

Jenna Kunnari

HUKAN TUNNISTAMINEN JA HALLINTA SIIRRETTÄVÄLLÄ RATASILLALLA

HUKAN TUNNISTAMINEN JA HALLINTA SIIRRETTÄVÄLLÄ RATASILLALLA

Jenna Kunnari
Opinnäytetyö
Kevät 2024
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma, Yhdyskuntatekniikka

Tekijä: Jenna Kunnari

Opinnäytetyön nimi: Hukan tunnistaminen ja hallinta siirrettävällä ratasillalla

Opinnäytetyön englanninkielinen nimi: Waste Identification and Management on Movable Railway Bridge

Työn ohjaajat: Jouko Viitala, johtaja, GRK Suomi Oy ja Jarmo Erho, lehtori, Oulun ammattikorkeakoulu

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2024

Sivumäärä: 25 + 1 liite

Rakentamisessa hukkaa syntyy monissa eri muodoissa. Lean-rakentamisessa arvoa tuotetaan hukkaa eliminoimalla. Hukka on laaja käsite, joten täytyy tiedostaa ja tunnistaa arvoa tuottamaton työ, sillä kaikki se on hukkaa. Hukkaa on tarpeetonta sekä välttämätöntä. Tarpeeton hukka voidaan poistaa ja välttämättömän hukan määrää voidaan vähentää.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää ja analysoida, mistä eri työvaiheista syntyy hukkaa siirrettävällä ratasillatyömaalla. Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia selkeä ohje työnjohtajalle hukan tunnistamiseen ja hallintaan samankaltaisella ratasillatyömaalla. Tavoitteena oli vähentää hukkaa käyttäen Lean-rakentamisen periaatteita.

Työssä perehdyttiin hukkaan, Lean-rakentamiseen ja siirrettäviin ratasiltoihin. Aiheisiin syvennyttiin kirjallisuustutkimuksella, työmaan etenemistä havainnoiden sekä eri työvaiheita seuraten. Työssä käytettiin GRK Suomi Oy:n urakoimia Rajakankaantien ja Yli-Raumon alikulkusilloja tutkimuskohteina. Sillat esivalmistettiin radan vieressä ja siirrettiin tunkkaamalla lopulliselle paikalleen radan liikennekatkon aikana. Urakka alkoi 2023 keväällä. Työssä tutkittiin työmaadokumentaatiota ja työvaiheiden keskeytymishavaintoja.

Tutkimuksessa käytiin läpi esimerkkitapauksia, jotka olivat keskeisimpiä työmaalta kirjattuja keskeytymishavaintoja. Tutkimuksessa voitiin todeta, että aloitusedellytykset eivät olleet kaikilta osin kunnossa, mistä johtuen työn virtaus ei sujunut ja tuotti hukkaa. Työssä havaittiin keskeytyneiden työvaiheiden seuranta hyväksi tutkimusmenetelmäksi, sillä seurannalla tunnistettiin työn virtaamattomuus työvaiheesta toiseen. Opinnäytetyössä kehitettiin hallintasuunnitelma, jota voidaan hyödyntää työmaalla parantamaan työn sujuvaa virtausta varmistamalla jokaisen työvaiheen aloitusedellytykset.

Asiasanat: hukka, Lean-rakentaminen, ratasilta, siltarakentaminen

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Civil Engineering, Option of Municipal Engineering

Author: Jenna Kunnari

Title of thesis: Waste Identification and Management on Movable Railway Bridge

Supervisors: Jouko Viitala, Head of Special Projects, GRK Suomi Ltd and Jarmo Erho, Lecturer, Oulu University of Applied Sciences

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2024

Number of pages: 25 + 1 appendix

In construction, a great deal of waste is formed in many different forms. In Lean construction, value is produced by eliminating waste. Waste is a broad concept and that is why one must be aware and recognize work that does not produce value because all of it is waste. Waste is unnecessary as well as necessary. Unnecessary waste can be removed and the amount of necessary waste can be minimized.

The purpose of this thesis was to find out and analyse which different work phases are causing waste at the movable railway bridge construction sites. The aim of the thesis was to make a clear guide for the foreman for the identification and management of waste at a similar railway bridge construction site. The goal was to minimize waste using the principles of Lean construction.

This thesis is focused on waste, Lean construction and railway bridges. The topics were explored through literary research, observing the progress of the site and following different stages of the work. GRK Suomi Oy's projects in Rajakankaantie and in Yli-Raumo underpasses were used as examples in this thesis. The bridges were built next to the track and moved to the final location using hydraulic jacks during planned break in rail traffic. The project began in the spring of 2023. In addition, site documentation and observations of interruptions in the work phases were examined.

In the thesis, examples of cases were examined that were among the most important interruption observations written down at the site. The study showed that the prerequisites for starting the work were partly lacking which was why the flow of work did not proceed smoothly and was producing waste. Furthermore, the study found that observing interrupted work phases was a good way of observing, as it was used to identify the lack of flow of work from one work stage to another. In this thesis, a management plan was developed to improve the smooth flow of work at the site by ensuring the prerequisites for each stage of work.

Keywords: waste, Lean construction, railway bridge, bridge construction

ALKULAUSE

Kiitos GRK Suomi Oy:lle opinnäytetyön mahdollistamisesta. Erityisesti haluan kiittää GRK Suomi Oy:n johtajaa Jouko Viitalaa opinnäytetyön aiheesta sekä onnistuneesta ohjaamisesta.

Kiitokset Oulun Ammattikorkeakoulun lehtorille Jarmo Erholle opinnäytetyön ohjaamisesta.

Kiitos perheelle ja ystäville kaikesta tuesta ja kannustuksesta opinnäytetyön sekä opintojen aikana.

Torniossa 31.1.2024

Jenna Kunnari

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	LEAN RAKENTAMISESSA	8
2.1	Kuusi peruseriaatetta	8
2.2	Tavoitteet.....	9
2.3	Tahtituotanto ja virtaustehokkuus.....	9
3	HUKKA RAKENTAMISESSA.....	11
3.1	Hukan eri muodot	11
3.2	Hukan hallinta rakennustyömaalla.....	12
4	RATASILLAT TUTKIMUSKOHTENA	13
4.1	Siirtämällä asennettavat ratasillat.....	13
4.2	Tutkimuskohteet Rajakankaantien ja Yli-Raumon alikulkusillat	13
4.2.1	Tuotannolliset erityispiirteet.....	14
4.2.2	Aikataulullisesti kriittiset tekijät	14
5	HUKAN TUTKIMINEN JA KEHITYSEHDOTUKSET	16
5.1	Tehdyt havainnot.....	16
5.2	Lean-rakentamisen periaatteiden mukainen työn virtauksen hallinta	19
5.3	Lean-periaattein tehty tuotantosuunnitelma.....	21
6	YHTEENVETO	23
	LÄHTEET.....	24
	Liite 1 Esimerkki aloitusedellytysten hallintasuunnitelmasta yhdistettynä tilannekuvaan	

1 JOHDANTO

Hukka on jokaisen rakennustyömaan normiarkea. Hukan tunnistaminen ja vähentäminen työmaalla hyödyttää kaikkia rakennushankkeen osapuolia. Hukka on laaja käsite, joten täytyy tunnistaa ja tiedostaa arvoa tuottava työ, sillä kaikki muu on hukkaa. Hukkaa ei voida poistaa kokonaan, sillä osa hukasta on käytännössä välttämätöntä hukkaa, mutta tarpeettoman hukan määrää voidaan vähentää. Tässä työssä keskitytään tarpeettoman hukan tunnistamiseen ja hallintaan siirrettävillä ratasilloilla. Tutkimuskohteina käytetään Yli-Raumon ja Rajakankaantien siirrettäviä ratasiltoja. Aihetta tutkitaan kesätöissä ratasiltatyömailla insinööriharjoittelijana.

