



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Joni Komminaho

Runkotyön aikatauluohjaus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Mestarityö

7.11.2019

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Joni Komminaho Runkotyön aikatauluohjaus 39 sivua + 1 liite 04.11.2019
Tutkinto	Rakennusmestari (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine	Talonrakentaminen
Ohjaajat	Jouni Ruotsalainen, Lehtori Tapio Kortetjärvi, Vastaavamestari
<p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli löytää keinot, kuinka aikataulunohjausta tulee tehdä runkotyövaiheessa. Opinnäytetyössä käytettiin kolmea eri aikatauluohjelmaa. Tämän opinnäytetyön projekti kohteena oli Westpro cc Oy:n työmaa Kalasatamassa As Oy Portus Optimus. Projektin seuranta ja työt aloitettiin talon ensimmäisestä kerroksesta, kun kellari kerros oli lähes valmis. Projektia aloittaessa työmaa oli kaksi kuukautta myöhässä yleisai-kataulusta. Tämän projektin tavoitteena oli saada aikataulu kiinni keinoilla millä hyvänsä.</p> <p>Tässä opinnäytetyössä löydettiin keinot, kuinka työmaan aikataulua pystytään ottamaan kiinni runkotyövaiheessa. Opinnäytetyön aikana työn tekijä itse myös oppinut paljon uutta ja tämä työ on ollut hyödyllinen kaikille osapuolille.</p>	
Avainsanat	Runkotyö, Last Planner, Aikataulunohjaus, Paikallavalu

Author	Joni Komminaho
Title	Schedule control in the frame work phase
Number of Pages	39 pages + 1 appendices
Date	04 November 2019
Degree	Bachelor of Construction Management
Degree Programme	Construction Site Management
Professional Major	House Building
Instructors	Jouni Ruotsalainen, Senior Lecturer Tapio Kortetjärvi, Responsible site manager
<p>Summary</p> <p>The purpose of this thesis was to find solutions how to control schedule in the frame work phase. Three different schedules were used in this thesis. The object of this project was Westpro cc Oy's construction site in Kalasatama As Oy Portus Opimus. The monitoring and work started on the first floor of the building when the basement floor was almost completed. When the project started, the site was two months late from the general schedule. The goal of this project was to reach the schedule by any means.</p> <p>In this thesis, we found solutions to reach the timetable during the frame work phase. During the thesis I have learned a lot of new facts, and this work has been beneficial to all parties.</p>	
Keywords	Frame work, Last Planner, schedule control, cast in-situ

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Tehtäväsuunnittelu	2
2.1	Tehtäväsuunnittelu yleisesti	2
3	Tuotannon johtaminen Last Planner -menettelyllä	2
3.1	Perusidea	2
3.2	Last Plannerin hyödyt hankkeessa	3
3.3	Osallistaa ja sitouttaa	4
3.4	Last Planner -menettelyn vaiheet	5
4	Työsuunnitelma	7
4.1	Elementtiasennussuunnitelma	7
4.1.1	Kohteen rakenteet	7
4.1.2	Kokoonpanojen kuljetus työmaalle	7
4.1.3	Tavaran vastaanotto	8
4.1.4	Kuormien purku, vastaanotto ja varastointi	8
4.1.5	Nostot ja siirrot	10
4.1.6	Asennus / Asennusjärjestys	10
4.1.7	Hitsaussuunnitelma	12
4.1.8	Ruuvikiinnitykset ja -liitokset, pilarit	13
4.1.9	Asennustoleranssit	13
4.1.10	Ympäristöasiat	13
4.1.11	Tarkastussuunnitelma / Tarkastukset	14
4.1.12	Dokumentointi	15
4.1.13	Työturvallisuus	15
4.2	Betonointisuunnitelma	17
4.2.1	Kohdetiedot	17
4.2.2	Urakoitsijat	18
4.2.3	Suunnittelijat	18
4.2.4	Betonin toimittaja	19
4.2.5	Kalusto	19
4.2.6	Betonointisuunnitelma	20
4.3	Muottityöt	20
4.3.1	Muotit ja niiden tukirakenteet	20
4.3.2	Tuentasuunnitelma	22
4.3.3	Seinänostot ja pystysaumamat	22

4.4	Betonointi	23
4.4.1	Työturvallisuudessa huomioitavaa	23
4.4.2	Betonointityö	23
4.4.3	Betonimäärät	25
4.4.4	Kulkutiet	25
4.5	Raudoitus	25
4.6	Talvibetonointi	25
4.7	Laadunvalvonta	27
4.8	Toimenpidesuunnitelma betonointitöiden keskeytymisen varalta	27
5	Työn suunnittelu	28
5.1	Erityövaiheiden yhteen sovittaminen	28
6	Aikataulun suunnittelu	29
6.1	Aloitukset	29
6.2	Suunnittelu	30
6.3	Aikataulun seuranta ja haasteet	32
7	Suunnitelmien toteutuminen	33
7.1	Suunnitelmien pohja	33
7.2	Runkotyön eteneminen	34
8	Yhteenveto	37
	Lähteet	38

Lyhenteet

ap.	Alapinta
BY65	Betoninormit
C35-50	Betonin lujuusluokka (eurokoodina)
CC3	Seuraamusluokka Suomessa (Poikkeuksellisen vaativa)
CL	Parvekelaattaelementti
F1-F16	Hormielementti
JB600	Juotosbetoni
K	Palkkielementti
K37-50	Betoninlujuus luokka
KE	Kuorielementti
L	Laattaelementti
M	Parvekepielielementti
P	Pilari elementti
pv	Paikallavalu
RAM	Rakennusammattimies
S	Julkisivuelementti (kantava)
SG	Julkisivun kuorielementti (Graniitti)

SP	Julkisivuelementti pieni
S1-4	Betonin notkeusluokka
SN	Julkisivun palkkielementti
TR	Tavallinen ruuviliitos
TR-mittaus	Työturvallisuusmittaus
V	Väliseinäelementti
XC1	Betoninrasitusluokka
yp.	Yläpinta

1 Johdanto

Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia ja kehittää runkotyön aikatauluohjausta. Alkuperäinen runkotyön aikataulu oli laadittu kahdeksan päivän runkokierrolle. Opinnäytetyössä haluttiin tutkia keinoja, miten aikataulua saadaan lyhennettyä, kuinka se olisi mahdollista ja mitä se vaatii. Työn tilaajana toimii Westpro cc Oy ja se toimii pääurakoitsijana sekä tilaajana As oy Portus Optimus -kerrostalohankkeessa. Työn tekeminen alkoi elokuun 5. päivä, kun aloitin työt Westpro:lla runkotyönjohtajana. Runkotyöt olivat alkaneet kohteessa jo aiemmin. Aloitin työni ensimmäisestä kerroksesta, kun kellarikerros oli tehty. Tässä kohtaa olimme yleisaikataulusta jo myöhässä. Tehtävääni kuului suunnitella ja tutkia onko 14.kerrosinen kerrostalo mahdollista saada ennen vuodenvaihetta pystyyn, jolloin säästyisimme pahimmalta talvelta mikä hidastaisi työntekoa ja toisi lisää kustannuksia. Tässä hankkeessa vaaditaan poikkeuksellisen vaativan betonityönjohtajan tutkintoa, koska kerrostalo on perustettu osittain merenpäälle. Kerrostalon runko koostuu paikallaanvalettavista holveista ja seinäelementeistä, jotka pitää juottaa kiinni. Poikkeuksellisen vaativa betonityönjohto on ostettu tähän kohteeseen projektinjohto urakkana Bemapro Oy:lta. Pääaiheina työssä on tehtäväsuunnittelu, työmaasuunnittelu, hankinnat ja logistiikka, ajallinen suunnittelu ja valvonta.



Kuva 1. Westpro cc Oy:n isoin kohde 2019 mennessä. Kuvassa oikealla 14.krs As Oy Portus Optimus.

2 Tehtäväsuunnittelu

2.1 Tehtäväsuunnittelu yleisesti

Tehtävä on työkauppa, aliurakka tai muun työryhmän toteuttama työkokonaisuus rakennustyömaalla. Tehtäväsuunnittelu kohdistuu yhteen tehtäväkokonaisuuteen kuten runkotyövaiheessa elementtiasennukseen, holvinmuottityöhön, raudoitukseen tai betonointiin. (Ratu S-1228, 2010.)

Tehtäväsuunnitteluun kuuluvat mm. tehtävän laatuvaatimusten ja aikataulu- ja kustannustavoitteiden tarkistaminen, työssä tarvittavien resurssien suunnittelu, riskien tunnistaminen ja turvallisuuden varmistaminen. Tehtäväsuunnittelulla ennaltaehkäistään työssä mahdollisesti esiintyviä ongelmia sekä varmistetaan, että kaikki työn edellytykset ovat kunnossa, kun seuraava tehtävä aloitetaan. Tehtäväsuunnitelma tarjoaa väli- neet työnaikaiseen johtamiseen ja ohjaukseen, jolloin mm. laatu- ja aikataulupoikkeamat tunnistetaan ja niihin voidaan puuttua ajoissa. Tehtäväsuunnitelmasta on eniten hyötyä, jos se laaditaan ennen hankintoja, aliurakkaneuvotteluja ja työurakoiden sopimista. Tehtäväsuunnitelma tehdään viimeistään ennen tehtävien aloitusta. (Ratu S-1228, 2010.)

