

Saimaan ammattikorkeakoulu
Tekniikka Lappeenranta
Rakennustekniikka
Rakennustuotanto

Henry Joas

Teräsrungon tehtäväsuunnittelu

Opinnäytetyö 2017

Tiivistelmä

Henry Joas

Teräsrungon tehtäväsuunnittelu, 47 sivua, 2 liitettä

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka Lappeenranta

Rakennustekniikka

Rakennustuotanto

Opinnäytetyö 2017

Ohjaajat: Tuntiopettaja, Jari-Pekka Sinkko, Saimaan ammattikorkeakoulu, projektipäällikkö, Tapio Vihinen, Lemminkäinen Talo Oy

Tässä opinnäytetyössä käsiteltiin teräsrungon tehtäväsuunnittelua poikkeuksellisen vaativalle teräsrungolle sekä yleisesti että kohdekohtaisesti Finavia-VLK hankkeeseen. Työssä sovellettiin tehtäväsuunnitelman perusasioita sekä kehitettiin uutta osa-aluetta tehtäväsuunnitteluun. Kustannuksia ja logistiikkaratkaisuja käsiteltiin vain yleisellä tasolla. Työn tilaajana oli Lemminkäinen Talo Oy:n toimitilarakentamisen yksikkö.

Tavoitteen saavuttamiseksi perehdyttiin rakennusalan kirjallisiin lähteisiin ja op-paisiin sekä pidettiin henkilöhaastatteluja. Henkilöhaastatteluiden avulla työhön saatiin käytännönläheisiä näkemyksiä kohteen teräsrungon tehtäväsuunnitelmasta. Lisäksi opinnäytetyöntekijä osallistui lukuisiin palavereihin ja tehdaskäyntiin Ruukki Construction Oy:n Peräseinäjoen tehtaalle opinnäytetyön aikana.

Lopputuloksena työssä luotiin projektinjohto-organisaation käyttöön uusi kohdekohtainen tehtäväsuunnitelma, joka otettiin käyttöön teräsrungon toteutuksessa Plazan työmaalla. Tehtäväsuunnitelma sisältää uuden osa-alueen "haastavat rakennusvaiheet". Työ on hyödynnettävissä myös tulevissa teräsrungon asennustöissä tai muissa työvaiheissa Lemminkäinen Talo Oy:n toimitilarakentamisen yksikössä.

Asiasanat: teräsrakentaminen, tehtäväsuunnittelu, teräsrunko

Abstract

Henry Joas

Task planning of the steel frame, 47 Pages, 2 Appendices

Saimaa University of Applied Sciences

Technology Lappeenranta

Degree Programme in Construction Engineering

Building Production

Bachelor's Thesis 2017

Instructors: Lecturer, Mr. Jari-Pekka Sinkko, Saimaa University of Applied Sciences, Project Manager, Mr. Tapio Vihinen, Lemminkäinen Talo Oy

This Bachelor's Thesis includes a theoretical part of the task planning and a report about the creating of the specialized task plan for the site of Plaza steel frame. The construction cost control and the construction logistic of the site are only considered generally in this thesis. The work was commissioned by the commercial building construction department of Lemminkäinen Talo Oy.

The information was gathered from literature about construction, guides about construction and by interviewing. Interviews of the construction professionals created a more practical point of view to the task plan of this thesis. The Bachelor's Thesis worker also attended many meetings about the construction of Plaza steel frame and also the factory visit of Ruukki Construction Oy in Peräseinäjoki, Finland.

As a result of this thesis a specialized task plan for the site of Plaza steel frame was developed. The thesis also produced a new part for the task plan, "Hazardous parts of the building production." In the future the task plan of this thesis could also be used in other construction projects in the commercial building construction department of Lemminkäinen Talo Oy.

Keywords: steel construction, task planning, steel frame

Sisällys

Käsitteet.....	5
1 Johdanto.....	6
2 Projektin yleistiedot.....	8
2.1 Hanketiedot.....	8
2.2 Työmaan tiedot.....	9
2.3 Toteutusorganisaatio.....	10
2.4 Tehtäväsuunnitelma.....	11
2.5 Kohteen runkoratkaisu.....	12
3 Tehtäväsuunnittelun perusteet.....	12
3.1 Tehtäväsuunnittelun prosessi.....	13
3.2 Aikataulu ja työjärjestys.....	14
3.3 Laatuvaatimukset ja laadunvarmistus.....	16
3.4 Potentiaaliset ongelmat.....	18
3.5 Työturvallisuuden hallinta.....	19
3.6 Kalusto, logistiikka ja kustannukset.....	20
4 Kohteen tehtäväsuunnitelman laatiminen.....	20
4.1 Toteutus.....	21
4.1.1 Aikataulu.....	21
4.1.2 Työjärjestys.....	23
4.2 Laadunvarmistus.....	25
4.2.1 Laatuvaatimukset.....	25
4.2.2 Laadunvarmistusprosessi.....	27
4.3 Työmaan toiminta.....	31
4.3.1 Haastavat rakennusvaiheet.....	31
4.3.2 Potentiaaliset ongelmat.....	34
4.3.3 Työturvallisuus.....	37
4.3.4 Koneet ja laitteet.....	39
4.3.5 Logistiikka ja kustannukset.....	40
5 Yhteenveto.....	42
6 Päätelmät.....	43
Kuvat.....	45
Taulukot.....	45
Lähteet.....	46

Liitteet

Liite 1. Tehtäväsuunnitelma

Liite 2. Teräsrungon tarkastuslista

Käsitteet

Asemataso	Lentoaseman ulkoalueet, jotka sijaitsevat kansainvälisellä alueella.
Asematasovalvonta	Lentoaseman asematason valvontaelin, joka toimii projektinjohtourakoitsijan tiedonvälityksen apuna mahdollisessa poikkeama tilanteessa.
Workshop	Yhteistoiminnallinen palaveri, jolla kehitetään prosesseja.
BREEAM	<i>Building Research Establishment's Environmental Assessment Method</i> Kiinteistöjen luokittelujärjestelmä, joka on alkuperältään brittiläinen.
GSE-liikenne	<i>Ground Support Equipment</i> Matkatavara-ajoneuvo-liikenne lentokentän asematasoalueella.
NDT-testi	<i>Nondestructive Testing</i> materiaalia rikkomaton tutkimusmenetelmä.
Non-Schengen	EU tai ETA alueen ulkopuolinen lentoliikenne.
Siltapaikka	Lentokonepaikka, josta matkustajasillan kautta on yhteys suoraan terminaaliin.
Turvavalvomaton alue	(likainen alue) Lentokenttäalue, joka ei sijaitse turvatarkastuksen erottamalla alueella.
Turvavalvottu alue	(puhdas alue) Lentokenttäalue, joka sijaitsee turvatarkastuksen erottamalla alueella.
VLK-hanke	Vaihtoliikenteen kapasiteetin kehittämiseen tähtäävä Finavia Oyj:n hanke.
WQ-ristikko	Hitsattu teräsristikko.
4D-suunnittelu	Tietomallisuunnittelua, johon on yhdistetty myös aikataulu.

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on laatia teräsrungon tehtäväsuunnitelma Lemminkäinen Talo Oy:n toimitilarakentamisen yksikölle. Hanke on Helsinki-Vantaan lentoaseman terminaalilaaennus projekti ja rakennuskohde Plazan työmaa.

Kyseinen teräsrungon asennustyö on teknisesti poikkeuksellisen vaativa ja sen toteuttaminen on erittäin haastavaa tiukkojen laatuvaatimusten sekä lentokentän sille asettamien korkeiden turvamääräysten ja rajoitusten takia. Tästä syystä tarkka työn etukäteissuunnittelu tehtäväsuunnitelman avulla on hankkeen toteutuksen onnistumiselle tärkeä.

Työn tavoitteena on toimia apuvälineenä tilaajan projektinjohto-organisaatiolle koko teräsrungon toteutusvaiheen ajan sekä luoda asiakirjapohja, joka on tulevaisuudessa käytettävissä myös muissa toimitilarakentamisen yksikön teräsrungon asennustöissä. Valmiin työn avulla pystytään varmistamaan, että kohteelle asetetut vaatimukset ja ongelmakohdat saadaan siirrettyä myös yksittäisen työnjohtajan ja työntekijän tietoisuuteen.

Työ rajataan käsittelemään ainoastaan tehtäväsuunnittelua, lukuun ottamatta tehtävän kustannuksia ja logistiikkaa, joita käsitellään työssä vain pääpiirteittäin. Niiden hallintaan projektinjohto-organisaatiolla on jo kehitetty tarvittavat menetelmät ja ne ovat kokonaisuutena rajattu opinnäytetyöstä.

Opinnäytetyö on jaettu neljään vaiheeseen. Ensimmäisessä vaiheessa perehdytään yleisesti koko projektiin, jonka jälkeen toisessa vaiheessa esitellään tehtäväsuunnittelun teoriaa. Kolmantena vaiheena syvennytään kohteen tehtäväsuunnitteluun. Tehtäväsuunnitteluun syventymisen perusteella laaditaan varsinainen tehtäväsuunnitelma työn liitteeksi. Viimeisenä laaditaan yhteenveto ja päätelmät, jossa käsitellään saatuja tuloksia ja pohditaan prosessia kokonaisuudessaan.

Tutkimusmateriaalina käytetään yleisesti rakennusalan laadunvarmistukseen ja tehtäväsuunnitteluun julkaistuja oppaita sekä muita rakentamiseen liittyviä kirjal-

lisiä lähteitä. Tämän lisäksi tehdään henkilöhaastatteluja projektissa työskenteleville, jotka tuovat työhön käytännön näkemystä tehtäväsuunnittelusta.

2 Projektin yleistiedot

2.1 Hanketiedot

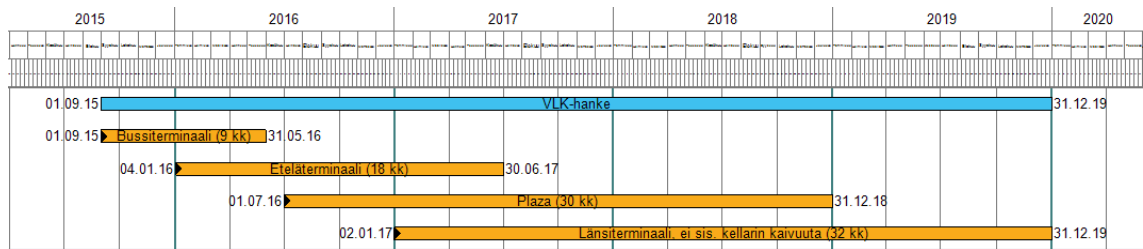
Finavian kehitysohjelma on kokonaisuus, jolla Helsinki-Vantaan lentokenttä pystyy palvelemaan vuoteen 2020 mennessä noin 20 miljoonaa matkustajaa vuodessa [1]. Kyseinen Finavia Oyj:n tilaama VLK-hanke sisältää useita pienempiä osa-alueita, joista yhtenä Lemminkäinen Talo Oy:n matkustajaterminaalien laajennusurakka (kuva 1), joka toteutetaan yhteistoiminnallisena projektinjohdourakkana. Asematason allianssiurakoitsijana toimii Destia Oyj, jonka kanssa Lemminkäinen Talo Oy:llä on yhteiset projekti tavoitteet. [2.]



Kuva 1. Havainnekuva terminaalien laajennusurakasta [3]

Uutta terminaalia rakennetaan kokonaisuudessaan noin 75 000 m² vuosien 2015—2020 välisenä aikana. Lemminkäinen Talo Oy:n osalta kohde on jaettu neljään pienempään osakokonaisuuteen, joista ensimmäinen rakennus — noin 3000 m² Bussiterminaali — valmistui vuoden 2016 kesäkuussa palvelemaan Non-Schengen matkustajien lentokenttäkuljetuksia. Opinnäytetyössä käsiteltävän Plazan työmaan lisäksi tällä hetkellä rakennetaan noin 4900 m² eteläterminaalia, joka valmistuu vuoden 2017 kesällä. Länsiterminaalin rakentaminen aloi-

tetaan loppukesästä 2017. Seuraavassa kuvassa (kuva 2) on esitetty koko hankkeen aikataulu. [4.]



Kuva 2. Koko hankkeen aikataulu [5]

2.2 Työmaan tiedot

Plazan työmaa (kuva 3) on noin 25 000 m² ja 200 000 m³ kokonaisuus, joka sisältää matkustajamäärän lisääntymistä palvelevat turvatarkastuspisteet sekä muun muassa kaupallisia palveluita matkustajille. Valmis rakennus ei tule sisältämään yhtään lentokoneiden siltapaikkaa, ja on siitä poikkeuksellinen muihin rakennusvaiheisiin verrattuna. [6, s.1.]

Rakennukselle tavoitellaan uuden rakennuksen BREEAM Excellent-tasoa, joka vaikuttaa rakentamisessa käytettäviin ratkaisuihin ja toimintatapoihin [7]. Brittiläinen BREEAM kiinteistöjen luokitusjärjestelmä tutkii ja valvoo rakennuksen aiheuttamia ympäristövaikutuksia ja siinä kiinnitetään huomiota muun muassa käytettyihin materiaaleihin, energian- ja vedenkulutukseen sekä johtamiseen. Kyseiset tekijät pisteytetään, jonka perusteella myönnetään BREEAM-arvosana. [8.]

Kohteen teräsrunko muodostuu yhteensä noin 1,9 miljoonasta kilogrammasta terästä. Se kuuluu primäärirakenteiltaan ja toteutukseltaan poikkeuksellisen vaativaan luokkaan, joka asettaa suunnittelulle ja rakentamiselle erityisiä haasteita. [9.]



Kuva 3. Havainnekuva Plazan rakennuksesta [3]

2.3 Toteutusorganisaatio

Teräsrungon toteutusorganisaatio muodostuu yksinkertaistetusti seuraavan kuvan (kuva 4) mukaisesti.



Kuva 4. Teräsrungon toteutusorganisaatio

Tarkemmin projektinjohtourakoitsijan toteutusorganisaatio koostuu projektipäälliköstä, työmaapäälliköstä, työnjohtajista, projekti- ja tuotantoinsinööreistä, hankintainsinööreistä sekä erityisalojen koordinaattoreista [7].

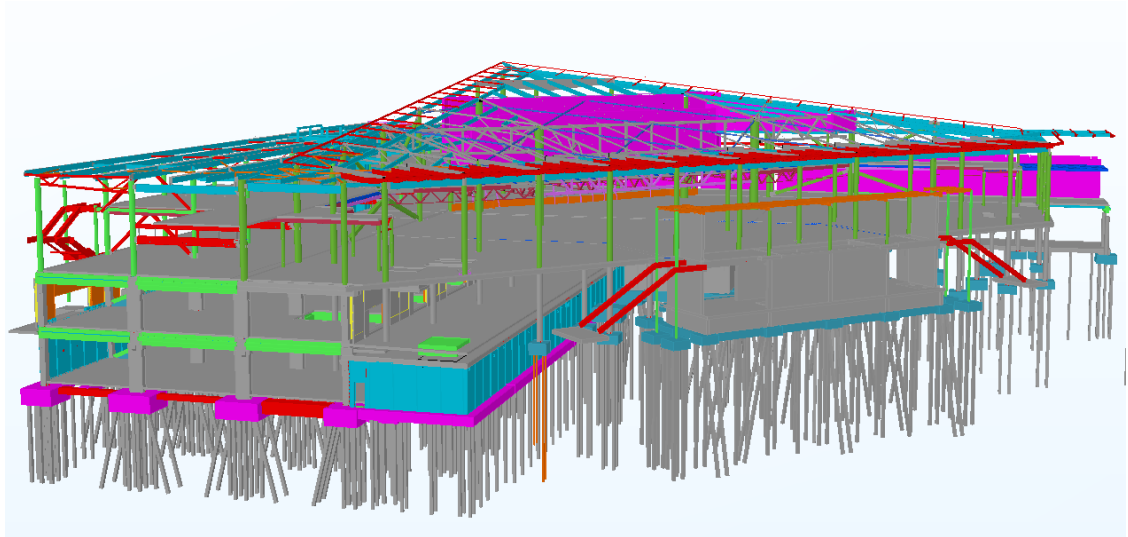
Tilaaajan rakennuttamisen hallintaa hoitaa rakennuttajakonsulttiyritys. Sen projektipäälliköt valvovat ja ohjaavat projektinjohtourakoitsijan toimintaa. [7.]

Teräsrunourakoitsija toimittaa ja asentaa teräsrunon rakennesuunnittelun laatimien rakennepiirustusten pohjalta. Projektinjohtourakoitsija toimii teräsrunon toteutuksen koordinoijana ja työvaiheiden tilaajana. [7.]

Teräsrunourakoitsijan aliurakoitsijat työskentelevät teräsrunourakoitsijan alaisuudessa. Niiden on oltava sopimussuhteessa suoraan teräsrunourakoitsijaan. Lemminkäinen Talo Oy:n toimintajärjestelmän mukaisesti aliurakoitsija ei saa ketjuttaa omaa aliurakkaansa kuin poikkeustapauksissa. Poikkeuksiin on haettava erikseen lupa tilaajalta. [7.]

2.4 Tehtäväsuunnitelma

Opinnäytetyön tehtäväsuunnitelma laaditaan teräsrunon asennuksesta ja se rajataan kohteelle määritettyjen urakkarajojen mukaisesti. Tehtävä käsittää liit-topilarien asennuksen, teräspilari-palkki rungon kasaamisen sekä kantavan kattopellin kiinnittämisen. Työtä tahdistaa betonirungon osien asentaminen samanaikaisesti, ontelolaattakenttien kasaaminen sekä paikalla valettujen jälkijännitettyjen laattojen tekeminen [10]. Kuvassa (kuva 5) on esitetty Plazan työmaan rakennemalli tehtävän hahmottamiseksi.



Kuva 5. Havainnemalli Plazan rungosta [5]

2.5 Kohteen runkoratkaisu

Kohteen teräsrunko toteutetaan pilari-palkkirunkona, jonka tasoina toimivat sekä ontelolaatat, että osittain jälkijännitetyt holvit. Suurimmat rakenteelliset kuormat siirretään perustuksille massiivisten liittopilarien avulla. Rungossa ei ole erillistä palosuojamaalausta kuin paikoittain, sillä palotilanteessa runkoa jäähdytetään sprinklerilaitteiston avulla. [9.]