Työn tavoitteena on selvittää ja analysoida, mistä kaikesta eri työvaiheissa syntyy hukkaa ratasiltatyömaalla. Tavoitteena on myös löytää keinoja hukan vähentämiseen. Vähentämällä hukkaa saadaan kehitettyä toimintaa. Tarkoituksena on tehdä selkeä ohje työnjohtajille, jota voidaan käyttää apuna tulevissa samankaltaisissa hankkeissa. Tämän työn tarkoituksena on olla yksi osa kokonaisuutta, jossa on vastaavanlaisia ohjeita työnjohtajille erilaisille työmaille.

Opinnäytetyön toimeksiantaja on GRK Suomi Oy, joka on suomalainen rakennusalan konserni. Suomessa, Ruotsissa ja Virossa toimivalla GRK-konsernilla työskentelee noin 1000 ammattilaista. GRK tarjoaa kokonaisvaltaisia palveluita suunnitteluvaiheesta rakentamiseen ja kunnossapitoon. GRK-konsernilla on monipuolinen sekä vahva osaaminen väylä- ja taitorakentamisessa, kiertotaloudessa ja ympäristöliiketoiminnassa, rataliiketoiminnassa sekä päällystämässä. (1.) GRK on ollut toteuttamassa merkittäviä siltakohteita kuten Matinkartanonsiltaa Espoossa, joka sai RILin Vuoden silta 2019 -tunnustuksen sekä Vekaransalmen siltaa Sulkavalla, joka sai RILin Vuoden silta 2020 -tunnustuksen (2).

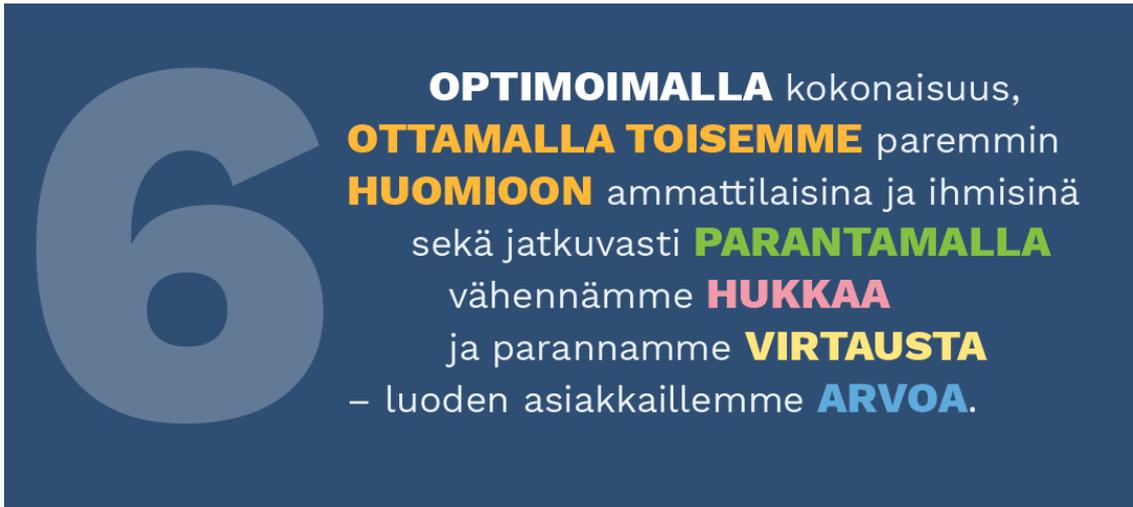
2 LEAN RAKENTAMISESSA

Lean on toimintastrategia, jossa pyritään maksimoimaan asiakasarvo parantamalla jatkuvasti prosessien virtaustehokkuutta. Hukkaa eli arvoa tuottamatonta resurssien käyttöä vähentämällä saadaan parannettua virtaustehokkuutta. Lean-rakentamisessa keskitytään arvon luomiseen asiakkaalle. Lean-rakentamisen olennaisena piirteenä on sujuvampi yhteistyö ja parempi luottamus osapuolten kesken. (3.)

Lean-ajattelun juuret ovat lähtöisin Japanista Toyotan autotehtailta. Toyotan luomaa ajattelutapaa on kehitetty vuosikymmenien ajan. Toyotan tuotantojärjestelmä on niin sanotusti ydin suurelle osalle Lean-tuotantoa. Lean on yksi tämän hetken suosituimpia johtamisoppeja ja sitä käytetään useilla toimialoilla kuten rakennusalalla. (4.)

2.1 Kuusi peruseriaatetta

Lean-rakentamisen kuusi peruseriaatetta ovat ihmisten kunnioitus, kokonaisuuden optimointi, arvon luonti, hukan eliminointi, toiminnan virtaus ja jatkuva parantaminen. Kuvassa 1 Lean-rakentamisen peruseriaatteen on kiteytetty yhteen virkkeeseen. (5.) Lean on yhdessä työskentelyä, jossa kunnioitetaan ihmisiä ja otetaan toiset paremmin huomioon. Kokonaisuuden optimointiin kuuluu ihmisten, prosessien ja tiedon integrointia sekä yhteisiin tavoitteisiin pyrkimistä. Arvoa saadaan luotua, kun tiedostetaan ja tunnistetaan arvoa tuottava työ. Tunnistamisen työkaluna voidaan käyttää esimerkiksi arvovirtakuvausta. Hukka saadaan eliminoidua tai vähennettyä, kun tunnistetaan mistä kaikesta hukkaa syntyy. Hukan tunnistamisen apuna voidaan käyttää tunnettuja rakentamisen hukan lajeja. Parantamalla toiminnan virtausta pystytään keskittymään tehokkaaseen eteneeseen. Jatkuvassa parantamisessa etsitään parannusehdotuksia, opitaan virheistä, kehitytään sekä ratkaistaan ongelmia. (6.)



KUVA 1. Lean-rakentamisen kuusi periaatetta (5)

2.2 Tavoitteet

Lean-rakentamisen tavoitteena on toteuttaa kuusi peruseriaatetta. Tavoitteena on luoda mahdollisimman sujuva työnkulku, jolloin eliminoidaan tilanteet, jossa joko työ odottaa työntekijää tai työntekijät odottavat työtä. Lean-rakentamisen tavoitteena on myös luoda sellainen kokonaiskuva, että sekä työnjohtaja että työntekijä tietävät kuka tekee, mitä tekee, missä ja milloin tekee. (6.) Osana tätä on visuaalinen johtaminen ja tilannekuva. Visuaalisen johtamisen tavoitteena on kehittää johtamisen kommunikaatiota sekä optimoida ylipäätään toimintaa, jolloin myös päästään eroon virheistä. (4.) Tavoitteena on päästä parempaan tuottavuuteen, lyhyempään projektin läpimenoaikaan ja alhaisempiin kustannuksiin (3).

