

Johannes Välimäki

EDELLYTYSTEN LUOMINEN JA VARMISTAMINEN
RAKENNUSTYÖMAALLA ERI TYÖVAIHEISSA

Rakennustekniikan koulutusohjelma
2017

EDELLYTYSTEN LUOMINEN JA VARMISTAMINEN RAKENNUSTYÖMAALLA ERI TYÖVAIHEISSA

Välimäki, Johannes
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Toukokuu 2017
Ohjaaja: Kujala, Mari
Sivumäärä: 24
Liitteitä: 9

Asiasanat: Tuotannon edellytykset, viikkosuunnittelu, rakentaminen

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia tuotannon edellytysten luomista ja varmistamista yleisellä tasolla. Opinnäytetyössä tutustuttiin Lean-rakentamiseen ja sen erilaisiin työkaluihin, joiden avulla saadaan kehitystä tuotannon työtehtäville suunniteltujen aloitusajankohtien varmistamiselle.

Työn idea tuli tilaajalta eli porilaiselta rakennusliike MVR-Yhtymä Oy:n työpäälliköltä, joka on havainnut yrityksen työmailla tarvetta resurssien optimoimiseen kustannusten osalta. Koska kustannukset menevät käsi kädessä aikataulun ja laadun kanssa, ryhdyin näiden pohjalta tutkimaan aihetta.

Työn tulokseksi saatiin tuotannon tehokasta suunnittelua käsittelevä selvitys sekä työkaluja työtehtävien edellytysten luomiseen. Selvityksen on tarkoitus toimia pohjana työnjohtajille, jotka soveltavat selvityksen tietoja ja työkaluja työmaakohtaisesti. Tätä opinnäytetyötä tullaan käyttämään viikkosuunnittelun kehittämiseen ja sitä on hyvä kehittää edelleen niin, että päästään haluttuun lopputulokseen.

CONDITIONS FOR THE CREATION AND ENSURING CONSTRUCTION SITES DURING DIFFERENT STAGES OF

Välimäki, Johannes

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Construction engineering

May 2017

Supervisor: Kujala, Mari

Number of pages: 24

Appendices: 9

Keywords: Production conditions, week planning, construction

The purpose of this thesis was to study the creation and ensuring of production condition in general. At this work was introduced in Lean-construction and its different tools that can help to ensure and develop the planned start times for production work.

Idea for the job came from subscriber, construction company MVR-Yhtymä Oy, project manager, who has discovered in construction sites that there is needs to optimize resourecs for costs. They go hand in hand with timetable and quality, on what basis I started to study of this subject.

The result of the work was report of efficient planning of production and tools for create conditions of work assignment. The report is intended to serve as the basis for the supervisors, who apply the information and tools of this report in different sites of. This thesis will be used for the development of weekly planning and it is good to develop it so that we can achieve the desired result.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	LEAN-AJATTELU.....	VIRHE. KIRJANMERKKIÄ EI OLE MÄÄRITETTY.
2.1	Mitä Lean-ajattelu on?.....	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.
2.2	Leanin soveltaminen rakennusalalle..	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.
2.3	Last Planner	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.
2.4	Last Planner- menetelmän hyödyt ja tulokset	9
3	AIKATAULUTUS.....	10
3.1	Ajallinen suunnittelu.....	10
3.2	Viikkosuunnittelu.....	12
3.3	Aikataulumuodot.....	12
3.4	Lohkojako	14
4	EDELLYTYSTEN LUOMINEN	15
4.1	Aloitusedellytysten tarkistus.....	15
4.2	Kokoukset	16
4.3	Tehtäväsuunnittelu	17
4.4	Edellytysten varmistamisen työkaluja	19
5	POHDINTA.....	22
	LÄHTEET	24
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoiteena on kehittää porilaiselle rakennusliike MVR-Yhtymä Oy:n työmaille käyttöönotettavaksi selkeä taulukko tuotannon edellytysten luomiseksi ja varmistamiseksi.

Opinnäytetyön tarkoituksena on käydä läpi työn edellytyksiä ja työkaluja niiden parantamiseksi sekä pohtia syitä tuotannossa tapahtuville virheille ja työvaiheiden aloitusajankohtien viivästymisille. Opinnäytetyössä tutustutaan Last Planner menetelmään sekä tutkitaan Lean-strategiaa ja sen toimivuutta rakennusosalalla.

MVR-Yhtymä Oy on satakuntalainen rakennusliike, joka on perustettu vuonna 1987. Sen toimialueena on asunto-, julkinen- sekä teollisuusrakentaminen. Yhtiössä työskentelee noin 50 työntekijää, joista 15 toimihenkilöä. Yrityksellä on laaja aliurakointiverkosto jota se työllistää. Yrityksen erikoisosaamisalueena voidaan pitää uimahalli- ja sairaalarakentamista, joita se on toteuttanut viime vuosina paljon verrattuna muihin alueen yrityksiin. Merkittävimpiä kohteita ovat olleet Porin Uimahalli, Harjavallan liikunta- ja uimahalli, Euran uimahallin saneeraus, Satakunnan keskussairaalan lasten- ja naistentalo sekä Porin kaupunginsairaalan saneeraus. MVR-Yhtymä on ollut mukana myös paljon koulujen rakentamisessa muun muassa Porin Kaarisillan koulu, Porin suomalaisen yhteislyseon peruskorjaus sekä tällä hetkellä on menossa Länsi-Porin koulun peruskorjaus, missä olin myös suorittamassa työnjohtoharjoittelua.

MVR Yhtymällä on myös omia kohteita asuntotuotannossa. Yhtiö rakentaa Porin kiviporin alueelle Karhukorttelia, minne on valmistunut kaksi kerrostaloa. Rakenteilla on tällä hetkellä kaksi kerrostaloa ja suunnitteilla on vielä lisää taloja niin että siitä tulee yhtenäinen kortteli. Kohteet ovat hyvin suunniteltuja ja laadukkaita arvokohteita Porin parhaimmalla tontilla. (mvr-yhtyma.fi)

2 LEAN-AJATTELU

2.1 Mitä Lean-ajattelu on?

Tieteellisen liikkeenjohdon perustalle syntyneen tuotannonjohtamisen rinnalle kehittyi 1900-luvun jälkipuoliskolla toisenlainen ajattelutapa, Lean-ajattelu, jonka takana on Toyotan tuotantofilosofia. Toyota Production Systemin (TPS) peruspilareita ovat juuri ajallaan tapahtuvaan toimintaan tähtäävä Just In Time (JIT) ja jatkuvaan laadunparantamiseen tähtäävä Jidoka (automation with a human touch). (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 13.)

Lean-ajattelua määritellään eri tavalla eri lähteistä riippuen. Tästä syystä Lean-ajattelun tarkka määrittely on hankalaa. Lean ymmärretään ajattelutapana tai prosessifilosofiana, jonka perimmäisenä ajatuksena on tuottaa lisäarvoa asiakkaalle sekä eliminoida tekemisestä kaikki se mikä on turhaa ja ei tuota lisäarvoa asiakkaalle. Tätä kutsutaan Lean ajattelussa termillä hukka (waste). Usein Leanista ja hukasta puhuttaessa määritellään hukkaa seitsemää tyyppiä: odottaminen, virheet, tarpeeton kuljettaminen, varastot, ylituotanto, tarpeettomat prosessit ja tarpeeton liikkuminen. Hukan vastakohta, arvo (value) on lyhyesti määriteltynä tehtävien uhrauksien ja saavutettujen hyötyjen välinen suhde. (Aapaoja, Haapasalo, Herrala & Pehkuri 2012)

2.2 Leanin soveltaminen rakennusalalle

Lean-strategian soveltaminen rakennusalalle on hankalampaa kuin tavalliseen tehdastuotantoon. Lean on alkujaan kehitetty prosessiin, missä toistettavuus on suuri. Rakennusalalla esimerkiksi saneerauskohteissa, toistettavuus on yleisesti vähäistä. Perinteiset toimitusketjut eli pelkkä hintakilpailu, lyhytjänteiset yhteistyöt, huono suunnitteluprosessi sekä huonot riskienhallintataidot johtavat aikataulujen pettämiseen, kustannusten nousuun sekä laadun heikkenemiseen. Tämän takia Lean-strategiaa yritetään tuoda rakennusalalle ongelmien vähentämiseksi.

Vuonna 2000 Lean Construction Institute (LCI) julkaisi projektitoimintamallin, mitä kutsutaan lyhenteellä LPDS (Lean Project Delivery System). Alla olevassa kuvassa

(kuva 1.) on esitetty LPDS joka koostuu viidestä vaiheesta, projektinmäärittely, hankinta, suunnittelu, kokoonpano ja käyttö. Malliin liittyy lisäksi olennaisesti tuotannon ohjaus, työn osittaminen sekä oppiminen ja jatkuva parantaminen, mitkä ulottuvat jokaiseen projektin vaiheeseen. (Lean construction institute, www.lci.fi)



Kuva 1. Lean projektijohtamisen tuotantosysteemin rakenne. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 16.)

2.3. Last Planner

Last Planner system, LPS on 1960-luvulla Yhdysvalloissa rakennustyömaan tuotannonohjaukseen ja erityisesti työmaan ennustettavuuden parantamiseen kehitetty menetelmä joka nimensä mukaisesti tarkoittaa viimeistä suunnittelijaa. Tässä tapauksessa viimeinen suunnittelija tarkoittaa henkilöä, joka toimeenpanee tehtäviä rakennustyömaalla. Last Planner menetelmä on joukko erilaisia työkaluja. Se koostuu osapuolten yhteisestä rakentamisvaihesuunnittelusta, tehtävien valmistelusta ja edellytysten varmistamisesta, yhteisesti sovituista viikkotavoitteista ja –aikatauluista sekä niiden noudattamisen arvioinnista jatkuvan parantamisen periaatteiden avulla. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 16.)

