitään kaikki projektin toteuttamisen kannalta kriittiset tehtävät ja niiden tahdistus. Tehtävien suunnittelun pohjana käytetään määriä, resursseja ja menekkejä. Yleisaikataulu toimii pohjana vaihe aikataulusuunnittelulle. [1.]

Yleisaikataulu toimii projektissa koko projektia johdattavana referenssinä. Se on suunnitelma koko projektin kestolle, keskeisille työvaiheille, tapahtumille, tehtävien kestoille ja resurssien käytölle. Yleisaikataulusta kaikki osapuolet saavat ammennettua oleelliset tiedot projektista. [1.]

Yleisaikataulua laadittaessa täytyy suunnitelman tekijällä olla käytössä kaikki tarvittavat lähtötiedot. Suunnitelman täytyy perustua faktoihin, eikä oletuksiin tai mutu-tietoon.

Lähtötietoina voivat toimia esimerkiksi:

- tekniset suunnitelmat (työselostukset ja piirustukset)
- sopimusasiakirjat (erityisesti välitavoitteet)
- kustannusarvio ja tarkennetut määrälaskelmat
- tärkeimmät työmenetelmävalinnat
- työvoiman käytön periaatteet ja aliurakkana tehtävät työt
- käytettävissä olevat resurssit ja resurssirajoitukset
- rakennuspaikan olosuhdetiedot
- lomapäivät ja vapaapäivät
- Ratu-tiedostot.

[1.]

Yleisaikataulun laadinnassa oleellinen asia on aikataulun optimointi. Optimointiin kuuluu rakennuskohteen osakohdejako, tehtävien mitoittaminen, riippuvuuksien määrittäminen sekä tehtävien tahdistus ja rytmitys. [1.]

Hyvälle yleisaikataululle voidaan tunnistaa joukko ominaisuuksia, joita voidaan pitää hyvän yleisaikataulun tunnuspiirteinä:

- Projektin kesto on saatu minimoitua lohkojaon ja lohkojen oikean suoritusjärjestyksen avulla.
- Kohteen yleisaikataulu esitetään paikka-aikakaaviossa.
- Aliurakoitsijoiden (sekä rakennus- että taloteknisten) työt on mitoitettu ja sovitettu yhteen omien töiden kanssa.
- Tehtävillä on oikea tekninen toteutusjärjestys.
- Aikataulun mukaiset työt ovat toteutettavissa turvallisesti.
- Tehtävät on tahditettu ja rytmitetty.
- Työkohteessa tehdään vain yhtä työtä kerrallaan.
- Tehtävillä on varamesta.
- Työmenekkien kireys on normaalilla tasolla (Ratu).
- Itselleluovutus on aikataulutettu.
- Rakennusfysikaaliset vaatimukset on otettu huomioon (betonin kuivumisajat yms.).
- Urakkaohjelman reunaehdot on otettu huomioon.
- Aikataululle on tehty riskitarkastelu ja riskien ehkäisykeinot on mietitty.

[1.]

2.2.2 Vaiheaikataulu

Vaiheaikataulu laaditaan jokaisesta projektin yhtenäisestä kokonaisuudesta. Vaiheaikataulun pääasiallisena tavoitteena on kaikkien osapuolien sitouttaminen tehtävien toteutukseen aikataulussa. Vaiheaikataulu laaditaankin yhdessä kaikkien tekijöiden kesken (aliurakoitsijat ja omat työntekijät). Näin ollen kaikilla on mahdollisuus tuoda esiin oma näkemyksensä aikataulusta ja vaikuttaa siihen. Mahdollisia aikataulun yhteensovittamisongelmia pystytään ratkomaan jo ennen aikataulun valmistumista. Näin aikataulu saadaan optimoitua tehokkaasti ja häiriöherkille tehtäville osataan varata enemmän aikaa. [1; 2, s. 19, 32.]

2.2.3 Tehtäväsuunnittelu

Tehtäväsuunnittelulla varmistetaan yhden työkokonaisuuden, eli tehtävän toteutus eri vaatimusten ja tavoitteiden mukaisesti. Tehtäväsuunnitelman päätarkoitus on toimia työvälineenä töiden ohjaamiseen.

Tehtäväsuunnitelmat tehdään kaikista tehtävistä jotka ovat:

- aikataulun kriittisellä polulla
- taloudellisesti merkittäviä
- vaikeita toteuttaa
- laadullisesti vaativia
- tekijöille tai työnjohdolle ennestään tuntemattomia
- virhealttiita.

[1; 2, s. 69.]

Tehtäväsuunnitelma koostuu seuraavista pääosista:

- tehtävän sisällön ja painopisteiden määrittäminen
- kustannusten suunnittelu ja valvonta
- ajallinen suunnittelu ja ohjaus
- laatuvaatimukset ja laadunvarmistus
- riskien tunnistaminen.

Ennen tehtävän toteutuksen aloitusta pidetään aloituspalaveri, jossa käydään läpi tehtäväsuunnitelma, tehtävän aloitusedellytykset ja työturvallisuusasiat. Aloituspalaveriin kutsutaan kaikki tehtävän suorittamiseen osallistuvat tahot. [1.]

2.2.4 Viikkosuunnittelu

Viikkosuunnittelun tarkoitus on ohjata päivittäistä tekemistä. Se on asteittain tarkentuvaa suunnittelua, jolla varmistetaan tuotannon sujuvuus päivätasolla. Viikkosuunnittelulla johtaja myös selvittää alaisilleen heiltä vaadittavat tavoitteet. Suunnitelmia valvotaan ja päivitetään viikoittain. [1.] Viikkosuunnittelun eri osia tarkastellaan tarkemmin luvussa 2.3.

2.2.5 Aikatauluvalvonta ja tuotannonohjaus

Aikatauluvalvonnalla ja ohjaustoimilla pyritään varautumaan ja reagoimaan aktiivisesti projektissa ilmeneviin häiriöihin. Suunnitelmien toteutumisesta tulee valvoa ja tarvittaessa ryhtyä ohjaustoimiin. Jotta ohjaustoiminnalle saataisiin parempi pohja, on hyvä verrata toteutuneita resursseja tai tunteja suunniteltuihin. Toteutuneista resursseista tulee myös pitää kirjaa, jotta pystytään selvittämään esimerkiksi käytetyt työtunnit tiettyä valmiusastetta kohti. Näin on mahdollista löytää helpommin oikeat ohjaustoimet poikkeamien korjaamiseksi. Kun poikkeamille on saatu suunniteltua tarvittavat korjaustoimet, tulee korjaustoiminnan mukaiselle tuotannolle vielä luoda edellytykset. [1.]

Perinteisiä ohjauskeinoja:

- Säädetään resurssien määrä suunnitelman mukaiseksi.
- Lisätään tai vaihdetaan resursseja.
- Muutetaan työaika.
- Korjataan tehtävän mitoitusta.
- Muutetaan tehtävän sisältöä.
- Liian nopea tehtävä toteutetaan epäjatkuvana.
- Käynnistetään toimitusten tarkennettu valvonta.
- Hankitaan tai muutetaan työssä tarvittavia välineitä.
- Tehostetaan työnjärjestelyä.
- Muutetaan työmenetelmää.