3 Tuotannon johtaminen Last Planner -menettelyllä

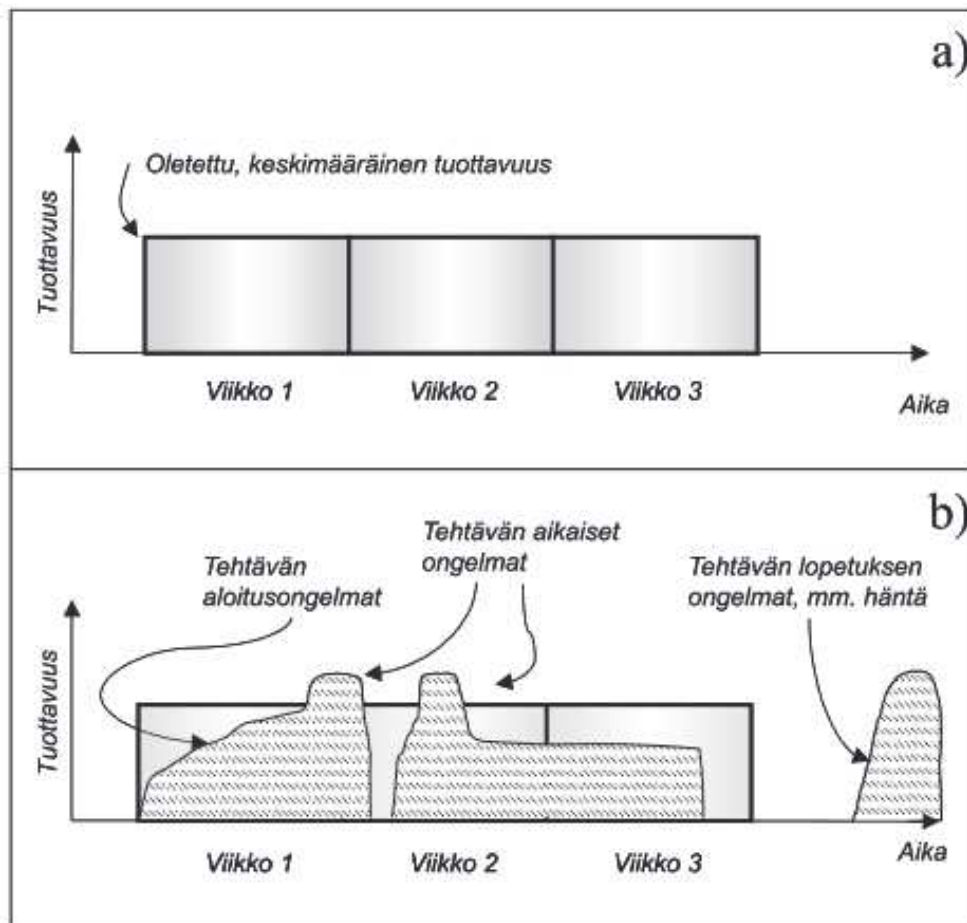
3.1 Perusidea

Last Planner -menettelyn perusidea voidaan esittää tiivistetysti tarkastelemalla yhtä projektin tehtävää. Yleensä tuotannon tavoitteen saavuttamisessa ilmenee ongelmia tehtävää aloitettaessa, kun tehtävät eivät pääse alkamaan ajallaan tai alkavat vajavaisin edellytyksin. Ongelmia voi tulla myös tehtävän kuluessa. Erilaiset häiriöt aiheuttavat katkoja tai tuottavuuden alentumista. Tehtävä keskeytyy kokonaan, jolloin osa tehtävästä jää myöhemmin toteutettavaksi. Last Planner -menettely pyrkii poistamaan systemaattisesti näitä ongelmia. Tavoitteena on saada tehtävät aloitetuksi ajallaan, etenemään suunnitellusti ilman keskeytyksiä ja valmistumaan aikataulun mukaisesti. To-

teutuksen aikaisia ongelmia vähennetään jakamalla aikataulutehtävät pienempiin osiin, viikkotehtäviin. Näiden edellytykset varmistetaan viikoittain, ei pelkästään työtä aloittaessa.

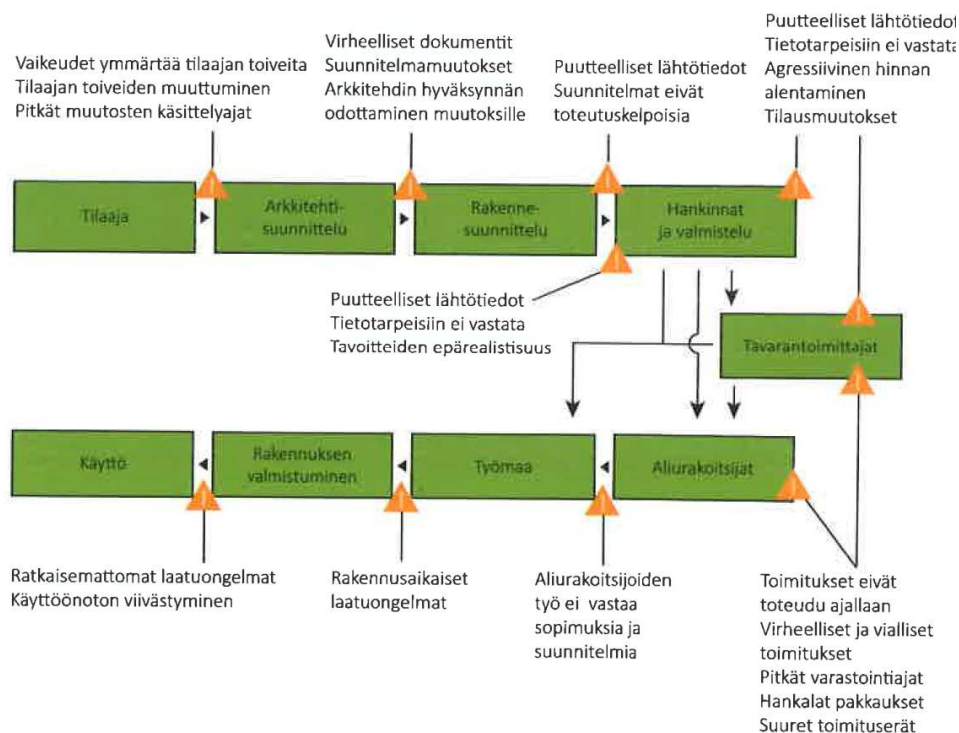
3.2 Last Plannerin hyödyt hankkeessa

Menettely uudistaa rakennushankkeiden johtamista. Se on menettely, joka soveltuu sekä lyhyen että pitkän tähtäimen johtamiseen hankkeessa. Sitä voi käyttää suunnittelun ja tuotannon johtamisen lisäksi tarjouslaskennan organisoimiseen tai hankintamenettelyn sitomiseen muuhun projektiin. Vaikka rakennushankkeissa on aina tietty epävarmuus, sitä voidaan tehokkaasti vähentää tämän menettelyn avulla.



Kuva 2. Perinteiseen tuotannonohjaukseen sisältyy hiljainen oletus, jonka mukaan tehtävä suoritetaan tasaisella tuottavuudella. b) Tosiasiallinen tuottavuus vaihtelee: kohdataan aloitusongelmia, tehtävän aikaisia ongelmia sekä lopetuksen ongelmia. Nämä ongelmat johtavat tuottavuuden alenemiseen, laadun ja työturvallisuuden heikkenemiseen ja muihin haittoihin.

Last Planner -menettelyn avulla toiminnan ennustettavuus ja toimijoiden välisen yhteistyö paranevat. Rakentaminen on ihmisten välistä toimintaa, jossa sitoutuminen ja keskinäinen luottamus näyttelevät tärkeää roolia. Last Planner -menettelyssä projektin töitä toteuttavat ja johtavat henkilöt laativat itse aikataulun työlleen. Aikataulu laaditaan yhdessä projektin tavoitteiden sekä edun mukaisesti. Tällä menettelyllä pyritään varmistamaan tehtävien toimeenpano eli että edellytykset töiden tekemiseen ovat kunnossa ja työt voidaan toteuttaa suunnitellusti.



Kuva 3. Rakennushankkeen tietokatkoksia ja puutteita. Last Planner -menettely auttaa vähentämään häiriöitä ja varmistaa ennustettavan suunnittelu- ja työmaaprosessin toteutumisen.

3.3 Osallistaa ja sitouttaa

Last Planner -menettelyn teho perustuu ennen kaikkea ihmisten osallistumiseen ja suunnittelun ja tuotannon ohjaukseen. Yhdessä osapuolet pystyvät tunnistamaan suunnittelun ja tuotannon esteitä, poistamaan niitä ja luomaan edellytykset häiriöttömälle tuotannolle. Kun osallistujat laativat hankkeen aikataulun yhdessä, he voivat myös yhdessä sitoutua siihen. Aikataulun mukaista toteutumaa seurataan ja mitataan.

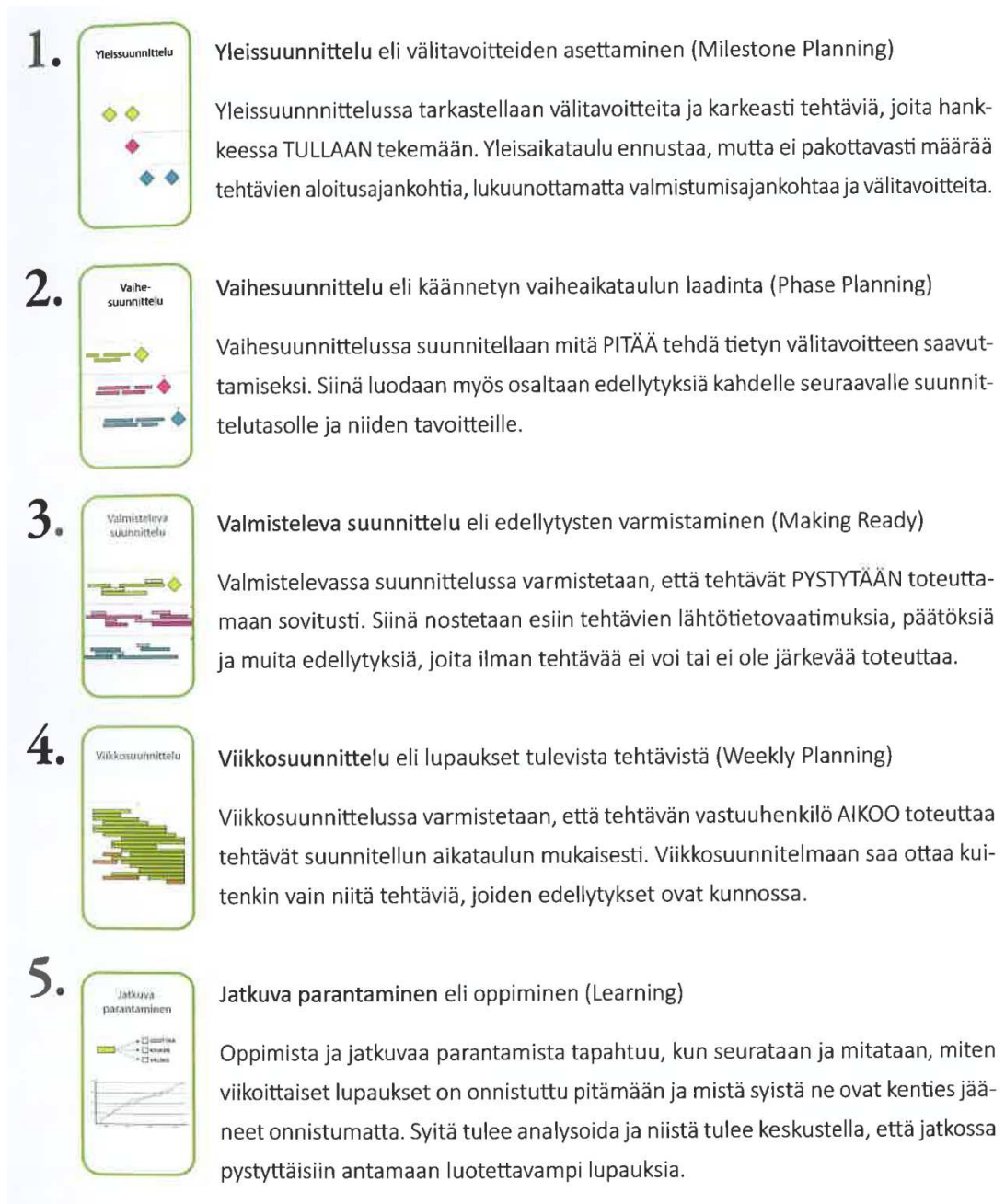
Mahdolliset poikkeamat nostetaan esille ja niiden syitä tarkastellaan, Näin opitaan suunnitelmaan ja varmistamaan ja varmistamaan tehtävien toteutettavuutta vieläkin paremmin.