2.3 Tahtituotanto ja virtaustehokkuus

Tahtituotanto on tuotannonohjausjärjestelmä, jossa on olennaista hankkiutua eroon arvoa tuottamattomasta toiminnasta ja samaan aikaan kehittää laatua, supistaa läpimenoaikaa sekä vähentää kustannuksia. Tahtituotannolla pyritään tasapainoiseen jatkuvaan tuotantovirtaan, jossa tuotteita valmistuu tismalleen oikeaan aikaan. Tahtituotannossa kokonaisvirtaus on merkittävämpää kuin yksittäisten tekijöiden resurssitehokkuus. Rakentamisessa tahtituotanto tuo etuja ja hyötyjä, kuten paremman virtaustehokkuuden ja tuottavuuden, vähemmän hukkaa sekä pienemmät työvoima- ja materiaalikustannukset. (7.)

Tahtituotantorakentamisessa kolme ydinasiaa täytyy olla tasapainossa. Näitä ovat tahtiaika eli niin sanottu rytmi, tahtialue eli tuote, johon arvoa luodaan sekä tahtivaunu, joka tarkoittaa prosessia, joka tuottaa arvon. (7.) Aikataulusuunnitelma, jossa asetetaan tahtiaika, tahtialueet ja tahtivaunut, toimivat tahtituotannon pohjana. Hyvin ja kattavasti suunnitellusta tahtiaikataulusta jokaisen on helppo varmistaa, että on oikeassa paikassa oikeaan aikaan sekä varmistua siitä, että työt edistyvät vaivattomasti. Työvaiheiden kesto tahdistetaan tasapainottamalla niillä olevat resurssit. Jokainen työvaihe kestää saman ajan. Tahtiaikataulua hiotaan ja tarkennetaan tahtien edetessä, jolloin voidaan varmistaa tahtituotannon tehokkuus ja virtauksen jouhevuus. Näin maksimoidaan arvontuotto sekä poistetaan arvoa tuottamattomat prosessit eli hukka. (8.)

Virtaus on Lean-rakentamisessa laaja käsite, johon sisältyy muun muassa työn, materiaalien, tiedon ja toiminnan virtaamista. Virtaustehokkuus mittaa prosessia asiakkaan näkökulmasta. Virtaustehokkuudessa keskitytään arvon maksimointiin asiakkaalle. Tuotannon nopeus, sujuvuus ja häiriöttömyys ovat tärkeitä piirteitä virtaustehokkuudessa. Virtaustehokkuuden hyötyinä ovat muun muassa projektin lyhyempi läpimenoaika ja laadun hallinnan helpottaminen. Virtaustehokkuudessa jatkuva parantaminen, kommunikointi ja yhteistyö on olennaista. Yksinkertaisesti virtaustehokkuus johtaa projektia eteenpäin. (9.)

3 HUKKA RAKENTAMISESSA

Lean-ajattelussa hukka määritellään kaikeksi toiminnaksi, joka kuluttaa resursseja luomatta arvoa. Hukan poistamisen keskiössä ovat itse hukka, epätasapaino ja ylikuormitus. Hukan poistamiseksi täytyy eliminoida toiminnot, jotka eivät lisää arvoa. Tällöin täytyy myös tasapainottaa työkuorma, joka ei ole tasapainossa sekä estää työ, joka ylikuormittaa tiimin jäsentä tai prosessia. (6, s. 22.)

Työ voidaan luokitella kolmeen eri vaiheeseen sen tuottaman arvon perusteella. Ensimmäisenä vaiheena on vihreä työ, joka on arvoa tuottavaa. Se on työtä, joka muuttaa informaatiota, ihmistä, materiaalia tai ymmärrystä. Se on työtä, josta asiakas haluaa maksaa ja jonka poistamisen asiakas huomaisi välittömästi. Vihreää työtä halutaan vakioida ja kehittää. (6, s. 21.)

Toinen vaihe on keltainen työ, jolla tarkoitetaan niin sanotusti välttämättömiä tukitoimintoja, jotka kuitenkin ovat arvoa tuottamattomia. Ne voivat esimerkiksi pienentää taloudellista riskiä tai ovat tarpeen, jotta arvoa tuottava työ voidaan tehdä. Keltaista työtä pyritään vähentämään. (6, s. 21.)

Punaista työtä ovat arvoa tuottamattomat työt eli varsinainen hukka. Tällainen työ voitaisiin välittömästi poistaa vähäisellä tai olemattomalla investoinnilla vähentämättä tuotteen arvoa lainkaan. Punaisen työn esimerkkinä ovat muun muassa odottelu, turhat siirrot ja päällekkäiset toisiaan haittaavat työvaiheet. (6, s. 21.)

3.1 Hukan eri muodot

Rakentamisessa hukkaa muodostuu eri lähteistä. Hukan muotoja ovat ylituotanto, odottaminen, turhat kuljetukset ja siirrot, yliprosessointi tai väärä prosessointi, turhat liikkeet, ylisuuret varastot, turha ylimääräinen tekeminen, henkilöstön luovuuden käyttämättömyys ja muut käyttämättömät resurssit, virheet ja niiden korjaaminen, making-do sekä muutosvastarinta. Ylituotannossa hukkaa syntyy, kun valmistetaan yli asiakastarpeen sekä varastoon. Odottamisessa hukkaa tulee, kun odotetaan materiaaleja, suunnitelmia, ohjeita tai laitteistoon tulee häiriöitä. Yliprosessoinnissa tai väärässä prosessoinnissa keskiössä on väärä työmenetelmä ja/tai kone, turha ylilaadun tekeminen sekä laadun kriteerit voivat olla puutteellisia ja aiheuttavat tarpeetonta työtä, joka ei tuo asiakkaalle

lisääarvoa. Ylisuuri varasto ja turhat varastoinnit vievät tilaa ja tuovat lisäkustannuksia. Turhat liikkeet tuottavat hukkaa turhissa askeleissa, työkalujen ja laitteiden etsimisessä tai niiden hakemisessa sekä henkilöiden siirtymisissä. Muita käyttämättömiä resursseja voivat olla esimerkiksi koneet, laitteistot ja neliömetrit. Making-do tarkoittaa tilannetta, jossa työtä toteutetaan puutteellisilla aloitusedellytyksillä. Muutosvastarinta tarkoittaa sitä, kun yksilöt tai ryhmät vastustavat ja arvostelevat muutosta tai sen suunnittelua, mikä näkyy heidän käyttäytymisessään. (6, s. 23.)

3.2 Hukan hallinta rakennustyömaalla

Hukan välttäminen vaatii osaamisen lisäksi myös systemaattista, suunnitelmallista sekä ennakkoivaa yhteistoimintaa ihmisten välillä. Tähän tarvitaan myös jokaisen osallisen jatkuvaa parantamista. Hukan hallinnassa keskiössä on tilanteen tunnistaminen, jossa esimerkiksi hukkaa voidaan mitata. Tällöin selvitetään esimerkiksi suunnittelemattomia tuotannon esteitä sekä yksittäisen hukan lajin vaikutuksia.

Hukan havaitseminen ja tunnistaminen ovat Lean-johtamisen kulmakivi, joka edellyttää tarkkaavaisuutta määrittää hukka, tutkia arastelematta hukan lähteet sekä osaamista järjestelmällisten hukan poistamisen menetelmien käyttämiseen. Hukkaa ehkäistään tuotannon tasoittamisella. Prosessi pyritään tasaamaan, jolloin sen tehtävät ja vaiheet etenevät ajallisesti ja sisällöllisesti suunnitellulla tavalla. Tällöin töiden teossa ei tulisi katkoksia, laatuvirheitä eikä muitakaan poikkeamia, vaan työt etenevät vakaasti tasaiseen tahtiin suunnitellulla tavalla. (4, s. 110–111.)