Ruukki toimittaa kohteeseen tilaajan suunnitelmiin perustuvan ainutlaatuisen teräsrunгон. Komponentit runkoon valmistetaan työmaakohtaisten olosuhteiden ja vaatimusten perusteella. Pitkälle viety komponenttien esivalmistusaste mahdollistaa tinkimättömän laadun hyvissä valmistus olosuhteissa ja nopean asennuksen mahdollisimman pienellä materiaalihukalla. Käytettävät kantavat rakenteet on sertifioitu EN 1090 -sertifikaatin mukaisesti. [11.] Kyseinen SFS-standardi sisältää rakenteellisten teräskokoonpanojen ominaisuuksien arviointiin tarvittavat vaatimukset [12].

3 Tehtäväsuunnittelun perusteet

Tehtäväsuunnittelu on valitun tehtäväalueen tuotannon suunnittelua, ohjausta sekä valvontaa. Se toimii tehtävän valvonnan, ohjauksen ja toiminta edellytysten varmistamisessa, eikä tarkastele työmaata kokonaisuudessaan kuten viikkosuunnittelu. Tavoitteena on ennaltaehkäistä ongelmia ja varmistaa, että edel-

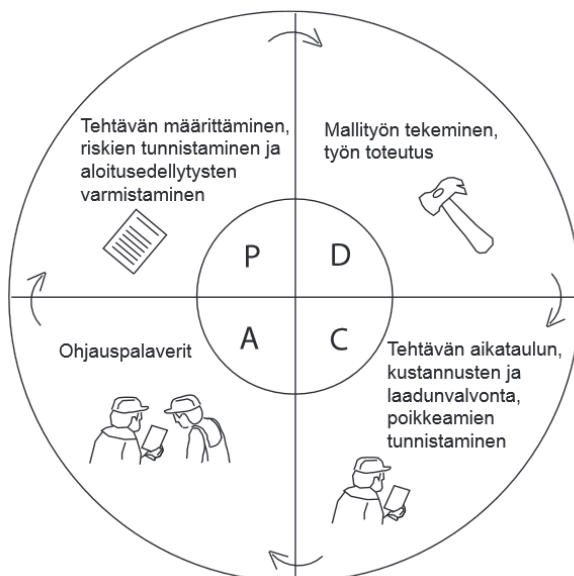
lytykset työskentelyyn on kunnossa tehtävän alkaessa. Lisäksi se varmistaa, että kaikilla työhön osallistuvilla on selkeä käsitys työn sisällöstä sekä tavoitteista ja tarjoaa apuvälineitä johtamiseen esimerkiksi asennusryhmien arvioinnilla. [13, s.1-2.]

Tehtäväsuunnitelmassa työmaan tuotannosuunnitelmat nivoutuvat yhdeksi toisiaan täydentäväksi suunnitelmaksi. Suunnitelman tulee olla yksityiskohtainen ja konkreettinen, mutta sen on aina huomioitava työmaan erityisolosuhteet. [13, s.3.]

Tehtäväsuunnitelman laadinnasta on yleensä vastuussa vastaava työnjohtaja tai hänen tehtävään erikseen määrittämä henkilö. Lisäksi tehtäväsuunnitelman voi laatia myös aliurakoitsijan työnjohto tuotannosuunnittelulle annettujen tavoitteiden perusteella. [14, s.36.]

3.1 Tehtäväsuunnittelun prosessi

Tehtäväsuunnittelu perustuu työmaan tarpeiden tiedostamiseen. Prosessi voidaan yksinkertaistaa Demingin ympyrämallin mukaiseksi, joka on perinteinen kehäoppimisen ja ongelmanratkaisun malli. Mallissa ajatus rakentuu neljään sektoriin jaettuun vaiheeseen kuvan (kuva 6) mukaisesti, jotka ovat suunnittelu (plan), toteutus (do), arvioi (check), paranna (act). [15, s.8.]



Kuva 6. Demingin ympyrä-malli tehtäväsuunnittelussa [13, s.2]

Tehtäväsuunnittelussa ja sen hyödyntämisessä tuotannossa kyseinen malli jakautuu seuraavasti. Suunnitteluvaiheessa (plan) määritellään tehtävä ja varmistetaan aloitusedellytykset. Toteutusvaihe (do) sisältää mallityön valmistamisen ja varsinaisen työn tekemisen. Arviointivaiheessa (check) tehtävää valvotaan niin aikataulullisesti, laadullisesti kuin kustannuksiltaan. Mahdollisiin poikkeamiin vaaditusta tasosta puututaan parannavaiheen (act) avulla ja ohjataan työskentelyä. Tätä menetelmää hyödynnetään koko tehtävän ajan. [13, s.2.]

Tehtäväsuunnittelu prosessiin ja sen esittämiin ratkaisuihin sekä tavoitteisiin on sitouduttava koko työmaahenkilöstön. Prosessin on lisäksi oltava läpinäkyvä ja siihen on mahdollisuuksien mukaan voitava vaikuttaa myös työntekijöiden sekä muiden työnjohtajien. [14, s.36.]

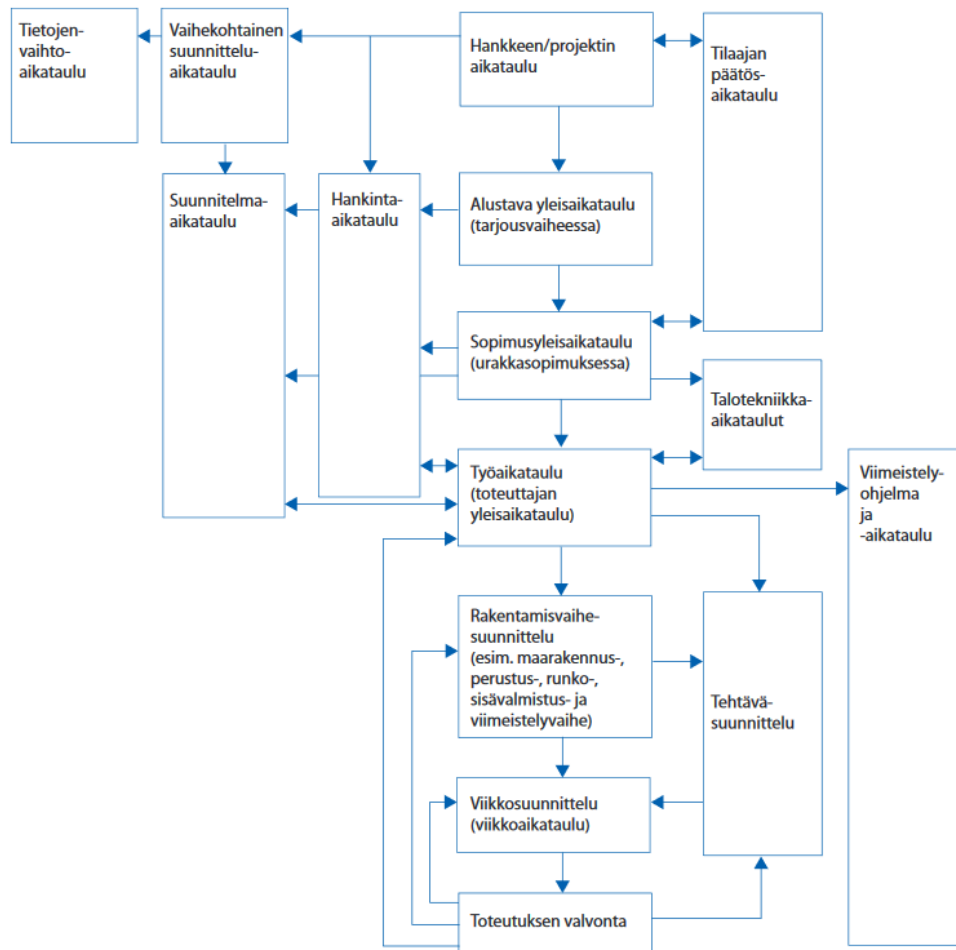
3.2 Aikataulu ja työjärjestys

Tehtäväsuunnittelun aikataulu ja työjärjestys alkavat lohkojaosta, jota määrittävät käytetyt tuotantotekniikat, suunnitteluratkaisut sekä kerrosluvut. Lohkojaot palvelevat työjärjestystä ja aikataulua sekä mahdollistavat sujuvan työskentelyn, työn limityksen ja selkeän ohjauksen tuotannolle. [16, s.36.]

Lohkot suunnitellaan ja toteutetaan kuin itsenäinen rakennuskohde. Niiden työjärjestyksen optimointi perustuu Hossin sääntöön, jossa ajatuksena on aloittaa työt perustus- ja runkovaiheen kestoiltaan lyhyimmistä työstä ja valita viimeiseksi työkseksi se missä sisävalmistusvaiheen kesto on lyhin jäljelle jääneistä. [16, s.36; 14, s.24.]

Aikataulut laatii kohteen pääurakoitsija yhteistyössä muiden osapuolten kanssa. Laaditut aikataulut mahdollistavat kaikille osapuolille omien tehtäviensä tahdistamisen. Aikataulujen noudattamista valvotaan rakennusalan yleistensopimusehtojen mukaisesti. [17, s. 5.]

Tehtäväsuunnitelman aikataulun tarkkuus on koko tehtävän kesto. Se kuitenkin rakentuu muiden hankkeista tehtyjen aikataulujen ympärille, jotka ovat esitetty seuraavassa kuvassa (kuva 7). [14, s.40.]



Kuva 7. Aikataulut tehtäväsuunnittelussa [18, s.4]

Yleisaikataulussa esitellään kokonaisuudessaan hankkeen töiden eteneminen. Sen avulla pääurakoitsija yksinkertaistaa työmaan ajoituksen ja toteutuksen kaikille osapuolille. Se toimii pohjana myös muille tarkennetuille työmaansuunnitelmille. Yleisaikataulua on kolme käyttötarkoitukseltaan erilaista muotoa, jotka ovat alustava yleisaikataulu, sopimusyleisaikataulu sekä työaikataulu. Kyseisistä aikatauluista määritellään tehtäväsuunnitelmaan suunniteltu aloitusajankohta, kesto sekä valmistumiselle määritetty ajankohta. [14, s.30.]

Sopimusyleisaikataulu laaditaan alustavan yleisaikataulun pohjalta. Kun tehtävän osapuolet ovat käyneet läpi alustavan yleisaikataulun ja tarkentaneet sitä riittävästi liitetään se tulevaan sopimukseen. Tästä muodostuu sopimukselle niin sanottu sopimusyleisaikataulu. [14, s.18.]

Työaikataulu luodaan sopimusyleisaikataulun pohjalta ja se toimii varsinaisena päätoteuttajan ja urakoitsijoiden välisenä sopimusten ajallisena pohjana. Työ-

vaiheaikataulussa aikataulullinen suunnittelu on tarkempaa ja kohde on jaoteltu selkeästi lohkoihin. [19, s.45.]

Työjärjestyksen suunniteluun ja valintaan vaikuttaa kaikki muu työmaan toiminta. Näin ollen töiden suorittamisessa syntyy erilaisia riippuvuuksia, jotka asettavat määrääviä, ehdottomia tai valittuja rajoituksia. Esimerkiksi loogiset riippuvuudet määrittävät, että peruspultit on oltava asennettuna perustuksiin ennen teräsrungon pilareiden asentamista. [14, s.26.]

Työjärjestyksen on oltava tehtävässä realistinen ja toteutettavissa, koska tehtävälle määrättyä aloitus- ja valmistumispäivämäärää voidaan hyvin harvoin muuttaa. Työjärjestys sidotaan tehtävään määrittämällä sen pohjalta sakollisia välitavoitteita sopimusyleisaikatauluun. Määritettyihin tavoitteisiin sitoutuu sopimuksen allekirjoittaneet osapuolet. [19, s.45.]

Kohteelle laadittava työjärjestys voidaan asennustyön havainnollistamiseksi tehdä tietomallipohjaisesti. Se helpottaa teräsrungon rakentamisen aikaista tiedon välittämistä selkeänä eri osapuolille, koska se mahdollistaa esimerkiksi vaikeiden liitosten esittämisen helposti. [20, s.3.]

3.3 Laatuvaatimukset ja laadunvarmistus

Tehtävässä rakentamisen laatuksitettä voidaan tarkastella neljästä eriosasta, jotka ovat suunnittelun, tuotannon, ympäristön sekä asiakkaan laatu. Näiden osa-alueiden toimiva hallinta mahdollistaa toteutuksen, joka vastaa suunnitelmia, annettuja laatuvaatimuksia sekä hyvää rakennustapaa. [15, s.11-13.]

Tehtäväsuunnittelussa esitellään tehtävälle tärkeimmät laatuvaatimukset, jotka perustuvat muun muassa hankeasiakirjoissa sekä työselostuksessa esitettyihin asioihin. Laatuvaatimukset voidaan jakaa kolmeen kategoriaan, jotka ovat tekniset vaatimukset, toiminnalliset vaatimukset sekä materiaalivaatimukset. [13, s.18.]

Tekniset vaatimukset sisältävät esimerkiksi erilaiset mitta sekä toleranssivaatimukset. Lisäksi ne sisältävät erilaisia vaatimuksia valmiiden pintojen suhteen. Niiden perusteena on kansainväliset ja kansalliset rakentamista ohjaavat standardit. [13, s.18.]

Toiminnalliset vaatimukset ovat sellaisia asioita, joita käytännössä vain työntekijä sekä yksittäinen työnjohtaja voi työnaikana tarkastaa. Niihin lukeutuvat muun muassa yksittäinen työsuoritus, materiaalien hallinta ja käsittely sekä siivous työmaalla. [13, s.18.]

Materiaalivaatimukset määrittelevät käytettävien materiaalien vaatimukset, jotka ovat kaikki merkittynä rakennesuunnitelmiin. Niissä huomioidaan esimerkiksi materiaalienominaisuudet, liitosratkaisut sekä liittyvien rakenteiden toimivuus. Ne voidaan tehtäväsuunnitelmassa esittää esimerkiksi listana käytettävistä materiaaleista tai rakenneratkaisuista. [13, s.18.]

Työmaalle toteutettavilla laadunvarmistustoimilla vahvistetaan, että lopputulos on sopimuksenmukainen. Kaikki syntynyt laadunvarmistusmateriaali talletetaan työmaan laatukansioon, jota ylläpitää projektin työmaapäällikkö. [15, s.18.]

Ennen työn aloittamista on pidettävä aloituspalaveri, jossa tarkastetaan tehtäväsuunnitelman sisältö yhteistyössä urakoitsijoiden ja työntekijöiden kanssa. Samalla tarkastetaan erikseen laadittujen tarkastuslistojen avulla, että työntekijät ovat perehtyneet kohteen laatu- ja turvallisuusvaatimuksiin sekä tehtävän aloitusedellytykset ovat kunnossa. Aloituspalaverin kysymyksiä on esitetty oheisessa kuvassa (kuva 8), joihin vastaukset selvitetään aloituspalaverissa. Tärkeimmät kysymykset viedään tehtäväsuunnitelmaan. [15, s.163; 13, s.17.]



Kuva 8. Aloituspalaverissa käsiteltäviä asioita [13, s.17]

Tehtävälle asetetut laatuvaatimukset tarkastetaan mallityön avulla, jossa varmistetaan työntekijöiden tekemä työn jälki. Asetettujen vaatimuksien täytyessä kyseinen malli hyväksytään seuraaviin vaiheisiin. [15, s.18.]

Tuotannon laadun ylläpitämiseksi tehtävän aikana pidetään tarvittaessa ohjauspalavereita, joilla etsitään keinoja poikkeamien korjaamiseen. Niihin osallistuvat yleensä tehtävän työnjohtajat ja työntekijät sekä suunnittelijat. Tarve ohjauspalaverin pitämiseksi voi syntyä esimerkiksi työmäärän muuttuessa tai suunnitteluvirheistä. [13, s.12.]

Tehtävän valmistuessa järjestetään vastaanottokatselmus, jossa tarkastetaan kohteen valmius ja suunnitelmien mukaisuus. Havaitut virheet merkitään katselmuksesta tehtyyn muistioon ja tarvittaessa tehdään korjaustoimenpiteet. [15, s.18.]

Tehtävän valmistuessa voidaan pitää erillinen tehtäväkohtainen palautepalaveri, jossa tarkastellaan esimerkiksi tehtävässä ilmenneitä ongelmia, onnistuneita ratkaisuja sekä seuraaviin kohteisiin siirrettäviä hyviä toimintatapoja. Palautepalaveri parantaa tulevien hankkeiden laatua ja yhteistyötä. Lisäksi kehitystä voi tapahtua myös yrityksen toiminnassa ja kilpailukyvyssä. [13, s.21.]

Laadunvarmistuksen apuna käytetään tehtäväsuunnitteluun liittyviä tarkastuslistoja ja ne tuottavat tietoa ongelmista, joita havaitaan työn aikana. Lisäksi ne kehittävät tulevaisuudessa työmaaorganisaation sekä koko yrityksen laatu järjestelmää. Lopputuotteiden laatuun perustuvat tarkastuslistat voivat toimia myös tehtävän dokumentteina sekä huoltokirjan materiaalina. [15, s.21.]

3.4 Potentiaaliset ongelmat

Työssä usein esiintyviä ongelmia on tärkeää analysoida, jotta niihin pystytään varautumaan, ennalta ehkäisemään tai mahdollisen ongelmatilanteen toteutuessa korjaamaan nopeasti valmiiksi kehitetyn mallin mukaisesti. Lähtökohtana analyysille toimii yleensä suunnittelutehtävän valintaperusteet, joita ovat esimerkiksi ajallinen kriittisyys tai korkeat laatuvaatimukset, joihin voi vaikuttaa poikkeuksellinen rakentamisympäristö esimerkiksi lentokenttä. [13, s.10.]

Ongelmat voidaan jakaa toiminnallisiin, teknisiin tai hankinnan ongelmiin [15, s.26]. Potentiaalisten ongelmien analyysiin voidaan kirjata valittu ongelma ja sen havaitsemiseksi kehitetty hälytin. Lisäksi on kirjattava mahdolliset seuraukset ongelman toteutuessa sekä ennaltaehkäisy keinot ja ratkaisu sekä varasuunnitelma, joista esimerkki oheisessa taulukossa (taulukko 1). [13, s.10.]

Ongelma	Hälytin	Ongelman ehkäisy	Korjaava toimenpide
Toiminnalliset ongelmat			
Tekniset ongelmat			
Hankinnan ongelmat			

Taulukko 1. Potentiaalisten ongelmien esimerkkitaulukko

Tehtäväsuunnittelussa potentiaalisten ongelmien lisäksi voidaan kiinnittää huomiota myös positiivisiin riskeihin, jotka ovat mahdollisuuksia menestykselle tehtävälle. Näihin lukeutuvat esimerkiksi asiakassuhteet, työmaatoiminnot ja organisaatorakenteet. [13, s.9.]

