



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

HUKAN TUNNISTAMINEN JA ELIMINOINTI RAITIOTIETYÖMAALLA

Johanna Leikas

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2018
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Infrarakentaminen



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Infrarakentaminen

LEIKAS, JOHANNA:

Hukan tunnistaminen ja eliminointi raitiotietyömaalla

Opinnäytetyö 53 sivua, joista liitteitä 3 sivua
Huhtikuu 2018

Opinnäytetyö tehtiin Raitiotieallianssille ja toimeksiantajana oli YIT Rakennus Oy, joka on yksi Raitiotieallianssin osapuolista. Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, mitkä aiheuttavat Tampereen raitiotietyömaalla maanrakennuksen osalta hukkaa. Tampereen raitiotien ensimmäisen vaiheen on määrä olla valmis vuonna 2021.

Opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa sellaista tietoa, joka selventäisi raitiotietyömaalla aiheutuvan hukan tunnistamista sekä auttaisi työmaan arjessa tuoden hankkeelle taloudellisia ja ympäristöllisiä hyötyjä.

Tutkimus oli kvalitatiivinen eli laadullinen. Aineistonkeruumenetelmänä olivat haastattelut sekä havainnointi työmaalla. Havainnointia suoritettiin työmaalla työharjoittelun aikana, joka ajoittui toukokuun 2017 ja maaliskuun 2018 väliselle ajalle. Haastatteluita tehtiin seitsemän kappaletta, ja ne toteutettiin henkilökohtaisina ja sähköpostihaastatteluina helmi–maaliskuussa 2018.

Koska hukka aiheena on hyvin laaja, keskityttiin tässä opinnäytetyössä raitiotietyömaan maanrakennustöiden osalta aiheutuvaan hukkaan ja työnjohdon työkaluihin sen vähentämiseksi. Hukkaa ilmenee raitiotietyömaalla monessa vaiheessa. Siksi on hyvin tärkeää, että hukka tunnistetaan heti alkuvaiheessa, jotta hukka ei pääse ketjuuntumaan ja aiheuttamaan liiallisia viivästyksiä. Ketjuuntuminen myös aiheuttaa toissijaisia hukan muotoja.

Opinnäytetyön tärkeimpänä tuloksena huomattiin, että hukan yleisimmät muodot raitiotietyömaalla ovat odotus ja uudelleen tekeminen eli laatuhukka. Näitä hukan muotoja voidaan vähentää niin jokaisen työnjohtajan osalta toimintatavoilla kuin myös projektinjohdon sekä suunnittelun optimaalisella yhteistyöllä.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Engineering
Civil Engineering

LEIKAS, JOHANNA:

Identifying and Eliminating the Waste on a Tramway Work Site

Bachelor's thesis 53 pages, appendices 3 pages
April 2018

This thesis was made for Tampere Tramway Alliance and the principal was commissioned by YIT Rakennus Oy which is one of the partners of the alliance. The purpose of this thesis was to determine the reasons what are the reasons for waste on excavation work on the Tampere tramway work site. The first part of the tramway is scheduled to be ready 2021.

The aim of the thesis was to produce information, which would clarify the process of identifying the waste on the tramway work site and would help in everyday processes bringing economic and ecological savings to the project.

The research was qualitative. Methods to collect the data were interviews and observations on the work site. Observations were done during the training program between May 2017 and March 2018. There were seven interviews done and those were made via email and face-to-face during February and March 2018.

Waste as a topic is very wide so this thesis focused on the waste in connection with the tramway construction and the means of site supervisors to decreasing it. Waste appears in many different stages. For that reason, it is very important to identify it in the very beginning to prevent the waste chaining and causing unwanted delays. Chaining also causes secondary types of waste.

The most common types of waste on associated with tramway construction sites are found to be waiting and defects. These types can be eliminated by improving the working methods of site supervisors as well as optimal co-operation with project management and planning.

Key words: waste, Lean, tramway, alliance

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	TAMPEREEN RAITIOTIEHANKE	7
2.1	Allianssimalli	7
2.2	Raitiotieallianssi.....	8
2.3	YIT Rakennus Oy	10
3	HUKKA JA SEN MUODOT	12
3.1	Lean	12
3.1.1	Resurssi- ja virtaustehokkuus.....	12
3.1.2	Littlen laki	13
3.1.3	Pullonkaulojen laki	13
3.1.4	Vaihtelun vaikutus prosesseihin.....	14
3.2	Hukka.....	14
3.2.1	Odotus	15
3.2.2	Ylituotanto	15
3.2.3	Kuljetus	15
3.2.4	Varastointi	16
3.2.5	Laatuhukka	16
3.2.6	Liike	17
3.2.7	Yliprosessointi	17
3.2.8	Alikäytetyt henkilöstöresurssit.....	17
4	HUKKA RAITIOTIETYÖMAALLA	18
4.1	Työmaalla syntyvä hukka	18
4.1.1	Odotus	18
4.1.2	Ylituotanto	18
4.1.3	Kuljetus	19
4.1.4	Varastointi.....	19
4.1.5	Laatuhukka.....	20
4.1.6	Liike	21
4.1.7	Yliprosessointi	22
4.1.8	Alikäytetyt henkilöstöresurssit.....	22
4.2	Suunnittelun haasteet	22
4.2.1	Yleistä raitiotiehankkeen suunnittelusta	22
4.2.2	Hukan aiheuttajat suunnittelussa.....	23
4.3	Lupa-asiat.....	25
4.4	Hukka projektinjohdon näkökulmasta	27
5	HUKAN KÄSITTELYN TYÖKALUT	29

5.1	Yleistä	29
5.2	Työmaan työkalut	30
5.2.1	Aikataulut	30
5.2.2	Materiaalit ja varastointi	32
5.2.3	Työnteon seuraaminen	33
5.2.4	Kuljetus	33
5.2.5	Työkalut ja välineet.....	34
5.2.6	Varamestat.....	35
5.2.7	Kolmannet osapuolet.....	36
5.2.8	Henkilöstöressit.....	37
5.2.9	Suunnitelmat ja lähtötiedot	37
5.2.10	Liikennejärjestelyt.....	38
5.2.11	Valokuvat	39
5.2.12	Tiedon välitys.....	39
5.3	Suunnittelu	40
5.4	Lupa-asiat ja projektinjohto	42
5.5	Tietojen hallinnan parantaminen.....	43
6	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	45
	LÄHTEET	49
	LIITTEET	51
	Liite 1. Ohje työnjohtajille hukan vähentämiseen	51

1 JOHDANTO

Tampereen raitiotien rakentaminen on aloitettu vuonna 2017 ja ensimmäisen vaiheen on määrä valmistua 2021. Raitiotien rakennustyöt ovat olleet käynnissä noin vuoden verran, joten opinnäytetyön tekeminen aiheesta on ajankohtaista.

Opinnäytetyön tarkoituksena on tunnistaa Tampereen raitiotiehankeella aiheutuvaa hukkaa. Työn tarkoituksena on myös löytää keinoja hukan vähentämiseen. Koska hukka on aiheena hyvin laaja, on tässä opinnäytetyössä keskitytty raitiotietyömaan maanrakennustöiden osalta työmaalla aiheutuvaan hukkaan.

Hukka on työtä, joka ei tuota arvoa asiakkaalle. Tätä työtä tulisi välttää, jotta päästäisiin tehokkaaseen ja kannattavaan työntekoon.

Työn tavoitteena on löytää konkreettisia keinoja, joita raitiotietyömaan työmaalla voidaan hyödyntää sekä työnjohdon että muiden projektissa mukanaolevien kesken. Näiden keinojen avulla työmaan hukkaa on helpompi tunnistaa ja toimintaa kehittää. Myös suunnittelun työmaapalvelujen sekä suunnittelun ja työmaan yhteistyön kehitys ovat työn tavoitteena.

Opinnäytetyön teoriaosuus on kerätty perehtymällä aiheesta kertovaan kirjallisuuteen sekä Internet-lähteisiin. Lean-mallin mukaisesti opinnäytetyön käytännön osuudessa hyödynnettiin hukan määrittämisessä henkilöstöresursseja sekä työmaalta löytyvää tietoa. Hukkaa siis tunnistettiin työnjohtajille, projekti-insinööreille, suunnittelijalle sekä projektipäällikölle tehdyin haastatteluin sekä havainnoimalla työmaalla.

2 TAMPEREEN RAITIOTIEHANKE

2.1 Allianssimalli

Toteutusmuoto, jossa hankkeen eri osapuolet solmivat yhteisen sopimuksen ja muodostavat allianssin, kutsutaan allianssimalliksi. Hankkeen eri osapuoliin kuuluvat tilaaja, suunnittelijat, urakoitsijat sekä mahdolliset materiaalitoimittajat. (Yli-Villamo & Petäjäniemi 2013, 57) Allianssi on siis yhteinen organisaatio, joka yhdessä toteuttaa sovitun allianssiurakan.

Allianssimallissa hankkeen riskit ja hyödyt jaetaan osapuolten kesken sovitulla tavalla. Tämän toteutusmallin peruseriaatteita ovat avoimuus, luottamus, yhdessä sovittu riskien jako, syyttelemättömyys sekä yhteinen päätöksenteko. (Yli-Villamo & Petäjäniemi 2013, 57)

Allianssimalli on saanut alkunsa Pohjanmeren öljynporauslauttojen rakentamisen yhteydessä, kun riskien ja avaintulosten jakamisella huomattiin päästävän parhaisiin tuloksiin. Toteutusmallia on ensimmäisen kerran sovellettu infra-alalle Australiassa 1990-luvun lopulla. Aiemmin rakennushankkeet olivat olleet riitaisia ja niissä oli päädytty monesti loppujen lopuksi oikeuteen. Nykyäänkin Australiassa ja Uudessa-Seelannissa tehdyt haastavat ja monimutkaiset allianssihankkeet antavat kannustavia tuloksia. (Yli-Villamo & Petäjäniemi 2013, 57–58)

Suomessa VTT on toteuttanut laajan selvityksen allianssimallista vuonna 2007 ja tämä selvitys antoi paljon tietoa allianssin käyttöönottoon, mutta silti ensimmäisen allianssihankkeen valmistelu aloitettiin vasta vuonna 2010 Liikenneviraston toimesta. (Yli-Villamo & Petäjäniemi 2013, 58)

Allianssimallin tarkoituksena on parantaa rakentamisen tuottavuutta, muuttaa rakentamisen toimintakulttuuria avoimemmaksi sekä pyrkiä nopeampaan, laadukkaampaan ja edullisempaan lopputuotteen valmistukseen, kuin myös kehittää innovatiivisuutta ja osaamista. (Yli-Villamo & Petäjäniemi 2013, 57)

Allianssin osapuolet laativat yhdessä hankkeen kustannusarvion kehitysvaiheessa ja tälle kustannusarviolle suoritetaan luotettavuusanalyysi käyttäen sovittua kustannusanalyysimenetelmää, esim. Monte Carlo -analyysia. Kustannusarvion perusteella sovitaan tavoitekustannus yhteisesti kehitysvaiheessa. Tavoitekustannuksessa on kustannusarvioon lisätty osapuolikohtaiset palkkiot sekä kustannusarvion ulkopuolella olevat, yhteisesti sovitut riskivaraukset. (Yli-Villamo & Petäjäniemi 2013, 59)

Allianssi toteutusmallina soveltuu erityisesti hankkeisiin, jotka ovat merkittävän isoja, sisältävät riskejä ja tarvitsevat varmuutta kustannusten hallintaan. Myös hankkeissa, joissa läpimenoaika on tärkeä, hanke on vaativa ympäröivän liikenteen tai asutuksen vuoksi, voidaan käyttää allianssimallia. Toteutusmalli on käypä myös paljon tekniikkalajeja tai kokonaisuusvaihtoehtoja sisältäviin hankkeisiin, joissa voidaan saavuttaa hyviä tuloksia yhteistyöllä. (Yli-Villamo & Petäjäniemi 2013, 58)

Raitiotiehanke täyttää kaikki kyseiset soveltuvuuskaavat, joten allianssimalli soveltuu hyvin tämän kaltaiseen projektiin.

2.2 Raitiotieallianssi

Raitiotien valmistelu aloitettiin Tampereella 16.6.2014, kun kaupunginvaltuusto hyväksyi raitiotien yleissuunnitelman sekä päätti raitiotien suunnittelun jatkamisesta. Vuotta myöhemmin päätettiin allianssihankeeseen toteutussisällön jakamisesta kahteen osaan. (Tampereen kaupunki 2016a)

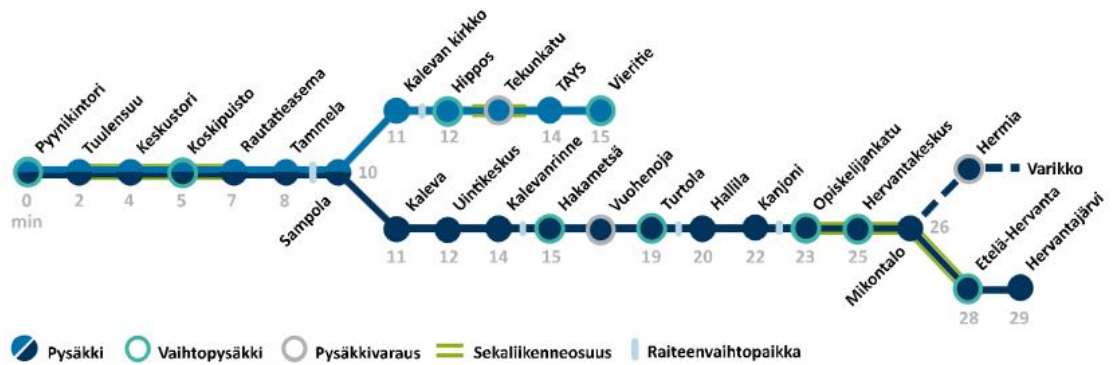
Tampereen kaupunginvaltuusto päätti raitiotien rakentamisesta Tampereelle 7.11.2016 (Tampereen kaupunki 2017). Raitiotie rakennetaan Tampereelle kahdessa vaiheessa. Ensimmäinen osa rakennetaan vuosina 2017–2021 ja se käsittää raitiotien radan Pyynikintorilta itään Hervantajärvelle sekä yliopistolliselle keskussairaualalle (kuva 1). Liikennöinnin on tarkoitus alkaa ensimmäisellä osalla vuonna 2021. Toinen osa raitiotiestä käsittää radan Pyynikintorilta länteen Lentävänniemeeseen (kuva 1). Osa 2 on tarkoitus suunnitella tarkemmin vuosina 2020–2021 ja rakennustöiden käynnistyä heti ensimmäisen osan jälkeen vuosina 2021–2024. Osan 2 rakentamisesta päätetään myöhemmin Tampereen kaupunginvaltuustossa. (Raitiotieallianssi n.d.)



KUVA 1. Raitiotien reitti. Sinisellä vaihe 1 ja violetilla vaihe 2. (Raitiotieallianssi 2018)

Raitiotielinjaston kokonaispituus on 23 km ja raitiovaunujen vuorovälit päiväsaikaan ovat 7,5 minuuttia ja keskustassa 3–4 minuuttia. Ensimmäinen osa käsittää reitistä 15 km ja reitin varrella on 23 pysäkkiä, joista yhdeksän on vaihtopysäkkejä, joilla bussista voi siirtyä suoraan raitiovaunuun sujuvasti. Ensimmäisen vaiheen yhteydessä rakennettavien pysäkkien lisäksi reitin varrella on kolme pysäkkivarausta (kuva 2). (Raitiotieallianssi n.d.)