Tällä tutkimuksella pyritään tunnistamaan työmaan hukkaa ja tekemään se mittaamalla näkyväksi. Tämän lisäksi halutaan välttää hukkaa luomalla hyvällä ennakkosuunnittelulla työlle esteettömät edellytykset. Tätä kutsutaan keskittymiseksi työn virtaukseen.

4 RATASILLAT TUTKIMUSKOHTENA

Suomessa suurin osa rautatiesilloista on betonisia. Enimmäkseen sillat ovat vesistöjä ylittäviä ratasiltoja sekä teitä ylittäviä alikulkusilloja. (10.) Ratasilloilla voidaan esimerkiksi poistaa vartioimattomia tasoristeyksiä, mikä parantaa turvallisuutta huomattavasti. Ratasiltaa rakennettaessa täytyy huomioida junaliikenne ja sen aikataulut. Rakentamisen työvaiheet ajoitetaan junaliikenteen mukaan niin, että liikennöidylle radalle on mahdollisimman vähän haittaa.

4.1 Siirtämällä asennettavat ratasillat

Viime vuosikymmenen aikana tunkkaus on yleistynyt siirrettävien siltojen asennusmenetelmänä ratarakentamisessa Suomessa. Siirrettävän sillan rakentamisen aikana junaliikenne voi kulkea normaalisti, sillä silta rakennetaan radan viereen aukean tilan ulottuman ulkopuolelle. Sillan siirron aikana junaliikenne katkaistaan noin 12–50 tunniksi. Liikennekatkon pituus riippuu esimerkiksi pohjaolosuhteista. Siirron jälkeen junaliikenne palautuu normaaliksi. Siirtomenetelmässä silta esivalmistetaan raiteen viereen, josta se kokonaisuudessaan nostetaan tai siirretään eli tunkataan oikealle paikalle. (10.) Sillan tunkkauksessa yleensä käytetään siirtorataelementtejä, siirtoratapalkistoa sekä hydraulisia tunkkeja. Silta nostetaan tunkeilla ilmaan maasta ja liu'utetaan palkistoa pitkin oikealle lopulliselle paikalleen.

4.2 Tutkimuskohteet Rajakankaantien ja Yli-Raumon alikulkusillat

Rajakankaantien ja Yli-Raumon alikulkusillat ovat siirrettäviä ratasiltoja. Sillat ovat jännitettyjä betonisia ulokekaukalopalkkisilloja. Nämä tutkimuskohteet valittiin tähän työhön, sillä ne soveltuivat hyvin tutkimusaiheeseen. Kohteet olivat varsin samanlaisella konseptilla toteutettuja hieman eri erityispiirteillä. Silta esivalmistetaan rautatien vieressä, jolloin se saadaan mahdollisimman lyhyellä radan liikennekatkolla tunkattua lopulliselle paikalleen.

Sillat kuuluvat sähköistyshankkeeseen Laurila-Tornio-Haaparanta. Molemmat tutkimuskohteet sijoittuvat samalle rataosalle 521 Laurila–Kolari, välille Laurila–Tornio–Itäinen. Rajakankaantien ali-

kulkusilta sijaitsee Keminmaan kunnassa. Siltapaikan vieressä sijaitseva Luikon tasoristeys poistetaan ja rakennetaan radan alittava Rajakankaantie. Yli-Raumon alikulkusilta sijaitsee Tornion kaupungissa. Siltapaikan vieressä sijaitseva Faarisen tasoristeys poistetaan ja rakennetaan radan alittava Faarientie sekä myös viereiset Åkerin sekä Mäenalaisen tasoristeykset poistetaan. Tasoristeysten korvaaminen alikulkusilloilla lisää turvallisuutta sähköistettävän radan läheisyydessä liikuttaessa. Molemmat sillat toteutettiin yhden rakennuskauden aikana. Hankkeen toteutustapana oli ST-malli eli urakka sisälsi rakennustöiden lisäksi myös suunnittelun.

4.2.1 Tuotannolliset erityispiirteet

Molemmissa kohteissa esivalmistetun sillan siirrossa käytettiin tunkkausmenetelmää. Rajakankaantien sillan siirtomatka oli noin 13 metriä ja Yli-Raumon sillan noin 12 metriä. Yli-Raumon alikulkusillan siirtotyötä varten siirtorata paalutettiin, sillä maaperäolosuhteet olivat perustamiselle huonommat ja alla oleva kallio rikkonaisempaa kuin Rajakankaantien kohteessa. Tästä syystä työmaalla jouduttiin pidempikestoisempiin valmisteleviin töihin. Rajakankaantien alikulkusillan siirto tehtiin maanvaraisen siirtoradan avulla. Tällöin varsinaisen siltapaikan viereen tehtiin tasainen alusta, johon sillan muotti rakennettiin. Muotin alle asennettiin siirtorataelementit siltä osin kuin oli mahdollista. Tämä helpotti ja edesauttoi siirtokatkon työmäärää.

Siirtokatkoihin valmistautuminen aloitettiin hyvissä ajoin. Siirtokatkoa edeltävät työvaiheet täytyi olla koordinaatiossa ja tehtynä. Sillan siirtotyöstä laadittiin riskianalyysi, jossa riskit arvioitiin ja merkittävimmille riskeille laadittiin riskienhallintasuunnitelma. Riskien tunnistamisen jälkeen voitiin tehdä ennakoivasti toimenpiteet varmistaen siirtokatkojen turvallisuus. Toisen sillan siirtokatkossa hyödynnettiin kokemuksia, jotka saatiin ensimmäisen sillan siirtokatkosta.

4.2.2 Aikataulullisesti kriittiset tekijät

Työsuunnittelussa käytettiin yleisaikataulua ja 3-viikkoisaikataulua, jota päivitettiin viikoittain työmaan viikkopalaverissa. Jokaisen radan liikennekatkon aikataulu suunniteltiin erikseen, jotta kaikki suunnitellut työvaiheet saataisiin tehtyä lyhyillä ja vaikeasti saatavissa olevilla radan liikennekatkoilla. Tarkasti aikataulutettuja liikennekatkoja olivat muun muassa paalutus- ja ponttauskatkot, joissa tehtiin ennakoivia töitä sillan siirtokatkoa varten. Ennen kriittisimpiä liikennekatkoja ja sillan

siirtokatkoja pyrittiin pitämään koordinaatiokokous, jossa katsottiin työvaiheet, aikataulu sekä riskit yhdessä. Määrätyssä liikennekatkossa täytyisi saada toteutettua kaikki tarpeelliset työvaiheet niukimmassa mahdollisessa ajassa. Mahdollisimman lyhyellä radan liikennekatkolla minimoidaan haitta radan liikennekäytölle. Tällaiset kohteet ovat hyviä testikohteita tutkia työn virtausta, sillä sillan siirtokatko on lyhyt ja siellä on äärimmäisen vähän aikapuskureita. Jokainen este työn virtauksessa johtaa radan liikennekatkon aikataulullisiin haasteisiin, joista koituu ylimääräisiä kustannuksia. Tutkimuskohteiden liikennekatkojen aikana tehdyissä töissä havaittuja ongelmia käsitellään myöhemmin luvussa 5.1.

Yli-Raumon kohteessa pohjamaan heikko kantavuus edellytti vielä paalutettuja pengerlaattoja sillan molempiin päihin siirtymälaattojen lisäksi. Tämä lisäsi työmäärää ennen siirtokatkoa sekä siirtokatkon aikana. Pengerlaatat valmistettiin työmaalla etukäteen ja niiden perustusten paalutusta pyrittiin tekemään mahdollisimman paljon ennen siirtokatkoa. Tilaaja salli liikennekatkon pidentämisen edellä mainituista syistä. Molempien siltakohteiden suunnitelluissa siirtokatkojen työvaiheiden aikatauluissa tuli yllättäviä muutoksia. Molempien siltojen siirtokatkot saatiin toteutettua hyvissä ajoin ennen siirtokatkon loppumista.

