

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma

Rakennusmestari

2016

Janne Lähteenmäki

VÄESTÖNSUOJAN TUOTANNONSUUNNITTELU, - OHJAUS JA -VALVONTA

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma | Rakennusmestari

Syksy 2016 | 38

Jyrki Haapasaari, lehtori | Turun ammattikorkeakoulu

Janne Lähteenmäki

VÄESTÖNSUOJAN TUOTANNONSUUNNITTELU, - OHJAUS JA -VALVONTA

Opinnäytetyön tarkoituksena on perehtyä kerrostalon S1-luokan väestönsuojan rakentamiseen ja työnjohtajan tehtäviin. Tarkoituksena on kertoa työmaamestarin päivittäisestä tuotannonsuunnittelusta, -ohjauksesta sekä -valvonnasta ja tuottaa portfoliotyyppinen kirjallinen opinnäytetyö.

Opinnäytetyössä käydään läpi rakentamisen teoriaa ja teorian soveltamista käytäntöön käyttäen apuna alan ammattikirjallisuutta ja Rakennustiedon aineistoa. Työssä syvennytään tehtäväsuunnitteluun, ajalliseen suunnitteluun ja valvontaan, työturvallisuuteen, urakkasopimukseen, hankintoihin ja logistiikkaan sekä tuotantotekniikkaan.

ASIASANAT:

Väestönsuoja, tuotannonsuunnittelu, tehtäväsuunnittelu, työturvallisuus, työnjohto

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree Programme in Construction Management | Bachelor of Construction Management

2016 | 38

Jyrki Haapasaari, Senior Lecturer | Turku University of Applied Sciences

Janne Lähteenmäki

THE PRODUCTION MANAGEMENT OF A CIVIL DEFENCE SHELTER

The purpose of this thesis was to become familiar with the building of a multi-storey S-1 class civil defence shelter as well as the site manager's tasks. The purpose was to describe the manager's daily tasks including production planning, guidance and supervision and also produce a portfolio-type written thesis.

This thesis has two purposes: to introduce construction theory and apply the theory in practice using professional literature. The key issues are task planning, schedule planning, safety at work, contract agreement, procurement, logistics and construction technology.

KEYWORDS:

Civil defence shelter, production planning, task planning, safety at work, site management

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
2 RAKENNUSTYÖMAAN TUOTANNONSUUNNITTELUN, -OHJAUKSEN JA - VALVONNAN TEORIA	7
2.1 Tehtäväsuunnittelu	7
2.1.1 Tehtäväsuunnittelun lähtötiedot ja sisältö	7
2.1.2 Tehtäväsuunnitelman tavoitteet	8
2.1.3 Tehtäväsuunnitelman laatiminen	9
2.2 Ajallinen suunnittelu ja valvonta	11
2.2.1 Aikataulutyytit	11
2.2.2 Hankkeen aikataulut	12
2.2.3 Aikataulun tavoitteet ja laatiminen	15
2.3 Työ- ja ympäristöturvallisuus	16
2.3.1 Työturvallisuussuunnittelu	16
2.3.2 Työturvallisuus rakennustyömaalla	18
2.3.3 Työturvallisuusriskien arviointi	19
2.4 Aliurakkasopimukset	19
2.4.1 Aliurakka	19
2.4.2 Työkauppa	20
2.5 Hankinnat ja logistiikka	20
2.5.1 Materiaalihankinnat	21
2.5.2 Logistiikka	21
2.6 Tuotantotekniikka	22
2.6.1 Yleistä S1-luokan väestönsuojista	22
2.6.2 Paikalla valetun väestönsuojan tuotantotekniikka	26
3 TEORIAN SOVELTAMINEN KÄYTÄNTÖÖN RAKENNUSTYÖMAALLA	32
3.1 Tehtäväsuunnittelu	32
3.2 Ajallinen suunnittelu ja valvonta	32
3.3 Työ- ja ympäristöturvallisuus	32
3.4 Aliurakkasopimukset	32
3.5 Hankinnat ja logistiikka	33
3.6 Tuotantotekniikka	34

4 OMA OSAAMISTASO JA KEHITTÄMISTARVE	35
4.1 Tehtäväsuunnittelu	35
4.2 Ajallinen suunnittelu ja valvonta	35
4.3 Työ- ja ympäristöturvallisuus	35
4.4 Aliurakkasopimukset	35
4.5 Hankinnat ja logistiikka	36
4.6 Tuotantotekniikka	36
5 YHTEENVETO	37
LÄHTEET	38

KUVAT

Kuva 1. Väestönsuojan laudoitus ja raudoitus.	26
Kuva 2. Raudoitus ja valuosat.	29
Kuva 3. Laudoituksen detaljikuva.	34
Kuva 4. PERI- MULTIFLEX holvimuottikalusto.	34

