

Tuomas Hakulinen

Arvovirta-analyysi linjasaneerauksen työvaiheiden tehostajana

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Materiaali- ja pintakäsittelytekniikka

Insinöörityö

11.2.2015

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Tuomas Hakulinen Arvovirta-analyysi linjasaneerauksen työvaiheiden tehostajana 40 sivua + 5 liitettä 11.2.2015
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	materiaali- ja pintakäsittelytekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	
Ohjaajat	Lehtori Arto Yli-Pentti Kehityskoordinaattori Harri Heikura
<p>Rakennus- ja saneerausala Suomessa on huonosti tuottavaa ja toimintatavat vanhanaikaisia. Eräiden tutkimusten perusteella noin 60 % rakennusalan kaikista töistä on hukkaa ja hävikkiä. Rakennusalan tuottavuus suomessa on kehittynyt vuodesta 1980 tähän päivään n. 0,6 %.</p> <p>Syitä rakennusalan nykytilaan ovat muun muassa pitkät ja monimutkaiset urakoitsijaketjutukset, vanhanaikaiset asenteet sekä jyrkkä hierarkia ja monien töiden sitouttaminen asetukseen tai lakiin.</p> <p>Tämän tutkimuksen tilaajana toimii Fira Palvelut Oy. Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää Lean-ajattelun arvovirta-analyysin toimivuus linjasaneerauksen yksittäisen työtehtävän tehostamisessa.</p> <p>Voidaan ajatella, että Lean-ajattelun tärkein päämäärä on tuottaa arvo asiakkaalle. Arvovirta-analyysi on tapa tarkastella ja kehittää koko toimitusketjua tilauksesta toimitukseen. Tässä tutkimuksessa testataan analyysitavan toimivuutta yksittäisen työvaiheen tehostamiseksi.</p> <p>Tutkimuksen teoreettinen tarkastelu keskittyy rakennusalan nykytilan selvittämiseen. Lisäksi perehdytään Lean-ajatteluun ja arvovirta-analyysin toimintaperiaatteeseen. Toimintatutkimuksen ja tulokset, sekä ehdotukset tilanteen parantamiseksi esitetään tutkimuksen lopussa.</p> <p>Tutkimuksen empiirinen osa suoritetaan toimintatutkimuksena. Toimintatutkimus koostuu työvaiheiden nykytilan dokumentoinnista, hukkien erittelystä ja analysoinnista sekä hukkien eliminointitapojen etsimisestä. Työvaiheiden analysointia varten pyritään kehittämään yleispätevä ja toistettava kaava.</p> <p>Nykytilan määrittämisen avulla pyritään selvittämään myös miksi asiat tehdään nykyisellä tavalla. Lisäksi pyritään pohtimaan miten työn suorittaja voisi jatkuvasti kehittää työtään, ja mikä olisi toimiva tapa tehdä työsuoritus Fira Palvelut Oy:n tapaan.</p>	
Avainsanat	Rakennusala, arvo, Lean, arvovirta, linjasaneeraus, toimintatutkimus

Author Title	Tuomas Hakulinen Value stream mapping as a optimizer for individual stage of the pipe renovation
Number of Pages Date	40 pages + 5 appendices 11 February 2015
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	material and surface treatment techniques
Specialisation option	
Instructors	Arto Yli-Pentti, Instructor Harri heikura, Development coordinator
<p>Construction and renovation field in Finland are poorly profitable and the working methods are outdated. On the basis of some researches, about 60 % of all work performed in construction sites is loss and waste. From year 1970 to the present day, the productivity of the construction branch has developed by 0, 6 %.</p> <p>The reasons for the situation today are for example long and complicated chains of contractors, old fashioned attitudes, strict hierarchy on the work yards, and strict laws and regulations.</p> <p>This thesis project was commissioned by Fira Palvelut Oy. Its purpose was to find out if the value stream mapping from Lean thinking was a functional tool for analyzing the efficiency of the individual stage of the pipe renovation.</p> <p>It can be thought that the most important goal of lean thinking is to produce value for the client. The value stream mapping is a way to analyze and boost the whole chain of processes from the order to the delivery. This thesis project tested the value stream mapping to optimize a single stage of the pipe renovation.</p> <p>The thesis starts with a literature section, which concentrates on the current state of the construction branch in Finland. Some background information is also given about action research, lean thinking and value stream mapping. The results and the development suggestions will be shown at the end of the research.</p> <p>The practical part of the research will be conducted as an action research. The action research included the documentation of the current state, separation and analysis of the losses, and the elimination of the losses. An attempt was also made to develop a repeatable pattern for analyzing any stage of the renovation.</p> <p>By determining the current state, it was also possible to find out why work was being done the way it was. Besides all this, an attempt was made to study, how the worker himself could constantly develop his own work and what would be the best way to accomplish the stage of work the Fira Way of working.</p>	
Keywords	Construction branch, value, Lean, value stream, pipe renovation, action research

Sisällys

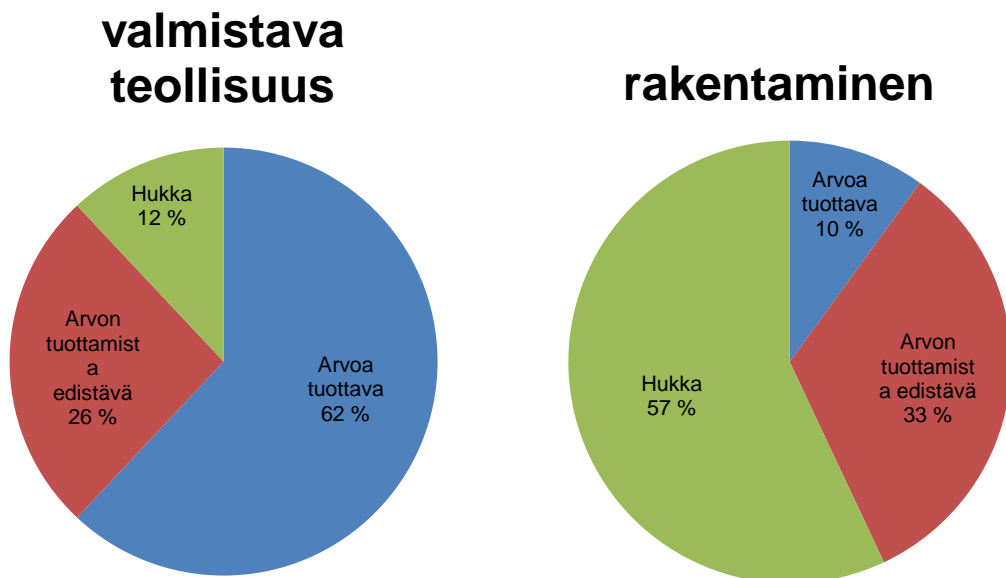
1	Johdanto	1
1.1	Tutkimuksen tausta	1
1.2	Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimusmenetelmät	2
1.3	Rajaus	3
2	Kirjallisuusosio	4
2.1	Rakentamisen nykytila Suomessa	4
2.2	Hukkaprofiili	5
2.3	Arvovirta-analyysi hukan eliminoinnin työkaluna	7
2.3.1	Lean	7
2.3.2	Arvovirta-analyysi	9
2.4	Toimintatutkimus tutkimusvälineenä	12
3	Toimintatutkimus–työvaiheen analysointi	13
3.1	Työvaiheet	13
3.2	Toimintatutkimuksen vaiheet	15
3.2.1	Dokumentointi	15
3.2.2	Analyysikaavio	15
3.3	Työvaiheen hukkien merkitys	21
3.3.1	Lähtötilanne	21
3.3.2	Työn suorittaja	22
3.3.3	Materiaalin hukka	22
3.3.4	Hukan aikaprofiili	23
3.3.5	Hukan lähtöpaikka ja kohde	23
3.3.6	Hukkien esiintymisen yleisyys	23
3.3.7	Riskit	24
3.3.8	Hukkien syyt	24
4	Analyysin tulokset	24
4.1	Analysoidut työsuoritteet	24
4.2	Analyysin tulokset	25
4.2.1	Mitattavat hukat ja menekit	25
4.2.2	Työvaiheiden tunnuslukuja	26

4.2.3	Hukkien kategorisointi ja priorisointi	28
4.2.4	Johtopäätökset ja päätelmät	29
4.2.5	Haastattelujen tulokset	30
4.3	Nykytila työvaihekohtaisesti	30
4.3.1	Alakattorunko	30
4.3.2	Alakatto	31
4.3.3	Vedeneristys	32
5	Toimintasuunnitelma ja muutosehdotukset	32
5.1	Muutosehdotuksien toteuttaminen	32
5.2	Muutosehdotukset työvaiheittain	33
5.3	Testaus	36
6	Johtopäätökset	37
6.1	Työvaiheanalyysin onnistuminen	37
6.1.1	Arvovirta-analyysi	37
6.1.2	Työskentelyn nykytila	38
6.1.3	Oma työskentely	39
6.2	Jatkotoimenpiteet	39
6.3	Työvaiheanalyysin sovellettavuus	40
	Lähteet	41
	Analyysikaavio, alakattorunko	1
	Analyysikaavio, alakatto	1
	Analyysikaavio, vedeneristys	1
	Liitteet	
	Liite 1. Analyysikaavio, tyhjä	
	Liite 2. Analyysikaavio, alakattorunko	
	Liite 3. Analyysikaavio, alakatto	
	Liite 4. Analyysikaavio, vedeneristys	
	Liite 5. Haastattelut, työnjohto ja urakoitsijat	

1 Johdanto

1.1 Tutkimuksen tausta

Rakennus- ja saneerausala Suomessa ovat tällä hetkellä huonosti tuottavia ja toimintatavat vanhanaikaisia. Tutkimusten mukaan lähes 60 % rakennusalan töistä Suomessa on hukkaa ja hävikkiä. (1, s. 19; Kuva 1.) Elinkeinoelämän tutkimuslaitoksen tutkimuksen mukaan Suomen rakennusteollisuuden tuottavuus on kasvanut vuodesta 1980 vuoteen 2007 vain 0,6 %. Kuluvalla vuosikymmenellä kehitys on lähes pysähtynyt. (2, s. 32.)



Kuva 1. Teollisuuden ja rakentamisen hukkaprofiili 2009. (1, s. 19.)

Syitä kyseiselle kehittymättömyydelle on monia. Esteinä ovat muun muassa pitkät ja monimutkaiset urakoitsijaketjutukset, vanhanaikaiset asenteet ja jyrkkä hierarkia organisaatiossa. Nämä ongelmat ovat johtaneet työmailla sekä taloudelliseen että aikataululliseen tehostomuuteen. (3, s. 7.) Tilanteen lopullisena kärsijänä ja maksajana on asiakas. Suu-

rimpina hukkina suomalaiset rakennusalan toimijat pitävät kommunikoinnin ja dokumentoinnin vajavaisuutta, työntekijöiden hyödyntämätöntä potentiaalia ja suoranaisia työvirheitä. (3, s. 41–42.)

1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimusmenetelmät

Tässä tutkimuksessa analysoidaan kahta linjasaneerauksen työvaihetta arvovirta-analyysin avulla. Analyysien perusteella pyritään selvittämään arvovirta-analyysin toimivuus työtehtävien nykytilan selvittämisessä ja kehittämässä. Tutkimuksen tilaajana toimii Fira Palvelut Oy, ja linjasaneerauksen työvaiheiden analysoimiseen käytetään arvovirta-analyysiä asiakasyrityksen pyynnöstä. Tavoitteena on tulosten avulla luoda Fira Palvelut Oy:lle vähemmän hukkaa tuottavia työmenetelmiä. Onnistuessaan tutkimus tulee edesauttamaan asiakasyritystä, ja mahdollisesti rakennusalaa yleisesti, kohti asiakaslähtöisempää ja tuottavampaa työskentelyä.

Fira Palvelut Oy, on pääkaupunkialueella toimiva rakennusalan yritys, joka on erikoistunut linjasaneerausten toteuttamiseen ja kehittämiseen. Se pyrkii voimakkaasti kehittämään linjasaneerauksia tuottavampaan ja tehokkaampaan suuntaan. Lean-ajattelu näytetään vahvasti Fira Palvelut Oy:n kehitystyössä.

Tutkimuksen tulosten tulisi vastata seuraaviin ydinkysymyksiin:

- Miten kehitetään arvovirta-analyysistä saatujen tulosten perusteella vähemmän hukkaa sisältävä työmenetelmä?
- Onko arvovirta-analyysi toimiva tapa kehittää linjasaneerauksen työvaiheita?

Lisäksi saatujen tulosten perusteella pyritään pohtimaan ratkaisuja seuraaviin kysymyksiin:

- Miksi työt tehdään saneeraustyömaalla nykyisellä tavalla?
- Mikä on paras tapa saada hukat ja muutosehdotukset organisaation eri osapuolten tietoon, ja siten auttaa heitä huomioimaan kyseiset asiat tulevaisuudessa?
- Mikä motivoisi työn suorittajaa kehittämään työtään jatkuvasti paremmaksi ja arvokkaammaksi?

Tämä tutkimus koostuu kolmesta pääosiesta. Ensimmäisessä osassa, kirjallisuusosiossa, tutustutaan rakennusalan nykytilanteeseen, joka luo perustan koko tutkimuksen tarpeellisuudelle. Kirjallisuusosio sisältää myös johdatuksen Lean-ajatteluun, ja sen kautta arvovirta-analyysiin. Arvovirta-analyysin ymmärtäminen työvaiheiden analysoinnissa on kirjallisuusosiota seuraavan toimintatutkimuksen tärkein lähtökohta.

Tutkimuksen empiirinen osa toteutetaan toimintatutkimuksena. Tutkimuksen kohteeksi ovat valikoituneet kaksi linjasaneerauksissa yleisesti esiintyvää työvaihetta, Alakaton teko ja vedeneristys. Työvaiheiden nykytila dokumentoidaan videon ja muistiinpanojen avulla. Dokumentoinnin tueksi työn suorittajalle esitetään 2–3 haastattelukysymystä liittyen häneen näkemykseensä työvaiheen suorittamisesta. Arvovirtatarkastelun avulla etsitään työvaiheesta hukkaa, paikallistetaan hukan lähteet, sekä tuodaan hukat ja parannusehdotukset organisaation osapuolten tietoon. Ehdotetut muutokset työvaiheen suorittamiseen toimitetaan suunnittelulle, työnjohdolle ja työn suorittajille. Ehdotusten toimivuutta testataan tulevaisuudessa samoissa työvaiheissa ja mahdollisuuksien mukaan samojen työntekijöiden suorittamana. Suunnitelmiin liittyvät parannusehdotukset tulisi saada suunnittelun tietoon viimeistään ennen seuraavan kohteen suunnittelua.

Tulosten avulla selvitetään arvovirta-analyysin toimivuus työvaiheiden analysoinnissa ja kehittämisessä. Tarkoitus on myös selvittää, toimiiko sama analysointitapa muille linjasaneerauksen työvaiheille antaen vertailukelpoisia tuloksia. Tulosten perusteella on myös tarkoitus pohtia tulevaisuudessa tapahtuvien nykytilan analyysien suorittajaa ja tulosten ja parannustapojen esittämistapaa koko työmaaorganisaatiolle.

1.3 Rajaus

Aikataulun ja tutkimuksen laajuuden johdosta tutkimuksen toiminnot on rajattu kahteen työsuoritteeseen.

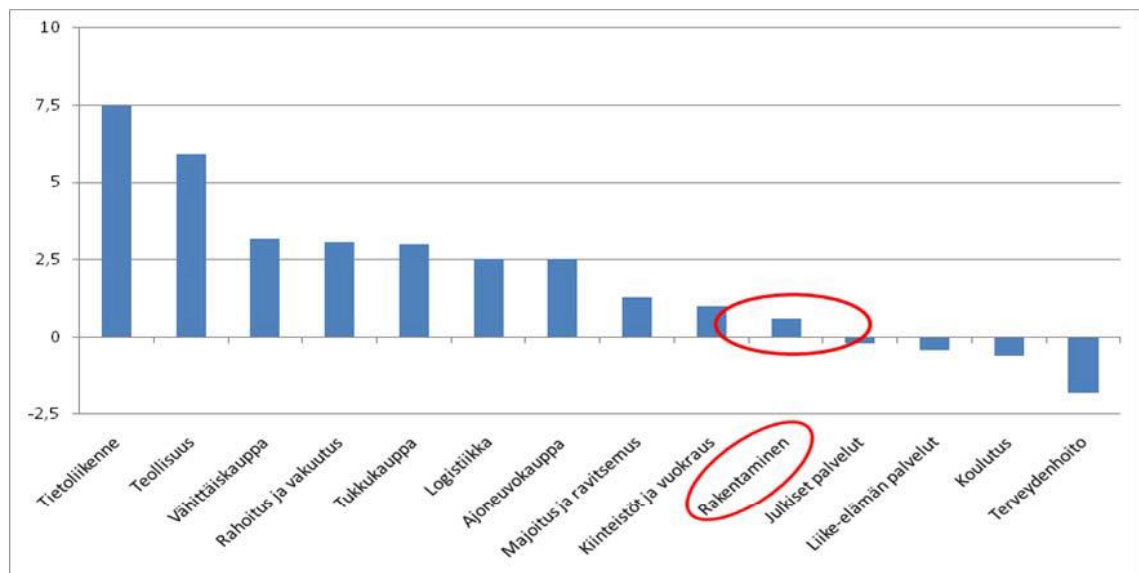
Työvaiheet rajataan kyseisen työvaiheen suorittajan tehtäviin. Jos materiaalin nouto ja siivous ennen työtehtävän aloittamista kuuluu työn suorittajalle, ne rajataan työvaiheen sisään. Työvaihe loppuu, kun seuraava työn suorittaja ottaa tilan vastaan.