Ensimmäisen vaiheen alkuperäinen tavoitekustannus on 238,8 miljoonaa euroa ja toisen vaiheen kustannusarvio 44 miljoonaa euroa. Raitiotien rakentamisen yhteydessä raitiotien alta siirretään pois vesi-, viemäri- sekä sähköjohtoja, jotta niiden huolto ja kunnostaminen onnistuisi vastaisuudessa haittaamatta raitiotieliikennettä. (Tampereen kaupunki 2016b, 3)



KUVA 2. Raitiotien ensimmäisen osan linjasto ja matka-ajat. (Tampereen kaupunki 2016b, 7)

Raitiotieinfraan kuuluvat rata, pysäkit sekä varikko. Raitiotieinfran ensimmäisestä toteutusvaiheen suunnittelusta ja toteutuksesta vastaa Raitiotieallianssi. Raitiotieallianssin muodostavat toteutusvaiheessa tilaajaosapuoli Tampereen kaupunki ja palveluntuottaja-osapuolet VR Track Oy, YIT Rakennus Oy sekä Pöyry Finland Oy. (Tampereen kaupunki 2017)

Raitiotiehanke on jaettu alueellisesti viiteen lohkokon. Jokaisella lohkokolla on oma lohko-päällikkönsä ja rakentamistyöryhmänsä. Lohkojen lisäksi organisaatiossa on 12 teknikalajia, jotka ovat maarakennus, johtosiirrot, kadunrakennus, sillat ja taitorakenteet, päällysrakenne, talonrakennus/varikko, sähkönsyöttö, ratajohto, tietoliikenne, vahvavirta, työnaikaiset liikennejärjestelyt sekä liikennevalot, radan turva- ja ohjauslaitteet. (Raitiotieallianssi 2018)

2.3 YIT Rakennus Oy

YIT Rakennus Oy on osa YIT Groupia. YIT Oyj ja Lemminkäinen Oyj yhdistyivät opin- näytetyöprosessin aikana. Sulautuminen rekisteröitiin kaupparekisterissä ja tuli voimaan 1.2.2018. Yhtiöiden liiketoiminta-alueet täydentävät toisiaan sekä parantavat yhtiöiden suhdannekestävyyttä. (YIT Oyj 2018b)

Ennen yhdistymistä YIT toimi Suomessa, Venäjällä, Baltian maissa, Tšekissä, Slovakiassa ja Puolassa (YIT Oyj 2017). Yhdistymisen jälkeen maantieteelliseen toiminta-alueeseen tuli lisäksi Skandinavia ja toimintoihin päällystysyksikkö (YIT Oyj 2018a).

YIT on Suomen suurin asuntojen rakentaja ja markkina-asema on vahva myös Venäjällä, jossa se on suurin ulkomainen asuntorakentaja. Yritys lukeutuu myös Suomen suurimpiin toimitila- ja infrarakentajiin. (YIT Oyj 2017)

YIT Oyj:n liikevaihto oli ennen yhdistymistä vuonna 2016 lähes 1,8 miljardia euroa ja työntekijöitä oli noin 5300 henkilöä (YIT Oyj 2017). Yhdistymisen jälkeen vuoden 2017 yhdistetty vuotuinen liikevaihto oli yli 3,8 miljardia euroa ja työntekijöitä 10 000 (YIT Oyj 2018a). YIT:n osake noteerataan Nasdaq Helsinki Oy:ssä (YIT Oyj 2017).

3 HUKKA JA SEN MUODOT

3.1 Lean

Lean on asiakaslähtöinen prosessijohtamisen malli, jossa yritystä ja toimitusketjua tarkastellaan kokonaisuutena. Sen perimmäisenä tarkoituksena on ollut tuotannon nopeuden kasvattaminen, mutta se on mielletty yleisenä hukkan poistomenetelmänä. Lean antaa työkaluja löytää prosessin ongelmat ja sitä kautta mahdollistaa työnjohdon ongelmien ratkaisun. (Six Sigma n.d.)

Lean on lähtöisin Toyotan autotehtaalta Japanista 1950-luvulta. Alkujaan se oli käytössä autoteollisuudessa, mutta nykyään sitä käytetään lähes kaikilla toimialoilla. Ajattelutapa on sovellettavissa myös yrityksen eri toimintoihin, esimerkiksi myyntiin ja markkinointiin. (Lean Lion 2017)

Leanin ydin on Santorellan (2017, 5) mukaan ihmisissä ja tämä unohdetaan usein tuottavuuden mittausalueissa. Lean auttaa ihmisiä parantamaan työskentelyään ja työilmapiiriä yhteistyöllä, tiedon jakamisella ja toisten auttamisella.

3.1.1 Resurssi- ja virtaustehokkuus

Resurssitehokkuus on yleinen tehokkuuden muoto. Organisaatiot käyttävät erilaisia resursseja toimintojen suoritukseen ja jakautuvatkin erilaisiin toimintoihin resurssien perusteella. Tällä pyritään resurssien tehokkaaseen hyödyntämiseen. Se ei silti riitä, vaan virtaustehokkuuskin tulee ottaa huomioon. (Modig & Åhlström 2016, 15–16)

Virtaustehokkuudessa keskitytään organisaation läpi ”virtaavaan” yksikköön. Yksiköitä voivat esimerkiksi olla teollisuudessa tuotettavat tuotteet tai palvelualalla asiakas, jonka tarpeita tyydytetään. Virtaustehokkuuden avulla nähdään, kuinka paljon virtausyksikkö etenee tiettyä ajanjaksona. Ajanjakso on tarpeen tunnistamisen ja tarpeen tyydyttämisen välinen aika. Tehokasta aikaa on aika, jona virtausyksikkö saa arvoa. Organisaatiota tarkastellessa nähdään, miten hyvin virtausyksiköt ”virtaavat” ja saavat näin arvoa. (Modig & Åhlström 2016, 13–15)

Virtaustehokkuudessa on kyse arvon siirron maksimoinnista ja arvoa tuottamattomien toimintojen vähentämisestä. Tasapainon löytäminen on myös tärkeää, kun tarkoituksena on maksimoida saatu arvo. (Modig & Åhlström 2016, 28–29)

Prosessit ovat joukko toimintoja, jotka yhdessä toimiessaan jalostavat virtausyksiköitä (Modig & Åhlström 2016, 16). Organisaation prosessit muodostavat virtaustehokkuuden ja sen sekä resurssien tehokkaan hyödyntämisen yhdistäminen on vaikeaa (Modig & Åhlström 2016, 16). Tämä tuottaa Modigin ja Åhlströmin (2016, 16) mukaan tehokkuusparadoksin. Heidän mukaansa optimaalista olisi, mikäli päästäisiin sekä hyvään virtaustehokkuuteen että resurssitehokkuuteen. Tällöin läpimenoaika olisi virtausyksiköllä lyhyt ja samalla resurssit olisivat tehokkaasti käytössä.

Prosessien määrittely ei ole yksioikoista. Järjestelmän rajojen määrittely vaikuttaa prosessien lukumäärään kuin myös valittu tarkastelutaso. Organisaation voidaan esimerkiksi katsoa muodostuvan muutamasta pääprosessista, jotka pilkkoutuvat pienempiin yksittäisiin toimintoihin. (Modig & Åhlström 2016, 29–30)

3.1.2 Littlen laki

Littlen lain mukaisesti prosessin läpimenoaikaan vaikuttavat käsiteltävien virtausyksiköiden lukumäärä sekä jaksoaika. Laki osoittaa, että läpimenoaika pitenee, jos virtausyksiköiden määrä lisääntyy. Ollakseen tehokasta täytyy resurssit olla koko ajan käytössä ja virtaustakin tulla. (Modig & Åhlström 2016, 36).

3.1.3 Pullonkaulojen laki

Prosessissa virtaus pysähtyy erinäisiin esteisiin ja nämä esteet aiheuttavat jonoa pullonkaulan tapaan. Pullonkaulat ovat prosessin vaiheita, jotka rajoittavat läpimenoa. Prosessin läpimenoaika siis riippuu siitä prosessin vaiheesta, jossa läpivirtaus on pienintä. Tällaisissa prosesseissa on kaksi ominaispiirrettä; jonoa muodostuu juuri ennen pullonkaulaa ja pullonkaulan jälkeiset vaiheet odottavat vuoroansa. Pullonkaulan jälkeisillä toiminoilla on siis vähemmän tekemistä kuin voisi olla. (Modig & Åhlström 2016, 37–38)

Pullonkauloja syntyy aina uusiin paikkoihin, vaikka niitä saataisiin poistettua resursseja lisäämällä tai toimintoa nopeuttamalla, joten niitä ei voi kokonaan välttää, mutta niitä

voidaan vähentää virtaustehokkuuden saavuttamiseksi. Pullonkauloja syntyy kahdesta syystä; siitä, että prosessit pitää tehdä tietyssä järjestyksessä ja siitä, että prosessissa on vaihtelua. (Modig & Åhlström 2016, 38–39)

3.1.4 Vaihtelun vaikutus prosesseihin

Prosesseissa on aina vaihtelua. Vaihtelun aiheuttajat voidaan jakaa karkeasti kolmeen tekijään: resurssit, virtausyksikkö sekä ulkoiset tekijät. Resursseissa vaihtelua aiheuttaa esimerkiksi konevikot tai hitaat järjestelmät, virtausyksikössä erilaiset vaatimukset ja ulkoisissa tekijöissä kolmansien osapuolien vaatimukset. Vaihtelun määrä lisää läpimenoaikaa ja se kasvaa vaihtelun määrän noustessa ja sadan prosentin käyttöasteen lähetessä. (Modig & Åhlström 2016, 40–41, 44)

Hukka on seurausta virheistä ja vioista, joita vaihtelu aiheuttaa (kuva 3). Täytyy siis vähentää vaihtelua, jotta hukkaa saadaan pienennettyä. Pelkkä hukan poistaminen ei ratkaise tilannetta, vaan hukkaa syntyy aina lisää. (Six Sigma n.d.)



KUVA 3. Vaihtelun vaikutus hukkaan. (Six Sigma n.d.)

3.2 Hukka

Kaikki toiminnot, jotka eivät tuo lisäarvoa, mutta lisäävät kustannuksia, ovat hukkaa. Hukkaa tunnistettaessa täytyy ensimmäiseksi analysoida nykytilannetta ja tiedostaa arvoa tuottava työ, koska kaikki muu on hukkaa. Hukka täytyy myös tuoda esille, jotta se tiedostetaan ja siihen puututaan. (Tuominen 2010, 8)

Yksi hukan tunnistamisen välineistä on kysymys ”miksi?”. Kysymällä tämä tarpeeksi monta kertaa ymmärretään, mistä hukka syntyy kyseisessä työvaiheessa. Välitön ja välillinen työ täytyy tunnistaa sekä yrittää mahdollisuuksien mukaan vähentää välillistä työtä. (Tuominen 2010, 8)

Pitkä läpimenoaika luo toissijaisia tarpeita ja näiden tarpeiden tyydyttämiseksi tarvitaan työtä. Tämän työn suorittaminen voidaan kokea aiheellisena, mutta todellisuudessa kyse on hukasta, sillä, jos alkuperäinen tarve olisi saatu heti tyydytettyä, ei toissijaisia tarpeita olisi alun perinkään tullut. (Modig & Åhlström 2016, 58–60)

Hukan muotoja on Lean-ajattelussa yleensä seitsemän ja esimerkiksi Santorellan (2017, 16–22) mukaan kahdeksan. Santorellan (2017, 16–22) mukaan yleisimmät hukan lajit rakennusalalla ovat määriteltä seuraavana tässä kappaleessa.

3.2.1 Odotus

Tämän tyyppistä hukkaa aiheutuu sekä toimistossa että työmaalla. Odotetaan, että pääset suorittamaan oman työsi jonkun työvaiheen jälkeen, haetaan tietoa, odotetaan materiaalia tai hyväksyntää. Tässä muodossa myös asetettu kiireellisyysaste ja prioriteetti vaikuttavat tehtävien suorittamisen nopeuteen. (Santorella 2017, 21)

3.2.2 Ylituotanto

Tässä hukan lajissa tuotantoa on yksinkertaisesti liikaa. Yleensä syynä ovat puutteellinen suunnittelu tai pelko siitä, että materiaali loppuu kesken. Yleisin ylituotantoa aiheuttava asia toimistossa on liiallinen tiedon tuottaminen ja sen vaatiminen. Informaatiosta kuitenkin vain pieni osa on hyödynnettävissä ja turhan tiedon haaliminen on hukkaa. (Santorella 2017, 16–17)

3.2.3 Kuljetus

Kuljetuksella on iso merkitys kustannuksissa. Kuljetuksen aikana materiaali voi hävitä tai vahingoittua tai se voidaan toimittaa väärään paikkaan, jolloin materiaalia tarvitseva ei sitä saa käyttöönsä ja joutuu sitä etsimään. (Santorella 2017, 17–18)

Toimiston puolellakin informaation säilytys väärässä paikassa vaikuttaa kuljetuksiin ja siirtoihin. Tieto voidaan myös välittää väärälle henkilölle tai se voidaan arkistoida standardien vastaisesti. Hyvä esimerkki tiedon väärästä välityksestä on sähköpostin välittäminen kaikille olettaen, että se löytää oikean henkilön jossain kohtaa. Todellisuudessa viesti jätetään herkemmin huomioimatta, mikäli vastaanottaja näkee olevansa vain yksi monista sähköpostin vastaanottajista. (Santorella 2017, 17–18)

3.2.4 Varastointi

Tämäkin hukan muoto pohjautuu yleisesti ottaen pelolle. Pelätään, että materiaali loppuu kesken ja työntekijät seisovat tyhjänpanttina, koska ei ole materiaalia, millä tehdä. Varastointi on ongelma silloin, kun materiaalia haalitaan liikaa paikan päälle. Liialliset määrät varastoissa tukkivat kulkuväylät tai rasittavat varastotiloja vieden muilta varastoitavilta materiaaleilta tilaa. Osa varastoitavista materiaaleista myös päätyy loppujen lopuksi hyödyttömiksi säilytyksen vuoksi. Last Planner on oiva työkalu saada muuttuvassa ympäristössä tilatut materiaalit paikan päälle juuri oikeaan aikaan (”just in time”), jotta varastointia tulisi mahdollisimman vähän. (Santorella 2017, 18)

3.2.5 Laatuhukka

Aina, kun jotain täytyy korjata ja tehdä uudelleen, muodostuu hukkaa. Tämä on helposti ymmärrettävä ja nähtävä hukan muoto. Virheitä ja uudelleentekemisiä syntyy usein tulkintavirheen tai väärän informaation vuoksi. Syyllistä yleensä myös haetaan koko projektin läpi ja sen jälkeenkin, ja se aiheuttaa omalta osaltaan myös hukkaa. (Santorella 2017, 19–20)

Tiukka aikataulu ja suuret vaatimukset suunnitteluun ja toteutukseen tuovat mahdollisuuksia virheisiin. Kun virheitä ilmaantuu, niin ne yleensä kertaantuvat, jos heti ensimmäisen virheen kohdalla ei oteta askelta taaksepäin ja korjata sitä sekä suunnitella jatkoa huolellisesti. Tämä tarkoittaa myös sitä, että suunnitteluun kannattaa käyttää enemmän aikaa ennen tuotannon aloittamista kuin suunnitella työn tekemisen aikana. Suunnittelun ja päätösten lykkääminen myöhempisiin vaiheisiin lisää kustannuksia ja rasittaa työntekijöitä. Työn mielekkyys on suuri tekijä työntekijän viihtyvyydessä ja sitoutumisessa. (Santorella 2017, 19–20)

3.2.6 Liike

Mitä enemmän työmaalla liikutaan ja haetaan esimerkiksi tavaroita, sitä enemmän hukkaa on. Myös tiedon siirtyminen digitaaliseen muotoon on valitettavasti lisännyt osaltaan hukkaa eikä vähentänyt sitä. Santorella käyttää esimerkkinä tiedostoa, jota haetaan tunnin ajan tietokoneelta. Samassa ajassa olisi kävellyt noin viisi kilometriä (3 mailia), ja jos sellainen matka pitäisi aina kävellä saadakseen tietoa, olisi keinot kävelyn eliminomiseksi jo keksitty. (Santorella 2017, 20)

3.2.7 Yliprosessointi

Kaikki työ, mikä tuo kustannuksia mutta ei lisäarvoa, on hukkaa (Tuominen 2010, 8), joten myös yliprosessointi on hukkaa. Silloin, kun tehdään enemmän kuin sopimuksessa on sovittu ja asiakas ei arvosta lisätyötä, on kyse hukasta. Prosessihukkaa aiheutuu usein siitä, että ei ymmärretä sopimuksen laajuutta tai halutaan miellyttää asiakasta liikaa. Myös pelko ajaa yliprosessointiin; pelätään, ettei asiakas ole muuten tyytyväinen ja seuraavalla kerralla tilaa palvelun joltain muulta tuottajalta. (Santorella 2017, 20)

3.2.8 Alikäytetyt henkilöstöresurssit

Tämä ei kuulu alkuperäisiin Leanin hukan syihin, mutta on Santorellan mukaan suurin rakennusalan hukan lähde. Oletetaan, että muut ihmiset eivät suhtaudu yhtä intohimoisesti asiaan ja heiltä ei kysytä mielipidettä, miten asia voitaisiin tehdä paremmin. Tietoa ja luovuutta löytyy työmaalta ja muilta ihmisiltä todella paljon, joten tätä innovatiivisuutta olisi syytä hyödyntää. (Santorella 2017, 21–22)

4 HUKKA RAITIOTIETYÖMAALLA

4.1 Työmaalla syntyvä hukka

4.1.1 Odotus

Raitiotietyömaalla syntyy jokaista hukan lajia. Kuitenkin työmaalla helpoiten havaittava ja ulkopuolisellekin selvä hukan laatu on odotus. Odotetaan työmaalla materiaalia, kolmannen osapuolen toimia, suunnitelmien valmistumista ja päätösten tekemistä.

