

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma

Rakennusmestari AMK

2020

Jesse Ojala

# BETONIRUNKOTYÖN TUOTANNONSUUNNITTELU

Jesse Ojala

# BETONIRUNKOTYÖN TUOTANNONSUUNNITTELU

Opinnäytetyössä tarkastellaan paikallavalurunkoisen betonirunkotyön tuotannonsuunnittelua. Opinnäytetyö koostuu tärkeimmistä rakennustyömaalla, ja erityisesti betonirunkovaiheessa, tapahtuvista tuotannonsuunnittelun tehtävistä, jotka ovat tehtäväsuunnittelu, työturvallisuus, työmaasuunnittelu, ajallinen suunnittelu, kustannushallinta, laadunvarmistus sekä hankinta ja logistiikka.

Tavoitteiksi opinnäytetyössä on asetettu rakennushankkeen runkovaiheen tuotannonsuunnittelun omaksuminen sekä oman osaamistason esittäminen runkotyönjohtajana toimimiseksi.

Opinnäytetyössä on käytetty rakennustiedon kirjallisuutta sekä ohjeita tuotannonsuunnitteluun. Opinnäytetyössä on tarkasteltu teorian käyttämistä ja soveltamista rakennushankkeen betonirunkotyön tuotannonsuunnittelussa. Opinnäytetyössä on laadittu suunnitelmia käytettäväksi ja hyödynnettäväksi betonirunkotyön tuotannonsuunnitteluun. Opinnäytetyössä hyödynnetään omaa työkokemusta ja omia suunnitelmia.

Opinnäytetyö on laadittu Peab Oy:n työmaalla työnjohtoharjoittelun aikana talvella 2019/2020. Opinnäytetyön kohteen runkovaihe toteutui suunnitellusti ja turvallisesti, riittävän tuotannonsuunnittelun, onnistuneen toteutuksen sekä oikeiden työmenetelmävalintojen ansiosta. Onnistuneesti ja turvallisesti toteutetun betonirunkovaiheen jälkeen pystyttiin aloittamaan kohteen vesikattotyöt ja sisävalmistusvaihe suunnitellusti.

Tärkeimpiä havaintoja oppimiseen oli riittävä tuotannonsuunnittelu, häiriöiden arviointi ja kokeneempien työjohtajien sekä työntekijöiden neuvojen kuunteleminen. On myös tärkeää keskustella betonirunkotyötä suorittavan aliurakoitsijan kanssa ennen työn aloitusta ja jatkuvasti betonirunkotyön edetessä.

## ASIASANAT:

betonirakenteet, tuotannonsuunnittelu, laadunvarmistus, työturvallisuus

BACHELOR'S / MASTER'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree programme in Construction Management

2020 | number of pages 40, number of pages in appendices 12

Jesse Ojala

# CONCRETE FRAMEWORK PRODUCTION PLANNING

The thesis examines the production design of concrete frame. The thesis consists of the most important production planning tasks at the construction site, and especially at the concrete frame stage, which are task planning, safety, site design, time planning, cost management, quality assurance and sourcing and logistics.

The aims of the thesis were to adopt the production design of the concrete frame phase of the construction project and to present the personal level of competence to act as a frame work manager in the future. In addition, the aim of the thesis was to provide a beginning site manager an idea of the production planning of concrete frame work.

This thesis uses literature on the construction industry as well as instructions for production planning. The thesis examines the application of theory in the production design of concrete frame work in a construction project. In this thesis, production plans were prepared for the use in the production planning of concrete frame work. The thesis contains also personal experiences and plans.

The thesis was conducted on Peab Oy's construction site during management training in winter 2019/2020. The concrete framework stage of the project was completed in a planned and safe manner, due to sufficient production planning, successful implementation and correct working method choices. After a successful and safe implementation of the concrete frame stage, the site's roofing and other work was started as planned.

I found the most important learning skills to be sufficient production planning and understanding its significance, evaluating disruptions and listening to the advice of more experienced supervisors and employees. It is also important to discuss with the concrete frame contractor before starting work and continuously as the concrete frame work progresses.

## KEYWORDS:

concrete structures, production desing, quality assurance, safety

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>6</b>
<b>2 BETONIRUNKOTYÖN TUOTANTOSUUNNITTELU TEORIA</b>	<b>8</b>
2.1 Tehtäväsuunnittelun tärkeys ja sen hyödyt	8
2.2 Työturvallisuus	9
2.2.1 Työsuojelu ja työmaan yleinen turvallisuus	9
2.2.2 Työturvallisuus betonirunkotyössä	10
2.2.3 Henkilökohtaiset suojaimet	12
2.2.4 TR-mittaus	13
2.2.5 Rakentamisen työturvallisuus ja velvollisuudet	13
2.3 Työmaasuunnittelu	14
2.3.1 Työmaasuunnitelmat ja työturvallisuussuunnitelmat	14
2.3.2 Aluesuunnitelma	15
2.4 Ajallinen suunnittelu ja valvonta	16
2.4.1 Aikataulusuunnittelun vaiheet	16
2.4.2 Yleiset aikataulutyytit betonirunkotyössä	17
2.4.3 Ajallinen valvonta ja ohjaus	18
2.5 Kustannuksien seuranta ja laskenta	18
2.6 Laadunvarmistus	19
2.6.1 Työmaan laadunvarmistusmatriisi	20
2.6.2 Laadunvarmistusdokumentointi ja -toimenpiteet	20
2.6.3 Laadunvarmistus ja -ohjaus	21
2.7 Hankinta ja logistiikka	21
2.7.1 Hankintasuunnitelma	22
2.7.2 Logistiikkasuunnittelu	22
<b>3 TEORIAN SOVELTAMINEN RAKENNUSTYÖMAALLA</b>	<b>24</b>
3.1 Tehtäväsuunnittelu	24
3.2 Työturvallisuus	25
3.3 Työmaasuunnittelu	26
3.4 Ajallinen suunnittelu, valvonta ja muotikierto	28
3.5 Kustannussuunnittelu ja valvonta	31
3.6 Laadunvarmistus	32

3.7 Hankinta ja logistiikka	34
<b>4 OMA OSAAMISTASO JA KEHITTÄMISTARVE</b>	<b>36</b>
4.1 Tehtäväsuunnittelu	36
4.2 Työturvallisuus rakennushankkeessa	36
4.3 Työmaasuunnittelu	36
4.4 Ajallinen suunnittelu ja valvonta	37
4.5 Kustannushallinta	37
4.6 Laadunvarmistus	38
4.7 Hankinta ja logistiikka	38
<b>5 LOPUKSI</b>	<b>39</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>40</b>

## LIITTEET

- Liite 1. Tehtäväsuunnitelma.
- Liite 2. Putoamissuojaussuunnitelma 2.– 6. krs.
- Liite 3. TR-mittaustulos ja havaintomerkintäesimerkki.
- Liite 4. Seinämuottijärjestys 3.– 6. krs.
- Liite 5. PV-seinät osakohdetarkastus.
- Liite 6. Betonointipöytäkirja.
- Liite 7. Betoninlämpötila- ja lujuudenkehityslaskuri.

## KUVAT

Kuva 1. Havainnekuva As. Oy Kurjenlinnan Portista ja As. Oy Kurjenlinnan Pihasta.	7
Kuva 2. Työmaa järjestyksessä ja putoamissuojaukset kunnossa.	12
Kuva 3. Aluesuunnitelma.	28
Kuva 4. Rakentamisvaihe aikataulua.	29
Kuva 5. As. Oy Kurjenlinnan Pihan elementtiasennusjärjestys 2.– 6 krs.	30

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä on käytetty portfoliomallia. Opinnäytetyössä tarkastellaan rakennustyömaalla tapahtuvaa betonirunkotyön tuotannonsuunnittelua, ja opinnäytetyön tavoitteiksi on asetettu betonirunkotyön tuotannonsuunnittelun omaksuminen sekä oman osaamistason esittäminen runkotyönjohtajana toimimisen mahdollistamiseksi. Lisäksi tavoitteena on antaa rakennusosalalla aloittelevalle käsitys tuotannonsuunnittelusta. Opinnäytetyön tavoitteisiin pääsemiseksi opinnäytetyössä keskitytään betonirunkotyön tuotannonsuunnittelun tärkeimpiin tehtäviin.

Opinnäytetyön kohteena on käytetty Turun Kurjenmäessä sijaitsevaa As. Oy Kurjenlinnan Pihan työmaata. Opinnäytetyö on laadittu As. Oy Kurjenlinnan Pihan uudiskerrostalotyömaalla kohteen runkovaiheen aikana. Opinnäytetyön aikana toimin työnjohtoharjoittelijana runkovaiheessa. Kohteessa oli samanaikaisesti käynnissä toinen Peab Oy:n kerrostalo As. Oy Kurjenlinnan Portti, joka on rajattu pois tästä työstä. Pois luettuna kerrostalojen rajauksesta on työmaa-alueen yhteinen logistiikka ja työmaan perustoiminnot. Työssä käsitellään As. Oy Kurjenlinnan Pihan betonirunkotyön paikallavalettavia osia eli pysty- ja vaakavaluja sekä elementtiasennusta. Opinnäytetyön kohteessa erityispiirre oli kohteen logistinen vaikeus. Kurjenmäen-alueella sijaitsi muitakin rakennustyömaita lähi-alueella, ja tämän lisäksi haasteita aiheutti kohteessa ollut vähäinen varastointitila.

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Peab Oy. Opinnäytetyön kohde As. Oy Kurjenlinnan Piha oli Peab Oy:n omaa rakennustuotantoa, jossa rakennuttajana sekä pääurakoitsijana toimi Peab Oy. Rakennuskohde oli 6-kerroksinen paikallavalurunkoinen asuinkerrostalo yhteisellä isolla parkkihallilla viereisen Kurjenlinnan Portin kerrostalon kanssa. 1. kerroksessa sijaitsivat tekniset tilat ja irtaimistovarastot. Rakennuksessa paikallavalurungon mukaisesti huoneistojen väliset seinät ja kerroksien holvit ovat paikallavalettuja betonisia rakenteita. Rakennuksen ulkoseinät ja porrashuoneiden seinät olivat betonielementtejä. As. Oy Kurjenlinnan Pihan kohteessa kokonaispinta-ala on 3 108 br-m<sup>2</sup> ja asuntoja on 50 kappaletta, jotka ovat 26–60 m<sup>2</sup>:n kokoisia. Kohteen on määrä valmistua joulukuussa 2020. (Kuva 1).



Kuva 1. Havainnekuva As. Oy Kurjenlinnan Portista ja As. Oy Kurjenlinnan Pihasta (Peab Oy 2019).

## 2 BETONIRUNKOTYÖN TUOTANTOSUUNNITTELU

### TEORIA

#### 2.1 Tehtäväsuunnittelun tärkeys ja sen hyödyt

Tehtäväsuunnittelu on tuotannonsuunnittelun tehtävä, joka kohdistetaan yhteen työkonaisuuteen. Tehtäväsuunnittelulla suunniteltaviksi valitaan työmaan kunkin rakennusvaiheen keskeiset tehtävät, esimerkiksi betonirunkotyö, joka on ajallisesti kriittinen, taloudellisesti merkittävä ja työntekijöille virihealtis työvaihe. Tehtäväsuunnitelma voidaan laatia yhdestä tehtävänimikkeestä tai niiden osista, kuten paikallavalurunkotyössä muotityöstä, raudoituksesta, betonoinnista tai elementtiasennuksesta. (Ratu S-1228, 2010, 1–6.)

Tehtävän suunnittelulla on tarkoitus tuotannonsuunnittelun ohella vastata yrityksen ulko- ja sisäpuolelta tuleviin vaatimuksiin sekä selventää työtä valvoville ja suorittaville, työtehtävän sisältö ja menettelytapa sekä se, kuinka tehtävän päämäärä saavutetaan. (Ratu KI-0625, 2013, 21.)

Lähtötiedot tehtäväsuunnitteluun ovat tehtävää koskevat hankekohtaiset ja yleiset asiakirjat. Näitä asiakirjoja ovat urakkasopimusasiakirjat, työmaan laatusuunnitelma, rakennuslupa, työselostus, piirustukset, turvallisuus- ja aluesuunnitelmat, tavoitearvio ja yleisaikataulu. (Ratu S-1228, 2010, 7.)

Työn riskejä voidaan ehkäistä ja huomata tehtäväsuunnittelulla. Arviointi tapahtuu tehtäväkohtaisesti ja suunnitellaan etukäteen. Samalla pystytään tuottamaan ohjeet työtehtävän valvontaan ja laatuvaatimuksien tavoittamiseen, jolloin muun muassa laatu- ja ajallisen suunnittelun poikkeamat huomataan ja häiriöiden ennaltaehkäisemiseen voidaan puuttua hyvissä ajoin. (Ratu S-1228, 2010, 2.)

Työmaanjohtajalle on tärkeää, että tehtäväsuunnittelu tarkoittaa valmistavat tuotantosunnitelmat sille halutulle tasolle, että ne antavat oikeat työkalut työnjohtajalle koko prosessin johtamiseen ja seurantaan. (Ratu KI 6028, 2016, 8.)



Myös viranomaisten asettamiin määräyksiin pystytään vastaamaan tehtäväsuunnitella. Viranomaismääräykset edellyttävät toimenpiteiden tekemistä, jotka ovat katselmukset, ilmoitukset, työmaasuunnitelmat, tarkastukset ja työturvallisuusseuranta, pätevyysien seuranta ja lupakirjojat sekä muu organisointi. (Ratu S-1228, 2010, 3.)

Tehtäväsuunnittelua voidaan käyttää apuna, kun se laaditaan ennen työnaloitusta tai aliurakointien ja työkauppojen tekemistä. Runkourakkan tehtäväsuunnitelmaa on mahdollista käyttää tarjouspyyntöjen ja aliurakkasopimuksen lähtötietona. Tehtäväsuunnitelman avulla voidaan ohjata suunnitelman ja sopimusten vastamaan toisiaan. (Ratu S-1228, 2010, 4.)

## 2.2 Työturvallisuus

### 2.2.1 Työsuojelu ja työmaan yleinen turvallisuus

Työsuojelun tavoitteena on luoda työmaalle ympäristö, jossa työntekijöillä on turvallista työskennellä. Työsuojelun työturvallisuusperiaatteet ovat

- vaarojen välttäminen
- turvallisten työmenetelmien käyttö
- tuotannon ja työsuojelun yhteenkuuluvuus
- työnantajan ensisijainen vastuu
- työntekijöiden vastuu
- yhteistyö sekä työolojen jatkuva seuranta. (Ratu 1181-S, 1998, 5–10.)

Rakennustyömaalla, jossa toimii paljon työntekijöitä, on kaikilla osapuolilla työturvallisuusvelvollisuuksia. On tärkeää toimia yhteistyössä, välittää tietoja työturvallisuuteen liittyvistä havainnoista ja tehdä toimenpiteitä yhteisen työturvallisuuden eteen. Yhteisellä työmaalla päätoteuttaja on velvollinen järjestämään ja hoitamaan, että jokaisella työmaalla työskentelevälle osapuolelle annetaan perehdytyksessä kaikki tarpeellinen tieto turvallisuuteen liittyvistä ohjeistuksista. Ohjeistuksissa ovat tiedot mahdollisista työn vaaroista, työpaikan paloturvallisuudesta, ensiavusta ja näihin tehtäviin vastuutetuista henkilöistä, urakoitsijoiden yhteensovittamisesta, työmaanliikenteen ja työmaa-alueella liikumisesta sekä muut tärkeät työturvallisuuden ja työympäristön yleiset tiedot. Perehdyt-

tämisen ja työnopastuksen tavoite on, että osapuolilla on sen jälkeen tarvittavat perustiedot työmaan yleisistä turvallisuustiedoista ja pystytään toimimaan turvallisesti työmaalla. (Ratu KI-6032, 2018, 10–12.)