[1.]

2.2.6 Vico Control

Skanskalla on käytössä ohjelmistopohjainen Vico Control 2009 - tuotannonohjausjärjestelmä. Control-ohjelmalla voi luoda paikka-aikakaavioita perustuen ohjelman laskemiin tehtävien kestoihin, jotka ohjelma on laskenut sille syötettyjen määrä- ja menekkitietojen pohjalta. Menekkitiedot voi ohjelmaan viedä myös toisista tiedostoista. Control soveltuu myös projektin valvontatyökaluksi sisäänrakennetun valvontavinjettiominaisuutensa johdosta. Aktiivinen valvontavinjetin käyttö mahdollistaa myös tarkkojen ennusteiden hyödyntämisen ohjauksessa. [1; 4, s. 112.]

Vico Control on mainio ohjelma yleisaikataulusuunnitteluun ja projektin johtamisen sekä seurannan työkaluksi. Sillä voi mitoittaa tehtävät resurssipohjaisesti, luoda hankinta- ja kalustoaikatauluja sekä hallita kassavirtoja. Sen simulointiominaisuudet auttavat huomaamaan mahdollisia poikkeamia projektissa, jolloin ne voidaan eliminoida jo suunnitteluvaiheessa. Ohjelmalle voi syöttää tehtävien toteutumisasteen, jolloin ohjelma piirtää myös automaattisesti jana-aikatauluun murtoviivan, joka kuvaa tehtävien valmiusastetta. [1; 4, s. 112.] Kaikesta tästä huolimatta Control ei sisällä sopivia työkaluja viikkosuunnitteluun tai suunnitelmien toteutumisen seurantaan. Näin ollen siitä ei ole työnjohtajien työkaluksi, vaan se soveltuu työmaamestarin / projektipäällikön käyttöön.

2.3 Viikkosuunnittelun osat

Viikkosuunnittelu Skanskan työmailla koostuu neljästä osasta, jotka ovat Valmisteleva suunnitelma, Viikkosuunnitelma, Valvonta ja toiminnan ohjaus sekä Viisi miksi - analyysi. Aikaisemmin Skanskalla oli käytössä LTT, joka sisälsi edellisten osien lisäksi tarkkan Viikkorutiinin sekä Ajattelun aktivoinnin.

2.3.1 Valmisteleva suunnitelma

Valmistelevalla suunnitelmalla voidaan varmistaa viikkosuunnitelmaan siirrettävien tehtävien toteutusmahdollisuudet. Valmistelevan suunnitelman laatii vastaava työnjohtaja, jolta valmisteleva suunnittelu edellyttää aitoa tekemistä ja huolellisuutta, sillä yksinkertaisinkin asia voi aiheuttaa ongelmia tehtävän toteuttamisessa. Valmisteleva suunnitelma kattaa normaalisti 4-6 viikon sisällä alkavat tehtävät, joille nimetään suunnitelmassa vastuuhenkilöt. Samalla voidaan määrittää erikseen vastuuhenkilöt tehtäviin vaikuttavien panosten toteutumisen tarkistamiseen. Tällaisia panoksia ovat esimerkiksi materiaalihankinnat, koneet ja kalusto tai suunnitelmien toteutuskelpoisuuden tarkistaminen. Skanskalla on valmistelevalle suunnitelmalle valmis Excel-pohja, jonka työnjohto voi ladata työmaan käyttöön yrityksen intrasta. [1; 2, s. 52.]

2.3.2 Viikkosuunnitelma

Viikkosuunnitelmaan työnjohtaja kerää valmistelevasta suunnitelmasta sellaiset tehtävät joiden toteutuksen edellytykset ovat olemassa. Jos valmisteleva suunnitelma on

laadittu ja toteutettu huolella pitäisi käytännössä kaikkien sen kuvaavien tehtävien olla toteutettavissa. Töitä suunniteltaessa niille määritetään tarkat määrät, viikkotavoitteet ja resurssit. Viikkosuunnitelmassa pääpaino on aina seuraavalla viikolla, mutta myös 2-3 viikot suunnitellaan alustavasti. Skanskalla on viikkosuunnitelmalle valmis Excel-pohja, jonka työjohto voi ladata työmaan käyttöön yrityksen intrasta. [1.]

Viikkosuunnitelma pyritään laatimaan viikoittaisessa palaverissa, jossa ovat läsnä kaikki mestarit ja työryhmien edustajat. Yhdessä suunnittelemalla saadaan työn tekijät sitoutumaan paremmin työn suorittamiseen aikataulussa. Yleensä myös yhdessä etukäteen mietityn tehtävän toteutus tapahtuu sujuvammin, eikä työnaikaisiin ongelmien ratkomisiin tarvitse tuhjata aikaa. [2, s. 18; 3, s. 21.]

2.3.3 Valvonta ja toiminnan ohjaus

Viikkosuunnitelman mukaisten tehtävien toteutumista seurataan viikoittain. Valvonnan tarkoituksena on synnyttää ohjaustoimenpiteitä, motivoida työntekijöitä, ennustaa kustannuksia ja parantaa toiminnan laatua ja luotettavuutta. Suunnitelmien luotettavuutta voidaan valvoa TTP-analyysillä (Tehtävien toteumaprosentti), jonka tarkoituksena on nostaa esille ne viikkotavoitteet, jotka eivät valmistuneet ajoissa. [1.] Tehtävä katsotaan valmistuneeksi aikataulussa vain jos sen toteumaprosentti on vähintään 100, eli ei riitä että tehtävä on melkein kokonaan valmis. Yleinen nyrkkisääntö viikkosuunnitelman TTP-luvun suoritustasolle on, että alle 60 % on huono, yli 80 % on hyvä ja yli 85 % erinomainen. Viikkosuunnitelmapohjassa on omat sarakkeensa TTP-analyysiä varten. [2, s. 18; 3, s. 22.]

2.3.4 Viisi miksi -analyysi

Viikkosuunnitelman tehtäviin jotka eivät toteutuneet suunnitellusti, pureudutaan viisi miksi -analyysillä. Häiriöistä saadaan useimmiten selville pinnallinen syy kysymällä yksinkertaisesti miksi. Viisi miksi -analyysissä tehtävien juurisyyt etsitään kysymällä vähintään viisi kertaa peräkkäin miksi, jolloin päästään paljon lähemmäs häiriön perimmäistä syytä. Kun häiriön pohjimmiltaan aiheuttanut syy on näin saatu selville, pysytään siihen oikeasti vaikuttamaan. Näin voidaan hoitaa itse sairautta, eikä vain oireita. Viisi miksi -analyysin tekemistä varten on taulukko Skanskan intrasta löytyvän viikkosuunnitelmapohjan yhteydessä. [1; 3, s. 22.]