Menettelyn keskeisiä periaatteita ovat

- Suunnittelu tarkentuu asteittain
- Ne suunnittelevat, jotka toteuttavat
- Esteitä tunnistetaan ja poistetaan aktiivisesti
- Annetaan ja pidetään lupauksia
- Suunnittelu tehdään yhdessä
- Annetaan lupauksia tulevista töistä
- Optimoidaan kokonaisuutta, ei yksittäisiä tehtäviä
- Kannustetaan jatkuvaan oppimiseen.

3.4 Last Planner -menettelyn vaiheet

Last Planner -menettelyä soveltaa monin tavoin. Joissakin tapauksissa siitä hyödynnetään hankkeissa vain valikoituja osia. Paras hyöty hankkeelle saadaan kuitenkin, jos sitä toteutetaan systemaattisesti hankeen alusta loppuun saakka.



Kuva 4. Kuvassa esitellään viisi eri mallia, mistä Last Planner koostuu.

4 Työsuunnitelma

4.1 Elementtiasennussuunnitelma

4.1.1 Kohteen rakenteet

Tässä kohteessa elementtien lukumäärä on n. 1430kpl. Suurin elementti on parveke-laatta (CL) -10,0t ja ulkoseinä (S)- 11,7t. Rungon jäykistystapa hissi- ja porraskuilut, väliseinäelementit ja pv-holvit.

4.1.2 Kokoonpanojen kuljetus työmaalle

Elementit toimitetaan työmaalle kuorma-autolla, rekka- tai täysperävaunuilla. Betonielementtien kuljetuksesta ja suojauksista vastaa niiden toimittaja. Elementit asennetaan suoraan autosta niille tarkoitetuille paikoille. Elementtejä ei varastoida työmaalla elementtivakkiin kuin hätä tapauksessa.

Taulukko 1. Tässä taulukossa esitetään kokoonpanojen kuljetus työmaalle

Kuljetuskalusto	Maantiekuljetukset: Kuorma-autoilla, rekka- tai täysperävaunuilla
Kuljetuksen aikainen suo- jaus	Kuljetuksen aikaista suojausta koskevat vaati- mukset: Betonielementtien kuljetuksesta ja suojauksista vastaa niiden toimittaja. Jos elementeissä on huokoisia eristeitä, niiden tulee olla suojattuna muovikalvolla. Tämä suojaus poistetaan vasta asennuksen yhteydessä.
Erikoislupaa vaativat kulje- tukset	Kuljetuksen koko ja mahdolliset rajoitukset: Parma V-elementit 24t, S, SG, betoniluoman elementit – 46t Ei erikoiskuljetuksia
Kuljetusreitti työmaalla	Työmaasuunnitelma

Työmaan varastoalue	Vaatimukset työmaan varastoalueelle Kuorman purut työmaalla, tila 3-4 elementtikeräily- le. Elementit asennetaan täsmäasennuksena suoraan kuormasta.
----------------------------	--

4.1.3 Tavarantoimitus

Vastaanottotarkastus tehdään tarvittaessa erilliselle lomakkeelle.
Vastuhenkilö: Rasicom Oy/ Työnjohtaja

4.1.4 Kuormien purku, vastaanotto ja varastointi

Kuormien purusta, vastaanotosta ja varastoinnista laaditaan aina suunnitelma työ-
maalla.

Taulukko 2. Tässä taulukossa esitetään tämän työmaan kuormien purku, vastaanotto ja va-
rastointisuunnitelma

Purkamisvälineet:	V, S, SG, SP elementit suoraan kuormasta paikoil- leen asennusjärjestyksen mukaan.
Nostoapuvälineet, kuten esim. apupuomit jne	18t, 4haaraiset ketjut.
Vastaanottotarkastus Huom! Kun teräsrakenteiden valmistus ei ole tapahtunut ympäristömi- nisteriön hyväksymä n tarkastuslaitoksen valvonnas- sa, teräsrakenteiden vaatimus- tenmukaisuus osoitetaan ohjei- den B7 kohdan 11.3 mukaisesti ja tarkastusten dokumentit koo- taan laatupassiin. Ennen teräs- rakenteiden asennusta kokoon- panoista tulee olla käytettävissä ainakin seuraavat laadunvar- mistusdokumentit: • Selvitys valmistuksesta	Vastaanottotarkastuksen laajuus - Kuormien oikea tuloaika - Kuormien oikea sisältö - Kuljetusvauriot - Osien / elementtien puhtaus - Osien ja elementtien laatuvaatimukset täyttyvät silmämääräisesti tarkastellen Dokumentointi: - Rahtikirjat kuitataan, talletetaan - Merkintä reklamaatioista rahtikirjaan ja ilmoitus esim. s-postilla tavarantoimittajalle - Päiväkirjan pitäminen elementtiasennuksista

<p>vastaavan teräsraKEN- netyönjohtajan pätevyys- destä</p> <ul style="list-style-type: none"> • aineiden ja tarvikkeiden ainestodistukset tai varmennetut käyt- töselosteet • hitsaajien pätevyysto- distukset • hitsausohjeet (WPS) • hitsien tarkastuspöytä- kirjat • mittatarkastusten tulok- set • pinnoitteiden tarkastus- pöytäkirjat 	
<p>Varastointi: Varastointi- ja käsittelyohjei- den mukaisesti.</p>	<p>Terästuotteet, pilarielementit, hormielementit, par- vekkeet: Aluspuiden päälle maasta irti</p> <p>Seinäelementit: Suoraan asennukseen tai välivaras- toidaan elementtifakkiin ja varmistetaan että suo- jaukset ovat kunnossa.</p> <p>Välivarastoinnin aika pyritään pitämään mahdolti- simman lyhyenä.</p> <p>Muut: Pääsääntöisesti autosta suoraan paikalleen.</p> <p>HUOM! Jos elementeissä huokoisia eristeitä, Var- mistettava elementtien riittävä suojaus varastoinnin ajaksi!</p> <p>Ks. liite Työmaasuunnitelma, jossa on merkattu ajo- reitit, purkupaikat, Elementtifakkien paikat ja varas- tointipaikat.</p>
<p>Työmaavarastointiin käytettä- vien telineiden kestävyys</p> <ul style="list-style-type: none"> • kampapukit yms. 	<p>Elementtifakista tehdään pystytystarkastus, tarkas- tuksessa täytetään pöytäkirja. Elementtifakin kunto tarkistetaan viikoittaisen TR- mittauskierroksen yh- teydessä.</p>

4.1.5 Nostot ja siirrot

Nosto ja siirto suunnitelma on tärkeä suunnitella ennen työmaan aloittamista.

Taulukko 3. Tässä taulukossa esitetään kaluston nosto ja siirto suunnitelma

Nostokalusto:	Torninosturi, Tarvittaessa mobiilinosturi YONGMAO, 6-STT533, nostokaavio liitteessä
Nostoapuvälineet ja mahdolliset erityistoimenpiteet:	Pilarit (P): 2 – haaraiset ketjuraksit + pilareissa nostolenkit Seinäelementit (V, SG, SP, SN, K) ; 2 – haaraiset nostoraksit Hormielementit (F1-F16) ; 2 – haaraiset nostoraksit Lepotasolaatat ja parvekelaatat (L); 4 – haaraiset nostoraksit Porrassyöksyt (P); 2 – haaraiset nostoraksit Muut betonielementit ja tavarat kerroksiin; 4 – haaraiset nostoraksit
Henkilönostosuunnitelma: Nostokorit, koriautot, saksilavat yms. kalusto Telineet, riippukorit yms.	Alumiinitelineet pyörillä 1,35 x 1,78 m, korkeus 2,15 – 4 m Koukkupäiset alumiinitikkaat ainoastaan elementtifakilla elementin kiinnittämistä varten + alapalkki

4.1.6 Asennus / Asennusjärjestys

Rungon asennusjärjestys suunnitellaan yhdessä runkourakoitsijan kanssa. Yhteinen suunnittelu on tärkeä osa sitä, että kaikki osapuolet saadaan sitoutumaan tavoitteeseen ja mahdollisilta yllätyksiltä välttämään.

Taulukko 4. Taulukossa esitetään asiat, jotka käydään läpi aloituspalaverissa urakoitsijan kanssa.