Odotusta aiheutuu työmaalle myös maasta löytyvistä yllätyksistä, esimerkiksi kalliosta tai pilaantuneista maa-aineksista. Mikäli tehtyjen maaperätutkimusten mukaan kaivantaja kaivaessa ei pitäisi kalliota tulla vastaan, ei sitä ole voitu huomioida aikataulussa tai resursseissa. Louhinnat ovat hyvin aikaa vieviä ja keskeyttävät työt pahimmassa tapauksessa pitkäksikin aikaa.

Hankelaajennukset ja niiden seuranta työllistävät työnjohtajaa paljon. Tämä aiheuttaa odotushukkaa varsinaiselle hankkeelle, koska työnjohtajan täytyy jakaa resursseja moolempiin töihin. Täytyy koko ajan pysyä kärryillä siitä, mitä on kuulunut alkuperäisen hankkeen laajuuteen ja mitkä ovat lisätarpeet. Myös muut resurssit ja tilan ahtaus ovat haasteena hankelaajennusten osalta, kun alkuperäinenkin urakka pitäisi saada tehtyä aikataulussaan. Esimerkiksi Hämeenkadulla on hyvin ahdasta työskennellä, joten resursien lisäys ei välttämättä nopeuta toimintaa, koska tilaa ei yksinkertaisesti ole esimerkiksi monelle kaivinkoneelle ja kuorma-autolle yhdellä pienellä työalueella. (Meskanen 2018)

4.1.2 Ylituotanto

Raitiotietyömaalla ylituotantoa syntyy lähinnä suuresta määrästä tietoa. Työmaalle tulee suunnitelmat, joissa on sellaista ylimääräistä tietoa, jota työmaalla ei siinä vaiheessa vielä tarvita. Suunnitelmista tulisi mahdollisuuksien mukaan olla työmaaversiot ja tarvittavat lisätiedot saatavilla esimerkiksi Google Drivessä. Siellä on myös hyvin paljon sellaista tietoa saatavilla, joka ei rakentajalle ole yleensä ajankohtaista.

4.1.3 Kuljetus

Maanrakennusalalla, ja tässä tapauksessa Raitiotieallianssissa, kuljetus muodostaa suuren osan kustannuksista. Kuljetushukkaa syntyy, kun kuljetetaan vajaita kuormia tai kuljetetaan tavaroita väärin paikkoihin. Myös työmaan sisäiset siirrot ovat turhaa kuljetusta eli hukkaa. Varastointipaikkojen ja murskien etäisyys työmaasta aiheuttaa kuljetusta. Kuljetus on kuitenkin mahdollista saada optimoitua hyvällä suunnittelulla sekä hyvällä lohkojen välisellä yhteistyöllä.

Allianssin yksi toimintaperiaatteista on avoimuus sekä yhteisen hyvän edistäminen, joten sähköpostia lähetetään Raitiotieallianssissa paljon ja monelle vastaanottajalle samanaikaisesti. Kuten aiemmin mainittiin, riski viestin huomiotta jättämiseen on suurempi, kun vastaanottaja näkee olevansa vain yksi monista vastaanottajista. Organisaatiokaavion päivitys ja vastuualueiden pitäminen ajan tasalla voisi vähentää sähköpostitrafiikkaa. Näin viestin lähettäjä voisi heti alun alkaen lähettää sähköpostia suoraan oikealle vastaanottajalle, eikä viestiä monen ihmisen kautta.

Turhaa kuljettamista voidaan vähentää järkevällä varastoinnilla, jolloin kuljetukset vähenvät, mutta varastoinnin määrä lisääntyy.

4.1.4 Varastointi

Ongelman tuottavat kaupunkiympäristössä olevien työmaa-alueiden ahtaudet. Tilaa on muutenkin vähän, joten materiaalit täytyy yleensä tuoda suoraan työmaa-alueelle ja ottaa heti käyttöön. Tarvetta välivarastoinnille pyritään pitämään mahdollisimman minimissä.

Lohkoilla materiaalit pyritään mahdollisuuksien mukaan tuomaan suoraan työmaalle ja rakenteeseen. Tästä hyvänä esimerkkinä on murskeet. Murskeet tuodaan suoraan tässä vaiheessa hankkeen omalta murskalta työmaalle ja käyttöön, jolloin välivarastointia ei tarvita.

Esimerkiksi kaivot on tilattu kaivon-toimittajalta hyvissä ajoin, mutta kaivot on toimitettu kuitenkin kerralla työmaalle, joten tarvetta välivarastoinnille on ollut. Vaikka kuljetus onkin työmaan sisällä sujunut hyvin, ovat kuljetusresurssit sitten aina jostain muusta kuljetuksesta pois.

4.1.5 Laatu hukka

Raitiotietäyömaalla laatu hukkaa syntyy virheistä, joita työn aikana tehdään. Virheitä syntyy yleensä raitiotietäyömaallakin inhimillisistä virheistä. Yksi suuri yksittäinen syy uudelleen tekemisiin on suunnitelmien keskeneräisyys. Koska suunnitelmat saadaan työmaalle vielä keskeneräisinä, suunnitelmamuutokset voivat aiheuttaa jo tehtyyn työhönkin muutoksia. Toki tehdyn työvaiheen luonteen mukaan työmaan ja suunnittelun välillä mietitään, muutetaanko rakenne vastaamaan uutta suunnitelmaa vai korjataanko jo tehty rakenne soveltaen. Esimerkkinä tästä voidaan käyttää Hämeenkadun nupukiveystä sekä liikuntasauvojen sijoittelua suhteessa liikennevalojen silmukoihin. Nupukiveys oli ehditty asentaa ennen kuin tuli päätös asennettavista liikennevalon silmukoista. Mikäli suunnitelmat olisivat olleet valmiit myös näiden osalta, oltaisiin voitu asentaa nupukivet alun perinkin liikuntasauvoja ja silmukoita silmällä pitäen ja siten työ olisi saatu tehtyä kerralla oikein. Näin tämä hukkan laatu olisi voitu poistaa esimerkin työvaiheesta.

Raitiotietäyömaalla on paljon kolmansia osapuolia, joilla on osuutensa kaupungin rakenteissa. Näistä esimerkkinä vesilaitos ja sähkölaitos. Joskus näiden resurssit ovat tiukilla, eikä heidän suorittamiaan töitä välttämättä saada juuri silloin tehtyä, kun työmaa sitä tarvitsisi. Esimerkkinä työmaalla kaivannosta löytynyt iso kaapelinippu, joista vain yksi kaapeli oli käytössä. Näitä kaikkia kaapeleita varottiin koko kaivamisen ja kaivon asentamisen ajan, ja kun työ oltiin saatu tehtyä, vapautui sähkölaitoksen resurssit ja käytössä olemattomat kaapelit saatiin katkaistua. Mikäli aikataulut ja resurssit olisi saatu sovitettua yhteen ja kaapelit katkaistua jo ennen kaivu- ja kaivon asentamistöitä, olisi työtä voinut tehdä nopeammin ja tehokkaammin. (Meskanen 2018)

Työmaalle toimitetuista suunnitelmista osa on keskeneräisiä, joten muutoksia tulee varmasti rakentamisenkin aikana. Suunnitelmat muuttuvat usein ja tarpeet kaivantoon lisääntyvät. Tästä aiheutuu uudelleen tekemistä, kun esimerkiksi kaivantoon laitettujen kaapelinsuojaputkien määrä lisääntyy. Näitä lisäyksiä voi tulla suunnitelmamuutosten tai kolmansien osapuolien vaatimuksesta, esimerkiksi teleoperaattoreiden lisätarpeista.

Suunnittelussa ei aina ole myöskään otettu huomioon olemassa olevien ja uusien linjojen törmäyksiä käytettyjen materiaalien suhteen. Yhtenä esimerkkinä jalallisen betoniputken törmäminen olemassa olevaan rakenteeseen. Betoniputki oli suunniteltu jalalliseksi ja ei

siten mahtunut suunnitellulle reitilleen, vaan putki piti vaihtaa normaaliksi putkeksi ja lisäksi jouduttiin muokkaamaan vanhaa rakennetta piikkaamalla. Myös materiaalien laatuvaatimukset voivat poiketa eri asiakirjoissa, mikä aiheuttaa selvitystyötä työmaalle. (Meskanen 2018)

4.1.6 Liike

Raitiotieallianssissa käytetään suunnitelmien säilytyspaikkana Google Driveä, jonne on jokaisella allianssin työntekijällä pääsy. Suunnittelijat vievät sinne uusimmat suunnitelmarevisiot ja työnjohtajat hakevat tiedon sieltä. Google Driven käyttö tällaisessa isossa projektissa on hyödyllistä, koska suunnitelmat muuttuvat projektin edessä koko ajan ja tietoa on paljon. Haittapuolena ja hukkaa aiheuttavana ominaisuutena on tiedon löytämisen vaikeus. Tieto on kyllä saatavilla, mutta sen löytäminen voi kestää kauan, mistä aiheutuu liikehukkaa. Kansiorakenteet Google Drivessä ovat tavallaan loogiset ja tiedonhallinnan asiantuntijoiden tekemiä, mutta työmaan tarpeita ajatellen ei rakenne välttämättä ole kaikista paras mahdollinen. Kuvassa 4 on esimerkki Google Driven kansiorakenteesta.

Nimi ↑	Omistaja	Muokattu viimeksi	Tiedoston koko
Ho104_01_Selostukset ja taulukot		20.3.2017	—
Ho104_02_Kadun rakennussuunnitelmat		20.3.2017	—
Ho104_03_Geosuunnitelmat		20.3.2017	—
Ho104_04_Ihotosiirtosuunnitelmat		20.3.2017	—
Ho104_05_Työnkäisvel liikennejärjestelyt		20.3.2017	—
Ho104_06_Valmistussuunnitelmat		20.3.2017	—
Ho104_07_Liikennevalossuunnitelmat		20.3.2017	—
Ho104_08_Katumieliosuunnitelmat		20.3.2017	—
Ho104_09_Liikenneohjauksuunnitelmat		20.3.2017	—
Ho104_10_Mittaus_ ja_Suunnittelusaineisto		20.3.2017	—
Ho104_11_Sähkönsyöttöasemat		23.2.2018	—
old		30.5.2017	—
TRT_Ho104_TAS-vaihe_asiakirjaluettelo.xls		19.2.2018	—

KUVA 4. Esimerkki kansiorakenteesta (Raitiotieallianssi 2018, muokattu)

4.1.7 Yliprosessointi

Raitiotietyömaalla yliprosessointia syntyy vaaditun laadun ylittämässä sekä työssä (esimerkiksi liian syvälle menevät massanvaihdot) että materiaalien käytössä. Tästä esimerkkinä voisi olla käytetyn putken kestävyysluokka. Mikäli putken kestävyysluokaksi on vaadittu SN8, niin ei putken kestävyyttä nosteta luokkaan SN16 ilman olennaista syytä.

4.1.8 Alikäytetyt henkilöstöresurssit

Vaikka raitiotien rakentaminen tulee lähes kaikille uutena asiana, on varsinkin maanrakennuspuolella pitkän linjan ammattilaisia. Aina näitä resursseja ei kuitenkaan tajuta käyttää tai sitten henkilöt itsekään eivät pidä osaamisestaan ääntä. Palautetta ja vaihtoehtoisia toimintatapoja kysytään liian harvoin työntekijöiltä ja näin innovatiivisuutta jää turhaan käyttämättä.

4.2 Suunnittelun haasteet

4.2.1 Yleistä raitiotiehankkeen suunnittelusta

Raitiotieallianssissa suunnittelusta vastaavat Pöyry Finland Oy ja VR Track Oy. Opin- näytetyöhön on haastateltu johtosiirtojen tekniikkalajivastaavaa suunnittelijaa Mika Nevalaa, koska johtosiirrot ovat useissa tapauksissa ensimmäiset rakennuskohteet ja ne menevät maassa syvimmälle. Kaivannon syvyys määrittelee sen, millaista tilaa vaaditaan kaivettaessa ja liikennesuunnitelmia tehtäessä, jotta kaivannot voidaan toteuttaa turvallisesti.

Suunnitteluprosessi johtosiirtojen osalta lähtee siitä, kun tiedetään kiskojen sijainti, mitä niiden alle tulee ja minne yhteiskäyttöpylväät sijoitetaan. Näistä tiedoista nähdään, minne raitiotien alla kulkevat vesihuoltoverkostot ja kaapelireitit voidaan ja tulee sijoittaa. Kaivannon syvyyden määrittelyn jälkeen tehdään liikennejärjestelyt ja tässä vaiheessa pitäisi saada työmaalta kommentit työn toteutettavuudesta. Myös täyttöjen syvyydet tulee huomioida, mikäli raitiotielinjaus muuttaa olemassa olevien (mutta ei linjauksen alle jäävien) reittien peittosyvyiksi; reitit eivät saa olla liian syvällä eikä liian vähällä peittosyvyydellä. (Nevala 2018)

Suunnittelutekniikkalajit Raitiotieallianssissa sovitaan yhteen yhteensovituspalaverissa, jotka kutsuu koolle kadun pääsuunnittelija. Yhteensovituksessa kokoonnutaan saman pöydän ääreen ja käydään läpi kadun eri suunnitelmat (johtosiirrot, telesuunnitelmat, tekniset järjestelmät, liikennevalot, valaistus ja päällysrakenteet) sekä tarkistetaan yhteentörmäykset. Esimerkiksi pysäkkisuunnitelmat ovat käyty läpi yhdessä kolmen – neljän suunnittelijan kesken. Nevalan mukaan päivittäinen yhteydenpito toimii suunnittelijoiden välillä hyvin ja yhteydessä ollaan säännöllisesti. (Nevala 2018)

Rakentamisessa tärkeää on huomioida olemassa olevat ja työnaikaiset liikennejärjestelyt. Liikenne tulee raitiotietyömaallakin pääsääntöisesti kulkemaan olemassa olevaa katua pitkin, joten työt täytyy suunnitella toimivan liikenteen ehdoilla. Harvoissa tapauksissa liikenne saadaan ohjattua muuta kautta ja työt tehtyä rauhassa sekä paremmilla mestoilla.