5 HUKAN TUTKIMINEN JA KEHITYSEHDOTUKSET

Tutkimusmenetelmänä käytettiin keskeytyneiden työvaiheiden analysointia. Työmaalla pyrittiin tunnistamaan aloitettuja työvaiheita, jotka olivat syystä tai toisesta jouduttu keskeyttämään. Havainnointia tehtiin koko työmaan ajan. Työvaiheiden keskeytymisen tutkiminen on perusteltua, sillä suunnittelematon työn keskeytys aiheuttaa aina hukkaa. Tässä tutkimuksessa Lean-rakentamisessa käytetty periaate virtaus on keskiössä. Työ ei virtaa suunnitellun mukaisesti, jos se on jouduttu keskeyttämään. Kun keskeytynyt työ aloitetaan uudestaan, aiheutuu lisää hukkaa. Keskeytyneet työvaiheet voivat aloittaa ketjureaktion, jossa meneillään olevan työvaiheen keskeydyttyä siirtyään varalla olevaan työvaiheeseen. Tämä johtaa siihen, että keskeytyneet työvaiheet tarkoittavat varastohukkaa ja ylimääräisiä suojaamistarpeita. Lisäksi alue ei ole käytettävissä muuhun tuottavaan toimintaan ja keskeytys haittaa siten työn tekemistä työmaalla. Tutkimuskohteiden merkittävimpiä havaintoja analysoidaan seuraavassa luvussa.

Keskeytyneiden työvaiheiden analysointi valittiin tutkimuksen menetelmäksi, sillä virtaus on Lean-rakentamisessa keskeinen tavoite. Lean-tuotantoteorian ja havaitun käytännön mukaan sujuvalla virtauksella vähennetään hukkaa. Lean-rakentamisessa tavoitteena on jokaisen työtehtävän jatkuminen keskeytyksettä. Ajattelussa on keskeistä kaikkien prosessien virtaus työvaiheesta toiseen tuottaen maksimaalisen arvon asiakkaalle. Lean-tuotannossa oleellista on töiden sujuvuus jokaisessa työkohteessa työvaiheesta toiseen ilman turhia keskeytyksiä tai hukkaa. (4, s. 137–138.)

5.1 Tehdyt havainnot

Rajakankaantien ja Yli-Raumon kohteille kirjattiin neljä merkittävää hukkaa aiheuttavaa keskeytymishavaintoa ja yhteisiä keskeytyshavaintoja kirjattiin seitsemän. Ensimmäisen sillan siirtokatkon jälkeen tehtiin havaintolista asioista, jotka voitaisiin tehdä toisin tai paremmin toisen siirtokatkon aikana. Esimerkkitapauksissa avataan ja käsitellään keskeisimpiä työmaalta kirjattuja keskeytyshavaintoa. Havainnoista selvitettiin juurisyy 5 x miksi -analyysillä ja tunnistettiin hukan lajit. 5 x miksi -juurisyyanalyysi on työkalu ongelmien syiden ratkaisemiseen kokonaisvaltaisemmin kysymällä ”miksi” riittävän monta kertaa (4, s.132).

Esimerkkitapaus 1: Työt aloitettiin Yli-Raumon kohteessa yksityisteiden rakentamisella. Ajankohta viivästyi, sillä maa-aineksille ei ollut luvallista maanläjitysaluetta eikä yksityisteiden rakentamiselle ollut suunnitelmia. Aloitus viivästyi keväälle keliriksoon, jolloin työtä ei voinut toteuttaa parhaalla mahdollisella tavalla. Maa-aineksille ei ollut luvallista maanläjitysaluetta, joten leikkausmaat päätettiin läjittää kaivetun tienpohjan vierelle. Kaivinkoneen täytyi tulla uudestaan kuormaamaan maat kuorma-auton kyytiin, jolloin kaivinkoneelle syntyi ylimääräistä hukkaa aiheuttavaa työtä. **Juurisyys keskeytykselle:** Teiden rakentamisen suunnitelmien ja luvallisen maanläjityspaikan puuttuminen. Aiheutunut hukka: Töiden viivästyminen, ylimääräinen työ ja ylimääräiset suorat kustannukset.

Esimerkkitapaus 2: Rajakankaantien kohteessa ilmeni ongelmia maanläjitysalueiden kanssa, sillä viereinen alue parin sadan metrin päästä täytyi ja maanläjitys täytyi siirtää noin viiden kilometrin päähän. Traktorit ja dumpperi täytyi vaihtaa näin ollen useampaan kuorma-autoon. Tästä syntyi kaivinkoneelle odottamista, sillä kuorma-autoja ei saatu tarpeeksi ajoon, jolloin työ olisi ollut sujuvaa ja kaivinkone ei olisi joutunut odottamaan. **Juurisyys keskeytykselle:** Logistiikkasuunnitelman puuttuminen työsuunnitelmasta. Aiheutunut hukka: Tuottamaton työ ja ylimääräiset suorat ja välilliset kustannukset.

Esimerkkitapaus 3: Rajakankaantien alikulkusiltaa alettiin toteuttamaan ensimmäisenä. Paalut jouduttiin poraamaan ennen tilaajan hyväksymiä suunnitelmia, sillä paalutukselle oli sovittu liikennekatko jo etukäteen. Liikennekatkot ovat harvassa ja tämän käyttämättä jättäminen olisi aiheuttanut tulevaisuudessa aikatauluhaasteita. Tilaajan tarkastus katsoi, että alapuolisen kallion rikkonaisuudesta ei ollut riittävää selvyyttä, joten tämä täytyi selvittää jälkikäteen. Suunnittelukokouksissa lopulta päädyttiin, että kairataan viisi metriä jokaisen paalun alapuolelle putki, josta selvitettiin vesimenekikokeella ja kuvauksella kallion laatu. Lopuksi vielä jokaisesta paalusta injektointiin havaitut rikkonaisuudet. **Juurisyys keskeytykselle:** Töiden aloittaminen ilman hyväksytyjä suunnitelmia. Voitaisiin kysyä vielä miksi suunnitelmia ei ollut hyväksytty ajoissa, mutta tutkimuksessa ei haluttu Lean-hengessä etsiä syyllisiä. Aiheutunut hukka: Työvaiheen läpimenoajan ja kokonaisaikataulun pidentyminen sekä ylimääräiset välilliset kustannukset.

Esimerkkitapaus 4: Molempien siltojen siirrossa maan alta kaivetut rata- ja maakaapelit olivat jatkuvasti työnteen edessä, sillä ne olivat niin kireällä, ettei niitä saanut siirrettyä kauemmas pois

edestä. Kaapeleita jouduttiin suojaamaan ja varomaan työn ohessa. Työt keskeytyivät jatkuvasti kaapeleiden ollessa edessä, niitä siirrellessä tai niiden vaurioituessa. Ratakaapeleita ja muita kaapeleita vaurioitui tai katkesi useamman kerran. Ratakaapeleiden kanssa oli vaikeuksia saada ne sillan kannella kulkevaan kaapelikanavaan. **Juurisyys keskeytykselle:** Väärä oletamus siitä, että kaapelit eivät olisi työn edessä. Aiheutunut hukka: Työvaiheen läpimenoajan pidentyminen ja ylimääräiset suorat ja välilliset kustannukset.