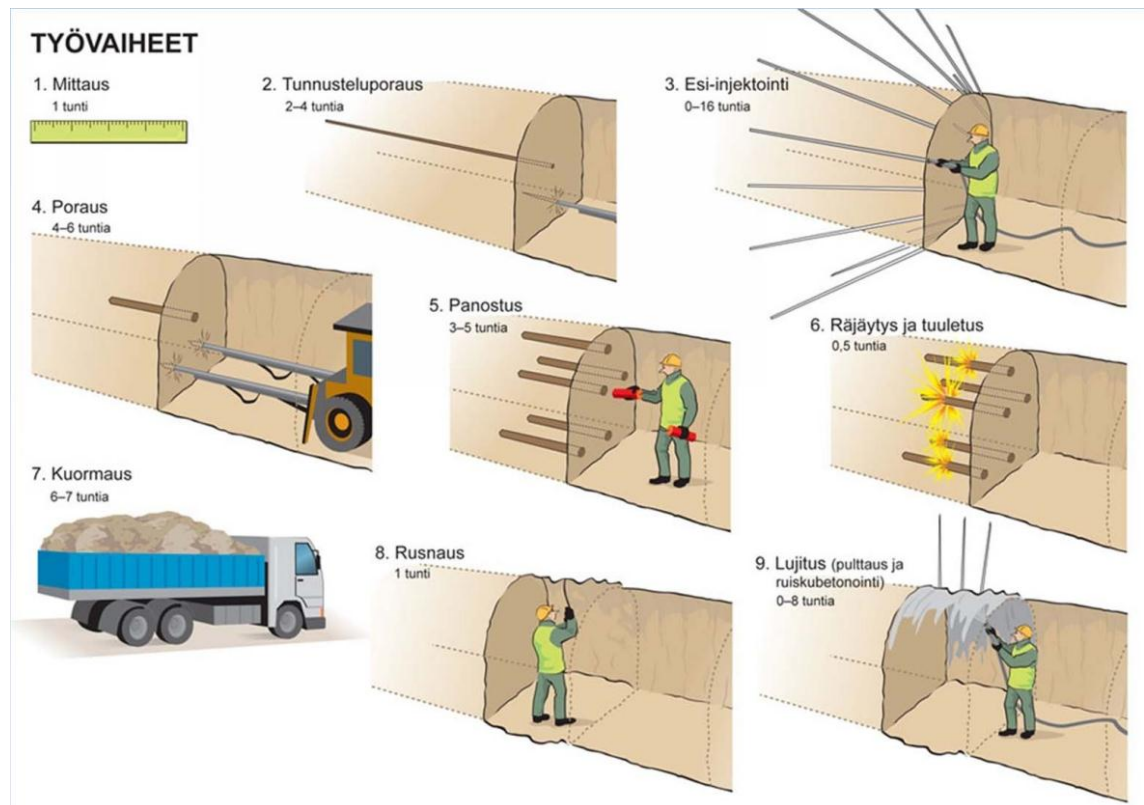
3 Louhintaprosessi ja sen yleisimmät häiriöt

Louhintatyömaan työprosessi on rakennusalalla ainutlaatuinen. Varsinkin tunnelilouhinnassa työpisteitä on vain yksi, jossa eri työvaiheet seuraavat toisiaan. Tällaisia ovat esimerkiksi pieniprofiiliset viemäritunnelit ja yhdyskäyttötunnelit. Nykyään Suomessakin on alettu toteuttaa enenevässä määrin suuria kalliorakennushankkeita, kuten liikennetunneleita ja paikoitusalueita. Tällaisissa hankkeissa on yleensä mahdollista louhia monessa kohteessa yhtäaikaa.

Tunnelilouhinnan jatkumon omaisesta toteutuksesta johtuen häiriö jossakin prosessin osassa vaikuttaa heti koko prosessiin. Häiriöille altistavia ympäristötekijöitä tunnelissa on monia. Tunnelissa on jatkuvasti märkää ja tästä johtuen korkea ilmankosteus. Olosuhteet ovat tuuletukselta huolimatta useimmiten pölyiset. Louhinnan aikana tunneliin on vaikea järjestää edes välttävää yleisvalaistusta, joten työntekijät työskentelevät suurimmaksi osin otsalamppujensa ja työkoneiden valaisinten varassa. Kallio-olosuhteet vaihtelevat välillä nopeastikin, joka aiheuttaa vaikeuksia poraukseen ja panostukseen ja saattaa jopa pilata räjäytyksen, jolloin lopputuloksena on ns. *pummi*. Talviaikaan mahdollinen läpivirtaus tunnelissa ja avonaiset kuilut laskevat lämpötilan nopeasti pakkasen puolelle, josta johtuen työkoneet saattavat rikkoutua, ruiskubetonointi tulee mahdottomaksi toteuttaa ja vastikään ruiskubetonoidut pinnat saattavat mennä pilalle liian alhaisen lämpötilan katkaistessa betonin lujuudenkehityksen.

Kuvassa 1 näytetään tunnelilouhinnan työvaiheet. Työvaiheista jokaisen katkon yhteydessä suoritetaan:

- mittaus
- poraus
- panostus
- räjäytys ja tuuletus
- kuormaus
- rusnaus.



Kuva 1. Tunnelilouhinnan työvaiheet.

Näistä työvaiheista häiriöalttiimpia ovat poraus, panostus, räjäytys sekä myös tuuletus. Porauksessa ja panostuksessa häiriöt aiheutuvat useimmiten kaluston rikkoutumisesta ja/tai huonoista kiviolosuhteista, jotka voivat hidastaa työtä huomattavasti. Huonot kiviolosuhteet voivat myös aiheuttaa räjäytyksen epäonnistumisen kokonaan tai osittain. Perän räjäytyksen yhteydessä voi rikkonainen kallio siirtyä niin, että panostettuun räjähdysaineeseen syntyy katkos ja räjäytys ei enää välity katkoksen ohi. Katkos voi olla myös niin iso, että se katkaisee Nonel-nallin impulssiletkun ja näin ollen nalli jää kokonaan räjähtämättä.

Tunnelitilojen tuuletuksessa ongelmia ilmenee eniten kesällä kun ilmassat tunnelin ulkopuolella ovat huomattavasti tunnelin ilmaa lämpimämpiä ja paine-ero on iso. Tällaisessa tilanteessa ilma poistuu tunnelista heikosti jopa puhaltimien avustamana ja tuuletusajat voivat venyä useampaan tuntiin. Tällöin on myös vaarana, että työn aikana työkonoiden päästöistä vapautuva häkä kertyy tunneliin haitallisissa määrin ja estää työskentelyn tunnelissa.