Last Planner- menetelmässä on viikkosuunnitelman laatu keskeisessä asemassa. Tässä tapauksessa laadulla tarkoitetaan sitä, että viikkosuunnitelman kukin tehtävä on

hyvin määritelty, työjärjestyksen kannalta tarkoituksenmukainen, työmäärän puolesta oikein arvioitu sekä käytännössä toteutettavissa, eli tehtävän kaikki edellytykset ovat olemassa. Asia voidaan myös tuoda esiin niin, että tehtävää ei oteta viikkosuunnitelmaan mukaan, jos ei ole täyttä varmuutta sen edellytysten voimassaolosta tehtävää käynnistettäessä. (Koskela & Koskenvesa, 477.)

Last Plannerin tavoitteena on ennustettava häiriötön tuotanto, oppiva ja kehittyvä tuotannon ohjauksen systeemi sekä aikataulutehtävien käynnistämisen ja niiden häiriöttömän läpivientiä estävien esteiden tunnistaminen ja poistaminen. (lci.fi)

Last Planneriin kuuluu viisi periaatetta, jotka ovat:

- Viikkosuunnitelmaan otetaan vain tehtävät, jotka ovat toteutuskelpoisia.
- Tehtävien toteutumista seurataan.
- Etsitään juurisyyt toteutumattomiin tehtäviin.
- Puskurissa on varatehtäviä työryhmille tuotannon vaihtelun vuoksi.
- Valmistelevalla suunnittelulla poistetaan esteitä tehtävän toteutuksen tieltä.

(Koskela 1999.)

PPC-luku (Percent Plan Complete) tai tehtävien toteutumisprosentti (TTP) osoittaa kuinka suuri prosentuaalinen osa viikkosuunnitelman tehtävistä on saatu tehdyksi kyseessä olevan viikon aikana. Mitä suurempi PPC, sitä suurempi tuottavuus. Esimerkiksi jos viikkosuunnitelmassa on 10 tehtävää, ja 9 niistä saadaan tehdyksi, kyseisen viikon PPC-luku on 90. Nyrkkisääntönä todetaan että tavanomaisen työmaan ohjauksessa alle 60%:n PPC on huonoa suoritustasoa kun taas yli 80%:n on hyvä suoritustaso ja yli 85%:n erinomainen. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 108.)

PPC luvun laskenta		
Viikkosuunnitelma	Toteutuma	
Tehtävä 1	x	Yhteensä 8/10 8/10*100%=80%
Tehtävä 2	x	
Tehtävä 3	x	
Tehtävä 4		
Tehtävä 5	x	
Tehtävä 6	x	
Tehtävä 7		
Tehtävä 8	x	
Tehtävä 9	x	
Tehtävä 10	x	

Taulukko 1, PPC-luvun laskentaperiaate.

Tehtävien toteutumatta jäämisen syiden selvittäminen on tärkeä osa Last Planner-menetelmää. Mikäli jotain tehtävää ei ole saatu suoritettua suunnitelman mukaisesti, sen vastuuhenkilön on selvitettävä syy tehtävän toteutumatta jäämiseen. Syyt ryhmitellään tarkoituksenmukaisella tavalla ja näistä pidetään tilastoa. Pitkän aikavälin seurannan tuloksena saadaan luotettava tietopohja tuotannon ongelmista. Näin ollen syyt voidaan ottaa yhteisen kehittämisen lähtökohdaksi ja tällöin ei tarvitse spekuloida ja turvautua ”mutu”-tietoon. Näin pyritään vaikuttamaan useimmin esiintyviin syihin niiden osapuolten kanssa jotka asiaan voivat myötävaikuttaa. Tavoitteena on saada PPC-lukua nostettua kohti lukua 100 jolloin kaikki viikkotehtävät jotka ovat suunnitelmassa, saadaan suoritettua. (Koskela & Koskenvesa 2003.)

2.4 Last Planner- menetelmän hyödyt ja tulokset

Last Planner-menetelmästä voidaan teoriassa odottaa hyötyjä tuottavuuden, keston, työturvallisuuden, laadun, työmaan ilmapiiriin sekä parantamisen ja kehittämistoiminnan osalta:

- Tuottavuus: Last Plannerin tuottavuutta kohottava vaikutus perustuu pääosin siihen, että kukin tehtävä päästään aikataulun mukaisesti aloittamaan kun kaikki edellytykset ovat kunnossa. Viikon aikana tehtävät työt ovat aiempaa enemmän suunniteltuja, joten suunnittelemattoman ja improvisoidun työn tekemisen osuus pienenee. Tehtävät saadaan kerralla kuntoon jolloin välttyään työpisteiden väliseltä ”pomppimiselta”.
- Kesto: Last Planner- menetelmän käyttö johtaa tuotannon ennustettavuuden kasvuun. Tällöin peräkkäisten tehtävien aloitusväliä voidaan lyhentää, mikä taas johtaa rakennusajan lyhenemiseen.
- Työturvallisuus: Työturvallisuuden osalta kyse on siitä, että entistä suurempi osa työstä voidaan tehdä suunnitelluissa ja hyvissä olosuhteissa. Nykyisessä käytännössä iso osa töistä on suunnittelematonta ja sitä saatetaan tehdä epäedullisissa olosuhteissa
- Laatu: Laadun osalta selitys on melko sama kuin työturvallisuuden osalta. Isompi osa tehtävistä voidaan toteuttaa hallitusti ja suunnitelluissa oloissa. Toinen selitys on se, että kun työntekijä sitoutuu tekemään työn suunnitelman mukaisesti, on laatu usein parempi.

- Organisaation muutos: Last Plannerin eri piirteet, etenkin viikkosuunnitteluun sisältyvä keskustelu ja vaihesuunnitelman yhteinen laatiminen johtavat luottamukseen perustuvaan yhteistyöilmapiiriin jossa sitoumusten täyttämiseksi annetaan aiempaa enemmän painoa.
- Jatkuva parantaminen: Last Plannerissa selvitetään jatkuvasti viikkosuunnitelman toteutumattomuuden syitä ja pyritään vaikuttamaan niihin suoritusasteen parantamiseksi.
- Kehittämistyön tulosten käyttöönotto: Last Planneriin sisältyvä järjestelmällinen tehtävien suunnittelu ja toteutumisen seuraukset antaa mahdollisuuden ottaa käyttöön hallitusti muussa kehittämistyössä aikaansaatuja tuloksia työmaalla, liittyen esimerkiksi työturvallisuuteen tai kestäväan kehitykseen.

(Koskela & Koskenvesa 2003.)

Suomessa rakennustyömaalla ollaan kokeiltu Last Planner- menetelmää ja tulokset ovat olleet lupaavia. Viikkosuunnitelman tehtävien toteutumisaste saatiin kokeilutyömaalla selvästi nousemaan. Menetelmä katsottiin hyödylliseksi etenkin sen kannalta, että rakennustehtävien edellytysten valmistelun tasoa saatiin nostetuksi sekä tehtävien kerralla valmiiksi saaminen helpottui. Työturvallisuudessa on tanskalaisessa rakennusyrityksessä saavutettu hyvä tason uuden tuotannonohjauksen avulla, kun työtapaaturmien määrä on pienentynyt jopa kolmasosaan. (Koskela & Koskenvesa 2003.)

3 AIKATAULUTUS

3.1. Ajallinen suunnittelu

Aikataulun laadintaa varten tulee määrittää, miten paljon kukin tehtävä ottaa aikaa. Tämä on erityisen tärkeää yleis- ja rakentamisvaihetasolla, kun töiden todelliset toteuttajat eivät ole vielä tiedossa. Kaikkiin tehtäviin tulee määrittää ja tarkistaa toteutusajat.

Usein rakennusyritysten laatimissa kustannus- ja tavoitearvioissa työtunnit on kerrottu vain omana työnä tehtäville nimikkeille. Tavoitearviosta puuttuvat tuntitiedot voidaan arvioida yleisiin työmenekki- ja työsaavutustietoihin pohjautuen esimerkiksi Ratu-tiedoston avulla. Ratu Aikataulukirjasta löytyy lähtötiedot rakennus- ja taloteknisten töiden työmenekkien arviontiin yleisaikataulusuunnittelusta tehtävä- ja viikkotasolle.

Työmenekkiä selvitetessä täytyy huomioida kohteen, rakennusosan, olosuhteiden ja menetelmän vaikutus tehtäväkokonaisuuksiin. Aliurakoitsijoilta saadut työmenekkiarviot täytyy tarkistaa vertaamalla niitä Ratu-tiedostoihin sekä omaan kokemukseen perustuen. (Koskenvesa, Sahlstedt, Lindberg, Kivimäki, Koistinen, Palolahti, Lahtinen 2015, 23.)

Tuotannon ajallinen suunnittelu on keskeisin osa tuotannonhallintaa. Ajallinen suunnittelu ja suunnitelman mukainen ohjaus luovat perustat muulle tuotannosuunnittelulle sekä tuovat esille mahdolliset epäkohdat ja suunnitelmista poikkeamiset. Aikataulussa pysyminen on työmaan hallinnassa tärkeimpiä tekijöitä laadun ja kustannusten kanssa. Kun työmaa etenee hallitusti, on mahdollista välttää aikatauluviivästykset sekä pitää huolta laadusta ja työturvallisuudesta, mitkä vaikuttavat kustannuksiin.