Esimerkkitapaus 5: Ensimmäisellä sillan siirtokatkolla aikaa kului huomattavasti myös siihen, kun suurin osa siirtokatkon työntekijöistä eivät olleet tehneet tällaista sillan siirtoa. Kokemattomat työntekijät tarvitsivat jatkuvasti ohjausta kokeneimmilta sekä työt edistyivät suunniteltuun aikatauluun nähden hitaammin. Vaikeissa tilanteissa epätietoisuus ja ongelmanratkaisukyky hidastivat myös työn etenemistä. Työ ei virrannut suunnitellusti. Työntekijöiden perusteellinen perehdyttäminen tällaiselle kriittiselle työvaiheelle jäi puutteelliseksi. **Juurisyys keskeytykselle:** Koordinaation ja perehdytyksen puutteellisuus. Aiheutunut hukka: Työvaiheen läpimenoajan pidentyminen ja ylimääräiset suorat ja välilliset kustannukset.

Esimerkkitapaus 6: Ennen paalutuskatkoa pidettiin koordinaatiokokous, mutta se ei onnistunut suunnitelman mukaisesti. Koordinaatiokokoukseen ei saatu paikalle kaikkia haluttuja osapuolia sekä kokoukseen suhtauduttiin välinpitämättömästi. Koordinaatiokokouksen epäonnistuttua myös paalutuskatkon koordinaatio jäi puutteelliseksi. Osapuolet eivät jakaneet omia oletuksiaan, joten heillä oli eri tilannekuva. Oletettiin, että kaapelit eivät ole paalutuksen edessä, mutta kuitenkin kaapeli vaurioitui. Oletettiin, että pienemmällä paalutuslaitteella saadaan paalut lyötyä kallioon asti, mutta työ jouduttiin kuitenkin keskeyttämään ja tilalle tuotiin suurempi ja tehokkaampi paalutuslaite. **Juurisyys keskeytykselle:** Puutteellinen koordinaatio paalutuskatkolla. Aiheutunut hukka: Työvaiheen läpimenoajan pidentyminen, ylimääräinen työ ja ylimääräiset suorat ja välilliset kustannukset.

Kirjattujen keskeytyneiden työvaiheiden analysoinnin jälkeen voitiin todeta, että työvaiheiden suunnittelu ei ollut kunnossa ennen töiden aloittamista. Ongelmat koituivat siis erilaisista puutteista aloitusedellytyksissä, vääristä oletuksista tai työmaan koordinaation puutteesta. Suurimmat hukat olivat olleet hallinnassa, mikäli aloitusedellytykset olisivat olleet kunnossa ennen töiden aloitusta.

5.2 Lean-rakentamisen periaatteiden mukainen työn virtauksen hallinta

Työn tavoitteeksi asetettiin löytää keinoja hukan vähentämiseen. Tehtyjen havaintojen ja niiden analysoimisen jälkeen päädyttiin laatimaan hallintamenettely tunnistetuille ongelmille. Hallintamenettelyn teoriataustassa tukeuduttiin Sven Bertelsenin ja Lauri Koskelan tutkimukseen virtauksesta. Heidän tutkimuksessansa perehdytään seitsemään kovan virtauksen lajiin, jotka ovat tieto, tuotantolaitteet, materiaalit, resurssit, työvaiheiden virtaus, olosuhteet ja turvallinen toimintaympäristö. (11.) Tähän Bertelsenin ja Koskelan tutkimukseen on otettu mukaan myös Pasquiren kahdeksas virtaus, joka on jaettu yhteinen ymmärrys. Pasquiren virtausta kutsutaan pehmeäksi virtauksen lajiksi. (12.) Näiden edellä mainittujen virtaustekijöiden jatkuvuus täytyy varmistaa.

National Highways on allianssityömaillaan ottanut käyttöön Lean-rakentamisen periaatteet 2010-luvulla. He ovat työmaakäytännöissään tukeutuneet mainittuihin teorioihin kehittäessään hallintamenettelyyn erilaisia malleja ja työkaluja. Heillä on esimerkiksi M6 J21 Smart motorway -projektillaan käytössä hyödyllinen käytäntö aloitusedellytyksien varmistamiseen, jota kutsutaan DRAMPPSS-*taulukoksi*. DRAMPPSS-*taulukko* on osa suurempaa ATOP-konseptia, jossa National Highways keskittyy virtauksen hallintaan. ATOP-konseptissa on tarkoituksena hallita oletukset (Assumptions), riskit (Threats), mahdollisuudet (Opportunities) sekä aloitusedellytykset (Prerequisites). ATOP-konsepti saa siis nimensä näistä mainituista tutkittavista asioista. Alla olevassa DRAMPPSS-*taulukossa* (*taulukko 1*) keskitytään hallitsemaan aloitusedellytykset eli suunnitelmat, henkilöresurssit, alueen hallinta ja pääsy alueelle, materiaalit ja esivalmisteet, tuotantolaitteet, luvat ja valtuudet, työturvallisuus sekä yhteisymmärrys ja tilannekuva. National Highwaysin DRAMPPSS-*taulukkoa* analysoimalla kehitettiin oma *taulukko* työvaiheiden aloitusedellytyksien hallintaan, joka esitellään seuraavassa luvussa ja liitteessä 1. (13.)

*TAULUKKO 1. National Highwaysin käyttämä DRAMPPSS-*taulukko* (13, s. 29)*

Time	D	R	A	M	P	P	S	S
	Design	Resources	Access	Materials	Plant	Permits	Shared Understanding	Safety
Monthly	1 TOs	5 Personnel/ Resources	6 TM	8 MARs	10 Plant deliveries	13 Enviro & Ecology	16 Site Visit	14 RAMS fit for purpose
	2 RFIs		7 Roadspace Secured	9 Materials on Site	11 CCTV		17 Area Team req's / OD maintenance interface	15 TW req's
	3 ITPs				12 Preventative Maintenance Schedule		18 Stakeholder Engagement	60 Width of safe working area
	4 Survey Info						59 Contract	
Weekly	19 Setting Out in Place	1 Personnel/ Resources	23 Workspace & Access Acceptable	27 Logistics for Delivery	31 Plant on Site	35 Confined Space	16 Site Visit	14 RAMS
	20 ITP Check Sheets Prepped	22 Supervision/ Engineering	24 Interface with other trades	28 Storage & Laydown	32 Plant Contingency	36 Hot Works	45 Ground Conditions Checked	
	21 Machine Control Data		25 7 Day Weather Check	29 Material Spec Check	33 Lift Plans	37 Isolation	46 Works Examiner Req's	
			26 Weather Contingency	30 Testing Schedule	34 Plant Inspections	38 MEWP	47 Predecessor on track	
						39 TW		
						40 Defects		
						41 Noise		
Daily	48 Correct Info to Build	49 Labour Contingency Plan	52 Safe Access	54 Material Available	34 Plant Inspections	56 Permits	58 Next Customer req's	57 POWRA
		22 Supervision/ Engineering	53 24 hr Weather Check	28 Storage & Laydown	55 Small Tools Check			
		50 Right People/ Skills						
		51 Gang Size						

Keskeytyshavaintoja tutkimalla huomataan aloitusedellytysten puutteellisuus sekä työn virtaamattomuus, jotka aiheuttivat merkittävimmät hukkaongelmat työmailla. Yllä mainitut teoriat ja niistä johdettu National Highwaysin käytäntö keskittyvät juuri näihin työn virtauksessa havaittuihin ongelmiin, työvaiheiden aloitusedellytyksiin sekä koordinaatioon, joihin jokaisella työmaalla tulisi kiinnittää huomio. Hallintasuunnitelma parantaa työmaalla työn sujuvaa virtausta jokaisen työvaiheen aloitusedellytysten varmistamisella. Hallintasuunnitelmassa seurataan kuukausi-, viikko- sekä päivätasolla työmaan tilannekuvaa. Aloitusedellytysten seuraamiselle voitaisiin ottaa hallintasuunnitelman avulla systemaattisempi lähestymistapa käytännössä, jossa seurataan näiden kahdeksan virtauksen toimintaa jatkuvasti.