Asennusjärjestys kerroksittain tai lohkoittain/linjoittain	Ennen rungon asennuksen aloittamista pidetään aloituspalaveri, jossa asennusurakoitsijan edustaja, rakennesuunnittelija ja pääurakoitsijan edustaja käyvät yhdessä läpi asennuksessa huomioitavat seikat. Asennuksessa noudatetaan standardien SFS EN 1090-2 lukujen 9.3.1. ja 9.3.2 vaatimukset sekä kantavan rungon teräs- ja liittorakenteiden ja betoni-elementtirakenteiden työselostusten ohjeita
--	--

<p>Asennusaikainen staabiilius:</p> <p>Asennuksen aikainen tuenta (Tarvittavat väliaikaistuennat/tarve eri elementtityypeistä ja tuentatapa</p>	<p>Asennusjärjestys: F lohko: Elementtijärjestys kerroksessa:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ulkoseinät (S, SG, SP, SN) 2. Väliseinät (V) -----holvin muottityöt alkaa----- 3. Hormielementit (F1-F16) 4. Pilarit (P) 5. Porrassyöksyt, porraslaatat (L, P006) -----holvin ap. rauditus valmis----- 6. Parvekepielet, parvekelaatat, -----valu----- <p>Parvekekaide-elementit kun koko kantava runko on valmis</p> <p>Asennusaikainen tuenta:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pilarit tuetaan tarvittaessa Pilarin pohjalevyn alusvalu suoritetaan ennen holvin valua (Lujuusvaatimus min. 60%) - Seinäelementit ja hormielementit tuetaan vinotuilla 2-3kpl/elementti (koon mukaan). Asennuksien jälkeen elementit sääsuojataan vettä vastaan muovilla, jos elementeissä on huokoisia eristeitä. - Vinotuet irrotetaan, kun holvivalu ja pystysaumot on saavuttanut 60% nimellislujudesta. - Parveke elementtien välisessä juotoksessa käytetään JB600 juotosbetonia - Parveke elementtien tukitornit Scandic-form-tuentasuunnitelman mukaan
<p>Lopullisen stabiiliuden ja elementtien kiinnityksen edellyttämät toimenpiteet</p>	<p>1-4krs Seinä ja pilarielementtien alapääät juotetaan juotosbetonilla painelaatikoon, jotta täytyminen varmistetaan ja pystysaumot valetaan C35/45, 8mm, S4</p> <p>4-14krs Seinät asennetaan "perskuralla" ja pystysaumot valetaan pumppaamalla Fescon K40 massalla</p> <p>Väliseinä/sisäkuori/ Pysty ja vaakasaumat valetaan huolellisesti sekä lopulliset kiinnitykset tehdään asennusdetaljien mukaisesti.</p> <p>Julkisivuelementtien kiinnitykset asennusdetaljien mukaisesti.</p> <p>Laatta/Parveke elementtien saumat raudoitetaan asennuspiirustusten mukaisesti ja valetaan huolellisesti JB600 juotossmassalla.</p> <p>Valujen jälkeen varmistetaan, että vedenpoistoreiät ovat auki.</p>



Kuva 5. Elementtiasennus käynnissä (Komminaho 25-09-2019)

4.1.7 Hitsaussuunnitelma

Tässä kohteessa on paljon hitsattavia osia ja siitä on laadittu hitsaussuunnitelma.

Taulukko 5. Tässä taulukossa esitetään asiat, mitä on sovittu hitsattavasti kohteista.

<p>Hitsausluokka C (SFS – EN- ISO 5817), ellei rakennepiirustuksissa muuten mainita.</p> <p>Tarkistetaan hitsaajien pätevyyksien voimassaolo.</p> <p>Esilämmitys tarvittaessa kosanilla n. 20 asteen lämpöiseksi, kosteus pois</p> <p>Hitsauksien tarkastus; SFS-EN 1090-2 kohdan mukaan</p> <p>Hitsauskoordinaattori on laatinut hitsausohjeen ja tarkasta hitsaukset, tj tarkastaa silmä määräisesti asennuksen jälkeen.</p> <p>Hitsattavat elementit vain F1 kerroksessa KE ja KEG elementit, ei kantavia hitsauksia 2-14krs</p>
--

4.1.8 Ruuvikiinnitykset ja -liitokset, pilarit

Kaikista liitoksista ja kiinnityksistä tehdään suunnitelmat ennen rakentamisen aloittamista.

Taulukko 6. Tässä taulukossa esitetään sovitut asiat kiinnityksistä ja liitoksista

Noudatettavat asiakirjat:	Ruuvikokoonpanojen tulee olla standardin EN 1090-2 luvun 8.5.1 taulukon 19-20 mukaan.
Ruuviliitosluokka/liitostyyppi	TR, tavallinen ruuviliitos
Työkalut	Sähköinen mutterinkiristäjä, momenttiavain
Tarkastus ja dokumentointi	Silmämääräinen tarkastus

4.1.9 Asennustoleranssit

Asennustoleranssit on tarkoin määritelty betonielementtiasennuksessa.

Taulukko 7. Tässä taulukossa on esitetty normit mitä noudatetaan asennuksessa ja mittauksessa

Noudatettavat standardit ja muut vaatimukset	Betonielementit: Suomen Betonitieto Betonielementtien toleranssit 2011; Normaaliluokka Muut:
Lähtöpisteet ja lähtökorot	Lähtöpisteiden mittaustulokset: Mittausurakoitsija: Maanmittauskallio Oy, Artturi Mäntylä Elementtien nurkkapisteet, lähtökorko ym.

4.1.10 Ympäristöasiat

Ympäristöasiat ovat tärkeä osa rakennushanketta. Kaikki jätteet lajitellaan ja huolehditaan, ettei rakennusaikana ympäristö sotkeennu. Urakoitsija sitoutuu noudattamaan myös näitä asioita.

Taulukko 8. Tässä taulukossa esitetään, mitä on sovittu ympäristöasioista.

Projektieritelmässä ja sopimuksessa esitetyt asiat <ul style="list-style-type: none"> • Jättemateriaalin lajittelu • ongelmajätteet 	Jättemateriaalin lajittelu pääurakoitsijan varaamille lavoille: Kiviaines, puutavara, metalli, betoni sekä ongelmajäte, kaikki erikseen.
---	--

4.1.11 Tarkastussuunnitelma / Tarkastukset

Työmaalla tehdään laadunvarmistusta tilaajan osalta. Myös urakoitsija on velvoitettu tekemään omaa laadunvarmistusta rakennusvaiheen aikana.

Taulukko 9. Tässä taulukossa esitetään asiat, mitä sisältyy tarkastussuunnitelmaan

Oman työn tarkastaminen Dokumentointivaatimukset	Jokainen asentaja suorittaa jatkuvaa oman työn päivittäistä tarkastusta. Tarkastus tapahtuu silmä määräisesti ja tarvittaessa mittalaitteita käyttäen.
Perustarkastus Aineiden, tarvikkeiden ja kokoonpanojenvastaanottotarkastus, ks. kohta 7 Perustusten tarkastus Korot Rakenteiden sijainti Hitsaus Ruuvi kiinnitykset ja -liitokset Työmaalla suoritettava pintakäsittely Palosuojaus Nostolaitteiden, henkilö nostimien ja telineiden tarkastukset	Perustusruuvien kierteet, puhtaus ja virheettömyys Perustusruuvien alamutterien korkeusasema Elementtien pohjien korkeusasema Pilarien asema ja suoruus Elementtien asema ja suoruus Tasojen korkeusasema Elementtien tukipinnat Hitsausolosuhteet: lämpötila, esilämmityksen tarve, kosteus, tuuli Hitsaajien pätevyudet Hitsausaineiden vaatimusten mukaisuus Pienahitsien a-mitan pistokoeluontoinen mittaus Ruuvitarvikkeiden ainestodistukset tai varmennetut käyttöselosteet Ruuvien, muttereiden ja aluslevyjen vaatimusten mukaisuus, lujuus ja pintakäsittely Ruuvien lukumäärän ja sijoituksen tarkastus Kiristysmomenttien ja lukitusten tarkastus pistokokein Pintojen puhtaus
Lisätarkastukset	
Viranomais tarkastukset ja tilaajan tarkastukset	Aloitustarkastus/palaveri Työmaakatselmuks Vastaanottotarkastus Takuutarkastus

Kokoonpanojen rakennuspaikkakohtaiset tarkastukset (erityismenettely)	Tehdään tarvittaessa erikseen
---	-------------------------------

4.1.12 Dokumentointi

Pääurakoitsija dokumentoi rakennushankkeen aikana paljon erilaista tietoa. Nämä toimenpiteet on laissa määrätty.

Taulukko 10. Tässä taulukossa on esitetty mitä asioita tulee dokumentoida.

Työmaapäiväkirja	Westpro cc Oy
Pätevyystodistukset	Westpro cc Oy
Kiinnitystarvikkeiden todistukset	Westpro cc Oy
Kokoonpanot	Vastaanottotarkastuspöytäkirjat ja rahti- ja kuormakirjat
Tulityökortit	Kopiot tulityökorteista ja työturvallisuuskorteista
Nostokalusto	Westpro cc Oy
Poikkeamat	Westpro cc Oy
Suunnitelmien muutokset	Westpro cc Oy
Muut	Asennussuunnitelma Tarkastuspöytäkirjat (mm. sijaintimittaukset, pilareiden suoruus), itselleluovutus.

4.1.13 Työturvallisuus

Työturvallisuus on tärkein asia työmaalla. Työturvallisuus on kaikkien asia ja siitä huolehditaan työmaalla kaikki yhdessä. Työturvallisuutta seurataan ja valvotaan koko rakennushankkeen ajan.

Taulukko 11. Tässä taulukossa esitetään, mitä asioita on sovittu työturvallisuudesta tässä kohteessa.

Työmaailmoitus työsuojeluviranomaisille	Ilmoittaja: Pääurakoitsija tapaturman/vahingon sattuessa aliurakoitsija ilmoittaa työmaan työsuojelupäällikölle, joka tekee ilmoituksen työsuojeluviranomaisille
Työsuojeluorganisaatio työmaalla	Runkourakoitsijan työsuojelusta: Petri Siivonen vastaava työnjohtaja: Tapio Kortetjärvi Runkourakoitsijan osallistuminen pääurakoitsijan

	<p>organisoimaan työsuojelutoimintaan työmaalla: kyllä</p> <p>Runkourakoitsija osallistuu työsuojelutarkastuksiin ja urakoitsijapalavereihin sekä erillisiin katselmuksiin pyydettyäessä: kyllä</p>
Työmaan työturvallisuusriskianalyysi	Suoritetaan pääurakoitsijan edustajan kanssa ennen töiden alkamista
<p>Putoamissuojaus</p> <p>Putoamissuojaukset</p> <p>Asennuksen aikana käytettävät työtasot, työvälineet, saksilavat, henkilönostokorit, työpukit, nousutiejärjestelyt, kerrosten putoamissuojaus ja tai rakennusaikaiset ja asennuksen myötä siirrettävät kaiteet, kattokaiteet ja katoille kulku ja /tai rakenteet, kiinnitystavat, erityistoimenpiteet, turvavaljaat ja niiden kiinnitys ja muut työntekijöiden henkilökohtaiset suojaimet</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Liitteenä putoamissuojaus suunnitelma ja periaate - Tasoille kaiteet ympäri + potkulaudat - Kaidetolppien kiinnitysvaraukset pääosin valmiina asennettuina - Pienet aukot peitetään vanerilevyllä, joka on tuettu ja estetty siirtymästä esim. alapuolisilla lankunpätkillä + merkataan maalilla - Isot aukot; kaiteet ympäri + potkulaudat - Henkilökohtaiset suojavälineet; huomiovärillä olevat suoja-puvut, kypärä, turvajalkineet, suojalasit, kuulosuojaimet sekä turvavaljaat aina kun putoamisvaara - Henkilönostokorissa käytetään turvavaljaita - Työskentely ylhäällä tapahtuu aina henkilönostimesta - Nostojen alla kulku kielletty
<p>Paloturvallisuus</p> <p>Työmaan tulityösuunnitelma</p> <p>Työntekijöiden tulityökortit</p> <p>Palovartiointi tulitöiden aikana</p> <p>Jälkivartiointi tulitöiden jälkeen</p> <p>Alkusammutuskalusto</p>	<p>Työmaan tulityösuunnitelman tekee pääurakoitsija</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pääurakoitsija antaa tulityöluvat - Jokaisella tulitöitä tekevällä työntekijällä on voimassa oleva tulityökortti - Palovartiointi aina tulitöiden aikana. - Palovartiointi tulitöiden jälkeen ja taukojen aikana määritellään tulityöluvassa. Min. 1h. - Alkusammutuskalusto määritellään tulityöluvassa
Perehdyttäminen	<p>Työmaan työnjohto perehdyttää kaikki aliurakoitsijan työntekijät.</p> <p>Työturvallisuuskortti, jokaisella työntekijällä on voimassa oleva turvallisuuskortti</p>