4.2.2 Hukan aiheuttajat suunnittelussa

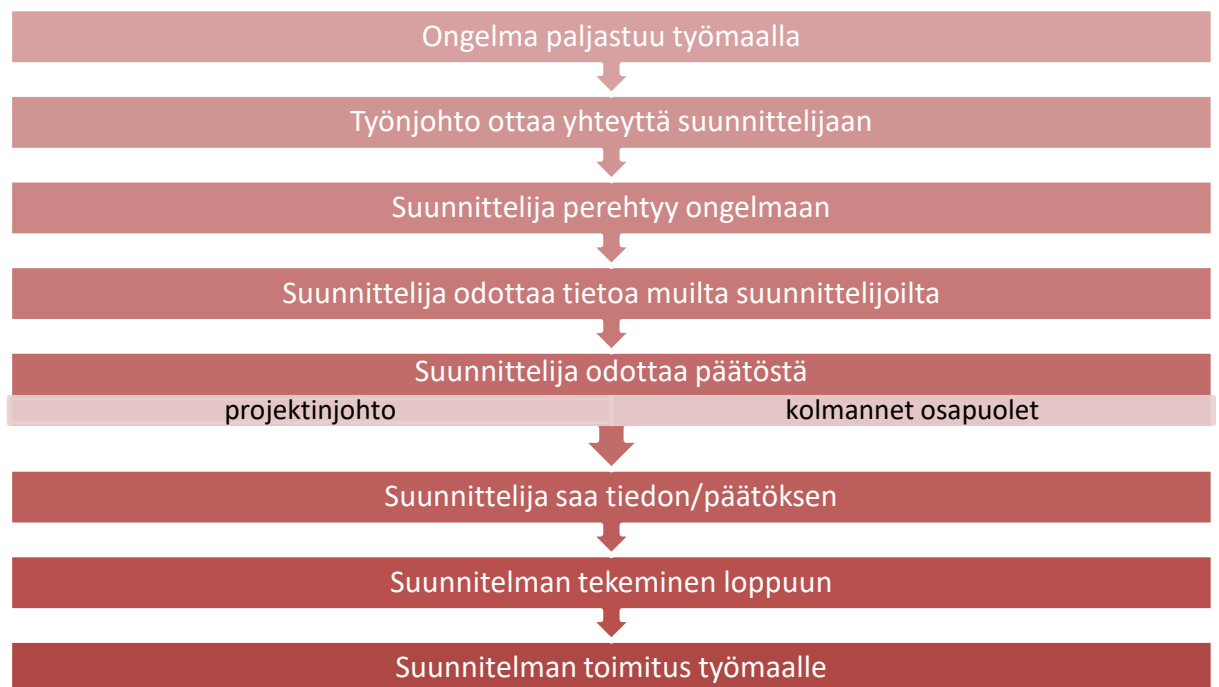
Raitiotieallianssissa paljon hukkaa suunnitteluprosessissa aiheuttaa suunnitelmamuutokset kesken suunnitteluprosessin. Suunnitelmamuutoksia aiheutuu maasta löytyvistä yllätyksistä sekä esimerkiksi kolmannen osapuolen toiveiden muuttumisista. Näiden vuoksi suunnittelun aikataulut muuttuvat ja resursseja täytyy käyttää johonkin osa-alueeseen uudelleen. Yhtenä ongelmana on, että kaikki suunnittelijat eivät pysty tekemään muutoksia saman kohdan tai alueen suunnitelmiin samassa tahdissa, joten tarkastuksia ja yhteensovituksia ei pystytä tekemään ajoissa. Näin ollen aiheutuu uudelleen tekemistä (laatuhukkaa) ja sitä kautta odotusta. Myöskin tiedon löytämisen ketjuuntuminen tulee tässä esille, kun tietoa haetaan muilta suunnittelijoilta, jotka eivät välttämättä voi paneutua asiaan saman tien, vaan vastausta joutuu odottamaan. (Nevala 2018)

Lähtötietoja on ollut raitiotien johtosiirtojen suunnitteluprosessissa rajallisesti saatavilla. Osa lähtötiedoista on myös ollut epäluotettavia ja pitkän etsimisen takana. Esimerkiksi vesihuoltoverkostojen lähtötietokartat eivät ole olleet kaikilta osin ajan tasalla vaan esimerkiksi käytöstä poistettuja putkia on jäänyt aikoinaan merkkäämättä poistetuiksi. Lähtötietojen mukaan olemassa oleva reitti on suunniteltu siirrettäväksi ja kun kyseinen kohta on kaivettu auki, on todettu linjan olevan pois käytöstä. Tästä on siis aiheutunut turhaa suunnittelua, selvittelyä ja suunnitteluresurssien käyttöä. Myös korkotietoja on rajallisesti

ollut saatavilla, ja monet, esimerkiksi tonttiliitokset ovat ilman tarkempia tarke- tai kokotietoja. Tällaisten tietojen etsimistä täytyy punnita ja miettiä, kannattaako niitä edes etsiä suunnitteluvaiheessa, jos tieto on kuitenkin epävarmaa ja tilanne tarkistettava joka tapauksessa työmaalla. Työmaalla selvittävät asiat vaativat resursseja suunnittelupuolella myös sen jälkeen, kun suunnitelmat olisivat valmiit toteutettaviksi. (Nevala 2018)

Tampereen kaupungilla ja Raitiotieallianssilla on omat osin erilliset hankkeensa esimerkiksi Hämeenkadun osuudella. Hämeenkadun reunat suunnittelee kaupungin tilaama erillinen suunnittelija ja raitiotien osuuden Raitiotieallianssi. Näiden lähekkäin olevien hankkeiden suunnitelmien yhteensovitus on ollut haastavaa. Erilliset toimeksiannot ovat aiheuttaneet paljon resurssi- ja aikatauluhukkaa. Esimerkiksi Hämeenkadulla yhden korttelin suunnittelu on vienyt tavanomaista enemmän aikaa. Useamman suunnittelutoimeksiannon kesken olisi monimutkaisessa kohteessa kaikkien osapuolien pitänyt kiinnittää enemmän huomiota suunnitteluprosessin läpivientiin. (Nevala 2018)

Kaaviossa 1 on esitetty työmaalla kohdatun ongelman ratkaisuprosessi pisimmässä mahdollisessa tilanteessa. Prosessissa tulee huomioida, että odotusta aiheutuu koko ajan ja odotus aiheuttaa toissijaisia tarpeita, kuten esimerkiksi varastointia.



KAAVIO 1. Esimerkki prosessista työmaan ongelman tunnistamisesta uuden suunnitelman valmistumiseen.

4.3 Lupa-asiat

Raitiotieyömaalla täytyy ottaa huomioon maankäyttö, ympäristö sekä lupa-asiat. Näiden asioiden huomioon ottaminen ja lupien hankkiminen oikeaan aikaan on tällaisella hankkeella hyvin tärkeää.

Raitiotien rakentaminen on ainutlaatuinen projekti, jossa infrarakentamiseen sekoittuu tavanomaisista infrahankkeista poikkeavia vaatimuksia myös lupa-asioiden saralla, muun muassa tilanteissa, joissa rakentaminen ulottuu katualueiden ulkopuolelle. Täytyy huomioida, mitä kaikkea tarvitaan lupien saamiseksi, kuinka kauan niissä kestää, hankkeen erityispiirteet, voimassa olevien määräysten tulkinta ja noudattaminen sekä ELY-keskuksen rooli. Tulee myös muistaa, että hanke on tavallaan mallihanke allianssimuotonsa ja raitiotien rakentamisen suhteen. Se aiheuttaa painetta toteuttaa hanke entistä paremmin ja on julkisuutensa vuoksi myös monen arvostelun kohteena. (Lehtimäki 2018)

Kaavojen vahvistuminen, lupaprosessit sekä niihin liittyvät riskit ovat Raitiotieallianssissa yksi suuri odotuksen aiheuttaja. Kaavojen vahvistuminen ottaa oman aikansa ja tätä aikaa ei ole otettu kovin hyvin huomioon työsuunnittelussa ja aikatauluissa. Myös sopimusten tekeminen esimerkiksi kiinteistöjen kanssa vie aikaa ja ne tarvitsevat olla tehtyinä ennen, kun töitä voidaan alkaa tehdä kiinteistöjen alueella. (Lehtimäki 2018)

Raitiotien rakentaminen on uutta Tampereella ja näin ollen voi myös olla jossain määrin muutosvastarintaa kiinteistöjen puolelta ja tämä viivästyttää kiinteistöjen kanssa tehtäviä sopimuksia ja oikeutta rakentaa raitiotietä tilanteissa, joissa katualuetila ei ole riittävä raitiotielle ja/tai sen yhteydessä toteutettaville tai muokattaville kevyenliikenteenväylille. Vaikka katusuunnitelma olisi jo hyväksytty, valmiissa kaupunkirakenteessa tulee paikkoja, joissa asioista tarvitsee sopia myös kiinteistöjen kanssa, esimerkiksi kulkurasitesopimuksilla. Tämän viivästymisen aiheuttamaa hukkaa voitaisiin ehkäistä tekemällä kriittisten paikkojen suunnittelu riittävän yksityiskohtaisesti ja hyvissä ajoin niin, että sopimusneuvotteluille on varattu suunnitelmien valmistumisen ja aiotun rakentamisen välille riittävästi aikaa. Vaihtoehtoisesti työkohteiden järjestys pitäisi suunnitella siten, että kohteesta toiseen päästäisiin sujuvasti ja kaikissa kohteissa olisi luvat jo valmiina, kun työt alkavat. Hukkaa on tullut myös siitä, että korvaavan työkohteen lupa-asiat ovat olleet vielä kesken ja sama ongelma siinäkin siis ollut edessä, joten kohteiden työjärjestyksen

miettiminen ja aikatauluttaminen ovat erittäin tärkeitä. Työkohteissa tapahtuvien muutosten vaikutusten arvioiminen tulee ottaa huomioon myös lupanäkökulmasta. (Lehtimäki 2018)

Myös keskeneräiset suunnitelmat ovat tuoneet lupien hakemiseen omat haasteensa. Lupia on täytynyt alkaa hakemaan jo suunnitelmien ollessa vielä kesken, ilman tietoa kaikista kohdan erityispiirteistä, esimerkiksi tarvittavien katualueen ylitysten laajuudesta. (Lehtimäki 2018). Tämä on aiheuttanut hukkaa uudelleen tekemisen muodossa, koska lupia on täytynyt hakea uudelleen tai täydentäen jo haettua lupaa muuttuneen tai valmistuneen suunnitelman mukaisesti.

Raitiotien sähkönsyöttöaseman perustaminen, sen luvat ja prosessi ovat hyvä esimerkki projektissa aiheutuneesta hukasta. Kehitysvaiheen suunnitelmilla ei enää rakennuslupia haettaessa ollut painoarvoa, vaan kaupunkikuvalliset vaatimukset olivat kasvaneet näiden kahden vaiheen välillä. Myöskin osapuolten toisistaan poikkeavat näkemykset ja monen eri suunnitteluosapuolen osuus tehtävään vaikeutti ja hidasti prosessia. Julkisivu- ja pääpiirustukset teki arkkitehtitoimisto, potentiaalinen sähkönsyöttöasematoimittaja rakennesuunnittelun, pohja- ja perustamissuunnitelmat VR Track Oy sekä näiden lisäksi mukana olivat katusuunnittelija, sähkönsyötön suunnittelun tekniikkalajivastaava ja Lehtimäki. (Lehtimäki 2018)

Allianssimalli itsessään ei ole aiheuttanut lupa-asioiden osalta viivästystä tai odotusta, vaan ennemminkin edesauttanut prosessia, koska kaikilla on ollut yhteinen tavoite lopputuloksen ja aikataulun suhteen. (Lehtimäki 2018)

4.4 Hukka projektinjohdon näkökulmasta

Projektinjohdon osalta yksi suuri hukan aiheuttaja on päätöksenteon tehottomuus ja kyvyttömyys. Tämä puolestaan johtuu siitä, että tilaajaorganisaatio on moninainen, kolmansia osapuolia löytyy paljon sekä kaupunkikuvalliset asiat tulee huomioida. Tehtyjä päätöksiä myös korjataan, koska uutta, päätökseen vaikuttavaa tietoa on saattanut tulla päätöksenteon jälkeen. (Nyhä 2018)

Ryhmän organisointi on yksi haasteista. Jokaisella allianssissa toimivalla tulisi olla selkeä työnkuva ja tieto siitä, mitä siihen kuuluu. Tämä tieto pitäisi myös muilla olla tiedossa, jotta osataan ottaa yhteyttä oikeaan henkilöön. Henkilövaihdoksia on myös paljon tällaisessa isossa hankkeessa, ja ne aiheuttavat osaltaan hukkaa, kun uudet työntekijät täytyy aina perehdyttää ja tämä aika on perehdyttäjältä omista töistä pois. (Nyhä 2018)

Suunnittelun resurssit ovat ongelma, jonka ratkaisu on vaikeaa. Tietyt tekniikkalajit ovat todella haastavia ja monen suunnittelijan suunnitelmien yhteensovittaminen on aina vaikeampaa kuin pienemmän suunnittelijaporukan kesken. Uudet suunnittelijat tulee myös perehdyttää, joten jo töissä olevan suunnittelijan valmiiksi tiukkaan aikatauluun on vaikea perehdyttämistä sisällyttää. Lisäksi päteviä suunnittelijoita on haastava löytää. Suunnittelun pitäisi myös osata itse ratkaista ongelmia, mutta päätöksenteon kyvykkyys myös projektinjohdon puolelta vaikuttaa tähänkin asiaan. Mikäli suunnittelijat eivät saa päätöksiä ylemmältä taholta, voi suunnitelmien teko jäädä myös kesken. (Nyhä 2018)

Hankelaajennukset ovat vaikuttaneet koko projektinjohtoon. Konkreettisin vaikutus niillä on ollut projektinjohdon osalta organisoinnissa, koska olemassa olevat resurssit eivät riitä myös laajennusten käsittelyyn. Kuten muutenkin tässä hankkeessa, on asioiden ja päätösten käsittelyprosessi myös hankelaajennuksien osalta raskas. (Nyhä 2018)

Turhat selvitykset ovat myös omiaan aiheuttamaan hukkaa. Vaikka etukäteen varautuminen on yleensä hyvä asia, ei sekään palvele tarkoitustaan, että selvityksiä tehdään turhaan etukäteen. Annetut työtehtävät tulee myös suhteuttaa tehtävän tekijän kykyihin, jotta työ on järkevää toteuttaa. Mikäli työtehtävät ovat liian haastavia työntekijän kykyihin nähden, työ ei ole tehokasta ja työ voidaan joutua tekemään jopa uudestaan. (Nyhä 2018)

Materiaaleja voidaan tilata työmaalle varastoon etukäteen, koska hinnat voivat olla huomattavasti edullisempia etukäteistilauksella. Lisäksi pitkien toimitusaikojen vuoksi materiaalin (esimerkiksi ulkomailta tilattujen kiskojen) voidaan pelätä loppuvan kesken, mikä aiheuttaisi odotuksia sitten työmaalle. Tällaisessa tilanteessa tulee punnita, ovatko varastoinnin vai odotuksen kustannukset suurempia. (Nyhä 2018)

Haasteena on, että organisaatiossa on allianssimallista huolimatta erilaisia toimintakulttuureja ja organisaatio on vaikea saada toimimaan optimaalisesti yhdessä. ”Suunnittelija suunnittelee, rakentaja rakentaa” -ajatusmallia löytyy vielä allianssin sisältä jonkin verran, ja sellainen ajatusmalli vaikuttaa allianssin toimintaan negatiivisesti. (Nyhä 2018)

5 HUKAN KÄSITTELYN TYÖKALUT

5.1 Yleistä

Hukkaa ei pystytä kokonaan poistamaan tämän kokoisessa hankkeessa, mutta hukkan määrää voidaan minimoida. Hukkaa aiheutuu monessa vaiheessa ja siksi onkin äärimmäisen tärkeää, että jokaisella prosessissa osallisena olevalla on halu toimia tehokkaasti. Ajatusmallien muuttaminen onkin yksi suuri haaste hukkan vähentämisessä.