2 Kirjallisuusosio

Tässä osiossa tarkastellaan kirjallisuuden avulla rakentamisen nykytilaa Suomessa, rakentamisen hukkaprofiilia, Lean-ajattelua, sekä erityisesti sen arvovirta-analyysi-osiota.

2.1 Rakentamisen nykytila Suomessa

Kansallisesti rakentaminen on Suomessa ja maailmalla merkittävä ala. Suomen rakennusalan kokonaisbudjetti oli vuonna 2012 noin 28 miljardia euroa, eli noin 1000 euroa kuukaudessa palkansaajaa kohti. (4.) Muihin toimialoihin verrattuna rakentaminen on viimeisinä vuosikymmeninä kehittynyt Suomessa huonosti. (Kuva 2.)



Kuva 2. Työn tuottavuuden kehitys palvelualoittain 1980–2007. (2, s. 32.)

Rakentamiseen ja saneeraamiseen on muodostunut toimintatapa, jossa urakoitsijat valikoituvat yksittäisiin projekteihin pääasiallisesti hinnan perusteella. Yrityksen osaamisella ja valmiuksilla on vähäinen merkitys tarjouksen hyväksymiseen. Asiakkaat luottavat osaamisen valvonnassa rakennusvalvontaan, valvojiin ja takuuaikeihin. Julkisella sektorilla kilpailulainsäädäntö edellyttää hyväksymään halvimman tarjouksen, mikäli tarjouspyyntöön ei ole erityisesti kirjattu muita valintakriteerejä tarjouksen hyväksymiseksi. (2, s. 31.)

Suomalainen rakentaminen ja saneeraaminen ovat myös tarkasti valvottuja. Tämän johdosta sopimukset pyritään laatimaan siten, että kaikkien työvaiheiden suoritustapa on määritelty jonkin asetuksen tai lain mukaisesti. Tällä pyritään välttämään riskejä, mutta samalla rajoitetaan liikkumavaraa rakentajan ammattitaidolta ja soveltamiskyvyiltä. (2, s. 31.)

Rakennusprojektit Suomessa ovat lähes aina projektiluontoisia. Ulkopuolisen yrityksen asiakkaalle laatimassa hankesuunnitelmassa spesifioidaan kaikki työvaiheet niin tarkoin, että innovatiivisuudelle ei juuri jää tilaa. Projekti alkaa aina alusta. Koska jokaisen työmaan suunnitelmat ovat kohdekohtaisia, jatkuvuuteen ei päästä ja aiemmin muissa samankaltaisissa projekteissa opittua ei hyödynnetä tehokkaasti. (2, s. 31.)

Rakennus- ja saneerausprojektit ovat Suomessa yleensä pilkottu useiksi osasuorituksiksi ja ketjutettu useille alihankkijoille. Pitkät ja sekavat kommunikaatioketjut aiheuttavat suuria vaikeuksia toimivan ja mukautuvan työmaaorganisaation muodostumiselle ja tiedon kulkemiselle. Kaikkien osatoimijoiden huomio keskittyy vain oman suorituksen läpäisyyn ja kokonaisuutta on vaikeaa hahmottaa ja hallita. Tästä seurauksena ovat muun muassa laatuvirheet, tarpeeton odottaminen, turhat tavaroiden siirrot ja pitkään työmaalla seisovat, asennusta odottavat materiaalit. Suurimpana yhdistettynä syynä suureen hukkaan voisi mainita suunnitelmien toteutumisen epävarmuuden. Kansainväliset tutkimukset osoittavat, että rakentamisessa ja saneerauksessa vain hieman alle 50 % viikkosuunnitelmista toteutuu. (2, s. 32–33.)

2.2 Hukkaprofiili

Lean-ajattelussa hukka on määritelty kaikeksi toiminnaksi, mikä kuluttaa resursseja, mutta ei tuota asiakkaalle arvoa. Hukka sisältää sekä materiaalin hävikin että tarpeettoman, arvoa tuottamattoman työn. Lean-ajattelussa hukat on jaettu seitsemään luokkaan. Nämä Toyotalta peräisin ovat luokat ovat ylituotanto, odotus, tarpeettomat siirrot ja kuljetukset, epäsopiva prosessointi, liikavarastointi, tarpeettomat liikkumiset ja virheet. (3, s. 19–20.)

Manninen (3.) on diplomityössään tutkinut laajasti rakennusteollisuuden hukkaa ja hukkaprofiilia. Hän haastatteli työhönsä lukuisia rakennusprosessien eri vaiheissa työskenteleviä toimijoita. Haastateltavina olevien työntekijöiden yritykset edustivat suunnittelua,

rakentamista, urakointia ja projektinjohtoa. Saatuja tuloksia useimmin esiintyvistä hukkatyypeistä analysoitiin sekä hukkapistelukuanalyysillä että parivertailulla. Näillä kahdella menetelmällä ei menetelmien erilaisuuden vuoksi saatu samanlaisia tuloksia. Laskemalla hukkatyyppien sijoitukset yhteen ja järjestämällä ne suuruusjärjestykseen, saadaan kuitenkin selville rakennusalan viisi tärkeintä hukkaa.

- Kommunikointi ja dokumentointi
- Väärän tuotteen tai palvelun tuottaminen
- Virheet
- Työntekijän hyödyntämätön potentiaali
- Tarpeettomat liikkumiset

Kommunikoinnin ja dokumentoinnin hukka on Mannisen (3.) mukaan selkeästi tärkein ja suurin hukka. Haastateltavien mukaan juuri tämä hukka on tyypillinen rakennusalan ongelma. Kommunikoinnin ja dokumentoinnin vajavaisuus voidaan tulkita yhdeksi tärkeimmäksi perussyiksi muille hukille. Suunnittelussa huono kommunikaatio on yksi perussy aikatauluongelmiin ja työvirheisiin. Myös ketjuttaminen vaikeuttaa tiedonkulkua.

Toiseksi tärkeimmäksi hukaksi tutkimus antaa väärän tuotteen tai palvelun tuottamisen. Tähän hukkatyyppiin voitaisiin sisällyttää myös ylituotanto, sillä liikaa valmistettu tuote on sillä hetkellä työmaan tarpeisiin väärä. Hukka voidaan nähdä myös väärän materiaalin asentamisena, tai vääränlaisen välineen käyttönä. Suunnittelussa väärä tuote voi tarkoittaa sitä, etteivät suunnittelun ja asiakkaan näkemykset tarpeesta kohtaa. Asiakas ei myöskään välttämättä tiedä mitä haluaa. Tämä vaikuttaa olennaisesti yhteisymmärryksen pääsemistä.

Kolmanneksi suurin hukkatyyppi oli virheet. Koska virheitä tapahtuu paljon, ne on helppo havaita. mutta jostain syystä vaikea eliminoida. Todennäköisimpiä syitä tähän ovat piilossa olevat juurisyyt, sekä vääränlaiset asenteet ja kulttuuri työmaalla. Virheiden suurimmat syyt ovat kommunikaation ja dokumentoinnin huono taso. Kiire aiheuttaa tilanteita, joissa joudutaan tekemään työtä ehtimättä perehtyä tarkasti suunnitelmiin ja korjata niistä virheitä. (3, s. 42.)

Neljänneksi suurimmaksi hukaksi tutkimus osoittaa työntekijöiden hyödyntämättömän potentiaalin. Tämän hukkatyyppin kohdalla on huomioitava sen vaikea havaittavuus; Havaitseminen vaatii havainnoijalta hyvää organisaation tuntemusta ja taitoa hukkien tunnistamisessa. Syitä tähän hukkaan ovat muun muassa työntekijöiden osallistumattomuus viikko- ja tehtäväsuunnitteluun, kiireinen aikataulu, suunnitelmien tekeminen ilman työn suorittajien asiantuntemusta ja yhden toteutustavan ehdoton noudattaminen.

Viides hukkatyyppi on työntekijöiden tarpeeton liikkuminen. Työntekijän kannalta tämä voi tarkoittaa tavaroiden ja materiaalien turhaa etsimistä. Suunnittelussa tarpeeton liikkuminen voi tarkoittaa tiedon etsimistä. Syinä tähän hukkaan voidaan mainita standardien ja järjestelmällisyyden puute, epäsiisteys sekä myös informaation huono liikkuminen. (3, s. 38–44.)

2.3 Arvovirta-analyysi hukan eliminoinnin työkaluna

2.3.1 Lean

Lean on yrityksen toiminnan organisoinnin käsittävä filosofia. Lean on ensisijaisesti johtamistapa, jonka avuksi on kehitetty työkaluja varsinaisen työn tehostamiseksi. Lean on kehittynyt Toyota Produktion System (TPS) -konseptista. Sana Lean tulee englannin kielestä hoikka, niukka, ja tarkoittaa ideologiassa sitä, että toimintatapa käyttää vähemmän kaikkea. (2, s. 8.)

Lean-toimintatapa koostuu kolmesta pääkohdasta. Nämä ovat ideologia, periaatteet ja työkalut.

- Lean-ideologia: Anna asiakkaalle mitä he haluavat ja toimita se välittömästi ilman hukkaa.
- Lean-periaatteet: Määritä tuotteen tai työvaiheen arvo asiakkaan näkökulmasta, organisoivat työvaiheet siten, että ne luovat arvovirran, luo tehtäviin tasainen virtaus, käytä imuohjausta, ja tavoittele täydellisyyttä.
- Lean-työkalut. työkalut ovat apukeinoja lean-ideologian ja -periaatteiden toteuttamiseksi. Työkaluja on lukuisia. Pelkillä työkaluillakin voidaan yrityksessä saavuttaa lyhytaikaisia parannuksia, mutta ilman ideologiaa ja johtamista taannutaan usein lyhyessä ajassa takaisin lähtötilanteeseen. (2, s. 15.)

Lean-ajattelussa on määritelty seitsemän tärkeintä hukkaa:

- Ylituotanto: Tehdään jotain ilman tilausta.
- Odotus: Virtauksen katkeaminen materiaalin, edellisen vaiheen valmistuksen, riittämättömän kapasiteetin, ym. johdosta.
- Tarpeettomat siirrot ja kuljetukset.
- Epäsopiva prosessointi: Tarpeettomia työvaiheita tai esim. huono suunnittelu.
- Liikavarastointi: Liikaa materiaalia, puolivalmisteita tai valmiita tuotteita.
- Tarpeettomat liikkumiset: Osien tai työkalujen etsiminen, epäjärjestys tai esim. huono ergonomia.
- Virheet: Väärin tehtyjä tuotteita tai palveluita.

Ihmiset ja ihmisten kehittäminen ovat tärkeimmät osat Leanin toimimisen kannalta. Jotta yritys voi toimia Leanin mukaisesti, täytyy kaikkien työntekijöiden olla motivoituneita ja osaavia. Lean-toimintatapa pyrkii muuttamaan työntekijöiden työskentelytapoja. Lean on kuitenkin ideologia, jonka oppiminen ja sitä kautta ajattelutavan muuttaminen on vaikeaa. Se vie monilta vuosia ja edellyttää jatkuvaa itsensä kehittämistä. (2, s. 13–14.)

Länsimaisiin johtamistapoihin verrattuna Lean ei luo johtajia, jotka antavat vastauksen kaikkeen, vaan henkilöstön, joka osaa kysyä. Lean-sanastossa Kaizen tarkoittaa jatkuvaa parantamista. Jokainen Lean-ajatteluun sitoutunut työntekijä johtajasta tiiminjäsenen pyrkii noudattamaan tätä periaatetta. Johtajat ja esimiehet pyrkivät tukemaan työntekijöiden kehittymistä antamalla siihen haasteita ja mahdollisuuksia. Esimiehen tehtävä on lähinnä opettaa työntekijöitä ratkaisemaan itse esiintyvät ongelmat, eikä antaa niihin vastaukset. Leanissa ongelman ratkaisuun johtanut prosessi on jopa tärkeämmässä osassa kehityksen kannalta kuin itse ratkaisu. (5.)

Lean Construction on rakennusalan organisaatioiden soveltamaa Lean-ajattelua. Lean-ajattelun periaatteita ja -työkaluja on kehitetty rakentamiseen soveltuviksi jo yli 15 vuoden ajan. Tärkeimpiä toimijoita näiden ajatusten ja työkalujen kehittämisessä ovat olleet useissa maissa toimivat Lean Construction Instituutit (LCI). LCI:t ovat osoittaneet, että Lean-ajattelu on järkevä ja toimiva kehityssuunta rakennusalan nykytilanteeseen. Kehittäminen on pitkä ja vaativa tie, jonka tavoitteena on asiakastyytyväisyyden parantaminen ja koko tilaus-toimitusketjun tuottavuuden parantaminen. Lean Construction Instituutit

ovat osoittaneet, että Leanin avulla rakentamisen yksikkökustannuksia voidaan pienentää, ja siten myös tuottavuutta lisätä jopa 10–40 %. (2, s. 38.)

Suurimpana haasteena LCI pitää osaavien projektitiimien kokoamista jo projektin alkuvaiheessa. Tiimi, joka koostuu urakoitsijasta, suunnittelijasta, asiakkaasta ja tärkeimmistä alihankkijoista, mahdollistaisi alusta alkaen tiiviin yhteistyön, paremman sitoutumisen, osaamisen ja joustavuuden.

2.3.2 Arvovirta-analyysi

Voidaan ajatella, että Lean-ajattelussa keskeisimpänä teemana on arvon tuottaminen asiakkaalle. Tuotteen tai palvelun tuottaja on asiakkaan näkökulmasta vain sitä varten olemassa. Arvon vastakohta on hukka. kaikissa prosesseissa on arvon lisäksi hukkaa, eli osuuksia, jotka eivät asiakkaan näkökulmasta tuota hänelle mitään. Koska asiakas ei hukasta maksa, sitä pyritään Lean-ajattelun mukaisesti poistamaan. Arvon ja hukan suhteen ja esiintymismäärän kuvaamiseen sopii usein arvovirta-analyysi. (3, s. 15–16.)

Arvoketju-käsitteen on luonut Michael Eugene Porter vuonna 1985. Hän kuvaa arvoketjuksi kaikkia yrityksen sisäisiä toimintoja, jotka aikaansaavat valmiin tuotteen asiakkaalle. Näitä ovat mm. suunnittelu, valmistus ja markkinointi. Arvoketjuun kuuluvat materiaaliin liittyvät informaatiot aina toimittajalta asiakkaalle asti. Koko arvoketjun hallinta mahdollistaa prosessien nopeuttamisen ja asiakkaan tyytyväisyyden parantamisen. Arvoketjuajattelun toimiessa kaikki arvoketjussa mukana olevat vaikuttajat saadaan ajattelemaan koko ketjua oman osuutensa sijaan. (3, s. 15-16.)

Arvovirta-analyysi (value stream mapping, VSM) on Lean-työkalu, jolla pyritään tunnistamaan tuotteen tai palvelun virtaus sen tilauksesta toimittamiseen. Arvovirta-analyysin avulla pyritään ensin selvittämään prosessin nykytila visuaalisella kuvauksella tai riittävän selkeällä esitystavalla. Vasta nykytilan riittävän ymmärtämisen kautta on mahdollista suunnitella halutunlainen prosessinkulku.

Seuraava vaihe analyysissä on arvon tunnistaminen ja määrittäminen jokaiselle tuotteelle tai osaprosessille. Arvovirrasta eritellään prosessista vaiheet, jotka tuottavat arvoa, vaiheet, jotka tuottavat hukkaa, ja vaiheet, jotka ovat arvoa tuottamattomia, mutta pakollisia prosessin läpiviemiseksi. Arvovirran tunnistamisprosessi on helppo tapa havainnollistaa, miten tilaus muuttuu tuotteeksi tai palveluksi.

Nykytilanteen kartoittaminen on visuaalinen tapa esittää prosessin nykytila. Kynällä paperille piirrettäessä auttaa ymmärtämään materiaalin tai palvelun virtaa. Yksinkertaistettuna nykytilanteen kuvaus tehdään yleensä seuraamalla valmistusreittiä tilauksesta toimitukseen analysoiden jokainen virtauksen vaihe arvon ja hukan kannalta. Tämän jälkeen esitetään keskeiset kysymykset ja piirretään tulevan tilanteen kuvaus. Tällä pyritään kuvaamaan, miten prosessin, ja sitä kautta arvon tulisi virrata. (3, s. 16.)