1 JOHDANTO

Työn tarkoitus on kertoa työmaamestarin päivittäisestä tuotannonsuunnittelun, -ohjauksen ja -valvonnan toteutuksesta kerrostalotyömaan väestönsuojan rakentamisessa. Työssä käsitellään tuotannonsuunnittelun teoriaa sisältäen tehtäväsuunnittelun, ajallisen suunnittelun, aliurakkasopimukset, työ- ja ympäristöturvallisuuden, hankinnat ja logistiikan sekä tuotantotekniikan toteutuksen S1-luokan väestönsuojaa rakennettaessa. Aineistona on käytetty alan kirjallisuutta ja rakennustiedon RT-kortistoa.

Opinnäytetyössä on perehdytty kerrostalotyömaan väestönsuojan rakentamiseen. Opinnäytetyö keskittyy väestönsuojan tuotannonsuunnitteluun, -ohjaukseen ja -valvontaan sekä tuotantotekniikkaan.

Työt aloitetaan seinien paikalleen mitoituksella. Seuraavaksi tehdään seinien sisäpuolen muottilaudoitus, ulkoseinät sekä väliseinät, jonka jälkeen holvinlaudoitus. Raudoitustyöt tehtiin, kun laudoitus eteni. Seinien raudoituksen jälkeen aloitettiin seinien tuplaus, ja kun holvi oli raudoitettu, väestönsuoja valettiin kokonaan eli seinät ja holvi peräkkäin samana päivänä.

2 RAKENNUSTYÖMAAN TUOTANNOSUUNNITTELUN, -OHJAUKSEN JA -VALVONNAN TEORIA

2.1 Tehtäväsuunnittelu

Työmaan olosuhteiden ja kohteelle asetettujen vaatimusten perusteella päätetään, mistä työmaan tehtävistä laaditaan tehtäväsuunnitelma. Tehtäväsuunnittelulla suunniteltaviksi valitaan yleensä työmaan aikataulutehtävistä kriittisimmät. Näitä voivat olla esimerkiksi pitkäkestoiset tai muita tehtäviä voimakkaasti tahdistavat tehtävät tai taloudellisesti merkittävät tehtävät. Muita valintakriteereitä ovat tehtävän erityisen korkeat laatuvaatimukset tai työnjohdolle tai tekijöille vieraat tehtävät. Vastaavasti voidaan tehtäväsuunnitteluun valita tehtäviä, joista syntyy suurimmat takuukorjauskustannukset. (Ratu S-1207 2004, 1.)

2.1.1 Tehtäväsuunnittelun lähtötiedot ja sisältö

Tehtäväsuunnittelun lähtötietoja ovat tehtävää koskevat hankekohtaiset ja yleiset asiakirjat. Hankekohtaisia asiakirjoja ovat

- urakkasopimusasiakirjat
- työmaan laatusuunnitelma
- rakennusselostus
- työselostus
- piirustukset
- turvallisuus- ja aluesuunnitelmat
- tavoitearvio
- yleisaikataulu (Ratu S-1228 2010, 7.)

Yleisistä asiakirjoista poimitaan tehtävän laatu- sekä työ- ja ympäristöturvallisuusvaatimukset sekä laadunvarmistusohjeet. Tehtävän työ- ja materiaalimenekkitiedot aikataulu ja hankintasuunnittelua varten löytyvät Ratu- menetelmä- ja menekkitiedostosta. Tehtäväsuunnittelussa voidaan käyttää mallina tai pohjana myös aiemmin laadittuja tehtäväsuunnitelmia. (Ratu S-1228 2010, 7.)

Tehtävää määriteltäessä mietitään, mitä erityistä tehtävään liittyy ja miksi tehtäväsuunnitelma tehdään juuri tästä tehtävästä. Tehtävän erityispiirteet otetaan huomioon tehtäväsuunnitelman sisällössä. Suunnitelmassa painotetaan tehtävän luonteen kannalta olennaisimpia asioita, esimerkiksi ajallisesti kriittisessä tehtävässä tehtävän aikataulua ja siihen liittyviä riskejä sekä sen valvonta- ja ohjauskeinoja. Tehtäväsuunnittelu aloitetaan määrittämällä tehtävän työsisältö ja siihen kuuluvat osatehtävät ja työn laajuus. Sisällön tulee vastata sovitun tai suunnitellun työkaupan tai aliurakan sisältöä. Tehtävän sisältö esitetään kuvaamalla

- alkutila, jollaisena työryhmä ottaa tehtävän tai työkohteen vastaan
- työsisältö ja tehtävään kuuluvien osatehtävien luettelo, joka sisältää tai poissulkee ylläpitävät työt, kuten työkohteen siivouksen, siirrot, valmiin työn tai ympäristön suojauksen ja jälkihoidon
- lopputila, jollaisena työryhmä luovuttaa tehtävän tai kohteen seuraavalle työryhmälle. (Ratu S-1228 2010, 8.)