Lopuksi kaikki kulminoituu siihen, että jokaisen työmaalla olevan täytyy tiedostaa ja ymmärtää, mitä on tekemässä ja miksi. Tämä on esimerkiksi Lean-rakentamisessa käytetyn gemba-kävelyn keskiössä. Gemba-kävelyssä työnjohtaja menee työmaalle jalan ja varmistaa tärkeimpien käynnissä olevien työvaiheiden etenemisen kyselemällä työntekijöiltä sekä havainnoimalla erityisesti hukkaa ja ongelmia. (4, s. 215.) Gemba-kävelyä voitaisiin hyödyntää hallintasuunnitelman läpikäymisessä, jossa voidaan konkreettisesti paikan päällä käydä varmistamassa työvaiheen aloitusedellytykset. Tätä voitaisiin käyttää myös päivittäisjohtamisessa, jossa tarkoituksena olisi hyvä tiedonkulku ja kokonaisuuden ymmärtäminen. Yhdessä keskityttäisiin työn virtaukseen sekä poistamaan työn esteet ja hukka.

5.3 Lean-periaattein tehty tuotantosuunnitelma

Hallintasuunnitelman periaatteena on auttaa koordinoimista työmaalla. Sitä läpikäymällä voidaan heti havaita seuraavana aloittavan työkohteen puuttuvat aloitusedellytykset. Hallintasuunnitelma on työnjohdon apuväline työn virtauksen varmistamiseen. Se toimii tarkistuslistana tilannekuvan muodostamiseen. Kun työmaalla siirytään työvaiheesta toiseen, voidaan hallintasuunnitelmasta tarkistaa, että työkohteen aloitusedellytykset eli suunnitelmat, henkilöresurssit, alueen hallinta ja pääsy alueelle, materiaalit ja esivalmisteet, tuotantolaitteet, luvat ja valtuudet, työturvallisuus sekä yhteisymmärrys ja tilannekuva ovat kunnossa.

Hallintasuunnitelma tehdään työkohteessa työskentelevän kokeneen ryhmän kanssa. On tärkeää, että ryhmässä on tilanteen mukaan oikea suhde kokemukseen, jolloin heillä on tieto ja taito tietyn työkohteen hallintasuunnitelmaa tehdessä. Hallintasuunnitelmaa tehdessä voidaan hyödyntää esimerkiksi dokumenttiarkistoa, joka kertyy edeltäviltä työmailta jääneistä vanhoista hallintasuunnitelmista. Kattava kokoelma työn virtauksen esteitä ja vanhoja suunnitelmapohjia toimivat hyödyllisinä työkaluina tuleville työmaille. Tällainen konsepti ohjaa miettimään työn esteitä eri näkökulmista.

Hallintasuunnitelmaa voidaan hyödyntää esimerkiksi säännöllisissä työnjohtopalaverissa ja töiden koordinaatiokokouksissa, joissa käydään läpi seuraavaa työvaihetta. Hallintasuunnitelmaa yhdessä läpikäydessä voidaan huomata, jos jokin työkohteen aloitusedellytyksistä ei ole valmiina tai työlle on jokin este. Koordinaatiokokouksessa tarkoituksena on käydä vielä kerran läpi oleellisten osapuolten kesken työvaiheiden rajapinnat. Lopettavalla ja alkavalla työvaiheella olisi aikaa reagoida toistensa oletuksiin käymällä ne läpi kokouksessa. Oletuksien kommunikointi on äärimmäisen tärkeää. Väärät oletukset sekä siirtymärajojen oletuksien kommunikoinnin puutteellisuus aiheuttavat ongelmia työmaalla. Esimerkiksi suunnittelija voi olettaa kalliopinnan tason suunnitelmassaan, mutta työmaalla se todetaankin olevan korkeammalla. Heräte työmaalta ei kantaudu suunnittelijalle, jos oletusta ei ole kommunikoitu.

Hallintasuunnitelmaa voidaan käyttää myös viikkopalaverissa ja 3-viikkoissuunnitelmaa laadittaessa, jolloin työn esteitä ja aloitusedellytyksiä lähestytään ennakoiden työsuunnittelussa. Kun koko työryhmä käy läpi hallintasuunnitelmaa, sitä katsotaan laajasti monesta eri näkökulmasta. Hallintasuunnitelman voi esimerkiksi tulostaa toimiston seinälle, jolloin se on koko ajan kaikkien näkyvillä. Työvaihekohtainen hallintasuunnitelma on aloitusedellytysten tilannekuva ja sen periaate ilmenee

alla olevista taulukoista. Jokainen työvaihe on vastuutettu ja aikataulutettu. Työvaiheiden aloitusedellytysten tilannekuvasta jokainen näkee heti, mitä on tekemättä, jotta työvaihe voi käynnistyä. Tämä on osa visuaalista johtamista, jolloin yleisesti toiminta tehostuu, kommunikaatio paranee ja virheet sekä väärinkäsitykset saadaan minimoitua. Taulukon myötä esimerkiksi myös jatkuva informaation jakaminen jokaisen työvaiheen aikana ja yhteinen tilannekuva paranevat. Työn tuloksena aikaan saatu esimerkki aloitusedellytysten hallintasuunnitelmasta yhdistettynä tilannekuvaan on tämän työn liitteenä (liite 1).

Yhteisymmärrys on tärkeää kaikkien osapuolten kesken. Yhteisymmärrykseen ja tilannekuvaan kuuluvat tehdyt oletukset, riskit, mahdollisuudet sekä aloitusedellytykset. Tehdyistä työn kannalta kriittisistä oletuksista täytyy jakaa tieto muiden osapuolten kanssa. Tämä tarkoittaa suunnittelijan, urakoitsijan ja tilaajan välistä koordinaatiota oletuksista. Lukematon määrä väärin oletuksien takia tapahtuvia virheitä voitaisiin poistaa esimerkiksi läpikäymällä ne joko kuukausi-, viikko- tai päivätasolla koordinaatiokokouksissa. Koordinaatiokokouksissa, missä yhteistä ymmärrystä jaetaan, käydään läpi koordinaatiokonseptin mukaisesti oletukset, riskit, mahdollisuudet sekä aloitusedellytykset. Tämä poistaisi sen ongelman, että tilannekuva päivittyisi liian myöhään. Eri osapuolten välinen oletusten, riskien, mahdollisuuksien sekä aloitusedellytysten jatkuva päivittäminen ja tilannekuvan jakaminen ovat ensiarvoista yhteisymmärryksessä ja sujuvassa yhteistyössä. Yhteisymmärrys ja tilannekuva ovat äärimmäisen oleellinen osa siihen, miten aloitusedellytysten tilannekuva kehittyy. Kun yhteisymmärrystä ja tilannekuvaa käydään läpi, katsotaan koko ajan, miten aloitusedellytykset muuttuvat näiden oletuksien, riskien ja mahdollisuuksien kautta. Oletuksien tunnistamisen systematiikka tunnistettiin jatkokehitystarpeeksi.