3.5 Työturvallisuuden hallinta

Työturvallisuusohjeiden laadinta tehtäväsuunnittelulle perustuu työturvallisuuslakiin (738/2002), jonka tarkoituksena on työympäristön sekä työolosuhteiden parantaminen sekä tapaturmien ja muiden työstä johtuvien sairauksien ehkäisy [21].

Tehtäväsuunnittelun työturvallisuudessa keskitytään koko tehtävän aikaiseen työturvallisuuteen. Riskien arviointi pohjautuu aikaisemmissa vaiheissa toteutettuihin riskiarviointeihin kohteesta. Kyseisten riskiarvioiden pohjalta pääurakoitsija ja tehtävään valittu aliurakoitsija toteuttaa yhteistyössä tarkemman arvion tehtäväkohtaisista vaaroista. Havaitut vaarat ja keinot niiden poistamiseksi tai vähentämiseksi on oltava kaikkien tuotannossa työskentelevien tiedossa ja ne on esitettävä tehtäväsuunnitelmassa. [22, s.28.]

Tehtäväsuunnitelmassa selkeytetään työturvallisuustehtävät eri osapuolien välillä. Lisäksi selvitetään ennen tehtävän aloitusta ja sen aikana huomioitavia asioita, joista esimerkkinä henkilökohtaiset suojavälineet ja niiden käyttö sekä riittävä alkusammutuskalusto. [15, s.26.]

3.6 Kalusto, logistiikka ja kustannukset

Käytettävä kalusto on määriteltävä ennen työn aloittamista tehtäväsuunnitelmassa. Laadittujen kalustolistojen pohjalta varataan työvälineet etukäteen työmaalle [23, s.3]. Kaluston valinta on tehtävä siten, että se mahdollistaa annettujen aikataulu ja muiden tavoitteiden täyttymisen [15, s.22].

Tehtäväkohtainen logistiikka esitetään pääpiirteissään työmaan aluesuunnitelmassa. Se muodostuu tehtäväkohtaisesta siirtojen, jätehuollon ja varastoinnin suunnittelusta. Aluesuunnitelmassa esitetään esimerkiksi kulkuväylät, nosturien ulottumasäteet sekä roskalavat. [15, s.27.]

Tehtäväsuunnittelun kustannukset pohjautuvat tavoitearvioon, jonka perusteella voidaan tehtävän aikana seurata kustannusten toteutumista. Tehtävän kokonaiskustannusten ylittyessä voidaan kustannuksiin vaikuttaa esimerkiksi kaluston muuttamisella. Säästöt eivät kuitenkaan saa muodostua kohteen laatutason tai työturvallisuuden laskemisesta [13, s.14-15]. Kustannukset muodostuvat kokonaisuudessaan materiaali-, työ-, ja kalustokustannuksista. Niihin vaikuttavat oleellisesti työn keston ja määrän mahdolliset muutokset tehtävän aikana. [13, s.15.]

4 Kohteen tehtäväsuunnitelman laatiminen

Tässä luvussa käsitellään kohteen teräsrungon tehtäväsuunnittelua. Kyseinen tehtäväsuunnitelma huomioi teräsrungon massiiviset ja teknisesti haastavat rakenteet sekä lentokentän työn toteutukselle asettamat haasteet. Siinä ei keskitytä logistiikkaan ja kustannuksiin kuin pääpiirteissään opinnäytetyön rajauksen mukaisesti. Seuraavassa luvussa esitetyn teoriamateriaalin pohjalta tehdään yksinkertaistettu tehtäväsuunnitelma, joka on esitetty liitteessä (liite 1).

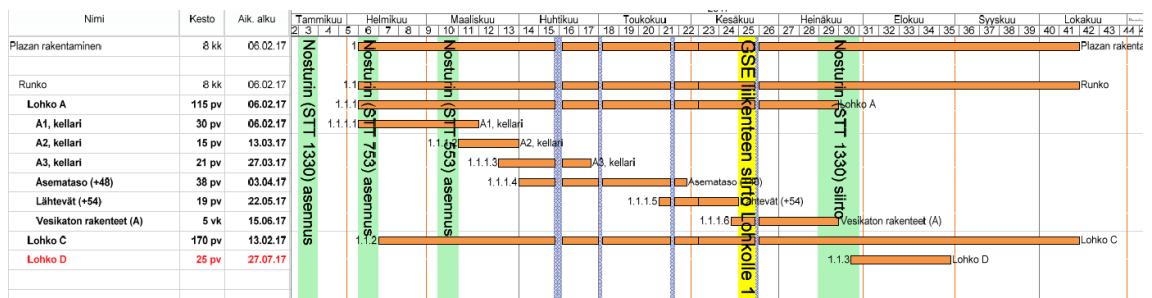
4.1 Toteutus

4.1.1 Aikataulu

Kohteen aikataulu perustuu projektinjohtourakoitsijan ja muiden projektin osapuolien kanssa yhteistyössä laadittuun yleisaikatauluun sekä sopimusyleisaikatauluun, joka toimii perusteena urakkasopimuksille sekä muille asiakirjoille. Projektista laadittu aikataulu on erittäin kireä ja sen saavuttaminen vaatii jokaiselta projektin osapuolelta huolellista etukäteissuunnittelua ja sitoutumista asetettuihin tavoitteisiin.

Suunnittelu- ja hankinta-aikataulu laaditaan yhteistyössä projektin projektinjohtourakoitsijan, teräsrunkourakoitsijan sekä rakennesuunnittelun kesken. Projektinjohtourakoitsijan suunnittelupäällikkö johtaa aikataulutusta ja kutsuu koolle niin sanotut aikataulu-workshopit. Niiden avulla on tarkoituksena saada tehtävässä realistinen kuva suunnittelun ja hankinnan edistymisestä sekä vähentää virheiden syntymisen mahdollisuutta teräsrungon konepajavalmistuksessa.

Työaikataulu muodostaa teräsrungon asentamisen aikataulun. Se on tärkein yksittäinen aikataulu kokonaisuutta seurattaessa ja sen toteutumista on valvottava erittäin tarkasti. Siinä on myös huomioitava teräsrungon asennusta tahdistavat betonielementtien asennukset sekä jälkijännitetyjen rakenteiden tekeminen. Oheisessa kuvassa (kuva 9) on esitetty karkealla tasolla koko rungon asennuksen alustava työaikataulu.



Kuva 9. Rungon alustava työaikataulu [5]

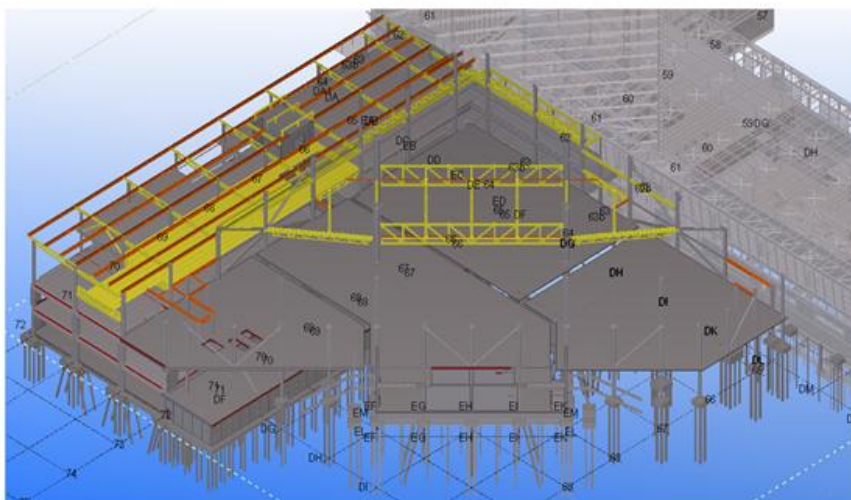
Lohkoittain laadittavat aikataulut perustuvat kohteen asennettävien teräselementtien määriin, joissa huomioidaan elementtien asennuksen vaikeustaso. Lisäksi niissä hyödynnetään 4D-suunnittelua, jonka avulla tietomallissa esite-

tään myös aikataulu. Työaikataulu siirretään suoraan tietomalliin, josta se on kaikkien projektin henkilöiden käytössä ja helpottaa tehtävän kokonaisuuden hahmottamista.

Kyseisiä 4D-aikatauluja päivitetään koko tehtävän ajan välittämällä ajankohtaista tietoa viikoittain työmaan valmiusasteesta tietomallista vastaaville suunnittelijoille. Seuraavassa kuvassa (kuva 10) on esitetty tietomallin avulla luotu 4d-aikataulu viikolta 27. Työmaan valmiusaste esitetään kuvassa viikoittain, jossa oranssilla värillä esitetään viikon aikana työn alla oleva rakennusosa. Keltaisella värillä esitetään asennuksen valmistumisajankohta ja valmistuneet alueet tumman harmaalla värillä.

Viikko 27 (5.7.17)

SWECO 



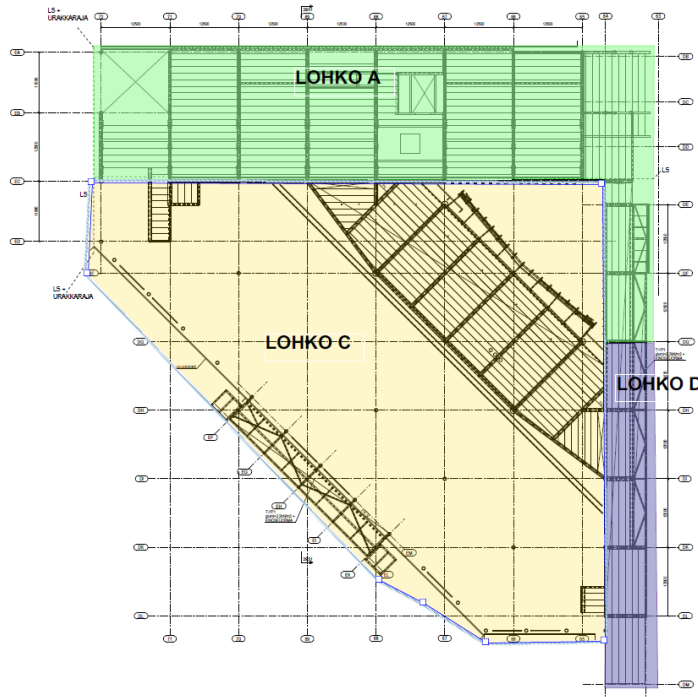
Kuva 10. Aikataulu ja työjärjestys 4D-tietomallissa [5]

Työmaan toteutuksen aikaista työaikataulua tarkastellaan toteuman mukaisesti kolmen viikon ajanjaksolla ja se huomioi muiden työvaiheiden merkityksen teräsrungon kasaamiselle. Päivittämisestä vastaa projektinjohtourakoitsijan työnjohto ja tiedot päivityksiin antaa teräsrunkourakoitsijan työnjohto.

Päivittäistä aikatauluseurantaa hoitaa sekä aliurakoitsijan, että projektinjohtourakoitsijan työnjohtaja. Sen avulla ohjataan työntekijöiden työskentelyä päiväkohtaisesti.

4.1.2 Työjärjestys

Lohkojako on toteutettu mahdollisimman yksinkertaisesti jakamalla rakennus neljään lohkoon A, C, D ja Y sekä sen lisäksi kahteen liikuntasauva-alueeseen. Lohkot muodostuvat neljälle eri tasolle, jotka ovat taso +48.700, +54.560, +60.000, +65.800. [9] Oheisessa kuvassa (kuva 11) on esimerkki lohkojaosta tasolta +60.000.



Kuva 11. Tason +60.000 lohkojako [5]

Lohkojaon perusteena on laajamittainen tuotannon ja suunnittelun yhteistyö, jossa määritellään toteutusta rajaavia kohtia. Yksi tärkeimmistä syistä lohkojako-kojen suunnittelulle on torninostureiden nostokapasiteetti sekä jälkijännitetyjen rakenteiden toteutus. Tämän lisäksi tärkeitä tekijöitä on myös logistiikan ratkaisut, asennusjärjestys sekä GSE-liikenteen ajoreittien järjestely.

Logistiikan ratkaisut ovat perusehto koko lohkojaolle, koska ne mahdollistavat tavaroiden toimituksen. Työjärjestys muodostetaan lohkojaon perusteella siten, että asennustyö on sujuvaa. GSE-liikenteelle on pystyttävä varmistamaan ajo-reitti asematasolla vaiheittain koko rakentamisen ajan ja se määrittää osittain yläpuolisen tason lohkojen muodostumiseen.

Teräsrungon asennusjärjestyksestä teräsrunkourakoitsija laatii oman asennussuunnitelmansa, jonka hyväksyy rakennesuunnittelija sekä rakennuttaja. Rakennesuunnittelijat laativat kuitenkin karkean asennusjärjestyssuunnitelman sekä rakennesuunnittelijan turvallisuusohjeen. Karkea asennusjärjestys teräsosille on seuraava [9] :

1. Peruspulttien aluslevyt asetetaan oikeaan korkoon.
2. Pilarien paikalleen asennus sekä mitta- ja sijaintitietojen tarkastus ja pilarien kiristys.
3. Pilarien juurivalut on tehtävä ennen ontelolaattojen tai muiden tasojen asentamista.
4. Kuorilaattatason teräspalkkien ja ristikoiden asennus sekä WQ-ristikoiden tuenta holvituilla asennussuunnitelman mukaisesti.
5. Seuraavan tason teräspalkkien asennus, joissa huomioitava edellisen tason saumavalut. Lisäksi ulkoseinälinjojen jäykisteet on oltava asennettu ja hitsattu paikoilleen edelliseen valmiiseen tasoon asti.
6. Asennuslohkon tarkemittaus sekä saatujen mitta- ja sijaintitietoja vertaaminen asetettuihin laatuvaatimuksiin. Mikäli laatuvaatimukset on kunnossa voidaan työtä jatkaa eteenpäin.
7. Koko teräsrungon tarkemittaus ja pulttiliitoksille lopullinen kiristys asennuslohkokohtaisesti.

Työjärjestyksen suunnittelun perusteella on laadittu tehtävälle sakolliset välitavoitteet lohkoittain. Ne on esitetty oheisessa kuvassa (kuva 12), josta käy ilmi milloin työ on aloitettava ja valmistuu [9]. Kyseisiä ajankohtia tarkennetaan vielä aloituspalaverissa, jos tehtävän aloitus jostakin syystä myöhästyy.

Sakolliset
välitavoitteet

Sakolliset välitavoitteet lohkoittain (asennuksen alkamisen/päätymisen mukaisesti):

- Lohko A/C, primääripilarit alemmalla tasolta; työt alkaa vko 10 /2017
- Lohko A, runko (tasot +54/+60); työt päättyvät vko 26 /2017
- Lohko A, vesikatto; työt päättyvät vko 31 /2017
- Lohko C, runko (tasot +54/+60); työt päättyvät vko 29 /2017
- Lohko C+Y, vesikatto; työt päättyvät vko 43 /2017
- Lohko D, runko+vesikatto, työt päättyvät vko 36/2017

Viivästyssakot Aliurakkaohjelman mukaan

Kuva 12. Sakolliset välitavoitteet teräsrunkourakassa [10]

Työjärjestyksen ja aikataulun varmistamiseksi teräsrunourakoitsija on suunnitellut varaavansa työmaalle käyttöön kaksi asennusryhmää. Asentajien määrä vaihtelee tilannekohtaisesti, mutta tavanomaisesti yksi asennusryhmä sisältää yhden alamiehen, kaksi asentajaa sekä tarvittaessa hitsarin. Asennusryhmää johtaa työmaalla paikalla oleva työnjohtaja, jonka alaisuudessa voi olla useampia asennusryhmiä.

4.2 Laadunvarmistus

4.2.1 Laatuvaatimukset

Teräsrunon laatuvaatimukset pohjautuvat rakentamista ohjaaviin kansainvälisiin ja kansallisiin ohjeisiin, joiden mukaan työ toteutetaan. Tämän lisäksi laatuvaatimuksia määrittelevät rakennuttajan suunnitelmat, urakoitsijoiden suunnitelmat sekä kohteen rakennepiirustukset ja työselitykset. [9.]

Asetettuihin laatuavoitteisiin pääsemiseksi projektinjohtourakoitsijan toiminnassa noudatetaan Lemminkäinen Oyj:n laatujärjestelmäsertifikaattia ISO 9001:2008 [24]. Sen tavoitteena on varmistaa tuotteiden laatu, lainmukainen toteutus sekä positiivinen asiakastyytyväisyyden kehittyminen [25].

Teräsrakenteiden suunnittelussa ja kokoonpanoissa on noudatettava standardia EN 1090-2 [9]. Standardi sisältää perusteet teräksenkäytölle ja työn teknisille laatuvaatimuksille [12].

Teräsrunon yleiset materiaalivaatimukset vaativat, että kaikkien käytettävien tarvikkeiden ja valmistusaineiden on oltava uusia sekä vaatimukset täyttäviä. Tilanteessa, jossa teräsrunourakoitsija ei pysty hankkimaan suunnitelmissa pyydettyä materiaalia on siitä ilmoitettava tilaajalle, joka voi halutessaan hyväksyä tuotteen käytettäväksi kohteessa. Muutosvastuu jää kuitenkin tuotteesta sen toimittajalle. [9.]

Mitta- ja sijaintivaatimuksien osalta teräsrakenteiden mitoitus tehdään toleranssiluokittelun SFS-EN 1090-2 luokka 1 mukaisesti. Esimerkkinä tehtäväsuunnittelun kannalta tärkeistä asioista on toiminnallisissa asennustoleransseissa esitetty vaatimus peräkkäisten tasojen välisen korkeuden poikkeamasta, joka on enintään +/- 10 mm. [12, s.152.]

Alapuolisten rakenteiden osalta vaatimuksissa noudatetaan paikalla valettujen rakenteiden mittatarkkuudessa BY47:n paikalla valettujen betonirakenteiden normaaliluokan toleransseja [9]. Esimerkiksi betonirakenteiden normaaliluokan mukaisesti paikalla betonoitujen perustusten suurin sallittu sivusijainti poikkeama on +/-15 mm [26, s.76].

Visuaaliset vaatimukset määräytyvät arkkitehtisuunnitelmien pohjalta. Visuaaliset vaatimukset eivät ole teräsrungon osalta oleellisia muuten kuin näkyviin jääviltä osilta. Hitsauksessa syntyvät roiskeet on hiottava pois pinnoilta ja rakenteiden pitää olla tasalaatuisia. [4.]