Hyvälle aikataulusuunnittelulle ominaista ovat seuraavat asiat:

- Tehtävistä on tehty kokonaisuuksia, joita voidaan valvoa ja ohjata tuotantoa.
- Varautuminen tuotannon häiriötilanteisiin.
- Rakenteiden kuivumiseen on varattu riittävästi aika.
- Resurssien käyttö on suunniteltu tarkkaan.
- Tuotannon tehtäville on varattu työrauha osakohteissa.
- LVIS-työt on yhteen sovitettu rakennusteknisten töiden kanssa.

Ajallinen suunnittelu lähtee liikkeelle yleisaikataulusta, jota tarkennetaan hankkeen edetessä tarvittaessa rakentamisvaihe aikataululla. Rakentamisvaihe aikataulua tarkennetaan tehtävä- ja viikkosuunnitelmien avulla. Tehtävä- ja viikkosuunnitelmien avulla varmistetaan tavoitteiden saavuttaminen sekä määritetään keinoja tavoitteiden saavuttamiselle. (Junnonen 2010, 17.)

3.2 Viikkosuunnittelu

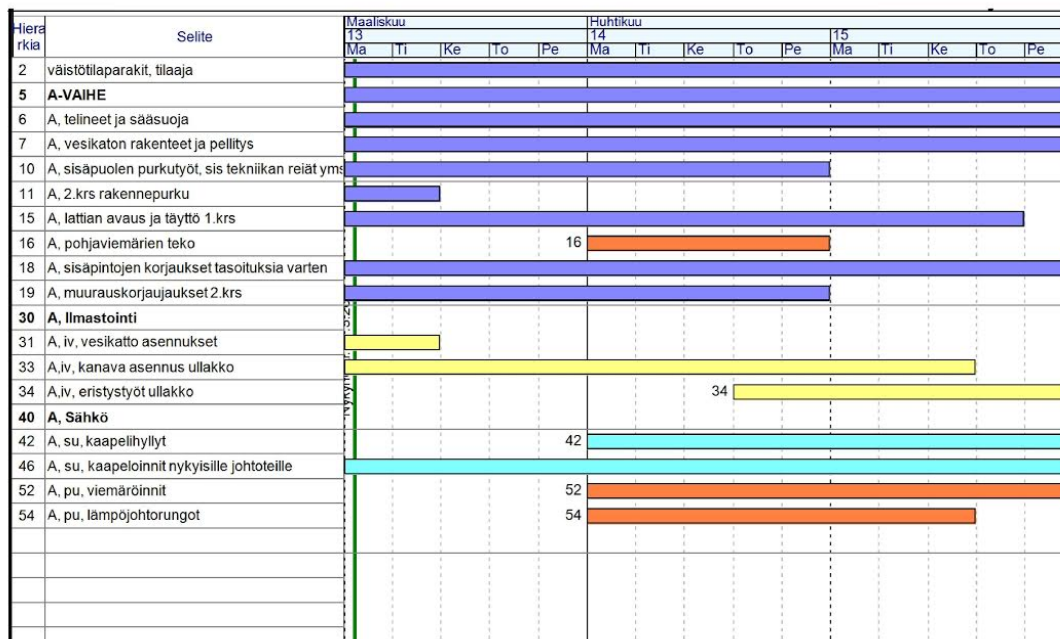
Viikkoaikataulun tarkoituksena on varmistaa lyhyellä aikavälillä tavoitteiden toteutuminen sekä resurssien tehokas käyttö ja niiden riittävyys. Viikkoaikataulu suunnitellaan viikoittain 1-3 viikoksi eteenpäin tehtävien mukaan. Viikkoaikataulu laaditaan työmaan tilanteen sekä rakentamisvaihe- tai yleisaikataulun tavoitteiden perusteella. Viikkoaikataulu toimii myös sivu- ja aliurakoitsijoiden toimintaohjeena. Kunkin työvaiheen työnjohtaja laatii omat alustavat viikkoaikataulut, jotka yhteen sovitaan vastaavan työnjohtajan johdolla. Tavoitteena on, että viikkosuunnitelma laaditaan tai tarkastetaan palaverissa, jossa ovat mukana tehtävien vastuuhenkilöt. Näin saadaan vastuuhenkilöt sitoutumaan yhdessä laadittuun aikatauluun. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 58.)

Viikkosuunnitelman tehtävien tulee täyttää seuraavat kriteerit:

- niiden tulee olla hyvin määriteltyjä
- niiden tulee olla työjärjestyksen kannalta tarkoituksen mukaisia
- työmäärien tulee olla oikein määriteltyjä
- niiden tulee olla käytännössä toteutettavissa (Koskela & Koskenvesa 2003.)

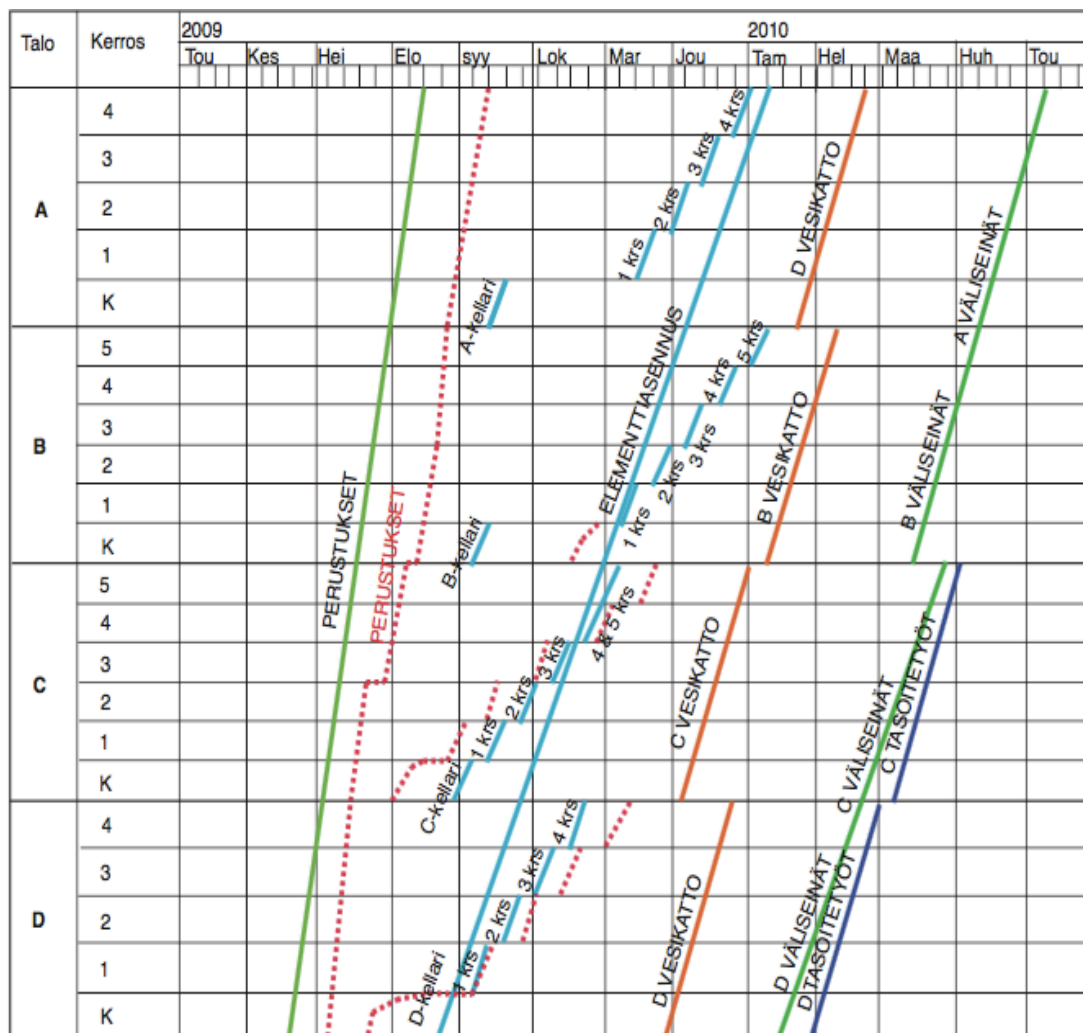
3.3. Aikataulumuodot

Rakennushankkeen aikataulu voidaan esittää monella eri tavalla. Yleisimpiä tapoja on jana-aikataulu (kuva 2), toimintaverkko, tuotantoaikakaavio sekä paikka-aikakaavio (kuva 3). Jana-aikataulu on perinteisin tapa esittää aikataulu rakennusalalla. Taulukon pystyakselilla on aikataulutehtävät ja vaaka-akselilla on tehtävän kesto. Jana-aikataulu on helppokäyttöinen, mutta sen käyttö aikataulun tarkistuksen sekä tuotannon ohjauksen ja valvonnan välineenä on vaikeaa. Taulukossa on vaikea esittää havainnollisesti tehtävien väliin jäävien vapaiden työkohteiden määrää sekä tehtävien etenemistä ajan ja paikan suhteen. (Junnonen 2010, 19.-25.)