Työmaan työturvallisuusvastuut ja työtehtävät ovat määritelty lainsäädännössä, mutta niitä voidaan tarkentaa osapuolten välisillä sopimuksilla. Rakennushankkeessa mukana olevan yrityksen tai työmaan hyvä turvallisuustaso vaatii toimintakuntoista turvallisuusjohtamista. Työturvallisuusjohtamisen tehtävä on luoda yritykselle tai työmaalle edellytykset toteuttaa työ turvallisesti. (Ratu KI-6032, 2018, 10–12.)

### 2.2.2 Työturvallisuus betonirunkotyössä

Betonirunkotyössä tärkeät seurattavat työturvallisuuden osa-alueet ovat

- muottityö
- raudoitus
- betonointi
- elementtiasennus
- putoamissuojaukset
- valaistus ja kulkutiet (Ratu KI-6020, 2010, 83-109).

Muottityötä tehdessä pitää varmistua riittävästä tuennasta, varastoinnista ja alustan kantavuudesta. Muottijärjestelmien nostojen aikana on erittäin tärkeää varmistaa myös tuulen vaikutus ja osata tehdä tarvittavat toimenpiteet tuulen aiheuttaman vaaran ehkäisemiseksi. Ennen muotin nostamista on huomioitava, että muottijärjestelmän tukirakenteisiin tarttunut betoni on poistettu, ja että kaikki tuennat ja sähkölämmitysjärjestelmät ovat irroitettu. Muottityötä tehdessä työntekijä ei saa tehdä suunnitelmista poikkeavia toimenpiteitä ilman työnjohtajan lupaa, kuten esimerkiksi muottien purkamista ennen kuin betonirakenteen nimellislujuus on saavutettu. (Ratu KI-6020, 2010, 83.)

Betonirunkorakentamisen raudoitustyössä on pystytankojen päät on suojattava joko suojaamalla muovitulpilla tai muulla suojausmenetelmällä. Raudoitusnippujen nostot on pyrittävä nostamaan ympärikiristyvällä, hyväksytyllä nostoapuvälineellä. Raudoitusnippuja ei saa nostaa toimitusten mukana tulevista sidoslangoista, jos ne eivät ole suunnittelijan hyväksymiä nostoapuvälineitä. Holvilla liikkuesssa on kiinnitettävä huomiota liikkumiseen,

sillä holviraudoitteiden päällä kävely ei ole sallittua, jollei raudoitteita ole tuettu kävelyä kestäviksi. (Ratu KI-6020, 2010, 84.)

Betonointityössä on seurattava betonointisuunnitelmaa. Ennen betonointia on tarkistettava valutelineiden kunto ja käyttötarkastuksen päivämäärä. Betonipumppuautoille on tehtävä pystytyspöytäkirja yhdessä betonipumppuauton kuljettajan kanssa. Betonipumppuautoihin liittyy monia vaaroja, kuten esimerkiksi riittämätön maankantavuus tai pumpppausauton putkiston tukkeutuminen. Vaaratilanteissa on siirryttävä kauemmas letkun läheisyydestä ja keskeytettävä pumppaus. Betonointiautoille ja betonipumppuautolle on varattava paikka työmaa-alueella ja estettävä muu liikenne varatulle aluelle. (Ratu KI-6020, 2010, 84.)

Elementtiasennuksissa päätoteuttajalla on vastuu, että elementtirakentamisen suunnitelmat ovat kirjallisena työmaalla. Näihin suunnitelmiin on tutustuttava etukäteen ja työ on tehtävä suunnitelmien mukaisesti. Elementtiasennusuunnitelmaa on noudatettava eikä työtä saa tehdä ilman riittävää pätevyyttä. Elementtien varastointipaikka on suunniteltava siten, että ollaan varmoja maan kantavuudesta ja elementtien varastointia on tuettava riittävästi. Elementtien varastointipaikalla on lisäksi tarkastettava elementtien merkinnät, joissa kerrotaan kokonaispainot ja painopisteet. Elementtien nostoihin on käytettävä vain käyttöönottotarkastuksissa hyväksyttyjä nostoapuvälineitä. Kun elementti on laskettu oikeaan sijaintiin rakennuksessa, nostoapuvälineet poistetaan vasta kun elementin asennusaikanen tuenta on riittävä. Elementtien väliaikainen tuenta poistetaan vasta, kun juotokset ja holvivalu ovat saavuttaneet riittävän lujuuden. (Ratu KI-6020, 2010, 108.)

Putoamissuojauksissa on noudatettava putoamissuojaussuunnitelmia. Putoamissuojauksia on pidettävä jatkuvasti paikallaan (kuva 2). Asennuksia estävät suojakaiteet ja aukkosuojaukset saa poistaa vasta ennen asennusvaihetta. Jos putoamisvaaraa ei voida poistaa, työntekijän on käytettävä aina turvavaljaita ja -köyttä. Putoamissuojausmenetelmiä valmisteltaessa on huomioitava suojakaiteiden käyttömahdollisuudet runkotyön eri vaiheissa. (Ratu KI-6020, 2010, 84–109.)

Työkohteen valaistus ja kulkureitit pidetään kunnossa läpi runkotyövaiheen. Työkohteessa ylläpidetään riittävää yleis- ja kohdevalaistusta. Rakennusjätteet on siirrettävä välittömästi pois työkohteesta niille osoitettuun paikkaan jätelavoille. Talvella tehtävän betonirunkotyön aikana lumi ja jää poistetaan ennen töiden aloitusta joko mekaanisesti tai höyryttämällä. (Ratu KI-6020, 2010, 83–109.)



Kuva 2. Työmaa järjestyksessä ja putoamissuojaukset kunnossa (Peab Oy 2020).

### 2.2.3 Henkilökohtaiset suojaimet

Turvallisuussuunnittelun perusta on, että työturvallisuutta ja terveyttä vaarantavat uhat poistetaan kokonaan. Vaaroja tulee ehkäistä oikeilla työmenetelmillä, teknisillä ratkaisuilla ja toimenpiteillä. Jos kaikkia uhkia ei voida poistaa, hyödynnetään riittäviä henkilökohtaisia suojaimia. Rakennushankkeen kaikissa työvaiheissa mutta esimerkiksi betonirunkotyössä henkilökohtaisia suojaimia ovat silmien suojaus, pään suojaus, kuulon suojaus, käsien suojaus ja putoamissuojaukset. (Ratu KI-6032, 2018, 24.)

Työmaalla määritetyt suojainten käyttötarpeet perustuvat työmaan omiin vaarojen arviointeihin ja kokemukseen. Arvioinnissa täytyy ottaa huomioon työhön ja ympäristöön liittyvät vaaratekijät. Vaaratekijöitä voivat erityisesti runkotyössä olla putoaminen, pään

vahingoittuminen, silmiin kohdistuvat räiskeet, melu ja sormien vahingoittuminen. Käytövelvoite on usein määritelty yritys- ja työmaakohtaisissa työnantajan määräyksissä. (Ratu KI-6032, 2018, 24.)

#### 2.2.4 TR-mittaus

TR-mittaus on rakennustyömaan lakisääteiseen viikoittaiseen kunnossapitotarkastuksen mittaukseen tehty mittari. Työmaalla mittauksia tekevillä henkilöillä on oltava samat arviointiperusteet mittauksen tulosten saamiseksi. TR-mittarin avulla pystytään auditoimaan tietoa turvallisuustason hallinnasta ja kehityksestä läpi työmaan rakennusajan. (Työsuojeluhallinto 2017.)

TR-mittauksessa tarkastaja kiertää koko työmaan ja mittaus pystytään tekemään esimerkiksi puhelimella tai tablettia käyttämällä. Merkintöjä tehdään tukkimiehen kirjanpidolla kunnossa- tai korjattavaa-merkinnöillä työtaturmiin ja terveyteen vaikuttavista asioista. Havaintojen määrä mittauksissa voi vaihdella viikoittain, mutta TR-mittaus tarkastuksen tavoitteena on aina saada yli sata havaintoa yhdellä tarkastuskierroksella. TR-mittaus tarkoituksena on havainnollistaa, mitkä asiat ovat työmaalla kunnossa, ja mihin asioihin tarvitsee kiinnittää huomiota. (Työsuojeluhallinto 2017.)

TR-mittarilla havainnoitavat asiat ovat

- telineet, kulkusillat ja tikkaat
- koneet ja välineet
- putoamissuojaus
- työskentely
- sähkö ja valaistus
- järjestys
- pölyisyys (Työsuojeluhallinto 2017).

#### 2.2.5 Rakentamisen työturvallisuus ja velvollisuudet

Rakennustuotannossa turvallisuuden hallintaan liittyvät ne toimenpiteet, millä estetään työmaalla ilmeneviä mahdollisia turvallisuusvaaroja, ja joilla pyritään estämään tapatur-

mat. Tällaisia toimenpiteitä ovat muun muassa turvallisuussuunnittelu, turvallisuusseuranta ja havainnointi. Työturvallisuuden hallinta on prosessi, joka aloitetaan rakennushankkeen suunnitteluvaiheessa. Vasta toteutusvaiheessa pystytään todentamaan ja käyttämään suunnitteluvaiheen aikana annettuja perusteita. (Ratu 1181-S, 1998, 1–2.)

Yleensä työturvallisuuspuutteet johtuvat tuotannon häiriöistä tai puutteellisesta suunnittelusta. Työmaan turvallisuuden takaamiseksi on työmaan turvallisuussuunnittelu tärkeä osa tuotantosuunnittelua. Turvallisuussuunnitelmia tehdessä on otettava käsittelyyn ja esitettävä keskeiset turvallisuusriskejä sisältävät työt ja kohteet. (Ratu 1181-S, 1998, 1–2.)

Työturvallisuussuunnitelmissa kirjataan kohteen perustiedot, esimerkiksi suunnitelmien laatija, tarkastaja ja hyväksyjä, rakennuskohde, tilaaja ja työmaaorganisaatio. Lisäksi niissä on tehtävän nimi, urakoitsija sekä turvallisuusvastaava. Suunnitelmassa on oltava aineistoa tunnistettavissa olevista vaaroista ja niiden poistamistoimenpiteet. Suunnitelmassa tulee myös tutustua ja tarkastella jätehuoltoa, yleistä järjestystä ja siisteyttä, työmenetelmää, henkilösuojaimia ja käsitellä palontorjunta- ja muut turvallisuussuunnitelmat. (Ratu KI-6018, 2018, 14–15.)

Urakoitsijalla on oma vastuunsa työmaan työturvallisuudelle. Urakoitsijan on toimittava päätoteuttajan sekä muiden osapuolten kanssa yhteysymmärryksessä. Osapuolilla on velvollisuus välittää tietoja haitta- ja vaaratekijöistä, ja niiden poistamiseen tarvittavista toimenpiteistä. Urakoitsijan on tärkeää tiedostaa tarpeelliset ohjeet sekä tiedot ja näin ollen välittää turvallisuustieto myös omille työntekijöilleen. Päätoteuttajalla on mahdollisuus vaatia urakoitsijalta turvallisuussuunnitelma ja tarkistaa se ennen työn aloittamista. (Ratu KI-6032, 2018, 17.)

## 2.3 Työmaasuunnittelu

### 2.3.1 Työmaasuunnitelmat ja työturvallisuussuunnitelmat

Suunnitelmat on tehtävä keskeisiltä osiltaan kirjallisesti. Kirjallisesti tehdyistä suunnitelmista pystytään tapaturman sattuessa todentamaan vastuita ja tehtyjä toimenpiteitä. Asiakirjassa on oltava hankkeen ominaisuuksista aiheutuvat vaarat ja haittatekijät sekä toteuttamiseen liittyvät työturvallisuutta ja työterveyttä koskevat tiedot. (Ratu TT 05-00474, 2004, 3.)

Rakennushankkeesta riippuen on laadittava työturvallisuussuunnitelmat kohteista, joissa on havaittavissa erityisiä vaaroja. Laissa määrättyjä yleisiä työmaasuunnitelmia esimerkiksi betonirunkotyölle ja huomiota vaativia asioita ovat muun muassa

- elementtiasennussuunnitelma
- betonointisuunnitelma
- putoamissuojaussuunnitelma
- nostotyösuunnitelma
- pölyntorjuntasuunnitelma
- palontorjuntasuunnitelma
- poistumis- ja pelastautumissuunnitelma
- työmaa järjestely eri rakennusvaiheissa
- työnaikanen sähköistys ja valaistus
- työmaaliikenne ja kulkutiet
- räjäytys-, louhinta- ja kaivuutyöt
- maanpohjan kantavuus ja kaivantojen tuenta
- purkutyöt
- työmenetelmät sekä koneiden ja laitteiden käyttö (Ratu TT 05-00474, 2004, 3).

### 2.3.2 Aluesuunnitelma

Työmaan aluesuunnittelu on rakennushankkeen päätoteuttajan laatima tuotantosuunnittelun tehtävä, jossa rakennustyömaan toiminnot ja järjestelyt laaditaan mahdollisimman tehokkaaksi palvelemaan työmaata koko rakennushankkeen toteutuksen ajan. Aluesuunnitelman laadinta alkaa toteutussuunnittelu- ja urakkalaskentavaiheessa, jolloin voidaan miettiä keinot työn toteuttamiseen ja tehdä päätökset toteutusvaiheen työmenetelmistä. Aluesuunnitelma koostuu yleis- ja rakentamisvaiheen suunnittelusta, aluesuunnitelman laadinnasta ja ylläpitämisestä sekä rakennustyömaan alueen käyttämisen ohjeistuksesta suunnittelun mukaisesti. (Ratu C2-0454, 2017, 1–3.)

Suunnitelmassa on kirjallisesti esitetty työmaatoimintojen sijainti työmaa-alueella, kuten liikennejärjestelyt, nostojärjestelyt, työmaatilojen sijoituspaikka, työmaa-aikaset LVVST-järjestelmät, varastointialueet ja työmaa-alueen raja-alue. Aluesuunnitelma toimii tiedonantajana kaikille ja se asetetaan työmaalla näkyviin, kuten työmaan sosiaaliloihin, työmaaportille, työmaatoimistoon ja työmaan perehdytysaineistoon. (Ratu C2-0454, 2017, 1–3.)

Betonirunkotyötä tehdessä on laadittava runkovaiheen aluesuunnitelma. Aluesuunnitelmaan on merkittävä työmaaliikennealueet ja elementtipurku- ja varastointialueet. Aluesuunnitelmassa työmaaliikennealueet ja varastointialueet on rauhoitettava, ja näillä aluella vältetään turhaa liikkumista. Näin pystytään välttämään vaaratilanteet nostoja tehdessä sekä elementti-, raudoitus-, muottikaluston ja betonitoimitusten saapuessa työmaa-alueelle. (Ratu KI-6020, 2010, 83–109.)

## 2.4 Ajallinen suunnittelu ja valvonta

Tuotantos suunnittelun keskeisin osa on ajallinen suunnittelu. Tavoitteiden ja vaatimusten onnistumisessa tarvitaan jatkuvaa aikataulusuunnittelua sekä ohjaamista. Aikataulusta saadaan esille työn kesto, aloitus- ja päättymisajankohdat, välitavoitteet, tehtävät, suoritusjärjestykset sekä tehtävien tuotantonopeus. Tärkeintä aikataulussa on, että siinä on huomioitu häiriöt, realistisuus, toteutuskelpoisuus ja se, että aikataulua valvotaan. (Ratu 0731, 2012, 41.)