Työvaiheista tunnusteluporaus, esi-injektointi ja lujitus ovat ehdollisia työvaiheita, joita ei toteuteta jokaisen katkon yhteydessä. Tunnusteluporaus on määritelty työpiirustuksissa ja tapahtuu yleensä systemaattisesti n. 15 m välein. Jos tunnusteluporauksen yhteydessä suoritettun vedenmenekkipokeen arvo ylittää suunnitelmissa asetetun ylärajan, tehdään esi-injektointi. Maaperätutkimuksissa havaittujen heikkojen kalliolosuhteiden alueelle on yleensä suunnitelmissa määritetty systemaattinen esi-injektointi, jolloin tunnusteluporausta ei suoriteta.

Lujitustyöt jakautuvat ennakko-, työnaikaisiin ja lopullisiin lujituksiin. Ennakkopulttitusta suoritetaan kohteissa jossa kalliorakenne halutaan säilyttää ehjänä louhinnan aikana. Työnaikaista pulttausta ja turvaruiskubetonointia tehdään kiviolosuhteiden ollessa niin huonot, että lujittamattoman pinnan alla työskentely on vaarallista. Lopullinen lujitus (eli pulttaus, mahdollinen salaojitus ja ruiskubetonointi) etenee normaalisti n. 50 - 100 m louhinnan perässä.

Työmaan häiriöihin voidaan laskea myös työnaikaiset suunnitelmamuutokset. Vaikka muutokset tehdäänkin aina vain tilanteen tähän pakottaessa, sotkevat ne laaditut aikataulut ja viivästyttävät yleensä aina koko projektin valmistumista. Yleisimmin työnaikaisia suunnitelmia laaditaan heikkojen kiviolosuhteiden alueille liittyen lujitukseen ja tunnelin tiivistykseen.

Vähintään yhtä usein kuin ympäristötekijät ovat häiriöiden aiheuttajina inhimilliset tekijät, kuten esim. materiaalien puute, kommunikaatiokatkokset tai resurssien puute. Varsinkin näihin ongelmiin pystytään jatkossa pureutumaan paremmin tunnollisen viikkosuunnittelun avulla.

4 Työsuunnittelu louhintatyömaalla

Tässä osiossa kuvaillaan louhintatyömaan työsuunnitteluun vaikuttavia erityispiirteitä ja selvitetään Skanskan tuottavuustyökalujen soveltuminen louhintatyömaan käyttöön. Käydään läpi myös työhön liittyvä tuottavuustyökalujen testaus ja jalkauttamisen aloittaminen Skanskan louhintatyömaalle. Tässä osiossa esitetyt johtopäätökset ja valinnat perustuvat opinnäytetyön tekijän omaan kokemukseen, sekä kollegoilta saatuun suulliseen palautteeseen.

Rakentamisympäristö louhintatyömaalla poikkeaa vahvasti talonrakentamisen tai muun infrarakentamisen ympäristöistä. Tämä erilainen ympäristö asettaa useita rajoitteita aikataulutukseen ja työsuunnitteluun. Jo yleisaikataulua laadittaessa täytyy ottaa huomioon, että useille tehtäville on käytännössä mahdotonta järjestää varamestaa. Yleisaikataulun lohkojaon toteutusjärjestyksessä on normaalissa louhintatyömaassa hyvin vähän pelivaraa, joten tämä vähentää työkaluja aikataulun optimointiin.

Aikatauluvalvonta ja tuotannonohjaus on ollut jo aikaisemmin louhintatyömailla aktiivisessa käytössä. Ongelmien ilmetessä suurinta osaa perinteisistä tuotannonohjauskeinoista on kuitenkin vaikea käyttää. Aikataulua ei pysty kuromaan tunnelin peränajossa kiinni resursseja lisäämällä. Työajan muuttaminen, tehtävän mitoituksen korjaaminen ja sen sisällön muuttaminen ovat käytännössä mahdottomia toimenpiteitä. Työmenetelmän muuttaminen tai työjärjestelyn tehostaminenkaan eivät normaalioloissa onnistu. Isoissa louhintakohteissa täytyy olla tarkkana resurssien oikeanlaisesta rytmityksestä työpisteiden välillä. Porajumbon odottelu on työmaalle kallista, mutta myös ison kaluston turhat siirrot täytyy minimoida.

Viikkotason työsuunnittelu louhintatyömaalla voi olla välillä erittäin turhauttavaa, sillä jo parin päivän sisällä viikkosuunnitelman teosta on voinut louhinnassa ilmetä sen verran häiriöitä, että koko viikkosuunnitelma menee uusiksi tai ainakaan sen tavoitteisiin ei enää millään ylltetä. Uskon, että viikkosuunnitelmien sinnikkäällä tekemisellä työnjohdolle alkaa muodostua selkeä kuva työmaan työtehoista, jopa ongelmien ja häiriöiden kanssa. Näin työnjohto osaa laatia tulevaisuudessa viikkosuunnitelmat realistisemmilla viikkotavoitteilla. Samalla saadaan seurannan kautta arvokasta tietoa työmaan häiriöistä joihin pystytään näin ollen vaikuttamaan paremmin. Näin saadaan jatkuvan parantamisen sykli pyörimään työmaalla.

Skanskan loughintatyömailla on jo kauan käytetty taulukkopohjaisia aikataulusuunnittelutyökaluja. LTT:n mukana tähän tapaan lisättiin ajattelun aktivointi ja viisi miksi - analyysi. LTT:n käyttöönotto tuotti Skanskan loughintatyömailla suuria vaikeuksia ja käyttöönotto onnistuikin vain osittain. Käytännössä LTT:n osista otettiin auttavasti käyttöön vain siihen sisältyvät taulukkopohjaiset aikataulusuunnitelmat joita on käyttänyt pääasiassa vain yksi vastaava mestari.

Suurimpia ongelmia LTT:n kanssa oli ajattelu- ja toimintatapojen muuttaminen työmaalla. Työnjohtajat ovat tottuneet tekemään asiat tietyillä tavoilla ja näiden tapojen muuttaminen ei onnistu hetkessä, vaan vaatii pitkäjänteistä työtä vastaavalta työnjohtajalta uusien toimintatapojen jalkauttamisessa työmaalle. Sama koskee myös työntekijöitä. Kaikkia työntekijöitä ei kiinnosta omien töidensä suunnittelu yhteistyössä työnjohtajan kanssa, vaan työnjohtajan pitäisi yksinkertaisesti sanoa mitä tehdään ja työntekijä suorittaa tehtävän miten parhaakseen näkee. Yksittäisten tehtävien kohdalla tämä yleensä toimii, mutta suurempien tehtäväkokonaisuuksien aikataulussa tekemisen sitouttamiseen tällä tyylillä ei päästä.

4.1 Skanskan tuotannonsuunnittelun soveltuvuus loughintatyömaalle

Skanskalla yleisesti käytettävistä tuotannonsuunnittelun tavoista ja työkaluista osa soveltuu loughintatyömaalle sellaisenaan, osa hieman muokattuina ja joidenkin katson antavan loughintatyömaalle vain vähäistä käytännön arvoa.