Kuva 2. Viikkoaikataulu MVR-yhtymä Oy:n työmaalta, ohjelmana PlaNet 6.4

Paikka-aikakaavio on usein hankkeen tuotannonohjauksen kannalta paras vaihtoehto. Se osoittaa poikkeamat tuotantonopeudessa, aloitusajankohdissa, ja tehtävien sekä osakohteiden suoritusjärjestyksessä. Sen avulla voidaan myös ennakoida tulevia häiriötilanteita. Paikka-aikakaaviossa pystyakselissa on rakennuksen fyysiset osat kuten työkohteet ja lohkot, vaaka-akselissa on aika. Vaakasuorassa suunnassa pystytään todeta tehtävien suoritusjärjestys ja toteutuksen aikavälit, pystysuorassa suunnassa tehtävien suorituspaikka. Tehtäväviivojen kaltevuudesta voidaan päätellä tuotantonopeus. (Junnonen 2010, 19.-25.)



Kuva 3, paikka-aikakaavio. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 47.)

3.4 Lohkojako

Lohkojako on merkittävä osa paikka-aikakaaviota ja siitä saadaan paljon tietoa myös viikkosuunnitelman avuksi. Lohkot ovat kohteessa olevia fyysisiä osia kuten rakennuksen osia tai erillisiä rakennuksia, joissa työt tehdään valmiiksi kokonaisuuksina. Lohkoja voidaan muodostaa myös kohteen osista, jotka ovat erilaisia suunnitteluratkaisultaan, tuotantotekniikaltaan sijainniltaan tai kerrosluvultaan. Lohkojaon käyttämiselle perusteita ovat rakentamisen eri osien eriaikainen käyttöönottarve, erikois-tila ja tonttiolosuhteet kuten esimerkiksi aloittaminen tontin perältä.

Lohkojako toimii tuotannossa edistäjänä erityisesti silloin, kun se otetaan käyttöön heti alkuvaiheessa hanketta. Edut perustuvat siihen että kun runko saadaan valmiiksi yhdessä osassa, voidaan sisävalmistusvaihe aloittaa aikaisemmin kuin jos runko tehdään kerralla valmiiksi koko kohteeseen. Sisävalmistusvaiheiden aikainen aloitus voidaan hyödyntää lyhentämällä rakennusaikaa tai pidentämällä eri tehtävien aloitusvälejä, mikä taas vähentää aikataulun häiriöherkkyyttä. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 73.)

4 EDELLYTYSTEN LUOMINEN

4.1 Aloitusedellytysten tarkistus

Ammattitaitoisen työnjohtajan työnkuvaan kuuluu se, että työmaalla varmistetaan viikoittain viikkoaikatauluun merkittyjen viikkojen tehtävien aloitusedellytykset ovat kunnossa. Kaikkien edellytysten tulee olla olemassa ennen kuin tehtävä voidaan aloittaa. (Koskenvesa, Sahlstedt, Lindberg, Kivimäki, Koistinen, Palolahti, Lahtinen 2015, 32.)

Tärkeimpiä tehtävien aloitusedellytyksiä ovat:

- Suunnitelmat
- Työntekijät
- Materiaalit ja tarvikkeet
- Mesta
- Kalusto
- Olosuhteet
- Edeltävät työvaiheet

Aloitusedellytysten merkkauksesta yleisesti tein taulukon (Taulukko 2), sekä tehtäväkohtaisen taulukon julkisivuelementin ulkokuoren uusimisesta (Liite 2).

	osakohde	määrä	kesto	suunnitelmat	materiaalit,elementit ja tarvikkeet	työntekijät	kalusto	mesta	edeltävät työvaiheet	olosuhteet
tehtävä 1										
tehtävä 2										
tehtävä 3										
tehtävä 4										
tehtävä 5										
tehtävä 6										
tehtävä 7										
tehtävä 8										

Taulukko 2, aloitusedellytysten merkkaustaulukko.

4.2 Kokoukset

Työmaalla pidettävät palaverit ja kokoukset ovat tärkeimpiä työmaalla työskentelevien osapuolten välisiä viestintätahetkiä. Palavereissa on mahdollisuus luoda edellytyksiä hyvälle yhteistyölle ja sopia menetelmistä työnaikaisten ongelmien ja mahdollisten erimielisyyksien ratkaisemiseksi. Työmaakokoukset ja urakoitsijapalaverit tulee ajatella yhteistyötilaisuudeksi, missä erimielisyyksille saadaan ratkaisu. Pääurakoitsija valmistautuu palaveriin agendalla, joka koskee käsiteltäviä töitä sekä mahdollisia ristiriitaisuuksia työvaiheissa. Tarkoituksena on ottaa asia käsittelyyn niin, että saadaan ratkaisu aikaiseksi tai jos asiaa ei voida vielä lyödä lukkoon niin se säilyy agendassa aina ratkaisuun asti. Palavereita on hyvä pitää työmaalla säännöllisesti niin, että urakoitsijapalaveri järjestetään joka viikko ja työmaakokouksia, missä kohteen kaikki osapuolet ovat paikalla, vähintään kerran kuukaudessa. (Vastaavan työnjohtajan tiedonanto 2017.)

Hyvä vuorovaikutteinen palaveri pitää sisällään seuraavia:

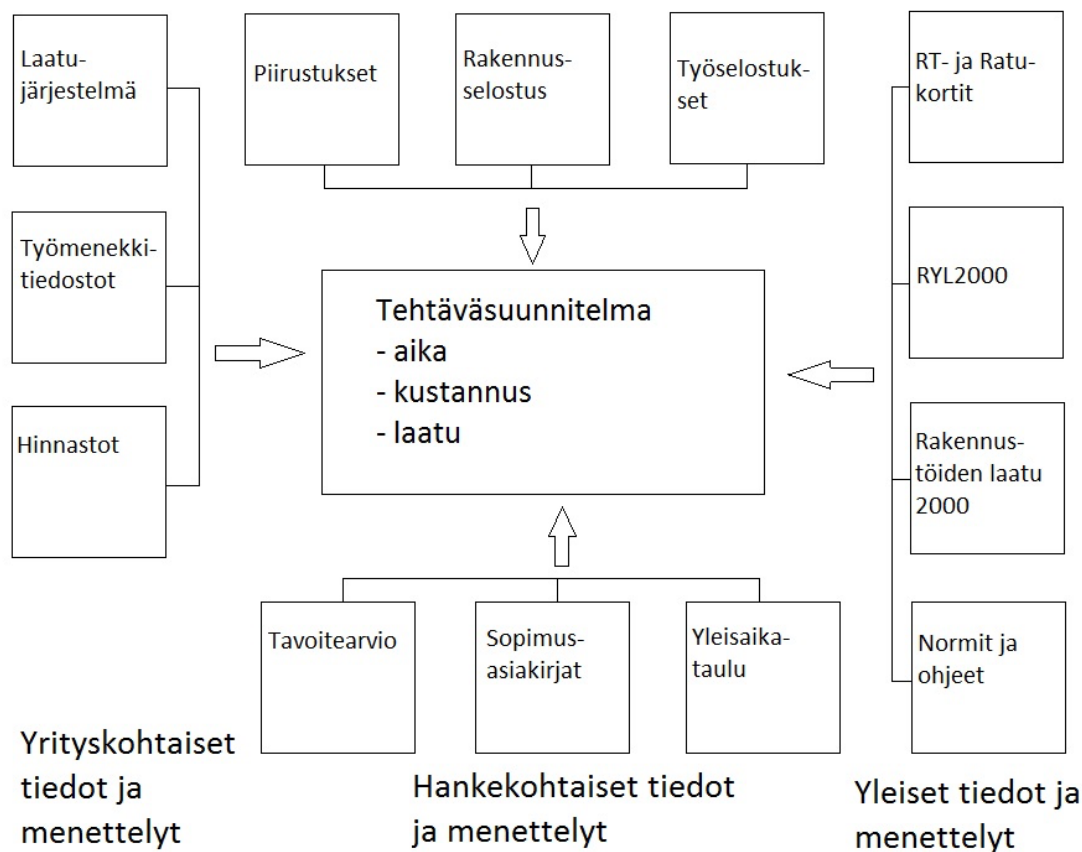
- Ongelmien ratkaisu yhdessä.
- Vaihtoehtojen pohtiminen yhdessä.
- Pääurakoitsijan aktiivinen kysely ja keskustelun ylläpitäminen.
- Aliurakoitsijoiden aktiivinen keskustelu.

Aloituspalaverit on syytä järjestää aina hyvissä ajoin ennen jokaista työvaihetta. Palaverissa käydään läpi kaikki työvaiheeseen liittyvät asiat, aloitusedellytykset, edellisen työvaiheen tilanne, laatuvaatimukset sekä turvallisuusmääräykset. Näin varmistetaan haluttuun lopputulokseen pääseminen.

(Koskenvesa, Sahlstedt, Lindberg, Kivimäki, Koistinen, Palolahti, Lahtinen 2015, 33.)

4.3 Tehtäväsuunnittelu

Tehtäväsuunnitelman tarkoituksena on tarkentaa yleissuunnitelmia ja varmistaa tehtävän aloitusedellytykset. Se on työmaatuotannon johtamisen työkalu, millä varmistetaan yksittäisen tehtävän ajallisten ja taloudellisten tavoitteiden sekä laadullisten vaatimusten yleisaikataulun ja tavoitearvion mukaisesti. Sillä myös varmistetaan ennen työn aloitusta työhön osallistuvien yhteinen näkemys työn vaatimuksista ja tavoitteista sekä keinot niihin pääsemiseen. Tehtäväsuunnitelmassa käydään läpi kaikki asiat, jotka kyseiseen tehtävään liittyy. Samalla kerätään kaikki työtä koskevat erilaiset asiakirjat, mistä käy ilmi työn toteutukselle asetetut taloudelliset ja ajalliset tavoitteet sekä laadulliset vaatimukset. (Junnonen 2010, 127.)