Hitsausten suorittamiseen käytetään standardia SFS-EN 1090-2 ja varsinkin sen osaa 7, joka käsittelee hitsausta. Hitsausta suorittavilla työntekijöillä on oltava pätevyudet hitsattavaan kohteeseen ja materiaaliin liittyen [12]. Tämän lisäksi työtä on valvottava Inspectan hyväksymä työnjohtaja, joka saa ohjeistuksensa hitsaustyön koordinaattorilta. Kohteessa suoritettavien hitsauksien osalta on hitsaustyön henkilöstöllä oltava tarvittavat pätevyudet, jotka ovat varmistettava kirjallisina dokumentein. [9.]

Viranomaiset ja tilaaja vaativat teräsrunkourakoitsijaa toimittamaan tuotannon vastuuhenkilöiltä voimassa olevat pätevyystodistukset AA-luokan vastaavalta teräsrakenteiden asennustyönjohtajalta. Vastuuhenkilön on työskenneltävä työmaalla asennustyönaikana.

Teräsrungon palonsuojamaalaus korvataan vesisprinklerijärjestelmällä, joka vaatii rakennusvalvonnan erillishyväksynnän kohteeseen. Tätä varten teräsrungon valmistajalla Ruukki Construction Oy:llä on oltava voimassa oleva yhtiölle myönnetty oma VTT-sertifikaatti, joka koskee teräsrakenteiden suojausta vesisprinklerijärjestelmällä. Tämän lisäksi rakenteiden on täytettävä sertifikaatin vaatimat alarajat profiilien dimensioille, joiden täyttymisestä vastaa rakenteen valmistaja. [27.]

Teräsrungon suunnitelmat on toimitettava erillistä tarkastelua varten ulkopuoliselle tarkastajalle sekä paloasiantuntijalle, jotka tarkastavat lähetettyjen lähtötietojen (valmistajan suunnitteluperusteet, rakennesuunnitelmat teräs- ja liittorakenteille) perusteella, täyttääkö runko sille asetut vaatimukset. Kun vaatimukset

on selvitty, haetaan ratkaisulle vielä lupa kunnan rakennusvalvontaviranomaiselta, joka hyväksyy ratkaisun palotarkastajan puoltaessa sitä ja laatii hyväksymisestä dokumentin. [27.]

4.2.2 Laadunvarmistusprosessi

Laadunvarmistusprosessi kohteen teräsrungon tehtäväsuunnittelussa perustuu suunnittelun, konepajatuotannon sekä työnaikaiseen laadunvarmistukseen, jonka takaamiseksi projektissa käytetään projektinhallinnan yleisiä periaatteita sekä uusimpia tietoteknisiä apuvälineitä.

Laadunvarmistusprosessin apuvälineenä käytetään perinteisten paperidokumenttien lisäksi Plazan työmaalla Congrid-ohjelmistoa, jolla voidaan suorittaa toimenpiteet sähköisesti. Se vähentää syntyvien paperidokumenttien määrää ja nopeuttaa laadunvarmistustoimenpiteiden suorittamista.

Suunnittelun ja konepaja toteutuksen laadunvarmistus tehdään erillisin suunnitelma- sekä tehdaskatselmuksin yhteistyössä projektinjohtourakoitsijan, teräsrunkourakoitsijan sekä rakennesuunnittelun kesken. Tämän lisäksi päärakennesuunnitelmilta vaaditaan projektin rakennuslupaehtojen mukaisesti ulkopuolinen tarkastaja, joka tarkastaa suunnitelmien sopivuuden kohteeseen.

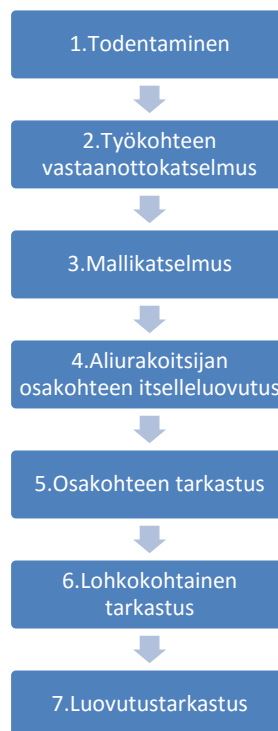
Suunnitelmien tarkastamiseksi ja toteutuskelpoisuuden varmistamiseksi niitä käydään perinteisten paperisuunnitelmakatselmusten lisäksi läpi tietomallipohjaisesti suunnittelupalaverissa. Tietomalli mahdollistaa kaikille osapuolille havainnollisen esityksen. Sen avulla esille voidaan tuoda paremmin ongelmia muun muassa liitoksissa, toleransseissa, komponenteissa sekä rakentamisen turvallisuuteen liittyvissä ratkaisuissa.

Konepajasuunnitelmien laadunvarmistusta tehostetaan, kun kohteen rakennesuunnittelijat lähettävät laaditut konepajapiirustukset tarkastettavaksi teräsrunkourakoitsijan suunnitteluorganisaation. Ajankäytön tehostamiseksi tarkastuksissa käydään läpi erityiset liitokset ja muista liitoksista ainoastaan toistuvat liitostyytit, eikä kaikkia konepajapiirustuksia. Tällä laadunvarmistuskeinolla pystytään vähentämään huomattavasti tuotannossa syntyviä virheitä sekä valitsemaan suunnitellut ratkaisut ja työmenetelmät tuotannon kannalta tehokkaiksi.

Tehdaskatselmuksilla perehdytään suunnitelmien vaikutukseen tehtaalla tapahtuvaan tuotantoon. Rakennesuunnitelmien virheiden minimoimiseksi tehdastuotannon työnjohtajat sekä työntekijät tuovat esille omia näkemyksiään suunnitelmien vaikutuksesta tuotantoon – esimerkiksi materiaalien toimitusajoista sekä suunnitelmaratkaisujen vaikutuksesta tuotantonopeuteen.

Työnaikaisessa laadunvarmistuksessa on erityistä huomiota kiinnitettävä primäärirakenteiden toteutukseen. Primäärirakenteilla tarkoitetaan teräsrungon osia, jotka vaikuttavat oleellisesti rakenteen stabiiliteettiin. Työmaalla laadunvarmistuksen valvonta kohdistetaan erityisesti pultti- ja hitsiliitosten toteutukseen, suunnitelmien mukaiseen rakentamiseen sekä henkilöstön pätevyysvaatimuksiin.

Työnaikainen laadunvarmistus tehdään kaavion (Kuva 13) mukaisesti, joka toimii omalta osaltaan työnjohtajan sekä työmaapäällikön muistilistana teräsrungon kasauksessa. Kyseinen kaavio on laadittu nimenomaan kohteen laajuuden huomioon ottaen ja sillä halutaan mahdollistaa ennakoiva ongelmiin varautuminen.



Kuva 13. Työnaikainen laadunvarmistus

Todentaminen tehdään varmistamalla kohteelle määritellyt materiaalivaatimukset. Sitä varten toimitetaan projektinjohtourakoitsijalle materiaalien ja tuotteiden tyyppihyväksyntätiedot, käyttöturvallisuustiedotteet sekä suoritustasoilmoitukset, CE- ja muut kelpoisuuden varmennusasiakirjat. Työvaiheissa, joissa vaaditaan erityispätevyyksiä, toimitetaan työnsuorittajan pätevyydestä todistukset ennen työn suorittamista. Vaatimusten täyttymisen toteaminen on projektinjohtourakoitsijan työnjohdon sekä rakennesuunnittelijan vastuulla. Varsinkin vaihtoehtomateriaaleissa vastuu on rakennesuunnittelijalla.

Työkohteen vastaanottokatselmuksessa edellinen työsuorite tarkastetaan ja luovutetaan runkourakoitsijalle. Katselmukseen osallistuvat teräsrunkotehtävän työnjohtaja edeltävän betonirunkotyövaiheen edustaja sekä teräsrunkourakoitsijan edustaja. Edellisen työsuoritteen valmistuttua tarkastetaan aloitusedellytyksien täytyminen varmistamalla kohteen valmius yleisesti sekä sen suunnitelmiin mukainen toteutus. Mahdollisia virheitä havaittaessa keskustellaan vastaanottokatselmuksessa tulevista korjaustoimenpiteistä yhteistyössä paikallaolijoiden kanssa. Mahdollisten virheiden korjaamisen jälkeen valmis työkohde luovutetaan dokumentoidusti teräsrunkourakoitsijalle, joka aloittaa työnsuorittamisen.

Mallikatselmus suoritetaan, kun työryhmä on saanut valmiiksi ensimmäisen osakohteen mallityöksi valitun vaiheen. Siinä tarkastetaan yhteistyössä työvaiheen työntekijöiden, työnjohdon ja rakennesuunnittelijan kanssa mallityön laatuvaatimukset. Mahdolliset poikkeamat halutusta laatutasosta korjataan välittömästi ennen kuin työtä voidaan jatkaa. Työnjohdon on varmistettava, että mallityön laatuvaatimukset säilyvät koko työvaiheen ajan. Työntekijöiden vaihtuessa on uudet henkilöt ohjeistettava halutusta laatutasosta.

Kyseisessä teräsrunгон asennustyössä projektinjohtourakoitsija velvoittaa teräsrunkourakoitsijaa suorittamaan omalle työlleen itselleluovutustarkastuksen ennen virallista osakohdetarkastusta. Tarkastuksen aikana paikalla tarvitsee olla ainoastaan aliurakoitsijan työnjohtaja. Aliurakoitsija laatii tarkastuksesta dokumentin, joka luovutetaan lohko kohtaisen tarkastuksen yhteydessä projektinjohtourakoitsijalle sekä rakennesuunnittelijalle.

Osakohteen tarkastuksessa tarkastetaan lohkoa erotettu alue, jonka avulla voidaan havaita jo ennakolta mahdolliset lohko-kohtaisessa tarkastuksessa ilmenevät viat. Osakohte tarkastuksiin sisältyy esimerkiksi yksittäisten teräsrungon liitososien tarkastukset. Projektinjohtourakoitsija määrää hylätystä tarkastuksesta aliurakkaohjelman mukaisen sakkosanktion teräsrunkourakoitsijalle. Paikalla on oltava projektinjohtourakoitsijan edustaja, rakennesuunnittelija sekä teräsrunkourakoitsijan edustaja.

Lohko-kohtaisessa tarkastuksessa käydään läpi lohkokokonaisuudelle asetetut vaatimukset ja osakohteista tehdyt tarkastuspöytäkirjat liitetään lohko-kohtaisen tarkastuksen liitteeksi. Paikalle kutsutaan viralliseen tarkastukseen teräsrunkotehtävän työnjohtajat, rakennuttajan edustaja sekä rakennesuunnittelija. Tarkastuksen jälkeen kohde luovutetaan tarvittaessa seuraavalle aliurakoitsijalle ja projektinjohtourakoitsijalle, kun kaikki työt ovat tehtynä.

Luovutustarkastuksen yhteydessä tarkastetaan kokonaisuudessaan teräsrunkourakka ja sille asetetut vaatimukset. Erityisesti huomiota kiinnitetään laatuvaatimusten täyttymiseen sekä pulttiliitosten kiinnityksien varmistamiseen. Paikalla on oltava samat henkilöt kuin lohko-kohtaisessa tarkastuksessa. Muiden vaiheiden tuottamat dokumentit sidotaan tässä vaiheessa yhdeksi kokonaisuudeksi.

Tarkoituksenmukaisia kokouksia ja työhön liittyviä erillispalavereita järjestetään ennen työnaloitusta ja työnaikana liittyen laadunvarmistukseen sekä koko tehtävän toteutukseen. Ennen tehtävän aloitusta pidetään aloituspalaveri, tehtävän aikana tarvittaessa ohjauspalaveri ja tehtävän valmistuttua järjestetään palautepalaveri.

Tarkastuslistoja voidaan käyttää koko työn ajan työnjohtajan sekä muun projektiorganisaation apuna teräsrunkourakan tarkastuksessa. Tarkastuslistoilla yksittäinen työnjohtaja voi varmistaa suorittaneensa vaaditut laadunvarmistustoimenpiteet. Plazan työmaalla tarkastuslistat tehdään sähköisesti, mutta niissä käsiteltävät asiat voivat perustua esimerkiksi liitteen (liite 2) mukaiseen teräsrunkotehtävän tarkastuslistaan.

4.3 Työmaan toiminta

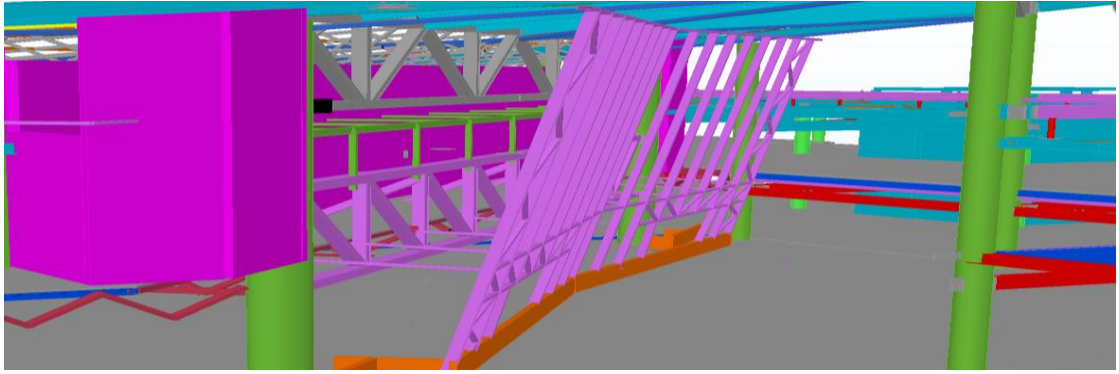
4.3.1 Haastavat rakennusvaiheet

Tehtävän toteutuksen aikana on useita rakentamisen työmaatuotannon haastavia vaiheita. Niiden valinta perustuu opinnäytetyöntekijän ja projektihenkilöstön arvioihin, jotka on suoritettu opinnäytetyön aikana. Haastaviin rakennusvaiheisiin voidaan kohteessa luokitella seuraavat:

1. Teräsrunгон liittyminen alapuolisiin rakenteisiin
2. Tapahtuma-aukion vinonseinän apurunko
3. Työnaikaiset tuennat
4. Jälkijännitetyt rakenteet
5. Teräsrunгон liittymäosat paikallavalettuihin rakenteisiin
6. Massiivisten liittopilarien rakentaminen
7. Monimutkaiset pilarien ja palkkien liitokset
8. Suurten ristikoiden nostot
9. Töiden limittyminen

Teräsrunгон asentaminen vaatii alapuolisilta rakenteilta ehdotonta mittatarkkuutta laatuvaatimusten mukaisesti ja alapuolisten rakenteiden on oltava valmiina aikataulun mukaisesti. Projektinjohtourakoitsijan työvaiheen työnjohtajan on aloitettava seuraamaan edellisen vaiheen valmistumista jo hyvissä ajoin ja tarvittaessa puututtava aikataulu poikkeamaan. Mahdollisesti aikataulun myöhästyessä on edellisen työvaiheen aikataulu kirittävä kiinni käyttämällä esimerkiksi useampaa työryhmää.

Kohteen sisäpuolelle asennetaan kuvan (kuva 14) mukainen rakennuksen tapahtuma-aukion vinoa seinää kannatteleva aputeräsrunko, jossa on varaus noin 2000 kilogramman näyttöä varten. Aputeräsrunгон osien on oltava asennettuna ennen kuin kuvassa (kuva 14) yläpuolella näkyvät palkit asennetaan, jotta asennustyön suorittaminen on mahdollista. Näin ollen se on huomioitava työn aikataulutuksessa sekä työmaan toteutuksessa, jos joudutaan tekemään muutoksia esimerkiksi asennusjärjestykseen muilla osa-alueilla syntyneiden ongelmien takia.



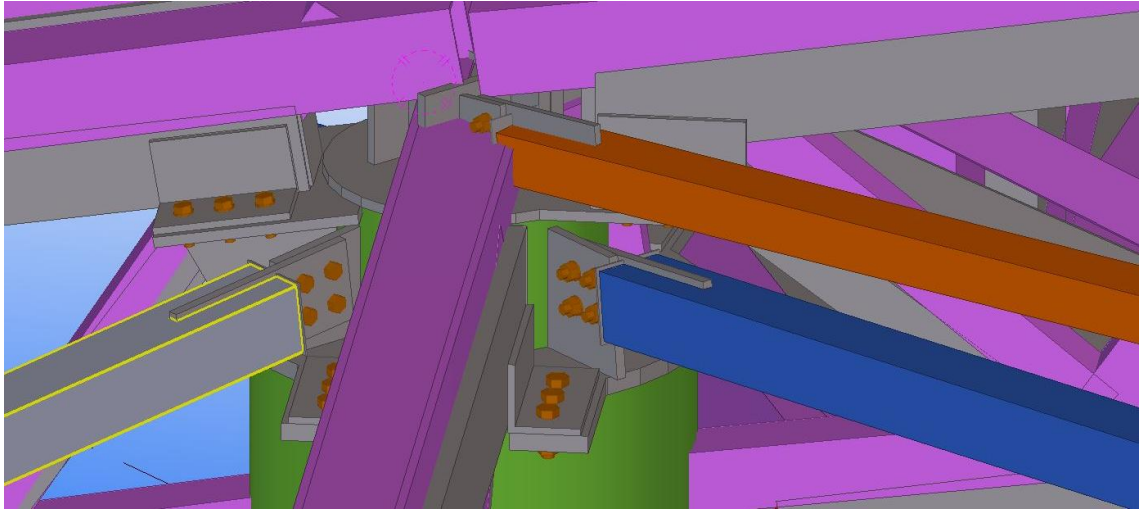
Kuva 14. Tapahtuma-aukion vinon seinän aputeräsrunko [5]

Työnaikaisia tuentoja tehdään kohteessa suunniteltuihin paikkoihin ja ne on huomioitava asennusjärjestyksessä sekä muiden töiden limittymisessä teräsrunkotehtävään. Kaikista suurimpana työnaikaisena tuentana tehdään tasolta +54.000 lähtevien pilareiden alapuoliset tuennat. Kaikki tarvittavat tuennat ja niiden sijainti on esitetty asennuskuvissa.

Jälkijännitetyt holvit ovat teräsrunkoa tahdistava tehtävä, ja ne vaativat paljon työvaiheiden yhteensovittamista. Niiden rakentaminen vaatii kaikkien työmaalla työskentelevien osapuolien töiden limittämistä, sillä niiden kuivumisaika täytyy huomioida kaikissa muissa käynnissä olevissa rungon kasauksen työvaiheissa.

Paikalla valettuihin rakenteisiin tullaan asentamaan teräsrunгон liittymäosia. Liittymäosat on asennettava mittatarkasti paikalla valujen yhteydessä ja niiden kuljetusreitit työmaan sisäpuolella on huomioitava, jotta suurten kappaleiden sisälle kuljettaminen ei aiheuta ongelmia muihin työvaiheisiin.