Arvovirta-analyysin hyödylliset ominaisuudet voidaan tiivistää seuraavasti:

- Auttaa näkemään koko virtauksen yksittäisen työvaiheen sijaan.
- Helpottaa hukkien alkuperien näkemistä.
- Antaa yhteisen, helposti tulkittavan pohjan prosessin eri osapuolten kanssa keskustellessa.
- Osoittaa eri toimintojen välisen yhteyden.
- Helpottaa näkemään, kuinka arvon tulisi virrata eri osaprosessien välillä.

Arvovirtatarkastelun vaiheet jaetaan viiteen pääosaan:

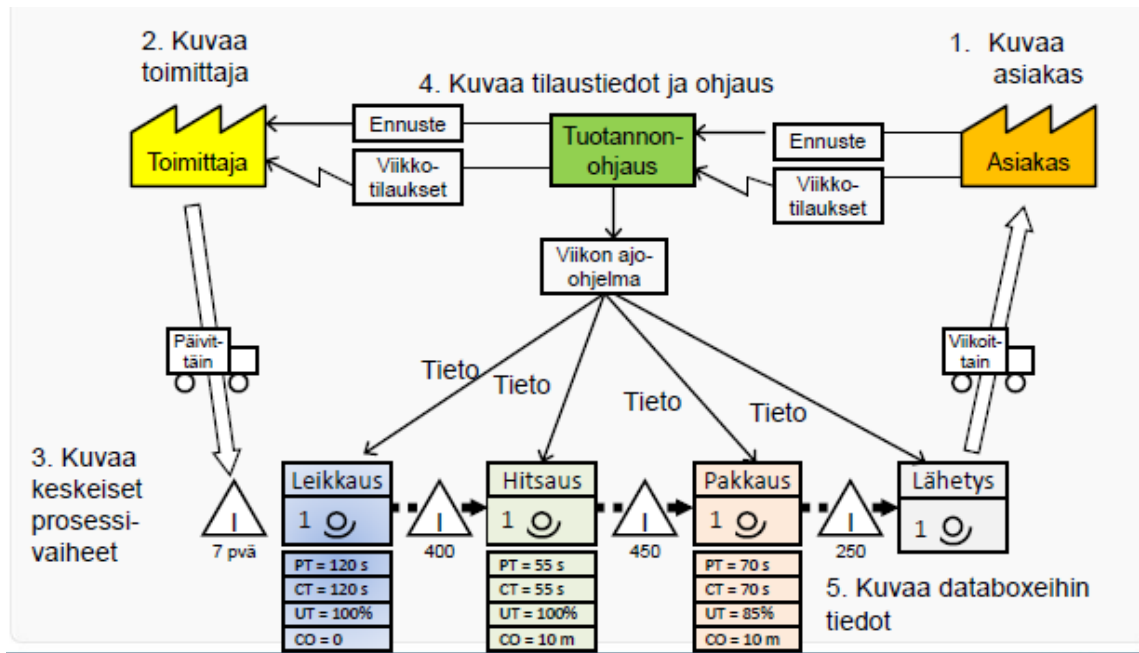
- Arvovirran valinta
- Nykytilan kartoitus
- Toivottavan tulevaisuudentilan määrittäminen
- toimintasuunnitelman laatiminen
- Suunnitelman toteuttaminen (3, s. 16–17.)

Arvovirran valinta.

Kaikkien tuotteiden kuvaaminen yhdessä kaaviossa tuottaa monimutkaisen ja vaikeasti tulkittavan kuvauksen, ja siksi saattaa olla tehokkaampaa keskittyä yhteen yksittäiseen tuotteeseen tai tuoteperheeseen. Analysoitava kohde voi olla tuote, palvelu tai esimerkiksi suunnitelma. Linjasaneerauksessa tämä voi olla yksi työsuorite kokonaisen saneerauksen sijaan.

Nykytilan kuvaaminen.

Nykytilan kuvaamisessa on olemassa useita menetelmiä. Kokonaisprosessiin tutustuminen sekä myötä- että vastavirtaan kertoo virtauksesta ja osaprojektien vaikutuksista toisiinsa. Työvaiheesta dokumentoidaan työvaiheen tai palvelun vaiheiden ajat, sekä vaiheen kokonaisläpäisy aika. (Kuva 3.) Lisäinformaatiota analysoitavasta työvaiheesta saa myös kyselemällä työn suorittajilta tarkempaa tietoa työsuoritteen läpimenoista. Työsuoritetta verrataan asiakkaan tilauksen sisältöön.



Kuva 3. Esimerkki arvovirran nykytilan kuvaamisesta. (6, s. 25.)

Vaikka pyrittäisiin optimoimaan yhden tuotteen valmistus, toivon tilan määrittäminen vaatii koko prosessin ymmärtämistä. Tulevaisuudentilan määrittämisessä, eli paremman toi-

mintatavan kehittämisessä, voi yhdistellä työvaiheita, luoda rinnakkaisuutta, poistaa turhaa työtä, miettiä työjärjestyksen toimivuutta ja laatua, sekä siisteyttä ja järjestelmällisyyttä. Lean-työkaluista löytyy monia toimivia välineitä, joista kannattaa valita kyseiseen arvovirtaan sopivimmat.

Toimintasuunnitelman laatiminen ja toteuttaminen.

Lähtökohtana uuden toimintatavan suunnittelussa toimivat muun muassa palvelujen läpimenoaikojen lyhentäminen, tiimityö, virtauksen luominen ja hukan poistaminen. Kun uusi toimintatapa esitellään, on tärkeää saada työn suorittaja kehityksen henkeen mukaan. Jatkuvan parantamisen ajatus on Lean-ajattelun perusedellytyksiä toiminnan kehittymiselle. (6.)

2.4 Toimintatutkimus tutkimusvälineenä

Toimintatutkimus ei ole varsinainen tutkimusmenetelmä, vaan pikemminkin tutkimusstrateginen lähestymistapa. Toimintatutkimus käyttää välineinään erilaisia tutkimusmenetelmiä. Toimintatutkimuksessa tavoitteena on tutkimisen lisäksi toiminnan samanaikainen kehittäminen. Toimintatutkimuksen ensisijaisena tarkoituksena on tutkia ja kehittää ihmisten yhteistoimintaa. Teoriaa ja käytäntöä ei nähdä toisistaan erillisinä, vaan pikemminkin saman asian eri suuntina. (7, s. 214–215.)

Toimintatutkimuksen historia ulottuu 1920-luvulle, ja amerikkalaisen pragmatismien alkuvaiheisiin. Silloin luonnosteltiin ajatus ihmisyhteisön jokapäiväiseen toimintaan kietoutuvasta tutkimusmenetelmästä. Myös toimintatutkimuksen keskeinen ajattelutapa, reflektiivisyys, tuli mukaan jo varhaisessa vaiheessa. 1940-luvulla otettiin käyttöön käsite toimintatutkimus (active research).

Reflektiivisyydellä tarkoitetaan itsensä ja omien toimintatapojensa, ja niiden tarkoituksenmukaisuuden tarkastelemista. Reflektiivisessä prosessissa ihminen katsoo toimintaansa kuin ulkopuolisen silmin, ja pyrkii näkemään syyt toiminnalleen. Reflektion keskeisyys toimintatutkimuksessa ilmenee mm. reflektiivisestä kehästä, jossa, toiminta, havainnointi, reflektointi ja suunnittelu seuraavat toisiaan. (7, s. 219–220.)

Kaizen, eli jatkuva parantaminen, on myös yksi Lean-ajattelun viidestä periaatteesta. Kaizen tarkoittaa yksilötasolla jatkuvaa hukkien etsintää omasta työstään, standardien ylläpitoa, ja täydellisyyteen pyrkimistä. Lean-ajattelussa reflektiivisyyden kehää vastavaa kutsutaan PDCA-kierroksi (Plan, Do, Change, Act). (3, s. 19.)

Toimintatutkimuksen intressit voidaan jaotella teknisiin, praktisiin ja emansipatorisiin intresseihin. Teknisen intressin tarkoitus on tukea toiminnan tehokkuutta ja vakuuttavuutta tutkijan toimiessa ulkopuolisena asiantuntijana. Praktiset intressit kehittävät kohteen ymmärrystä ja tietämystä syistä ja historiasta, jotka ovat johtaneet nykytilanteeseen. Emansipatorisen intressin tarkoitus on vapauttaa tutkimuksen kohde perinteisistä ja itsestään selvinä pidetyistä ajatusmalleista. Tutkijan rooli tässä vaiheessa on toimia yhteistoiminnan koordinoijana ja osallistujana. (7, s. 225–226.)

3 Toimintatutkimus–työvaiheen analysointi

3.1 Työvaiheet

Toimintatutkimuksen kohteiksi valittiin kaksi linjasaneerauksen työsuoritetta: alakaton teko ja vedeneristys. Työkohteita analysoitiin Fira Palvelut Oy:n linjasaneeraustyömaalla Porthaninkatu 13 Helsingin Kalliossa. Nykytilan kartoitus suoritettiin 20.10.–31.11.2014.

Kylpyhuoneen alakaton teko on linjasaneerauksissa lähes aina esiintyvä työvaihe. Se on selkeästi eriteltävä työ, jolla on alku ja loppu. Saneerauksissa alakaton materiaali on yleisimmin kipsilevy tai puupaneeli. Alakaton runko voidaan tehdä puusta tai metallirangasta. Alakaton tärkein tehtävä on peittää sisäänsä LVIS-tekniikkaa, ja eristää tekniikan aikaansaamaa ääntä. Yleinen viemärien saneeraustapa on tuoda ylemmän kerroksen kylpyhuoneen viemärointi alemman kerroksen kylpyhuoneen alakattoon. Katon sisälle saatetaan sijoittaa myös vesimittari, sähkövetoja ja ilmanvaihto-osia. Alakatto ja sen rakentaminen liittyvät useisiin eri työvaiheisiin. Tämän johdosta se on vaikeasti hallittava ja aikataulutettava. Valitussa kohteessa alakatot tehtiin kaksinkertaisesta kipsilevystä ja metallirangasta. Lisäksi alakaton rungon päälle asennettiin 50 mm rakennusvillaä äänieristeeksi. Alakattoihin tehtiin läpivientejä vesijohdoille, sähköasennuksille, huoltolukulle ja ilmastointiputkelle. Katon saumat nauhoitettiin paperinauhalla, katto tasoitettiin märkätilan tasoitteella ja maalattiin Luja-maalilla.

Alakaton valmistustapoja on lähes yhtä monta kuin tekijöitä. Asennustavat ja -välineet ovat valikoituneet tarpeen ja tottumuksen kautta. Saman työn voi tehdä hyvin monella tavoin. Tietyllä tavalla alakatto yhdistää useita työvaiheita valmiiksi kokonaisuudeksi. Näiden syiden johdosta alakaton teko valikoitui analysoitavaksi, ja sitä kautta tehostettavaksi, työsuoritteeksi.

Vedeneristys on tarkasti määritelty ja sertifioitu työsuorite, jolla on myös selkeä alku ja loppu. Vedeneristyksen viranomaisvaatimukseen kuuluvat tietyt ainepaksuudet, tiettyjen hyväksytyjen tuotteiden käyttö, riittävän tartunnan saavuttaminen, oikea asennustapa ja asentajan henkilösertifikaatti. Kaikkien näiden vaatimusten johdosta työn pitäisi tapahtua aina lähes samoin tavoin. Vedeneristyksen onnistumiseen ja toimivuuteen vaikuttavat suuresti sitä edeltävät työvaiheet ja materiaalit. Myös vedeneristys itsessään vaikuttaa tuleviin, usein näkyvimpiin, työvaiheisiin. Vedeneristyksen onnistuminen on teknisesti tärkeä työvaihe ja sen toimivuus ja kestävyys ovat linjasaneerauksen tärkeimpiä tavoitteita.

Vedeneristyksen työvaiheisiin kuuluu alustan puhdistus pölystä ja roskista, tartuntapohjusteen levitys, vedeneristysmassan levitys, vahvikekappaleiden asennus läpivientien ympärille, kaivon ympärille ja liikuntasaumoihin, sekä toinen kerros eristettä, eli niin sanottu tuplauskerros.

Vedeneristys tehdään yleensä yhtäjaksoisesti alusta loppuun. Se voidaan suorittaa erillisenä työvaiheena, ilman muiden vaiheiden aiheuttamia taukoja. Tässä työssä ja sen tehokkuudessa korostuu asentajan oma osaaminen ja ammattitaito, sekä tiukat laatuvaatimukset. Näiden syiden johdosta vedeneristys valikoitui analysoitavaksi työsuoritteeksi.

3.2 Toimintatutkimuksen vaiheet

3.2.1 Dokumentointi

Toimintatutkimus aloitettiin työmaakäynnillä, jossa tutustuttiin työmaan työnjohtoon, organisaatioon, alihankkijoihin sekä tutkittavien työvaiheiden aikatauluihin ja suunnitelmiin. Samalla käynnillä laadittiin alustavat suunnitelmat työvaiheiden dokumentoimiseksi.

Työvaiheiden nykytilan dokumentointi aloitettiin sekä kirjallisesti että videoiden. Videon tarkoitus oli toimia tulevaisuudessa muistin ja kirjallisten tulosten tukena, mutta varsinaisen dokumentointi tehtiin paperille. Pian huomattiin, että työskentelynopeuden johdosta työvaiheet ovat dokumentoitavissa riittävän tarkasti kirjallisesti. Tämä toki edellyttää analysoijan jatkuvaa läsnäoloa. Työvaiheista dokumentoitiin työvaiheet, työvaiheisiin kulunut aika, työvaiheen kokonaisaika aloituksesta valmistumiseen ja materiaalin menekki. Lisäksi kirjattiin kaikki kysymykset, poikkeavuudet, epäloogisuudet ja muut analysoijalle epäselvät kohdat työvaiheesta.

Ensimmäisenä dokumentoitavana työvaiheena toimi kohteen ensimmäinen, 1. linjan ylimmän kerroksen alakattorungon toteutus. Ylin kerros poikkeaa muista kylpyhuoneista tekniikkansa puolesta, koska katossa ei ole viemärihajotuksia. Kohteen lajissaan ensimmäiseen työsuoritteeseen liittyy myös mallityön luonne. Tämä aiheuttaa tuleviin suorituksiin verrattuna ylimääräisiä tarkastuksia ja mallikatselmuksia. Ensimmäiset työsuoritteet sisältävät yleensä myös tekijöiden kannalta jonkin verran harjoittelua tulevan toimintatavan löytämiseksi.

Työvaiheen analyysi tehtiin kesken alakaton tekoa. Katon levytys ja pintakäsittely puutuivat katon analysointihetkellä, koska ne valmistuivat analysoijan tietämättä viikonloppu- ja ilta-aikaan. Alakaton rungon dokumenttien pohjalta rakennettiin analyysikaavio sekä tämän, että tulevien työtehtävien analysoimiseksi.

3.2.2 Analyysikaavio

Tallennettu materiaali sijoitettiin analyysikaavioon. Kaavio muodostuu neljästä perussivusta. Etusivu (Kuva 4.) sisältää kohteen tiedot, lähtötilanteen, materiaalin menekin ja työvaiheen kaikki osat aikoineen. Ensimmäisellä sivulla dokumentoidut työvaiheet jaet-

tiin arvoa ja hukkaa tuottaviin, sekä välttämättömiin mutta arvoa tuottamattomiin. Kaavion toisella sivulla hukat jaoteltiin niiden lähtöpaikkojen mukaan. Kolmas sivu on yhteenvetosivu. Siinä hukkia kategorisoitiin ja priorisoitiin eritavoin. Myös aiempien sivujen tärkeimmät tiedot näkyvät yhteenvetosivulta. Viimeinen sivu on varattu päätelmille ja parannusehdotuksille. Viimeisen sivun tietojen pohjalta tehtiin myös haastattelut vahvistamaan omia päätelmiä. Myös haastattelujen tulokset kirjataan viimeiselle sivulle. Kaavion etusivulle kirjattiin työvaiheen kohdetiedot, tekijä, ajankohta, sekä lähtötilanne ennen työvaiheen aloittamista.

Katto on kohteen ensimmäinen. Yläkerran kylpyhuoneessa ei ole alakatossa viemäreitä, joten katon rakennustilanne ei vastaa yleistä tilannetta. Kylpyhuoneen seinät on laatoitettu, mutta **lattia vasta eristetty**. Vesijohdot ja vesimittarit asentamatta, tuloputket alakatossa. Sähköasennukset alakaton osalta keskitetty yhteen asennuspurkkiin keskelle kattoa. Kattovalaisin tarkoitus asentaa purkin päälle. Betonikattoon asennettu Finnfoam-levy ullakon kylmyyden torjumiseksi.