Kuva 4. Tehtäväsuunnittelun lähtötiedot

Tehtäväsuunnittelussa tehdään lisäksi potentiaalisten ongelmien analyysi. Tässä analyysissä pohditaan ongelmia, jotka voivat estää suunnitelman mukaisen tehtävän toteutuksen. Yleisaikataulusta saadaan ajalliset tavoitteet eli tehtävän aloitus- ja lopetusajankohdat. Niiden avulla pystytään määrittämään tuotantonopeusvaatimus, joka ilmaistaan helposti valvottavassa muodossa, kuten "yhden kerroksen elementtiasennus viikossa". (Junnonen 2010, 127.)

Ratu-kortistosta löytyy kaikkiin työvaiheisiin ohjeet tehtäväsuunnitteluun liittyen. Korteissa on esitetty kunkin työvaiheen sisältö, tehtävien aloitusedellytykset, tiedot materiaali- ja työmenekkeistä, työnaikainen ohjaus ja laadunvarmistus, alustan ja valmiin työn laatuvaatimukset, sekä tiedot mittauksista, tarkastuksista sekä luovutuksesta. Ratu-kortiston avulla melko kokematonkin henkilö pystyy perehtymään työvaiheiden sisältöön. Kohteet ovat kuitenkin erilaisia ja kaikkea ei voi tehdä samalla kaavalla joihin ratun toimintamallit ovat hyviä suunnan näyttäjiä. Liitteenä Ratu-kortistosta otettu tehtäväsuunnitteluohje julkisivumuurauksesta (Liite 1).

4.3 Edellytysten varmistamisen työkaluja

Suunnitelmat

Vaikka suunnittelijat ovat tehneet suunnitelmat huolellisesti ja käyttänyt siihen paljon aikaa, niin silti harmittavan usein niissä tulee eteen kohtia, joita ei voida toteuttaa niin kuin ne on suunniteltu. Tällöin joudutaan jopa purkamaan jo tehtyjä rakenteita, mikä tietysti vie aikaa ja kustannukset kasvaa. Monesti suunnitelmissa on puutteita niin, että työmaalla työntekijät joutuvat improvisoimaan ja se ottaa taas enemmän aikaa kuin valmiiksi suunniteltu työvaihe.

Materiaalit

Materialit saadaan hoidettua ajoissa ja lähes aina oikein, jos tilauksen hoitaa pääura-koitsija. Tätä varten tehdään hankintasuunnitelmia ja varmistetaan toimitusajat. Aliurakoitsijoiden osalta taas usein on jäänyt joku tavara tilaamatta ja jos tuotteella on pitkä toimitusaika, se voi johtaa aikataulun viivästymiseen. Syy tälle on ehkä liian suuri työkuorma yhdellä henkilöllä, ja silloin ei kaikki hankinta-asiat pysy hallussa.

Koneet ja työvälineet

Harvoin tehtävien toteutus jää kiinni koneista ja laitteista. Isommilla paikkakunnilla on hyvässä tapauksessa monta eri vuokrausfirmaa, mistä saa laitteen kun laitteen vuokralle nopealla aikataululla. Koneissa ja laitteissa on hyvä ottaa huomioon niiden kunto ja toimivuus, yleensä koneen käyttäjä tunnistaa hyvissä ajoin jos laite on epäkunnossa ja menossa rikki. Tätä varten on syytä varmistua laitteiden kunnosta ja määrästä kriittisissä työvaiheissa, kuten esimerkiksi seinämuotin betonivalu. Tällöin betonitäryttimiä täytyy varata riittävä määrä, jotta laitteiden rikkoutuessa on varalaitteita käytettävissä ja päästään vaadittuun lopputulokseen.

Työryhmät ja olosuhteet

Työryhmät työtehtäviin määritetään työn vaativuuden ja laajuuden mukaan. Sairauksien ja onnettomuuksien varalta on hyvä olla varamiehiä työryhmän työtehtävään, jos joku ryhmän jäsenistä ei pysty yllättäen työskentelemään.

Suomessa asuttaessa voi olosuhteet vaihdella melko paljon. Jos työtehtävät ovat olosuhteista riippuvaisia, on syytä miettiä niin sanottuja ”vara mestoja”, milloin huonon kelin sattuessa työn toteuttaminen on mahdotonta, voidaan työntekijät ohjata tekemään jotain toista työtä mitä pystytään tekemään. On hyvä tutkia sääennusteita ja kartoittaa työtehtävän riskit ja vaarat epätaloudellisessa säässä, minkä perusteella tehdä johtopäätökset työn aloittamisesta tai aloittamatta jättämisestä.

Työkohteen valmius

Työtehtäville on määritetty aloitusajankohdat ja niiden mukaan urakoitsijat elää. Edeltävän työvaiheen valmius ennen seuraava vaihetta on merkittävä osa aikataulun mukaista toteuttamista. Aliurakoitsija on suunnitellut päivänsä niin, että kun sinne mennään suorittamaan työvaihetta, ei siellä tule ongelmia vastaan edellisestä työvaiheesta johtuen. Jos otetaan esimerkiksi maalausyrityksen tehtävät työmaalla ja ”etuputsin” töitä ei ole suoritettu hyvin/ei lainkaan, joutuu työntekijä etsimään itselleen valmista mestaa tai pahimmassa tapauksessa poistumaan työmaalta toiselle. Tämä johtaa aikatauluviivästyksiin ja yleisen ilmapiirin kireyteen.

Syitä edeltävän työvaiheen valmiuden puutteisiin on paljon, ne ovat tapauskohtaisia ja ne tulee ottaa käsittelyyn sekä dokumentoida virheiden välttämiseksi tulevaisuudessa.

Sopimukset

Sopimukset on merkittävä osa työn suunnittelua. Tämä asiakirja määrää sen mitä tehdään ja kuinka laajasti. Kaikkeen mihin ryhdytään rakennushankkeessa, on tehtävä kirjallinen sopimus missä on kaikkien sopimusta koskevien osapuolten allekirjoitukset. Näin kaikille osapuolille on selvää, mikä työ kuuluu kenellekin ja mahdollisissa riitatilanteissa on näyttää dokumentti, mikä kertoo faktat. Välillä asioita ratkaistaan oikeudessa, missä tulkitaan osapuolten välistä sopimusta sekä rakennusurakan yleisiä sopimusehtoja (YSE 1998).

Palaverit

Edellytysten luomisessa aloitus- ja viikkopalaverit ovat merkittäviä. Viikkopalaverit eli urakoitsijapalavereita, missä jokaisen urakoitsijan vastuuhenkilö on läsnä, tulee olla kerran viikossa. Palaverissa käydään aina tulevien 3 viikon viikkosuunnitelmaa

läpi ja tarkastellaan mahdollisia ristiriitaisuuksia eri töiden välillä. Työntekijöille täytyy käydä myös läpi tulevien viikkojen aikataulut, jotta tekijät osaavat varautua ja motivoitua omaan hommaansa.

Aloituspalaveri on tärkeää järjestää hyvissä ajoin ennen töiden aloittamista (noin viikko), jotta ehditään korjata mahdolliset puutteet ennen työn aloittamista. Työn tekijän kanssa käydään läpi työlle vaadittu laatutaso sekä käydään läpi turvallisuusasiat.

Aliurakoitsijan työnjohto

Nykyään tilaaja vaatii usein sivu- ja aliurakoitsijoillekin työnjohdon, joka on läsnä työmaalla työtä tehtäessä. Usein tässä on puutteita, koska aliurakointiyrityksellä on samanaikaisesti käynnissä monta työmaata ja työnjohtohenkilöstöä on vähäinen määrä. Se on ymmärrettävää, koska työt ovat usein sellaisia missä yritykseltä on vain muutama työntekijä toteuttamassa hommaa joten taloudellisesti se on mahdotonta pitää työnjohtoa koko ajan läsnä. Aliurakoitsijan työnjohdon työmaakäyntejä toivotaan kuitenkin lisää, joka auttaisi laadunvalvonnassa.

Valvonta ja tarkastukset

Työnjohtajan tärkeimmistä tehtävistä on liikkua työmaalla, valvoa ja tarkkailla miten työt toteutetaan sekä puuttua välittömästi mahdollisiin puutteisiin. Työnjohtajan vastuulla on se, että laatu, aikataulu sekä kustannukset kulkevat käsi kädessä työturvallisesti suoritettuna. Näitä asioita ei voi vain olettaa, että ne ovat kunnossa vaan asia pitää tarkistaa ja varmistaa juuri työmaakierroksilla.

Sakotus

Usein tilaajalla on erilaisia vaatimuksia työturvallisuuteen liittyen, joiden laiminlyönnistä on olemassa sakotusjärjestelmä. Se on todettu hyväksi järjestelmäksi, vaikkakin sakkojen rahallinen määrä on verrattaen pieni kokonaisurakkasummaan nähden.