Yleisaikataulu on niin korkean tason aikataulu, että se soveltuu sellaisenaan kaikenlaisen rakentamisen aikatauluttamiseen ja on yleisesti Skanskan loughintatyömailla käytössä. Yleisaikataulun laadinnassa täytyy laatijan ottaa huomioon loughintatyömaan erityispiirteitä, joista osa kuvailtiin aikaisemmin. Yleisaikataulua laadittaessa kannattaa myös tarkastella tilaajaorganisaatiota, rakennuskohteen tyyppiä, sijaintia, laajuutta ja kallio-olosuhteita kokonaisuutena. On mahdollista, että niistä pystyisi hieman ennakoimaan esim. mahdollisia aikatauluun vaikuttavia suunnitelmamuutoksia tai loughinnan edetessä tehtävien työnaikaisten suunnitelmien määrää. Tämä edellyttää aikataulun laatijalta laajaa kokemusta loughintatöiden suunnittelusta, eikä tietenkään kaikkea pystytä aina ennustamaan. Tästä esimerkkinä mm. Kehärataprojektin glykolivuotojen vaikutus ja Länsimetron loughintaurakan aikana tehdyt liki 300 työnaikaista suunnitelmamuutosta.

Skanskan tuotannosuunnittelussa *vaiheaikataulun* päätarkoitus on saada eri aliurakoitsijoiden aikataulut yhteneväisiksi keskenään ja samalla sitouttaa aliurakoitsijat itse laatimiinsa aikatauluihin. Tämä toimii hyvin ja sille on tarvettakin talotyömaalla, missä rakentaminen etenee selkeästi vaiheissa ja samalla työpisteellä voi työskennellä monta aliurakoitsijaa peräkkäin. Tällöin pääurakoitsijalle jää käytännössä vain projektinjohdon rooli, missä omat työntekijät toimivat enintään mestan siivoajina. Louhintatyömaalla aliurakoitsijoita on yleensä huomattavasti vähemmän ja vielä harvemmin tulee tilanteita, että kaksi aliurakoitsijaa työskentelisi isommassa kokonaisuudessa peräkkäin samassa työpisteessä. Louhintatyömaan projekti etenee vaiheiden sijaan prosessinomaisena jatkumona, missä työvaiheet tunnelin perässä seuraavat toisiaan. Louhinta toteutetaan yleensä omalla työvoimalla, tai sitten aliurakoitsijalla kokonaisurakkana.

Tästä herääkin kysymys, onko vaiheaikatauluista louhintatyömaalla hyötyä? Koska aliurakoitsijoiden aikatauluja ei tarvitse sovitella keskenään, putoaa vaiheaikatauluilta tässä mielessä pohja. Louhintatyömaalla aliurakoitsija tulee normaalisti pääurakoitsijan perässä tehden kanaaleja, kaulusmuotteja, tunnelinpohjia yms. Tällöin ainoa osapuoli, joka aliurakoitsijan aikatauluun työn aloittamisen osalta vaikuttaa, on pääurakoitsija. Jos pääurakoitsija pystyy pitämään oman aikataulunsa, pystyy aliurakoitsijakin aloittamaan oman työnsä ajoissa. Tähän ei pitäisi erillistä vaiheaikataulua tarvita. Aliurakoitsijan sitouttamisen työnsä tekemiseen aikataulussa pystyy hoitamaan esim. urakkasopimusta laadittaessa ja myöhemmin työn aloituspalaverissa.

Laajemmassa louhintaurakassa, mihin kuuluu pelkän tunnelin louhinnan lisäksi esim. maa- ja pohjarakentamista tai aliurakoitsijalla toteutettavaa avolouhintaa, voi vaiheaikataulun tekeminen kannattaa. Tietenkin projektin johto voi tehdä suuremmasta louhinta-projektista, mihin kuuluu tunneleiden lisäksi halleja ja muita rakenneosia, vaiheaikatauluja ns. omaan käyttöönsä selkeyttämään työmaan johtamista.

Tehtäväsuunnitelmien tekoa keskeisimmistä töistä edellytetään usein jo tilaajan ja pääurakoitsijan välisessä urakkasopimuksessa. Näin onkin Skanskan louhintatyömailla toimittu. Urakkasopimuksessa edellytettyjen tehtäväsuunnitelmien lisäksi ei tavanomaisessa louhintaurakassa ole kohteita, joista suunnitelma kannattaisi erikseen tehdä. Työnjohdon kanssa käydyissä keskusteluissa päädyttiin näkökantaan, että tehtäväsuunnitelmia tehdään tavanomaisessa louhinnassa vain erikoistapauksissa. Tällaisia tapauksia voivat olla esim. risteävien tunnelien ylitykset tai alitukset, taikka louhinta tärinäherkkien kohteiden läheisyydessä.

Viikkosuunnittelu nähdään erittäin hyvänä keinona ennaltaehkäistä ongelmia ja häiriöitä louhintatyömaalla. Valmistelevia ja viikkosuunnitelmia tehdessä projektin johto tulee tarkistaneeksi moneen kertaan kaikki tulevien töiden aloitusedellytykset, näin varmistuen tehtävien mahdollisimman jouhevan toteutuksen. Viikkosuunnitelmapohjissa on tarkistuskohta olosuhteille, jonka kohdalla työnjohtaja voi tarkistaa tiedot louhittavaksi tulevan alueen kiviolosuhteista ja suhteuttaa viikkosuunnitelmansa vastaamaan ko. olosuhteita.

Huonoissa kiviolosuhteissa katkon etenemä jää aina hieman lyhyemmäksi, kuin hyvässä kiviolosuhteissa, joten tämä täytyy ottaa huomioon viikkosuunnitelman tavoitteissa. Vaikka huonoissa kiviolosuhteissa saataisiinkin sama määrä katkoja kuin hyvässä kiviolosuhteissa, ei saavutettu etenemä kuitenkaan ole yhtä paljon. Huonot kiviolosuhteet ovat myös otollisia porauksen ja panostuksen häiriöille, jotka täytyy myös ottaa suunnittelussa huomioon.

Viikkosuunnittelun *valvonnan* ansiosta työmaalla pystytään aloittamaan tilastotiedon keruu häiriöistä ja niiden syistä. Näin pystytään kitkemään tuotantoprosessista yleisimpiä häiriönaiheuttajia, joka tulee puolestaan auttamaan suuresti tulevaisuuden projekteja.