### 2.4.1 Aikataulusuunnittelun vaiheet

Aikataulusuunnittelun vaiheet, vaiheiden merkitys ja keskinäinen järjestys ovat riippuvaisia laajuudesta ja teknisestä vaikeudesta, kokonaiskeston kireydestä sekä työvoiman käyttöperiaatteesta. Ajallisen suunnittelun vaiheet ovat tavallisesti seuraavat:

- aikataulun kireyden tarkastus
- tehollisen rakennusajan laskenta
- kohteen osittelu osakohteisiin
- tehtävien muodostaminen
- työtehtävien mitoitus
- työjärjestyksen suunnittelu
- tehtävien tahdistus ja resurssien tasaus
- rakentamistuotantoa palveleva aikataulun laatiminen
- aikataulun tarkastaminen. (Ratu KI-6028, 2016, 19.)



## 2.4.2 Yleiset aikataulutyytit betonirunkotyössä

### **Yleisaikataulu**

Yleisaikataulu toimii työmaalla ajallisen suunnittelun runkona, sillä se antaa kokonaiskuvan työmaan kulusta. Vastuu yleisaikataulun lopullisesta laatimisesta on työmaan vastaavalla työjohtajalla. (Työnjohtaja Jussi Hernberg, Peab Oy, henkilökohtainen tiedonanto 5.2.2020.)

Yleisaikataulun tarkoituksena on

- työmaan ajallisten tavoitteiden määrittäminen ja lähtötietojen antaminen
- informaation antaminen hankkeen kaikille osapuolille
- auttaa työmaata ja yritystä henkilö- ja kalustoresurssien käytössä ja suunnittelussa
- toimia ajallisten tavoitteiden seurantavälineenä. (Työnjohtaja Jussi Hernberg, Peab Oy, henkilökohtainen tiedonanto 5.2.2020.)

### **Rakentamisvaihe aikataulu**

Aikataululla saadaan kuvattua, kuinka pitkään työvaihe ja sen tehtävät kestävät. Aikataulussa näkyvät tyypillisesti työvaiheen tehtävät ja lisätiedot, kuten suoritemäärät, työmenekit, työsaavutukset, työryhmät ja työn kestot. Aikatauluun on mahdollista asettaa myös tehtävän aloitus- ja lopetushetki. Aikataulussa huomioidaan myös tehtävän aikana olevat lomapäivät ja keskeytykset. Jotta aikataulun viiva saadaan esitettyä, tulee olla tieto työnkestosta. Työnkesto saadaan kokemukspäivästä tai laskennallisesti työmenekkitietoon perustuen. (Ratu KI-6031, 2017, 21–22.)

### **Muottikiertoaikataulu**

Muottikiertoajaksi kutsutaan aikaa muottien käytön rakenteen valmistuksesta ja muotin pystytyksestä purkuun ja uudelleen purkamiseen. Runkorakentamisessa käytetään tyypillisesti muottikierron käsitteenä holvibetonointipäivän jälkeistä kestoa seuraavan kerroksen holvibetonointiin. Tähän muottikiertoon kuuluvat pysty-, ja vaakarakenteet, mitaukset, sijainnin määrittäykset ja asennukset, raudoitukset, tarvittavat LVIS-asennukset,

betonointi ja muottien purku. Muottikiertoaikatauluun on tyypillisesti sisällytetty betonielementtiasennukset kerroksessa. Muottikierron suunnitteluun käytetään Ratu-menekkejä, omaa kokemusta ja keskustelua runkourakoitsijan kanssa. (Työnjohtaja Jussi Hernberg, Peab Oy, henkilökohtainen tiedonanto 5.2.2020.)

#### 2.4.3 Ajallinen valvonta ja ohjaus

Ajallinen ohjaus on tärkeää, sillä se paljastaa tehokkaasti epäkohdat ja suunnitelmista poikkeamiset. Suunnitellun tuotannon takaamiseksi työnaikainen ohjaus ja seuranta on etukäteen tehtävää suunnittelua tärkeämpää. Ajallisessa suunnittelussa on keskeistä aikataulujen toteutumisen ja suunnitellun tuotannon varmistaminen ohjauksella. Tuotannon näkökulmasta laadullinen aikataulu on oltava toteutuksen valvontaa palveleva, konkreettinen ja sen on osoitettava mahdolliset poikkeamat. (Ratu KI-6028, 2016, 18–19.)

Aikataulun valvontaan tarvitaan jatkuvasti ajan tasalla kulkevaa kokonaisuuden ja yksittäisten työtehtävien tilanteen tuntemista ja vertaamista tilanteeseen. Aikataulun täytyy olla yhtenevä tavoitearvioon ja suunniteltujen resurssien käytön mukainen. (Ratu KI-6028, 2016, 19.)

Aikataulun ohjauksessa betonirunkotyön välitavoitteet ja aikataulu tarkistetaan ja käydään läpi tehtävän aloituspalaverissa. Suunnitellut välitavoitteet kirjataan tehtävän tai työmaan aikatauluun. (Työnjohtaja Jussi Hernberg, Peab Oy, henkilökohtainen tiedonanto 5.2.2020.)

#### 2.5 Kustannuksien seuranta ja laskenta

Rakentamisessa kustannukset määräytyvät suunnittelussa, joten suunnitteluvaiheessa tärkeitä asioita ovat tarkkuus ja sopivuus. Koko hankkeen kustannuksista suurin osa syntyy toteutusvaiheessa työmaalla. Rakentamisessa kustannukset sekä niiden hallinta etenevät yhdessä hankkeen laajuuden, aikataulun ja laadun kanssa. Kustannushallinnassa yhteisten tavoitteiden tärkeys on suuri. Tavoitteet määritetään kokonaisuutena realistiselle, ymmärrettävälle ja toteutettavalle tasolle. (Ratu KI-6033, 2018, 6.)

Kustannus rakennushankkeessa on se rahamäärä, joka resurssien käytön ja pänoshintojen perusteella tarvitaan jonkin tietyn työsuoritteeseen tai palvelun tekemiseen.

Kustannuksiin kuuluvat kustannuslajit ovat työ, materiaalit ja muut kustannukset. (Ratu KI-6033, 2018, 7.)

Tuotantovaiheessa betonirunkotyön tuotantosuunnittelun ja -ohjauksen tavoitteena on valvoa hankkeelle asetettujen tavoitteiden ja vaatimusten takaaminen. Kustannustavoitteet laaditaan kustannusarviosta, hankintasuunnitelmasta, aikataulusta ja muista sopimusasiakirjoista. (Ratu KI-6033, 2018, 80.)

Työmaan kustannuksien tavoite on toteuttaa työ tavoitearvion perusteella. Kustannuksien valvonta voidaan jakaa osa-alueisiin, jotka ovat

- tavoitteen asettaminen
- tehtävien ja hankintojen suunnittelu
- hankkeen etenemisen valvonta
- loppukustannuksien ennustaminen
- tavoitteiden saavuttamisen mukainen ohjaus
- taloudellinen loppuselvitys ja jälkilaskenta. (Ratu KI-6033, 2018, 80.)

## 2.6 Laadunvarmistus

Laatu voi kuvastaa monta määritelmää, mutta se voidaan jaotella tuotteen, palvelun ja prosessin laadun määritteisiin. Tuotteen laatu toimii tyypillisesti kilpailutekijänä. Muita laadun osatekijöitä ovat

- suunnitelmat
- valmistus
- ympäristökeskeisyys
- havaittavissa oleva tekninen ja visuaalinen laatu. (Ratu KI-6029, 2016, 7.)

Laatu saavutetaan, kun hankkeen suunnitelmat ja rakennustoimet ovat tilaajan tarpeiden ja toiveiden mukaisia sekä täyttävät viranomaisten ja rakennustyön hyväksytyn hyvän rakennustavan asettamat vaatimukset. Laadukkaat suunnitelmat ovat toteutuskelpoisia ja yhteensopivia sekä riittävän tarkkoja työmaan tarpeisiin. Oleellista on, että rakenteet ovat turvallisia ja ottavat huomioon rakentamisen jälkeisen käytön ja koko rakennuksen elinkaaren. (Ratu KI-6029, 2016, 11–12.)

Laatuun liittyy myös se, että työ tehdään aikataulussa ja kustannustavoitteissa pysyen, turvallisesti ja hyvää rakennustapaa ylläpitäen. Työssä sitä hyödynnetään rakennuskohteeseen asianmukaisilla ja määriteltujen työmenetelmien mukaisesti. (Ratu KI-6029, 2016, 11–12.)

Tehtävänsuunnitteluvaiheessa on hyvä varmistua betonirunkotyön laatuvaatimuksista. Rakennustöihin on laadittu laatuvaatimuksiin perustuvia kokoelmia. Normeja löytyy muun muassa RT-julkaisuista ja Rakennustöiden laatu 2017 -julkaisusta. Yleinen runko-työ laatuvaatimus RYL-kokoelma on RunkoRYL. (Ratu KI-6029, 2016, 22.)

### 2.6.1 Työmaan laadunvarmistusmatriisi

Työmaalla laadunvarmistustoimilla varmistetaan ja todennetaan, että tuote kuvaa sopimusten mukaista laatua. Laadunvarmistustoimena käytetään laadunvarmistusmatriisia, joka laaditaan työmaalla työmaan aloituspalaverin yhteydessä. Laadunvarmistusmatriisin käytössä otetaan huomioon rakennusvalvonnan aloituskokouksessa havaittavat vaatimukset, sopimusasiakirjojen vaatimukset sekä riskianalyysin tulokset. Tavoitteena on toteuttaa laadullinen ohjaus ja valvonta. (Ratu KI-6029, 2016, 18.)

Laadunvarmistuspohjassa valmiiksi olevat betonirunkotyön minimivaatimuksen mukaiset tehtävät tehdään aina. Lisäksi laadunvarmistusmatriisiin merkitään ennakoivat ja sisäiset laadunohjaustoimenpiteet, jotka perustuvat työmaan sisäiseen riskikartoitukseen ja -analyysiin. Laadunvarmistusmatriisia päivitetään koko työmaan ajan ja siihen merkityjä toimenpiteiden toteutumista seurataan jatkuvasti. (Työnjohtaja Jussi Hernberg, Peab Oy, henkilökohtainen tiedonanto 5.2.2020.)

### 2.6.2 Laadunvarmistusdokumentointi ja -toimenpiteet

Rakentamisvaiheen aikana runkotyön laadunvarmistustoimet dokumentoidaan. Hankkeen osapuolet vastaavat itselleen kuuluvista laadunvarmistustoimenpiteistä ja tiedottavat osapuolia hankkeen aikana havaitsemistaan poikkeamista tai muutoksista. Vaaditut toimenpiteet sekä päätökset kirjataan tarkastusasiakirjaan työmaakokousten pöytäkirjoihin. (Ratu KI-6029, 2016, 18.)

Työmaan aikana laadunvarmistuksen vaiheet ovat

- halutun laatutason määrittäminen
- projektisuunnitelman laatiminen
- riskien arviointi ja toimenpiteet
- tehtäväsuunnitelmat
- aloituspalaverit
- mestan vastaanotot
- tehtävän seuranta
- mallikatselmukset ja mestan tarkastukset
- osakohdetarkastukset
- kokeet ja mittaukset
- laadunvalvonta ja ohjaus
- tehtävien vastaanotto (Ratu KI-6029, 2016, 18).

### 2.6.3 Laadunvarmistus ja -ohjaus

Kun runkotyösopimukseen on kirjattu, että aloituspalaveri pidetään, tulee aloituspalaverista löytyä asiakirja. Aloituspalavereja on mahdollista pitää useammasta työtehtävästä kerralla, kuten betonirunkotyössä runkourakasta ja pystybetonoinnista. (Työnjohtaja Jussi Hernberg, Peab Oy, henkilökohtainen tiedonanto 5.2.2020.)

Merkittävä laadunvarmistustoimenpide on ensimmäisen työkohteen tai -mallin tarkastaminen. Mallitarkastukseen osallistuu osapuolet tekijöittäin. Malli- ja osakohdetarkastukset voidaan tehdä yrityksen käytössä olevilla sovellusohjelmilla tai muussa muodossa. Tarkastuksissa täytyy kuitenkin käydä ilmi tarkastetut asiat sekä tarkastuksen tulokset. Lopuksi taloudelliset loppuselvitykset tulee pitää jokaisesta aliurakasta. (Työnjohtaja Jussi Hernberg, Peab Oy, henkilökohtainen tiedonanto 5.2.2020.)

### 2.7 Hankinta ja logistiikka

Tyypillisesti työmaaorganisaatiolle kuuluu betonirunkotyön tekninen valmistelu. Työmaalla mitoitetaan työpiirustusten avulla hankittavat materiaalit, määrät sekä alihankintatyön aikataulutus ja laajuus. Hankintatoimen tehtävä on varmistaa ja korjata tarjouspyynnöt sekä tehdä hankintakyselyt. Kun tarjoukset on saatu sopimushankinnoissa, niiden perusteella valitaan neuvotteluihin kutsuttavat aliurakoitsijat. Hankintojen tehtävät ja

vastuut voivat vaihdella yrityksittäin. Ne määritellään yrityksen hankintaprosessin mukaan. (Ratu S-1227, 2010, 6.)

### 2.7.1 Hankintasuunnitelma

Työmaalla hankinta-aikataulut ja suunnitelmat sidotaan työmaan yleisaikatauluun ja näin varmistetaan betonirunkotyön toimitus oikea-aikaisesti sekä runkourakan aikataulun mukainen aloittaminen. Hankintasuunnitelma laaditaan heti rakennushankkeen aikataulutuksen jälkeen. Hankintasuunnitelmassa määritetään hankintakokonaisuudet ja hankintavastuut sekä tapahtumien sijoittaminen hankinta-aikatauluun. Hankintakokonaisuus koostuu materiaaalieristä ja työkokonaisuuksista, jotka ovat olennaisia toimitusten, kilpailutuksen ja rakennusvaiheen kannalta. (Ratu S-1227, 2010, 6–7.)

Rakennushankkeen käynnistyessä osa hankinnoista käynnistetään välittömästi, kuten maarakennusaliurakka ja elementtitoimitukset, jolloin toteutusvaihe pystytään aloittamaan aikataulun mukaisesti. (Ratu S-1227, 2010, 6–7.)

Hankintasuunnitelman laadintaan kuuluvat huomiot ovat

- hankintanimikkeet ja -kokonaisuudet
- kausisopimukset
- toimittajien valintaperusteet
- vastuuhenkilöt
- toimitustavat
- toimitusajankohdat
- ajankohdat tilaukselle, tarjoukselle, tarjouspyynnöille ja suunnitelmalle
- toimittajien yhteystiedot (Ratu S-1227, 2010, 7).

### 2.7.2 Logistiikkasuunnittelu

Logistiikkasuunnittelu on hankintoihin liittyvää erityissuunnittelua. Suunniteltaessa logistiikkaa rakennustyömaata mietitään kokonaisuutena. Logistiikkasuunnitelmassa dokumentoidaan materiaalien ja rakennusosien käsittelyyn ja siirtoon kuuluvat vaiheet. Suunnitelma on mahdollista laatia moneen osaan, esimerkiksi runkotyön ja sisävalmistusvai-

heen osalta. Suunnitelmassa esitettäviä asioita ovat kuljetukset, kuormapurku, varastointi, siirrot, suojaus ja siivous. Tavoitteena logistiikkasuunnittelussa on, että pystytään minimoimaan työmaan sisäiset siirrot ja materiaalit toimitetaan juuri ennen asennusta, jotta ne saadaan siirrettyä suoraan asennuspaikalle. Näin pystytään välttämään logistisia häiriöitä työmaalla. Erityisesti runkovaiheen aikana on tärkeää arvioida niitä sisärakennusvaiheen materiaaleja, jotka tulee nostaa holville rungon rakentamisvaiheen aikana. Betonirunkotyön aikana tulee myös suunnitella tarkasti elementtitoimitus aikataulu ja seinämuottien betonointipäivät. (Ratu S-1227, 2010, 7.)