Kuva 4. Lähtötilanne, analyysikaavio

Myös laskennallinen sekä todellinen materiaalimenekki sekä kaikki työn osat taukoineen kirjattiin analyysikaavioon. (Taulukko 1.) Kaikki työn osat jaoteltiin arvoa tuottaviin, välttämättömiin mutta arvoa tuottamattomiin, ja hukkaa tuottaviin työn osiin. Yksi työn osa saattaa kuulua myös useampiin edellä mainituista. Jako tehtiin analysoijan oman osaamisen ja työnjohdolta työvaiheesta saadun informaation pohjalta. Näiden tietojen pohjalta laskettiin työskentelyn arvoa ja hukkaa tuottavien osien ajat ja prosentuaaliset suhteet.

Taulukko 1. Työvaiheluettelo. Analyysikaavio.

	Työvaiheluettelo	Päivämäärä + kelloaika	Arvoa tuottava aika	Välttämätön mutta arvoa tuottamaton	Hukkaa tuottava aika	Vaiheen aika min.
1.	1.Tilan vastaanotto. Valaistus, työkalut ja sähkö läheisyyteen.	20.10. klo 9.00	5	5		10
2.	2. Reunarangan korkeuden mittaus ja merkitseminen. Rankojen pituuksien mittaaminen.		4			4
3.	3. Rankojen leikkaaminen kellarissa ja ylöstuonti hissillä.		8		4	12
4.	4. Reunarankojen kiinnittäminen poraamalla ja muovipropuilla laatan läpi.		10		5	15
5.	5. Runkotankojen mittaus.	21.10.	3			3
6.	6. Rankojen leikkaaminen kellarissa ja ylöstuonti hissillä.		8		5	13
7.	7. Rankojen asettelu paikoilleen ja huoltoluukun paikan mittaus runkoon.		7		42	49
8.	8. Rankojen kiinnittäminen reunajuoksuun.		5		5	10
9.	9. Kattoroikotuksen poraaminen ja rungon tuenta keskeltä.		10			10
10.	10. Finnfoamin poisto.	klo 14.00			12	12
11.	10. Tauko					8 vrk, 22 h, 3 mi.
12.	11. Villalevyjen leikkaus ja asettelu peltirungon päälle.	29.10.klo 12.03	22			22
13.	12. Sähköpurkin kiinnitys peltirunkoon.		5			5
14.	13. Odotus, jotta valvoja tulee hyväksymään villan asettelun.					2 h.
15.	13. valvoja hyväksyi tekotavan.	klo 14.30.	2			2
16.	14. Kipsilevyjen mitoitus ja leikkaus asunnossa.	30.10. klo 7.00				
17.	15. Kipsilevyjen kiinnitys peltirunkoon.					
		9 vrk, 5 h, 30 min.	89	5	73	167
	Arvo %		53,3	3,0	43,7	

Arvovirta-analyysi käsittelee nimensä mukaisesti kokonaista arvoketjua. Kokonaisprosessi on kuitenkin otettava huomioon myös analysoitaessa vain yhtä arvovirran osaa. Tämän johdosta ensimmäiseksi hukkien erittelytavaksi valittiin ennen työvaihetta aiheutuneet – työvaiheen omat – työvaiheesta aiheutuneet hukat. (Taulukko 2.) Tällä tavoin saatiin työvaihe linkitettyä kokonaisvirtaan. Tapaa voisi kutsua ”katkoviivoin eriytetyksi työvaiheeksi”.

Huomionarvoista oli, että alkuperäisessä työsuoritteessa havaitut hukat, jotka aiheutuivat muista työsuoritteista, muuttuivat tässä vaiheessa välttämättömiksi, mutta arvoa tuottamattomiksi työvaiheiksi. Tarkoituksena oli kuitenkin analysoida yhtä työsuoritusta, ja tämän työsuorituksen tekijälle nämä hukat olivat välttämättömiä töitä, jotka pitää tehdä,

jotta oma työ saadaan tehtyä. Kyseisen työvaiheen tekijän on sovitettava oma työnsä olemassa olevaan tilanteeseen, jotta työ saadaan tehtyä. Tämä jaottelutapa korostaa vahvasti arvon virtauksen merkitystä. Se osoittaa, että hukkakkin virtaa työtehtävästä toiseen ketjun mukana. Tässä vaiheessa laskettiin myös kohteessa tapahtuneen työn, sekä kokonaisläpimenoajan hukka-arvo-prosentit.

Taulukko 2. Jako lähtöpaikan mukaan. Analyysikaavio.

Työvaihe nro	Hukka +aika		Aiemmat työvaiheet	Aika	Analysoitava työvaihe	Aika	Tuleva työvaihe	Aika
3.	Matka kellariin	4			Sarjatyö	4		
4.	Kiinnitys laattojen läpi	5	Laattatyö, ohjeistus, suunnittelu	5				
6.	Rangat kellarissa	5			Sarjatyö	5		
7.	Huoltoluukku	42	Suunnittelu, ohjeistus	42				
8.	Viemäri	5	Suunnittelu, ohjeistus	5				
10.	Finnfoam	12	Suunnittelu, ohjeistus	12				
11.	Tauko		Suunnittelu, ohjeistus,		Kannattiko aloittaa?		Putkityöt, sähkötyöt, iv, eristys, laattatyöt	
14.	Valvojan odotus		Suunnittelu, kommunikaatio				Tulevat katot, toteutumaton tapa hyväksytetään.	
	Lähtötilanne:							
	Vedeneristys		Työvirhe, Tarpeeton työ, suunnittelu					
		73		64		9		
				aika	%			
			Hukan kokonaisaika	73	100			
			Aiempien vaiheiden aika	64	87,7			
			Ks. Työvaiheen aika	9	12,3			
			Tulevat työvaiheet aika	0	0			

Taulukko 4. Puuttuvat asiat. Analyysikaavio

HETI PUUTTAVAT ASIAT!		
Kannattaako työ aloittaa ennen tekniikan valmistumista?	Yhtäjaksoinen työ	Yhtäjaksoisuuteen pyritty
Voisiko kiinnittää rungon laatan yläpuolelle?	Parempi	Näin pitää tehdä
Lattialaatta paikoilleen ennen kattotöitä? Lattian suojaus?	Parempi	Aina yleensä
Sarjatyön mahdollisuus?	Parempi	Pyritään
Voisiko viemärin ja muun tekniikan paikkoja tarkentaa?	Ei	Ei
Voiko materiaalin tilata pienempinä yksiköinä ja toimittaa suoraan asuntoihin/kerrokseen?	Ehkä ensi työmaalla	Ehkä ensi työmaa
Työryhmien kontrollointi? Ei vapaata taistelua mestoista?	Pitäisi olla	Pyritään
Toteuttamiskelpoinen suunnitelma lopputyömaalle?--> materiaalin hukka?	Ehkä ensi työmaalla	Ensi työ,maalle
MYÖHEMMIN PUUTTAVAT ASIAT		
Suunnitelmien yhteensopivuus?		
Teknisten ratkaisujen tarpeellisuus/päällekkäisyys?		
Työvaiheiden aikataulutus?		
Työvaiheen mahdollinen tekeminen ilman taukoja?		
Lattian laatoittaminen ennen kattoa?		
Ongelmiin puuttuminen reaaliajassa. Ei "Tehdään nyt näin, katsotaan sitten tulevaisuudessa".		
Kommunikaatio suunnittelun ja eri työvaiheiden välillä.		
Materiaalien ja päällekkäisten eristysten tarpeellisuus.		
Tekniikka etusijalle.		

Analyysin valmistuttua keskustellaan työn suorittajan ja työnjohdon kanssa löydetyistä hukista, työn nykytilasta, ehdotuksista työvaiheen parantamiseksi, sekä heidän ehdotuksistaan työvaiheen tehostamiseksi. Työnjohdolta ja suorittajalta haetaan myös vahvistuksia suunniteltuihin parannusehdotuksiin. (Taulukko 5.) Osa ehdotuksista on saattanut jo toteutua, osa taas ei ole enää mahdollinen kyseisen työmaan aikana. Tekniikan rajoitteet saattavat toimia esteinä joillekin parannusehdotuksille.

Taulukko 5. Haastattelut. Analyysikaavio

Haastattelu:	Tekijä:	
Mielipide hukasta ja sen syystä?	"Ensimmäinen katto oli harjoittelua ja suunnitelmien yhteensovittamista. Pitäisi pystyä tekemään alusta loppuun. Nykyisin tehdään vasta tekniikan jälkeen. Materiaaleja ei oikein saatu tuotua ylös, tilanpuute. Tulevaisuudessa tuodaan os on tilaa. Selkeämmät suunnitelmat, ja yhteensopivat käytännössä."	
Mikä työssä vaikeinta?		
Mitä muuttais?		
Hukat:	Työnjohto:	
Matka kellarin	Oma valinta	Oma valinta
Kiinnitys laattojen läpi	Suunnittelu	Ei ohjeistettu
Rangat kellarissa	Oma valinta	Oma valinta
Huoltoluukku	Suunnittelu	Suunnittelu
Viemäri	Suunnittelu	ei voi siirtää
Finnfoam	Suunnittelu	Suunnittelu
Tauko	Suunnittelu	Suunnittelu
Valvojan odotus	Suunnittelu	Suunnittelu
Lähtötilanne:		
Lattia vasta eristetty	Poikkeus, suunnittelu	Poikkeus, suunnittelu

Haastattelun, analyysistä aiemmin saatujen sekä analysoijan oman ammattitaidon avulla tehdään kirjallinen yhteenveto ja päätelmät. (Taulukko 6.)

Taulukko 6. Yhteenveto ja päätelmät. Analyysikaavio.

Yhteenveto ja päätelmät:
<p>Suurin ongelma työssä on suunnittelu. Työ aloitetaan väärään aikaan ja puutteellisilla ja/tai yhteensopimattomilla suunnitelmissa. Työvaihe jakautuu liian noneen pieneen osaan, jonka johdosta aiheutuu paljon turhaa liikkumista ja odottamista. Suurin osa hukasta johtuu työvaiheen ulkopuolisista asioista. Itse työvaiheeseen käytetty aika on tehokasta ja sisältää itsessään vain vähän hukkaa. Työvaiheiden limittyminen pieninä osina toistensa sekaan aiheuttaa myös riskejä keskeneräisille työsuoritteille. Vesieristyspinta saattaa vaurioitua kun sen päällä työskennellään, Rungon jälkeiset työvaiheet aiheuttavat tarvetta muokata runkoa jälkeenpäin, katto- ja putkieristys vaikeutuu rungon vuoksi. 50 mm villan hyväksyttäminen ja asentaminen oli turhaa, koska alemmissa kopeissa villa ei mahdu viemärin ja rungon väliin. Ylimmässä kopissa mahtuu, mutta ei tarvita, koska eristys viemärin äänen takia. Työn suorittajilla on työmaalla useita muita työvaiheita urakassaan, joten he eivät joudu odottamaan tekniikkaa, vaan pääsevät tekemään muita töitä. Kuitenkin jokainen aloittaminen, lopettaminen, siivoaminen, ja tavaroiden kerääminen kuluttavat aikaa ja energiaa. Materiaalin hukka oli prosentuaalisesti merkittävä ja aiheutti villojen hyväksynnällä hukkaa myös tulevaisuuteen. Hukkien jakautuminen noudattaa hyvin rakennusalan yleisimpien hukkatyyppien jakoa. Suurimmat riskit aiheuttaa huonosti suojattu vesieristys ja pitkä tauko työvaiheessa. Tekniikka on aina etusjalla linjasaneerauksissa. Työvaiheen aloittaminen noin aikaisessa vaiheessa ennen kaikkea tekniikkaa, vaikeuttaa muiden töitä ja mahdollistaa muutokset myös alakaton mitoitukseen.</p> <p>Suunnitelmien yhteensopivuus, työvaiheiden aikataulutus, kommunikaatio ja dokumentointi, sekä riskit vesieristykselle ovat todennäköisesti suurimmat syyt tämän työvaiheen hukille.</p>

3.3 Työvaiheen hukkien merkitys

Hukkien jaottelu erilaisiin kategorioihin sekä hukkien tärkeyden priorisointi antavat hyvän kokonaiskuvan työvaiheen nykytilasta. Tarkoituksena oli löytää analysointitapa jota voidaan käyttää useiden eri työvaiheiden analysointiin. Kategoriat, priorisointi sekä tunnusluvut antavat eri työvaiheiden nykytilasta vertailukelpoisia tuloksia. Useita työvaiheita analysoitaessa pystytään myös tekemään huomioita muun muassa hukan esiintymisen yleisyydestä, lähtötilanteen vaikutuksesta, työvaiheiden yhteensopivuudesta sekä työjärjestyksestä.

3.3.1 Lähtötilanne

Lähtötilanne on myös syytä ottaa huomioon mahdollisten tulevien hukkien lähteenä. Tutkimuksessa havaittiin, että työvaihetta ei välttämättä ole järkevää aloittaa jos aiemmat vaiheet ovat kesken tai huonosti suojattuja. Aloitettava työvaihe itsessään saattaa myös aiheuttaa hukkaa tuleviin työvaiheisiin. Esimerkkialakatossa kattorunko rakennettiin

putki- ja ilmanvaihtotöiden eteen. Kattorunko oli helpompi tehdä, mutta vaikeudet siirtyivät tuleviin työvaiheisiin. Alakattotyössä otettiin myös riski lattian vesieristyksen vaurioitumisesta. Laattatyö alkoi välittömästi kattorungon teon ja pikaisen lakaisun jälkeen. Pieniä vaurioita vedeneristyksessä olisi ollut lähes mahdotonta huomata.

3.3.2 Työn suorittaja

Esimerkkikatkon toteuttanut urakoitsija toimii työmaalla useissa eri työtehtävissä. Kun alakattotyö keskeytyy, tai sen tekeminen ei ole mahdollista tai tehokasta, hänellä on muita työtehtäviä. Urakoitsijan näkökulmasta on tärkeää, että työn suorittajat tekevät tuottavaa työtä työmaalla ollessaan. Toisin sanoen pyritään tilanteeseen jossa maksetaan vain työstä mitä on tilattu. Yhä useampien työsuoritteiden laskutusperiaatteena on nykyisin urakkahinnoittelu, mikä osaltaan poistaa tilaajan näkökulmasta tämän ongelman. Työmaan kokonaisläpäisyajan ja suunnittelun kannalta merkitys on kuitenkin olemassa. Kun tehokkaammat ja nopeammin suoritettavat työvaiheet pystytään aikatauluttamaan uudelleen lyhennetään myös työmaan kokonaisläpimenoaika.

3.3.3 Materiaalin hukka

Materiaalin hukkaa tarkasteltiin sekä fyysisenä määränä materiaalia, että hukkamateriaalin prosenttiosuutena kokonaisuusmateriaalimenekistä. Yksittäistä työvaihetta tarkastellessa materiaalin hukat saattavat tuntua ajallisesti, määrällisesti tai taloudellisesti pieniltä. Työvaihe ja sen hukat toistuvat kuitenkin linjasaneerauksessa useita kertoja. Erityisesti prosentuaalinen hukka antaa paremman kuvan työvaiheen tehokkuudesta. Jos esimerkiksi 50 % työvaiheessa käytetystä materiaalista menee hukkaan, on syytä tarkastella työvaiheen merkitystä materiaalin jäte-, kuljetus- sekä ostokustannuksiin. Myös materiaalin yksikkökoko ja myyntierät saattavat aiheuttaa hukkaa. On järkevää pitää mielessä myös tilattavan materiaaliyksikön koko, paino, saatavuus sekä varastointimahdollisuus ja -tarve. Tietyn hukan vaikutus materiaalin hukkaan saattaa kuitenkin kohdistaa hukan toiseen työvaiheeseen. Tämän vuoksi kaikkien hukkien vaikutus materiaalin hukkaan on myös huomioitu.

3.3.4 Hukan aikaprofiili

Hukan aikaprofiilin luvut kertovat useista työn tehokkuuteen liittyvistä asioista. Siitä voi päätellä työn suorittajan osaamista, rakennettavuutta, tai esimerkiksi työvaiheen oikea-aikaisuutta. Kaaviossa on vertailtu arvon ja hukan osuutta sekä työkohteessa, että suhteutettuna kokonais-, eli kalenteriaikaan. Useat tauot ja keskeytykset työsuoritteessa saattavat kertoa ongelmista materiaalitöimityksissä, työn suorittajan tai työmaan aika-aulutusongelmista tai esimerkiksi väärästä työn ajoituksesta.

Esimerkkikaaviossa tauot johtuivat alakaton sisään jäävien töiden puutteellisuudesta ja pakottavat kysymään kannattiko työtä aloittaa niin aikaisin. Tarkasteltaessa ajan jakautumista itse työkohteessa on syytä ottaa huomioon hukkien lähtöpaikat. Hukaksi määriteltävä työ saattaa olla työn suorittajalle vain pakollinen työ, joka on tehtävä jotta oma osuus olisi mahdollinen. Näin ollen hänen työnsä saattaa olla tehokkaampaa, kuin mitä prosenttiluvut aluksi antavat ymmärtää.