2.1.2 Tehtäväsuunnitelman tavoitteet

Tehtävä on työkauppa, aliurakka tai muu yleensä yhden työryhmän toteuttama työkokoisuus rakennustyömaalla. Tehtäväsuunnittelu kohdistuu yhteen tehtäväkokonaisuuteen, eikä sen avulla tarkastella koko työmaata viikkosuunnitelman tavoin. 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 tehtävä aloitetaan. Tehtäväsuunnitelma tarjoaa välineet työnaikaiseen johtamiseen ja ohjaukseen. (Ratu S-1228 2010, 1.)

Tehtäväsuunnittelulla tarkoitetaan tehtävän toteutuksen suunnittelua, ohjausta ja valvontaa. Hyvin laadittu tehtäväsuunnitelma toimii edellytysten varmistamisessa, tehtävän valvonnassa ja ohjauksessa. Lisäksi tehtäväsuunnitteluprosessin aikana kertynyttä tietoa käytetään hyväksi tulevissa hankkeissa. (Ratu S-1228 2010, 2.)

Tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen tavoitteena on varmistaa tuotannon laatu. Tuotannon laadulla tarkoitetaan

- lopputuotteen laatuvaatimusten täyttymistä
- aikataulu- ja kustannustavoitteen saavuttamista
- sujuvaa yhteistyötä eri osapuolien välillä
- hallittua hyvän rakennustavan mukaista toteutusta
- työterveyttä ja työ- ja ympäristöturvallisuutta. (Ratu S-1228 2010, 3.)

Tehtäväsuunnittelun näkökulma poikkeaa työmailla perinteisesti käytetystä viikkosuunnittelusta, jossa suunnitellaan lähitulevaisuudessa, noin kahden viikon aikana eteen tulevia työmaatehtäviä. Tehtäväsuunnittelu keskittyy yhteen tehtäväkokonaisuuteen. Tavoitteena on saada yksittäinen tehtävä viedyksi läpi aikataulun ja budjetin mukaisesti sekä laatuvaatimukset täyttäen kuitenkin siten, että myös samaan aikaan työn alla olevat tehtävät ja liittymäpinnat näihin otetaan huomioon. Tehtäväsuunnittelussa aikataulu-, kustannus- ja turvallisuus- yms. suunnitelmat nivoutuvat yhdeksi suunnitelmaksi täydentäen toisiaan. (Ratu S-1228 2010, 3.)

2.1.3 Tehtäväsuunnitelman laatiminen

Millaisia tehtäviä suunnitellaan? Tehtäväsuunnittelulla suunniteltavaksi valitaan työmaan kunkin rakennusvaiheen keskeisiä tehtäviä. Suunniteltava tehtävä voi muodostua jostain yleisaikataulun tehtävänimikkeestä tai se voidaan koota tehtävien osista tai useista kokonaisista aikataulutehtävistä. Tehtävä on kuitenkin tyypillisesti ajallisesti yhtenäinen ja yhden työryhmän tekemä työkokonaisuus, kaupan kohde. Tällöin se on myös ajallisesti ja taloudellisesti ohjattavissa. Suunniteltavien tehtävien valintaperusteita voivat olla esimerkiksi seuraavat

- Tehtävä on ajallisesti kriittinen, eli tehtävä on pitkäkestoinen tai tahdistaa muita työmaan tehtäviä siten, että sen suunnitelman mukainen eteneminen on tärkeää koko työmaan aikataulun toteutumiseksi. Tällainen tehtävä voi olla esimerkiksi sisävalmistusvaiheen töitä tahdistava tasoitetyö.

- Tehtävä on taloudellisesti merkittävä, eli tehtävä on kustannuksiltaan merkittävä. Tällaisia työvaiheita ovat yleensä runkovaiheen tehtävät.
- Tehtävälle on asetettu erityisen korkeat laatuvaatimukset, jolloin tehtäväsuunnittelulla pyritään varmistamaan laatuvaatimusten saavuttaminen. Tällaisia tehtäviä ovat mm. pintatyöt, joissa valmis pinta jää näkyviin ja laaturvirheet ovat vaikeita korjata.
- Tehtävä on työntekijöille tai työnjohdolle tuntematon. Jos tehtävä on harvinaisen eikä työnjohdolla tai työntekijöillä ole kokemusta kyseisen tehtävän läpiviennistä, voidaan tehtäväsuunnittelun kautta perehtyä tehtävän toteutukseen ja ennaltaehkäistä työssä mahdollisesti syntyviä ongelmia.
- Tehtävä on osoittautunut virhealttiiksi. Näissä tehtävissä on ollut eniten takuukorjaustöitä. Laadunvarmistusta tehostamalla voidaan vähentää takuukorjausten määrää ja parantaa työn tuottavuutta. (Ratu S-1228 2010, 6.)