Sopimusten laiminlyönnistä eli sovittujen aikataulujen laiminlyönnistä on sanktiojärjestelmä, missä urakan valmistumisen viivästyminen johtaa rahalliseen sanktioon. Se on usein tietty prosenttimäärä kokonaisurakkasummasta. Ajalliset tavoitteet sekä sanktiot on määritetty sopimusta tehtäessä urakoitsijoiden välillä. Jos tavoitteisiin ei

päästä urakoitsijasta riippumattomista syistä esim. aloitusajankohdan viivästymisestä, on urakoitsijalla oikeus vaatia lisäaikaa työn toteuttamiseen.

Voidaanko edellytysten varmistamisesta tehdä yleispätevää ohjetta tuotantoon?

Koskaan ei rakenneta samaa rakennusta samaan paikkaan. Hankkeet ovat aina erilaisia joihin tehdään omat suunnitelmat. Yleisellä tasolla voidaan antaa ohjeet edellytysten luomiseen, joita kohteesta riippuen sovelletaan. (Vastaavan työnjohtajan haastattelu.)

5 POHDINTA

Kun eri työtehtäville on luotu ja varmistettu edellytykset, päästään tehtävät toteuttamaan aikataulun ja suunnitelman mukaisesti. Tällöin tehdään laadukasta rakentamista aikataulu- ja kustannustehokkaasti. Usein työmaalla viikkosuunnitelmaan laaditut työtehtävät eivät toteudu ja syitä tälle on monia. Esimerkiksi LVIS- töiden yhteensovittaminen rakennusteknisten töiden kanssa ollaan suunniteltu huonosti ja jotain työtä ei päästä aloittamaan aikataulun mukaisesti.

Viikkosuunnitelmien tekeminen on tärkeä osa rakennustyömaan työtehtävien edellytysten luomisessa. Se tuo toimintaan järjestelmällisyyttä sekä kertoo tulevan viikon tavoitteet ja motivoi työntekijät sitoutumaan noudattamaan aikataulua, kun he näkevät mitä on edessä, sekä he voivat huomata jotain puutteita ja ongelmia tulevien työtehtävien suorittamisessa.

Työssäni käytyjen työkalujen avulla voidaan saada kehitystä aikaiseksi viikkosuunnitelmien toteuttamisen suhteen. Se vaatii kuitenkin työnjohtajilta sitoutumista. Viikkosuunnitelmissa olevien tehtävien aloitusedellytysten tarkistus ja kirjaus taulukon 2. mukaisesti. Viikoittain tarkastetaan ja kirjataan tehtävien toteutuminen, toteutumattomien tehtävien syyt ja lasketaan PPC-luku tekemäni taulukon mukaisesti. Ennen

kaikkea on hyvä kirjata syyt toteutumattomille tehtäville, jotta osataan jatkossa varautua samantyyliisiin ongelmiin. Kirjaaminen on hyvä aloittaa heti työmaan alkaessa, jotta saadaan raportista mahdollisimman kattava. Työmaalta saatuja PPC-lukuja voidaan vertailla keskenään yrityksen työmailla. Pitkän aikavälin seurannassa voidaan nähdä kehitystä viikkosuunnitelman työtehtävien toteutuksessa.

Opinnäytetyössäni en ehtinyt ottaa mukaan tutkimusta, jossa olisin voinut vertailla työmaiden välisiä eroja viikkosuunnitelmien työtehtävien toteutumisessa. Tätä tul- laan kuitenkin testaamaan ja kehittämään tilaajayrityksessä. Uskon, että järjestelmäl- listen uusien menetelmien käyttöönotto tuo kehitystä sitä kaipaavalle rakennus- alalle.

LÄHTEET

Junnonen, J-M. 2010. Talonrakennushankkeen tuotannonhallinta. Helsinki: Suomen Rakennusmedia.

Koskenvesa, A; Sahlstedt, S. 2011 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Helsinki: Rakennustieto Oy

Lindberg, R; Koskenvesa, A; Sahlstedt, S. 2012 Aikataulukirja 2013. Helsinki: Rakennustieto Oy

Koskela, L & Koskenvesa, A. Last planner- toimiva tuotannonohjaus rakennustyömaalla. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK040502.pdf>

Lean construction instituutti <http://lci.fi/>

Olenius, A & Nissinen, S. 2006. Korjaustöiden laatu 2007. Helsinki: Rakennustieto Oy

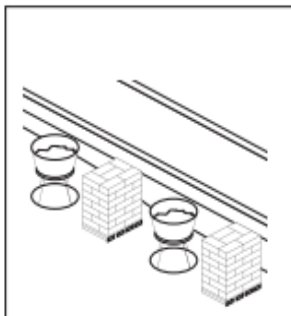
Henkilökohtainen tiedonanto 26.4.2017 klo 13-14.00, vastaava työnjohtaja Aatos Kiviniemi. Haastattelijana Johannes Välimäki. Keskustelu haastattelijan hallussa.

MVR-Yhtymä Oy. 2017. Aikataulut. Yrityksen sisäinen materiaali

www.mvr-yhtyma.fi

LIITE 1

Julkisivumuuraus



Tehtävän sisältö

Aloittavat työt

- materiaalien siirrot
- koneiden ja kaluston valmistelu

Julkisivumuuraus

- mittaus
- muuraustelinetyöt
- laastinvalmistus
- muuraus ja saumaus

Lopettavat työt

- työkohteen siivous
- suojaus

Tehtävän aloitusedellytykset



Suunnitelmat

- julkisivu- ja detailjiirustukset
- rakennus- ja työselostukset
- materiaalivalmistajien ohjeet

Materiaalit ja kalusto

Materiaalit

- tiilet, muurauslaasti, saumauslaasti, vesi
- tiilisiteet, raudoitteet, aukkojen ylityspalkit

Nosto- ja siirtokalusto

- auto- tai torninosturi nostoapulaiteineen, hissi, kurottaja
- tiilikärryt, kottikärryt

Mittauskalusto

- elektroniset ja optiset mittauslaitteet
- pitkä vesivaaka, linjalankaa, luotinaru, mitta, ohjaimet

Julkisivumuuraus

- kuiva- tai märkälaastisäiliö, pudotus- tai tasosekoitin, laastin siirtoastia tai pumppauskalusto, automaattisekoitin, laastipalju, porakone ja vispilä, laastilapio, muurauskauha
- tiilivasara, tiilileikkuri, tiilisaha, kulmahiomakone
- saumaustyökalut, saumauspelti, saumaustuutti, puhdistusvälineet
- telineet, sääsuojat, peitteet, muovit, tarvittavat tukirakenteet

Työryhmä

Työryhmä on 1 muurari sekä laastinvalmistuksessa ja -siirroissa 1 avustava työntekijä. Mittaus- ja telinetyöryhmä ovat usein erillisiä. Työryhmien tulee olla perehdytetty työkohteeseen ja työn laatuvaatimuksiin. Työryhmillä tulee olla käytössä uusimmat hyväksytyt suunnitelmat.

Muista !

- suunnitelmat
- laastuvaatimukset
- materiaalien tarkastus ja varastointi
- työskentelyolosuhteet
- kohteen siisteys
- edeltävien työvaiheiden valmius
- henkilökohtaiset suojaimet
- työ- ja ympäristöturvallisuus

Kohteen valmius

Edeltävien työvaiheiden tulee olla niin valmiit ja työkohteen siivottu siten, että julkisivumuuraus ja telinetyöt pääsevät etenemään häiriöttä. Liittyvät rakenteet suojataan tiilimuuraukselta tarvittaessa esimerkiksi muoveilla ja pahveilla. Viereisen maa-aineksen tulisi olla sellaista, ettei se rankkasateella liikaa valmista julkisivuverhousta.

Materiaalien ja työvälineiden siirrot työkohteessa sekä materiaalien työn-aikainen säilytys työkohteessa suunnitellaan. Materiaalit suojataan maa-kosteudelta, sateelta, lumelta, lialta ja vaurioitumiselta. Mahdollisuuksien mukaan tiilet jaetaan suoraan työkohteisiin. Tiililetkan paino (n. 350 kg) tulee huomioida tiiliä telineille varastoitaessa. Laastinvalmistuspaikalle ja muuraus-työkohteisiin järjestetään veden ja sähkönsaanti, riittävä sääsuojaus sekä hyvä valaistus. Talviolosuhteissa varaudutaan suojauksen lisäksi materiaalien ja rakenteiden riittävään lämmittämiseen.

Työturvallisuus

Korkealla tehtävässä työssä on käytettävä putoamisen estävällä suojauksella varustettuja työtasoja tai henkilökohtaisia suojalaitteita, suojaverkkoja tai muita rakenteisiin kiinnitettäviä putoamisen estäviä suojarakenteita. Työkohteen alle pääsy on estettävä.

Telineiden käytöstä laaditaan telinesuunnitelma. Suunnitelmassa esitetään telineiden sijoitus, tuenta, liittyminen rakenteisiin, nousuteiden sijainti ja suojaus, suojakatokset ja ohjeet telineiden turvallisesta käytöstä.

Ennen työn aloitusta pidetään telinetarkastus, ks. Ratu 5004 Työtelineen tarkastuspöytäkirja -lomake, jossa varmistetaan telineiden turvallisuus. Telineiden kaiteiden tulee olla vähintään 1,1 m, jos putoamiskorkeus on yli 2,0 m. Kaiteet asennetaan myös seinän puolelle, jos työtason ja seinän etäisyys on yli 25 cm. Telineiden käyttötapa vaikuttaa telineen leveydelle asetettaviin vaatimuksiin (ks. ao. taulukko). Aina telineiden siirtojen yhteydessä varmistetaan maapohjan kantavuus.