Viisi miksi -analyysi on pohjasyyn selvitysmuotona lyömätön. Se vaatii kuitenkin tekijältään kokemusta ja aikaa. Tekniikkana se soveltuu louhintatyömaalle sellaisenaan (ja sitä olisikin aika vaikea parantaa nykyisestä muodostaan), mutta tällä hetkellä työnjohdolla ei työmailla yksinkertaisesti ole aikaa tehdä analyysejä. Voisi tietenkin olla, että jos analyysi saataisiin käyttöön, niin ajan myötä työnjohdolle alkaisi vapautua aikaa. Analyysin päätarkoitushan on selvittää ongelmien pohjasyyt, jolloin niihin pystytään paremmin puuttumaan, jotta tulevaisuudessa välttyttäisiin samanlaisilta ongelmilta. Näin ollen työnjohdon aikaa ei kuluisi niin paljon ongelmien selvittämiseen. Tämä vaatii tietenkin analyysin pitkäaikaisempaa käyttöä ja analyysin tuloksista oppimista ja niihin reagoimista. Analyysin tekeminen nopeutuu varmasti muutenkin kun työnjohtajat tottuvat tekniikan käyttöön.

Aikatauluvalvontaan liittyvä *tuotannonohjaus* on louhintatyömaalla ongelmallista. Tuotannossa esiintyviin häiriöihin reagoiminen on vaikeaa ohjauskeinojen vähyydestä johtuen. Jälleen kerran parhaaksi ohjauskeinoksi nousee ennakoiminen ja tehtävien mahdollisimman hyvä valmistelu. Tähän päästään hyvällä viikkosuunnittelun toteutuksella.

4.1.1 Louhintatyömaalla käyttöönotettavat tuottavuustyökalut

Louhintatyömaalle yleisesti käyttöönotettavat tuotannosuunnittelun tuottavuustyökalut ovat:

- yleisaikataulu
- viikkosuunnittelun kaikki osat
 - valmisteleva suunnitelma
 - viikkosuunnitelmat
 - valvonta ja toiminnan ohjaus
 - viisi miksi -analyysi
- aikatauluvalvonta ja tuotannonohjaus.

Vaiheaikatauluja ja tehtäväsuunnitelmia voidaan tietenkin tehdä, jos niistä on jossain tavallisesta poikkeavassa kohteessa selvää hyötyä.

4.1.2 Tuottavuustyökalujen muutokset

Skanskalla käytössä oleva *valmistelevan suunnitelman* (liite 1) taulukkopohja käy louhintatyömaan käyttöön alustavasti sellaisenaan. Valmistelevan suunnitelman pohjaa tullaan muokkaamaan myöhemmin, jos siihen käytön aikana ilmenee tarvetta.

Työnjohdon kanssa käydyissä keskusteluissa tultiin siihen tulokseen, että *Viikkosuunnitelman* pohjaan tarvitaan muutoksia. Viikkosuunnitelman näkyvin muutos on siirtyminen yhdestä suunnitelmapohjasta kahteen. Alkuperäisessä taulukossa näytettiin samalla pohjalla 1-3 viikon suunnitelmat. Pohjaa muutettiin, niin että yhdellä pohjalla ovat viikot 2-3 (liite 2) ja toisella pohjalla on tarkka yhden viikon suunnitelma (liite 3). Näin kaikkien viikkojen suunnitelmista saadaan halutessa mahdollisimman tarkkoja. Taulukkojen suurimpana piirre-erona on resurssien ja alueiden jako. 2-3 viikkosuunnitelmassa ensimmäisenä sarakkeena on resurssi ja toisena alue, eli ts. käytössä oleville resursseille määritetään työskentelyalue. Näin toimimalla varmistutaan siitä, että samoja resursseja ei ole merkattuna samaan aikaan eri alueelle. Yhden viikon suunnitelmassa ensimmäisenä sarakkeena on alue ja toisena alueelle määritettävä resurssi. Näin yhden viikon suunnitelmasta saadaan selkeämpi, koska voimme tarkastella tietyn työpisteen toimintaa jatkumona, jossa eri resurssit seuraavat toisiaan.

Viikkosuunnitelmien taulukoihin lisättiin puuttuvat aikasarakkeet vuorotyölle, eli ilta- ja yövuorot. Työnjohdolta tulleena ideana viikkosuunnitelmapohjien resurssi ja alue solut muutettiin alasvetovalikoiksi, joista voidaan valita tehtävään soveltuva alue ja resurssi helposti. TTP-sarakkeeseen lisättiin kaava, joka laskee toteumaprosentin valmistumattomien ja valmistuneiden tehtävien suhteesta. Tehtävien valmiusastesoluun lisättiin myös kaava joka laskee valmiusasteen, kun tavoite- ja toteutunut määrä on syötetty omiin soluihinsa.

Viisi miksi -analyysipohja (liite 4) oli alun perin liitetty viikkosuunnitelmapohjan yhteyteen. Suunnitelmapohjalle tehtyjen muutosten jälkeen analyysipohja ei enää sen yhteyteen mahtunut, joten analyysipohja erotettiin omaksi pohjaksi. Viisi miksi -analyysin pohja on hyvin minimalistinen, mutta sillä pääsee analyysien teossa alkuun. Tulevaisuudessa pohjaa tullaan luultavasti muokkaamaan niin, että siihen pystytään sisällyttämään enemmän tietoa ja niin, että tätä tietoa on helpompi tilastoida.

4.2 Testaus

Alustavasti muokattuja viikkosuunnitelmapohjia testattiin käytännössä Skanska Infran Länsimetron tunnelilouhintatyömaalla, pääasiassa urakan loppuvaiheessa, kun osa urakasta oli jo luovutettu. Testauksen aikana viikkosuunnitelmapohjat hiottiin nykyiseen muotoonsa. Viikkosuunnitelmapohjia testasi pääasiassa opinnäytetyön suorittaja omassa työssään työnjohtajana.

Viikkosuunnitelmapohjat havaittiin helposti täytettäviksi ja niiden huomattiin helpottavan tulevien töiden hahmottelua ja jäsentelyä. Näin työn suunnittelu sujui nopeammin ja oli tarkempaa kuin ennen pohjien käyttöönottoa. Töiden aloitusedellytysten tarkistaminen taas havaittiin alussa aikaa vieväksi. Viikkosuunnitelman laadinnassa huomattiin olevan vaara tehdä suunnitelma liian ylimalkaisesti ja jättää esim. tehtäviin vaikuttavat aloitusedellytykset tarkistamatta. Näin toimimalla viikkosuunnittelu ei pääse täyteen potentiaaliinsa ja häiriöitä pääsee yhä syntymään esim. materiaalien puuttumisen johdosta, koska asiaa ei ole tarkistettu.

Viikkosuunnittelu täytyy tehdä huolellisesti vaikka se veisikin alussa työnjohdolta kokonaisuudessaan hieman enemmän aikaa kuin työn suunnittelu aikaisemmin. Jatkossa suunnitelmien teko nopeutuu, kun suunnitelmapohjien käyttö rutinoituu. Viikkosuunni-

telman tekemisen apuna kannattaa käyttää tarkistuslistoja, kun tarkastetaan tehtävien aloitusedellytyksiä. Listoista kannattaa tehdä kysymysmuotoisia, jolloin asiat tulevat todella varmistettua. Seuraavassa esimerkki kysymyssarjasta liittyen pulttauksen materiaaleihin:

- Onko työmaalla tarpeeksi oikean pituisia pultteja?
- Onko pultteihin tarpeeksi satiaisia?
- Onko pulttaukseen tarpeeksi pulttauslaastia?
- Onko työpisteeseen saatavilla vettä?