## 3 TEORIAN SOVELTAMINEN RAKENNUSTYÖMAALLA

### 3.1 Tehtäväsuunnittelu

Peab Oy:lla tehtäväsuunnittelu on oleellinen, sillä tehtäväsuunnittelulla pystyttiin varmistamaan laadulliset, taloudelliset ja ajalliset vaatimukset ja tavoitteet. Kun tehtäväsuunnitelman laatiminen aloitettiin, oli tiedettävä, miksi tehtäväsuunnitelma laaditaan, mihin suunnittelussa on erityisesti keskityttävä, ja mitä erityispiirteitä tehtävällä on. Runkotyön tehtäväsuunnitelmien tarve oli suunniteltu ja esitetty työmaan toimintasuunnitelman liitteenä laadunvarmistusmatriisissa, mutta esimerkiksi juuri runkotyössä onnistuminen edellyttää tarkempaa tuotannonsuunnittelua.

Betonirunkotyön tehtäväsuunnitelman laadinnassa pystyttiin käyttämään apuna As. Oy Kurjenlinnan Portin tehtäväsuunnitelmaa. Olin ollut As. Oy Kurjenlinnan Portin runkovaiheessa työjohtoharjoittelija edellisenä kesänä, joten runkovaihe oli minulle tuttua ja molemmat kohteet rakennettiin melkein samoilla työmenetelmillä.

Tehtäväsuunnitelman laadinnan aloituksessa kerättiin kohteesta tehtävälle asetetut vaatimukset ja tavoitteet. Tietoja sain RYL-, viranomaismääräys- ja muista normit ja ohjeet -asiakirjoista. Lähtötietoja saatiin hankekohtaisista asiakirjoista, jotka olivat työmaalla tavoitearvio, laadunvarmistusmatriisi, rakennepiirustukset, selostukset, työmaan toimintasuunnitelma, muut liitteet, ja urakka-asiakirjat. Tämän jälkeen suunniteltiin keinot ja toimenpiteet, joilla tuotanto etenee ilman häiriöitä. (Liite 1, 1–3.)

Tehtäväsuunnitelma ja täydentäviä suunnitelmia on tärkeä laatia betonirunkotyöstä, sillä runkotyö on aikataulullisesti ja kustannusten puolesta erityisesti tarkkailtava kokonaisuus. Lisäksi betonirunkotyövaihe on vaarallisisin työvaihe talon rakentamisessa. Tehtäväsuunnitelman laadin 12 alueesta ja lisäksi liitetiedostoista. (Liite 1, 1–3.)

Betonirunkotyön tehtäväsuunnitelman sisältönä olivat

- kohdetiedot
- tehtäväsuunnitelman tarkoitus
- lähtötietoluettelo
- aloitusedellytykset
- työn sisältö



- lopputila
- riskiarviointi
- materiaalit
- kalusto
- varastointi ja logistiikka
- laadunvarmistusmenetelmät
- tehtävän aikataulutus
- työn toteutus turvallisesti
- ympäristöhuomiot
- muut huomioita vaativat asiat.

Tehtäväsuunnitelma toimi hyvänä apuna läpi runkovaiheen, mutta betonirunkotyö vaatii jatkuvaa seuraamista ja valvontaa työnjohdolta. Runkotyövaiheen aikana voi tulla muutoksia, joten mahdollisista suunnitelmapuutteista, virheistä ja muista häiriöistä oli tärkeää keskustella runkourakkaa suorittavien urakoitsijoiden kanssa.

### 3.2 Työturvallisuus

Rakennustyömaalla työturvallisuus on olennaista. Työturvallisuus ja turvallinen työympäristö ovat kaikkien asia. Yleisesti työturvallisuuslähtökohtana työmaalla oli, että työmaa-alue ja työkohteet pidetään järjestyksessä. Jokainen uusi työntekijä on perehdytettävä työmaalle, sillä oli tärkeää tutustuttaa työntekijä työmaahan, turvallisuusasioihin ja käytäntöihin.

Erityisesti runkotyövaiheessa työturvallisuus on keskeisessä osassa. Betonirunkotyön aikana nostetaan torninosturia käyttäen paljon taakkoja, kuten betonielementtejä, muotikalustoa ja seinämuotteja. Runkotyössä vaarallisista tehtävistä tehtiin turvallisuussuunnitelmat, joita ovat esimerkiksi betonointi-, elementtiasennus-, putoamissuojaus-, tulityö- ja muut turvallisuussuunnitelmat. Esimerkiksi runkotyövaiheessa putoamissuojaussuunnitelma on tärkeää laatia. Putoamissuojaussuunnitelma oli hyvä laatia myös kuvainnollisesti, jotta pystyttiin antamaan tietoa runkourakoitsille mahdollisimman tarkasti. (Liite 2.)

Runkourakoitsijoilta pyydettiin myös omat allekirjoitetut työturvallisuussuunnitelmat, joiden avulla pystyttiin kartuttamaan mahdollisia riskejä. Runkourakoitsijan laatimaan työn turvallisuussuunnitelmaan oli kirjattu, mitä työssä tehdään, ja nämä neljä osa-aluetta olivat muottitavaran siirrot ja varastointi, muottien asennus, valutyö ja elementtiasennus.

Näistä oli kirjattu vaiheen vaarat ja miten pystyttiin hallitsemaan vaaroja. Näin runkoura-koitsija pystyttiin sitouttamaan turvalliseen työhön vielä enemmän. Runkoura-koitsijan työn turvallisuussuunnitelman osapuolet ovat vastuussa työtehtävän turvallisesta toteutamisesta ja työnjohtaja vastasi siitä, että sovitut asiat käsiteltiin uusien työntekijöiden kanssa.

Vastuualueellani oli järjestää uusille työntekijöille työmaaperehdytys, joka on pakollinen kaikille Peab:in työmailla liikkuville työntekijöille. Perehdytys työmaahan tapahtui esittämällä työmaan turvallisuusaineisto, keskustelemalla työmaahan sekä työhön liittyvistä huomioista ja antaa opastus työkohteeseen sekä lopuksi myöntää kulkulupa työmaalle.

Tehtäviini kuuluivat muut yleiset työnjohdon työt, kuten työmaa-alueen järjestyksen ja siisteyden ylläpito, työturvallisuuslaiminlyönteihin ja -virheisiin puuttuminen, turvallisuushavaintojen tekeminen sekä niiden kuntoon järjestäminen, jätehuollon järjestely, turvallisuussuunnitelmien laatiminen ja TR-mittaukset.

TR-mittaus tehtiin As Oy Kurjenlinnan Pihan työmaalla viikoittain kiertämällä koko työmaa-alue. Mittaus tapahtui Peab:illa käytössä olevalla Congrid-ohjelmalla. Congrid-ohjelma on helppokäyttöinen työnjohdon apuväline työmaan dokumentointiin. Ohjelmalla TR-kierroksen pystyy tekemään joko puhelinta tai tablettia käyttämällä. Congrid-ohjelman avulla kierroksella vastaan tulevat virheet ja puutteet työturvallisuuteen liittyen pystyy kirjaamaan tarkasti. Kun työmaa on kierretty kokonaan ja TR-mittaus saatu valmiiksi, tulostetaan raportti kierroksesta. Raportissa näkyy mittauksen tulos ja havainnot kierrokselta. Raportti asetetaan keskeisille paikoille työmaalle henkilöstö- ja työmaatoimistotiloihin. Jos TR-kierroksen aikana havaittiin vakavia työturvallisuusvirheitä, niihin puututtiin välittömästi. Runkovaiheen aikana TR-kierroksilla ja muutenkin on kiinnitettävä huomiota erityisesti putoamissuojauksiin. Runkovaiheessa rakennettava kohde muuttuu jatkuvasti, joten on tärkeää valvoa jatkuvasti riskialttiita kohtia. (Liite 3.)

### 3.3 Työmaasuunnittelu

Työmaasuunnitelmien laadinnossa käytettiin Ratu-kortistoa, RT- lähteitä, rakennepiirustuksia, rakenneselostuksia sekä Peab:in omia asiakirjoja ja ohjeita. Kirjallisiin suunnitelmiin tulee kirjata asiaan kuuluvat huomiot ja tiedot. Esimerkiksi elementtiasennussuunnitelmassa tulee olla

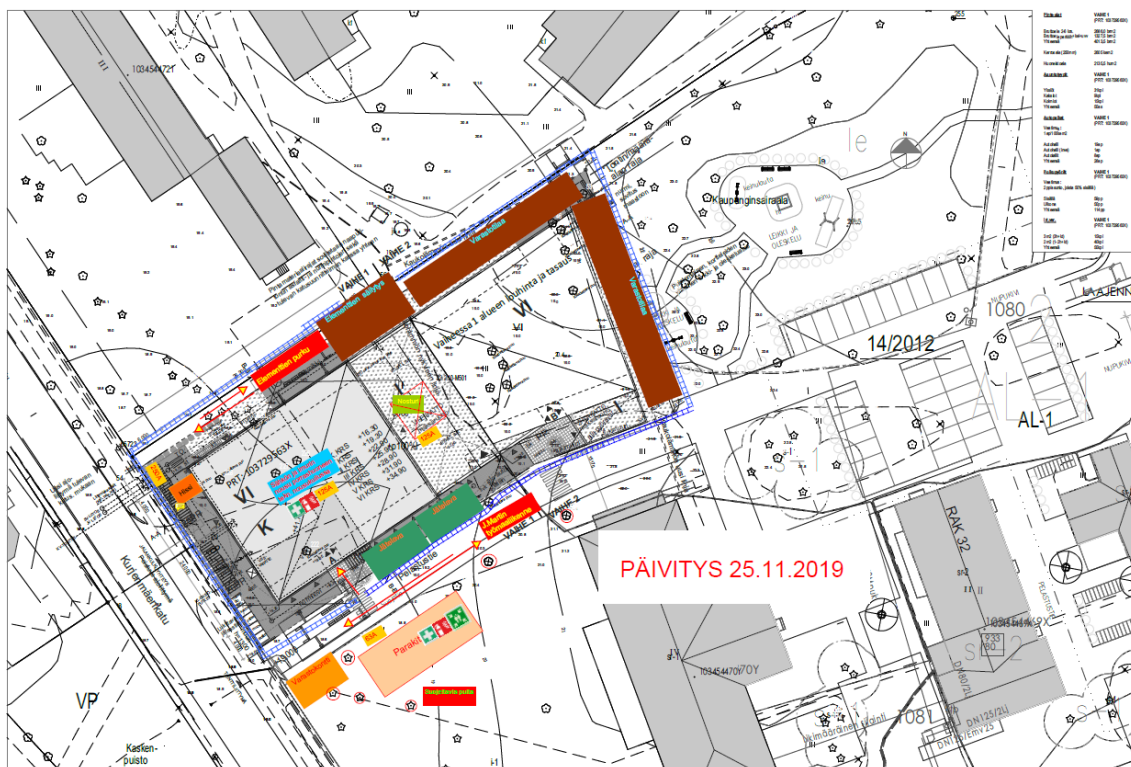
- kohteen perustiedot

- elementtitoimittajat ja elementtityypit
- nostokalusto
- nostoapuvälineet
- vastaanotto
- asennusjärjestys
- tuenta
- lopullinen kiinnitys
- toleranssit
- työturvallisuus
- mahdolliset liitteet muista työhön liittyvistä suunnitelmista.

Työmaasuunnittelussa oli myös olennaista suunnitella työmaa-alue ja lähiympäristö siten, että pystytään toimimaan alueella turvallisesti, tehokkaasti, välttämään häiriöitä ja että, lähiympäristölle ei aiheudu vaaraa työmaan toiminnan takia. Tämä tarkoittaa sitä, että työmaa toimii ilman ajallisia häiriöitä toimituksista johtuen, koetetaan välttää turhia nostoja, työmaalle saapuva työmaaliikenne on sujuvaa ja varastointialueet käytetään tehokkaasti. Myös henkilöstö- ja työmaatoimistorakennukset sijoitetaan alueelle niin, että niitä ei tarvitse koko hankkeen aikana siirtää.

As. Oy Kurjenlinnan Pihan työmaasuunnittelussa aluesuunnittelu vaati erityishuomiota. Työmaasuunnittelussa oli otettava huomioon se, että samalla tontilla oli käynnissä toinen Peab:n kerrostalokohde. As. Oy Kurjenlinnan Pihan runkovaiheen aikana vieressä oli käynnissä sisävalmistusvaiheessa oleva As. Oy Kurjenlinnan Portti. As. Oy Kurjenlinnan Pihan käynnistyessä aluesuunnitelmaan piti tehdä muutoksia muun muassa jätehuollon järjestelyihin, varastointipaikkojen sijainteihin ja toimitusten purkupaikkoihin liittyen.

Varastointialueet tuli suunnitella siten, että materiaalien toimitukset työmaa-alueelle olisi helppoa ja varastointitilat jaetaan tarkasti alueelle väliaikaisvarastoinnin vähentämiseksi. Betonirunkotyön aikana materiaalin toimitukset, työmaaliikenne ja jätelavojen sijainnit asetettiin alueelle toimivaksi mutta kuitenkin palvelemaan molempia kerrostalokohteita siten, että lavojen tyhjennykset ja materiaalitoimitukset tapahtuvat mahdollisimman helposti ja yksinkertaisesti. Henkilöstö- ja työmaatoimistotilojen sekä torninosturin paikka oli hankkeen alussa sijoitettu työmaalle eikä näihin tarvinnut tehdä muutoksia. (Kuva 3.)



Kuva 3. Aluesuunnitelma (Peab Oy 2019).

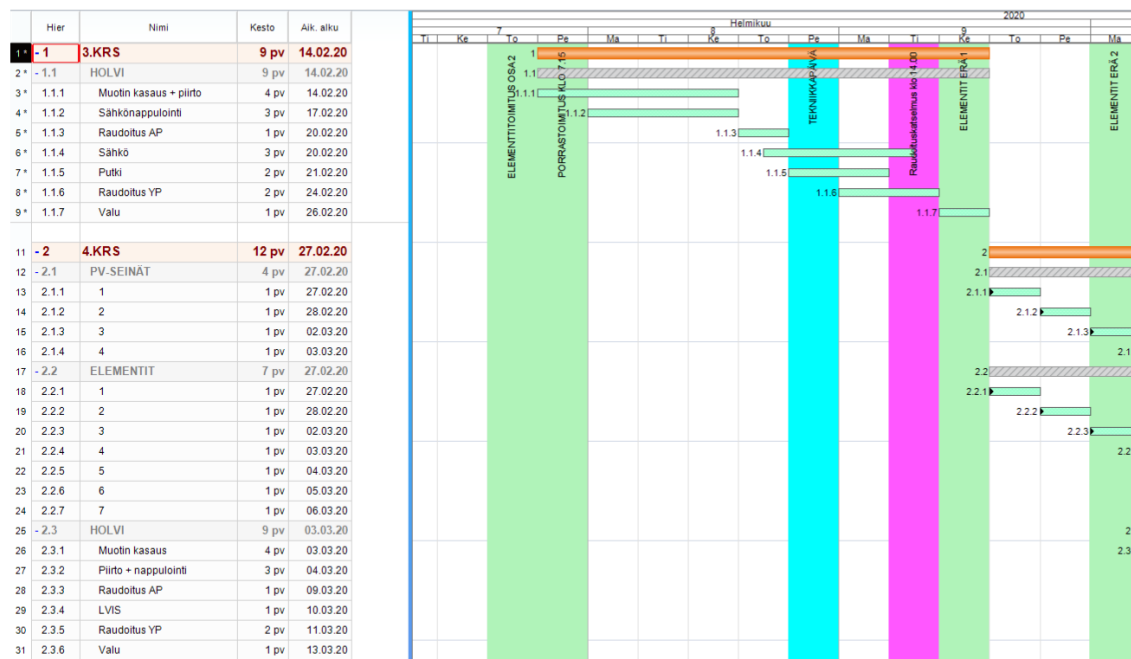
### 3.4 Ajallinen suunnittelu, valvonta ja muottikierto

Ajallinen suunnittelu on tehtävien ajoittamista ja ajankäytön suunnittelua. Työmäärien arviointi on osa työn sisällön ja työtavan suunnittelua. Aikataulusuunnittelua ja tavoitteiden asettamista varten käytetään realistista toteutusmallisuunnittelua käytettävissä olevien resurssien mukaan. Tarvitaan tietoa työsaavutuksista, työmenekeistä ja työryhmän koosta. Aikataulun laadintaan tiedot saadaan tavoitearviosta laskennallisilla perusteilla ja kokemuksen avulla.