Pilarien ja palkkien liitokset tietyissä teräsrunгон kohdissa ovat erittäin monimutkaisia, kuten oheisessa kuvassa (kuva 15) on esitetty. Liitokset vaativat huolellista asennuksien etukäteissuunnittelua. Lisäksi on varmistettava osien liitosten vaatimusten mukainen asentaminen ja erilaisten hitsausvaatimusten täyttyminen hitsausliitoksissa käyttäen esimerkiksi NDT-testejä, joilla rakennetta tutkitaan esimerkiksi ultraäänen avulla.



Kuva 15. Liittopilarin ja palkkien liitos [5]

Teräsrunгон massiiviset liittopilarit ovat teknisesti ja asennukseltaan vaativimpia osa-alueita. Niiden rakentaminen jatkoksien vaatii raskaita hitsausliitoksia ja alapuolelta ylöspäin suoritettaviin valuihin täytyy olla kalusto, joka muodostaa tarvittavan paineen betonin pumppaukselle. Mittatarkkuus on ehdottoman tärkeää, jotta yläpuolelle asennettävien suurten teräsristikoiden asennus on mahdollista.

Kohteen teräsrunko sisältää poikkeuksellisen suuria ristikoita, jotka ovat kooltaan jopa 4,80 x 35 m sekä painavat lähes 30000 kilogrammaa. Niiden nostot voivat epäonnistuessaan aiheuttaa vakavia seurauksia, jonka takia niiden toteutus on suunniteltava huolellisesti etukäteen. Torninostureiden kääntösäteet ja niistä muodostuvat nostorajoitteet on huomioitava nostojen aikana. Asennustyötä vaikeuttaa nostojen aikana rakenteiden joustaminen, joka tuottaa vaikeuksia komponenttien kiinnittämiseen sekä vaikuttaa asennusjärjestykseen. Tämän lisäksi lentoasemaympäristö asettaa poikkeuksellisen vaatimuksen nostoihin. Esimerkiksi lentokoneen ollessa työmaan viereisillä siltapaikoilla nostoja ei saa suorittaa.

Töiden limittyminen haastaa urakoiden toteutuksen, koska työt on saatava jatkumaan samanaikaisesti usean eri työryhmän työskennellessä työmaalla. Töiden limittyminen on otettava huomioon jo työvaiheen aikataulutuksessa. Se on pystyttävä huomioimaan päivittäisessä työnjohdossa ja tarpeen tullen reagoi-

maan nopeasti siirtämällä työryhmiä tarvittaessa varamestoihin, jotta tehokas työskentely ei kärsi yhdelläkään työryhmällä.

4.3.2 Potentiaaliset ongelmat

Potentiaalisten ongelmien havainnointi kohteessa perustuu opinnäytetyönaikana pidettyihin kokouksiin, joissa on käsitelty tulevia ongelmia. Niissä on ollut mukana projektin työturvallisuudesta vastaavia henkilöitä sekä työmaan tuotannon työnjohtajia. Seuraavassa taulukossa (taulukko 2) on esitetty osa teräsrungontoteutuksessa esiintyvistä ongelmista ja keinoja niihin vaikuttamiseen.

Ongelma	Hälytin	Ongelman ehkäisy	Korjaava toimenpide
Toiminnalliset ongelmat			
1.Työmaan siisteys lentokenttä ympäristössä → roskien ajautuminen puhtaalle puolelle	1. Työmaalla irtonaisia pakkauksia / suojamuoveja, jotka liikkuvat tuulessa	1. Ongelmaa korostetaan perehdytyksissä / jokainen työmaalla liikkuva velvollinen seuraamaan tilannetta ja tarvittaessa poistamaan roskan lähimpään kannelliseen jäteastiaan	1. Materiaalin ajautuessa puhtaalle puolelle on ilmoitettava Lemminkäinen Talo Oy:n työnjohtoon → toiminta Finavian ohjeistuksen mukaisesti
Tekniset ongelmat			
1.Asennuslohkojen yhteensovitus	1. Mittavirheet asennuksissa	1.Tarkemittauksia otettava jokaisesta asennettavasta pilarista ja palkista	1.Mittavirheiden korjaaminen → rakennesuunnittelijalta pyydettävä ohjeistus
Hankinnan ongelmat			
1.Materiaalien toimitusongelmia	1.Osa toimitukset ei ole saapumassa ajoissa	1.Valitaan urakoitsija, joka hoitaa sekä asennuksen, että osien tuotannon	1. Osan toimittamista nopeutetaan

Taulukko 2. Potentiaalisia ongelmia teräsrungontoteutuksessa

Toiminnalliset ongelmat

Lentokenttätä ympäristö asettaa rakentamiselle erityishaasteita. Alueella kaiken materiaalin tulee olla sidottu siten, että mitään voi ajautua ulos rakennustyömaan puolelta eli niin sanotulta likaiselta puolelta lentokentän turvavalvotulle alueelle eli niin sanotulle puhtaalle puolelle. Alueelle ajautunut roska tai muu esine voi aiheuttaa lentoturvallisuuden vaarantumisen ja johtaa mittaviin vahinkoihin.

Suureksi vaaraksi muodostuvat erilaiset pakkausmateriaalit osatoimituksissa ja suojausmateriaalit työvaiheissa sekä kantavien kattopeltien asentaminen. Li-

säksi erilaiset betonivalut teräsrungon asennuksen aikana täytyy suojata kevein materiaalein, jotka voivat aiheuttaa vaaran irrotessaan.

Ongelmiin varaudutaan ennakolta työn tarkalla suunnittelulla ja perehdytyksessä työnjohdolle sekä työntekijöille annetulla selkeällä ohjeistuksella käyttäytymisestä lentokenttäympäristössä.

Työn aikana työnjohdon ja työntekijöiden on aktiivisesti seurattava mahdollisia vaaratilanteen aiheuttavia roskia tai muita esineitä. Rakenteita suojattaessa työnjohdon on varattava riittävä määrä erilaisia painoja sekä kiinnikkeitä pitämään asennetut suojat paikallaan ja varmistuttava siitä, ettei suojamateriaalien irtoamiselle ole vaaraa. Kantavia kattopeltejä asennettaessa on huomioitava tuulenvaikutus alueella ja kiinnitettävä erityistä huomiota peltien käsittelyyn.

Mahdollisessa vaaratilanteessa, jossa materiaalia pääsee ajautumaan puhtaan alueen ulkopuolelle. Noudatetaan Finavian erikseen tilanteeseen laatimaa ohjetta. Työntekijän tai aliurakoitsijan työnjohdon on välittömästi ilmoitettava Lemminkäinen Talo Oy:n työnjohdolle, joka ilmoittaa tapahtumasta lentokentän asematasovalvontaan.

Tekniset ongelmat

Teknisiä ongelmia syntyy rungon poikkeuksellisen suuresta koosta ja se aiheuttaa ongelmia esimerkiksi lohkojen välisiin liitoksiin. Pienikin mittavirhe tai osien poikkeaminen suunnitelmista voivat estää rungon lohkojen liittämisen suunnitellusti.

Ongelmien ehkäisemiseksi rungon kasauksessa mittatarkkuuteen kiinnitetään erityistä huomiota, ja mittauspisteitä tarkemittauksien toteuttamiseen on löydettävä jokaisesta palkista ja pilarista. Mahdollisessa ongelmatilanteessa on oltava yhteydessä rakennesuunnittelijaan, jonka suunnitelmien perusteella laaditaan uudet ratkaisut osien liittämiseen.

Lisäksi teräskokoonpanojen asennustoleranssit voivat olla suunniteltu liian pieniksi ja kokoonpano työmaalla ei onnistu suunnitelmien mukaisesti. Tällaiseen ongelmaan voidaan vaikuttaa jo suunnittelussa huomioimalla toleranssit, mutta jos ongelmaan kuitenkin törmätään, joudutaan osien varauksia suurentamaan.

Kyseisessä tilanteessa on oltava aina yhteydessä rakennesuunnittelijaan, joka kertoo millainen muutos on mahdollinen.

Kappaleiden toteutuksessa voi olla mittapoikkeamia ja osien päällekkäisyyksiä, jotka aiheuttavat kokoonpanon hankaloitumisen. Tällainen tilanne voidaan havaita jo suunnittelupöydällä tietomallin tarkastelun yhteydessä. Ongelma tilanteen syntyessä työmaalla voidaan ratkaisuna kuitenkin käyttää rakennesuunnittelijan antamia lisäohjeita uusien osien asentamisesta. Se on kuitenkin erittäin haastavaa koko toteutuksen kannalta, sillä muutokset aiheuttavat lisätöitä ja mahdollisia muutoksia myös muihin tuleviin rakenteisiin.

Hankinnan ongelmat

Hankinnan ongelmat ovat poikkeuksellisen laajassa ja vaativassa tehtävässä huomattavia. Suuren riskin aiheuttavat materiaalin toimitukseen liittyvät ongelmat. Ne voivat johtua materiaalien myöhästyneestä tilausajankohdasta tai hankintojen tärkeyden luokittelun epäonnistumisesta.

Hankinnallisissa ongelmissa kaikki virheet voidaan havaita etukäteen tilausten toimitusajan varmistamisella toimittajalta. Tässä teräsrunkourakassa tällaista ongelmaa ehkäistään jo urakoitsijan valinnalla. Teräsrunkourakoitsijan toimiesä samalla myös teräsrungon toimittajana vältetään konepajatuotannon ja työmaan ristiriitoja.

Tällä hetkellä rakentamisessa vaikuttava nousukausi voi aiheuttaa ongelmia tarvikkeiden saatavuuteen toimittajalta. Esimerkiksi kiirehankinnan yhteydessä voidaan joutua tilanteeseen, jossa toimittajalle ei ole mahdollisuutta saada tuotetta nopeasti työmaalle suuren kysynnän vuoksi.

Tilanteeseen voidaan varautua tekemällä kaikki hankinnat hyvissä ajoin, ja huomioimalla tilattavien materiaalien kiireellisyys. Kiireellisessä tapauksessa on huomioitava myös muut vaihtoehdot toteuttaa vaadittu rakenneratkaisu, johon oikeaa tuotetta ei ole saatavilla. Tällaisessa tilanteessa on kuitenkin aina oltava yhteydessä rakennesuunnittelijaan.

Tehtävän mahdollisuudet

Teräsrunkourakka ei ole pelkästään ongelmia vaan siinä esiintyy myös onnistumisen edellytyksiä. Ne muodostuva kohteessa toimivasta organisaatorakenteesta, jossa vuorovaikutus eri osapuolien kanssa on kunnossa sekä tieto liikkuu eri osapuolien välillä. Lisäksi hyvissä ajoin aloitettu teräsrunkourakan rakenne- ja toteutussuunnittelu minimoivat riskien syntymistä kokoonpano vaiheessa.

4.3.3 Työturvallisuus

Tehtävän työturvallisuuden edistämiseksi on ensiarvoisen tärkeää työturvallisuusriskien ennakoiminen ja vaarojen ehkäisy sekä yhteistoiminta eri osapuolien välillä. Lisäksi kaikkien osapuolien on ehdottomasti noudatettava laissa annettuja määräyksiä, tehtäväsuunnitelmassa käsitellyt ohjeita sekä muita työmaalle erikseen laadittuja työturvallisuusohjeita. [20.]

Teräsrungon asennuksen työturvallisuutta tutkitaan erilaisten työturvallisuusanalyysien avulla, joissa mietitään etukäteen syntyviä riskipaikkoja. Lisäksi järjestämällä työturvallisuuspalavereita workshop-menetelmällä kaikkien osapuolien kanssa kehitetään koko tehtävän turvallisuutta.

Työturvallisuuden parantamiseksi esimerkiksi rakennepiirustuksiin on lisätty työvaihekohtaisia turvallisuusohjeita sekä rakenteisiin suunnitellaan ja asennetaan tartuntoja työnaikaisille putoamissuojavälineille. Lisäksi rakennesuunnittelu ja teräsrunkourakoitsija laativat kohteesta omat työturvallisuusohjeensa, jotka perustuvat projektinjohtourakoitsijan työturvallisuussuunnitelmaan.

Työmaakohtaiset työturvallisuusasiat käydään läpi jokaisen työmaalla työskentelevän henkilön kanssa työmaakohtaisessa perehdytyksessä. Perehdytyksessä läpi käydään muun muassa työmaalla vaadittavat suojavälineet, työmaan työskentelyn erityispiirteet sekä työmaan aluesuunnitelma. Työskentelyn erityispiirteisiin lukeutuu esimerkiksi lähellä liikkuvat lentokoneet, jotka voivat aiheuttaa työmaalle vaarallisia suihkuvirtauksia. Aluesuunnitelmassa käsitellään työmaan turvallisuusasioita sekä logistiikkaa.

Työmaan valaistus on huomioitava koko teräsrungon pystytyksen ajan. Hyvin valaistuissa olosuhteissa työturvallisuus paranee ja riskit valon puutteesta joh-

tuviin virheisiin vähenevät. Projektinjohtourakoitsija hoitaa työmaalle yleisvalaistuksen lohkoittain ja aliurakoitsija hoitaa itselleen työkohdevalaistuksen aliurakoituskohjelman mukaisesti. [10]

Työmaalle laaditaan erillinen valaistussuunnitelma pohjautuen kohteen työjärjestykseen. Suunnitelmassa on huomioitava kohteen muut työvaiheet ja laitevalinnoissa energiatehokkuus. Finavian ohjeistuksen mukaisesti kohteessa käytettävät valaisimet eivät saa olla halogeenivaloja, koska ne ovat syttymisherkkiä. Niitä ei myöskään saa kohdistaa ylöspäin, jotta lentoliikennettä ei häiritä.

Putoamisturvallisuuteen on tehtävässä kiinnitetty erityistä huomiota. Sen varmistamiseen kiinnitetään huomiota niin suunnittelussa kuin työmaan tuotannosakin. Asennustyönaikana käytetään työvaiheesta riippuen joko väliaikaisia suojaiteita tai turvavaljaita. Turvavaljaat tulee kiinnittää vain rakennesuunnittelijan ennalta määrittämiin kiinnityspisteisiin ja niiden on oltava asianmukaisesti tarkastettuja. [28.]

Asennettujen putoamisturvallisuusvälineiden tarkastuksen tekee asennusryhmän ulkopuolinen tarkastaja. Putoamissuojaimien tarkastuksen tekee pääurakoitsijan tehtävään koulutetut työntekijät.

Työvaiheissa, joissa käytetään telineitä tai nostimia on varmistuttava siitä, että telineet tai nostoapuvälineet täyttävät niille asetetut vaatimukset. Lisäksi niille on pidettävä lain vaatimat dokumentoidut käyttöönottotarkastukset.

Paloturvallisuudesta työmaalle on erikseen laadittu erillinen paloturvallisuus- ja pelastautumissuunnitelma. Kaikissa töissä käytetään ensisijaisesti muita kuin tulityömenetelmiä, mutta jos tulityötä on tehtävä noudatetaan projektinjohtourakoitsijan ohjeistusta. Kaikilla tulitöitä tekevillä henkilöillä on oltava voimassa oleva tulityökortti sekä työmaakohtainen kirjallinen tulityölupa. [29.]

Lentokentän olemassa olevassa terminaalissa tulityölupamenettely on poikkeava ja siellä tehtävät tulityöt vaativat erikoisluvan lentoaseman pelastuspalvelulta. Lisäksi projektinjohtourakoitsijan sähkötyönjohtajalle on ilmoitettava tulitöistä kyseisillä alueilla, jotta voidaan järjestää tarvittavat paloilmalaitteiden ja muiden turvallisuuslaitteiden päältä pois kytkennät. [29.]

Rungon rakentamista suoritetaan alustavasti helmikuusta lokakuuhun, joten olosuhteet ehtivät vaihtua rakentamisen aikana useasti. Työmaan sijainti avoimen lentokenttäalueen laidassa aiheuttaa ajoittain erittäin kovaa tuulta, joka voi haitata rakentamista. Sääolosuhteiden muutokseen varaudutaan tarkkailemalla jatkuvasti alueelle annettuja sääennusteita.

Tuulennopeus vaikuttaa erityisesti nostojen turvallisuuteen ja tästä syystä sen seurannan on oltava jatkuvaa, jotta voidaan varmistaa nostojen turvallinen suorittaminen. Myös nostolaitteiden kunto on varmistettava aina ennen työsuorituksen aloittamista sekä olosuhteiden muuttuessa. Kaikkien käytössä olevien nostoapuvälineiden on oltava tarkastettuja, joista osoituksena on tarkastusmerkintä.

Jokainen vaativa nosto suunnitellaan etukäteen ja niistä laaditaan kirjallinen nostosuunnitelma, jonka hyväksyy kohteen rakennesuunnittelija. Lisäksi nostokalusto valitaan oikein noston mukaan ja noudatetaan nostolaitteiden valmistajien antamia enimmäisnostokapasiteetteja.

Nostojen suorittaminen lentokenttäalueella vaatii voimassa olevaa lentoestelautuntoa, joka asettaa rajat nostojen enimmäiskorkeudelle ja nostoalueille. Nämä luvat on haettava ajoissa tuleville nostoille.