Hallintasuunnitelma tehdään erikseen jokaiselle työkohteelle kuten tässä tapauksessa siirrettävälle ratasiltatyömaalle. Hallintasuunnitelma pyrittiin pitämään mahdollisimman selkeänä ja yksinkertaisena muistilistana. Aloitusedellytyksien aiheet ylärivillä sekä aikamääreet pystyivillä pysyvät samana, mutta tarkistettavat asiat vaihtuvat eri työkohteissa. Hallintasuunnitelmassa työkohteiden aloitusedellytysten hallinta keskittyisi enemmän viikko- ja kuukausitasolle. Oleellisin suunnittelu sijoittuisi kuukausitasolle ja sen toteutus sijoittuisi viikko- ja päivätasolle. Kuukausitason suunnittelulla täytyisi olla selvillä tilannekuva. Päiväkohtaisesti johtaminen olisi enemmän tiedon jakamista osapuolelta toiselle sekä päivän työvaiheiden läpikäyntiä.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda selkeä ja helppokäyttöinen ohje työnjohtajille, jota voidaan käyttää apuna tulevissa samankaltaisissa hankkeissa. Tavoitteena oli selvittää, mistä hukkaa aiheutuu siirrettävän ratasillan työmaalla. Työn tavoitteena oli löytää keinoja hukan vähentämiseen. Teoriaosassa perehdyttiin hukkaan, Lean-rakentamiseen ja siirrettäviin ratasiltoihin. Tarkemmin perehdyttiin tutkimuskohteisiin, jotka olivat Rajakankaantien ja Yli-Raumon alikulkusillat.

Kesän aikana työmailta kirjattuja havaintoja sekä muistiinpanoja tutkittiin ja niistä tuotiin esille muutama merkittävä työvaiheen keskeytymishavainnon esimerkkitapaus. Työssä tunnistettiin esimerkkitapausten juurisyyanalyysin avulla monia hukan lajeja, joista yleisimpiä olivat työvaiheen läpimenoajan pidentyminen ja ylimääräiset kustannukset. Esimerkkitapausten analysoinnin jälkeen havaittiin työvaiheiden aloitusedellytysten puutteellisuus. Aloitusedellytysten varmistaminen ennen työvaiheiden aloitusta vähentäisi huomattavasti hukkaa.

Tutkimuksessa havaittiin, että merkittävin hukka syntyy työn ja tiedon virtauksen ongelmista. Jotta hukka saataisiin eliminoitua tai vähennettyä, täytyy yksittäisten työvaiheiden sijasta tarkastella koko prosessia. Tällöin jokaisesta työvaiheesta toiseen virtauksen täytyy olla esteetön. Virtauksen hallintaan todettiin hyödyllisiksi konsepteiksi Bertelsenin ja Koskelan tutkimus virtauksesta, Pasquiren teoria kahdeksannesta virtauksesta sekä National Highwaysin kehittämät Lean-käytännöt. Näitä Lean-rakentamisen periaatteiden mukaisia konsepteja hyödyntäen laadittiin hallintasuunnitelma virtauksen hallintaan työn aloitusedellytysten varmistamisella.

Tässä työssä kehitettiin toimintasuosituksia ja kehitysehdotuksia, joilla työn virtaus saataisiin varmistettua ja hukkaa vähennettyä. Kehitysehdotusten toteuttaminen vaatii koko työryhmän yhteisymmärrystä, sujuvaa yhteistyötä sekä yhteistä koordinaatiota. Opinnäytetyön tuloksia voidaan hyödyntää tulevilla samankaltaisilla ratasiltatyömailla. Tässä työssä kehitettyä hallintasuunnitelmaa voidaan jalostaa kaikenlaisille työmaille. Hallintasuunnitelman avulla työmaalla voidaan aloitusedellytysten ja tilannekuvan tarkistamisella päästä vähentämään hukkaa. Hukan tunnistaminen ja poistaminen on yksi Lean-ajattelun kulmakivistä. Se ei ole yksinkertaista, eikä se pääty koskaan.

LÄHTEET

1. GRK 2023. Konserni. Hakupäivä 26.3.2023. <https://www.grk.fi/konserni/>.
2. RIL 2023. Vuoden silta. Hakupäivä 26.3.2023. <https://www.ril.fi/fi/alan-kehitys/rilin-palkinnot/vuoden-silta.html>.
3. LCI Finland 2023. Mitä on Lean rakentaminen. Hakupäivä 3.4.2023. <https://lci.fi/lean-rakennus-alalla/mita-on-lean-rakentaminen/>.
4. Salminen, Juha 2021. Lean rakentamisessa. RIL 276-2021. RIL ry.
5. LCI Finland 2023. Hakupäivä 2.4.2023. <https://lci.fi/>.
6. Merikallio, Lauri 2022. Lean-rakentamisen 6 periaatetta: Keskeiset menetelmät ja työkalut. Lean ja vihreä siirtymä -työpaja 30.11.2022. Rain3 aineistot. LCI Finland 2023. Verkkoaineisto. Hakupäivä 3.4.2023. <https://lci.fi/wp-content/uploads/2022/12/Lean-rakentamisen-6-periaatetta.pdf>.
7. Seppänen, Olli, Lehtovaara, Joonas 2019. Tahtituotanto rakentamisessa. Tahtituotanto teema-työpajapäivä 2.10.2019. Rain2 aineistot. LCI Finland. Verkkoaineisto. Hakupäivä 14.5.2023. http://lci.fi/wp-content/uploads/2019/10/RAIN2_Sepp%C3%A4nen_Lehtovaara_tahtituotanto_rakentamisessa_2.10.2019.pdf.
8. Tahcon 2023. Tahtituotanto. Hakupäivä 28.5.2023. <https://www.tahcon.fi/palvelut/tahtituotanto>.
9. Heinonen, Aleks, Hämäläinen, Rauli 2019. Tahtituotanto-workshop. LCI-Finland Valmennuspäivä 3.6.2019. LCI Finland Oy. Verkkoaineisto. Hakupäivä 28.5.2023. <https://lci.fi/wp-content/uploads/2019/03/Tahtivalmennus-3.6.2019-compressed.pdf>.
10. Erho, Jarmo 2023. TF00BN95 Sillanrakennus 5 op. Opintojakson materiaalit keväällä 2023. Oulu: Oulun ammattikorkeakoulu, tekniikan yksikkö. Hakupäivä 16.11.2023.

11. Lean Construction Institute 2023. Bertelsen, Sven, Koskela, Lauri. Construction beyond Lean: A new understanding of construction management. Verkkoaineisto. Hakupäivä 13.12.2023. <https://leanconstruction.org.uk/wp-content/uploads/2018/09/Bertelsen-and-Koskela-2004-Construction-Beyond-Lean-A-New-Understanding-of-Construction-Management.pdf>.

12. Lean Construction Institute 2023. Pasquire, Christine. The 8th flow – common understanding. Verkkoaineisto. Hakupäivä 13.12.2023. <https://leanconstruction.org.uk/wp-content/uploads/2018/09/Pasquire-The-8th-flow-Common-Understanding.pdf>.

13. LCI Finland 2023. RAIN3-IP4 opintomatka. National Highways England, M6 Junction 21a to 26 Manchester. Yhteenvetoraportti. Hakupäivä 1.12.2023.

ESIMERKKI ALOITUSEDELLYTYSTEN HALLINTASUUNNITELMASTA YHDISTETTYNÄ TI-
LANNEKUVAAN

LIITE 1/1