3.3.5 Hukan lähtöpaikka ja kohde

Lean-ajattelun yksi periaatteista on arvovirran luominen ja mahdollistaminen. Koska linjasaneeraus on kymmenien työvaiheiden muodostama kokonaisuus, on arvovirta-analysoinnissa lähes mahdotonta, sekä tarpeetonta, käsitellä yhtä työvaihetta ilman yhteyttä kokonaisvirtaan. Yksi looginen tapa hukkien jaotteluun oli jako hukan aiheuttajan mukaan. Kategoriat jaettiin aiempien työvaiheiden aiheuttamiin, kyseisen työvaiheen itselleen aiheuttamiin ja kyseisen työvaiheen tuleville työvaiheille aiheuttamiin hukkiin. Toisettaessa analyysi useille peräkkäisille työvaiheille nähdään hukkien syy-seuraus-ketju. Jos työvaihetta analysoitaisiin irti kaikista muista, saadut tulokset kuvaisivat linjasaneerauksen sijaan yksittäisen asunnon kylpyhuoneremontin osaa.

3.3.6 Hukkien esiintymisen yleisyys

Kaaviossa löydetyt hukat on jaoteltu myös Mannisen (3.) diplomityössä esittämien yleisimpien rakennusalan hukkien mukaan. Tämä jako osoittaa työvaiheen hukkaprofiilin tyypillisyyden suhteessa rakennusalan yleistilaan. Tietyn hukan esiintymistiheys antaa tietoa työvaiheeseen eniten vaikuttavista tekijöistä. Tulosten tulisi myös tukea lähtö-

paikka-jaottelun tuloksia. Huomattavat poikkeamat hukkaprofiilissa työvaiheen ja yleis-tilan välillä saattavat kertoa tiettyyn työvaiheeseen, työntekijään tai materiaaliin erityisesti liittyvistä ongelmista.

3.3.7 Riskit

Suurin osa hukista sisältää jonkinlaisen riskin joko turvallisuudelle, jollekin toiselle työvaiheelle tai kokonaissaneeraukselle. Tekniikan uusiminen on linjasaneerauksen pääsyy ja siten tärkeysjärjestyksessä ja riskialttiudessa heti turvallisuuden jälkeen ensimmäinen. Kaikki hukat jotka ovat riski saneerauksen tekniselle toimivuudelle, ovat priorisoinnissa korkealla. Mallisuorituksessa suurimmat teknisen vaurion riskit olivat vedeneristyksen vaurioituminen, tekniikan asentamisen vaikeuttaminen ja äänieristyksen suunnitelmista poikkeava toteutus. Alempana priorisoinnissa ovat materiaalin ja kapasiteetin hukat sekä väärät työt ja muut työvirheet.

3.3.8 Hukkien syyt

Aiempien priorisointien ja kategorisointien perusteella voi tehdä päätelmiä hukkien syistä. Leanin 5 x WHY-menetelmällä pyritään löytämään hukkien juurisyitä, eli alkulähteitä. Juurisyiden poistaminen on tehokkain tapa poistaa hukkaa. Ilman juurisyitä poistetaan usein vain oireita ja työskentely taantuu nopeasti lähtötilaansa. Juurisyiden löytämisen ja sitä kautta tulevaisuudentilan hahmottamisen apuna kannattaa käyttää ammattilaisten mielipidettä. Työmaan työnjohto ja työvaiheen suorittava ammattilainen pystyvät usein kertomaan syitä havaituille hukille. Kun yhdistetään analyysin tulokset, analysoijan ammattitaito, kirjallinen materiaali ja työhön suoraan vaikuttavien ihmisten osaaminen, saadaan kattava kokonaiskuva työvaiheen nykytilasta ja sitä kautta myös toivottavasta tulevaisuudentilasta.

4 Analyysin tulokset

4.1 Analysoidut työsuoritteet

Edellä esiteltyä analyysintapaa käytettiin kahteen erilliseen työsuoritteeseen: Porthaninkatu 13 linjasaneeraus. Alakaton asennus ja pintakäsittely maalaamalla, 3. linja, 6.

kerros, as. B 40 ja vedeneristys 5. linja, 7. kerros, as. A 23. Tulosten mukaan otettiin vertailukohteeksi ensimmäinen, analyysikaavioille mallina toiminut, alakaton rungon teko.

4.2 Analyysin tulokset

4.2.1 Mitattavat hukat ja menekit

Talonrakennusteollisuus Oy:n kirjaan Rakennustöiden hukat 2015 (8.), on koottu karkeutetut Ratu-tiedoston työ- ja materiaalimenekkitiedot. Ratu-tiedostoja käytetään yleisesti arvioitaessa sekä uudis-, että korjausrakentamisen aika- ja materiaalimenekkejä. Tiedostot arvioivat menekkejä erilaisten kertoimien avulla lisäten perusaikaan muun muassa menetelmän lisäaikakertoimen, työvuoron lisäaikakertoimen, sekä pelivarat. Kaikista edellä mainituista vaiheista ja kertoimista Ratu muodostaa työvaiheen kokonaisajan. (8, s. 6–7.)

Arvovirta-analyysissä tarkastellaan työn todellisia aikoja ja materiaalimenekkejä. Tämän vuoksi tutkija ei ole käyttänyt tulosten arvioinnissa mitään olosuhteisiin tai työvaiheisiin liittyviä kertoimia. Tulokset haluttiin pitää mahdollisimman yksinkertaisessa muodossa ja helposti tulkittavina. Tutkimuksen tarkoitus on esittää työvaiheiden nykytila selkeillä ja vertailukelpoisilla arvoilla. Ratu:n tapa käyttää tiettyjä kertoimia vaikeuttaisi tutkijan mielestä tulosten tulkitsemista, ja niin sanotusti antaisi anteeksi osan hukista.

4.2.2 Työvaiheiden tunnuslukuja

Ajankäytön hukkaprofiili kertoo työn tekemisen tehokkuudesta. (Taulukko 7.) Sekä alakattorungon, että alakaton tekoon käytetyt ajat jakautuvat prosentuaalisesti melkein tasan. Työstä kohteessa on arvoa tuottavaa ollut vain hieman yli puolet. Vedeneristys on työvaiheena suoritettu tehokkaasti. Kalenteriaika kertoo myös työvaiheiden yhtäjaksoisuudesta. Kattotyöt on tehty useiden vuorokausien, jopa viikkojen aikana, mutta vedeneristys lähes yhtäjaksoisesti. Voidaan päätellä tämän vaikuttavan myös työskentelyn tehokkuuteen. Kaikkiin työvaiheisiin kuluneet kohteessa käytetyt ajat ovat tavanomaisia työskentelyaikoja ks. työtehtäville.

Taulukko 7. Työvaiheiden ajankäytön hukkaprofiili.

	Alakattorunko	Alakatto	Vedeneristys
Työskentelyaika kohteessa min:	167	394	110
Arvoa tuottava aika min:	89	218	84
Hukkaa tuottava aika min:	73	142	8
Välttämätön mutta arvoa tuottamaton aika min:	5	34	18
Arvo %:	53,3	55,3	76,4
Hukka %:	43,7	36	7,3
Välttämätön %:	3	8,6	16,4
Kalenteriaika:	9 vrk 5 h 30 min	22 vrk 2 h	1 vrk 20 min

Hukkien kohdistaminen tiettyyn työvaiheeseen antaa informaatiota työvaiheiden yhteensovittamisesta, virtauksesta ja kommunikaatiosta. (Taulukko 8.) Ensimmäisen alakattorungon hukista valtaosa on aiheutunut aiemmista työvaiheista. Suorittaakseen oman työnsä, alakattorungon tekijät ovat ”joutuneet” aiheuttamaan kyseiset hukat omassa työvaiheessaan. Esimerkkinä ensimmäisessä katossa huoltoluukun ja valaisimen päällekkäisyys suunnitelmissa. Katontekijän oli selvitettävä ongelma pystyäkseen jatkamaan työtään, vaikka ongelma ja virhe suunnitelmassa eivät olleet hänen aikaansaamiaan. Alakattotyössä suurin osa hukasta johtuu työntekijästä, kun taas vedeneristys suoritettiin erittäin tehokkaasti.

Taulukko 8. Hukan ajallinen kohdistuminen työvaiheisiin.

	Alakattorunko	Alakatto	Vedeneristys
Hukan kokonaisaika (min.)	73	142	8
Aiempien vaiheiden aika (min.)	64	34	0
Ks. Työvaiheen aika (min.)	9	106	8
Tulevien vaiheiden aika (min.)	0	2	0
Tulevat työvaiheet aika (min.)	0	0	0

Materiaalin hukkaa tarkasteltiin laskemalla teoreettinen materiaalin menekki ja vertaamalla sitä todelliseen menekkiin. (Taulukko 9.) Tutkittujen työvaiheiden materiaalin hukka ei ollut huomattava. Tekijät käyttivät materiaaleja harkiten ja taloudellisesti. Vedeneristyksessä samojen materiaalien käyttämistä voidaan jatkaa seuraavassa kylpyhuoneessa, joten hukkaa ei synny lähes ollenkaan.

Taulukko 9. Materiaalihukat, alakatto ja eristys. Analyysikaavio.

Materiaalit	Materiaalin menekki, teoria	Materiaalin menekki, todellinen	Materiaalin hukka	Hukka %
Kipsi	5,6 m ²	6,1 m ²	0,5 m ²	8,2
Reunaranka	6 m	6,2 m	0,2 m ²	3,2
keskiranka	6,8 m	7 m	0,2 m ²	2,8
villa 50 m	0 m ²	2,8 m ²	2,8 m ²	100
Tasoite	0,1 kg	0,1 kg	-	0
maali pohja	0,5 l	0,5 l	-	0
Maali pinta	0,8 l	0,8 l	-	0
nauha	1,5 m	2 m	0,5 m ²	25
liimamassa	50 g	150 g	100 g	67,0

Materiaalit	Materiaalin menekki, teoria	Materiaalin menekki, todellinen	Materiaalin hukka	Hukka %
Vedeneriste	20 kg (min)	35 kg	0-15 kg	0-40 %
Nurkkanauha	20,2 m	25 m	4,8 m	19 %
Läpivientikappaleet	0,5 m ²	0,5 m ²	0	0 %

Vedeneristyksen suurin prosentuaalinen materiaalinhukka syntyi oviaukon nauhoittamisesta ja eristeen runsaasta käytöstä. Nämä eivät olleet varsinaisesti virheitä, vaan suunnittelijan ohjeesta ja huolellisesta työskentelystä johtuvia hukkia. Vedeneristeen teoreettiseksi tarpeeksi oli otettu minimiainevahvuus, joten menekki vain paransi eristyksen laatua.

Alakaton suurin hukka oli 50 mm villan asennus. Koska sen asentaminen ei täyttänyt tehtäväänsä, oli se kokonaisuudessaan hukkaa. Villalevyn tarkoitus oli estää viemärin melun kulkeutumista asuntoon, mutta sen asennus viemärin ja alakaton väliin ei tilan puutteen vuoksi ollut mahdollista.

Materiaalin hukka jaoteltiin myös hukkien mukaan. Jokaista havaittua hukkaa tarkasteltiin myös mahdollisena materiaalin hukan aiheuttajana. Näin saadaan materiaalin hukalle tarkempi syy ja pystytään helpommin havaitsemaan ja puuttumaan sen juurisyihin.

4.2.3 Hukkien kategorisointi ja priorisointi

Tunnuslukujen ja laskennallisten tulosten lisäksi havaittuja hukkia ja epäkohtia tarkasteltiin mahdollisimman monesta suunnasta. Pyrkimyksenä oli muodostaa työvaiheista niiden hukkien profiloinnilla mahdollisimman laaja kuva työvaiheen nykytilasta.

Hukat jaoteltiin rakennusalan yleisimpiin hukkatyyppeihin Mannisen (3.) diplomityössä esitetyn jaottelun mukaan. Alakattorungon teko oli hukkaprofiililtaan erittäin tyypillinen rakennusalan työ. Havaituista hukista lähes 80 % liittyi dokumentoinnin ja kommunikoinnin puutteisiin, jotka ovat rakennusalan yleisin hukkatyyppi. Myös toiseksi ja kolmanneksi yleisimmät väärän tuotteen tuottaminen ja virheet löytyivät työvaiheen hukista.

Alakaton teon hukat keskittyivät enemmän tekijäänsä. Kolme neljästä hukasta liittyi työntekijän omiin virheisiin tai tarpeettomiin siirtymisiin. Nämä hukat ovat sijoilla 3. ja 5. hukkien yleisyyttä tarkasteltaessa. Ensimmäisiin kattoihin verrattuna kommunikaation ongelmat olivat vähentyneet, koska työvaihe oli jo päässyt vaiheeseen jossa tekotapa on tiedossa.

Eristyksen hukat ja arvoa tuottamattomat vaiheet liittyivät tarpeettomaan liikkumiseen, huonoon kommunikaatioon ja huonoon rakennettavuuteen. Työn suorittaminen oli teknisesti erittäin hyvää ja lähes hukatonta. Havaitut epäkohdat olivat enemmänkin suunnitelmiin ja työhohjeisiin liittyviä kysymyksiä, eivät niinkään virheitä. Näistä työvaiheessa havaituista asioista useimmat saivat selityksen haastatteluosiossa. (Luku 4.2.5.)

Hukat jaoteltiin myös niiden riskien mukaan. Työturvallisuuteen vaikuttavat hukat ovat riskijaottelussa ensimmäisenä. Toiseksi suurin riski ovat tekniikalle mahdollisesti aiheutuvat ongelmat tai vauriot. Materiaalin ja kapasiteetin hukat ovat seuraavina asteikolla. Alimmalla tasolla riskiarvioinnissa ovat tarpeettomat siirtymiset, väärät työt ja työvirheet.

4.2.4 Johtopäätökset ja päätelmät

Analyysikaavion numeeristen tulosten, hukkien kategorisoinnin ja priorisoinnin sekä analysoijan oman ammattiosaamisen pohjalta tehtiin johtopäätökset ja päätelmät työvaiheen nykytilasta. Tässä vaiheessa aloitettiin myös tulevaisuuden toivetilan kehittäminen. Johtopäätökset ja päätelmät tehtiin tässä vaiheessa vain analysoijan näkemyksien mukaan. Tällä tavoin pyrittiin välttämään työn suorittajan ja työnjohdon mielipiteiden vaikutus päätelmien objektiivisuuteen. Parannusehdotukset jaettiin heti toteutettaviin ja tulevaisuudessa huomioitaviin parannuksiin. Analyysin valmistuttua sovittiin työnjohdon ja työn suorittajan kanssa haastatteluajat. Haastatteluissa käytiin läpi löydetyt hukat ja epäkohdat, ja pyrittiin yhdessä löytämään juurisyyt hukille. Haastatteluissa pyrittiin myös hankkimaan lisätietoa ja ehdotuksia työvaiheen kehittämiseksi. Haastattelukysymykset olivat:

- Mielipide hukista ja niiden syistä?
- Mikä työvaiheessa on nykyisin vaikeinta?
- Mitä tekisit toisin jos mahdollista?

4.2.5 Haastattelujen tulokset

Haastattelujen tulokset tukivat suurimmalta osin analyysien tuloksia. Osaan hukista löydettiin juurisyitä, osa vaatisi vielä syvempää tutkiskelua. Selkeästi suurin löydetty syy hukille oli suunnittelu ja työmaan työohjeistus. Kuitenkin keskusteluyhteyden saaminen suunnitteluorganisaatioon ja perimmäisen juurisyyn löytäminen kyseisille suunnitelmille ja ohjeistuksille on tämän tutkimuksen puitteissa vaikeaa. Ulkopuolisen tutkijan ei ole tarkoitus puuttua meneillään olevan työmaan organisaation suhteisiin ja siten hankaloittaa työmaan toimintaa. Kyseisiin kohtiin vastauksien löytäminen edellyttäisi huomattavia lisätutkimuksia.

Haastattelujen ansiosta osa hukkien lähtöpaikoista muuttui. Aiemmin työn suorittajan virheenä pidetty hukka saattoikin johtua työmaan suunnitelmista tai urakoitsijan omasta päätöksestä. Haastatteluilla olin myös suuri vaikutus muutosehdotuksien testaamiseen. Osa heti testattavista muutosehdotuksista siirtyi tukevaisuuden huomioitaviin asioihin; Oletettu urakoitsijan tai tekijän hukka paljastui urakkaan kuuluvaksi työn osaksi tai jo työmaan aikana muutetuksi työvaiheeksi.