Ratu 5004 Työtelineen tarkastus -pöytäkirja -lomake

Telineen käyttö	Telineen vaadittu leveys
– pelkkä työskentely	0,6 m
– työskentely ja varastointi	1,2 m
– työskentely, varastointi ja kääryys	1,8 m

Työssä tarvittavat henkilökohtaiset suojaimet

– laastinvalmistus	hengityssuojaimet
– tiilisaha	silmä- ja kuulosuojaimet
– kulmahiomakone	hengitys-, silmä- ja kuulosuojaimet
– suolahappoliuos	suojakäsineet ja silmäsuojaimet
– kaikki työvaiheet	suojavaatetus
	kypärä ja turvakengät

Työmenekki

Ratu 41-0081 Tiilimuuraus. Menekit

Työnosa	Työmenekki
Tiilien siirrot	
– nosturi	0,05 tth/m ²
– traktori	0,05 tth/m ²
– käsinsiirrot	0,10 tth/m ²
Mittaustyö	0,07 tth/m ²
Telinetyö	0,20 tth/m ²
Laastinvalmistus	
– laastimylly (tiili 285x85x85)	0,32 tth/m ²
– laastimylly (tiili 270x130x75)	0,47 tth/m ²
– säiliö ja pumppu	0,20 tth/m ²
Julkisivumuuraus puhtaaksi muuraten	
– 285x85x85	0,39 tth/m ²
– 270x130x75	0,46 tth/m ²
Siivous ja suojaus	0,02 tth/m ²

Työmenekkeihin vaikuttavat

- työmaajärjestelyt ja siirtomaikat
- kohteen valmius ja olosuhteet
- suoritettävä koko kohteessa
- osakohtaiden koko, pintojen yhtenäisyys
- nurkkien, aukkojen ja läpimenojen määrä
- vuodenaika ja sääsuojaus
- työntekijöiden työkokemus

Suoritemäärän vaikutus työmenekkiin

Muuraus	200 m ²	400 m ²	800 m ²	1600 m ²	3200 m ²
Kerroin	1,10	1,00	0,97	0,95	0,90

Talvihaitta- ja lisäprosentit (%)

Lämpötila, °C	0...-2,5	-2,5...-7,5	-7,5...-12,5	alle -12,5
Työajan lisäys	10 %	25 %	35 %	45 %

Materiaalimenekit ja -hukat

		Tiilimenekki	Laastimenekki
MRT 85	285x85x85	35 kpl/m ²	40 kg/m ²
RT 75	270x130x75	42 kpl/m ²	71 kg/m ²
NKH	270x130x75	42 kpl/m ²	59 kg/m ²
MKH	285x85x85	35 kpl/m ²	35 kg/m ²
Materiaalihukka		4...8 %	5...10 %

Rakennustöiden laatu 2000, luku 41
Ratu 41-0080 Tiilimuuraus. Menetelmät
SisäRYL 2000, luku 41

Julkisivumuurauksen laatuvaatimukset**Alusta**

Muurausalustan tulee olla riittävän luja, liikkumaton ja tasainen. Julkisivumuuraus erotetaan suunnitelmien mukaan (esim. kermikaistalla) alustastaan kapillaarisen vedennousun estämiseksi ja veden johtamiseksi vedenpoistaukkoihin.

Tarvikkeet**Tiilet**

Julkisivuverhoustiilien tulee olla säänkestäviä. Puhtaaksimuuratavissa rakenteissa tulee vähintäänkin tiilen yhden syrjän ja pään olla ilman sellaisia virheitä, jotka saattavat heikentää muuratun rakenteen ulkonäköä. Ulkokuoren tiilien nimellislevyeyden tulee olla vähintään 85 mm. Tehdäsvalmisteiset tiilipalkit yms. eivät saa haitallisesti poiketa ulkonäöltään muusta muuratusta rakenteesta.

Tiilisiteet ja raudoitteet

Tiilisiteiden tulee olla korroosionkestäviä. Niiden tartuntapinnan tulee olla vähintään 50 mm sekä tiilen että taustarakenteen puolella. Raudoitteiden tulee olla rakennesuunnitelmien mukaisia, kuivia ja puhtaita.

Laasti

Laastin tulee olla rakeisuuskäyrien mukaan suhteutettua eikä se saa sisältää humusta tai lietettä. Hiekan suurin raekoko saa olla noin 30–40 % sauman paksuudesta. Talviolosuhteissa käytetään pakkaslaastia, joka mahdollistaa muuraustyön +5 °C...-5 °C lämpötilassa.

Muuraustyö

Muurauksen alusta tasataan asentamalla suora pitkä lauta aloituskorkeuteen. Aloituskorkeudessa tulee ottaa huomioon aukkojen sijainti siten, että tiilijaon yläpinta osuu aukon yläreunaan. Aloituskorkeutta voidaan hieman säätää ensimmäisen tiilivarvin laastikerroksen paksuudella. Muurausjohteisiin merkitään tiilivarvien korkeus, jolloin muurauksen mittatarkkuutta voidaan seurata linjalangan avulla työn edetessä.

Ensimmäisessä muurausvarvissa jätetään suunnitelmien mukaan joka 2.–4. pystysauma auki kosteuden poistoaukoiksi ja julkisivun tuulettumisen varmistamiseksi. Vedenpoistaukot jätetään vastaavasti myös aukkojen yläpuolelle.

Työn aikana varmistetaan myös että rakenteen tuuletusrako puhdas laastista ja riittävän leveä. Tuuletusrako puhdistetaan tarvittaessa esimerkiksi laudan palalla ylipursuavasta laastista. Tiilimuurauksen yhteydessä tarkkailaan lämmöneristeen kiinnitystä ja kuntoa, ettei eriste tuki tuuletusväliä.

Rakenteeseen muurataan suunnitelmien mukaiset liikuntasaumat puhtaana laastipurseista.

Talviolosuhteissa laasti valmistetaan ja säilytetään siten, ettei sen lämpötila ennen muurautusta tai ennen laastin sitoutumista laske alle +5 °C:n. Laastina käytetään pakkaslaastia ja tarvittaessa laastiin sekoitettava vesi lämmitetään ja muurattava rakenne suojataan liian aikaiselta jäähtymiseltä.

Julkisivumuuraus tehdään täysin saumoin ja nokkalaastia käyttäen. Sauma saa olla enintään 3 mm sisäänpainettu. Ellei muuta ole asiakirjoissa määrätty, limitetään tiilet vähintään 1/4 tiilen pituudesta tai puolet tiilen korkeudesta. Saumojen nimellispaksuus, ellei muuta ole määrätty, on 12...15 mm. Julkisivuverhoukseen asennetaan suunnitelmien mukaiset raudoitteet ja muuraus-
siteet, vähintään 4 kpl/m².

Aukkojen ylityksiin käytetään suunnitelmien mukaisia rakenteita, kuten raudoitettuja tiilipalkkeja raudoitteineen. Aukkojen ylityksissä varmistetaan riittävä kantavuus väliaikaisilla tuilla.

Puhtaaksimuurattavassa rakenteessa käytetään tiiliä tasaisesti eri letkoista mahdollisten värierojen häivyttämiseksi. Puhtaaksimuuratun julkisivun saumat viimeistellään saumaustyökälulla ja kevyellä harjauksella.

Likaantunut tiilipinta puhdistetaan välittömästi vedellä tai mahdollisesti harjaamalla. Kalusto ja työvälineet puhdistetaan välittömästi työvaiheen päätyttyä vedellä, harjalla ja lastalla.

Valmis muuraus

Pilarien ja seinien suurimmat sallitut poikkeama (RunkoRYL 2000: Taul. 411:T1)

Ulottuvuudet ja sijainti	suurin sallittu poikkeama, mm		
	luokka1	luokka 2	luokka 3
Pilarin poikkileikkauksen mitat	± 3	± 8	± 12
Seinän paksuus	± 3	± 8	± 12
Käyryys	± 0,2 %	± 0,3 %	± 0,4 %
Kaltevuus	± 0,2 %	± 0,3 %	± 0,5 %
Kaltevuus enintään	12	18	30
Kaltevuus toisiin rakennusosiin rajoittuen	± 0,1 %	± 0,15 %	± 0,25 %
Sivusijainti	± 5	± 8	± 8
Etäisyydet viereisiin rakennusosiin	± 5	± 8	± 12

Varaukset (RunkoRYL 2000: Taulukko 411:T2)

Ulottuvuudet ja sijainti	suurin sallittu poikkeama, mm		
	luokka1	luokka 2	luokka 3
Mitat	± 10	± 15	± 25
Sivusijainti ja korkeusasema perussuorasta tai -pisteestä	± 5	± 10	± 15

Seinien aukot (RunkoRYL 2000: Taulukko 411:T3)

Ulottuvuudet ja sijainti	suurin sallittu poikkeama, mm		
	luokka1	luokka 2	luokka 3
Seinän aukkojen mitat	± 3	± 5	± 8
Sivusijainti	± 5	± 8	± 12

Saumat ja limitys (RunkoRYL 2000: Taulukko 411:T4)

Ulottuvuudet ja sijainti	suurin sallittu poikkeama, mm		
	luokka1	luokka 2	luokka 3
Sauman ja muurauskivirivin korkeuspoikkeama keskilinjasta	± 2	± 3	± 5
Limitetyn muurin sauman poikkeama pystysuorasta *	± 3	± 8	± 12
Limittämättömän muurin sauman poikkeama pystysuorasta *	± 2	± 5	± 8
Sauman syvyys pintaan verrattuna	3	3	3
Vaakasauman paksuus	± 3	± 3	± 3
Pystysauman paksuus	± 5	± 5	± 8

* = Koskee vain puhtaaksi muurattua rakennetta.