Vanhoihin työtapoihin tulee kiinnittää huomiota ja ajatella asioita uusista näkökulmista. ”Näin on ennenkin tehty” -ajattelumalli on omiaan lisäämään hukkaa, varsinkin jos on uusia ja parempia toimintatapoja tarjolla. Kysymällä Hiroyuki Hiranon ohjeen mukaisesti ainakin viisi kertaa ”miksi?” ja niiden jälkeen vielä ”miten?”. saadaan selvitettyä missä hukka on ja mistä hukka johtuu. Miten-kysymys taas auttaa hukkan poistamistavan määrittelyssä. Jokaisen esimiehen on kuljettava tuotannon parissa ja tarkkailtava, että sovitut standardeja ja tuotantomalleja noudatetaan. (Tuominen 2010, 70)

Allianssissa käytetään työskentelyssä tälläkin hetkellä Lean-toimintamalleja. Osa toimintamalleista ovat normaaleja toimintatapoja ja osa tiedostettua hukkan poistamista. Esimerkiksi +/-delta -käytännöt kokouksissa, joilla saadaan selville, mikä kokouksessa on mennyt hyvin ja mitä parannetaan ensi kerralla. Myös hukkan tunnistamista on joissain kokouksissa kokeiltu käymällä läpi, mitä turhaa kokouksessa on ollut. Raitiotietyömaalla käytetään myös 5S-analyysiä esimerkiksi tapaturmien ja vaaratilanteiden tutkinnoissa. Visuaalista ohjausta on kokeiltu rakennusryhmän ”liikennevalotaulukossa”, jossa yhdellä silmäyksellä pitäisi nähdä haaste- ja ongelmakohtat, jotta kokouksessa voidaan keskittyä näihin asioihin. (Takamaa 2018)

Raitiotietyömaalla käytetään Last Planneria työvaiheiden suunnittelussa. Last Planner on yksi Leanin mukaisista hukkan poistamismenetelmistä (Santorella 2017, 18). Last Planner-palavereihin jokainen työnjohtaja merkkää kolmen tulevan viikon tehtävät omalta vastualueeltaan. Palavereja pidetään ja aikataulut käydään lävitse lohkon työnjohdon kesken viikoittain, jotta saadaan koko lohkolle kokonaiskuva tulevasta töistä ja tarvittaessa yhtenäistettyä työvaiheita. Tästä esimerkkinä asfaltointi, jonka aikatauluttaminen esimer-

kiksi samalle viikolle samalla lohkolle vähentää mobilisaatiokustannuksia. Rakentamisryhmän palaverit taas kokoavat lohkojen väliset asiat ja antavat mahdollisuuden yhteiseen aikatauluttamiseen.

5.2 Työmaan työkalut

5.2.1 Aikataulutus

Työt ovat tärkeää aikatauluttaa ja resursoida oikein. Aikataulutus vaatii realistiset arviot resursseista ja niiden tehoista, jotta aikataulussa on mahdollista pysyä. Huonosti laaditut aikataulut siirtävät ongelmia eteenpäin ja esimerkiksi työmaalle valmiiksi tilatut osat vaativat varastointia koko viivästyksen ajaksi. Tämä varastointi voi viedä resursseja pois muulta varastoitavalta materiaaalilta. Myös työvaiheet ja niiden järjestyksen suunnittelu ovat erityiset tärkeitä. Nämä tiedot on hyvä antaa myös suunnittelijalle tiedoksi.

Työnjohtajat täyttävät Last Planner -kokoukseen omien vastualueidensa kolmiviikkois-aikataulun (kuva 5).

3VKO aikataulut_alkaen 01/2018_lohko1		Laatimut: Pasi Sempola		VIIKOT																													
Lohko 1		Pvm: 18.1.2018		4							5							6							7								
Kohde / Työläji	Kolmannet osapuolet	Resurssit	Henkilöt	Koneet	TJ	22.1	23.1	24.1	25.1	26.1	27.1	28.1	29.1	30.1	31.1	1.2	2.2	3.2	4.2	5.2	6.2	7.2	8.2	9.2	10.2	11.2	12.2	13.2	14.2	15.2	16.2		
						Ma	Ti	Ke	To	Pe	La	Su	Ma	Ti	Ke	To	Pe	La	Su	Ma	Ti	Ke	To	Pe	La	Su	Ma	Ti	Ke	To	Pe	Su	
Ho 1.1 PIRKANKATU					JV																												
Etälä p1 120-490			OH	Fero					X	X			X	X	X	X	X			X	X										X	X	X
Jv-linja JV6-> leikkuu			OH	Fero																													
Kaapelikaivo H1.01_004 asennus+putkitukset			OH	Fero																													
Jv-linjan sujtus			OH	Fero																													
Liikennejärjestelyiden valmistelu leikatulta osuudelta			OH	Fero																													
Liikennejärjestelyt Pyykkintori (hyppään risteyksen toiselle puolel)			Jukka?	Jukka																													
Jv-linja JV7-JV5 täydyt			Jukka?	Jukka																													

KUVA 5. Esimerkki Last Planner -kolmiviikkois-aikataulusta (Raitiotieallianssi 2018)

Tähän aikatauluun voisi lisätä omat sarakkeet näiden hukkaa aiheuttavien toimintojen huomioimiseen kunkin aloitettavan työvaiheen kohdalla.

Sarakkeet voisivat olla esimerkiksi:

- resurssit
- materiaalit
 - suoraan rakenteeseen, varastointipaikka?

- epäselvyyksiä suunnitelmissa
- kolmannet osapuolet
 - VERA
 - Tampereen vesi
 - joukkoliikenne
 - kiinteistöt
- liikennejärjestelyt
- tiedotus
- varamesta

Kuvassa 6 on esitetty ehdotus sarakkeista. Lisäksi ongelmia voisi korostaa visuaalisesti, eli kriittinen ongelma punaisella.

RAITIOTIEALLIANSSI										Pvm: 21.12.2017			
Lohko 1	Resurssit					ESTEET							
Kohde / Työajä	Henkilöt	Koneet	VERA	Tampereen vesi	Joukkoliikenne	kiinteistöt	materiaalit	suunnitelmissa epäselvyyksiä	liikennejärjestelyt	Tiedotus	Varamesta		
Ho 1.1 PIRKANKATU													
Etelä pl 120-490													
Jv-linja Jvk8-Jvk7	Olli	Eero				x		x					
Jv-linja Jvk7-Jvk6	Olli	Eero											
Kiv Pynnikiintori-Mariankatu (puuttuvilta osin)	Jukka	Jaska											
Suutukset													
Vaahtolasikiilla													
Liikennejärjestelyt Pynnikiintori-Mariankatu	Jukka	Jaska											
Jv-linja Jvk8-Jvk7 täyttö-putkukset+kaapelikaivot	Jukka	Jaska											
Pirkankatu Mariankadusta itään pl 480-580													
SO, kaapeliputket, vaahtolasikiilla, kerrokset	Jukka	Jaska											
SO, kaapeliputket, vaahtolasikiilla, kerrokset	Olli	Eero											

KUVA 6. Esimerkki työvaiheen aloituksen tarkistuslistasta (Raitiotieallianssi 2018, muokattu)

Toimintamallin etu olisi se, että ongelmakohtat ja esteet tulisi käytyä läpi, mutta riskinä se, että työnjohto voi rutinoitua näihin kysymyksiin hyvinkin pian ja laittaa vain rastia ruutuun.

Raitiotien rakentamisessa myös päällysrakenteiden aikataulut vaikuttavat maanrakennustöihin ja työt ovat yhteensovitettava. Päällysrakenteita tekevällä työryhmällä on käytössään myös rajoitetut resurssit ja välineet. Kiintoraidelaattojen tekojärjestys vaikuttaa suunniteltuihin liikennejärjestelyihin sekä käytössä oleviin mestoihin. Laattatyöt ja katualueen maanrakennustyöt ovat mahdollista sovittaa samalle työalueelle, mutta kaupungissa vallitseva tilan ahtaus tekee sen erittäin haastavaksi. Näin ollen parempi olisi, mikäli molemmille työryhmille olisi omat työalueensa työskentelyä varten.

5.2.2 Materiaalit ja varastointi

Materiaalien tilaaminen oikeaan aikaan on tärkeä keino vähentää varastointi- ja kuljetushukkaa. Tärkeää olisi myös, että tilattuihin tuotteisiin (esimerkiksi kaivot) merkataan selkeästi, minne ne tulevat (Meskanen 2018). Tämä selkeyttää yhteisten varastoalueiden pitämistä siistinä ja helpottaa kuljettajien käyntiä varastoalueella materiaaleja hakemassa.

Materiaalin tilaaminen suoraan rakenteeseen ei aina onnistu ja tietyt materiaalit ovatkin järkevämpää tilata esimerkiksi koko lohkolle yhdessä, esimerkiksi kaapelinsuojaputket. Tällaisten suurten ja selkeiden määrien materiaalien tilauksessa olisi hyvä kysyä esimerkiksi muilta lohkon työnjohtajilta, tarvitsevatko he kyseisiä materiaaleja ja tehdä tilaus yhdessä yksillä rahtimaksuilla. Myös varastointi on helpompaa, mikäli kaikki samat materiaalit ovat samassa paikassa varastoituna. Tällöin etsiminen vähenee ja siisteys auttaa varastoalueiden ahtaudessa.

Rahti- ja kuormakirjojen, vaakalappujen sekä tuntiappujen säilyttäminen on tärkeää. Näiden avulla pystytään pitämään kirjaa menneistä massoista ja työtunneista sekä tiedetään paljonko materiaalia on tai pitäisi olla varastossa. Tarkkaan säilytetyt ja merkatut kuormakirjat voivat auttaa myös tietyn toimituksen tai erän tunnistamisessa, mikäli esimerkiksi laadussa havaitaan poikkeamaa.

Ylimääräiset materiaalit kannattaa ilmoittaa koko hankkeen työjohdolle esimerkiksi WhatsApp-ryhmässä, jos jollain olisi tarvetta. Näin materiaalin hukkaa saadaan minimoitua. Hankkeella on myös tavaroiden ”vaihtopalsta”, mutta sen käyttö on jäänyt turhan vähälle.

Varastoalueet ovat työmaalla ja etenkin kaupunkirakentamisessa aina kortilla, mutta esimerkiksi Hämeenkadun nupu- ja noppakivien varastointi on mietittävä jo hyvissä ajoin, jotta niitä ei tuoda työmaalle lava kerrallaan. Varastointitilat tulisikin aina miettiä samalla, kun muutakin työvaihesuunnittelua tekee, jotta tarvittavat materiaalit ja työkalut ovat lähellä saatavilla.

5.2.3 Työnteon seuraaminen

Työnjohdon olisi hyvä seurata työmaalla omien resurssiensa tehokkuuksia, eli kauan menee esimerkiksi putkiasennukseen aikaa per metri. Nämä tehokkuudet olisi hyvä merkata realistisesti esimerkiksi työmaapäiväkirjaan. Kaupunkirakentamisessa on omat piirteensä ja tämä seuraaminen auttaa tulevien töiden aikatauluttamisessa. Näin ollen mitattuja tehokkuuksia ei pidä kaunistella. Mikäli ne ovat liian alhaiset, täytyy miettiä mistä se johtuu ja miten tilannetta voisi parantaa. Onko työmaalla ollut odottamattomia esteitä? Ovatko materiaalit olleet myöhässä? Ovatko resurssit olleet liian alhaiset?

Työmaalla voidaan työnjohdon toimesta seurata töiden etenemistä käytännössä ja huolehtia siitä, ettei esimerkiksi materiaalien tai työkalujen hakuun ja odotteluun mene liian kauaa. Tässä vaiheessa olisi hyvä kysyä, että ”miksi?” ja ”miten?”, jotta hukan aiheuttajat saataisiin selville. Myös pullonkaulojen tarkkailua pitää tehdä. Odottaako joku työvaihe? Auttaisiko tilanne resursseja lisäämällä tai tehokkaammalla tekemisellä? Jos tämän pullonkaulan poistaa tästä, niin mihin se siirtyy? Miten uusi työvaihe vaikuttaa seuraaviin töihin? Onko kyseinen työvaihe edullisempi vai kalliimpi kuin muut? Näihin kysymyksiin vastausten löytäminen voi olla myös vaikeaa, mutta kannattavaa miettiä.

Työnteon seuraamisella työnjohtaja myös oppii työntekijöiden heikkouksia ja vahvuuksia. Näitä tietoja voidaan ja tulee hyödyntää tehokkaiden työparien tekemiseen ja sopivien työtehtävien määrittämiseen.

Työnjohtaja voi myös tehdä ”hukkakerroksia”. Näillä kerroksilla työnjohtaja kiertäisi työmaalla ja tietoisesti tarkkailisi hukkaa. Myös vuorovaikutus työntekijöiden kanssa on tärkeää, jotta jokainen näkökulma ja syy hukkaan löytyisi. (Takamaa 2018)

5.2.4 Kuljetus

Raitiotieallianssin käyttämä kuljetusyritys käyttää työssään ns. takuutunteja, joten autoille on syytä löytää käyttöä loppupäiväksi hankkeen puitteissa esimerkiksi muilta lohkoilta. Tämä on Meskasin mukaan toiminut lohkolla hyvin tähän mennessä ”Rakentajien toimihenkilöt” -WhatsApp -ryhmässä, jossa on jokaisen lohkon toimihenkilöt osallisena. Työsuunnittelua täytyisi tehdä tarpeeksi tarkkaan aina ainakin seuraaville parille päivälle, jotta saadaan mahdolliset turhat kuorma-autot pois töistä ja kustannuksia lisäämstä.

Raitiotietyömaalta kaivetaan olemassa olevista rakenteista suuria määriä kierrätettäviä, rakenteeseen kelpaavia kiviaineksia pois ja viedään läjityspaikoille. Tästä aiheutuu kuljetus- ja varastointikustannuksia. Meskanen (2018) ehdottaakin, että kuljettajille voisi perustaa esimerkiksi oman WhatsApp-ryhmän, jossa kuorma-auton kuljettaja voisi esimerkiksi kysyä, onko jossain kohteessa tarvetta kierrätysoralle ja jos on, niin viedä suoraan rakenteeseen eikä välivarastointiin. Haasteena tässä on se, että jokaisella kuljettajalla pitäisi olla käytössään laite, johon sovelluksen saa ladattua. Myöskin keskusteluryhmän aiheiden pysyminen työasioissa voi olla vaikeaa; mikäli aiheet menevät työasioiden ulkopuolelle, on riski siihen, että keskusteluryhmä myös aiheuttaa hukkaa menetetyn työajan muodossa. Pääsääntöisesti kuljettajilla olisi aikaa lastausta odottaessaan laittaa kyselyä tai ilmoittaa tulevasta kierrätysorasta. Myös turvallisuus on syytä huomioida, jotta kuljettajat eivät ajaessaan käyttäisi sovellusta.

Työmaalla menee aikaa myös tavaroiden ja työkalutäydennysten hakemiseen. Tässä työnjohtajien tulisi mahdollisuuksien mukaan koota tarvittavat materiaalit ja asian kiireellisuuden salliessa haettava kaikki kerralla. Selkeät ja tilattavat materiaalit kannattaa yleensä tilata työmaalle toimitettuina, jotta tehokas työaika ei mene turhaan kuljetukseen ja liikkeeseen. Myös esimerkiksi Tampereen alueella toimivaa Würthin toimituspalvelua on syytä mahdollisuuksien mukaan hyödyntää.

5.2.5 Työkalut ja välineet

Työmaalla voisi kohteittain miettiä, voisiko jonkun työntekijän esimerkiksi nimetä ”työkaluvastaavaksi”, jotta tavaroiden etsiminen vähenisi. Soitto tälle henkilölle, kun tarvitsee esimerkiksi kulmahiomakonetta, ja hän tietäisi kuka sen on lainannut ja missä se menee. Myös jonkin tietyn kontin nimeäminen voisi olla mahdollista, missä isoimpia tai tiettyjä työkaluja säilytetään. Kontit voisi myös tarvittaessa numeroida ja tehdä luettelon, että mitä jokaisesta työkalukontista pitäisi löytyä ja tehdä nopean inventaarion aina kontin siivouksen yhteydessä.