4.3 Nykytila työvaihekohtaisesti

4.3.1 Alakattorunko.

Suurin työvaiheen tehokkuuteen vaikuttava tekijä oli suunnittelun vajavaisuus. Työ aloitettiin liian aikaisin puutteellisilla ja/tai yhteen sopimattomilla suunnitelmilla. Työn suorittaminen jakautui useisiin pieniin osiin. Tämä aiheutti paljon turhaa liikkumista ja odottamista. Suurin osa hukista aiheutui työvaihetta edeltäneistä työvaiheista.

Työvaiheen omat kohteessa tehdyt työt suoritettiin kohtuullisen tehokkaasti. Työvaiheiden limittyminen pieninä osina toistensa sekaan aiheutti riskejä keskeneräisille työvaiheille. Kattorungon tekemisen alkuvaiheessa lattian vesieristys oli suojattu vain muovilla. Tämä johtui kohteeseen sopimattoman lattialaatan poistamisesta. Alakattorungon jälkeiset työvaiheet pakottivat muokkaamaan runkoa uudelleen ja runko itsessään vaikeutti tekniikan asentamista sen yläpuolelle. Äänieristykseksi tarkoitettu villa asennettiin rungon päälle mallisuoritteeksi vaikka kyseisessä katossa ei ole viemäriä jonka ääntä pitäisi eristää. Materiaalin hukka oli prosentuaalisesti merkittävää ja aiheutti eristyksen hyväksynnällä hukkaa myös tuleviin alakattoihin.

Työvaiheen hukkaprofiili noudatti hyvin rakennusalan yleisimpiä hukkatyyppejä. Heti puututtavista asioista suurin osa oli jo parantunut huomattavasti haastatteluajankohtana. Materiaalikoikihin ja työohjeeseen liittyvät parannusehdotukset siirrettiin tulevaisuuteen. Työnjohdon sekä työn suorittajan mielipide hukista oli varsin yhteneväinen analysoijan kanssa. Työnjohto piti yhtäjaksoista työsuoritusta parhaimpana hukkienpoistokeinona. Työn suorittajan mielestä toimivat suunnitelmat auttaisivat eniten työn tehokasta suorittamista. Urakoitsijalla on samalla työmaalla useita urakoita ja tunti-laskutteisia töitä, joten niin sanottua odotuslaskutusta ei synny. Samasta syystä paljon hukkaa jää huomauttamatta koska työtehtäviä on koko ajan työn alla, eikä virallista odotusaikaa esiinny.

4.3.2 Alakatto

Tämän työvaiheen hukkaluettelosta huomion kiinnitti asentajan omien hukkien määrä. Suunnitelmissa yhä olevat äänieristevillalevyt olivat suurin suunnittelun aiheuttama hukka. Asentajan omia virheitä huolestuttavampi oli yli kolmen viikon kokonaisuus. Suurin osa hukista olisi voitu poistaa tai pienentää tekemällä koko työsuorite yhtäjaksoisesti.

Rungon reunajuoksujen asentaminen ennen laatoitusta oli toimiva tapa määrittää laatan lopetusraja ja sitä kautta alakaton korkeus. Kuitenkaan tekniikka ei mahtunut sille varattuun tilaan ja teknisesti vähemmän tärkeä alakatto pyrki määräämään käytettävän tilan. Lopputuloksena kattorakenteesta ja äänieristyksestä tuli puutteellinen. Työn suorittajan rutiineissa ja työvälineissä sekä -tarvikkeissa oli parantamisen varaa. Tilanne olisi parannettavissa järjestelmällisyydellä ja oikeilla tarvikkeilla.

Hukkaprofiilissa korostuvat asentajan omat virheet ja turhat liikkumiset. Haastatteluissa selvisi, että tilanpuutteen ja urakoitsijan omien valintojen johdosta materiaaleja säilytetään kellarissa. Sekä työnjohto että työn suorittaja pitivät yhteen sopimattomia suunnitelmia ja yhtäjaksoista työsuoritusta tärkeimpinä korjauskohteina. Osa analysoijan päätelystä heti puututtavista asioista siirtyi tulevaisuuteen, koska syyt hukkiin olivat työskentelyn sijaan suunnittelussa ja asetuksissa. Urakoitsijalla on samalla työmaalla useita urakoita ja tunti-laskutteisesti suoritettavia töitä, joten niin sanottua odotuslaskutusta ei synny.

4.3.3 Vedeneristys

Eristys oli analysoiduista työvaiheista tehokkain. Asentajan työskentely oli erittäin tarkoituksenmukaista ja materiaalin hukka lähes olematonta. Työ suoritettiin yhtäjaksoisesti.

Työvaiheen hukkien vähyden vuoksi siitä otettiin analysointiin mukaan myös välttämättömät arvoa tuottamattomat työvaiheet. Näissä vaiheissa kysymyksiä herätti niiden kuumuminen työvaiheen osiin. Suurimmat epäkohdat työvaiheessa olivat karmien nauhoitus, kynnysratkaisun epävarmuus ja sähköläpivientien vahvistamattomuus.

Haastatteluvaihe selvensi lähes kaikkia havaittuja epäkohtia. Eristyskerroksia tulee seiiniin aina kaksi kappaletta. Karmien nauhoitus ja kynnysratkaisu ovat suunnitelmassa mainittuja kohtia ja niiden muuttaminen on edellä mainituista syistä vaikeaa. Sähköläpivienteihin on eristevalmistajalla erityisesti tähän tarkoitukseen oma tiivistemassa. Lisäksi työvaihetta edeltävä ja seuraava työvaihe kuuluu samalle urakoitsijalle, joten työvaiheeseen kuuluvat asiat ovat urakoitsijan omia päätöksiä. Työvaihe on sekä työnjohdolle että sen suorittajalle selkeä, koska se tehdään yhtäjaksoisesti ja johdonmukaisesti. Vaikeutena työnjohto mainitsi sopivan välin löytämisen työvaiheelle.

5 Toimintasuunnitelma ja muutosehdotukset

5.1 Muutosehdotuksien toteuttaminen

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli testata arvovirta-analyysin toimivuutta linjasaneeraus-työvaiheen yksittäisen työvaiheen tehostamiseksi. Analyysin tulosten pohjalta oli myös tarkoitus kehittää Fira Palvelut Oy:lle tehokkaampia ja toimivampia työmenetelmiä.

Muutosehdotuksia oli tarkoitus testata samalla työmaalla, samoissa työsuoritteissa ja mahdollisuuksien mukaan samojen työntekijöiden tekemänä. Alkuperäisestä oletuksesta poiketen suurin osa havaituista hukista ja sitä kautta myös suurin osa parannusehdotuksista liittyy kuitenkin tulevaisuudessa huomioitaviin asioihin. Testaamalla muutosehdotuksia samanlaisen analysoinnin kautta työmaan tässä vaiheessa saadaan vain murto-osa parannusehdotuksista käyttöön. Suunnitelmien muutoksiin ja työohjeistuksiin liittyvien muutosehdotuksien läpivienti tässä vaiheessa työmaata ei ole realistista järjes-

tää. Materiaalin tilauksiin liittyvät muutokset taas eivät ole mahdollisia jo tilattujen ja toimitettujen materiaalien johdosta. Olemassa olevista urakoitsijavalinnoista johtuen työvaiheiden yhdistelykin on tässä tilanteessa monimutkaista.

Kokonaisen uuden työvaiheen toimintaohjeen tai standardin kehittäminen ja testaaminen tässä vaiheessa työmaata eivät olisi tarkoituksenmukaisia. Työohjeen luominen ja testaaminen toimisi parhaiten työmaan aloituksen yhteydessä. Työvaiheet sisältävät ensimmäisissä toistoissaan aina harjoittelua, mallisuorituksia ja työvaiheiden yhteensovittamista. Nämä asiat yhdistettynä aiemmillä työmailla havaittuihin hukkiin ja epäkohtiin mahdollistaisivat ensisijaisesti toimivan ja työn suorittajien kanssa yhdessä muodostetun toimintasuunnitelman luomisen. Tästä johtuen analyyseista saatujen tietojen pohjalta päädyttiin jokaiseen hukkaan ja epäkohtaan liittyvien muutosehdotusten jaotteluun seuraavalla tavalla:

- Urakoitsijan työskentelyyn vaikuttavat
- Työnjohdon päätösvallassa olevat
- Suunnitteluorganisaation päätettävät ja hyväksyttävät

Urakoitsijalle kuuluvat parannusehdotukset sisältävät sekä heti muutettavia että tulevaisuudessa huomioon otettavia asioita. Urakoitsija voi testata muutosehdotuksia työtilanteensa ja olosuhteiden mukaan. Työnjohto voi tarkastella muutosehdotuksia mahdollisuuksien mukaan reaaliaikaisesti, mutta viimeistään seuraavia saneerauksia ja niiden läpivientiä suunnitellessa. Suunnittelijaorganisaatiolle kuuluvien asioiden läpikäynti vaatii tiiviimpää yhteistyötä urakoitsijan kanssa. Tämä voidaan nähdä tapahtuvan vain pitkäjänteisen yhteistyön kautta tai uusilla sopimusmalleilla, joissa suunnittelu ja urakointi integroituvat.

5.2 Muutosehdotukset työvaiheittain

Muutosehdotukset käydään läpi jokaisen osapuolen kanssa. Urakoitsijaa koskevat vain hänen työhönsä liittyvät muutosehdotukset. Työnjohto ja suunnittelu voivat vaikuttaa kaikkien osapuolien työhön, joten heidän on syytä tuntea kaikki muutosehdotukset taustoineen. Työvaiheen urakoitsijan työskentelyn tehokkuus on myös pääurakoitsijan intressi ja työnjohdon keskusteluyhteys suunnitteluun helpottaa myös aliurakoitsijan parannuskohteiden huomioon ottamista jo suunnitteluvaiheessa.

Alakattorunko työvaiheena oli poikkeuksellinen sijaintinsa ja malliluonteensa vuoksi. (Taulukko 10.) Tutkijan omakohtaisten havaintojen perusteella suuri osa muutosehdotuksista on jo työvaiheen edetessä toteutunut. Kaikki ehdotukset on kuitenkin syytä huomioida, jotta voitaisiin välttää vastaavanlaisia ongelmia tulevaisuudessa.

Taulukko 10. Alakattorunkotyön muutosehdotukset.

Muutettavat ja kehitettävät asiat	Urakoitsija	Työnjohto	Suunnittelu
Työvaiheen ajoitus ja yhtäjaksoisuus	Kannattaako aloittaa jos pitää muokata, tai ei suunnitelmia loppuun	Selkeämpi työjärjestys eri vaiheille	
Yhtenäinen mitoitus, rungon kiinnitys	Kommunikaatio muiden urakoitsijoiden kanssa	Työn ohjeistus kaikille	Detalji suunnitelmiin
Työjärjestys, lattia	Tarkka suojaus	Tarkka suojaus ja tarkastus	Materiaalien toimivuus
Sarjatyon mahdollisuus?	Jos mahdollista	Pyritään luomaan urakoitsijoille	
Voisiko viemäriin ja muun tekniikan paikkoja tarkentaa?			Suunnitelmin päällekkäisyys. Esim. sähkö+viemäri+kattorunko, huoltoluukku+viemäri, vesijohto+viemäri.
Materiaalin tilaus ja toimituserät	Tarvikkeet helpommin työpisteeseen, poistaa tuhaa liikkumista	Tilaus- ja toimituserät	Tilaus- ja toimituserät, kit-ajattelu
Työryhmien kontrollointi, vaiheiden aikataulutus		Tarkempi kontrolli aliurakoitsijoiden ja työvaiheiden kanssa	Tarkempi kontrolli aliurakoitsijoiden ja työvaiheiden kanssa
Suunnitelman toimivuus ja yhteensopivuus, villalevyt		Keskusteluyhteys suunnitteluun	Suunnitelmien toimivuus, tarpeellisuus, päällekkäisyys
kommunikaatio		Viestien kulku tekijä työnjohto, suunnittelu	Viestien kulku tekijä työnjohto, suunnittelu

Työmaan edetessä tutkija havaitsi, että alakattotyö on tehostunut ja suunnitelmiin liittyvät ongelmat vähentyneet. Asentajan ja urakoitsijan työskentelyssä on kuitenkin vaiheita, joita voisi muuttaa reaaliaikaisesti. Myös koko organisaation kommunikaatiossa olisi parannettavaa.

Kun tarkastellaan muutosehdotusten painopisteitä (Taulukko 11.) verrattuna kokonaisuutensa ja mahdolliseen muutoksen mahdollistajaan, voidaan tehdä päätelmiä muutostarpeiden tärkeydestä. Alakattotyön urakoitsijan mahdollisesti toteutettavat muutokset parantaisivat työn laatua ja kohteessa kuluvaa aikaa. Työnjohdon ja varsinkin suunnittelun muutokset mahdollistaisivat kalenteriajan lyhenemisen sekä suunnitelmien mukaisen, teknisesti turvallisen ja yhtäjaksoisen työsuorituksen.

Taulukko 11. Alakattotyön muutosehdotukset.

Muutettavat ja kehitettävät asiat	Urakoitsija	työnjohto	Suunnittelu
Materiaalien noutaminen, turhat liikkeet	Materiaalin toimittaminen lähemmäs työkohdetta	Materiaalin toimittaminen lähemmäs työkohdetta	Mahdollisesti toimivimmat materialierät, kit-ajattelu
Kahteen kertaan työstetyt kappaleet, epätarkkuus ja -varmuus työskentelyssä	Järjestelmällisyyttä ja tarkkuutta työskentelyyn. Työohje ja yhteinen tekotapa.	Työohje, Firan tapa.	Työohje, Firan tapa
Työjärjestys ja työn suorittamisen yhtäjaksoisuus	Mahdollisuuksien mukaan yhtäjaksoinen työsuorite	Mahdollisuus tehdä työ yhtäjaksoisesti	
Työohjeistus maalarille			Suunnitelmien loogisuus
Työohjeistus huoltoluukulle			Suunnitelmien yhteensopivuus ja toimivuus
Tekniikan priorisointi	Muiden työvaiheiden huomioiminen, suojaus, oikea-aikainen työsuoritus	Työvaiheiden järjestys ja oikea-aikaisuus.	Suunnitelmien yhteensopivuus ja toimivuus
Suunnitelmien toimivuus ja yhteensopivuus		Mahdollinen malliasunto tekniikan kanssa	Yhteensopivuuden varmistaminen käytännössä. Mitoitus, käytännöllisyys, tärkeys,
Maalarin työskentely	Tarkempaa ja käytännöllisempää työskentelyä. Vaiheiden yhdistäminen		
Suunnitelmien toimivuus, villalevy		Viesti suunnittelulle toimimattomuudesta äänieristeenä	Suunnitelmien yhteensopimattomuus. Kattokorko vai äänieristys?

Muutosehdotusten painopiste vedeneristyksessä (Taulukko 12.) kertoo, että erityisesti työnjohdon ja suunnittelun tulisi huomioida vedeneristyksessä havaitut epäkohdat. Selvityksiä, tarkennuksia ja suunnitelmamuutoksia olisi mahdollisuus jopa testata meneillään olevan työmaan puitteissa. Tällöin materiaalien ja tarvikkeiden valmistelu helpottuisi ja mahdolliset toimivat muutokset olisi mahdollista lisätä valmiina tulevien työmaiden suunnitelmiin.

Taulukko 12. Vedeneristystyön muutosehdotukset.

Muutettavat ja kehitettävät asiat	Urakoitsija	työnjohto	Suunnittelu
Työvaiheiden rajaus		Mikä vaihe kuuluu kellekin? Varsinkin jos kyseessä erilliset urakoitsijat	
Vedeneristystyön työohje, karmin nauhoitus			Suunnitelman ja työohjeen tarpeellisuus
Työohje kerrosmäärälle ja -paksuudelle		Työohjeen noudattamisen varmistus. Ei vain paksuus, myös kerrosten määrä	Mahdollisuus muuttaa työohjeistusta. Syy ja tarpeellisuus kerrosmäärille.
Turhat liikkumiset	Kaikki materiaali kerralla kohteeseen. Mahdollisuuksien mukaan suoraan työkohteeseen		Eräkoot, kit-ajattelu
Kynnysratkaisu		varmistetaan nykyisen ratkaisun kestäminen. Suojaus?	Tarkempi ja turvallisempi ratkaisu. Kuinka varmistetaan kestävyys? Tulevaisuuden huoltotoimet ja eristyksen toimivuus.