Yleisaikataulu on työmaalla toteutuksen runko ja apuväline. Se siis kuvastaa tuotannon etenemistä koko työmaalla, ja lisäksi tarkoituksena on työmaan ajallisten tavoitteiden määrittäminen ja lähtötietojen antaminen tarkennetulle työsuunnittelulle.

Runkovaiheen aikataulusta laadittiin työmaalla työmaan toimintasuunnitelmassa määritetty rakentamisvaihe aikataulu (kuva 4). Sen laadinnasta ja seurannasta vastasi työvaiheesta vastuussa olevat työnjohtajat. Aikataulussa on esitetty vähintään tehtävän työjärjestys, nimi, kesto ja tehtävän suunniteltu alkupäivä. Betonirunkotyön aikataulusuunnit-

telussa tuli ottaa huomioon betonin kovettumisajat, nostot sekä oikea työjärjestys ja yhteensopivuus.



Kuva 4. Rakentamisvaihe aikataulua (Peab Oy 2020).

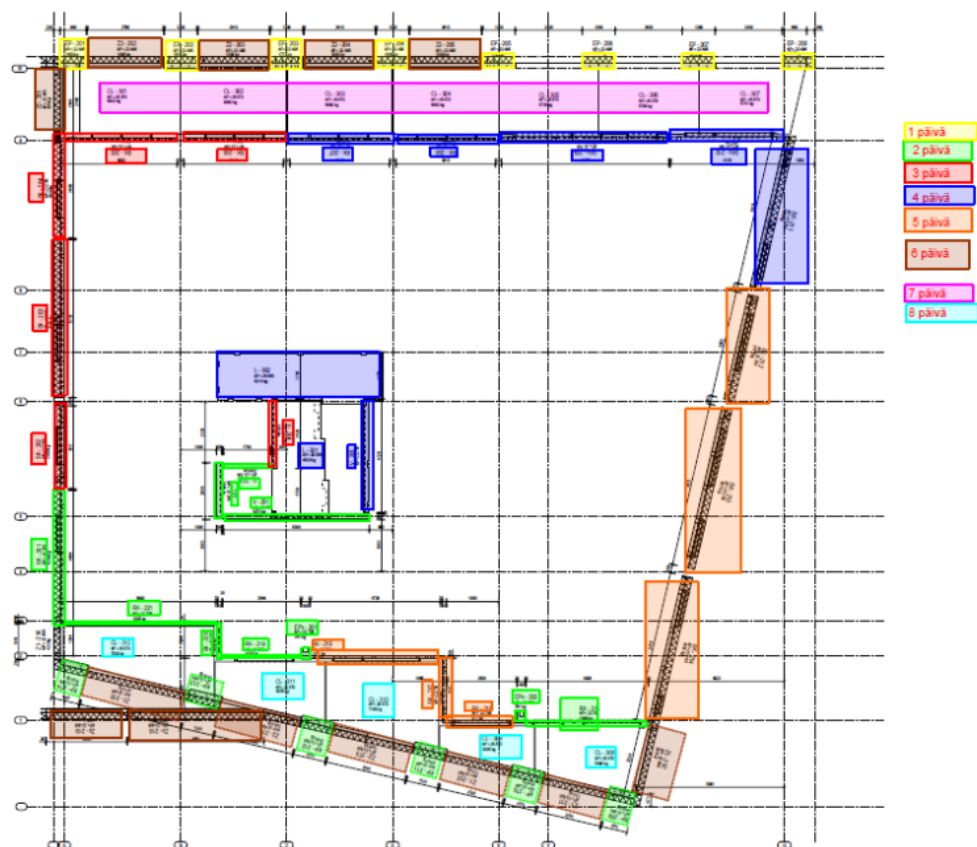
Aikataulu laadittiin myös erilliselle viikkoaikataulusuunnitelmalle, joka laadintaan viikoittain. Työmaalle viikottain laadittava aikataulu kattaa 3 viikkoa eteenpäin. Näin pystyttiin seuraamaan työn etenemistä tarkennetulla pohjalla. Aikataulussa tehtävien kestot laskettiin menekkien, kokemuksen ja muiden RATU-tiedostojen avulla. Urakoitsijan kanssa keskustelemalla ja lisäsuunnittelulla, viikkoaikataulua pystyttiin muuttamaan ja täsmentämään aikataulua. Viikkoaikatauluun merkittiin Peab Oy:n välitavoitteet. Viikkoaikataulut laadittiin yhdessä runkomestarin kanssa ja minulla oli käsitys runkovaiheen aikataulutuksesta edellisen kesän työjohtoharjoitteluni ansiosta.

Muottikiertoajaksi, eli muottien käytön aika rakenteen valmistukseen muotin pystytyksestä purkuun ja uudelleen purkamiseen, valittiin 11 päivää. Runkorakentamisessa käytetään tyypillisesti muottikierron käsitteenä holvibetonointipäivän jälkeistä kesto seuraavan kerroksen holvibetonointiin. Tähän muottikiertoon kuuluu pysty- ja vaakarakenteet, mittaukset, sijainnin määritykset ja asennukset, raudoitukset, tarvittavat LVIS-asennukset, betonointi ja muottien purku. Muottikierron suunnitteluun käytettiin Ratu-menekkejä, työsaavutuksia ja keskustelua aliurakoitsijan kanssa.

Muottikiertosuunnitelman ja runkotyön aikataulusuunnittelussa oli tärkeää saada runkotyön kaikki työvaiheet yhteensopiviksi ja järjestelmällisesti määritetyksi. Erillisiä aikataulu- ja työjärjestysuunnitelmia laadittiin paikallavaluseinä-, elementtiasennus-, elementtitoimitus- sekä holvimuottityövaiheista.

Paikallavaluseinien betonointipäivät laskettiin siten, että työmaalle tilatut suurmuotit pystytään purkamaan, uudelleen sijoittamaan, asentamaan tekniikka ja läpiviennit, raudoittamaan sekä betonoimaan tiettyinä päivinä ja määritetyssä järjestyksessä. Paikallavaluseinätyöstä laadittiin seinämuottijärjestysuunnitelma. (Liite 4.)

Elementtiasennukset ja toimitusajat aikataulutettiin tietyille päiville ja asennusjärjestykseen ylimääräisten häiriöiden minimoimiseksi ja yhteensopivuuden saamiseksi muiden töiden kanssa. (Kuva 5.)



Kuva 5. As. Oy Kurjenlinnan Pihan elementtiasennusjärjestys 2.– 6 krs. (Peab Oy 2019).

Holvimuotin aloitus oli mitoitettu yhteensopivaksi muiden suunnitelmien kanssa ja se pystytettiin aloittamaan, kun kerroksesta oli tehtynä noin puolet elementtiasennuksista ja kaikki paikallavaluseinät. Ajallisesti oikein suunnitellussa runkovaiheen aikataulussa pystytettiin varmistamaan raudoitus- ja LVIS-töiden riittävä työskentelyaika holvilla ennen holvin betonointipäivää.

### 3.5 Kustannussuunnittelu ja valvonta

Työmaalla betonirunkotyön kustannusten valvonta ja seuranta ovat osa työmaan toimintaa. Vastaavalla työnjohtajalla on suurin vastuu rakennustyömaan kustannuksista. Betonirunkotyöstä vastuussa oleva työnjohtaja laatii kuitenkin myös itse kustannusennusteita, esimerkiksi rungon muottityöstä, rungon raudoituksesta ja rungon betonoinnista. Näitä ennusteita esitetään ja käydään läpi ennustekokouksissa. Kustannuksia, ennustuksia sekä huomiota herättäviä poikkeamia saadaan näin esitettyä ja havainnollistettua. Ennustekokouksissa kustannuspoikkeamat esitetään laskelmien avulla ja kustannusennusteen nostamisella. Ennustekokousten avulla pystytään puuttumaan kustannuspoikkeamiin välittömästi etsimällä ja esittämällä syyt ennusteen nostamiseen. Näitä syitä voivat olla hankkeen laskentavaiheessa tapahtunut virhe, suunnitelmien puute tai niiden virheellisyys, tuotantohäiriö toimittajalla tai urakoitsijalla rakennustyömaalla. Kun syy kustannusennusteen nostamiseen on selvillä, tehdään tarpeelliset jatkotoimenpiteet tavoitearvioon pääsemiseksi.

Kustannustenhallintaan pystyttiin vaikuttaa suunnittelemalla betonirunkotyö tarkasti. Ideaali lopputulos saavutettiin muun muassa työmenetelmävalinnoilla, lisätöiden minimoinnilla sekä varmistamalla urakkarajojen sisäpuolella pysyminen. Lisätöiden eli tuntitöiden kuluja hallittiin laskemalla tuntityöt erikseen sopimalla ja hyväksymällä.

Kustannushallinnassa ja ennusteiden laatimisessa käytettiin apuna alan kirjallisuutta, Ratu-kortistoja, yrityksen omia tiedostoja sekä kokemusta. Itse sain tietoja työmenekeistä ja kustannushallintamenetelmistä työnjohtoharjoittelijana ollessani lukemalla rakennusteollisuuden kirjallisuutta ja kuuntelemalla kokeneempien työnjohtajien neuvoja.

### 3.6 Laadunvarmistus

Laadunvarmistuksella saatiin betonirunkotyössä täytettyä laatuvaatimukset, mitä oli vaadittu. Laadunvarmistuksen avulla pystytään takaamaan rakentamisen laatu. Laadunvarmistukseen kuuluu myös laaduntarkastus, joka tarkoittaa laadun mittausta ja tuloksien tarkastelua määrättyihin vaatimuksiin.

Laadunvarmistukseen liittyvät toimenpiteet näkyvät työmaan omasta riskianalyysistä ja laadunvarmistusmatriisista. Laadunvarmistusmatriisipohjassa valmiina olevat minivaatimuksen mukaiset tehtävät on suoritettava. Tämän lisäksi matriisiin asetetaan ennakoivat ja sisäiset laadunohjauksen toimenpiteet, jotka on määritetty työmaan sisäisessä riskikartoituksessa ja analyysissä. Laadunvarmistusmatriisia päivitetään läpi työmaan keston ja merkittyyä toimenpiteitä seurataan seurantakokouksissa. Tarkastuslistasta näkee tarvittavat laadunvarmistustehtävät betonirunkotyölle, ja kuinka usein ne kuuluu laatia. Tehtäviä olivat muun muassa

- aloituspalaveri
- mallitarkastukset
- osakohdetarkastukset
- työnluovutus tarkastus.

As. Oy Kurjenlinnan Pihan aloituspalaverin kirjaukseen käytettiin Peab Oy:n omaa aloituspalaverilomaketta. Aloituspalaverin alussa kirjattiin kohteen perustiedot ja osallistujat. Aloituspalaveriin osallistuivat runkotyöstä vastaavat henkilöt, kuten työmaanjohto ja runkourakkaa suorittavan aliurakoitsijan edustajat. As. Oy Kurjenlinnan Pihan runkotyön aloituspalaveriin kutsuttiin kaksi eri aliurakoitsijan edustajaa. Toinen edustajista oli betonipystysaumauksesta vastaava urakoitsija ja toinen elementtiasennuksista, muotituksista ja paikallavaluseinistä vastaava urakoitsija. Suunnitelmien ja työn sisällön sekä aloitusedellytysten täyttymisen todettiin olevan kunnossa. Seuraavaksi tarkastettiin yhteisymmärrys aikataulusta ja työjärjestyksestä sekä käytiin läpi välitavoitteet. Aloituspalaveriasiakirjaan täydennettiin työn aloituspäivämäärä ja aikataulujen välitavoitteet. Myös muottikiertoaika kirjattiin ylös ja sitä tarkennettiin runkovaiheen edetessä. Urakoitsijalle esitettiin aloituspalaverissa myös laatuvaatimukset, laadunvarmistus, työturvallisuus, logistiikka ja ympäristömenetelmät sekä toimenpiteet asetettuihin tavoitteisiin pääsemiseksi.



Malliasennustarkastuksia pidetään yleisesti tärkeimpänä laadunvarmistustoimena. Kohteessa paikallavaluseinien laadusta pystyttiin varmistumaan malliasennustarkastuksen avulla. Samalla pystyttiin tarkastamaan, onko urakoitsija tehnyt tarvittavat toimenpiteet sovittujen laatuvaatimuksien tavoittamiseksi. Malliasennustarkastus pidettiin kohteessa ensimmäisen kerroksen ensimmäisen paikallavaluseinän valmistuttua. Malliasennustarkastukseen osallistuivat työtä tehnyt urakoitsija sekä työmaanjohd. Paikallavaluseinien mallitarkastus laadittiin Congrid-ohjelman avulla, tablettia käyttämällä. Tabletilla sai avattua Congrid-ohjelmasta valmiin pohjan, jossa oli kirjattuna paikallavaluseinän malliasennuksen laatuvaatimukset sekä tarkastuskohdat. Malliasennuspohjassa tarkastuskohtia olivat sijainti, muotin puhtaus, raudoitus, tekniikka-asennukset, valmis pinta ja valokuvat kohteesta. Kohteen paikallavaluseinien malliasennustarkastuksessa ei ollut poikkeamia vaadittuihin ja sovittuihin laatuvaatimuksiin, joten työtä pystyttiin jatkamaan sovitusti ilman korjaavia toimenpiteitä.

Elementtiasennus malliasennustarkastuksessa käytettiin myös Congrid-ohjelmassa olevaa pohjaa. Malliasennuksessa oli paikalla työnjohtoa ja elementtiasennusta suorittava urakoitsija. Elementtiasennus malliasennuksessa tarkastettiin elementtien oikea sijainti, asennuksen mittatarkkuus, linjaukset, liitokset, riittävät tukipinnat, oikea korko ja riittävä asennusaikainen tuenta mittaamalla sekä säätämällä elementtien asentoa tukien ja asennuspulttien avulla. Malliasennuksessa tarkastettiin myös saumaraudoitteiden määrä, koko ja sijainti sekä hitsaus- ja pulttiliitokset ennen saumavalua. Lisäksi takastukseen kuului jälkivalettavan vaakasauman paksuuden tarkastus, talviolosuhteissa mahdollinen lämmitys ja suojaus sekä otettiin valokuvia kohteesta. Tarkastuksen jälkeen pystyttiin toteamaan laatuvaatimusten olevan kunnossa ja urakoitsija jatkoi töitä laatuvaatimusten mukaisesti.

Osakohdetarkastukset tehtiin kerroksittain valmistumisen mukaan. Osakohdetarkastuksissa paikallavaluseinien ja elementtiseinien tarkastuspohjassa oli samat tarkastuskohdat kuin malliasennuspohjassa, mutta osakohdetarkastuksessa käytiin koko valmistunut kerros läpi, jolloin pystyttiin varmistumaan laadusta koko kerroksessa. (Liite 5.)

Peab:illa työnjohdon käytössä laatutarkastuksien tekemiseen ja dokumentointiin on Congrid-sovellus ja lisäksi laadunvarmistuksen apuvälineenä käytetään kirjallisuutta, mittauslaitteita sekä muita yrityksen tiedostoja. Betonirunkotyössä olennaisia laadunvarmistusmenetelmiä olivat myös holvimuottituennan tarkastukset, raudoitustarkastukset, betonipumpun pystytyspöytäkirja, betonin laadunvarmistukseen tarkoitetut betonointipöytäkirjat. (Liite 6). Jotta pystyttiin varmistumaan holvivalujen ja paikallavaluseinien

lämmön ja lujuudenkehityksestä, valettavan muotin sisään asennetaan lämpömittareita. Mittauksista saatujen tulosten perusteella pystyin laskemaan betonin lujuudenkehityksen. (Liite 7.)