Työkalujen saatavuus työmaalla on olennainen asia. Välineitä tulee työmaalla olla tarpeeksi. Mikäli työkaluja ei ole, työt seisovat ja aiheutuu hukkaa. Kuitenkin työkalut jos-

kus hukkuvat ja ne ovat väärässä paikassa. (Meskanen 2018) Esimerkiksi jokaisen työntekijän henkilökohtainen lapio voisi vähentää niiden häviämistä, koska silloin kyseisellä henkilöllä olisi vastuu omasta työkalustaan.

Työkalukonttien täytyy olla myös tarpeeksi isoja, jotta jokaisella työkalulla on oma paikkansa ja kontti pysyy siistinä. Myös yksi kontti, missä olisi eri kokoisten putkien osia varastoituna muutamia kappaleita, helpottaisi työmaan arkea. (Meskanen 2018) Myöskin ilta- ja yöaikaan tehtäviä töitä lohkon oma pieni varasto auttaisi. Tällä hetkellä esimerkiksi lohkolla 1 on olemassa kontti koppikylän pihassa, jossa on putken osia pieni määrä varastoituna, mutta sitä voitaisiin täydentää. Työnjohdonkin on helppo soittaa koppikylässä työskenteleville henkilöille ja pyytää jotain paikan päällä olevaa katsomaan, onko tarvittavaa osaa varastossa vai täytyykö hakea tukkumyynnistä. Vaikka varastointi on sinänsä hukkaa, täytyy punnita tavaroiden hakemiseen menevä aika ja varastoinnin välinen suhde ja valita niistä ”pienempi paha”. Joskus voi käydä myös niin, että liikkeessä ei ole tarvittavaa osaa, joten oma pieni puskurivarasto on paikallaan, jottei työhön tule tarpeettomia keskeytyksiä puuttuvan materiaalin takia.

5.2.6 Varamestat

Vaikka Lean-ajattelu ei kannusta siihen, että joku prosessin osio odottaa, on tällaisessa hankkeessa oltava ns. varamestoja eli varatyökohteita, joiden työt eivät ole tahdistavia koko hankkeen kannalta. Sujuvan kulkemisen ja liikkumisen vuoksi koko kaupunkia ei voi kerralla myöskään repiä auki. Esimerkiksi lohkolla 1 on Hämeenkadun saattaminen valmiiksi raitiotien osalta tärkein prioriteetti ja Itsenäisyydenkadun itäpäähän pyöräparkki voidaan toteuttaa sitten, kun resurssit antavat siihen myöden.

Työnjohdolla tai vähintäänkin koko lohkon tasolla pitäisi aina olla joku ”varamesta” mietittynä, jonne resurssit voitaisiin siirtää, mikäli ilmenee yllättäviä keskeytyksiä tai hidastuksia. Tällainen keskeytys voisi olla esimerkiksi kaivannossa vastaan tuleva kallio, jota täytyy louhia tai iskuvasaralla poistaa. Kallion vastaan tuleminen on yleensä sellainen tekijä, joka hidastaa hyvin paljon töiden etenemistä ja resurssit vapautuvat siitä kohtaa kaivannosta.

Varamesta -ajattelutapaa on esimerkiksi Hämeenkadulla vaikea toteuttaa, koska tilat ovat jo valmiiksi ahtaat ja varamestalle siirtymistä tulee harkita tarkkaan (Meskanen 2018).

Kaupungin keskeisintä katua ei voi repiä jokaisesta kohtaa auki ja raapia pieniä paloja sieltä täältä. Tässä on hyvä käyttää hyväksi lohkon muita varamestoja, jonne resursseja voi tarvittaessa siirtää nopeallakin aikataululla. Huomioon tulee toki ottaa se, kannattaako esimerkiksi tela-alustaisia koneita lähteä siirtelemään työkohteesta toiselle vai ei.

5.2.7 Kolmannet osapuolet

Työmaalla täytyy kolmannet osapuolet ottaa huomioon ajoissa töiden suunnittelussa ja varata heiltä tarvittavat resurssit ajoissa. Esimerkiksi sähkölaitoksen kanssa valaisinpylväiden poistot ja bussipysäkkien irtikytkemiset olisi hyvä jo ennakolta sopia, milloin työ pitäisi saada tehtyä. Edellisenä päivänä soittamalla työ ei välttämättä onnistu, joten tästä voi aiheutua hukkaa, mikäli työvaihe on kriittinen töiden etenemisen kannalta.

Aliurakoitsijoiden kanssa tehtävien sopimusten osalta pitäisi olla tarkka. Mikäli esimerkiksi maakostean betonin hankkiminen kivitöiden asennukseen kuuluu töiden tilaajalle, saattaa työmaalle tulla päivittäin puoli kuutiota maakostea. Tämä aiheuttaa hukkaa kuljetuksen muodossa, koska kuorma-autolla menee noin tunti yhteen maakosteahakukeikkaan. Tämä on turhaa hukkaa, koska tällaiset määrät voitaisiin sekoittaa myös itse työmaalla päivittäin, jolloin kuljetusresurssit vapautuisivat tästä. (Meskanen 2018)

Kolmansien osapuolien vaatimuksiin tulee myös suhtautua kriittisesti, onko kaikki toiveet toteutettavissa. On myös mietittävä, kannattaako työ suorittaa aliurakoitsijan kautta vai riittävätkö omat resurssit työn suoritukseen. Omilla resursseilla tekeminen on yleensä helpompi yhteensovittaa pääurakan kanssa.

Projektin edetessä järjestetään paljon kokouksia ja kokouksissa on monia eri osallistujia. Kokouksissa pitäisi päästä järkevyyteen, että kenen on aiheellista ja järkevää olla kyseisissä kokouksissa. Aihe on voi olla vaikea nostaa esille. Pidetyissä kokouksissa on saatettu ottaa delтана aiheeksi, että mikä on kyseisessä kokouksessa ollut hukkaa ja sitä kautta tunnistettu hukkaa. Tämä on hyvä tapa herätellä osanottajia siihen, että mikä on aiheellista sekä tehokasta kokouksessa ja onko jokaisen esimerkiksi tarpeen olla paikalla. (Nyhä 2018)

5.2.8 Henkilöstöressit

Tämänkin kokoisessa hankkeessa löytyy hyvin paljon tietoa ja taitoa eri lohkoilta ja eri työntekijöiltä. Työnjohtajien tulisi seurata töiden tekoa myös sen vuoksi, että jokaisen yksilön heikkoudet ja vahvuudet tulisivat esille. Näin työntekijöiden taitoja voidaan käyttää optimaalisesti ja tehdä esimerkiksi tehokkaita työpareja. Myöskin yksilöiden taitoja kannattaa ja pitää mainostaa hankkeen kesken, mikäli asiasta voisi olla hyötyä muillakin lohkoilla. Tästä esimerkkinä vesijohdon liitostyöt sekä painekokeet, mille löytyy allianssin omastakin henkilökunnasta osaamista. Koska allianssihengessä kaikki puhaltavat yhteen hiileen ja haluavat samaa lopputulosta, on se kaikkien hyväksi, mikäli työntekijöitä voidaan tarpeen tullen lainata eri työtehtäviin.

Työtehtävien soveltuvuus kyseiselle työntekijälle täytyy huomioida. Työntekijöille pitäisi antaa omia taitojaan vastaavia töitä, mutta myös mahdollisuuksien mukaan haastaa työntekijöitä ja antaa mahdollisuus uuden oppimiseen. Tämä pitää työntekoa mielekkäänä. Liian haastavat työtehtävät taas puolestaan turhauttavat sekä hoituvat tehottomasti, jos ollenkaan.

Työn suoritukseen olisi hyvä myös kysyä työntekijöiden neuvoa, koska monet työntekijät ovat pitkän työhistorian omaavia alan ammattilaisia, joten heiltä löytyy varmasti erilaisia näkökulmia työn suoritukseen sekä ongelman ratkaisuun. Työnjohdon kannattaa myös pyytää työntekijöiltään palautetta omasta toiminnastaan ja työvaiheen onnistumisesta, jotta niitäkin voitaisiin kehittää ja sujuvoittaa.

Työmaalla olisi myös aiheellista käydä lävitse ja teroittaa jokaisen mieleen asiallinen työmaakäyttäytyminen ja taukojen pituudet. Hukkaa tulee työtehoihin ja myöskin julkisuuskuvaan siitä, jos työntekijät käyttävät puhelinta tarpeettomasti tai istuskelevat työmaalla ollessaan (Virkki 2018). Tämä on myös tärkeä turvallisuustekijä, joka pitäisi olla jokaisella työntekijällä mielessään.

5.2.9 Suunnitelmat ja lähtötiedot

Allianssi toteutusmallina ei ole Meskasen (2018) mielestä aiheuttanut hukkaa ja hän pitää hyvänä sitä, että suunnitelmiin voi itsekin tarvittaessa ehdottaa muutoksia.

Työmaalla suunnitelmien kanssa tulee kuitenkin monesti ongelmia. Tästä syystä suunnittelijoiden kanssa tehtävä yhteistyö on äärimmäisen tärkeää. Suunnittelijan kaikki ajatukset eivät välttämättä tule ilmi suunnitelmakuvista, joten aloituspalaverit suunnittelijan kanssa ovat tärkeitä. Suunnittelijoille pitäisi myös voida soittaa tai laittaa sähköpostia ilman suurta kynnystä, koska monesti tieto löytyy nopeampaa ja suoraan suunnitelman tekijältä. Mitä aiemmin suunnitelmien epäselvät kohdat ilmenevät, sitä nopeammin ratkaisu saadaan suunnittelusta. Optimaalista olisi, mikäli työnjohtaja olisi ehtinyt paneutua suunnitelmiin niin hyvin ennen töiden aloitusta, että epäkohdat ilmenisivät etukäteen.

Meskanen (2018) mukaan suunnitelmat ja suunnitelmien valmiusaste ovat parantuneet huomattavasti ensimmäisen toteutusvuoden aikana. Kuitenkin toiveena olisi, että työmaa saisi mahdollisimman valmiit suunnitelmat työmaalle, jotta ratkaisujen hakemisessa työmaalla ei kestäisi niin kauan. Esimerkiksi säädettävistä kitaritiläkaivoista, jotka eivät sovi yleisimpiin betonikaivoihin, olisi hyvä olla olemassa periaatekuvat. Mitä valmiimpi ratkaisu työmaalle saadaan, sitä helpompi ja nopeampi työmaan on se toteuttaa. Myös jo suunnitteluvaiheessa olisi hyvä ottaa huomioon, mitä mitkäkin materiaalit maksavat, jottei suunnitella sitä kaikista kalleinta ratkaisua. Yhteistyö suunnittelijan kanssa on tärkeää ja työmaakatselmuksia on hyvä pitää, etenkin töiden aloituksen yhteydessä. (Meskanen 2018)

Lähtötiedot ovat erittäin tärkeitä työmaalla. Tieto siitä, missä menee kallio ja miten paljon louhintaa on, on olennainen. Tämän tiedon avulla pystytään varautumaan sekä aikataullisesti että resurssien kanssa louhintoihin. Meskanen (2018) pitää tärkeänä, että koe-kairauksia tehtäisiin enemmän ennen töihin ryhtymistä, jotta tiedetään mitä on edessä.

5.2.10 Liikennejärjestelyt

Liikennejärjestelyt näin suuressa hankkeessa ovat kalliita ja aikaa vieviä. Lisäksi aina jokin liikennemerkki on vinossa tai lamelli siirtynyt. Olemassa olevat liikennemerkkit on ollut tarkoitus koota yhteen paikkaan varastoalueelle, mutta niistä kirjanpitäminen on jäänyt heikommalle tolalle. Meskanen, Sihvonen ja Virkki (2018) ehdottaisivatkin hankkeelle omaa työporukkaa liikennejärjestelyistä vastaamaan. Tämä työporukka kiertäisi hanketta ja tarkkailisi aitojen ja liikennemerkkien kuntoa sekä tekisi tarvittavat toimenpiteet saman tien. Myöskin muuttuvien työaikaisten liikennejärjestelyjen tekemisessä he

olisivat mukana. Näin ollen lohkon työntekijäresurssit vapautuisivat pienistä aitojen korjauksista ja liikennemerkkien hakemiselta. Tällä työporukalla olisi myös hankkeen olemassa olevat liikennemerkit hallussa ja he tietäisivät, mitä liikennemerkkejä tulisi hankkia ja mitä on jo varastoissa.

5.2.11 Valokuvat

Työmaan todentamiseen valokuvat ovat erittäin oivallinen tapa. Valokuvaan jäävät sijainti- ja aikatiedot voivat joskus olla kultaakin kalliimpaa tietoa. Työnjohtajien tulisi ottaa säännöllisesti kuvia työmaasta (mieluiten Infrakit-ohjelmalla) sekä lisätä niitä Google Driveen myös muiden nähtäväksi. Myös työntekijöitä tulisi ohjeistaa ottamaan kuvia. Tähän tarkoitukseen voisi myös harkita jotain helppokäyttöistä kuvien säilytyspalvelua, jotta tieto tulisi työmaalta myös laadunvarmistukseen sekä työnjohtajille. Kuvia olisi myös hyvä lisätä säännöllisesti säilytyspaikkaan, jotta niistä olisi hyötyä muille työntekijöille, esimerkiksi sairastapauksen yllätyksessä.

Kuvien avulla saadaan tietoa esimerkiksi aiemmista liikennejärjestelyistä, varastoiduista tavaroista, tehdyistä laatumittauksista, työtavoista, kolmansien osapuolien töistä sekä monesta muusta asiasta.

5.2.12 Tiedon välitys

Raitiotieallianssissa hyödynnetään yhteydenpidossa viestintäsovellusta WhatsApp. WhatsApp-keskusteluryhmiä on lohkon toimihenkilöiden, koko hankkeen toimihenkilöiden sekä lohkopäälliköiden kesken. Sovelluksella on helppo tavoittaa koko rakentamisryhmä ja sen käyttö osaltaan vähentää hukkaa, koska tietoa saadaan yleensä heti asianosaiselta. Ryhmien käyttäminen on hyödyllistä myös resurssien liikuttelussa, tiedottamisessa sekä materiaalin kierrätyksessä.

Työmaalla voitaisiin pohtia, voisiko tiedonkulkua parantaa sosiaalituloissa olemassa olevien näyttötaulujen avulla tai esimerkiksi koko lohkon WhatsApp-ryhmällä, jossa olisi jokainen lohkon työntekijä. Tämä voisi auttaa esimerkiksi työkalujen tai materiaalin turhaan hakemiseen ja lohkon yleisten asioiden tiedotukseen. Vaihtoehtoisesti työnjohtajat voisivat miettiä, hyödyttäisikö oman työryhmän keskusteluryhmä työntekoa.

Työntekijöiden sosiaaliloissa olevien näyttötaulujen käyttöä voitaisiin lohkolla parantaa ja jakaa hyödyllistä informaatiota myös siellä. Hyödyllistä ja työntekijöitä hyödyttävää tietoa lohkoilla olisi esimerkiksi töiden valmistumisen eteneminen, viikon innovaatiot sekä koko hankkeen uutiset. Hankkeella valitut viikon ideat ja innovaatiot ovat hyödyllisiä, mutta tieto saattaa joskus jäädä esimerkiksi työnjohdolle, eikä ikinä päätyä työmaalle. Tehdyt innovaatiot kannustavat myös idean jatkokehittelyyn työmaalla ja työntekijöitä kannattaakin rohkaista ilmoittamaan innovaatiostaan muillekin.

5.3 Suunnittelu

Raitiotietöyömaalla yksi virtauksen pullonkauloista vaikuttaisi haastattelujen ja havainnoinnin perusteella olevan suunnittelu ja suunnitelmien yhteensovittaminen.