4.3.4 Koneet ja laitteet

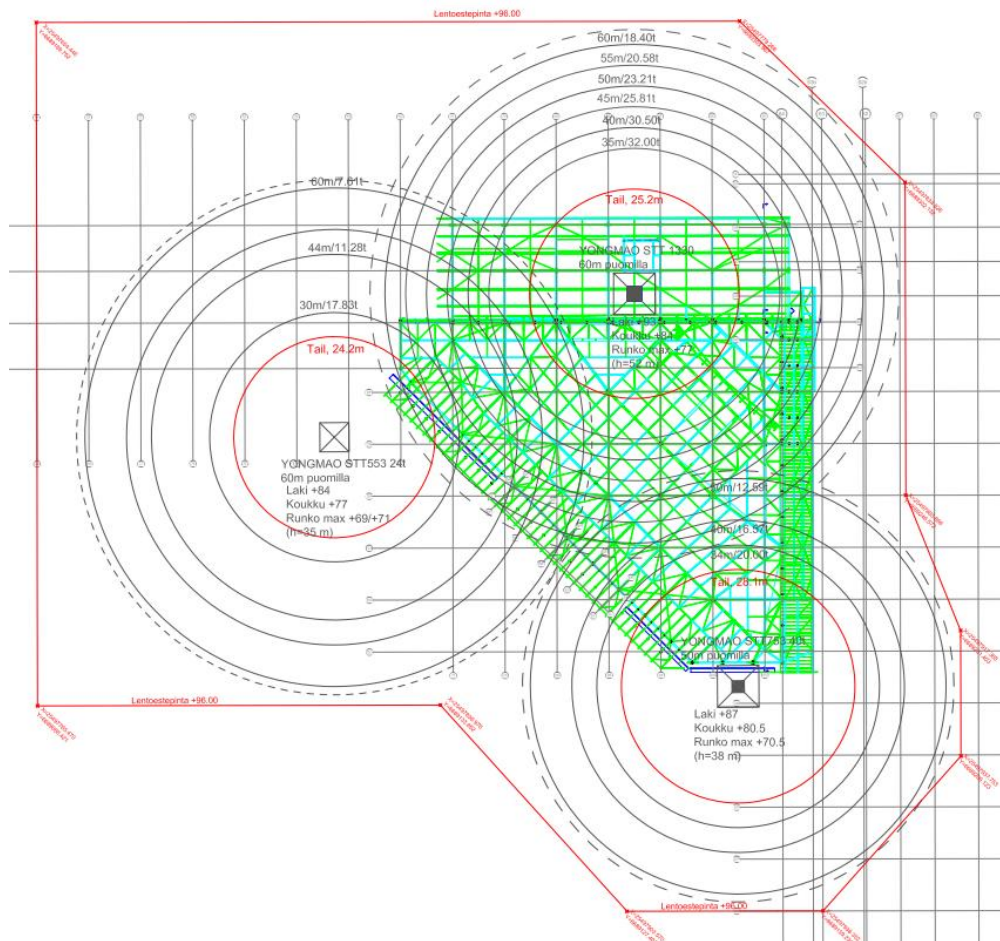
Tehtävässä käytettävät koneet ja laitteet valitaan kohteen asettamien vaatimusten mukaisesti. Nostimille on asetettu erityisvaatimus ontelolaattakenttien päällä tehtävään työhön. Niiden paino ei saa ylittää sallittua 500 kg/m^2 painorajoitusta. Tarvittaessa rakennesuunnittelija määrittelee kohdat, joissa suurimmasta sallitusta painorajoituksesta voidaan poiketa. [9.]

Tehtävässä käytettävistä nostimista on laadittu lista, jossa ne on valittu käyttäen perusteina aikaisempia kokemuksia ja ottamalla huomioon erityisrajoitukset kohteessa. Vaatimusten pohjalta laadittu lista nostolaitteista on tehtäväsuunnitelman liitteessä (liite 1) (kohdassa koneet ja laitteet).

Torninostureita tulee kohteeseen kolme kappaletta, joista yksi siirretään olemassa olevalta eteläterminaalin työmaalta ja kaksi uutta laitetta hankitaan tor-

ninosturi toimittajalta. Laitteet mahdollistavat hankkeen toteuttamisen laaditun lohkojaon perusteella ja ovat käytössä koko teräsrungon asennusvaiheen ajan.

Kaikki torninosturit ovat Yongmaon valmistamia ja ne ovat tyypiltään STT1330, STT753, STT553. Ensimmäisenä käyttöön otetaan suunnitelman mukaisesti (kuva 16) STT1130, jonka jälkeen STT753 ja STT553. Nostureista STT1330 on tällä hetkellä suurin Euroopassa rakennustyömaalla käytössä oleva torninosturi.



Kuva 16. Torninostureiden sijoittelu työmaalla [5]

Pääurakoitsijan koneiden ja laitteiden lisäksi aliorakoitsijat toimittavat omaan työskentelyynsä tarvitsemansa välineet. Tarvittaessa aliorakoitsijat voivat käyttää pääurakoitsijan välineistöä, mutta siitä on sovittava etukäteen.

4.3.5 Logistiikka ja kustannukset

Kohteessa urakkamuotona käytettävä projektinjohtourakkamalli aiheuttaa heikon varmuuden kustannuksista aikaisessa vaiheessa, joka aiheutuu yleensä

projektin nopeasta käynnistämisestä ja siitä johtuvista suunnitelmapuutteista [30, s.2]. Kustannustietoisuuden parantamiseksi on hankkeessa kuitenkin käytössä monia menetelmiä.

Esimerkiksi teräsrunkotyön kustannuslittera on valtuutettu yhdelle työnjohtajalle, joka pitää huolen, että tuotannolle annetussa budjetissa pysytään. Tämän lisäksi hankkeen kustannusinsinööri valvoo toteumaa ja antaa ohjeita kustannusten seuraamiseen. [31.]

Toteuman seuraamiseksi työnjohtajat ja kustannusinsinööri tarkastavat viikoittain toteutuneet kustannukset yhteisessä palaverissa, johon osallistuu kaikki työmaan projektinjohtourakoitsijan työnjohtajat. Kuukausittain kustannusinsinööri ja muut projektin kustannuksista vastaavat toimihenkilöt tekevät kustannusennusteen, josta käy ilmi ajantasainen toteuma ja ennuste, jonka perusteella tilaaja seuraa toteumaa tavoitearvioon verrattuna. [31.]

Tuotannon kustannuksien pitämiseksi tavoitebudjetissa työnjohdon on kiinnitettävä kohteessa huomiota heille valtuutettuihin litteroihin koko tehtävän ajan. Yksittäisen työnjohtajan on varmistuttava pienhankintoja tehdessään, että hankinta on linjassa laaditun budjetin kanssa. Tätä varten projektissa työnjohtajalla on käytössään oma lista kustannusseurantaan varten. [31.]

Työmaan logistiikan hallinnasta vastaa erillinen logistiikkaurakoitsija, jonka logistiikkatyönjohtaja koordinoi koko urakan logistiikkaa. Tehtäviin kuuluu muun muassa kuljetusten porrastaminen ja materiaalien varastoinnin suunnittelu alueelle. Työmaan logistiikka perustuu projektinjohtourakoitsijan työnjohdon laatiin aluesuunnitelmiin.

Teräsrungon osalta logistiikassa on kiinnitettävä huomiota isojen elementtien toimitusten ajoreitteihin ja odotuspaikkoihin. Myös mahdollisia kuljetuksen aikana syntyneitä vaurioita on tarkkailtava. Teräsrungon osia on käsiteltävä kohteessa siten, että ne eivät pääse vaurioitumaan nostojen tai kuljetuksen aikana.

5 Yhteenveto

Opinnäytetyössä oli tavoitteena luoda projektinjohto-organisaation käyttöön tehtäväsuunnitelma erittäin laajalle ja haastavalle teräsrunkotehtävälle, jota voidaan käyttää hyödyksi myös projektinjohto-organisaation tulevissa teräsrunгон asennustöissä. Tehtäväsuunnittelussa ja tehtäväsuunnitelman asiakirjapohjan luomisessa onnistuttiin erittäin hyvin.

Laaja-alainen perehtyminen tehtäväsuunnittelun aineistoon sekä projektin ympärillä työskentelevien henkilöiden verkosto auttoi kohteen tehtäväsuunnittelun tarpeiden hahmottamisessa. Opinnäytetyöntekijän osallistuminen lukuisiin palaverihin, workshop-tilaisuuksiin sekä tehdaskäyntiin antoivat kattavaa lähtötietoa kohdekohtaiseen tehtäväsuunnitteluun ja ohjasivat ajattelua koko opinnäytetyönprosessin ajan kohti entistä yksityiskohtaisempaa ja kokonaisvaltaisempaa lopputulosta.

Vaativinta työssä oli yhdistää koko toteutusorganisaation tuottama tieto teräsrungosta yhdeksi, loogiseksi ja konkreettiseksi ohjeistukseksi. Työn pitäminen tarpeeksi yksityiskohtaisena, mutta ei kuitenkaan liian tarkkana, jotta opinnäytetyön laajuus ei kasva liian suureksi vaatii kurinalaista työskentelyä. Laaja kokonaisuus, useat eri asiakirjat ja neuvottelujen tuottama hiljainen tieto pystyttiin kuitenkin muuntamaan muotoon, joka palvelee varsinaisessa projektissa koko organisaation lisäksi yksittäistä työnjohtajaa sekä työntekijöitä.

Opinnäytetyön tuloksena syntynyt uusi teräsrunгон tehtäväsuunnittelun pohja otetaan käyttöön Plazan teräsrunгон tehtävässä ja sen hyödyntämisestä sekä päivittämisestä vastaa kohteessa opinnäytetyöntekijä. Se on merkityksellinen myös seuraavan rakennusvaiheen Länsiterminaalin työmaalla, jossa runko on toteutukseltaan hyvin samantyyppinen. Käyttömahdollisuudet tehtäväsuunnitelman pohjalle eivät rajoitu ainoastaan teräsrunkoihin vaan sitä voidaan hyödyntää tulevaisuudessa myös muiden tehtävien suunnittelussa Lemminkäinen Talo Oy:n toimitilarakentamisen yksikössä.

6 Päätelmät

Tehtäväsuunnittelu ei rajoittunut työssä ainoastaan vanhan jo olemassa olevan tiedon soveltamiseen. Opinnäytetyöntekijä kehitti erityisesti poikkeuksellisen laajoihin ja monimuotoisiin kohteisiin soveltuvan tehtäväsuunnittelun osa-alueen, jolla huomioidaan kohteiden haastavat rakennusvaiheet. Tätä varten luotiin tehtäväsuunnitelmassa erikseen käsitellyt haastavat rakentamisvaiheet, jotka ovat erinomainen apu työnjohdolle ja muulle toteuttavalle organisaatiolle tulevien ongelmakohtien hahmottamiseen ja niihin varautumiseen.

Tehtäväsuunnittelu projektinjohtourakassa on kuitenkin haastavampaa kuin esimerkiksi kokonaisvastuurakentamisessa, jossa toteutusorganisaatio muodostuu yksinkertaisemmin. Projektinjohtourakassa pääurakoitsijan tärkein tehtävä on hankkeen urakoinnin johtaminen, tilaajan tarpeiden edistäminen ja sidosryhmien huomioiminen. Tätä varten tehtäväsuunnitelma vaatii moniulotteisuutta ja useampia näkökantoja tehtävän suorittamiseen.

Tuotannossa tehtäväsuunnitelman on annettava käytännöllisiä ratkaisuja tehtävän suorittamisen avuksi, mutta samalla sen on toimittava myös koko tehtävää ohjaavana strategisena suunnitelmana. Tämä aiheuttaa tehtäväsuunnitelman käytölle hieman ongelmia, koska jokainen suunnitelmaa käyttävä organisaationjäsen tulkitsee erivaiheet tärkeäksi riippuen omasta asemastaan organisaatiossa. Tämän takia tehtäväsuunnittelun on pystyttävä tarjoamaan osa-alueita jokaiselle käyttäjälle ja ne on jaoteltava selkeästi, jotta sekaannuksia ei tapahdu.

Tehtäväsuunnitelma laajalle kokonaisuudelle vaatii erittäin paljon työnjohtajan tai muun työstä vastaavan henkilön aikaa. Tässä laajuudessa ja näin tarkkaa perehtymistä asiaan on vaikeaa tehdä työmaalla töiden edetessä. Tästä johtuen onkin tärkeää, että tehtäväsuunnitteluun laaditaan valmiita asiakirjapohjia, jotka ovat sovellettavissa myös muihin kohteisiin. Työssä laadittu valmis asiakirjapohja vapauttaa työnjohtajan aikaa ja antaa tilaa varsinaiselle ajatustyölle tehtävästä. Laadukas tehtäväsuunnittelu vaatiikin työnjohtajan tai muun työvaiheesta vastaavan henkilön osallistumista myös tehtävän rakennesuunnittelun sekä hankintojen seuraamiseen.

Erittäin merkittävässä osassa onnistuneessa tehtäväsuunnittelussa on tiedon välittyminen tehtävästä vastaavalle henkilölle. Koko projektiorganisaatiota on osattava hyödyntää kerätessä tietoa tehtävästä sekä ymmärrettävä myös toisen ammattilaisen kommenttien ja palautteen merkitys laaditusta suunnitelmasta. Muiden ammattilaisten kehitysehdotukset tai korjaukset luovat tehtäväsuunnitelmiin aitoa vuorovaikutusta rakennusalan ammattilaisten välillä, joka ohjaa kohti onnistuneempaa lopputulosta niin tehtäväsuunnittelussa kuin koko hankkeessakin.

Laaditun tehtäväsuunnitelman haasteena on asiakirjan sisällön jalkauttaminen käytäntöön sekä siihen tehtävien päivityksien saaminen kaikkien tietoisuuteen. Tästä johtuen organisaation on pystyttävä siirtämään tietoa sujuvasti eri tasojen välillä ja jokaiselle tehtävälle on määriteltävä vastuhenkilö selkeästi.

Tulevaisuudessa tehtäväsuunnitelma on mahdollista tehdä tietotekniikkaa hyödyntäen entistä selkeämmäksi käyttämällä tietomallia apuna koko tehtäväsuunnitteluprosessin ajan. Pelkästään aikataulun siirtäminen tietomalliin tehostaa työntekoa ja selkeyttää osapuolille tehtäväkokonaisuutta, mutta myös erilaisten laatuvaatimuksien, laadunvarmistus menetelmien ja työvaihekohtaisten potentiaalisten ongelmien siirtäminen tietomalliin vahvistaisi syntyvää laatua ja pienentäisi huomattavasti kohteista tuotettujen päällekkäisten dokumenttien määrää.

Opinnäytetyöntekijän unelmana olisi, että tulevaisuuden tehtäväsuunnitelmassa erillisiä paperidokumentteja ei enää tarvittaisi vaan kaikki osa-alueet olisivat yhdistettynä tietomalliin aina logistiikkaa ja kustannuksia myöten. Erilaiset virtuaaliodellisuuden laitteet mahdollistaisivat kohteen kokonaisuuden hahmottamisen sekä laatuvaatimusten havainnollistamisen ja tekotavat koko toteutusorganisaatiolle.

Kuvat

- Kuva 1. Havainnekuva terminaalien laajaennusurakasta, s. 8 [3]
- Kuva 2. Koko hankkeen aikataulu, s.9 [5]
- Kuva 3. Havainnekuva Plazan rakennuksesta, s.10 [3]
- Kuva 4. Teräsrunгон toteutusorganisaatio, s.10 [3]
- Kuva 5. Havainnemalli Plazan rungosta, s.12 [5]
- Kuva 6. Demingin ympyrä-malli tehtäväsuunnittelussa, s.12 [13]
- Kuva 7. Aikataulut tehtäväsuunnittelussa, s.15 [18]
- Kuva 8. Aloituspalaverissa käsiteltäviä asioita, s.17 [12]
- Kuva 9. Rungon alustava työaikataulu, s.21 [5]
- Kuva 10. Aikataulu ja työjärjestys 4D-tietomallissa, s.22 [5]
- Kuva 11. Tason +60.000 lohkojako, s.23 [5]
- Kuva 12. Sakolliset välitavoitteet teräsrunmourakassa, s.24 [10]
- Kuva 13. Työnaikainen laadunvarmistus, s.28
- Kuva 14. Tapahtuma-aukion vinon seinän aputeräsrunko, s. 31 [5]
- Kuva 15. Liittopilarin ja palkin liitos, s.32 [5]
- Kuva 16. Torninostureiden sijoittelu työmaalla, s.40 [5]

Taulukot

- Taulukko 1. Potentiaalisten ongelmien esimerkki taulukko, s. 19
- Taulukko 2. Potentiaalisia ongelmia teräsrunгон toteutuksessa, s.34

Lähteet

1. Finavia Oyj. Lentoasemat kehittyvät.
<http://www.finavia.fi/fi/lentoasematkehittyvat/helsinki-vantaa/>. Luettu 19.9.2016
2. Lemminkäinen Oyj. Referenssit.
<http://www.lemminkainen.fi/referenssit/2020/helsinki-vantaan-lentoasemanterminalilaajennus/>. Luettu 19.9.2016
3. PES-Arkkitehdit Oy, 3D Render Oy. Havainnekuvat. Luettu 24.2.2017
4. PES-Arkkitehdit Oy. Rakennustapaselostus 7.4.2016. Luettu 12.12.2016
5. Lemminkäinen Talo Oy: Projektipankki. <http://www.sokopro.fi>. Luettu 20.12.2016.
6. Vantaan kaupunki. Ympäristölautakunnan rakennuslupajaosto. Rakennuslupa 53-0471-16-B.
7. Finavia Oyj. Plazan projektisuunnitelma 29.6.2016. Luettu 25.9.2016
8. BREEAM. <http://figbc.fi/tietopankki/ymparistoluokitukset/>. Luettu 6.1.2017
9. Eloranta T. Finavia VLK. Plaza. Teräs- ja liittorakenteiden työselitys. 17.11.2016.
10. Laurén, P. Lemminkäinen Talo Oy. Finavia- VLK. Plaza. Aliurakkasopimus 30.11.2016.
11. Ruukki. Asiakkaan suunnitelmiin perustuvat silta- ja runkoratkaisut. <http://www.ruukki.com/fin/b2b/palvelut/asiakkaan-suunnitelmiin-perustuvat-runkoratkaisut>. Luettu 6.11.2016
12. SFS-EN 1090-2+A1. Teräs ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 2: Teräsrakenteita koskeva tekniset vaatimukset. 2012. Suomen standardoimisliitto SFS.
13. Ratu S-1228. Rakentamisen tehtäväsuunnittelu. Ohje aliurakan ja työkaupan hallintaan. 2010. Talonrakennusteollisuus ja Rakennustietosäätiö.
14. Ratu KI-6028. Aikataulukirja 2016. 2015. Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö.
15. Ratu KI-6029. Rakennustöiden laatu RTL 2017. 2016. Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö.
16. Laadukasta rakentamista. Talonrakennusteollisuus ry. https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/laatu/laadukasta_rakentamista_2015_nettilisbn_.pdf. Luettu 21.11.2016.