### 3.7 Hankinta ja logistiikka

Peab Oy:lla hankintojen hankintaprosessissa on määritetty tarkat selostukset kullekin hankintatapahtumalle. Lyhyesti kerrottuna prosessinvaiheet ovat hankintojen suunnitteluvaihe, hankintavaihe ja toteutusvaiheen hankinnat. Hankintojen suunnitteluvaiheessa laaditaan hankintasuunnitelma, johon kirjataan hankintatehtävät, aikataulu, tavoite, palautteet ja vastuunjako.

Hankintasuunnitelman toteutumista työmaalla valvottiin kuukausittain seurantakokouksilla ja raportoinnilla. As. Oy Kurjenlinnan Pihan työmaalle oli laadittu kohdekohtainen hankintasuunnitelma. Hankinnoista vastasi Peab Oy:llä hankintapäällikkö, joka johtaa työmaalla tapahtuvien hankintojen tekemistä. Muita vastuuhenkilöitä hankintasuunnitelmassa olivat vastaava työnjohtaja sekä työmaan tuotantoinsinööri. Betonirunkotyössä runkourakan, pystysaumabetoinnin, raudoitustyön, betonimassojen, jälkitöiden ja betonielementtien hankinnoista vastasi hankintapäällikkö ja työmaan tuotantoinsinööri. Tarkennetut hankintojen toimintavat sovittiin betonirunkotyön puolesta hankintojen aloituskokouksessa.

Omiin työtehtäviini hankinta- ja logistiikkasuunnittelussa kuuluivat runkomestarin kanssa tehtävät logistiset suunnitelmat, toimituksien aikatauluttaminen ja betonirunkotyökaluston mitoitus. Runkotyössä on tärkeää laskea tarvittava kalusto ja tilata toimitukset oikeaan aikaan kohteeseen. Erityisen tärkeää kaluston laskeminen sekä tilaukset olivat kyseisessä kohteessa, sillä varastointitilaa oli rajoitetusti.

Runkotyön alussa katsottiin tarpeelliseksi kahden kerroksen holvimuottikalusto ja runkotyön edetessä vähensimme tarvetta noin puoleentoista kerroksen tarpeisiin. Näin saimme holvimuottikaluston riittäväksi muottikierron onnistumiseen eikä varastointitilaa tarvittu työmaa-alueelta. On tärkeää suunnitella toimitukset ja kaluston palautus tarkasti, jotta näistä ei koidu betonirunkotyölle aikatauluhäiriöitä.

Paikallavaluseinät, joita käytetään huoneistojen jakamiseen, mitoitettiin tehokkaaksi ja työhön laadittiin työjärjestys ja aikataulu, jotka mahdollistivat jakavien seinien valamisen neljässä päivässä. Seinämuotit laskettiin seinäneliöiden, valupäivien sekä seinämuottien

pituuksien perusteella. Muoteille varattiin paikat varastointialueelta, jonne ne laskettiin seinävalupäivien jälkeen putsattavaksi ja odottamaan seuraavaa muottikiertoa. (Kuva 3. Aluesuunnitelma Peab Oy 2019.)

Elementtitoimituksiin laadittiin elementtitoimitusaikataulu sekä elementtiasennusjärjestys, ja ne merkittiin runkovaihe-ajankohdat. Näin saatiin tarkka kokonaiskuva elementtiasennus- ja toimitusajankohdista. Elementtitoimitusajankohdat oli aina suunniteltu siten, että elementtien purkuajasta työmaalla ei koidu ongelmia runkovaiheen etenemiselle. Suurin osa elementeistä tuli holvivalupäivänä, jolloin torninosturi ei ole käytössä jatkuvasti. Elementtitoimitusaikataulut lähetettiin elementtitehtaalle hyvissä ajoin ja ajankohdat varmistettiin ennen toimitusaikaa. (Kuva 4. As Oy Kurjenlinnan Pihan elementtiasennusjärjestys 2.– 6 krs. Peab Oy 2019.)

## 4 OMA OSAAMISTASO JA KEHITTÄMISTARVE

### 4.1 Tehtäväsuunnittelu

Tehtäväsuunnitelman laatiminen betonirunkotöistä edellyttää perusteellista suunnittelua ja tutkimista. Itse sain tehtäväsuunnitelman laatimisessa apua muista tekemistäni tehtäväsuunnitelmista. Osasin laatia tehtäväsuunnitelman betonirunkotyölle edellisen kesän työnohjohtajatoiminnasta saamani työkokemuksen perusteella. Tunsin työssä käytettävät työmenetelmät ja ymmärsin työn sisällön betonirunkotyössä.

Kehittämistarpeeni tehtäväsuunnitteluun liittyen on riskien arviointi. Lisäksi minulla on kehitettävää häiriöihin varautumisessa. Betonirunkotyö on laaja kokonaisuus ja sen eri vaiheiden onnistuminen ilman häiriöitä vaatii minulta vielä tarkennettua suunnittelua ja osaamista tiedonhaussa. Uskon tulevaisuudessa onnistuvani betonityönrunkotyön suunnittelussa, kun saan lisää kokemusta.

### 4.2 Työturvallisuus rakennushankkeessa

Oma osaamiseni betonirunkovaiheen työturvallisuuden ylläpitämisessä ja ymmärtämisestä on mielestäni hyvällä tasolla. Kokemukseni kirvesmiehenä ja työnohjohtajatoimittajana runkotyössä ovat auttaneet minua havaitsemaan työturvallisuusriskejä. Lisäksi tunnen yrityksen sisäiset työturvallisuusmenetelmät ja dokumentoinnin.

Kehitystarpeena itselleni näen sen, että tarvitsen lisää työkokemusta vaihtoehtoisten työmenetelmien suunnitteluun. Runkotyönjohtajana on hyvä harkita kaikki menetelmät tarkkaan vaaratilanteiden vähentämiseksi.

### 4.3 Työmaasuunnittelu

Työmaasuunnittelussa tieto työmaa-alueen ympäristön, työmaan toiminnan kannalta olevan infrastruktuurin sekä kaluston asiantuntemus on mielestäni hyvällä tasolla. Osaan hakea tietoa suunnitelmiin yrityksen omista ja muista tiedostoista hyödyntäen omaa kokemustani.

Työmaasuunnittelussa kehitystä vaaditaan yleistiedon saamisessa. Kehitystä tarvitsen logistisesti haastavien työmaiden toiminnan suunnittelussa. Runkotyössä laaditaan monta työsuunnitelmaa, joten tarvittavien suunnitelmien laajuuden sekä monipuolisuuden ymmärtämistä on myös kehitettävä.

#### 4.4 Ajallinen suunnittelu ja valvonta

Ajallisen suunnittelun osaaminen on mielestäni vaadittavalla tasolla. Ymmärrän betonirunkotyön kokonaisuuden ja laajuuden aikataulullisesti sekä käsitän erinlaisten aikataulutyyppien merkityksen ja ajallisen suunnittelun tärkeyden työssä. Osaan laskea työaikamenekkejä ja laatia perustasolla minulle tuttuja työvaiheita ja vaativampia työvaiheita vanhemman työnjohtajan avustuksella. Aikataulujen laadinnassa olen kykenevä käyttämään Tocoman-aikatauluohjelmistoa. Ajallisessa suunnittelussa osaan ottaa huomioon resurssien käytön ja rakennusteollisuuden kortistoista saamieni tietojen perusteella pystyn soveltamaan niitä työryhmän kapasiteettiin. Ajallisen valvonnan osalta osaan seurata aikatauluja sekä työn kulkua.

Tein työmaalla ajallista suunnittelua, jossa yhdistin betonirunkotyön ja muita runkovaiheeseen kuuluvia töitä. Huomasin kaipaavani lisää työkokemusta ja tietoa aikataulujen yhteensopivuuksien kanssa. Betonirunkotyön aikataulusuunnittelussa olin mukana runkomestarin kanssa. Haluan kehittää itseäni, jotta pystyn laatimaan itsenäisesti aikatauluja ja sovittamaan työjärjestyksiä toimivaksi.

#### 4.5 Kustannushallinta

Kustannushallinnassa on olennaista hakea lähtötiedot työstä. Osaan etsiä itsenäisesti lähtötietoja ja selvittää tavoitearvion, sopimusten, edellisten hankkeiden dokumenteista kustannuksiin liittyvät arviot.

Työmaalla betonirunkotyön kustannusten seurantaan liittyviä ennusteita seurattiin ja olin mukana seuranta- ja ennustuspalavereissa, joissa tarkasteltiin runkotyön kustannuksiin liittyviä seurantamenetelmiä ja mahdollisia puutteita. Kustannusten panoslaskelmissa, litteroinnissa sekä niiden kokonaisuuksien ymmärtämisessä on vielä kehitystarpeita, joita aion kehittää jatkuvasti työkokemuksen karttuessa.

#### 4.6 Laadunvarmistus

Koen, että osaamiseni laadunvarmistuksen ja laadunhallinnan perusedellytysten osalta työelämään on alustavasti riittävä. Tiedän, kuinka tärkeää rakennushankkeessa laadunvarmistus ja laadunhallinta on. Osaan käyttää Condrid-ohjelmaa, joka on työnjohdon dokumentoinin apuväline. Hallitsen Congrid-ohjelman tarkastuslistan käytön sekä niiden muokkauksen käyttämällä tietoja valmiina olevista pohjista ja Ratu-korttien avulla. Yrityksen laadunvarmistusmenetelmät ovat minulle tuttuja työjohtoharjoittelijana saadun kokemuksen sekä Peab Oy:n laadunvarmistuskoulutusten ansiosta.

Kehitettävää on kuitenkin vielä laadunvarmistustarkastuskierröksillä havainnoitavien virheiden korjauksiin liittyvien vaikutusten ymmärtäminen sekä mahdollisten korjaustoimenpiteiden menettelytapa.

#### 4.7 Hankinta ja logistiikka

Hankintatoimi on vastuussa työmaan suurista hankinnoista, joten työnjohdon tehtävät betonirunkotyövaiheessa oli suunnitella aikataulutukset ja toimitukset työmaalle. Näissä koen ymmärtäväni tarvittavien suunnitelmien tärkeydet.

Kehitystarpeeni oli logistisesti haastavalla työmaalla muiden työvaiheiden kanssa aikataulujen yhteensopivaksi saaminen. Jo pelkästään yhden kerrostalon runkotyössä on monia eri vaiheita, joita tulee ottaa huomioon. Kehitystarpeita ovat myös oppia varautumaan ennakkoon mahdollisiin toimitushäiriöihin ja valmistella vaihtoehtoiset toimenpiteet ongelmien ratkomiseen.

## 5 LOPUKSI

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on osoittaa oma osaamiseni työjohtajana ja erityisesti betonirunkotyöjohtajana. Tarkoituksena on myös tarkastella betonirunkotyöhön liittyviä tuotannonsuunnitelmia. Opinnäytetyön laatiminen As. Oy Kurjenlinnan Piha -kohteesta antoi selkeän käsityksen tuotannonsuunnittelusta lisäksi sain paljon lisää hyödyllistä työkokemusta. Opinnäytetyön aikana opin laatimaan ja ymmärtämään tarvittavia toimia, joita pystyn jatkossa käyttämään työjohtajana. Opinnäytetyön laadinnan aikana tehdyt suunnitelmat ja kokeneempien työjohtajien neuvot olivat tärkeitä oppimistapoja. Tämän opinnäytetyön aihe oli todella laaja, joten jouduin karsimaan paljon työtä laadittaessa. Mielestäni kuitenkin pääsin tavoitteisiini ja itse ainakin opin erittäin paljon tätä opinnäytettä tehdessäni.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa on hyödynnetty rakennusalan kirjallisuutta, kuten Ratu- ja RT-tiedostoja sekä Peab Oy:n tiedostoja ja lomakkeita tuotannonsuunnitteluun. Opinnäytetyössä tarkastellaan teorian soveltamista rakennustyömaalla. Lisäksi opinnäytetyön laadintaan on saatu ohjeita Peab Oy:n ammattitaitoiselta henkilöstöltä ja Turun ammattikorkeakoulun aineistoista.

Opinnäytetyön laadinnan aikana toimin työjohtoharjoittelijana runkovaiheessa yhdessä runkotyöjohtajan kanssa. Oma työkokemus runkotyöjohtamisesta oli pientä, sillä olen toiminut työjohtoharjoittelijana vasta vähän aikaa. Kokemuksen ollessa vielä vähäistä oli tärkeää pysyä mukana työmaan kulussa ja aktiivisesti oppia uusia tuotannonsuunnitteluun kuuluvia tehtäviä.

Tämän opinnäytetyön aiheena oleva betonirunkotyön tuotannosuunnittelu on tärkeä, sillä betonirunkotyö on rakennushankkeessa vaarallisin ja kriittisin työvaihe, joka määrittelee koko hankkeen onnistumisen. Juuri sen takia betonirunkotyön tuotannosuunnittelun omaksuminen ja sen merkityksen ymmärtäminen on tärkeää. Betonirunkotyövaiheen turvallisen ja varman hallinnan takaamiseksi on tärkeää suunnitella ja johtaa runkovaihetta oikein.

Työjohtajana minulla on kehitettävää vielä häiriöiden vaikutuksien ymmärtämisessä kokonaiskuvassa. Uskon, että tulevaisuudessa saan lisää asiantuntemusta ja itsevarmuutta betonirunkotyöjohtamiseen. Työkokemuksen karttuessa opin varmasti mahdollisten häiriöiden korjauksiin vaadittavat toimenpiteet.

## LÄHTEET

Ratu 0731. 2012. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Opettajan kalvosarja. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ratu 1181-S. 1998. Työturvallisuus tuotannosuunnittelussa. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ratu C2-0454. 2017. Rakennustyömaan aluesuunnittelu. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ratu KI-0625. 2014. Rakennustöiden laatu. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ratu KI-6018. Rakennustöiden turvallisuusohjeet. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ratu KI-6020. 2010. Rakennustuotantotekniikka. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ratu KI-6028. 2016. Aikataulukirja. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ratu KI-6029. 2016. Rakennustöiden laatu. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ratu KI-6031. 2017. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ratu KI-6032. 2018. Raturva – rakennustöiden ja –koneiden turvallisuusohjeet. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ratu KI-6033. 2018. Rakennushankkeen kustannushallinta. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ratu S-1227. 2010. Työmaan toimitusten suunnittelu ja ohjaus. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ratu S-1228. 2010. Rakentamisen tehtäväsuunnittelu. Ohje aliurakan ja työkaupan hallintaan. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ratu TT 05-00474. 2004. Rakennushankkeen eri vaiheet ja työturvallisuussuunnittelu. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Työsuojeluhallinto 2017. TR-mittari®. Viitattu 17.5.2020.



# TEHTÄVÄSUUNNITELMA



1. KOHDETIEDOT	Laatija:	Jesse Ojala
Tehtävä:	Betonirunko	
Työmaa:	As Oy Turun Kurjenlinnan piha	Vastaava työnjohtaja T.L.
Työnumero:	9438123	Työnjohtaja: Jussi Hernberg ja Jesse Ojala
Päiväys:	8.1.2020	Urakoitsija: Rakennuskolmio Oy

2. MIKÄ ON TEHTÄVÄSUUNNITELMAN TARKOITUS? (Miksi kyseisestä tehtävästä laaditaan tehtäväsuunnitelma?)
Runkotyöt (paikallavaluseinät ja holvi) on aikataulullisesti ja kustannusten puolesta erityisesti tarkkailtava työkokonaisuus. Vaarallisin työvaihe talon rakentamisessa.