Mikäli raitiotien työmaan rakentamistoimintaa pidetään kappaleessa 3.1.1 mainittuna virtausyksikkönä, ja suunnittelua sekä projektinjohtoa lupa-asioineen resurssiyksikköinä, on tällä hetkellä Raitiotieallianssin toiminta resurssitehokkuuden sanelemaa. Kaikki resurssit ovat hyvin työllistettyjä, mutta virtausyksikkö kärsii ja joutuu odottelemaan resurssien vapautumista. Hukkaa voitaisiin vähentää siten, että lisättäisiin suunnittelun resursseja, jotta virtausyksikkö (eli työmaan toiminta) ei joutuisi odottamaan. Tällä voitaisiin saada virtaustehokkuutta nostettua.

Työmaan tarpeet suunnitelmien osalta eivät välttämättä kohtaa suunnittelijoiden näkemystä siitä, mikä on olennaista ja mikä ei. Työmaalla työnjohtaja lähtee tekemään työvaihesuunnittelua olemassa olevan tilanteen perusteella, sekä sen perusteella mikä tulee olemaan lopullinen tilanne. Ensimmäiseksi olemassa olevassa tilanteessa täytyy huomioida, että mitä maahan tulee ja kuinka syvälle. Kaivannon syvyys määrittelee pitkälti sen, miten paljon tilaa tarvitaan työn turvalliseen toteuttamiseen. Olemassa olevat tilat ja kohteen maalaji ratkaisevat, käytetäänkö luiskattua vai tuettua kaivantoa.

Suunnitteluprosessissa suunnittelijan olisi tärkeää tietää, missä vaiheessa ja järjestyksessä työmaalla on suunniteltu työvaiheet tehtävän. Tämä määrittää esimerkiksi sen, mihin kohtaan johtosiirrot voidaan sijoittaa järkevässä järjestyksessä. Myös suunnittelun rajallisia resursseja olisi mahdollista optimoida, jottei esimerkiksi suunnitella osiota, joka on suun-

niteltu toteutettavaksi vuoden päästä, vaan voitaisiin keskittyä seuraavaksi työn alle otettavaan alueeseen tarkemmin ja antaa vastauksia työmaalla syntyviin kysymyksiin nopeammin. (Nevala 2018)

Suunnittelun työmaapalveluja voisi parantaa myös siten, että yhteydenotot työmaalta olisivat mahdollisimman tarkkoja ja tarpeelliset tiedot olisivat jo valmiina. Esimerkiksi maasta löytynyt tunnistamaton betonikanaali olisi hyvä työnjohdon kuvata ja toimittaa kuvat tarketietoineen sähköpostilla suunnittelijalle, jotta tunnistamaton kanaali saadaan heti paikannettua ja selvittely aloitettua. Mikäli kyseessä on kiireellinen asia, olisi tärkeää lisäksi esimerkiksi soittaa suunnittelijalle löydöksestä, jotta tiedetään asian kiireellisyys. Myös yhteyshenkilöt työmaalla tulisi olla selvillä, jotta suunnittelija tietää keneen olla yhteydessä minkäkin asian tiimoilta. Suunnittelija tulee myös käymään työmaalla, mikäli se edesauttaa asian selvittelyä. (Nevala 2018)

Hämeenkadun osuudella reunat tehdään hankelaajenuksena ja kadun reunoilla olevien kiinteistöjen kanssa on jo etukäteen neuvoteltu, mitä tarpeita kiinteistöillä on uusiin telekaapeli- ja vesihuoltoverkostoihin liittyen (Nevala 2018). Tämä etukäteissuunnittelu- ja varautuminen on osaltaan vähentänyt hukkaa, kun ei tarvitse odotella kiinteistöjen tarpeita ja sopimusten tekemistä sekä tiedetään mahdolliset tonttiliitokset etukäteen. Yleensä kiinteistöt tупpaavat huomaamaan mahdolliset tarpeet vasta siinä vaiheessa, kun talon edusta on kaivettu auki ja johtoliitokset olisivat ajankohtaisia tehdä. Taloyhtiöiden päätöksen tekeminen ottaa myös oman aikansa, joten etukäteiskysely ja -neuvottelu on ollut paikallaan näinkin ison hankkeen myötä. Tämä vähentää kokonaisuudessaan prosessin läpimenoaikaa.

Suurena ongelmana suunnittelussa on resurssien vähäisyys. Suunnittelussa on usein liian kiire ja joku homma odottaa aina. (Nevala 2018) Tämä aiheuttaa odotushukkaa työmaalle, kun suunnitelmia ei saada suunnittelijoista riippumattomista syistä tarpeeksi nopeasti tehtyä.

Nevala on nähnyt allianssimallin sekä suunnittelun ja työmaan yhteistyön mahdollistavan sen, että suunnitelmat ovat paremmin toteutuskelpoisia ja suunnitteluprosessin itsessään olevan jouhevampi kuin monessa muussa hankkeessa. Työmaan ja suunnittelun yhteistyö ja kommunikointi ovat muutenkin tärkeitä suunnitteluprosessissa. Ennen töiden aloitusta

olisi hyvä käydä työmaan ja suunnittelun kanssa suunnitelmat läpi, jotta kaikilla osapuolilla on samanlainen käsitys suunnitelmista ja epäselvyydet selvitetään. Myös suunnitelmien laajuus ja sovitut tehtävät tulisi olla jokaisella osapuolella tiedossa. (Nevala 2018)

Työmaa tarvitsee mahdollisimman selkeät ja yksikäsitteiset suunnitelmakuvat, jotta suunnitelmien tulkitsemiseen ei mene kohtuuttoman kauan aikaa. Tällaisessa hankkeessa on monta eri tekniikkalajia, jotka täytyy yhteensovittaa, joten kovin yksinkertaisia suunnitelmia ei realistisesti saa tehtyä.

Työmaa tarvitsee myös selkeät määräluettelot suunnittelijoilta, joista ilmenee tarkalleen, millaista materiaalia ja millaisia määriä kyseiseen kohteeseen tulee. Määräluetteloiden materiaalien tulisi jo tässä vaiheessa täyttää työselostuksessa vaaditut laadut. Tämä helpottaisi huomattavasti materiaalien tilaamista työmaalle, kun työmaalla ei tarvitse enää erikseen laskea määriä. Työmaan toteutusjärjestys voi muuttua töiden etenemisen aikana, joten esimerkiksi paaluväleittäin tehtävät tilaukset harvoin onnistunevat. Joka tapauksessa kokonaismäärät jaettuna paaluväleittäin auttaisi työmaata.

5.4 Lupa-asiat ja projektinjohto

Tällaisissa projekteissa olisi hyvä ottaa huomioon se, että erityisesti hankkeen alussa hankkeella olisi tarpeeksi resursseja, osaamista sekä ymmärrystä byrokraatiaan liittyvistä asioista. Myöskin tietämys lupa-asioihin liittyvästä juridiikasta on olennaista, jotta tulkinnot eivät aiheuta viivästystä ja sitä kautta hukkaa. (Lehtimäki 2018) Esimerkiksi Hämeenkadulla olevat terassit tulee poistaa ennen töiden aloitusta, mutta terassisopimuksen tulkinta on ollut monisyinen, joten terassit eivät ole poistuneet silloin, kun on alunperin suunniteltu ja näin ollen on aiheutunut odotushukkaa.

Lupien hakeminen ja sopimusten tekeminen ovat avainasemassa konkreettisten rakennustöiden mahdollistamisessa. Myöskin se seikka on tärkeä huomioida, että asioista sopiminen esimerkiksi kiinteistöjen kanssa on huomattavasti helpompaa, nopeampaa ja osapuolia tyydyttävämpää kuin pakkokeinot, joissa voi mennä huonoimmassa tapauksessa pariin vuotta (Lehtimäki 2018).

Liito-orava-alueet ovat olleet hyvin tiedossa jo ennen projektin aloitusta, joten niistä ei varsinaisesti ole aiheutunut odotusta. ELY:llä on painava ympäristönsuojelullinen rooli ja tässä hankkeessa se on näyttäytynyt esimerkiksi liito-oravalle järjestettävien korvaavien reittien järjestämisen muodossa. Rooli on näkynyt myös muissa ympäristöön vaikuttavien määräysten tulkinnoissa neuvotteluina ja linjauksina, jotka on täytynyt ottaa huomioon töiden suunnittelussa ja toteutuksessa. (Lehtimäki 2018)

Vaikka kyseessä on infraprojekti, olisi Lehtimäen (2018) mielestä ollut hyvä, jos ainakin projektin alkuvaiheessa olisi ollut vieläkin enemmän resursseja ja osaamista talonrakennuspuolelta. Lupa-asioiden merkitys hukkan aiheuttajana olisi voitu ottaa vieläkin vakavammin ja niiden välttämiseksi olisi voitu tehdä eri osapuolten kesken tiiviimpää yhteistyötä.

Hankkeen hyvä organisointi vähentää hukkaa. Työtehtävät pitää miettiä jokaiselle työntekijälle sopiviksi ja taitoja vastaaviksi, vaikka se onkin tämän kokoisessa hankkeessa haastavaa. Turhien selvitysten tekeminen tulee minimoida, jotta rajallisia resursseja ei käytetä niihin.

Hukkaan vaikuttaa jokainen hankkeessa osana oleva henkilö, joten yksilöiden ajatusmallit tehokkaan työn tekemisestä olisi hyvä saada yhtenäistettyä. On tärkeää, että jokainen työntekijä ymmärtää mitä hukka on, mistä sitä syntyy ja etenkin mitä vaikutuksia sillä on. Myös allianssissa toimivien eri yritysten toimintakulttuurien yhtenäistämässä olisi hyvä onnistua mahdollisimman hyvin.

5.5 Tietojen hallinnan parantaminen

Google Drive on koettu työmaalla suunnitelmien säilytyspaikkana vaikeaksi. Tähän pitäisi saada joku selkeys, jotta työmaalla ei suunnitelmien etsimiseen menisi liikaa aikaa ja sitä kautta odotus- ja liikehukkaa aiheutuisi työmaalle.

Google Drive suunnitelmien jako- ja säilytyspaikkana on Nevalan (2018) mukaan toimiva, vaikkakin suunnitelmien ajantasaisuus tulee kuitenkin suunnittelijoidenkin varmistaa toisilta suunnittelijoilta. Google Driven täysi hyöty saataisiin siten, että palvelussa

olisi aina viimeisimmät suunnitelmat, mutta tässäkin pitäisi tasapaino löytää, koska suunnitelmien siistiminen ja vieminen palveluun ottaa aina myös oman aikansa.

Google Drive on varsinkin projektiin tulevalle sekava järjestelmä. Tätä voisi helpottaa Google Drivestä tehty tulostettava kartta, josta löytyisivät polut, jonka takaa suunnitelmat löytyvät (Meskanen 2018).

Raitiotieallianssin (2018) Google Drivessä on yhtenäinen nimeämisohje tiedostoille, joita kaikkien tulee käyttää säännönmukaisesti. Tästä nimeämisohjeen mukaisesti nimetystä tiedostonimestä ei kuitenkaan aina löydy olennaiset hakusanat, millä haku helpottuisi. Siispä toinen vaihtoehto olisi suunnitelmien kuvauksiin merkattavat suunnitelman avainsanat (esimerkiksi Itsenäisyydenkadun valaistussuunnitelmien avainsanoina ”Itsenäisyydenkatu” ja ”valaistus”) joiden avulla suunnitelmat ja tiedostot löytyisivät Google Drivestä hakutoiminnolla. Tämä edellyttäisi pientä lisätyötä suunnitelmia tietopankkiin lisääviltä suunnittelijoilta, mutta kuvauksia voisivat lisätä tarvittaessa myös työnjohtajat ja tiedostoja hakevat henkilöt.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Hukka on rakennustyömailla yksi työtehokkuutta alentavista ongelmista. Hukkaan on mahdollista vaikuttaa, vaikkakin sitä on mahdoton kokonaan välttää. Hukan välttämiseksi on kuitenkin tärkeää ymmärtää, mistä hukkaa syntyy ja miten sen välttämiseksi voidaan toimia parhaalla mahdollisella tavalla.

Opinnäytetyön tuloksista ilmenee, että raitiotietyömaalla oleva yleisin hukan muoto vaikuttaisi olevan odotusta ja viivästymistä. Tämä viivästyminen aiheuttaa kokonaisuudessaan vaikutuksia koko hankkeen aikataulujen venymiseen ja viivästymiseen. Yhden työvaiheen odotus vaikuttaa nopeasti myös huomattavasti pidemmälle, koska hukka voi herkästi ketjuuntua. Kun otetaan huomioon myös kolmansien osapuolten vaikutus työn alla olevaan työvaiheeseen, voi pienestäkin viiveestä tulla suuri, mikäli töitä ei saada yhteensovitettua kaikkien osapuolten kanssa uuteen aikatauluun.

Optimaalinen aikataulutus onkin todella tärkeä tekijä hukan välttämiseksi ja siihen pystyy jokainen työnjohtaja osaltaan vaikuttamaan. Aikataulutukseen tarvitaan tarpeeksi hyvät lähtötiedot ja suunnitelmat, oikeat resurssit sekä työkalut. Kolmansien osapuolten kanssa aikataulujen yhteensovittaminen on ensiarvoisen tärkeää, koska kolmansilla osapuolilla-kin on rajalliset resurssit käytettävissään. Hanke on suuri ja sillä on vaikutuksia myös moneen muuhun tahoon, joten mahdolliset esteet täytyy myös osata ottaa hyvissä ajoin huomioon. Paras vaihtoehto olisikin, mikäli kaikki esteet olisi saatu poistettua ennen maanrakennustöiden aloitusta.

Viivästyminen puolestaan tuo suuria taloudellisia vaikutuksia. Esimerkiksi vaikka työmaalla ilmenevien louhintojen yllättäessä työnjohtajat tekevät hyvän ratkaisun ja laittavat työmaalta työntekijät loppupäiväksi pois, niin yleiskulut jatkavat juoksemistaan. Toimistojen ja kalustojen vuokrat aiheuttavat kustannuksia riippumatta siitä, mikä niiden käyttöaste on.

Odotuksella ja kuljetuksella on turhia vaikutuksia myös ympäristöön. Kuljetuksesta ja tyhjäkäynnistä aiheutuu ympäristöhaittoja päästöjen muodossa. Ympäristövaikutuksina voidaan ottaa huomioon myös melu ja muuttuvat kulkureitit. Työmaan ympäristössä kul-

keville ihmisille projektin viivästyminen pidentää melulle altistumisaikaa pitkällä tähtäimellä, kuin myös jalankulkijat voivat joutua kiertämään hieman normaalia pidempää reittiä esimerkiksi turvallisesti tien yli.

Raitiotiehankeella on suuri vaikutus Tampereen kaupunkikuvassa ja näin ollen työmaalla syntyneen hukankin vaikutukset näkyvät siis koko kaupungissa. Raitiotieallianssi on pitänyt tärkeänä, että kaupunkilaiset ovat reaaliajassa tietoisia projektista ja haittaa koituisi kaupunkilaisille mahdollisimman vähän rakennusvaiheessa. Näin ollen hankkeen pitkittyminen vaikuttaisi kaupunkilaisten arkeen kuin myös ihmisten muodostamaan mielikuvaan raitiotietyömaasta ja vähentäisi hankkeen suosittuutta.

Yksi selkeä hukun muoto on uudelleen tekeminen. Tämä johtuu suurilta osin suunnitelmien keskeneräisyydestä ja kolmansien osapuolien uusista vaatimuksista, joita ilmaantuu kesken prosessin. Suunnitelmien keskeneräisyys voi johtua taas esimerkiksi puutteellisista lähtötiedoista, resurssipulasta tai päätösten odottelusta.

Hukan välttämiseksi ensiarvoisen tärkeiksi nousevat muun muassa lähtötietojen taso ja suunnittelu sekä työmaan ja suunnittelun yhteistyö. Hyvät lähtötiedot ja huolellinen suunnittelu ovat tärkeitä tekijöitä optimaalisen työtehokkuuden takaamiseksi. Jotta työt saadaan tehtyä sujuvasti ja järkevästi, tulee lähtötiedot kerätä huolellisesti ja tehdä suunnitelmat mahdollisimman tarkkaan. Tämä ei kuitenkaan ole yksinkertaista, koska lähtötietoja on rajallisesti saatavilla ja suunnitelmia täytyy joissain tapauksissa kuitenkin tehdä vaillinaisilla lähtötiedoilla.