4.2 Betonointisuunnitelma

Betonointisuunnitelma ja talvibetonointisuunnitelma

(Tämä betonointisuunnitelma kattaa F-kellarin holvin tasosta ylöspäin elementtien saumaustyöt ja paikallavaluholvit 1-14 KRS)



Kuva 6. Holvinvalu käynnissä (Komminaho 02-10-2019)

4.2.1 Kohdetiedot

Rakennuskohde

- Helsingin Portus Optimus, F-talo, Työ 055-067 1-14krs
- Capellanranta 3, 00580 Helsinki

Työnjohto

- Vastaava mestari: Tapio Kortetjärvi., Westpro cc Oy
- Työnjohtaja: Joni Komminaho, Westpro cc Oy
- Työnjohtaja: Kristo Käär, Bemapro Oy
- Projektijohtaja/betonityönjohtaja: Juhani Romu, Bemapro Oy

(Poikkeuksellisen vaativa betonityönjohtaja CC3)

4.2.2 Urakoitsijat

- Rasicom Oy - Runko, elementtiasennus, paikallavaluholvit, pystysaumamat
- Toimitusjohtaja: Petri Siivonen
- Työnjohtaja: Kert Varatu

- Lattiavalut: Vaksmann Oy, Arkadi
- Raudoitteet: Celsa steelservice Oy, Antti Kotkavuori
- Putkiasennukset holviin: LVV - Putkiset, Esa Luhtanen

4.2.3 Suunnittelijat

- Vastaava rakennesuunnittelija: Jukka Ukko, Sitowise Oy

4.2.4 Betonin toimittaja

- Rudus Oy Ab. Roihupellon betoniasema

4.2.5 Kalusto

- Torninosturi: YONGMAO, 6-STT533
- Autonosturi: Mahdollisesti tarpeen mukaan
- Maksimi nostoteho: torninosturilla 8,5t, autonosturi tarpeen mukaan
- Betonipumppu: 32-56 m (Rudus Oy, Betomik Oy)

4.2.6 Betonointisuunnitelma

Suunnitelman laatija: Kristo Käär, Joni Komminaho, Juhani Romu

4.3 Muottityöt

4.3.1 Muotit ja niiden tukirakenteet

Työturvallisuudessa huomioitavaa:

- Riittävä muottien tuenta - tuentasuunnitelma Scandiform Oy
- Muottisuunnitelma ja laskelma kaluston toimittajalta
- Huomioitava tuuli muottien nostoissa
- Putoamissuojaukset, kaiteet elementti/muottityön edetessä portaittain, ennen kaiteita kulku asiattomilta estetty mellakka-aidoin tai puutavarasta rakennetuin aidoin.
- Valetulla holvilla muottiin tuetut kaiteet vaihdetaan pinta-asenteisiin kaiteisiin ennen holvimuotin purkua.
- Pidetään kulkureitit siisteinä, valaistus riittävänä
- Varmistetaan työtasojen riittävä kantavuus
- Ei muottien purkua ennen purkulupaa, nimellislujuudesta 60% = 27MPa, (C35/45).



Kuva 7. Holvin rakentaminen käynnissä (Komminaho 16-10-2019)

4.3.2 Tuentasuunnitelma

- Jälkituentasuunnitelman mukaan



Kuva 8. Jälkituentasuunnitelma

Holvien tuentakalustona terästolpat, joiden kiinnitys Scandic-form-suunnitelman mukaan. Holvien materiaalina käytetään koolauksena 24 -palkki ristikkopalkkia ja muottivanerina 18mm koivuvaneria.

4.3.3 Seinänostot ja pystysaumot

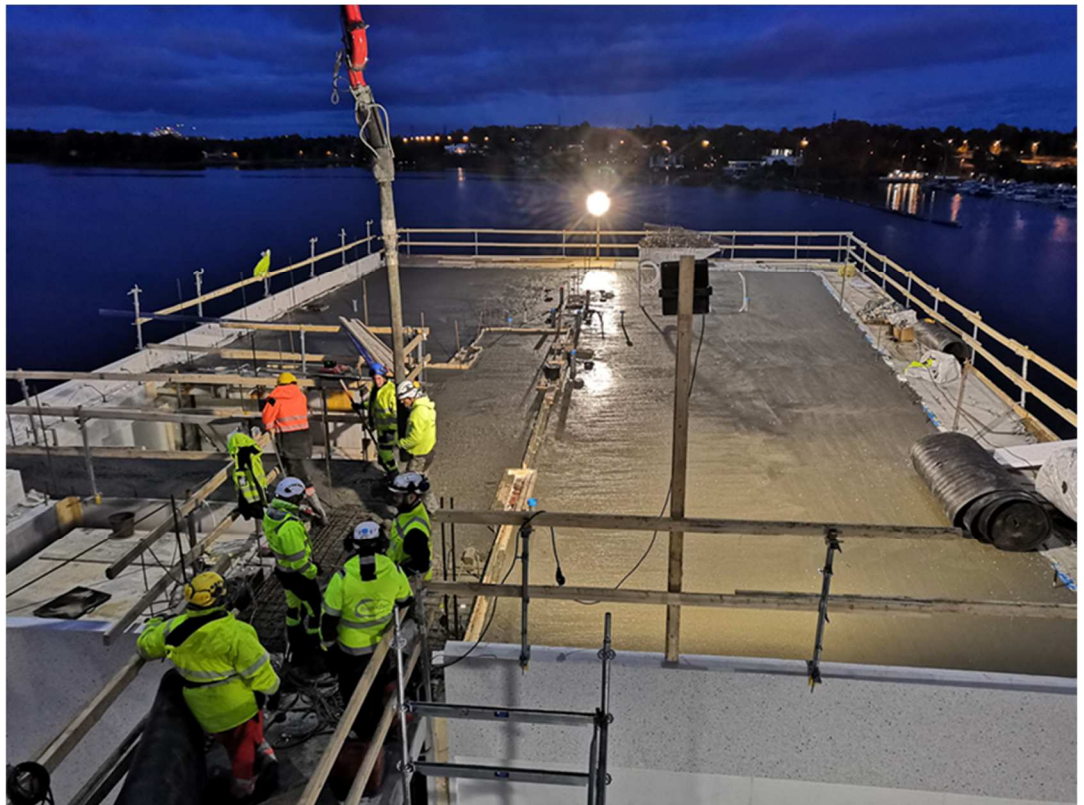
Seinänostoissa perinteinen kappaletavara laudoitus, 1250 x 2500 x 12 mm muottivaneri ja 50 x 100 puutavara. Sidonta irtotangoiin tai puutavaralla yläpäästä, riippuen noston korkeudesta.

Pystysaumojen muotit 48x148 puutavarasta. Huomioidaan varaukset ja läpimenot ennen tuplaamista ja raudoittamista. Muotit voidaan purkaa, kun vaadittu muotinpurkulujuus on saavutettu.

4.4 Betonointi

4.4.1 Työturvallisuudessa huomioitavaa

Käytetään koneita ja laitteita käyttöohjeen mukaan ja turvallisesti. Varmistetaan ennen betonoinnin aloitusta putoamissuojauksien kunnossa olo. Pidetään kulureitit siisteinä ja valaistus riittävänä. Huolehditaan suojarusteista (Suojalasit erityisesti.) Pumppuauton ja betonin kuljetusauton tilantarve huomioidaan jo ennen valua. Betonivalut suoritetaan iltaisin 16:00-24:00 tai aamuisin 4:00-8:00

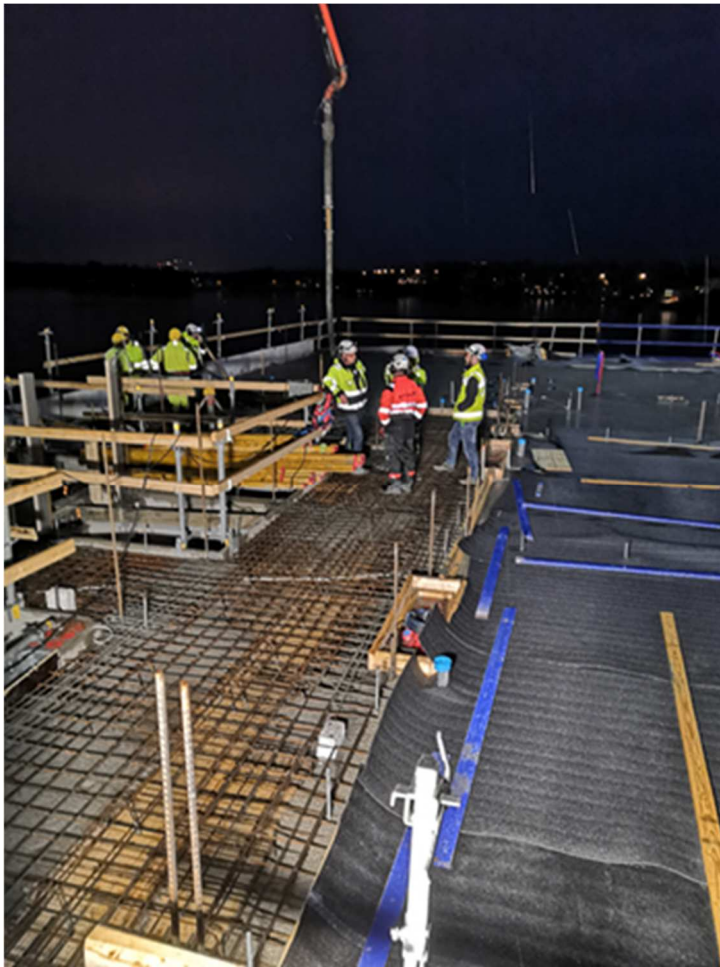


Kuva 9. Holvin valutyö käynnissä

4.4.2 Betonointityö

Betonin tilauksen suorittaa Kristo Käärä. Bemapro Oy valvoo valuja ja takaa betonityönjohtajan, jolla on poikkeuksellisen vaativan betonityönjohtajan pätevyys. Betonoinnin suorittaa valu-urakoitsija Vaksman Oy.