3. MITÄ LÄHTÖTIEDOJA ON KÄYTETTÄVISSÄ SUUNNITTELUUN?		
<input checked="" type="checkbox"/>	Työmaan toimintasuunnitelma	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Tavoitearvio	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Riskikartoitus	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Laadunvarmistusmatriisi	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Rakennusteollisuuden kirjallisuus	<input type="checkbox"/>

4. MIKÄ ON TYÖN SISÄLTÖ?
Aloitusedellytykset / tarvittavat olosuhteet:
Täytötyöt tehty ja mitattu sekä tarvittavat painekokeet tehty. Kallioanturoiden kohdat kaivettu ja suoritettu riittävästi Anturoiden paikat merkattu sovitulla tavalla.
Työn sisältö:
Perustukset, paikallavaluseinien ja holvin muottityöt, rungon valutyöt, ei vaakavaluja, elementtien asennus ja juottaminen. Työssä tarvittavien putoamissuojainten asennus.
Muottityö: Paikallavaluseinät valettu. Holvimuotin kuorma holvitukien avulla kantavaan kerrokseen määritettyjen välien mukaisesti. Holvitukiin liitetään kolmijalkoja kuorman siirtämisen avuksi. Muottijärjestelmään kuuluu kehykset, joilla saadaan liitettyä useita holvitukia suureksi kokonaisuudeksi. Kehyksiä voidaan käyttää holvikaluston jäykistämiseen.
Holvitukien yläpintaan asennetaan siihen kuuluvat säätöhaanukat, joilla saadaan valupinta oikeaan korkoon.
Vaakapalkit ja koolauspalkkeina on PERIN holvipalkit. (K1500 ja K400). Muottivanerina 21mm kolmikerros vanerilevy.
Raudoitustyö: Rautojen katkominen työpisteillä tilattuna, jonka jälkeen nostetaan työkohteelle.
Betonointi: Betonointi suoritetaan betonipumpulla tai valujassikalla. Betonin tiivistys tärytimellä. Valupinta merkattuun korkoon. Kylmällä säällä betoni lisäaineena RAPID sekä mahdollisesti lämmitettynä. Jälkihoitona valun pinta voidaan peittää pakkasmatolla.
Muotin purku: Muotti puretaan kun betoni on kovettunut 80% nimellislujuudesta. Betonin lujuuden kehitys riippuu lämpötilasta. Betonin lujuus saadaan varmistettua lämpömittauksilla ja laskennallisista tuloksista.
Lopputila: Runko betonoitu ja muotit purettu lähetyksuntoon. Varaukset avattu ja juotosvalut tehty.

5. MITÄ RISKEJÄ JA MAHDOLLISUUKSIA TEHTÄVÄÄN LIITTYY?	
Riski / mahdollisuus	Enkäisevät toimenpiteet
Aikatauluriski	Aikataulun seuranta, tarvittaessa puuttuminen välittömästi
Kustannusriski, tiukka tavoite	Tiukka kustannusseuranta, etsittävä säästökeinoja
Työturvallisuusriski	Putoamissuojauksen huolehtiminen, varovaisuus nostoissa
Asukasmuutokset	Selvitetään asukasmuutokset ajoissa ja uudet suunnitelmat aliurakoitsijoille
Talvibetonointi	Betonin lisäaineet ja lämmistysjärjestelmät

6. MITÄ MATERIAALEJA JA KALUSTOA TEHTÄVÄ EDELLYTÄÄ?
Materiaalit: Betoni (Swerock), puutavara, vaneri, työsaumaraudoitteet, tartunnat, raudoitteet, välkkeet, korkolaput, lattaraudat
Kalusto: Suumuotit (Skanska) ja järjestelmämuotti (Peri), holvikalusto (Peri), elementtituet ja fakit (Cramo), kaitteet (Cramo), hirsipuut ja holviraput combisafe/cramo, valujassika (Cramo/aliurakoitsija), betonintivistykseen tärytin (cramo/aliurakoitsijan oma).
Muottikalustona käytetään PERI ja SKANKA-muottikalustoa. Valmismuotteja käyttämällä säästytään puutavaran hankinnalta ja ylimääräiseltä rakennusjätteeltä. Muottijärjestelmän avulla saadaan kustannustehokkain ja aikataulullisesti nopein tapa työn toteutukseen.
Elementti tuet, hirsipuut, holviraput kaitteet ja fakit tilataan Cramolta. Määrät laskettu elementtisuunnitelmasta ja putoamissuunnitelmasta.
Elementtifakkeina käytetään 2 kappaletta 10t fakkeja.
Lämmitysmenetelmänä holvimuotissa tarvittaessa Cramon kaasulämmitys järjestelmä. Järjestelmä kytketään päälle päivä ennen holvivalua ja kytketään pois päältä noin kaksi päivää valun jälkeen.
Varastointi ja logistiikka: Varastointi aluesuunnitelman mukaan. Kaikki toimitukset ajoitettava työmaalla siten että työmaatiet eivät ruuhkaudu (huomioi valmistuvan talon liikenne)
Purkupaikan lähimpään fakkiin varastoidaan seinäelementit ja kauimmaiseen varastoidaan pienemmät elementit kuten piielelementit.

Tominosturi käytössä runkourakoitsijalla ja tarvittaessa autonosturi.		
Betoniautojen paikka sekä holvivalu päivinä betonipumppuauton paikka määritetty ja tarkennettu		
Holvimuottikalusto työmaalle suunnitellusti. Runkotyössä käytetään käytetään kahden kerroksen kalustoa		
Elementtitoimitukset elementtitoimitusaikataulun mukaisesti.		
<b>7. MITÄ TOIMENPITEITÄ LAADUNVARMISTUS JA -VALVONTA EDELLYTTÄÄ?</b>		
<p><b>Laatuvarmistus muottityö ja elementtiasennus</b></p> <p>Paikallavaluholvissa suunniteltava työjärjestys ja yhteensovitus: Muottityö, rauditus, LVIS ja betonointi. Resurssien saatavuus varmistetus. Suunnitellaan muottityö, muotikierto, muotin purku, ja puhdistus. Varmistetaan muottien ja muottimateriaalien kestävyys ja muottipinnan laatu. Tarkastetaan varaukset, putkitukset, tartunnat, rauditukset ja talviolosuhteissa lämmitysmenettelmät.</p> <p>Muottien ja elementtien sijaintien merkintä ja tarkastus.</p> <p>Holvivaiheessa huomiota vaativa vaihe muotin purku ja siirto. Nostoissa tarkastetaan riittävät kiinnitykset taakkaan sekä tarkastetaan kunto. Nostokaluston työturvallisuusmääräyksien tarkistus sekä tarkastetaan, että kulkutiet ja putoamissuojaus on suunnitelmien mukainen.</p> <p>Työkohteessa oltava tarvittava yleisvalastus, talvella lumen ja jään poisto, henkilökohtaisten suojainten käyttö sekä työpisteen siivous.</p> <p>Muotit puhdistetaan ja öljytään varovaisesti likaamatta ympäristöä.</p> <p>Ennen seinämuottejen tuplausta tarkastetaan varaukset, tartunnat, tekniikka, rauditukset, muottejen puhtaus ja mahdolliset lämmitykset.</p> <p>Seinämuottejen tuplauksen jälkeen tarkistettava muotin suoruus, lukitus, tuenta, tartunnat ja muotin tiiveys.</p> <p>Valvotaan muottisuunnitelman ja elementtiasennusjärjestyssuunnitelman noudattamista sekä muottien kestävyyttä betonoinnin aikana.</p> <p>Muottirakenteiden purkulujuutta varmistettava laskennallisesti. Muottilujuuden tulee olla tukirakenteita purkaessa vähintään 60% nimellislujudesta. Sekä muotit on purettava järjestyksessä, jossa rakenteille ei aiheudu ylimääräistä kuormaa.</p> <p>Elementtiasennuksessa noudettav elementtiasennussuunnitelmaa.</p> <p>Dokumentointi</p>		
<p><b>Laatuvarmistus rauditus</b></p> <p>Resurssien varmistus, varmistetaan aikataulujen ja tavoitteiden mukainen tahdistus, varmistetaan raudituksen varastointi, siirrot työkohteessa.</p> <p>Työmaalle saapuvat raudat tarkastetaan sekä tarkastetaan hitsaustyötä tekevien työntekijöiden pätevyudet ja tulityöluvat.</p> <p>Tarkastetaan, että raudituksille asetetut mitta-, mittapoikkeamat-, raudotteiden asemavaatimukset saavutetaan ja ne ovat suunnitelma- asiakirjojen mukaiset.</p> <p>Tarkastetaan työkohteen järjestys ja siisteys työnvalmistuksen jälkeen ja, että jätteet on lajiteltu oikein.</p> <p>Tarkastetaan jatkokset, tartunnat, muotin puhtaus ennen rauditusta ja, että tarvittavat putkitukset, kotelot ja läpiviennit on tehty.</p> <p>Tarkastetaan väliskeet, raudituspäiden suojaus, betonipeitteen nimellispaksuus, puhtaus, mittatarkkuus ja sidonnat,</p> <p>Valokuvat raudituksista ja ennen holvivalua rakennesuunnitelijan raudituskatselmus pidettävä.</p> <p>Dokumentointi</p>		
<p><b>Laadunvarmistus betonointi</b></p> <p>Ennen betonointitöiden aloittamista laaditaan betonointisuunnitelma jota noudatetaan työssä.</p> <p>Betonoinnista laadittava betonointipöytäkirja</p> <p>Betonointimenetelmä vaihdettava talvibetonointiin kun vuorokauden keskilämpötila laskee alle +5 astetta. Tulee laatia talvibetonointisuun.</p> <p>Varmistetaan resurssien saatavuus ja betonikuormat tilattava ajoissa. Tilaukseen annettava tiedot betonimäärästä ja laadusta.</p> <p>Betonivastaanotto paikka työmaalle määritettävä missä maankantavuus ja leveys täyttää kaluston vaatimukset.</p> <p>Varmistetaan työaikana käytettävät valutelineet, henkilösuojainten käyttö ja muut työturvallisuusmääräykset.</p> <p>Työkohteeseen pidettävä siistinä työn aikana.</p> <p>Betonin tiivistys ja työmenetelmien tarkastus.</p> <p>Tarkastetaan tarvittavat jälkihoitotoimenpiteet.</p> <p>Varmistetaan, että laatuoluokan ja betonille annettut rasitusluokat täyttyvät.</p> <p>Dokumentointi</p>		
Miten laadunvarmistus toteutetaan?		
	Suun./vko	Tot.
Tehtävän aloituspalaveri	43	
Mestari tarkastus	48	
Mallikatselmus / 1. Työkohteen tarkastus	5	
Urakoitsijapalaverit	-	tarvittaessa
Miten laadunvalvonta toteutetaan?		
Tarkastukset tehdään työkohteittain	Kyllä <input checked="" type="checkbox"/>	Ei <input type="checkbox"/>
Mikäli tehdään työkohteittain, mitä ne ovat? kerroksittain (seinien ja elementtien suoruus, valmispinta, varaukset ja sijainti)		
	Suun./vko	Tot.
Aliurakan itselleluovutus	18	
Tehtävän vastaanottotarkastus	18	
Tehtävän taloudellinen loppuseelvitys		

<b>8. MINKÄLAINEN ON TEHTÄVÄN AIKATAULU?</b>	
Mikä on tehtävän aikatauluraja yleis- tai rakentamisvaiheikataulussa?	
Aloitus:	49 vko Lopetus 16 vko
Mikä on vaadittu työryhmä ja muut resurssit? 4-5 RM/RAM	
Kokonaiskesto:	100 tv Työsaavutus: 5 yks./tv
Mitkä ovat tehtävän välitavoitteet?	
	Suun./vko
1.Välitavoite:	1 krs holvi valettu 4
2.Välitavoite:	2 krs holvi valettu 7
3.Välitavoite:	3 krs holvi valettu 9
4.Välitavoite:	4 krs holvi valettu 11
5.Välitavoite:	5 krs holvi valettu 14
6.Välitavoite:	6 krs holvi valettu 16
<b>9. MITEN TEHTÄVÄ TOTEUTETAAN TURVALLISESTI?</b>	
Selvitä tehtävään liittyvät työturvallisuusvaatimukset ja toimintaohjeet	
<input checked="" type="checkbox"/> Rakennuttajan turvallisuusasiakirja	<input checked="" type="checkbox"/> Työlajikohtaiset turvallisuusohjeet
<input checked="" type="checkbox"/> Peabin työturvallisuusliite	<input checked="" type="checkbox"/> Elementtiasennus ja -Putoamissuojauussuunnitelma
Mitä työturvallisuudessa on erityisesti huomioitava?	
Putoamissuojaukset oltava kunnossa, tarvittaessa valjaiden käyttö. Varovaisuus nostojen (elementit, suuruuotit jne) suorituksessa.	
<b>10. MITKÄ OVAT TEHTÄVÄN KUSTANNUKSET?</b>	
<b>11. HUOMIOT YMPÄRISTÖN KANNALTA?</b>	
Ympäristöllä siviilitoimintaa, Kurjenmäen kirkko, J. Martin työmaa vieressä ja työmaaliikenne	
<b>12. MITÄ MUUTA HUOMIOTAVAA?</b>	
Rakennustyömaalla samanaikaisesti käynnissä as. oy kurjenlinnan portti.	
<b>LIITTEET:</b>	
<input checked="" type="checkbox"/> 1. Urakkarajat	<input checked="" type="checkbox"/> 4. Määrä- ja kustannuslaskelma
<input checked="" type="checkbox"/> 2. Riskitarkastelu	<input checked="" type="checkbox"/> 5. Tarkastuslista/laatuvaatimukset
<input checked="" type="checkbox"/> 3. Aikataulu	<input checked="" type="checkbox"/> 6. Raturva-kortti



# TR-MITTAUS JA HAVAINTOMERKINTÄESIMERKKI

Asunto Oy Turun Kurjenlinnan  
Piha  
Työ 9438123  
Peab Oy

TR vko. 10, Sisäinen tarkastus  
04.03.2020, Viikko 10



Pvm.	Viikko	Projekti	
04.03.2020	10	Asunto Oy Turun Kurjenlinnan Piha - PEAB OY, Etelä-Suomi, Turku, Marika Siirto	Jesse Ojala

Mittauskohdat	Havainnot	Oikein	Väärin	Taso
1 TYÖSKENTELY	10	10		100.0 %
2 TELINEET, KULKUSILLAT JA TIKKAAT	2	2		100.0 %
3 KONEET JA VÄLINEET	4	4		100.0 %
4 PUTOAMISSUOJAT	109	106	3	97.25 %
5 SÄHKÖ JA VALAISTUS	36	35	1	97.22 %
6a JÄRJESTYS JA JÄTEHUOLTO	107	104	3	97.2 %
6b PÖLYISYYS				
Yhteensä	268	261	7	

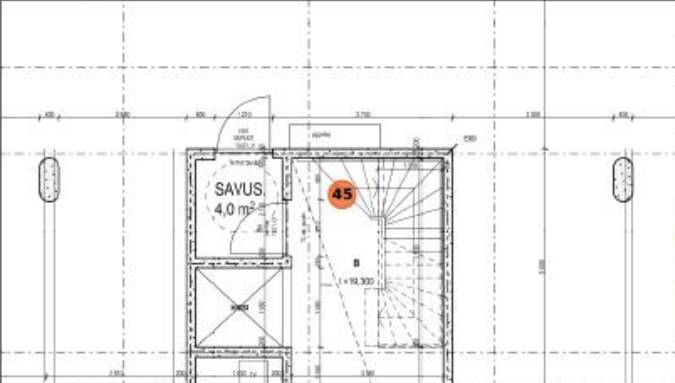

TASO: 97.39 %

Lisätietoja	Sää 04.03.2020
<b>Tapahtumat</b> 04.03.20 13:32 (04.03.20 13:23) Jesse Ojala: ✓ Valmis tarkastettavaksi 04.03.20 13:23 Jesse Ojala: ☹ Odottaa	<b>Sää kello 13:23</b> Sateen mahdollisuus Lämpötila: 1.3 °C Tuuli: 8.1 m/s