Mittatarkkuusluokat

Luokka 1: Rakennukset ja rakennusosat, jolle ei aseteta erityisen suuria mittatarkkuusvaatimuksia.

Luokka 2: Asuin-, liike- ja toimistorakennukset tai vastaavat rakennukset.

Luokka 3: Teollisuus-, varasto- ja hallirakennukset tai vastaavat rakennukset.

Työnaikainen ohjaus ja laadunvarmistus

Aloituspalaverit

Pääurakoitsijan ja aliurakoitsijan työnjohdon välinen aloituspalaveri pidetään vähintään muutama päivä ennen julkisivumuurauksen aloitusta. Palaverissa tarkistetaan, että työn aloitusedellytykset ovat kunnossa ja työt päästään aloittamaan suunnitellusti.

Aliurakoitsijan työnjohdon, työntekijöiden ja mahdollisesti muiden työn aloittamiseen liittyvien osapuolten välinen aloituspalaveri työmaalla pidetään välittömästi ennen työn aloittamista.

Aloituspalaverin asialista

- noudatettavat asiakirjat
- työn sisältö, aikataulu ja välitavoitteet
- työn olosuhte- ja laatuvaatimukset sekä laadunvarmistus työn aikana
 - olosuhteet, lämpötila jne.
 - materiaalit, koneet ja laitteet
 - kohteen siisteys
 - työ- ja ympäristöturvallisuus
- lisätöistä sopiminen
- töiden yhteensovittaminen
- edeltävien työvaiheiden valmius
- työkohteen vastaanotto-, luovutus- ja tarkastusmenettelyistä sopiminen
- mallityön tekeminen
- pidettävistä tarkistuksista sopiminen

Vastaanottotarkastukset

Työkohteessa havaitut puutteet kirjataan ja puutteet korjataan ennen työn aloitusta.

Vastaanotto- ja luovutustarkastuksessa ovat läsnä mahdollisesti muurauksen työntekijät tai työnjohto sekä pääurakoitsijan edustaja. Luovutustarkastuksessa pääurakoitsijalle luovutetaan työntekijäkohtaiset tarkistus- ja laadunvarmistuslistat.

Mallityö

Mallityö tehdään sopimusasiakirjoissa sovitusta osakohteista ja pinnoista. Yleensä mallityön tekee samat henkilöt samoilla menetelmillä, välineillä ja tuotteilla, joilla varsinainen työ tullaan tekemään. Mallityö tehdään riittävän laajaksi siten, että halutut asiat voidaan työstä tarkastaa.

Rakennuttajan edustaja, suunnittelija, työntekijät ja työnjohto tarkastavat ja hyväksyvät mallityöt. Mahdolliset muutokset ja korjaukset tehdään ja hyväksytään ennen työn jatkamista. Mallityön tarkastuksesta kirjoitetaan muistio, joka liitetään työmaa-asiakirjoihin. Hyväksytty mallityö toimii vertailukohtana seuraaville osakohteille.

Työntekijöiden oma tarkastus

Työntekijöille laaditaan lista työn aikana tarkistettavista asioista. Työntekijät perehdytetään laatuvaatimuksiin ja niiden tarkastukseen siten, että työntekijät voivat seurata oman työnsä laatua työn edetessä ja kirjata tulokset tarkistuslistaan. Tarkistuslista toimii myös työn laatudokumenttina, jos siihen liittyy työntekijöiden kuittaus tehdystä työstä.

Luovutus

Luovutuksessa tarkastetaan valmis työ. Tarkastukseen osallistuu sopimusasiakirjoissa mainitut osapuolet, yleensä työstä vastaava työnjohtaja sekä rakennuttajan ja urakoitsijan edustajat.

Julkisivumuuraustyön ja valmiin rakenteen tulee vastata hyväksyttyä mallityötä sekä sopimusasiakirjojen vaatimuksia ja hyvän rakennustavan vaatimuksia.

Tarkastuksessa havaitut puutteet ja virheet kirjataan tarkastuspöytäkirjaan ja korjataan mahdollisimman nopeasti. Korjaustöiden jälkeen kohteessa pidetään jälkitarkastus.

Usein esiintyviä ongelmia

Ongelma	Seuraus	Ongelmiin varautuminen
<ul style="list-style-type: none"> • varomattomat siirrot ja nostot • huonot muurausolosuhteet • tuuletusväli ei vastaa suunnitelmia • valmiin pinnan likaantuminen • turvallisuusriskit 	<ul style="list-style-type: none"> • vaaratilanteet työmaalla • työn hidastuminen • vaaratilanteet työmaalla • epätasainen muurausjälki • kosteusvauriot • likaantuneet tai vaurioituneet rakenteet • "läheltä piti" -tilanteet 	<ul style="list-style-type: none"> • nostosuunnitelman laadinta ja noudattaminen • aloitusedellytysten tarkistaminen • sääsuojaukseen ja lämmitykseen varautuminen • säätiedotusten seuranta • tuuletusvälin puhdistus • lämmöneristeen kiinnityksen tarkistus • suojaus vedeltä ja roiskeilta • laastin puhdistus muurauspinnalta • henkilökohtaisten suojainten käyttö • telineiden tarkastus aina telineiden siirtojen tms. yhteydessä sekä telineiden kunnon ylläpito • varovaiset nostot • aikatauluseuranta ja -ohjaus • riittävät työryhmät • riittävän aikaiset tilaukset ja toimitukset
<ul style="list-style-type: none"> • tiilien kolhut • mestan riittävyys • materiaalien saanti 	<ul style="list-style-type: none"> • tiilijätteen määrän kasvu • työvaiheen hidastuminen, odotusajat • töiden keskeytyminen materiaalien loppuessa 	

Julkisivumuurauksen tarkastukset ja mittaukset

Kohde _____
 Urakoitsija _____
 Vastaava työnjohtaja _____
 Työryhmä _____
 Työsisältö _____

Aloitusedellytysten tarkistus

Asiakirjat	Vaatimukset	Tarkastaja/päiväys				
		1.	2.	3.	4.	5.
- piirustukset						
- rakennus- ja työselostus						
- materiaalivalmistajien ohjeet						
Työturvallisuus						
- henkilökohtaiset suojavarusteet						
- työnohastus						
- ensiapu						
Kalusto						
- nostokalusto						
- mittakalusto						
- telineet						
- laastinvalmistus						
- tiilien työstö						
- muuraus						
- saumaus						
- sähkö, valaisimet						
- jäteastiat						
- suojaustarvikkeet						
Materiaalit						
- tiilet						
- muurauslaasti						
- saumauslaasti						
Liittyvät työt						
- edeltävien työvaiheiden valmius						
Olosuhteet						
- ulkolämpötila						
- säätila muutoin						

Osakohteen vastaanottotarkastus

Kohde	Vaatimukset	Tarkastaja/päiväys				
		1.	2.	3.	4.	5.
- edeltävien työvaiheiden valmius						
- siisteys						
- muuta?						

Osakohteen luovutustarkastus ja mallityön vastaanotto		Tarkastaja/päiväys				
Kohde	Vaatimukset	1.	2.	3.	4.	5.
	- siisteys					
	- suojaukset					
Valmis muuraus						
	- pinnan ja värin tasaisuus					
	- pinnan puhtaus					
	- tiilien liimitys					
	- tuuletusväli ja vedenpoistoaukot					
	- aukkojen mittatarkkuus					
	- saumat					

Tarkastukset julkisivumuurauksen aikana		Tarkastaja/päiväys				
Vaativuudet	Vaatimukset	1.	2.	3.	4.	5.
	Villoituksen kuivuus, kunto					
	Sää, lämpötila					
	Telineiden kunto ja kulkutiet					
	Muuraussiteet					
	Rauditus					
	Saumojen täysinäisyys					
	Pinnan värin tasaisuus					
	Tiilien liimitys					
	Tuuletusvälit					
	Aukkojen ylitykset					
	Työturvallisuus					

Tarkastukset julkisivumuurauksen jälkeen		Tarkastaja/päiväys				
Vaativuudet	Vaatimukset	1.	2.	3.	4.	5.
	Siivous ja jätteiden poiskuljetus					
	Kaluston puhdistus					
	Telineiden purku					
	Valmiin pinnan suojaus					
	Työn tarkastus ja itselleluovutus					

LIITE 2

Julkisivuelementin ulkokuoren uusimisen aloitusedellytysten tarkistus		
(x)	Hankekohtaiset vaatimukset	Tarkistaja Tarkistettu/pvm
	Suunnitelmat, työselostus	
	Varastointialueet	
	Työmaan aitaus	
	Suojaus:	
	kalkutiet	
	pölynsuojaus	
	maaperä ja kasvillisuus	
	ikkunat ja ovet	
	sokkelit	
	parvekkeitaiteet	
	Purkukalusto	
	Jätehuolto:	
	Jättesiat, jäte lajeittain	
	Kuljetusreitit	
	Telineet ja nostolaitteet:	
	käyttönäottotarkistus	
	Työturvallisuus:	
	henkilökohtaiset suojavarusteet	
	käyttöturvallisuustiedotteet	
	ensiapuvälineet ja -valmiedet	