Betonin vaatimukset rakennepiirustusten mukaan: C35/45, XC1, 16 mm, SR-sementti, 100 v. Holvit ja pystysaumot (paitsi ulkoseinäelementit) 1-4krs betonoidaan käyttäen pumppuautoa. Ulkoseinäelementit valetaan pumppaamalla. Pystysaumot valetaan C35/45 betonilla S4, d8 mm. 5-14krs Fescon K45 pystysaumabetonilla ja pumppaamalla (pystysaumoissa vaadittu lujuus 1-8 krs K37) Betonoinnin nopeus 24 m³/h. Valu tiivistetään tärysauvalla 40-55 mm 3 kpl ja seinänostoihin tehdään korkeudesta, riippuen jälkitiivistys. Yläpinta hierretään suunnitelman mukaiseen korkoon. Betonoinnin työkuunta 1TJ + 4RAM + 1 yleismies tai nainen. Holvit B-luokan pintoja rakennetyypin mukaan, suoruus 2 m – 10 mm, 7 m – 14 mm. Valu suoritetaan rintaamalla edeten. Valu tiivistetään tärysauvalla ja linjataan suunnitelman mukaiseen korkoon. Tarvittaessa käytetään tärypalkkia. Kylpyhuoneiden kallistukset valetaan jälkivaluna, kun jälkituenta on poistettu. Jälkivaluun asennetaan lämmityskaapelit ja putket. Valun vahvuus on 50...70 mm. Huolehditaan riittävästä betonin jälkihoidosta vallitsevien ympäristö olosuhteiden mukaan. Holvin peitetään valuuun ja pinnan tekemisen jälkeen pakkamatolla.



Kuva 10. Holvin iltavalu käynnissä. Betoni suojataan heti pakkasmatoilla, kun pinta on liipattu

4.4.3 Betonimäärät

Lohko 1 – 46 m³ + pystysaummat 2 m³

Lohko 2 – 96 m³ + pystysaummat 5 m³

4.4.4 Kulkutiet

Kulku holville 1 ja 2 lohkon välissä olevalta telineeltä, telineurakoitsija RA-telineet. L-laatan asennuksen jälkeen tulee kulku lohkojen väliin. Kaiteet määräyksien mukaan.

4.5 Raudoitus

Pystysaumoissa raudoitus valmiiksi rakennepiirustusten mukaan. Huomioidaan raudoituksen välikevalinnassa suojaetäisyydet. 2xd16 tai 1xd20mm, jp 900mm asennusdetaljien mukaan. Raudoitustöissä käytetään Celsa Bamtech -järjestelmää (rullaraudoitteet). Asennus Celsan asennussuunnitelman mukaan (CE-merkityt tuotteet).

Holvin raudoitus tehdään rakennepiirustusten mukaan. Huomioidaan raudoituksen välikevalinnassa suojaetäisyydet, elementti asennusdetaljit ym. Kaikkien raudoitteiden tarkastus suoritetaan rakennesuunnittelijan/valvojan/tilaan työnjohdon puolesta ennen valua. Rakennesuunnittelija antaa valuluvan. Suojaetäisyys rakennesuunnitelman mukaan, yleensä 35 mm +-10 mm, holvin alapinnassa käytetään tankovälikkeitä ja yläpinnassa holvista kantavat A-pukit, muovitettu alaosat 40 mm.

4.6 Talvibetonointi

F-talon runkotyöt suoritetaan 4-14 kerroksen osalta kylmänä vuodenaikana, ulkolämpötilat laskee alle 5°C. 1.9.19-1.1.2020. Ennen kaikkien betonointien alkua betonoitavat

alueet varmistetaan, että ne ovat puhtaita lumesta, jäätystä ja roskista. Jos muoteista tai valua vasten olevista pinnoista löytyy lunta tai jäätä, ne poistetaan käyttämällä lämpösulatusta tai höyrysulatusta. Työmaalle tilataan höyrytyskontti. Holvin betonin lujuudenkehitys varmistetaan ennen betonointia asennettavilla lämpölangoilla Betoplus-ohjelmaa. Lämpölangojen sijoittelussa kiinnitetään erityisesti huomiota, kun valettava rakenne liittyy olemassa olevaan kylmään rakenteeseen, esim. jo valettu betoniseinä. Tarvittaessa kylmä rakenne esilämmitetään ennen betonoinnin aloittamista. Betonoinnin päätettyä seinänostot peitetään pakkasmatoilla tai pressuilla. Paikallavalu holvien betonin lujuudenkehitys varmistetaan holvin alla pidettävällä lämmityksellä sekä lämpölangoilla. Holvin alapuolisen lämmittämiseen käytetään maakaasua ja 2x130KW + 8x40KW puhaltimia, jotka saa virran kahdesta eri keskukselta. Kovetuskaapeleille on laadittu erikseen lämmityssuunnitelma.



Kuva 11. Holvin valu ja peittely käynnissä (Komminaho 19-09-2019)

Betonoinnin päätyttyä holvit peitetään pressuilla tai pakkasmatoilla/lämpömatoilla. Alla pidetään lämmitystä vähintään siihen saakka, kunnes purkulujuus on saavutettu. Holvi-valun jälkeen seuraavana päivänä alkaa elementtiasennus. Elementtien kantavuuden

saavuttamiseksi holvivalu aloitetaan siitä reunasta, josta alkaa seuraavana aamuna elementtiasennus ja tarvittaessa käytetään ensimmäisissä kuormissa rapid-sementtiä, kuumabetonia ja tuplapeittelyä. Betonin lujuudenkehitys varmistetaan loggerilla. Lämmönseurannan apuna käytetään Ruduksen BetoPlus-palvelua; lujuudenkehityksen arviointiin, seurantaan ja betonin suhteutuksen kehittämiseen. Betonin lämpötilan ero ei saa kasvaa rakenteessa yli 20°C. Betonipinnan suojataan jäätymiseltä, kunnes betonin jäätymislujuus on saavutettu (5Mpa)

4.7 Laadunvalvonta

Muottien tarkastus tarkastetaan verraten muottisuunnitelmaan ja tarkastuksesta tehdään pöytäkirja. Jokaisesta betonoinnista tehdään betonointipöytäkirja ja myös raudoitusten tarkistuksista laaditaan raudoituksen tarkastuspöytäkirja.

Lujuudenkehitystä seurataan lämpimään aikaan laskennallisesti verraten ulkolämpötilaan sekä kylmään aikaan betonin lämmönkehitys varmistetaan loggerilla, lämmönseurannan ja lujuudenkehityksen seurannan hoitaa runkotyönjohtaja.

Kaikista betoneista tehdään betoninormien BY65 edellyttämät laadunvalvonta- ja kelpoisuuskokeet. CC3 toteutusluokan rakenteista tehdään koekuutiot työmaalla erillisen näytteenotto- ja testaussuunnitelman mukaisesti. Lujuuden varmistamiseksi otetaan koekuutiot laadunvarmistussuunnitelman mukaan, 1 kpl/krs, kolmannelta kuormasta betoniasemalla.

4.8 Toimenpidesuunnitelma betonointitöiden keskeytymisen varalta

Laitevian sattuessa betonitehtaalla ajetaan betoni tällöin toiselta asemalta. Vara-asema on Viikki. Betonipumpun laitevian sattuessa hoidetaan betonin levitys torninosturilla nostoastia valuna, kunnes saadaan pumppu korjattua tai saadaan toinen pumppuauto työmaalle. Työmaalla on 1,5 m³ nostoastia. Työmaasähköjen pettäessä, työmaalla on

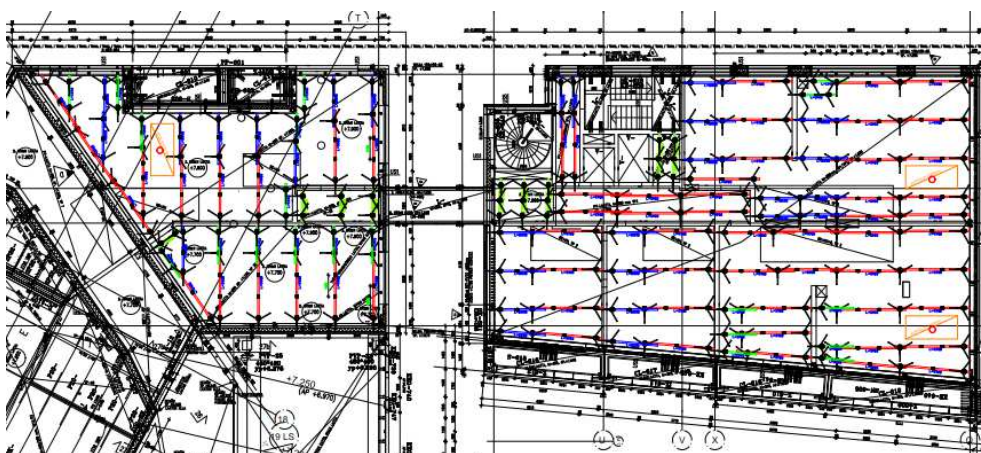
käytössä kaksi erillistä sähköliittymää, jotta tärysauvoihin ja valaistuksiin yms. saa riittävästi sähköä. Muiden laitteisto rikkoutumisien varalla pidetään työmaalla riittävästi varakalustoa (tärysauva, tasolaserit, yms.).

Noudatettavat asiakirjat: Paikallavalettujen betonirakenteiden työselostus 30.8.2016

5 Työn suunnittelu

5.1 Erityövaiheiden yhteen sovittaminen

Holvin muottityö on tärkeä suunnitella etukäteen huolella. Oikea asennusjärjestys mahdollistaa tehokkaan työvaiheiden tahdistamisen. Holvikaluston nostot tulee suunnitella etukäteen. Nostot tehdä mieluiten päivää ennen kuin varsinainen työ alkaa. Tällöin holviporukka pääsee heti aamusta aloittamaan holvin rakentamisen, kun elementti-asennus on käynnissä samaan aikaan. Holvikalustoa nostetaan sovitusti elementti-asennuksen yhteydessä sitä mukaan, kun valmiita ”ruutuja” saadaan valmiiksi. Kun ruutuja saadaan valmiiksi, pääsee mittamies tekemään omia mittaustöitään. Heti kun holvia on saatu valmiiksi hyvän matkaa ja mittamies on saanut merkkinsä, aloitetaan raudoittaminen. Raudoittaminen voidaan aloittaa hyvissä ajoin jopa ennen kuin koko holvi on valmis. Tämä mahdollistaa sen, että tekniikkaa päästään asentamaan heti kun pohjaverkko on saatu paikoilleen, kuten viemäreitä ja sähköjä.