04.03.2020 13:32 Jesse Ojala

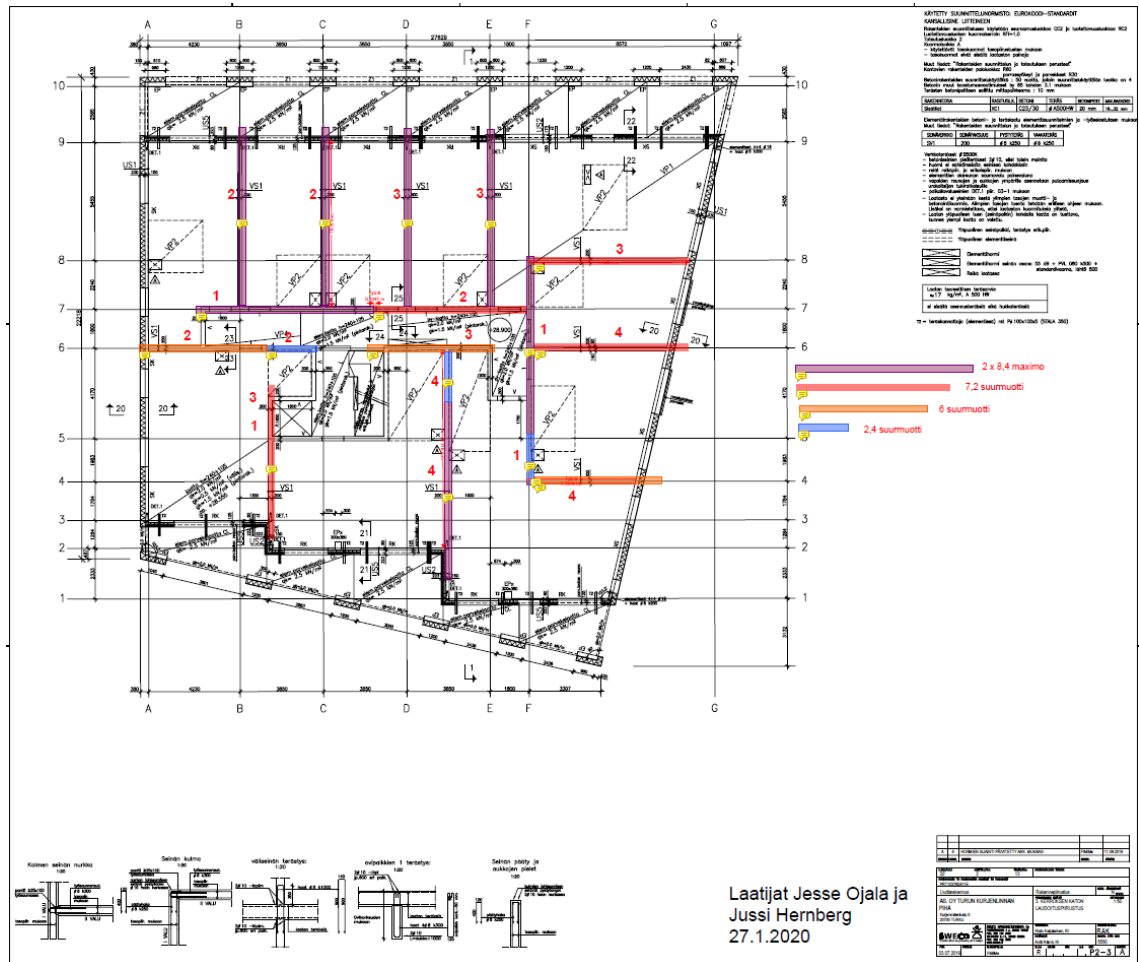
Jesse Ojala  
Työnantajan edustaja

Työntekijän edustaja

4. Putoamissuojat					
Mittauskohdat		Havainnot	Oikein	Väärin	Taso
4 PUTOAMISSUOJAT		109	106	3	97.25 %
ID	Kuvaus	Vastuuyritys	Ajankohta	Hyväksytty	
45	Kurjenlinnan Piha, 1 krs: 4. Putoamissuojat.  Putoamissuojaus puutteellinen → Kaiteet kuntoon	Peab Oy	04.03.20		JO
					
ID	Kuvaus	Vastuuyritys	Ajankohta	Hyväksytty	
50	Kurjenlinnan Piha, 4 krs: 4. Putoamissuojat.  Kaide puuttuu → Kaiteet kuntoon	Turun Rakennuskolmio Oy	04.03.20		JO
					



# SEINÄMUOTTIJÄRJESTYS 3.- 6. KRS.



# PV-SEINÄT OSAKOHDETARKASTUS

Asunto Oy Turun Kurjenlinnan  
Piha  
Työ 9438123  
Peab Oy

Laatutarkastus 17  
Kurjenlinnan Piha, 1 krs  
07.04.2020, Viikko 15



Pvm.	Työvälihe / Tarkastus	Alue	👤
07.04.2020	3010 PV seinät / Osakohteen tarkastus	Kurjenlinnan Piha, 1 krs	Jesse Ojala

Hyväksyjät	Osallistujat
	Jesse Ojala

Status	Kuvaus
✓	1. Sijainti
✓	2. Aukot 07.04.20 09:12 Jesse Ojala: ✓ Hyväksytty Keskeneräinen -> Hyväksytty
✓	3. Tekniikka asennukset 07.04.20 09:15 Jesse Ojala: ✓ Hyväksytty Keskeneräinen -> Hyväksytty
✓	4. Suoruuus 07.04.20 09:15 Jesse Ojala: ✓ Hyväksytty Keskeneräinen -> Hyväksytty
✓	5. Valokuva 07.04.20 09:15 Jesse Ojala: ✓ Hyväksytty Keskeneräinen -> Hyväksytty

Lisätietoja	Sää 07.04.2020
<b>Tapahtumat</b> 07.04.20 09:30 Jesse Ojala: ✓ Hyväksytty 07.04.20 09:16 (07.04.20 09:11) Jesse Ojala: ✓ Valmis tarkastettavaksi 07.04.20 09:12 (07.04.20 09:11) Jesse Ojala: ⌚ Odottaa	<b>Sää kello 9:11</b> Selkeää Lämpötila: 6.7 °C Tuuli: 4.9 m/s

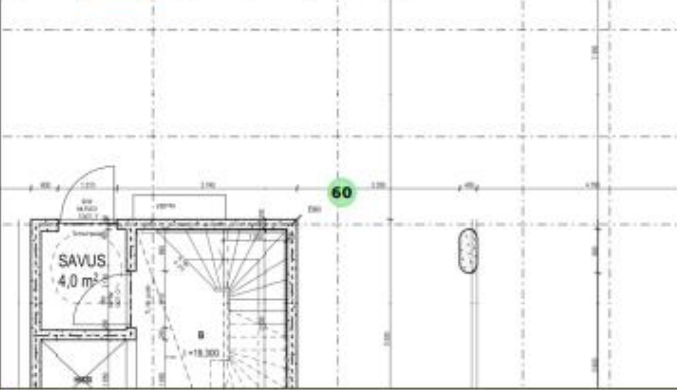

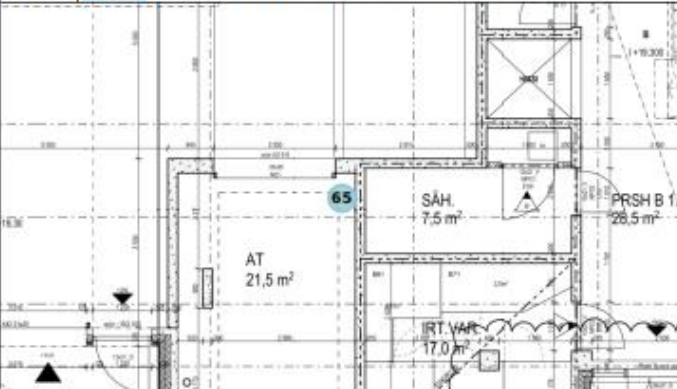




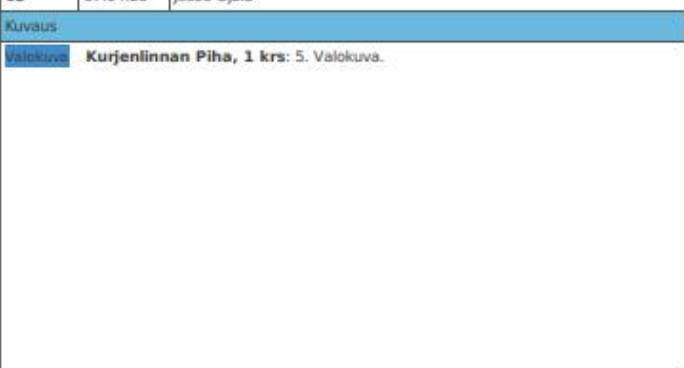
07.04.2020 09:16 Jesse Ojala

Hyväksyjät

Jesse Ojala  
Osallistuja



2. Aukot			
Kohdan tarkemmat tiedot, kaikki havainnot ja valokuvat			
✓	2. Aukot 07.04.20 09:12 Jesse Ojala: ✓ Hyväksytty Keskeneräinen -> Hyväksytty		
ID	Kuvaus	Ajankohta	
60	Valokuva Kurjenlinnan Piha, 1 krs: 2. Aukot.	07.04.20	JO
 			
3. Tekniikka asennukset			
Kohdan tarkemmat tiedot, kaikki havainnot ja valokuvat			
✓	3. Tekniikka asennukset 07.04.20 09:15 Jesse Ojala: ✓ Hyväksytty Keskeneräinen -> Hyväksytty		
ID	Kuvaus	Ajankohta	
65	Valokuva Kurjenlinnan Piha, 1 krs: 3. Tekniikka asennukset.	07.04.20	JO
 			
5. Valokuva			
Kohdan tarkemmat tiedot, kaikki havainnot ja valokuvat			
✓	5. Valokuva 07.04.20 09:15 Jesse Ojala: ✓ Hyväksytty Keskeneräinen -> Hyväksytty		

ID	Kuvaus	Ajankohta	
61	<b>Valokuva</b> Kurjenlinnan Piha, 1 krs: 5. Valokuva.	07.04.20	JO
 			
ID	Kuvaus	Ajankohta	
62	<b>Valokuva</b> Kurjenlinnan Piha, 1 krs: 5. Valokuva.	07.04.20	JO
 			
ID	Ajankohta		Valokuva
63	07.04.20	Jesse Ojala	
 			

# BETONOINTIPÖYTÄKIRJA



RAKENTAMINEN JA TAKUUAIKA  
T9c Tuotannollinen suunnittelu, valvonta ja ohjaus  
Lomake  
Sivu (1/1)

<b>BETONOINTIPÖYTÄKIRJA</b>		Laatija Jesse Ojala 3.4.2020
Työmaa:	Asunto Oy Turun Kurjenlinnan Piha	Rakenneosa: 5 krs.katon holvivalu
Silta:		1 lk:n bet. tj.:
Tie, plv.:		Vast. työnjohtaja: Tero Lappi
Päivämäärä:	31.3.2020	
Betonointi alkoi (klo):	07:25	
Päättyi (klo):	11:13	
Betonointiaika yhteensä (h):	3h 36min	
Keskeytykset yhteensä (h):	1h 52min	
Tehokas työaika (h):	1h 46min	
Betonin lujuus- ja rakenneluokka: RAPID C30/37 32mm S3 - XC3 XC4 - 50 VUOTTA		
Betonimassan toimittaja:	SWEROCK	
Betonimassan notkeus (sVB):	S3	
Betonimäärä (teor.m <sup>3</sup> /tot.m <sup>3</sup> ):	101,5/100,0	
Betonointinopeus (m <sup>3</sup> /h):	56	
Tiivistämisvälineet:	Vibra	
Ilman lämpötila (C):	-4	
Betonimassan lämpötila (C):	+30	
Koekappaleet:	-	
Ilmanmäärittäjäkirjat:	-	
Suoritettava tarkastus:	Tarkastuksen suorittaja	(OK / Huomautuksia)
Muotin puhtaus:	Jesse Ojala	OK
Raudointi:	Jesse Ojala, Tero Lappi	OK
Valutelineet:	Jesse Ojala	OK
Varaukset:	Jesse Ojala	OK
Paikka ja aika:	As. Oy Kurjenlinnan Piha, Turku 3.4.2020	
Allekirjoitus:	J.C.	Jesse Ojala
Huomautukset:	Pumppuvalu. Holvin pinnalla jäätä valuaamuna. Jää ja lumi höyrystetty pois. Holvivalun pinta peitetty pakkasmatoilla valun jälkeen ja poistettu seuraavana aamuna. Ylijäämäbetoni 5t kaatopaikalle.	

T9c - Betonointipöytäkirja - Lomake - Versio 2.0/18.03.2013

# BETONINLÄMPÖTILA- JA LUJUUDENKEHITYSLASKIN

**SWEROCK**
1.3.2020
 Laati: Jesse Ojala

$T_{20} = \text{Summa } [((T_i + 16) / 36)^2 \times t_i]$   
 (Sadgrove)
 

$T_i$  = Betonin lämpötila aikana  $t_i$  (°C)  
 $t_i$  = ajanjakso [d] lämpötilassa  $T_i$

Laadunarv. ikä
 

7 d nopeasti kovettuva betoni (7d = 100% lujuus)  
 28 d normaalisti kovettuva betoni (28d = 100% lujuus)

Työmaa
 

Lujuusluokka K **30**  
 Betonilaatu Rapid-betoni  
 Kohde, valuosa  
 Valu pvm 10.02.2020

aika [h]	Bet. lämpö °C	keskilämpö °C	vrk	yht. vrk	Kypsytysikä T <sub>20</sub>	T <sub>20</sub> yht	% K	MPa
alku	20,0	-	-	-	-	-	-	-
2,0	20,0	20,0	0,08	0,08	0,08	0,08		
4,0	18,0	19,0	0,08	0,17	0,08	0,16		
6,0	15,0	16,5	0,08	0,25	0,07	0,23		
8,0	14,0	14,5	0,08	0,33	0,06	0,29	2 %	0
10,0	13,0	13,5	0,08	0,42	0,06	0,35	6 %	2
12,0	13,0	13,0	0,08	0,50	0,05	0,40	9 %	3
14,0	12,0	12,5	0,08	0,58	0,05	0,45	12 %	4
16,0	12,0	12,0	0,08	0,67	0,05	0,50	15 %	5
20,0	10,0	11,0	0,17	0,83	0,09	0,60	20 %	6
24,0	10,0	10,0	0,17	1,00	0,09	0,68	24 %	7
48,0	6,0	8,0	1,00	2,00	0,44	1,13	39 %	12
72,0	4,0	5,0	1,00	3,00	0,34	1,47	47 %	14
96,0	4,0	4,0	1,00	4,00	0,31	1,78	54 %	16
120,0	4,0	4,0	1,00	5,00	0,31	2,09	59 %	18
144,0	3,0	3,5	1,00	6,00	0,29	2,38	63 %	19
168,0	3,0	3,0	1,00	7,00	0,28	2,66	67 %	20
192,0	3,0	3,0	1,00	8,00	0,28	2,94	70 %	21

Mitattu maksimilämpötila **20 °C**
 Puristuslujuus mittauksen lopussa **21 MPa.**

Betonin lämmön- ja lujuudenkehitys

Teoreettisen laskelman tulosten käyttö on aina työmaan vastuulla!