17. RT 16-10660. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot, YSE 1998. 1998. Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö.
18. RT 10-11225. Talonrakennushankkeen kulku. Rakennushankkeen kesto ja aikataulut. 2016. Rakennusteollisuus ja rakennustietosäätiö.
19. Ratu KI-6021. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. 2011. Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö.
20. RT-10-11073. Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osa 8. Mallien käyttö havainnollistamisessa. 2012. Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö.
21. Työturvallisuuslaki 738/2002.
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2002/20020738>. Luettu 13.12.2016.
22. Ratu KI-6027. Rakennushankkeen työturvallisuus. 2015. Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö.
23. Ratu 7008. Tehtäväsuunnittelun muistilista. 2004. Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö.
24. Lemminkäinen Oyj. Yritysvastuu.
<http://www.lemminkainen.fi/Lemminkainen/Yritys/Kestava-kehitys/>. Luettu 1.11.2016.
25. Iso Quality Management Systems.
http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=46486. Luettu 1.11.2016.
26. By47 Betonirakentamisen laatuohjeet 2007. 2007. Betonirakenneyhdistys.
27. Outinen, J. Ramboll Finland Oy. Lausunto teräsrakenteiden palosuojauksesta käyttäen VTT sertifikaattia, vesisprinklerijärjestelmällä suojattu teräsraakenne. Luettu 19.9.2016.
28. Kuusisto, M. 2016. Työmaapäällikkö. Lemminkäinen Talo Oy. Vantaa. Haastattelu 26.10.2016.
29. Lemminkäinen Talo Oy. Finavia- VLK. Plaza. Paloturvallisuus- ja pelastautumissuunnitelma 21.10.2016.
30. Projektinjohtourakan sopimusmalli.
<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK080203.pdf>. Luettu 24.11.2016
31. Yrtti, M. 2016. Projekti-insinööri. Lemminkäinen Talo Oy. Vantaa. Haastattelu 21.10.2016.

Teräsrungon tehtäväsuunnitelma Finavia VLK / Plaza



Sisällys

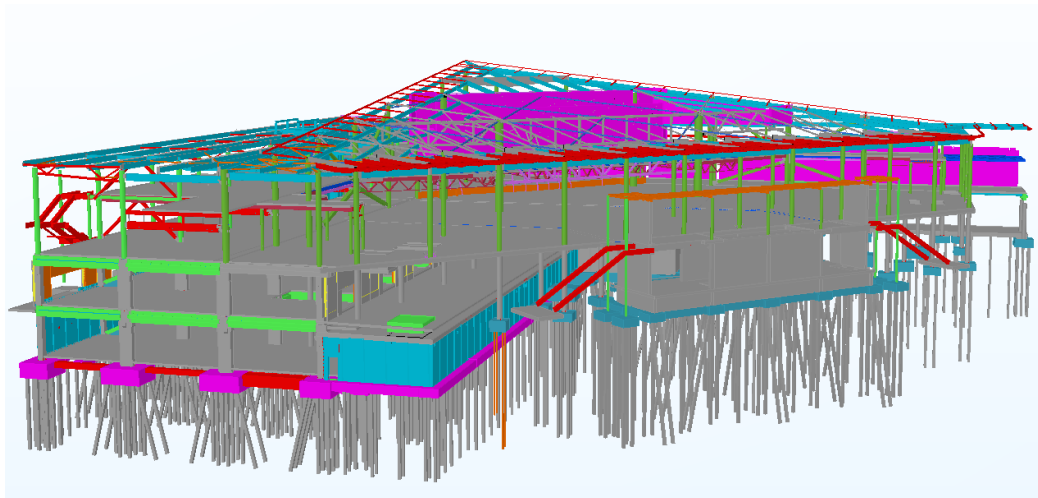
1	Kohdetiedot.....	3
2	Työsisältö.....	3
3	Aikataulu ja työjärjestys	4
4	Laatuvaatimukset ja laadunvarmistus	6
5	Haastavat rakennusvaiheet	10
6	Potentiaalisten ongelmien analyysi.....	11
7	Työturvallisuus.....	12
8	Koneet ja laitteet	14
9	Logistiikka ja kustannukset	15

1 Kohdetiedot

- **Projekti:** Finavia - VLK
- **Työmaa:** Plaza
- **Työnumero:** YA-022001937
- **Työmaan yhteystiedot:** Tutkatie 1, 01530 Vantaa

2 Työsisältö

- **Tehtävä:** Teräsrunko, josta havainnemalli rungosta kuvassa (kuva 1)



Kuva 1. Havainnemalli Plazan rungosta.

- **Urakoitsija:** Lemminkäinen Talo Oy
- **Toteutusorganisaatio:**



Kuva 2. Teräsrunгон toteutusorganisaatio

- **Huomioitavaa toteutusorganisaatiossa:** Teräsrunkourakoitsijalla saa olla useita aliurakoitsijoita, mutta ne eivät saa olla ketjutettu teräsrunkourakoitsijan aliurakoitsijan aliurakoitsijaksi. Sääntö perustuu Lemminkäinen Talo Oy:n toimintajärjestelmään sekä Finavian ohjeistukseen VLK-projektissa.
- **Projektinjohtourakoitsijan yhteyshenkilöt:**
 - Mikko Kuusisto, työmaapäällikkö, Lemminkäinen Talo Oy
 - Hannu Vainio, aluevastaava, Lemminkäinen Talo Oy
 - Jussi Lukkari, teräsrunkutyönjohtaja, Lemminkäinen Talo Oy
- **Työryhmä:** aliurakoitsija määrittänyt käyttävänsä kahta (2) asennusryhmää, joissa asentajien määrä vaihtelee tilannekohtaisesti. Suunniteltu vahvuus kaksi (2) asennusryhmää, joita johtaa yksi työmaalla oleva työnjohtaja. Asennusryhmän koko alustavasti: yksi (1) alamies + kaksi (2) asentajaa ja tarvittaessa yksi (1) hitsari.
- **Tehtäväsuunnitelman rajaus:** Tehdään urakkarajojen mukaisesti käsitellen liittopilarien asennuksen, teräspilari-palkki rungon kasaamisen sekä kantavan kattopellin kiinnittämisen.
- **Tahdistavat työvaiheet:** Betonirungon osien asentaminen samanaikaisesti, ontelolaattakenttien paikalleen asennus sekä paikallavalettujen jälkijännitettyjen rakenteiden tekeminen.
- **HUOM! TÄMÄ TEHTÄVÄSUUNNITELMA EI KÄSITTELE LOGISTIikkaa JA KUSTANNUKSIA KUIN PÄÄPIIRTEISSÄÄN!**

3 Aikataulu ja työjärjestys

- **Aikataulu**
 - **Aikataulusuunnittelu:** Tehdään yhteistyössä projektinjohtourakoitsijan ja teräsrunkourakoitsijan kanssa. Workshopit on järjestettävä ja muiden työvaiheiden yhteensovitukset on huomioitava aikataulusuunnittelussa.
 - **Yleisaikataulun muodostamat reunaehdot:** Tämän hetkisen aikataulun mukaisesti aloituspäivä 6.2.2017 ja lopetus 15.10.2017. Lopulliset päivämäärät määritetään ennen tehtävän aloitusta pidettävässä aloituspalaverissa!
 - **Aikataulun hallinta / ohjaus:**
 - Hoitaa projektinjohtourakoitsijan tehtävästä vastuussa oleva työnjohtaja.

- Viikkoaikatauluja sekä rungon työvaiheikatauluja on seurattava ja ohjailtava viikoittain.

- **Työjärjestys:**

- **Lohkojako:** Rakennus on jaettu neljään lohkoon A, C, D ja Y sekä kahteen liikuntasauma-alueeseen. Lohkot neljällä eri tasolla (+48.700, +54.560, + 60.000, +65.800).
- **Sakolliset välitavoitteet:** Tarkat päivämäärät sakollisille välitavoitteille määritellään aloituspalaverissa, mutta alustavasti ne määräytyvät oheisen kuvan (kuva 3) mukaisesti.

Sakolliset välitavoitteet lohkoittain (asennuksen alkamisen/päätymisen mukaisesti):

- Lohko A/C, primääripilarit alemmalta tasolta; työt alkaa vko 10 /2017
- Lohko A, runko (tasot +54/+60); työt päättyvät vko 26 /2017
- Lohko A, vesikatto; työt päättyvät vko 31 /2017
- Lohko C, runko (tasot +54/+60); työt päättyvät vko 29 /2017
- Lohko C+Y, vesikatto; työt päättyvät vko 43 /2017
- Lohko D, runko+vesikatto, työt päättyvät vko 36/2017

Viivästyssakot Aliurakkaohjelman mukaan

Kuva 3. Sakolliset välitavoitteet

- **Karkea asennusjärjestys:**

1. Peruspulttien aluslevyt asetetaan oikeaan korkoon.
2. Pilarien paikalleen asennus sekä mitta- ja sijaintitietojen tarkastus ja pilarien kiristys.
3. Pilarien juurivalut on tehtävä ennen ontelolaattojen tai muiden tasojen asentamista.
4. Kuorilaattatason teräspalkkien ja ristikoiden asennus sekä WQ-ristikoiden tuenta holvituilla asennussuunnitelman mukaisesti.
5. Seuraavan tason teräspalkkien asennus, joissa huomioitava edellisen tason saumavalut. Lisäksi ulkoseinälinjojen jäykisteet on oltava asennettu ja hitsattu paikoilleen edelliseen valmiiseen tasoon asti.
6. Tehdään asennuslohkon tarkemmittaus ja saatujen mitta- ja sijaintitietoja verrataan asetettuihin laatuvaatimuksiin. Mikäli laatuvaatimukset ovat kunnossa voidaan työtä jatkaa eteenpäin.
7. Tehdään koko teräsrungon tarkemmittaus ja pulttiliitoksille lopullinen kiristys asennuslohkokohtaisesti.

- **HUOM! Tarkan dokumentin asennusjärjestyksestä laatii teräsrunourakoitsija!**
- **Muistettavaa:** GSE-liikenteelle on pystyttävä varmistamaan ajoreitti asematasolla vaiheittain koko rakentamisen ajan!
- **Tietomallin käyttö aikataulussa ja työjärjestyksessä:** Aikataulu ja työjärjestys havainnollistetaan 4D-mallin avulla. Kyseistä tietomallia päivitetään koko tehtävän ajan. Tietomalli on saatavissa projektipankista tai Lemminkäinen Talo Oy:n työnjohdolta.

4 Laatuvaatimukset ja laadunvarmistus

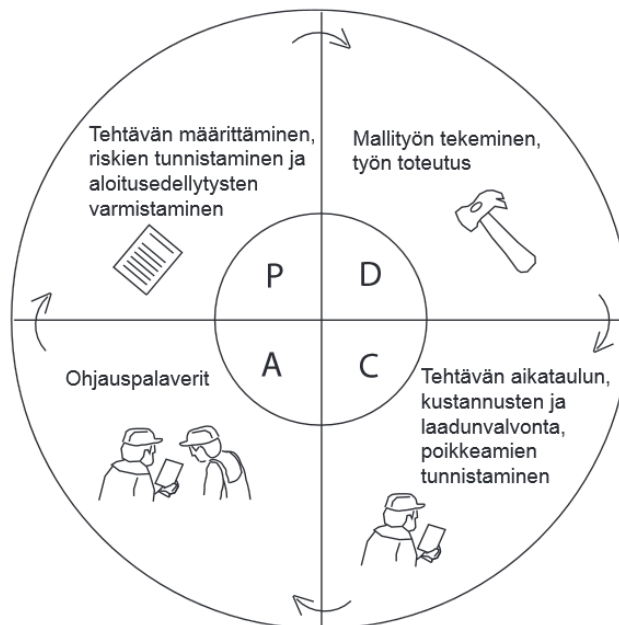
- **Laatuvaatimukset**
 - **Laatuvaatimuksissa noudatettavat asiakirjat:** Teräsrunon laatuvaatimukset pohjautuvat rakentamista ohjaaviin kansainvälisiin ja kansallisiin ohjeisiin, niiltä osin kuin ne koskevat kyseistä projektia. Suunnittelussa ja rakentamisessa käytetään seuraavia standardeja ja ohjeita:
 - EN ISO 1090-2 teräsrakenteet
 - By 47 Betonirakentamisen laatuohjeet
 - **Materiaalivaatimukset:** Määräytyvät kohteessa suunnitelmien mukaisesti. Käytettävät tarvikkeet ja valmistusaineet on oltava uusia ja vaatimukset täyttäviä. Jos urakoitsija ei pysty hankkimaan suunnitelmassa pyydettyä materiaali hyväksytään korvaa tuote tilaajalla ja rakennesuunnittelijalla. Muutosvastuu jää kuitenkin lopulta tuotteen toimittajalle.
 - **Mitta- ja sijaintivaatimukset:** Teräsrakenteiden mitoitus tehdään toleranssiluokittelun SFS-EN 1090-2 luokka 1 mukaisesti, loput vaatimukset löytyvät laatuvaatimuksissa noudatettavista asiakirjoista.
 - **Hitsauksen laatuvaatimukset:** Hitsaustyö tehdään standardin SFS-EN 1090-2 sekä sen osan 7 mukaisesti, joka käsittelee hitsausta.
 - **Henkilöstön pätevyudet:**
 - Teräsrunourakoitsija toimittaa pätevyystodistukset AA-luokan vastaavasta teräsrakenteiden asennustyönjohtajasta. Vastuuhenkilöiden on työskenneltävä siellä, missä työ suoritetaan.
 - Hitsausta suorittavilla työntekijöillä on oltava standardin EN ISO 3834 osien 2 ja mukaiset pätevyudet, joiden valinta riippuu hitsattavasta kohteesta ja materiaalista. Lisäksi hitsaustyötä on

valvottava Inspectan hyväksymä työnjohtaja, jota ohjeistaa kohteen hitsauskoordinaattori.

- **Visuaaliset vaatimukset:** Määräytyvät arkkitehtisuunnitelmien pohjalta. Visuaaliset vaatimukset eivät ole teräsrungon osalta oleellisia muuten kuin näkyviin jääviltä osilta. Hitsauksessa syntyvät roiskeet on hiottava pois pinnoilta ja rakenteiden pitää olla tasalaatuisia.
- **Sprinklerilaitteiston avulla palosuojatun rungon hyväksyminen ja laadunvarmistus:** Saatava rakennusvalvonnan erillishyväksyntä, jonka kohteen teräsrunkourakoitsija hoitaa. **Hyväksyttäminen hoidetaan seuraavasti:** Ruukilla oltava VTT-sertifikaatti, joka koskee teräsrakenteiden suojausta vesisprinklerijärjestelmällä. Tämän jälkeen paloasiantuntija tarkastaa suunnitelmat ja sopivuuden jonka jälkeen rakennusvalvonta myöntää luvan paloviranomaisen puoltaessa hyväksyntää. Työmaan laadunvarmistuksella varmistetaan suunnitelmien mukainen asennus ja lopuksi Inspecta tekee varmennustarkastuksen.

• Laadunvarmistusprosessi

- **Yleistä:** Laadunvarmistuksen tukena käytetään Demingin-ympyrän kehäoppimisen mallia oheisen kuvan (kuva 4) mukaisesti.

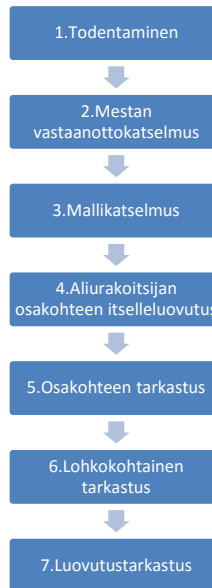


Kuva 4. Demingin ympyrä-malli tehtäväsuunnittelussa

- **Suunnittelun laadunvarmistus:**
 - Projektinjohtourakoitsija, teräsrunkourakoitsijan ja rakennesuunnittelun on tehtävä yhteistyötä laadunvarmistuksessa koko teräsrungon suunnittelun ja toteutuksen ajan. Apuna käytetään esimerkiksi työpajoja sekä tehdaskatselmuksia.

- **Työnaikainen laadunvarmistus:**

- **Prosessikaavio:**



Kuva 4. Prosessikaavio tehtävän laadunvarmistuksesta

- **Tarkastukset:**

- **Todentaminen:** Projektinjohtourakoitsijalle toimitettava materiaalien ja tuotteiden tyyppihyväksyntätiedot, käyttöturvallisuustiedotteet, suoritustasoilmoitukset, CE- ja muut kelpoisuudenvarmennusasiakirjat sekä pätevyystodistukset ennen työaloitusta. Projektinjohtourakoitsijan työnjohdon vastuulla on kelpoisuuden toteaminen rakennesuunnitelmien pohjalta.
- **Vastaanottokatselmus:** Tehdään edellisen työsuorituksen tarkastus ja luovutus teräsrunkourakoitsijalle. Paikalla on oltava edeltävän työvaiheen edustaja, Lemminkäinen Talo Oy:n edustaja sekä teräsrunkourakoitsijan edustaja. Tarkastetaan, että työsuorite täyttää seuraavan vaiheen aloituksen edellytykset.
- **Mallikatselmus:** Tarkastetaan osakohteen mallityöksi valitun vaiheen malli. Paikalla on oltava työntekijöiden edustaja, työnjohto, valvoja, rakennesuunnittelija sekä tarvittaessa arkkitehti. Mahdolliset poikkeamat laadusta korjattava välittömästi, ennen mallin hyväksymistä.
- **Aliurakoitsijan osakohteen itselleluovutus:** Projektinjohtourakoitsija velvoittaa aliurakoitsijaa tekemään dokumentoidun itselleenluovutustarkastuksen ennen kuin varsinainen osakohteen tarkastus suoritetaan. Paikalla tarvitsee olla ainoastaan teräsrunkourakoitsijan työnjohtaja, joka laatii dokumentoidun todistuksen työn hyväksymisestä.

- **Osakohteen tarkastus:** Tarkastetaan lohkoa erotettu alue, jonka avulla voidaan havaita jo ennakoita mahdolliset lohko-kohtaisessa tarkastuksessa ilmenevät viat. Osakohte tarkastukseen sisältyy esimerkiksi yksittäisen teräsrunгон liitososien tarkastukset. Projektinjohtourakoitsija määrää hylätystä tarkastuksesta aliurakkaohjelman mukaisen sakkosanktion! Paikalla on oltava rakennesuunnittelija, projektinjohtourakoitsijan edustaja sekä teräsrunmourakoitsijan edustaja.
- **Lohkokohtainen tarkastus:** Käydään läpi lohko kokonaisuudelle asetetut vaatimukset ja osakohteista tehdyt tarkastuspöytäkirjat liitetään lohko-kohtaisen tarkastuksen liitteeksi. Paikalle kutsutaan viralliseen tarkastukseen teräsrunko työnjohtajat, rakennuttajan edustaja sekä rakennesuunnittelija ja tarkastuksen jälkeen kohde luovutetaan tarvittaessa seuraavalle aliurakoitsijalle.
- **Luovutustarkastus:** Lopullinen tarkastus, jossa kokonaisuus hyväksytään käyttöön ja sille asetettujen laatuvaatimusten täyttyminen tarkastetaan. Erytystä huomiota kiinnitetään esimerkiksi pulttiliitoksien kiinnityksen varmistamiseen sekä muiden laatuvaatimusten täyttymiseen. Paikalla on oltava samat henkilöt kuin lohko-kohtaisessa tarkastuksessa.
- Tarkastuksien apuvälineenä hyödynnetään tarkastuslistoja teräsrunko työnajan. Ne toimivat työnjohtajan sekä muun projektiorganisaation apuna.
- **Tietotekniset apuvälineet:**
 - Congrid-ohjelmisto, jolla laaditaan raportit tarkastuksista sekä tehdään tehtävän tarkastuslistat.
- **Kokoukset, palaverit niissä läpikäytävät asiat:**
 - **Aloituspalaveri:** Tarkastetaan tehtäväsuunnitelman sisältö yhteistyössä työhön osallistuvien urakoitsijoiden ja työntekijöiden kanssa. Käydään läpi muun muassa tehtävän aikataulu ja välitavoitteet, tiedotus ja turvallisuustoiminta sekä laatuvaatimukset.
 - **Ohjauspalaveri:** Järjestetään tarvittaessa ja käydään läpi, miksi joku työvaihe ei suju suunnitellusti. Palaverissa etsitään ratkaisuja ongelmiin.
 - **Palautepalaveri:** Järjestetään työvaiheen lopussa. Käydään läpi miten tehtävä sujui, missä oli ongelmia tai missä onnistuttiin. Palaveri dokumentoidaan ja hyödynnetään tulevaisuudessa muissa kohteissa.
 - **Rakennesuunnittelun viikkopalaveri:** Käydään läpi viikon aikana rakennesuunnittelussa eteen tulleet haasteet ja etsitään niihin ratkaisua.