Kuva 12. 2-5 krs. muottisuunnitelma

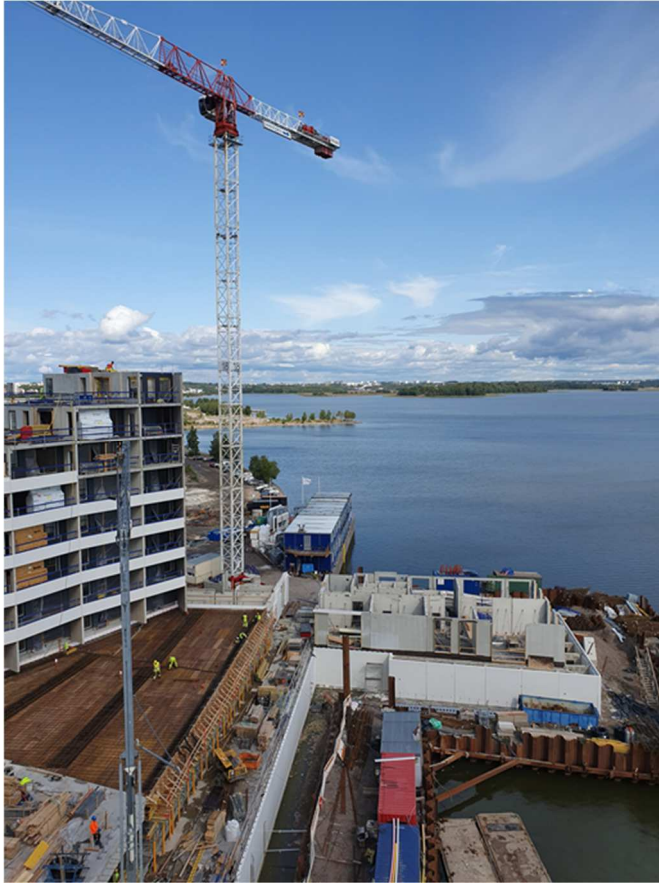


Kuva 13. 5. krs holvin muuttityö alkanut (Komminaho 16-10-2019)

6 Aikataulun suunnittelu

6.1 Aloitus

Runkotyöt olivat myöhässä 2 kuukautta siinä kohtaa, kun aloitimme tämän projektin. Kellarikerros oli lähes valmis, kun otimme homman haltuun uudella porukalla. Tässä kohtaa saimme tiedon, että runko pitäisi saada vuoden loppuun mennessä valmiiksi. Ja meiltä kysyttiin, onko tämä mahdollista? Aloimme tutkia asiaa ja miettimään mitä se käytännössä tarkoittaa.

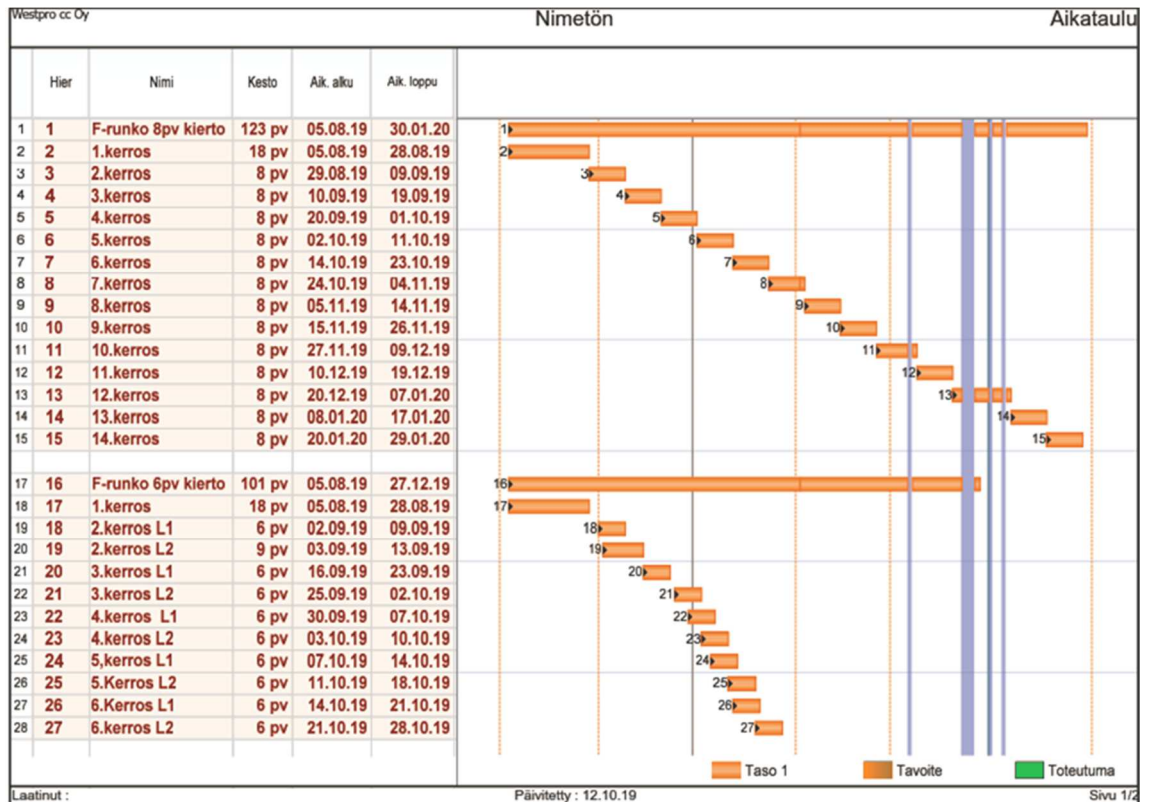


Kuva 14. Ensimmäisen kerroksen elementtiasennus käynnissä (Komminaho 15-08-2019)

6.2 Suunnittelu

Suunnittelussa on käytetty Tocoman aikatauluohjelmaa ja Excel-taulukko ohjelmaa. Ensimmäisenä täytyi lähteä suunnittelemaan moneenko päivään kerros pitää saada valmiiksi. Tämän jälkeen rupesi hahmottumaan montako päivää jää jokaiselle työvaiheelle kuten elementtiasennukselle, holvimuotin rakennukselle, raudoitukselle ja tekniikan asennukselle jne. Tässä kohtaa piti ottaa myös huomioon jo tuleva talvi, koska syksy oli jo alkanut. Oli heti tiedossa, ettei normaali työaika riitä, koska työtä oli valtavasti tehtävänä. Seuraavana oli aika pilkkoa kaikki työvaiheet järjestykseen ja antaa niille työajat; mitä kukin työvaihe saa kestää ja mitä pitää olla valmiina, että seuraava työvaihe voi alkaa. Oli saatu ensimmäinen aikatauluvedos valmiiksi urakoitsijalle esitettäväksi. Runkourakoitsija pyydettiin ensimmäiseen aikataulupalaveriin. Urakoitsijalle esitettiin kuudenpäivän runko aikataulu ja pyysimme mielipidettä asiaan. Olisiko jotain

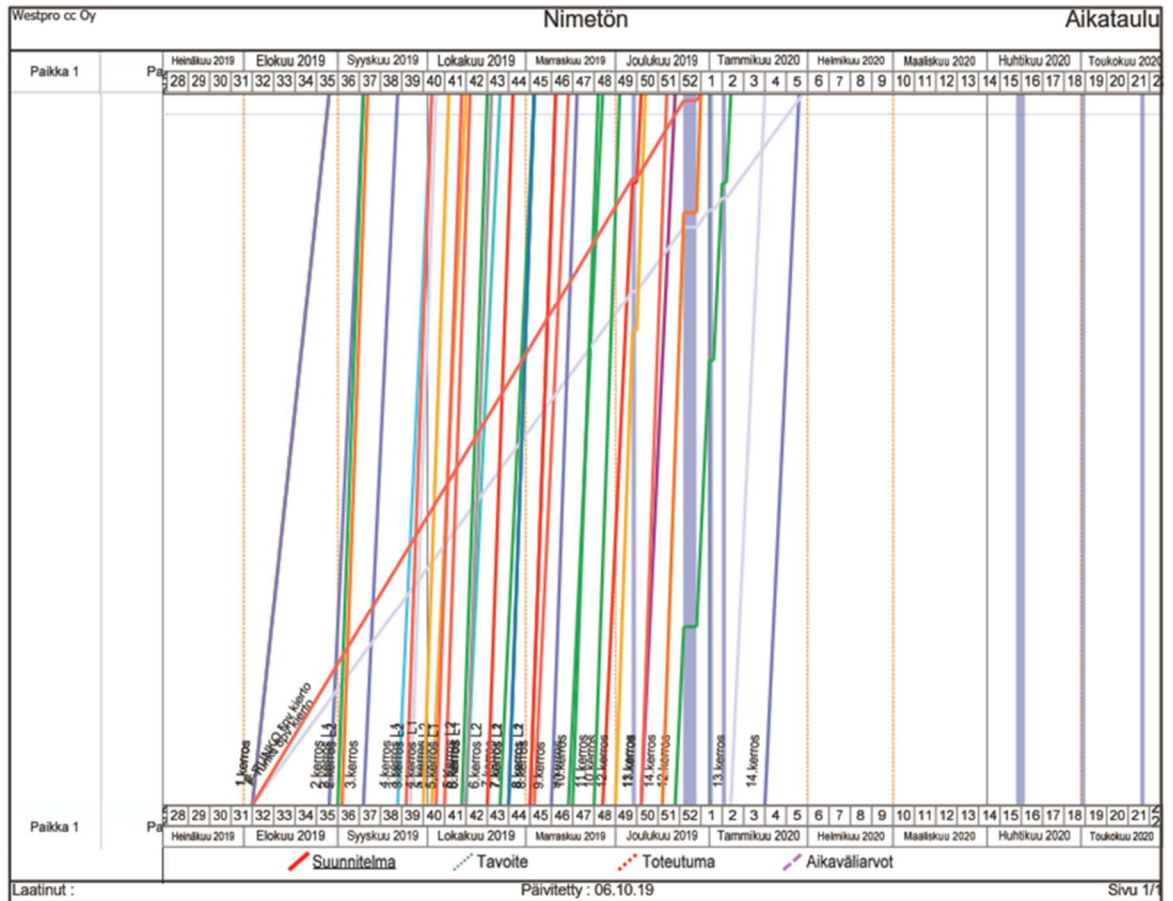
parannettavaa, jotta runko saataisiin tehtyä aikataulussa? Tässä kohtaa urakoitsija vain naurahti ja sanoi, että tämä olisi mahdotonta toteuttaa. Oli tiedossa, ettei tämä helppoa tule olemaan, mutta päätimme lähteä tällä eteenpäin.