Viikkosuunnitelman aloitusedellytyksen tarkistuskohtaan on helppo vain vetäistä rasti ajattelematta asiaa sen tarkemmin, mutta tällaisia kysymyssarjoja läpikäymällä pystytään aidosti varmistumaan siitä, että aloitusedellytykset ovat kunnossa. Täytyy muistaa, että suunnitelmapohjassa ei välttämättä ole merkattuna tarkistuskohtaa kaikille tietyn tehtävän vaatimille aloitusedellytyksille ja toisaalta jokin tehtävä ei vaadi kaikkien taulukon kohtien tarkistamista.

4.3 Jalkauttaminen

Skanskan tuotannosuunnitteluprosessin jalkauttamiseen valittiin Mäntymäki - Vallila viemäritunnelin louhintatyömaa. Jalkauttaminen aloitettiin työmaan alkuvaiheessa vuoden 2014 ensimmäisellä neljänneksellä. Jalkautus on tätä raporttia kirjoitettaessa vielä käynnissä ko. työmaalla.

Kohteen rakennuttaja on Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY. Rakennettavana on 2,7 kilometriä uutta viemäritunnelia alkaen Mäntymäentieltä läheltä Olympiastadionia edeten Itä-Pasilan eteläpuolitse kohti Vallilaa. Urakkaan kuuluu viemäritunnelin lisäksi neljä kuilua ja pumppaamohalli Mäntymäkeen. Urakan aikana louhitaan myös n. 150 metriä ajotunnelia ja liittymiä olemassa oleviin tunneleihin. [5.] Viemäritunnelin louhinta tapahtuu kahdesta vastakkaisesta suunnasta.

Työmaalla päätettiin jalkauttaa seuraavat viikkosuunnittelun osat:

- valmisteleva suunnitelma
- viikkosuunnitelman kaikki osat
- valvonta ja toiminnan ohjaus.

Viisi miksi -analyysi päätettiin jättää jalkautuksen ulkopuolelle, jottei jalkautuksesta muodostuisi työmaalle liian raskasta.

Jalkauttaminen on lähtenyt työmaalla kohtalaisesti käyntiin. Työmaan työnjohto omaksui viikkosuunnitelmien teon nopeasti, mutta valmistelevan suunnitelman tekeminen tuotti alkuun työnjohdolle vaikeuksia.

Viikkosuunnitelmien teko Skanskan tuotannonohjauksen määrittämällä tavalla tuntui työmaan työnjohdon mukaan pääosin hyödylliseltä, eikä se vaatinut liian suurta työpanosta muodostuakseen taakaksi. Jonkin verran mietteitä herätti kysymys siitä, tarvitseeko niin selkeällä louhintatyömaalla näin tarkkaa aikataulusuunnittelua. Suunnittelua ei välttämättä tässä tarkkuudessa tarvitsekaan itse töiden tahdittamiseen, koska se tapahtuu työmaan luonteesta johtuen lähes itsestään, mutta enemmän hyötyä suunnittelusta on panosten saatavuuden tarkistamisessa. Näin välttyään sellaisilta tilanteilta, että työmaalta puuttuisi esim. resursseja tietyn työn suorittamiseen.

Jalkautuksen aikana tultiin siihen tulokseen, että *valmisteleva suunnitelman* olisi kannattanut jättää alussa jalkautuksen ulkopuolelle. Viikkosuunnitelman tekemisessä ja valvonnassa on työnjohdolle aivan tarpeeksi omaksuttavaa ja kun näistä toimista on tullut rutiinia alkaa työnjohdolla tulla luontaisesti halua ottaa korkeamman asteen suunnitelmia käyttöön. Tämä johtuu ehkä osaltaan siitä, että työnjohto huomasi viikkosuunnitelman *valvonnan* kautta, etteivät läheskään kaikki viikkotehtävät valmistuneet suunnitellusti. Valmisteleva suunnittelu auttaa tilannetta, kunhan viikkosuunnittelu on kunnossa.

Jalkautuksen yhteydessä opittiin, että työnsuunnittelun osat kannattaa jalkauttaa käyttöön louhintatyömaille vaiheittain (Taulukko 1). Näin vältetään käyttöönoton muodostuminen liian raskaaksi työmaalle, jolloin suunnittelusta muodostuu enemmän taakkaa kuin työtä helpottava työkalu. Vaiheittain jalkauttamalla eri osien käytön oppiminen no-

peutuu ja kun käytöstä on tullut rutiinia, on seuraavien vaiheiden käyttöönotto paljon helpompaa, koska niiden työkalut täydentävät rutiinikäytössä olevia osia.

Taulukko 1. Louhintatyömaan työnsuunnittelun osat ja niiden jalkautusjärjestys.

Vaihe I	Vaihe II	Vaihe III
Yleisaikataulu	Yleisaikataulu	Yleisaikataulu
Viikkosuunnitelmat	Valmisteleva suunnitelma	Valmisteleva suunnitelma
↳ Valvonta ja toiminnan ohjaus	Viikkosuunnitelmat	Viikkosuunnitelmat
Aikatauluvalvonta ja tuotannonohjaus	↳Valvonta ja toiminnan ohjaus	↳Valvonta ja toiminnan ohjaus
	Aikatauluvalvonta ja tuotannonohjaus	↳ Viisi miksi -analyysi
		Aikatauluvalvonta ja tuotannonohjaus
(Vaiheaikataulut)	(Vaiheaikataulut)	(Vaiheaikataulut)
(Tehtäväsuunnitelmat)	(Tehtäväsuunnitelmat)	(Tehtäväsuunnitelmat)

Jalkauttamisen yhteydessä työntekijöiden sitouttaminen viikkosuunnitelman tehtäviin ja suunnitelman laatiminen yhteistyössä havaittiin osittain ongelmalliseksi. Osa ongelmaa on vuorotyössä kaikille yhteisten palaveriaikojen löytäminen. Toinen osa on joidenkin työntekijöiden haluttomuus muuttaa totuttua toimintatapaa. Jos yhteistä palaveriaikaa ei löydetä, voi yhtenä ratkaisuna olla työnjohtajan kiertäminen työntekijöiden keskuudessa etukäteen valmistellun suunnitelman kanssa keskustellen suunnitelmasta työpäivän aikana. Totuttu tapa voidaan taas muuttaa kertaamalla tarpeeksi kauan uutta tapaa, eli ns. väsytystaktiikalla.

Jalkauttamisen avuksi suosittelen hankkimaan työmaille Last Planner, Työmaan toimiva tuotannonohjaus (Koskela, Koskenvesa, 2009) -oppaan. Siinä on tuotu tiiviissä paketissa esiin se tieto, joka tarvitaan Last Planner -menetelmän käyttöönottamiseksi työmaille. Opasta on helppo soveltaa työmaan tuotannonohjaukseen, koska Skanskan tuotannosuunnittelu on kehitetty suurelta osin Last Planner -menetelmän pohjalta.