- **Asennussuunnitelma workshop:** Ennen aloituspalaveria pidettävä asennussuunnitelma workshop, jossa mukana projektinjohtourakoitsijan, rakennesuunnittelun ja teräsrunkourakoitsijan edustajat. Käydään läpi asennuksen toteutusta.
- **Aliurakoitsijapalaverit:** Järjestetään viikoittain keskiviikkona klo 12:00 työmaatoimistolla. Käydään läpi urakoitsijoiden kuluvan viikon asiat.

5 Haastavat rakennusvaiheet

1. Teräsrungon liittyminen alapuolisiin rakenteisiin
2. Tapahtuma-aukion vinonseinän apurunko
3. Työnaikaiset tuennat
4. Jälkijännitetyt rakenteet
5. Teräsrungon liittymäosien asennus paikallavalettuihin rakenteisiin
6. Massiivisten liittopilarien rakentaminen
7. Monimutkaiset pilarien ja palkkien liitokset
8. Suurten ristikoiden nostot
9. Töiden limittyminen

Teräsrungon liittyminen alapuolisiin rakenteisiin on oltava valmistettu laatuvaatimusten mukaisesti. Valvonta ja tarkemittaukset ovat äärimmäisen tärkeitä. Jos ongelmia ilmenee mahdollisiin korjaustoimenpiteisiin pyydettyä ratkaisua rakennesuunnittelijoilta hyvissä ajoin.

Tapahtuma-aukion vinonseinän kevyenrungon on oltava paikallaan ennen yläpuolisia rakenteita. Siinä on huomioitava erityisen tarkasti työjärjestyksen suunnittelu tai jos työjärjestystä joudutaan jostakin syystä muuttamaan sen vaikutukset muuhun rakentamiseen.

Teräsrungon kasaamisessa työnaikaisia tuentoja on monessa eri paikassa. Niistä kaikki esitetään asennuskuvissa ja ne on huomioitava asennusjärjestyksessä sekä muiden töiden limittymisessä.

Paikallavaaletut jälkijännitetyt rakenteet tahdistavat tehtävää. Muiden urakoitsijoiden työt on huomioitava ja toimittava yhteistyössä koko projektin organisaation kanssa kokonaisuuden onnistumiseksi.

Paikallavalettuihin rakenteisiin asennetaan teräsrungon liittymäosia. Liittymäosat on asennettava mittatarkasti paikalla valujen yhteydessä ja asennuslogistiikkaan kiinnitettävä erityistä huomiota, koska kappaleet ovat erittäin suuria ja niiden paikalleen asennus voi hankaloitua liian ahtaassa tilassa.

Teräsrungon massiiviset liittopilarit ovat erittäin haastavia. Niihin tehtävät jatkokset vaativat raskaita hitsausliitoksia, joiden laadunvalvonta on ehdottoman

tärkeää. Betonivalut suuria, joten pumppauskalusto on valittava riittävän suureksi.

Pilarien ja palkkien liitokset ovat tietyissä paikoissa erittäin monimutkaisia. Liitokset vaativat huolellista asennusten etukäteissuunnittelua sekä laatuvaatimusten täyttymisen tarkastamista esimerkiksi NDT-testein ja muiden määriteltyjen menetelmien avulla.

Suurten ristikoiden nostot ovat haastavia. Ristikot ovat erittäin suuria (osa lähes 30 000kg) ja niiden taipuminen voi aiheuttaa vaikeuksia nostojen aikana sekä asennettaessa. Lisäksi on huomioitava työmaan nostokaluston aiheuttamat rajoitteet sekä lentokenttäympäristön asettamat vaatimukset. **Huom! Ei nostoja kun lentokoneita on viereisillä siltapaikoilla!**

Töiden limittyminen on huomioitava koko urakan ajan, sillä betonirungon asennus tapahtuu monin paikoin samanaikaisesti teräsrungon kanssa. Lisäksi on muistettava huomioida varamestat, joihin työryhmiä siirretään tarvittaessa.

6 Potentiaalisten ongelmien analyysi

Ongelma	Hälytin	Ongelman ehkäisy	Korjaava toimenpide
Toiminnalliset ongelmat			
1.Työmaan siisteys lentokenttä ympäristössä → roskien ajautuminen puhtaalle puolelle	1. Työmaalla irtonaisia pakkauksia / suojamuoveja, jotka liikkuvat tuulessa	1. Ongelmaa korostetaan perehdytyksissä / jokainen työmaalla liikkuva velvollinen seuraamaan tilannetta ja tarvittaessa poistamaan roskan lähimpään kannelliseen jäteastiaan	1. Materiaalin ajautuessa puhtaalle puolelle välitön ilmoitus Lemminkäinen Talo Oy:n työjohtoon → toiminta Finavian ohjeistuksen mukaisesti
Tekniset ongelmat			
1. Asennuslohkojen yhteensovitus 2.Teräskokoonpanojen asennustoleranssit liian pieniä 3.Teräsosien toteutuksessa mittaheittoja sekä päällekkäisyyksiä	1. Mittavirheet asennuksissa 2.Osat eivät mene paikalleen 3.Teräsosien asennus vaikeaa tai liikaa kappaleita	1.Tarkemmittauksia otettava jokaisesta asennettavasta pilarista ja palkista. 2.Rakennesuunnittelussa on huomioitava asennustoleranssit 3.Rakennesuunnittelun ja konepaja tuotannon oltava tarkempaa	1.Mittavirheiden korjaaminen → rakennesuunnittelijalta pyydyttävä ohjeistus 2.Osien alkuperäisten mittojen kasvattaminen → varmistettava aina rakennesuunnittelijalta 3.Työmaalla toteutetut ratkaisut. Korjausten tarkastus ja dokumentaatio tärkeää!
Hankinnan ongelmat			
1. Materiaalien toimitusongelmia 2.Kiirehankintoja ei pystytä toimittamaan, koska rakentamisessa on käynnissä noususuhdanne	1. Osa toimitukset ei ole saapumassa ajoissa 2.Toimittaja ilmoittaa toimitusongelmista	1. Valitaan urakoitsija, joka hoitaa sekä asennuksen, että osien tuotannon 2.Varaudutaan kaikkiin hankintoihin, siten ettei kiirehankintoja tule	1. Osan toimittamista nopeutetaan 2.Käytetään vaihtoehtoisia ratkaisua tuotteeseen

- **Tehtävän mahdollisuuksia:**
 - Toimiva organisaatio, jossa vuorovaikutus ja tiedon välittyminen on kunnossa!

7 Työturvallisuus

- **Työturvallisuusvastuuhenkilöt:**
 - Seppo Nousiainen, työturvallisuuspäällikkö, Lemminkäinen Talo Oy
 - Urakoitsijan työturvallisuudesta vastaava henkilö **nimetään tehtävän aloituspalaverissa!**
- **Perehdytys:** Pidetään maanantaisin ja keskiviikkoisin kello 07:00 työmaatoimistolla. Siinä käydään läpi työmaakohtaiset asiat sekä työmaan erityispiirteet. Aliurakoitsijoiden oma työnjohto perehdyttää omat työntekijät työtehtäviinsä.

HUOM! Finavian ja Lemminkäinen Talo Oy:n projektisopimuksen mukaisesti valttikortti ja työturvallisuuskortti on oltava, jotta henkilö voidaan perehdyttää työmaalle.
- **Työturvallisuusmittaukset:** TR-mittaukset suoritetaan työmaalla viikoittain
- **Tarvittavat henkilökohtaiset suojaimet:**
 - Henkilökohtaiset suojaimet työmaaperehdytyksessä annettujen ohjeiden mukaisesti.
- **Työmaan valaistus:**
 - Laadittava erillinen työmaanvalaistussuunnitelma teräsrunkotehtävää varten. Hyvin valaistussa ympäristössä työturvallisuus paranee!
 - Finavian ohjeistuksen mukaisesti halogeenivalot on työmaalla kielletty, koska niissä on syttymisvaara.
 - Työmaavalaitusta ei saa suunnata ylöspäin, sillä se voi häiritä lentoliikennettä.
- **Putoamisturvallisuus:**
 - Putoamisturvallisuus on kohteessa erityistarkkailussa. Työtä on tehty paljon jo rakennesuunnittelussa. Esimerkiksi asennuspiirustuksissa on "työturvallisuuslaatikot", joissa määritellään vaaranpaikkoja sekä asennuksenaikaisia kiinnityspisteitä putoamissuojausvälineille.
 - Putoamissuojaussuunnitelma saatava rakennesuunnittelijalta ja runkoasentajat kuittaavat laaditun putoamissuojaussuunnitelman ennen työn aloitusta.
 - Putoamissuojausvälineiden on oltava tarkastettuja!

- **Telineet ja nostoapuvälineet:**
 - On varmistettava, että kaikki käytössä olevat telineet ja nostoapuvälineet täyttävät niille asetetut vaatimukset.
 - Dokumentoidut käyttöönottotarkastukset on pidettävä ennen laitteiden käyttöönottoa!
- **Paloturvallisuus:**
 - Työmaalle on laadittu erillinen palo- ja pelastautumissuunnitelma, jossa on tarkasteltu myös Plazan liittyminen olemassa olevaan terminaaliin.
 - Minimoidaan tulitöiden tarve työmaalla.
 - Tarvittaessa tulityöhön haetaan tulityölupaa Lemminkäinen Talo Oy:n työnjohtajalta, jolla on oltava oikeus myöntää tulityölupa (kyseisen työvaiheen tulityökortti).
 - **Huom!** Poikkeuksena tulityöt olemassa olevassa lentoaseman matkustajaterminaalissa ja siltapaikoilla. Niihin tulityöluvan myöntää lentoaseman pelastuspalvelu ja Lemminkäinen Talo Oy:n erityisalan työnjohtaja **Toni Pirhonen** huolehtii alueella olevien paloilmaisimien ja muiden turvallisuuslaitteiden pois kytkennän.
- **Nostoturvallisuus:**
 - Rakennesuunnittelija työturvallisuusohje elementtien turvallisesta käsittelystä huomioidaan osia asennettaessa.
 - Ennen nostojen suorittamista on varmistettava, että lentoestelausunto on kunnossa!
 - Sääennusteesta on seurattava tuuliolosuhteita. Avoimella lentokenttäalueella esiintyy usein kovaa tuulta.
 - Huolellisesta nostojen suunnittelusta ja tarvittavien asiakirjojen laatimisesta on huolehdittava. Urakoitsijan tehtävä kirjallinen nostosuunnitelma, joka rakennesuunnittelijan on hyväksyttävä!
 - Kaikkiin rakennuksiin on suunnitellut nostopisteet työnajaksi.
 - Liinanostot ovat kielletty!
 - Nostolaitteiden ja nostoapuvälineiden oltava tarkastettuja. Vaurioituneita nostoapuvälineitä ei saa käyttää!
- **Erytissuunnitelmien tarve:**
 - Lentoestelausunto haettava Finavialta.
 - Kirjalliset nostosuunnitelmat on laadittava vaativista nostoista!
 - Teräsrungon asennussuunnitelman tekee sekä rakennussuunnittelijan, että teräsrunkourakoitsija. Suunnitelmat käydään läpi asennussuunnitelma workshopissa. Asennusryhmän on perehdyttävä kyseiseen suunnitelmaan ja allekirjoitettava se luettuaan.

- **Erityiset turvallisuusriskit kohteessa:**
 - Lentokenttäympäristö
 - Massiiviset rakenteet

8 Koneet ja laitteet

- **Koneet ja laitteet:**
 - **Suosittelut nostimet kohteeseen**
 - **Kuukulkijat:**
 - Aichi SR 14 CJ tela-alustainen 13,7 m / 250 kg
 - Skyjack SJ 66 T 20,1m / 227 kg
 - Manitou 280 TJ 26 m / 350 kg
 - Genie S65 19,9 m / 227 kg
 - JLG 510 AJ 15 m / 230 kg
 - **Hinattavat henkilönostimet:**
 - Dino 260 XT 24 m / 215kg
 - Dino 160 XT 14 m /215 kg
 - **Saksinostimet:**
 - Skyjack SJ 6832 RT 9.7 m / 454 kg
 - Genie GS 2032 6,1 m / 225 kg
 - Genie GS 1932 5,8 m / 227 kg
 - **Käytettävät torninosturit:**
 - Yongmao STT 1330
 - Yongmao STT 753
 - Yongmao STT 533
- **TORNINOSTUREIDEN SIJAINNIT LÖYTYVÄT ALUESUUNNITELMASTA ASENNUSAIKAN!**
- **Kohteen erityisvaatimukset:**
 - Ontelolaattakenttien päälle on asetettu **painorajoitus 500 kg/m²**. Ylitettäessä sallittu painorajoitus on siihen kysyttävä erikseen ohjeita rakennesuunnittelijalta!

9 Logistiikka ja kustannukset

- **Logistiikka:**

- Esitellään pääpiirteissään aluesuunnitelmassa, josta tarkemmat tiedot ja ohjeistukset Lemminkäinen Talo Oy:n työjohtolta.
- Logistiikasta vastaa erillinen logistiikkaurakoitsija (Rakennus Ortek Oy). Logistiikkaa työmaalla hoitaa logistiikkaurakoitsijan työjohtaja.
- **Suurten elementtien kuljetusten järjestely on aloitettava ajoissa!**

- **Kustannukset:**

- Kustannusten seuraaminen tehdään projektinjohtourakoitsijan työjohtovetoisesti ja ilmoitetaan viikoittaisessa kustannusseurannassa viikon aikana syntyneet kulut kustannusinsinöörille. Kuu-kausittain järjestetään koko projektin kustannusennuste kustannusinsinöörin ja muiden kustannuksista vastaavien henkilöiden kesken, jonka avulla seurataan koko projektin kustannustoteumaa.

Päiväys: 24.2.2017

Laatinut: Henry Joas, Lemminkäinen Talo Oy

Laadunvarmistus – metallirunkorakentaminen

Kohdetiedot

Aloituspalaveri

suunnitelmat	huomaa
asennussuunnitelma, kohteen laatupassi	<input type="checkbox"/>
projektierelmä, toimitusaikataulu	<input type="checkbox"/>
varastointi työmaalla	<input type="checkbox"/>
nostot, siirrot, reitit	<input type="checkbox"/>
työn laatuvaatimukset	<input type="checkbox"/>
työn laadunvarmistus ja mittaukset	<input type="checkbox"/>
materiaalit ja kalusto	<input type="checkbox"/>
materiaalit, tarvikkeet	<input type="checkbox"/>
ainetodistukset	<input type="checkbox"/>
kalusto, työvälineet	<input type="checkbox"/>
telineet, nostokalusto	<input type="checkbox"/>
jätteiden käsittely	<input type="checkbox"/>
työturvallisuus	<input type="checkbox"/>
ks. Raturva, 31 Teräsrunkotyö	<input type="checkbox"/>
henkilökohtaiset suojaimet	<input type="checkbox"/>
tulityöluvut, tulityövariointi	<input type="checkbox"/>
hitsaajien pätevyysvaatimukset	<input type="checkbox"/>
putoamissuojaus	<input type="checkbox"/>
telineiden ja nostimien käyttöönottotark.	<input type="checkbox"/>
opastus ja ohjeet	<input type="checkbox"/>
ensiapu työmaalla	<input type="checkbox"/>
sääolosuhteet: hitsaus, nostot	<input type="checkbox"/>
erityistä huomioitavaa työmaalla	<input type="checkbox"/>
muut asiat	<input type="checkbox"/>

Mallityön / Ensimmäisen osakohteen tarkastus

työn laatuvaatimukset	huomaa
teräs- ja kiinnitysosien suunnitelmien mukaisuus	<input type="checkbox"/>
liitokset ja kiinnitys	<input type="checkbox"/>
työn aikainen tuenta ja jäykistys	<input type="checkbox"/>
mittatarkkuus- ja ulkonäkövaatimukset	<input type="checkbox"/>
sivusijainti	<input type="checkbox"/>
pystysuoruus	<input type="checkbox"/>
vaakasuoruus	<input type="checkbox"/>
korkeusasema	<input type="checkbox"/>
kulmat	<input type="checkbox"/>
taipumat	<input type="checkbox"/>
pintakäsittelyt	<input type="checkbox"/>
pinnan korjaustarve	<input type="checkbox"/>
kohde työn jälkeen	<input type="checkbox"/>
työaikaisten tukien poisto	<input type="checkbox"/>
siivous, jätteiden lajittelu	<input type="checkbox"/>
muut asiat	<input type="checkbox"/>

Mestän vastaanotto

	hankekohtainen vaatimus	osakohtede puutteet OK	osakohtede puutteet OK	osakohtede puutteet OK	osakohtede puutteet OK
edellisten työvaiheiden valmius	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
työkohteen siisteys ja rauhoitus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
alustan puhtaus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
alustan mittatoleranssit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
peruspulttien sijainti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
alusmuttereiden korko	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
muut asiat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Osakohteen tarkastus

	hankekohtainen vaatimus	osakohtede puutteet OK	osakohtede puutteet OK	osakohtede puutteet OK	osakohtede puutteet OK
mittatarkkuus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
liitokset, kiinnitykset	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
jäykistys, tuenta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
palosuojakäsittely	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
muut pintakäsittelyt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
NDT-tarkastus, muut rungon tarkastukset	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
reiät, lävistykset	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
työkohteen siisteys	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
jätteiden lajittelu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
muut asiat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>