5.3 Testaus

Tutkimuksen rajauksesta johtuen nykytilan havaintoanalyysistä tehtyä tehostettua suoritusta ei pystytä testaamaan tämän tutkimuksen puitteissa. Tutkijan mukaan testaus on kuitenkin erittäin tärkeää toteuttaa. Mahdollisesti heti toteutuvien muutosten määrä ja vaikuttavuus työsuoritteeseen on niin pieni, että työvaiheen sisäistä aikaa tarkkailemalla saadut tulokset eivät ole vertailukelpoisia. Työvaiheet ovat kehittyneet työmaan edessä ja osa havaituista epäkohdista on poistunut. Työt etenevät tällä hetkellä nopeammin ja rutiininomaisemmin. Muutosehdotukset on kuitenkin tärkeää tuoda esille heti. Työnjohto ja urakoitsija ehtivät tutustua ehdotuksiin ja testata niitä, tällöin ne ovat mielessä ja kenties jopa osana toimintatapaa seuraavan työmaan alkaessa. Suunnitteluun kohdistuvat ehdotukset tulee saada osapuolen tietoon viimeistään seuraavan työmaan suunnitteluun mennessä. Sekä analyysin tulokset että muutosehdotukset tulee ottaa mukaan seuraavan työmaan ensimmäisiin työsuoritteisiin; Kun aloittamiseen sisältyy joka tapauksessa harjoittelua, mallisuorituksia ja työmenetelmien hyväksyttämistä, on muutosehdotuksien sisäänajo tässä kohdassa luontevaa.

6 Johtopäätökset

6.1 Työvaiheanalyysin onnistuminen

6.1.1 Arvovirta-analyysi

Työvaiheanalyysiä voidaan pitää toimivana linjasaneerauksen yksittäisen työvaiheen nykytilan arvioimiseen. Se ei kuitenkaan ole ratkaisu rakennusalan heikkoon tuottavuuteen. Kaikista testianalyyseista saatiin selkeä kuva työvaiheen tehokkuudesta. Tulosten perusteella työsuoritteita voidaan arvioida useasta näkökulmasta, ja verrata niiden hukka-profiilia sekä rakennusalan yleistilaan että toisiinsa. Tulosten kvalitatiivisuuden varmistamiseksi tarvitaan kuitenkin lukuisia toistoja saman työsuoritteen arvioinnista. Myös useamman analysoijan tuloksia olisi syytä verrata toisiinsa, jotta tulosten pystyttäisiin arvioimaan tulosten samankaltaisuutta ja vertailukelpoisuutta. Jokaisen linjasaneerauksen työvaiheen läpikäyntiin ja tulosten analysoimiseen testattu tapa on melko raskas ja monimutkainen.

Analysointitapa ei kuitenkaan vielä ole valmis työkalu, joka voidaan jakaa työmaille yleiseen käyttöön. Analyysin tulokseen vaikuttavat useat muuttujat.

Työvaiheen nykytilan tehokkuus vaikuttaa painopisteeseen, johon työvaiheessa keskitytään. Jos työvaihe on harjoittelua yleisen toimintatavan ja mallisuorituksen aikaansaamiseksi, ei ehkä ole relevanttia kiinnittää suurta huomiota asentajan työkalujen järjestykseen ja työn ergonomiaan. Vasta kun työvaihe on saavuttanut yhtäjaksoisen, sujuvan ja rutiininomaisen läpimeno-tilan, kannattaa kiinnittää suurempi huomio työn suorittajan omien puutteiden parantamiseen.

Myös analysoijan ammattitaito ja objektiivisuus vaikuttavat analyysin tuloksiin. Vaaditaan vähintään kohtuullinen tuntemus koko linjasaneerauksen kulusta, jotta osataan huomioida tarvittavat seikat yksittäisen työvaiheen analysoinnissa. Tulevaisuudessa analyysin suorittaja voisi olla työnjohdon edustaja tai joku tiettyyn työvaiheeseen tai työvaihejoukkoon erikoistunut henkilö. Työnjohdon edustajan suorittaessa analyysijä, olisi suositeltavaa, että ainakin aluksi analysoitaisiin vieraiden työmaiden työsuoritteita. Tämä kehittää objektiivisuutta ja parantaa läpinäkyvyyttä.

Haastattelut muuttavat analyysin tuloksia. Tästä huolimatta analyysi on tutkijan mukaan parempi tehdä ennen haastatteluja. Liika tieto työmaan tavoista ja suunnitelmista saa työtehtävän näyttämään paremmalta kuin todellisuudessa. Työmaalla voimassa olevat suunnitelmat ja ohjeistukset eivät välttämättä ole käytännöllisimpiä ja parhaita toimintatapoja, vaikka ne syitä tiettyihin hukkiin ovatkin.

Tarkasteltaessa peräkkäisiä työvaiheita voidaan muodostaa työvaiheryhmiä, joilla on suora vaikutus toisiinsa. Tämä saattaa antaa syitä työvaiheiden yhdistämiselle. Seuraavaksi voidaan analysoida kokonainen työvaiheryhmä ja verrata sen tuloksia muihin työvaiheryhmiin. Kun peräkkäisten työvaiheryhmien tuloksia katsotaan yhdessä esimerkiksi hukkaprofiiliin kautta, voidaan tuloksia arvioida esimerkiksi linjasaneerauksen yhden linjan kannalta. Näin pystytään tarkastelemaan kokonaista arvovirtaa sekä yksittäisen työvaiheen tehokkuutta samanaikaisesti.

Tärkein työvaiheanalyysiin vaikuttava asia on avoin ja kehittymishaluinen asenne sitä kohtaan. Kaiken kehittämisen perusajatuksena ja jatkuvuuden mahdollistajana on tekijöiden vilpittömän kehittymishalu. Analysoinnin tarkoituksena ei ole kritisoida työntekoa ja työmaita, eikä suoranaisesti nopeuttaa työsuoritteita. Tarkoituksena on oppia ja opettaa uutta, kehittää ja motivoida työn suorittajia ja saada kokonaiskuva nykytilasta. Pyrkimyksenä on poistaa ja minimoida vaiheita, joita asiakas ei ole tilannut, ja joista tästä johtuen ei halua maksaa.

6.1.2 Työskentelyn nykytila

Huolimatta analyysikaavion ja arvovirta-analyysin toimivuudesta, tutkimuksen kaava ei ole valmis ratkaisu linjasaneerauksen tehostamiseksi. Analyysi toimii nykytilan arvioijana, mutta ei anna selkeää ratkaisua tulevasta toivetilasta. Liian moni juurisyiden äärelle pyrkivä keskustelu päättyy suunnitelmiin. Suunnitelmien olemassaoloon, sitovuuteen, lainvoimaisuuteen ja muuttumattomuuteen saattaa olla jopa turvallista nojata. Jotta muutosehdotuksia voitaisiin ottaa tehokkaasti ja joustavasti käytäntöön, täytyy löytää keskusteluyhteys kaikkien osapuolien välille. Kuten linjasaneeraus, myös peräkkäiset linjasaneeraukset ovat ajateltavissa peräkkäisiksi työvaiheiksi. Jos muutosehdotuksia ei huomioida, edelliseltä työmaalta virtaa osaamisen lisäksi myös samoja hukkaa sisältäviä työtapoja, epäkohtia ja suunnittelun epäjohtonmukaisuuksia tuleviin projekteihin. Tässä on tutkijan mielestä se kohta, jossa edellä mainittuihin asioihin pitäisi viimeistään päästä puuttumaan.

Tutkija uskoo ja tutkimus osoittaa, että linjasaneerauksen työstä olisi mahdollista siirtää isompi osa suorittamisesta valmisteluun. Allianssimallisten urakkamuotojen yleistyessä myös työskentelyn läpinäkyvyys, toiminnan reaaliaikaisuus ja uusien, yhteisten, tavoitteiden omaksuminen tulevat todennäköisesti helpottamaan epäkohtien poistamisessa.

6.1.3 Oma työskentely

Huolimatta tutkimuksen painopisteen ja laajuuden jatkuvasta muuttumisesta, työskentely oli hyvää. Tutkimusta rajattiin ja kohdistettiin reaaliaikaisesti tarpeiden mukaan. Tämä mahdollisti riittävän selvien ja luotettavien tulosten aikaansaamisen lukuisten pintaraporttien sijaan. Tutkijan oli vaikeaa suhtautua analysointiin objektiivisesti oman työhistoriansa ja ammattisuuntansa johdosta. Täysin alan ulkopuoliselle ja objektiiviselle analyysoijalle kokonaissaneerauksen, sekä yksityiskohtaisten teknisten työsuoritteiden hahmottaminen olisi erittäin vaikeaa.

6.2 Jatkotoimenpiteet

Työn jatkaminen ja kehittäminen on ensiarvoisen tärkeää. Analyysikaavion tai muun toimivan ja tuloksia antavan testitavan avulla tapahtuva testaus tulisi toistaa tasaisin väliajoin. Kaikessa työssä on aina parannettavaa ja kehitettävää. Vaikka työssä saavutettiin täydellisyyden tila, olosuhteet ja tarvikkeet muuttuvat ja kehittämiselle on taas mahdollisuus.

Analyysitapa on nyky muodossaan melko raskas. Hieman kevyempi ja nopeampi analyysi saattaisi antaa riittävästi tietoa tämänhetkisestä tilasta. Kuten aiemmin mainittu, työvaiheen pitää ensin saavuttaa tietty taso ja yhtäjaksoisuus jotta sen tarkempi analyysi on relevanttia.

Varsinaisen työvaiheen toimintaprosessien ja standardien kehittämistä tulee jatkaa. Ennen lopullisen toimintatavan valintaa tulee miettiä työvaihesuunnitelman formaattia, esitystapaa, toteuttajaryhmää ja omistajaa. Kehitysehdotusten käytännön toimivuus saattaa olla hyvinkin erilainen jopa eri urakoitsijoiden välillä. Suunnittelun ja työnjohdon toimia sitovat ja rajoittavat erilaiset asiat kuin yksittäistä työn suorittajaa. Suurin haaste on todennäköisesti saman viestin välittäminen kaikille osapuolille heidän ymmärtämällään tavalla.

Analyysikaavion tuloksia tulisi kehittää helpommin visuaalisesti esitettäviksi. Kaikkien osapuolien tulisi saada tuloksista selkeä kuva työvaiheen nykytilasta ja kehityskohteista. Peräkkäisten analyysien hyvä vertailtavuus auttaisi jokaista osapuolta näkemään ja ymmärtämään työvaiheen kehityksen.

Kehitystyön tulisi tapahtua rakentavassa ja kehittävässä hengessä. Tarkoituksena on kehittää työvaiheita poistamalla hukkaa, ei kiirehtimällä työvaihetta. Valmistetaan vain sitä mitä on tilattu, niin nopeasti ja hyvin kuin mahdollista. Aliurakoitsijalle tämä saattaa merkitä saman rahan saamista vähemmällä työllä. Pääurakoitsijalle ja asiakkaalle tämä saattaa mahdollistaa nopeamman ja sitä kautta halvemman kokonaisremontin. Rakentavan ja jatkuvan kehityksen mahdollistavat vain kaikkien osapuolien halu kehittää itseään ja pyrkiä kohti täydellisyyttä.

6.3 Työvaiheanalyysin sovellettavuus

Työvaiheanalyysi soveltuu hyvin molempien tutkittavana olevien työsuoritteiden analysointiin. Tulokset ovat vertailukelpoisia vaikka työvaiheiden sujuvuus, tehokkuus ja luonne olivat hyvin eriäviä. Analyysitapaa tulisi testata useammille linjasaneerauksen työvaiheelle.

Vain yhden työvaiheen analysointi ei anna selkeää kuvaa työvaiheen nykytilasta. Aiempien, päällekkäin olevien ja tulevien työvaiheiden vaikutus työvaiheen tehokkuuteen tulee ottaa huomioon kun tarkastellaan yksittäistä työtä.

Työvaiheen nykytila on syytä ottaa huomioon analyysin painotuksessa. Jos työvaihe on harjoitteluvaiheessa ja jakaantuu useisiin osasuorituksiin, on tarpeetonta asettaa analyysin ja muutosehdotusten painopiste esimerkiksi työntekijän järjestelmällisyyteen ja ergonomiaan. Tämä painottaminen edellyttää analyysoijalta hyvää työvaiheen ja kokonaisaneerauksen tuntemusta.

Lähteet

- 1 Koskenvesa, Anssi. 2013. Rakennustuotannon ohjaus. Luentomateriaali 111111_1. Tampereen teknillinen yliopisto.
- 2 Haapasalo, Harri. Merikallio, Lauri. 2009. Projektituotantojärjestelmän strategiset kehittämiskohteet kiinteistö- ja rakennusalalla. Yhteisraportti. Rakennusteollisuus, LCI-Finland.
- 3 Manninen, Samuli. 2012. Rakennusalan hukkien priorisointi ja eliminointi. Diplomityö. Oulun yliopisto.
- 4 Rakentamisen pk-yritysten liikevaihto kasvoi 6,3 prosenttia vuonna 2012. Verkko-dokumentti. Tilastokeskus. <http://www.stat.fi/til/ratipa/2012/ratipa_2012_2013-09-19_tie_001_fi.html>. 19.9.2013. Luettu 10.1.2015
- 5 Convis, Gary L. & Liker, Jeffrey K. 2012. Toyota Way To Lean Leadership. Kariston kirjapaino Oy. Hämeenlinna.
- 6 Moisio, Jussi. 2014. Lean- Arvovirtakuvaus VSM. Artikkel. Qualitas Fennica/ IMS Business Solutions Oy.
- 7 Aaltola, Juhani. Valli, Raine. 2010. Ikkunoita tutkimusmenetelmiin 1. metodin valinta ja aineistonkeruu. virikkeitä aloittelevalle tutkijalle. PR-kustannus.
- 8 Kivimäki, Christian. Koistinen, Lauri. Koskenvesa, Anssi. Lahtinen, Matti. Wind, Noora. 2014. Rakennustöiden menekit 2015. Rakennustieto Oy. Tammerprint Oy, Tampere.

Analyysikaavio, alakattorunko

Alakattorungon työvaiheanalyysi-sivu, hukan lähtöpaikan jaottelu-sivu, yhteenvetosivu ja johtopäätökset ja päätelmät-sivu.

TYÖVAIHEIDEN ANALYYSINTI: Alakaton rungon teko kylpyhuoneeseen.		Materiaalin määrä, teoria	Materiaalin määrä, todellinen	Hukka %	
		Kipsi	5,6 m ²	6,1 m ²	8,2
		Reunaranka	6 m	6,2 m	3,2
		Keskiranka	6,8 m	7 m	2,8
		villa 50 m	0 m ²	2,8 m ²	100
		Finnfoam	0 m ²	2,8 m ²	100
		Villa, kova	2,8 m ²	2,8 m ²	0

Kohde:	Porthaninkatu 13 linjaseuraus, 1. linja 8. krs
Materiaali/työohje:	Gyprocin peltirankajärjestelmä, 2 x kipsilevy, 50 mm villaa rungon päälle
Tekijä:	Teemu
Analysoija:	Tuomas Hakulinen
Taustaa/tilannetietoa:	Katto on kohteen ensimmäinen. Yäkerran kylpyhuoneessa ei oel alakatossa viemäräntä, joten katon rakennuslinne ei vastaa yleisistä tilanetta. Kylpyhuoneen seinät on laatoitettu, mutta lattia vasta eristetty . Vesijohdot ja vesimittarit asentamatta, tulopuaket alakatossa. Sähköasennukset alakaton osalta keskitetty yhteen asennuspurkkiin keskelle kattoa. Kattovalaisin tarkoitus asentaa purkin päälle. Betonikattoon asennettu Finnfoam-levy ulakon kylmyyden torjumiseksi.
	Sähkötöiden riski ja hukat: Vaara rikkoa vedeneristys työskennellessä!!!
	Täyttöohje: 1. Täytät kohdetiedot ja lähtötilanne. 2. Täytät työvaiheet järjestyksessä sekä niiden suoritusajat ja kalenteriajat. 3. Erittele väreihin ja ajoin hukka, arvo ja välttämättömät. 4. Anna lyhyet määritelmät sarakkeeseen "hukka-ajat, tauot, määritelmät".