Kuva 15. Aikatauluvertailu 8 vs. 6 päivää (Komminaho 09-09-2019)



Kuva 16. Runkoaikataulun kiristäminen kahdeksasta päivästä kuuteen päivään. (Komminaho 09-09-2019)



Kuva 17. Runkotyön aikataulu paikka-aikakaaviona. (Komminaho 09-09-2019)

6.3 Aikataulun seuranta ja haasteet

Ensimmäisessä aikataulupalaverissa päätettiin, että pidetään aikatauluseurantapalaveria viikon tai kahden välein, tarpeen mukaan. Tässä kohtaa ensimmäinen seuranta-palaveri sovittiin kahden viikon päähän. Työt laitettiin käyntiin ja elementti toimittajalle annettiin aikataulu minkä mukaan elementtikiviä tulee työmaalle ja asennus tapahtuu suoraan autosta. Työmaalla oli entuudestaan yksi elementtivakki, joka oli kiviä täynnä. Nämä kivet saatiin heti asennukseen ja elementtivakki jätettiin työmaalle ”pahan päivän” varalle. Jos elementti asennukseen tulisi jokin häiriö, tuulipäivä, nosturi menisi rikki tai muuta vastaavaa saataisiin kivet varastoitua tähän elementtivakkiin. Isoimpana haasteena näimme kumminkin urakoitsijan, koska he eivät uskoneet aikatauluun. Ura-

koitsija oli saatava sitoutumaan aikataulussa pysymiseen, joka tarkoitti sitä, että päivät pitenisivät ja viikonloppu töihin on varauduttava, vaikka se ei ollut lähtö kohta.

7 Suunnitelmien toteutuminen

7.1 Suunnitelmien pohja

Suunnitelmien toteutumisen varmistamiseksi on käytetty Last Planner - tuotannonohjausmenetelmää. Tarkempi viikko suunnitelma on tehty Tocoman aikatauluohjelmalla tai Excel-työkalulla. Työvaiheet on pilkottu viikkoaikatauluun oikeaan työjärjestykseen ja sen avulla työt on helppo saattaa loppuun aikataulussa.

Last Planner tuotannon johtamiseen												Rakennus	BLO
Westpro / Portus KOEKÄYTTÖ 31.12.2019 asti												Kopioi ja liitä aikatauluriville tämän rivin lappuja-->	
Välitavoitteet										E vesikatot valmiit	E tuipaus valmiit	F Huoneet valmiit	
	Viikko ja pvm												
Osakohde	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
	30.9.	7.10.	14.10.	21.10.	28.10.	4.11.	11.11.	18.11.	25.11.	2.12.	9.12.	16.12.	23.12.
F vesikattot												Takat ja hommit	Runko
F14										Takat ja hommit	Runko		
F13									Takat ja hommit	Runko			
F12								Takat ja hommit	Runko			Vesikatto/eräosot	
F11								Takat ja hommit	Runko			Vesikatto/eräosot	Huopa
F10								Runko				Vesikatto/eräosot	Huopa
F9													
F8													Profiin
F7												Profiin	Etuputsi
F6			Tukitorni	Runko						Profiin	Etuputsi	IV-kanavat	
F5		Tukitorni	Runko						Profiin	Etuputsi	IV-kanavat	Puolitus	
F4								Profiin	Etuputsi	IV-kanavat	Puolitus	VS+alakat	VS+alakat
F3							Profiin	Etuputsi	IV-kanavat	Puolitus	VS+alakat	VS+alakat	KPH
F2					Profiin/Suuren	Etuputsi	IV-kanavat	Puolitus	VS+alakat	VS+alakat	KPH	Tuipaus	
F1					Profiin/Suuren	Etuputsi	IV-kanavat	Puolitus	VS+alakat	VS+alakat	KPH	Tuipaus	
F kellarit				Lämmönvaihtin	Lämmönvaihtin	Etuputsi	Kellarin seinä	Kellarin seinä	Kellarin seinä				

Kuva 18. F-rapun runkoaikataulu (Komminaho 10-10-2019)

7.2 Runkotyön eteneminen

Heti runkotyön aloitus vaiheessa runko jaettiin kahteen lohkoon. A ja B -lohkoon. A-lohko on pienempi lohko kuin B-lohko. 7. kerroksen kohdalla A-lohko on yhtä iso kuin B-lohko, kun talo yhdistyy. Tämä tehtiin sen vuoksi, että työvaiheet saadaan porrastettua mahdollisimman tehokkaaksi. Toinen tärkeä juttu oli, että valut suoritetaan illalla; ettei valutyön vuoksi muu rakentaminen pysähtyisi. Nyt kun talo jaettiin kahteen lohkoon, on toisella loholla aina mahdollista tehdä elementtiasennusta ja holvimuotti töitä, kun toista lohkoa viimeistellään valu kuntoon.

Taloa lähdettiin nostamaan A-lohko edellä. Kaksi ensimmäistä kerrosta meni kunnes runkourakoitsija huomasi, että tähän toimii. Päivät olivat pitkiä ja koko ajan oli kiire. Urakoitsijalla oman työn suunnittelu oli heikkoa ja tämä jatkuva kiire johtui varmasti suurimmaksi osaksi siitä. Kahden ensimmäisen kerroksen jälkeen runkoryhmä löysi oman rytmin ja homma rupesi onnistumaan koko ajan paremmin. Jokainen holvi on saatu valettua tähän mennessä aikataulun mukaan, vaikka matkalla on ollut paljon haasteita. Osa holvivaluista on jouduttu valamaan myöhään illalla, jotta aikataulussa pysyttäisiin.

Neljännän kerroksen kohdalla nosturi päätettiin siirtää kahteen vuoroon. Ensimmäinen kuski ajaa tauotta klo 06-13 ja toinen kuski jatkaa klo 13-20. Tämä järjestely tehtiin sen vuoksi, ettei yksi kuski jaksa ajaa koko ajan yksin 12-14h päiviä. Työturvallisuus riski kasvaa, kun kuski väsyä. Toinen juttu oli, että runkoryhmä pystyy porrastamaan omia työvuorojaan. Kolmantena hyötynä tämän järjestelyn vuoksi myös lounas aikana 11.00-11.30 nosturi oli käytettävissä. Kun runkoryhmä meni syömään, saatiin nosturia käyttää sen aikaa kaikkeen muuhun mitä piti myös hoitaa.



Kuva 19. Rungossa 6.kerrosta valmiina.

Neljännän kerroksen kohdalla täytyi myös aloittaa 20-metrinen tukitornien rakentaminen, kun talo yhdistyy seitsemännessä kerroksessa. Tähän tukitornin rakentamiseen käytetään Perin muottijärjestelmää (Peri up) ja tämän rakentamiseen otettiin ihan oma urakoitsija, koska runkourakoitsijalla ei olisi riittänyt resurssit tähän. Tukitornin rakentamisessa on omat haasteensa. Pohja, josta tukitornia lähdetään rakentamaan, on monessa eri korossa ja osassa vielä kallistuksia. Toisena isona haasteena on kaluston määrä. Kalustoa tuli kaksi täysperävaunulista rekkaa. Tämä kalusto vei kaiken tilan tontilta ja kalusto jäi sen verran kauas, että kaluston haalaamiseen menee paljon aikaa ja voimia.



Kuva 20. Tukitornien rakentamisen ensimmäinen vaihe

Ensimmäinen tukitorneista saatiin nostettua ylös ja toisen rakentaminen saatiin käyntiin. Tässä kohtaa runkourakoitsija pääsi aloittamaan holvinrakentamisen kahden lohkon väliin. Pian kumminkin huomattiin, ettei kaikki ole kohdallaan. Oli tapahtunut suunnitteluvirhe. Tukitornin viimeiset osat eivät sopineet keskenään. Tilanne alkoi näyttämään pahalta. Tässä kohtaa oli päätettävä mitä tehdään. Ensimmäisenä tietenkin ilmoitus Perille ja reklamaatio perään. Tukitornista piti saada uudet suunnitelmat ja uudet osat työmaalle. Tässä kohtaa tajusimme, että tämä kestää päiviä ja päätimme laittaa työjärjestyksen uusiksi. Meidän oli pakko jättää pienemmän lohkon työt seis ja jatkaa isomman rakentamista. Tämä tarkoitti lisätöitä tietenkin. Joudutaan tekemään työsauma tähän kohtaan, mistä talo yhdistyisi. Runkokiertoa kiristettiin myös viiteen päivään, kun nyt tehdään vain yhtä lohkoa.

Työjärjestys muuttui nyt siihen, että runko etenee B-lohko edellä ja A-lohkoa tehdään perässä heti, kun tukitorni saadaan valmiiksi. Tavoitteena on edelleen saada runko pystyyn vuoden loppuun mennessä. Ja meillä on kaikki mahdollisuudet siihen.

8 Yhteenveto

Tärkein saavutus tässä projektissa oli saada urakoitsija uskomaan itseensä ja aikatauluun. Tämä oli ratkaisevin asia heti alku metreillä. Tämän projektin aikana tuli paljon lisää haasteista, kuten elementtirekan törmääminen siltaan, joka aiheutti neljän elementin rikkoontumisen. Tukitornin suunnitteluvirhe toi omat haasteet aikatauluun, mutta tästäkin selvittiin. Pitkät työvuorot saatiin toimimaan myös, kun työvuoroja porrastettiin kahteen vuoroon. Myös torninosturiin hommattiin toinen kuski, jotta nosturi saatiin kahteen vuoroon. Tärkeänä osana tähän kaikkeen oli myös koko ajan paraneva ryhmähenki. Jokainen oli valmis laittamaan itsensä likoon ja tekemään parhaansa, että onnistuisimme yhdessä.

Projekti on vielä tässä vaiheessa kesken, mutta kaikki askelmerkit viittaa siihen, että pääsemme tavoitteeseen.

Lähteet

Last Planner -Opas suunnittelun ja tuotannon johtamiseen, Mittaviiva Oy, Kirjapaino:
Premedia Helsinki Oy, Helsinki 2019

Ratu suunnitteluohje S-1228

RunkoRYL 2010. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talonrakennuksen runko-
työt