Vaillinaisten lähtötietojen vuoksi suunnittelijoiden on pidettävä työmaa ajan tasalla suunnitelmista sekä toisin päin. Eteen tulevat ongelmat tulee selvittää työmaan ja suunnittelijoiden kesken saman tien, koska ongelman selvitysprosessissa voi kestää pahimmassa tapauksessa kauankin. Uuteen suunnitelmaan voidaan tarvita esimerkiksi lisää tutkimuksia, päätöksiä johtoryhmästä tai kolmansilta osapuolilta tai alkuperäisestä suunnitelmasta poikkeavaa materiaalia pitkällä toimitusajalla.

Alikäytetyt henkilöstöresurssit ovat myös suhteellisen suuri hukun aiheuttaja, jota ei yleensä osata ottaa rakennustyömailla tarpeeksi hyvin huomioon. Vaikka raitiotiehanke on laaja ja organisaatio suuri, niin hankkeella on kuitenkin yksilöitä tekemässä töitä.

Näille jokaiselle yksilölle pitäisi löytää taitojaan vastaavia, mutta tarpeeksi haastavia työtehtäviä sekä suunnittelussa että työmaalla. Myöskin työmaalla olevaa luovuutta tulisi osata hyödyntää monipuolisemmin ja kannustaa työntekijöitä innovoimaan parempia ratkaisuja sekä tuomaan niitä ilmi. Tässä on esimiehillä suuri haaste, mutta myös vaikuttamisen mahdollisuus.

Yksi hukan seurauksista on motivaation väheneminen. Kun työmaalla tehdään työntekijöiden mielestä turhaa työtä tai odotellaan, niin työ ei ole motivoivaa. Motivaation väheneminen taas aiheuttaa tehottomuutta. Tästä aiheutuu loputon oravanpyörä, joka on pysäytettävä ajoissa.

Koska opinnäytetyön tarkoituksena oli löytää keinoja hukan tunnistamiseen ja poistamiseen, ovat tulokset ja kehitysehdotukset esitetty jo kappaleessa 5. Hukka aiheena on hyvin laaja, joten tämä opinnäytetyö keskittyy raitiotien maanrakennukseen ja siinä työmaalla aiheutuvaan päivittäiseen hukkaan. Koska hukka on jokaisen hankkeessa osallisena olevan työntekijän vastuulla ja lähinnä työmaan arkea ovat työnjohtajat, kehitettiin opinnäytetyön tuloksena työnjohtajille suunnattu ohje. Tämä ohje on liitteessä 1. Ohjeessa on kerrottu yksinkertaisia ja konkreettisia asioita, joilla jokainen työnjohtaja voi omalla toiminnallaan vähentää hukkaa työmaalla. Suuri vaikutus hukan vähentämiseen on kuitenkin jokaisen työnjohtajan ja työntekijän omalla asenteella. Ohjeessa on siis myös kerrottu, millä tavoin kyseinen toiminta edesauttaa hukan vähentämistä.

Opinnäytetyön tulokset olivat mielestäni melko odotettavissa. Kuitenkin se, miten esimerkiksi pienikin päätöksen odottelu voi vaikuttaa työmaahan ja sen sujuvaan toimintaan, tuli opinnäytetyöprosessissa haastattelujen ja havainnoinnin myötä hyvin esille. Hukan muodot ketjuuntuvat herkästi ja aiheuttavat toissijaisia tarpeita, mikäli alkuperäisiä hukan muotoja ei saada vältettyä. Odottelu esimerkiksi lisää varastoinnin ja kuljetuksen tarvetta, ja nämä voitaisiin välttää, mikäli odottelua ei alun perin aiheutuisi.

Opinnäytetyöprosessissa kävi myös ilmi, että työntekijöiden motivaatiolla ja asenteella on loppujen lopuksi yllättävän suuri vaikutus hukan välttämiseksi ja sen eteen on vielä töitä tehtävissä kaikkien osapuolten osalta.

Jatkotutkimusta mielestäni tarvitsisivat tiedonhallinnan kehittäminen sekä päätöksenteon nopeuttamisen mahdollisuudet. Myöskin henkilöstöresurssien ja luovuuden käyttämistä

pitäisi toteuttaa tehokkaammin, ja varsinkin suunnittelun resursointi vaatisi syvempää paneutumista. Hukan tunnistamiseksi ja sen vaikutusten konkretisoimiseksi voisi tehdä tutkimuksen, jossa hukan vaikutukset tulisivat ilmi euromääräisesti. Tämä voisi havainnollistaa ja tuoda konkreettisesti esille hukan vaikutuksia jokaiselle hankkeen osapuolelle huomattavasti helpommin.

Opinnäytetyön tuloksia voidaan hyödyntää käynnissä olevan raitiotiehankkeen ensimmäisen vaiheen toteutuksessa. Myös raitiotien toisen vaiheen suunnitteluun ja rakentamiseen pystytään vielä vaikuttamaan ja sen täytyisikin olla paranneltu versio tästä käynnissä olevasta ensimmäisestä vaiheesta.

Optimaalisin tilanne työmaalla olisi, mikäli hukkaa ei aiheutuisi ollenkaan, vaan työmaa etenisi jouheasti, jokainen resurssi olisi sopivasti työllistetty ja tilatut materiaalit saapuisivat ajallaan suoraan asennettavaksi rakenteeseen. Vaikka hukkaa yritetään välttää parhailla mahdollisilla tavoilla, aiheutuu hukkaa työmaalla joka tapauksessa. Siispä hukan muotoja pitää jokaisen työvaiheen kohdalla tunnistaa ja puntaroida. Hukan muoto, määrä ja sen kaikki vaikutukset tuleviin vaiheisiin tulee miettiä ja huomioida sekä valita niiden perusteella toimintatapa, joka on kokonaisuuden kannalta ”pienin paha”.

LÄHTEET

- Lean Lion. 2017. Miksi Lean?. Luettu 10.3.2018. <https://www.leanlion.com/miksi-lean/>
- Lehtimäki, V. Projekti-insinööri. YIT Rakennus Oy. Sähköpostihaastattelu 26.2.2018. Haastattelija Leikas, J. Tampere.
- Meskanen, L. Työnjohtaja. YIT Rakennus Oy. Haastattelu 13.3.2018. Haastattelija Leikas, J. Tampere.
- Modig, N. & Åhlström, P. 2016. Tätä on Lean. Suom. Tillman, M. Rheologica publishing.
- Nevala, M. Suunnittelija, johtosiirtojen tekniikkalajivastaava. Pöyry Finland Oy. Haastattelu 27.2.2018. Haastattelija Leikas, J. Tampere.
- Nyhä, M. Projektipäällikkö. VR Track Oy. Haastattelu 12.3.2018. Haastattelija Leikas, J. Tampere.
- Raitiotieallianssi. 2018. Google Drive. Sisäinen lähde. Luettu 23.3.2018.
- Raitiotieallianssi. N.d. Tampereen raitiotie. Luettu 30.11.2017. <http://raitiotieallianssi.fi/tampereen-raiotie/>
- Santorella, G. Lean Culture for the Construction Industry. 2017. USA: Taylor & Francis Group, LLC.
- Sihvonen, S. Työnjohtaja. YIT Rakennus Oy. Haastattelu 13.3.2018. Haastattelija Leikas, J. Tampere.
- Six Sigma. N.d. Yleistä Leanista. Luettu 30.10.2017. <http://www.sixsigma.fi/index.php/fi/lean/yleinen/>
- Takamaa, J. Projekti-insinööri. VR Track Oy. Sähköpostihaastattelu 19.3.2018. Haastattelija Leikas, J. Tampere.
- Tampereen kaupunki. 2016. Raitiotie. Hankkeen aikataulu. Luettu 30.11.2017. <https://www.tampere.fi/liikenne-ja-kadut/liikenne-ja-katusuunnittelu/raitiotie/hankkeen-aikataulu.html>
- Tampereen kaupunki. Päivitetty 6.10.2017. Raitiotieallianssi. Luettu 30.11.2017. <https://www.tampere.fi/liikenne-ja-kadut/liikenne-ja-katusuunnittelu/raitiotie/raitiotieallianssi.html>
- Tampereen kaupunki. Syyskuu 2016. Raitiotiehanke. Tiivistelmä raitiotien toteutus-suunnitelmasta ja vaikutusten arvioinnista. Luettu 30.11.2018.
- Tuominen, K. 2010. Tehoa ja laatua hukan vähentämiseen. Jyväskylä: WS Bookwell Oy
- Virkki, J. Työnjohtaja. YIT Rakennus Oy. Haastattelu 13.3.2018. Haastattelija Leikas, J. Tampere.

YIT Oyj. 2017. Tietoa YIT:stä. Luettu 26.12.2017. <https://www.yitgroup.com/fi/tietoa-yitsta>

YIT Oyj. 2018a. Tietoa YIT:stä. Luettu 18.2.2018. <https://www.yitgroup.com/fi/tietoa-yitsta>

YIT Oyj. 2018b. YIT:n ja Lemminkäisen yhdistyminen. Luettu 18.2.2018. <https://www.yitgroup.com/fi/sijoittajat/yit-sijoituskohteena/yrityskauppahistoria/yhdistyminen>

Yli-Villamo, H. & Petäjaniemi, P. 2013. Allianssimalli. Rakentajain kalenteri 2013. Rakennustietosäätiö RTS, Rakennustieto Oy ja Rakennusmestarit ja insinöörit AMK RKL ry.

LIITTEET

Liite 1. Ohje työnjohtajille hukan vähentämiseen

1 (3)

Hukkaa syntyy raitiotietyömaalla päivittäin työmaan eri prosesseissa. **Kaikki toiminnot, jotka eivät tuo lisäarvoa, mutta lisäävät kustannuksia, ovat hukkaa.** Tässä alla on annettu joitain työkaluja, joilla työnjohtajat voivat tunnistaa ja vähentää hukkaa toimintaa omalla toiminnallaan.

- **Mieti tulevat työvaiheet ja toteutusjärjestys** huolellisesti. Käy mahdollisuuksien mukaan suunnittelijan kanssa ajattelemasi toteutusjärjestys läpi. Tämä auttaa suunnittelijoita hahmottamaan, minne esimerkiksi johtosiirrot on mahdollista suunnitella.
 - + suunnittelun aikataulutusta helpottuu
 - + suunnitteluresursseja osataan kohdentaa oikein
 - + suunnittelu osaa aikatauluttaa työnsä
 - + epäselvyydet tulee ilmi
 - + resurssit on mietitty ja materiaalit tilattu
 - + kolmansien osapuolien kanssa on sovittu töistä
- Kaivaessa esiin tulevien yllätysten kanssa **ole heti yhteydessä suunnittelijoihin.** Hanki valmiiksi ainakin nämä tiedot:
 - valokuvat kohteesta
 - tarkkeet
 - työmaan yhteyshenkilö
 - asian kiireellisyys (kiireellisissä tilanteissa soitto)
 - + asian selvittely alkaa heti
 - + selkeys, tiedon haku vähenee
- Pidä mielessäsi koko ajan **varamesta** (jos mahdollista). Tämä on tärkeää, jotta yllättävän keskeytyksen tai viivästyksen tullessa eteen pystyy resurssit siirtämään uuden työvaiheen pariin, jottei tulisi turhaa koneiden ja resurssien seisottamista. Varamestat olisi hyvä olla ainakin lohkon tasolla valmiiksi mietittynä.
 - + resurssit pystytään siirtämään toiseen paikkaan
 - + työt eivät seisahdu kokonaan

2 (3)

- Mieti, voiko **kierrätysmateriaalit saada suoraan maasta toiseen rakenteeseen**. Kysy tarvittaessa muilta lohkoilta kierrätysosan tarvetta. Samoin ilmoita omasta tarpeesta muille lohkoille, mieluiten ennakoiden.
 - + turha kuljetus ja varastointi vähenevät
- Tilaa **materiaalit hyvin merkattuina suoraan kohteeseen ja oikeaan aikaan**. Esimerkiksi kaivojen kaikki osat olisi hyvä olla jo valmiiksi merkattu kaivoittain. Mieti, minne varastoidaan?
 - + turha kuljetus vähenee
 - + turha etsiminen vähenee
 - + työntekijöiden turhautuminen vähenee
- Pidä **rahtikirjat tallessa ja merkitse** niihin, mihin tavara on toimitettu.
 - + turha etsiminen vähenee
 - + tiedät, mitä työmaalla pitäisi jo olla
 - + erien ja toimitusten laatupoikkeamat voidaan selvittää helpommin
- **Kysy hankkeen muilta lohkoilta** työvoimaa tai erityisosaamista, ennen kuin tilaat sen ulkopuolelta. Esimerkkinä painekokeiden suoritus ja vesijohtojen liitokset. Voiko toiselta esim. toiselta lohkolta vaihtaa työntekijää hetkeksi?
 - + vähäisemmät kustannukset
 - + henkilöstöressurssien optimaalinen käyttö
- **Älä seisota kuorma-autoja turhaan**, vaan kysy olisiko muilla lohkoilla tarvetta.
 - + kustannukset pienenevät
 - + muiden lohkojen kuljetustarve täyttyy
- **Käytä toimittajan kuljetuksia ja Würthin palveluautoa**.
 - + kustannukset yleensä pienempiä kuin itse haettuna
 - + työaika jää käytettäväksi muuhun
- **Jalkaudu maastoon**.
 - **Tarkkaile työvaiheita** ja kysy ”miksi” ja ”miten”. Miksi työvaihe tehdään, miksi juuri niin? Miten se voidaan tehdä paremmin? Hukkaa voi olla ja yleensä onkin myös niissä työvaiheissa, jotka ”ovat aina tehty näin”. **Haetaanko tavaraa? Onko turhaa liikettä?**
 - + tunnista hukkaa, opi poistamaan sitä
 - + voit miettiä esimerkiksi konttien sijoittelua

- **Tarkkaile työntekijöitä.** Yritä opetella tuntemaan heidän heikkoudet ja vahvuudet. Kysy työntekijöiltä neuvoa ja palautetta.
 - + opit tuntemaan työntekijät, teet toimivia työpareja
 - + annat työntekijälle sopivia työtehtäviä
 - + saat palautetta, jonka perusteella voit kehittää työvaiheita (ja itseäsi!)
- Täytä työmaapäiväkirjaa huolellisesti, **seuraa rehellisesti työtehoja**
 - + tulevien työvaiheiden aikataulutusta helpottuu
 - + osaat tehdä tarvittavat muutokset, mikäli tehot ovat liian alhaiset ilman painavaa syytä
- Ota paljon **valokuvia**. Näistä voi olla ja tulee olemaan paljon hyötyä tulevaisuudessa ja tiedon (esim. päivämäärien) etsiminen helpottuu kuvien avulla.
 - + dokumentointia
 - + muistin tukena
 - + etsiminen vähenee
- Käytä tavaroiden ja materiaalien **vaihtopalstaa**.
 - + ”toisen romu, toisen aarre”
 - + materiaalit menevät kiertoon
 - + kustannussäästö
- **Tehkää selkeät tilaukset koko lohkon kanssa yhdessä.** Esimerkkinä kaapelin-suojaputket ja asfaltoinnit
 - + mobilisointi-/rahtikustannukset pienenevät
 - + materiaalikustannukset pienenevät
- **Ovatko kontit tarpeeksi isoja?** Löytääkö sieltä etsimänsä? Säännölliset inventaarit ja siivoukset, isommat kontit
 - + etsimiseen menevä aika vähenee
 - + työn tehokkuus paranee
 - + tavarat pysyvät tallessa
- **Sovi kolmansien osapuolien kanssa tulevat työt hyvissä ajoin etukäteen.**
 - + odotus vähenee
 - + hyvä yhteistyö säilyy
- **Tee valmista.** Väliaikaiset ratkaisut ovat kalliita ja monessa tapauksessa myös hyvällä suunnittelulla vältettävissä.
 - + kustannukset vähenevät
 - + turha työ vähenee