Työvaihe	Päivämäärä + kellonaika	Arvoa tuottava aika	Välttämätön mutta arvoa tuottamaton	Hukkaa tuottava aika	Vaiheen aika min.	Selityksiä työvaiheesta, hukka-ajalle, taukoihin, virheisiin, ym.
1. Tilän vastaanotto. Valaistus, työkalut ja sähkö läheisyyteen.	20.10. klo 9.00	5	5		10	Kuuluuko työvaiheisiin? Oliko pitänyt jo olla kunnossa?
2. Reunarangan korkeuden mittaus ja merkitseminen. Rankojen pituuksien mittaaminen.		4			4	Seikeästi ja oikeilla työkaluilla suoritettu.
3. Rankojen leikkaaminen kellarissa ja ylöstuonti hissillä.		8		4	12	Materiaalin tuominen kohteeseen tai useamman tilan sarjatyo olisivat nopeuttaneet työtä.
4. Reunarankojen kiinnittäminen poraamalla ja muovipropulla laatan läpi.		10		5	15	Rungon kiinnittäminen suoraan seinään olisi ollut nopeampaa.
5. Runkotankojen mittaus.	21.10.	3			3	
6. Rankojen leikkaaminen kellarissa ja ylöstuonti hissillä.		8		5	13	Materiaalin tuominen kohteeseen tai useamman tilan sarjatyo olisivat nopeuttaneet työtä.
7. Rankojen asettelu paikalleen ja huoltoluokun paikan mittaus runkoon.		7		42	49	Suunniteltu huoltoluokku olisi mennyt päällekkäin valaisimen kanssa. Turhaa asioiden selvittämistä, suunnitteluvirhe.
8. Rankojen kiinnittäminen reunajuoksuun.		5		5	10	Viemäri sijoittuu sivusuunnassa niin, ettei tukirunkoa meinaa saada mahtumaan paikalleen. Ei estettä sijoittaa toisin, suunnitteluvirhe?
9. Kattorikotuksen poraaminen ja rungon tuenta keskeltä.		10			10	
10. Finnfoamin poisto.	klo 14.00					Turhaa työtä. Putkien juottaminen olisi ollut mahdollista, koska finnfoam olisi sulanut, eikä kiinnitys olisi ollut riittävän tukeva. Suunnitteluvirhe. Virhe myös silinä, että työtä alakaton osalta jatkettiin ilman ratkaisua tulevasta eristyksestä!
10. Tauko				12	12	Tauko, koska alakatosta puuttuivat puhtautusputket, putkihoitukset, iv-osat, osa sähköistystä, suunnitelma lämmönieristyksessä. Laatatyö lattiain alko välttämättä tämän jälkeen.
11. Villalevyjen leikkaus ja asettelu peltirungon päälle.	29.10. klo 12.03	22			22	Hyrin tehty työ. Kuitenkin tarpeeton.
12. Sähköpurkin kiinnitys peltirunkoon.		5			5	Kuuluuko työvaiheeseen?
13. Odotus, jotta valvoja tulee hyväksymään villan asettelu.						Turha odotus, turha villa. Kyselysen villan on tarkoitus eristää viemärin läntä, jota kyselyssä alakatossa ei ole!!! Käytetään mallina tuleviin alakattoihin, jihin ei ole alakatosta ja viemärin viemäri mahdu!!!
13. Odotus, jotta valvoja tulee hyväksymään villan asettelu.						Nopea päätös. Kuitenkin potkeava katto.
15. valvoja hyväksyy tekotavan.	klo 14.30	2			2	
16. Kipsilevyjen mitoitus ja leikkaus asunossa.	30.10. klo 7.00					
17. Kipsilevyjen kiinnitys peltirunkoon.						
18.						
19.						
20.						
21.						
22.						
23.						
24.						
25.						
26.						
27.						
	9 vrk, 5 h, 30 min.	89	5	73	167	

Työkäntätyy- ka min.:	167
Arvoa tuottava aika:	89
Hukkaa tuottava aika min.:	73
Välttämätön aika min.:	5
Arvo %:	53,3
Hukka %:	43,7
Välttämätön %	3,0
Kalenteriaika:	9 vrk, 5 h, 30 min.

Analyysikaavio, alakatto

Alakaton työvaiheanalyysi-sivu, hukan lähtöpaikan jaottelu-sivu, yhteenvetosivu ja joh-topäätökset ja päätelmät-sivu.

TYÖVAIHEIDEN ANALYYSI: Alakaton teko kylpyhuoneeseen.																						
<p>Kohde: Porthaninkatu 13 linjaseuraus, 3. linja 6. krs 22.10-18.11</p> <p>Materiaali/työohje: Gyprocin peitrankajärjestelmä, 2 x kipsilevy, 50 mm villaa rungon päälle</p> <p>Tekijä: Peeter</p> <p>Analysoija: Tuomas Hakulinen</p> <p>Taustaa/tilannetietoa: Katto on 3. linjan kylpyhuoneessa, 6. krs. Kph:ssa pestijohdot, viemäri ja eristys, sähköt, seinä- ja lattialaatat asennettu. Katon reunaranka asennettiin etukäteen ennen laatoitusta ja eristystä, sekä viemärikerästä. Katon alimman koron määrää viemärin alle tullut kromiputki.</p> <p>Kaikki tekniikka asennettu ennen pääasiallisen työn alkua, joten varmistus riittää. Laatat suojattava hyvin. Alin kromiputki osittain rungon alapuolella. Reunaranka asennettu ennen teknillisiä ja laattojen korkikerästä. Idea hyvä, mutta katto teknilliseen nähden väärässä korossa, aiheuttaa enemmän ongelmia kuin hyötyä.</p> <p>Työtöohje: 1. Täytä kohdetiedot ja lähtötilanne. 2. Täytä työvaiheet järjestyksessä sekä niiden suoritusaajat ja kalenterajat. 3. Erittele väreihin ja ajoihin hukka, arvo ja välttämättömät. 4. Anna lyhyet määritelmät sarakkeeseen "hukka-ajat, tauot, määritelmät".</p>																						
Työvaihe	Päivämäärä + kellonaika	Arvoa tuottava aika	Välttämätön mutta arvoa tuottava aika	Hukkaa tuottava aika	Vaiheen aika min.	Selityksiä työvaiheesta, hukka-ajalle, taukoihin, virheisiin, ym.																
1. Tavarat, sähköt työpisteeseen	22.10 klo 12.11		5		5	Kuuluuko tähän työvaiheeseen? Voisiko olla kiinteästi asunnossa?																
2. Reunarangan mittaus		5			5	Tehokas ja tarpeellinen																
3. Reunarangan leikkaus kellarissa		5		3	10	Voisiko tapahtua lähempänä työpistettä? Turhaa liikkumista. Mitat myös summataloisia ja uusi leikkaus pisteessä. Tehtiin kuitenkin sarsassa.																
4. Reunarangan kiinnitys		12			12	Kiinnitys käytännöllistä ja tarkkaa																
5. Tavarat ja sähköt pisteeseen, mitat rungoille	13.11. klo 9.10	5	2		7	Kuuluuko tähän työvaiheeseen? Voisiko olla kiinteästi asunnossa?																
6. Kellarin leikkaamaan rungot, hissillä pisteeseen	21.10.	6		9	15	Turhaa liikkumista, tavarat lähempänä?																
7. Tauko																						
8. Runkojen leikkaus tarkkoihin mittoihin, sähkörasian paikka mitattava ja tuettava, sovitus	13.11. klo 9.45	17	9	6	32	Turhaa kahteen kertaan tekemistä. Kuuluuko tehtäviin?																
9. Lisäosien noutaminen jostain			3	3	6	Voisiko olla suoraan pisteessä? Työ katkeaa joka kerta.																
10. Rankojen kiinnitys paikalleen peltriruuveilla		8		2	10	Väärä ruuveja seassa, turhaa etsimistä.																
11. Sähkörasian ja johdojen kiinnitys			6	2	8	Ei voida tehdä aiemmin, paikka laittaa. Kuuluuko kattomiehele? Liikaksi johdot työn edestä pois, nirpustettuja. Johdojen huoltaminen muuttuu vaikeaksi.																
12. Keskitroikotusten osien nouto jostain				2	2	Voisiko olla suoraan pisteessä? Työ katkeaa joka kerta.																
13. Toisten roikotuksen poraus ja kiinnitys, koska runko poikki				4	4	Runko poikki turhaan, korko väärä, viemäri eristeineen edessä																
14. Ruokatauko	13.11 klo 11.59																					
15. Roikotusten säätö, lukitsemista		8		6	12	Paljon miettimistä, epävarmuutta, ammattitaito/itseluottamus.																
16. Villalävyjen nouto jostain	klo 14.30.			4	4	Voisi olla edes kerroksessa																
17. Villajojen mittaus, sovitus, asennus. Ei viemärin kohdalle	20.10. klo 7.00			23	23	Taas ei suunnitelmalla mukaisia, sama jatkuu 4. linjassa. Villa kokonaisuudessaan hukka, vaikeuttaa muiden töitä																
18. Välsilövus, työkalut jostain			5		5	Pakko välsilö sivota																
19. Ensimmäiset kipsilevyt kellarista esimitoissa		6		15	21	Vain pituusmitta oikea. Kaikki muut leikkaukset ja sovitukset yhäällä.																
20. Kipsilevyjen tarkka mittaus, sovitus, leikkaus, poraukset, asennus kipsiruuveilla.		20		6	26	Eka kerros palosta. Väärät ruuvit? Käytettiin gn kipsin ruuveja, mielestäni ok ruuvit oikeat. En ole varma katossa... Harva kierre, korkea pelistä helpommin. Reikiin tekoon epävarmat työkalut.																
21. Tauko																						
22. Kipsien asennus jatkuu. Sovitus, alas, uudestaan...Paljon pohdiskelua ja luudellenmittausta	13.11. klo 13.48	25		32	57	Kellään ei ole kiire. Paljon mittausvirheitä ja hankalaa, epäergonomista asennustapoja. Rungon säätöä, ym. Säätöä...																
23. Toiset kipsit kellarista esimitattuna		10		14	24	Turhaa kulkemista.																
24. Toiset kipsit: sovitus, tarkempi leikkaus, poraus, kiinnitys.		20		5	25	Paljon parempi mittatarkkuus ja työskentely toisten kipsien kanssa. Saumojen liimitys hyvä.																
25. Huoltoluukun paikan merkkaus ja leikkaaminen levyjen asennuksen jälkeen.		9		2	11	Iso luukku vaaditaan vaikka viemäri luukun edessä n. 40%. Yaatti tarkkuutta rungon kanssa. Myös yksi syy johdojen nostamiseen pois edestä -> johdot juurturassa. Eriäinen tapa avata luukku?																
26. Pölyt, tasoltus, nauha		12			12	Tehokas ja tarpeellinen																
27. hionta, toinen tasoltus	14.11. klo 8.11	10			10	Tehokas ja tarpeellinen																
28. Teipaus ja liimamassa, teippi pois	14.11. klo 14.22	9	4	2	15	Isot raot, vaikea saada liimamassa nästisti. Tarkka tiivistäminen putkien takaa, vaikka eteen tulee mansetti. Ollisiko liiman voinut laittaa jonkun maalausken teippien kanssa?																
29. Teipaus, pohjamaali	17.11. klo 10.08	14			14	Tehokas ja tarpeellinen																
30. Teipaus, pintamaali	18.11. klo 7.43	12			12	Tehokas ja tarpeellinen																
31. pintamaali	18.11. klo 13.55	7			7	Tehokas ja tarpeellinen																
	22 vrk 2 h	218	34	142	394																	
<table border="1"> <tr> <td>Työskentelyaika min.:</td> <td>394</td> </tr> <tr> <td>Arvoa tuottava aika:</td> <td>218</td> </tr> <tr> <td>Hukkaa tuottava aika min.:</td> <td>142</td> </tr> <tr> <td>Vähimmäistön aika min.:</td> <td>34</td> </tr> <tr> <td>Arvo %:</td> <td>55,3</td> </tr> <tr> <td>Hukka %:</td> <td>36,0</td> </tr> <tr> <td>Välttämätön %:</td> <td>8,6</td> </tr> <tr> <td>Kalenteriaika:</td> <td>22 vrk 2 h</td> </tr> </table>							Työskentelyaika min.:	394	Arvoa tuottava aika:	218	Hukkaa tuottava aika min.:	142	Vähimmäistön aika min.:	34	Arvo %:	55,3	Hukka %:	36,0	Välttämätön %:	8,6	Kalenteriaika:	22 vrk 2 h
Työskentelyaika min.:	394																					
Arvoa tuottava aika:	218																					
Hukkaa tuottava aika min.:	142																					
Vähimmäistön aika min.:	34																					
Arvo %:	55,3																					
Hukka %:	36,0																					
Välttämätön %:	8,6																					
Kalenteriaika:	22 vrk 2 h																					

Tuomas Hakulinen
 Metropolia
 Materiaali- ja pintakäsittelyala
 TQ12S2
 Insinööriyö

Haastattelukysymykset
 Porthaninkatu 13
 1.11.2014

Haastattelukysymykset toimintatutkimukseen

Alakattotyö

Hukat:

- Reunarangan leikkaus kellarissa
- Kellariin leikkaamaan rungot, hissillä pisteeseen
- Runkojen leikkaus tarkkoihin mittoihin, sähkörasian paikka mitattava ja tuettava, sovitus
- Lisäosien noutaminen jostain
- Rankojen kiinnitys paikoilleen peltiruuveilla
- Sähkörasian ja johtojen kiinnitys
- Keskiroikotusten osien nouto jostain
- Toisen roikotuksen poraus ja kiinnitys, koska runko poikki
- Roikotusten säätöä, lukitsemista
- Villalevyjen nouto jostain
- Villojen mittausta, sovitusta, asennusta. Ei viemärin kohdalle
- Ensimmäiset kipsilevyt kellarista esimitoissa
- Kipsilevyjen tarkka mittausta, sovitusta, leikkausta, poraukset, asennus kipsiruuveilla.
- Kipsien asennus jatkuu. Sovitusta, alas, uudestaan ...Paljon pohdiskelua ja uudelleenmittausta
- Toiset kipsit kellarista esimitattuna
- Toiset kipsit: sovitusta, tarkempi leikkausta, poraus, kiinnitys.
- Huoltoluukun paikan merkkauksella ja leikkaaminen levyjen asennuksen jälkeen.
- teippaus ja liimamassa, teippi pois

Mielipide hukista ja niiden syistä?

Työnjohto:

- ~~AVAREIDEN~~ Sijoitus, varastointi ja leikkaus paikka urakoitsijan omilla välineillä
- TUOKSEN BELYN JÄRJESTELMÄLLISYYS OLESSE PÄÄN NÄHTÄVÄÄ, EHKÄ HARJOITTELUA
- HUOLTOLUUKUN SUUNNITELMIEN MUKAISEN
- KATON RAKENIMEN HUUTOKSUTTA JA SUUNNITELMISSA
- ERISTYKSEN PÄÄLTÄ MÖSKÖN BELYN → TOIMIKKAITA KÄSITTELEÄ, PAKKE PIKKAPELIS

Tuomas Hakulinen
 Metropolia
 Materiaali- ja pintakäsittelyala
 TQ12S2
 Insinööri

Haastattelukysymykset
 Porthaninkatu 13
 1.11.2014

Urakoitsija:

- PARANNETTAVAA TUOKSEN REUNAN JED-
 JESTELMÄLLISYYDESSÄ.
- TAVARAT EI MAHDU FIKSUSTA MUALLE
- RAKENNE OHJEISTUKSEN MUKAINEN
- MAALUSME SÖSÄ IHTÄ OK.

Mikä työvaiheessa on nykyisin vaikeinta?

Työnjohto:

- ETÄ LEHTÄISI SOPIUAN KOKON, JOSSA
 VOISI TENDÄ VHTÄ JAKSEI SESTI.
- SUUNNITELMIEN VHTBEN SOPIUUS

Urakoitsija:

- VINOT KOPIT, EI SARJATYÖTÄ
- OHJEISTUS
- KAIKKIEN TÖIDEN SOUUTAMINEN JA
 MAHDUTAMINEN. MEKUISIN PARSIMISTA

Mitä tekisit toisin jos mahdollista?

Työnjohto:

- SUUNNITELMAT SOUUTTAAN ETUKÄTEEN
- MAALUKEMPPÄ

Tuomas Hakulinen
Metropolia
Materiaali- ja pintakäsittelyala
TQ12S2
Insinöörityö

Haastattelukysymykset
Porthaninkatu 13
1.11.2014

Urakoitsija:

- SUUREMMAT POKAT
- PAREMPI TUO JÄRJESTYS
- YHTÄJAKSOINEN SUORITUS
- KAMOILLE PAREMMAT HILAT
- SARJATUO

Tuomas Hakulinen
Metropolia
Materiaali- ja pintakäsittelyala
TQ12S2
Insinööri

Haastattelukysymykset
Porthaninkatu 13
1.11.2014

Haastattelukysymykset toimintatutkimukseen

Vedeneristys

Hukat:

- Karmin nauhoitus
- Valot ja tarvikkeet työpisteeseen
- Kaivon puhdistus ja lattian rosojen poisto
- Imurointi ja karmin suojaus
- Pensseli poikki, uuden nouto.
- Eristeen nouto.

Mielipide hukista ja niiden syistä?

Työnjohto:

- KARMIN NAUHOITUS SUUNNITELMISSA
- TUE ERIKSEEN HYVIN
- KATU HUUR
- OHEISUUT KUULUU URAKKAAN

Urakoitsija:

- OHJEEN MUKAAN
- VOIS OLLA KAMAT PARHIMMIN

Tuomas Hakulinen
Metropolia
Materiaali- ja pintakäsittelyala
TQ12S2
Insinööriyö

Haastattelukysymykset
Porthaninkatu 13
1.11.2014

Mikä työvaiheessa on nykyisin vaikeinta?

Työnjohto:

— OIKEAN AJANKOH DAN LÖYTÄMINEN
→ MUTT NÄT MAHDOTTOMIA SAMAN
AIKAA

Urakoitsija:

—

Mitä tekisit toisin jos mahdollista?

Työnjohto:

— ENEMMÄN AIKAA SAADA UARMISUK
SELE.

Urakoitsija: —