5 Lopputulos

Tämän insinööriyön aikana opinnäytetyön tekijä tutustui Lean construction -menetelmään, LPS:iin ja Skanskassa käytettävään tuotannosuunnitteluun. Tekijän onnistui selvittää Skanskan tuotannosuunnittelun soveltuvuus kalliorakennustyömaalle ja tuottaa tämän selvityksen pohjalta kalliorakennustyömaalla toimiva työnsuunnittelujärjestelmä, joka täyttää Skanskan tuotannosuunnittelun periaatteet. Myös työnsuunnittelujärjestelmän jalkauttaminen yksikön työmaille saatiin aloitettua.

Työn konkreettisenä lopputuloksena syntyi työnsuunnittelujärjestelmä, joka koostuu taulukossa 1 esitetyistä osista.

Tuotannosuunnittelun työkalujen käyttöönotto Viemäritunneliurakassa on lähtenyt pääosin hyvin käyntiin. Viikkosuunnitelmien teko saatiin pyörimään suhteellisen kivuttomasti, josta kiitos kuuluu asiasta kiinnostuneelle työnjohdolle. Valmistelevan suunnitelman käyttöönottoa lykättiin, kun huomattiin, ettei sen käyttöönotto samaan aikaan viikkosuunnitelmien kanssa ollut työmaalle mielekäästä.

Valmisteleva suunnitelma ja viisi miksi -analyysi otetaan urakassa käyttöön myöhemmissä jalkautuksen vaiheissa.

6 Yhteenveto

Tämän insinöörityön tarkoituksena oli tuottaa kalliorakennustyömaalla toimiva työsuunnittelujärjestelmä ja aloittaa sen jalkautus Skanska Infra Oy:n louhintatyömaille.

Työsuunnittelujärjestelmän lähtökohdaksi otettiin Skanskalla yleisesti käytössä olevat tuotannosuunnittelun osat joiden soveltuvuus louhintatyömaalle tutkittiin. Tutkimuksen perusteella koostettiin louhintatyömaalla toimiva työsuunnittelujärjestelmä, joka kuitenkin täyttää Skanskan tuotannosuunnittelun periaatteet.

Tämän opinnäytetyön tuloksena syntyneitä työsuunnittelujärjestelmää pystyy soveltamaan käyttöön mille tahansa kalliorakennustyömaalle. Siitä on kuitenkin jätetty tarkoituksella vähemmälle huomiolle asioita, jotka eivät ole kalliorakennustyömaalle merkityksellisiä, mutta joista on paljon käytännön hyötyä talonrakennus- ja infratyömaille. Näin ollen en voi suositella järjestelmää käyttöön kuin kalliorakennustyömaille.

Työsuunnittelujärjestelmää testattiin Länsimetron louhintaurakassa Espoon Tapiolassa ja jalkautus aloitettiin Skanska Infra Oy:n keskikokoisella viemäritunnelin louhintatyömaalla Helsingissä.

Testauksen ja jalkautuksen kokemusten perusteella tuotettu työsuunnittelujärjestelmä toimii louhintatyömaalla hyvin. Tämä kuitenkin vaatii työnjohdolta motivaatiota järjestelmän käyttöönottoon ja uuden oppimiseen. Tärkeintä on se, että ajattelumaailman muutos saatiin itämään tuotantoketjuun.

Louhintatyömaalla käytännössä ainoa keino välttää ja vähentää häiriöitä ja ongelmia on niiden mahdollisimman tehokas ennakointi sekä häiriöiden ennaltaehkäiseminen. Tämä onnistuu parhaiten tunnollisen viikkosuunnittelun avulla, joka on keskeinen osa tuotettua työsuunnittelujärjestelmää.

Työn aikana heräsi kritiikkiä viikkosuunnittelun tarkkuuden tarpeellisuudesta pienillä louhintatyömailla. Eniten hyötyä työsuunnittelun tarkkuudesta tulee varmasti olemaan jatkossa suuremmilla louhintatyömailla, missä työpisteitä on samanaikaisesti enemmän ja samoilla alueilla suoritetaan erilaisia töitä. Tällaisella työmaalla on yleensä samanaikaisesti useampi työnjohtaja, jotka voivat yhtenäisen suunnittelujärjestelmän ansiosta paremmin vertailla ja sovittaa yhteen omia suunnitelmiaan.

Eniten hyötyä viikkosuunnittelun käyttöönotosta pienessä louhintaurakassa on suunnittelusta saatava kokemus tehtävien toteutumisen mitattavuuden kautta sekä tästä johdettava jatkuvan parantamisen sykli.

Tulevaisuudessa viikkosuunnitelmiin liittyvät Excel-pohjat olisi mahdollisuuksien mukaan hyvä laajentaa hyväksikäyttämään tietokantoja esim. Microsoft Access. Asiasta oli keskustelua työn tekemisen aikana Skanskan työnjohdon kanssa, mutta se vaatii vielä syvempää perehtymistä. Suurimpana hyötynä tietokannoissa nähtiin niiden mahdollistama tuotantotietojen keruu ja valvonnassa selvinneiden syy-seuraussuhteiden tilastointi. Excel-pohjiin voi tulevaisuudessa myös liittää tarkistuslistat yleisimpien tehtävien aloitusedellytyksille.

Työnsuunnittelujärjestelmän käyttöönotto on saatu Skanska Infran Oy:n kalliorakennusyksikössä hyvään vauhtiin, mutta vaatii vielä pitkäjänteistä työtä, ennen kuin järjestelmä on omaksuttu käyttöön koko yksikössä. Tämä vaatii varsinkin vastaavilta mestareilta omistautumista asialle ja järjestelmän käytön vaatimista työmaillaan.

Lähteet

- 1 Skanska Infra Oy, intra
- 2 Koskela, Lauri; Koskenvesa, Anssi. 2003. Last Planner -tuotannonohjaus rakennustyömaalla. Verkkodokumentti. VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. <<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2003/T2197.pdf>>. Luettu 6.4.2014.
- 3 Koivukangas, Pasi. 2012. Kannattavuuden parantaminen Last Planner -menetelmällä maanrakennuksen toimialalla. Opinnäytetyö (YAMK). Oulun seudun ammattikorkeakoulu.
- 4 Koskenvesa, Anssi; Sahlstedt, Satu. 2011. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus (Ratu KI-6021). Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 5 Uusi viemäritunneli parantaa viemärointikapasiteettia Helsingin kantakaupungissa. Verkkodokumentti. HSY. <http://www.hsy.fi/ajankohtaista/uutisarkisto/2013/Sivut/Uusi_viemaritunneli_parantaa_viemarointikapasiteettia_kantakaupungissa.aspx>. Luettu 26.4.2014.