Tehtäväsuunnitelman laatiminen on aina kohdekohtaista, joten valittavat kokonaisuudet vaihtelevat kohteen ominaisuuksien ja solmittavan kaupan mukaan. Työnjohdon onkin mietittävä, mistä tehtävistä tehtäväsuunnitelma on laadittava juuri tässä kohteessa, kuinka laajasti asioita on käsiteltävä, ja mihin asioihin erityisesti pitää paneutua. Myös työmaan toiminta-, projekti- tai laatusuunnitelmassa (Ratu 1180-S Työmaan laatusuunnitelma) voidaan esittää tehtäviä, joista on laadittava tehtäväsuunnitelma. (Ratu S-1228 2010, 6.)

Tehtäväsuunnitelmaa laadittaessa käydään läpi tehtävään liittyvät riskit. Riskit voidaan jakaa negatiivisiin ja positiivisiin riskeihin, eli uhkiin/ongelmiin ja mahdollisuuksiin. Työmaan ja tehtävän riskit voidaan jaotella mm. ajallisiin, taloudellisiin, laadullisiin ja turvallisuusriskeihin. Riskien tunnistamiseksi voidaan pohtia kysymyksiä työmaan ja tehtävän tavoitteista, suunnitelmista, uusista asioista jne. Myös tarkistuslistoja ja riskimatriiseja voidaan käyttää. Riskien tunnistamisessa käytetään apuna kohteen suunnitelmia, sopimusasiakirjoja, työselostuksia ja henkilöiden kokemusta. (Ratu S-1228 2010, 9.)

Aiemmin laaditut tehtäväsuunnitelmat helpottavat työmaiden tekemää suunnittelutyötä, sillä vanhoja suunnitelmia voidaan käyttää pohjana esim. riskien arvioinnissa. Jokainen tehtäväsuunnitelma tulee kuitenkin aina laatia kyseisen kohteen lähtökohdista ja sen erityispiirteet huomioon ottaen. Pelkkä vanhojen suunnitelmien kopioiminen ei tuo tavoiteltua hyötyä. (Ratu S-1228 2010, 5.)

2.2 Ajallinen suunnittelu ja valvonta

Aikatauluja voidaan tehdä erilaisin laadinta- ja piirrostekniikoin. Työmaan ohjauksen kannalta aikatauluista kannattaa laatia erilaisia esityksiä käyttötarkoituksen mukaan, esimerkiksi jana-aikataulu yleisaikatauluksi sen informatiivisuuden takia, paikka-aikakaavio tuotannon suunnittelun ja ohjauksen apuvälineeksi, valvontavinjetti työn valvontaa ja ohjausta varten sekä lukujärjestys tai jana-aikataulu yhteisesti sovituista viikon töistä viikkosuunnitelman ilmentymäksi. (Ratu KI-6021 2013, 21.)

2.2.1 Aikataulutyytit

Jana-aikataulu

Jana-aikataulussa tehtävien kestot esitetään aikatauluun piirrettyinä janoina. Tyypillisesti tehtävät luetellaan aikataulun vasemmassa nurkassa ja ylärivillä kulkee aika. Jana-aikataulun jokaisen viivan tulee perustua tietoon työnkestosta, kuten kokemusperäiseen tai laskennalliseen työmenekkitietoon. (Ratu KI-6021 2013, 21.)

Paikka-aikakaavio

Paikka-aikakaavio kuvaa tuotannon etenemistä ajan ja paikan suhteessa ja tuotantokaa- vio tuotannon etenemistä ajan ja tuotannon määrän suhteessa. Paikka-aikakaavion käyttö edellyttää tuotannon sitomista aikaan ja paikkaan. Aikataulun muodostamista varten kohde jaetaan osakohteisiin ja osakohteille valitaan suoritusjärjestys. (Ratu KI-6021 2013, 25.)

Aikatauluun merkitään yleensä pystyviivoilla ne sopimustekniset seikat, jotka rajoittavat aikataulun laadintaa. Tällaisia tapahtumia ovat mm. välitavoitteet, osaluovutukset ja sovitut keskeytykset. Paikka-aikakaavion avulla voidaan tunnistaa, mitä tehtäviä kulloinkin tehdään eri työkohteissa ja kuinka paljon eri tehtävillä on joustoa häiriöitä ja lisä- ja muutostöitä varten. Paikka-aikakaavion avulla voidaan myös varmistaa, että osakohteet riittävät suunnitelmassa oleville töille. (Ratu KI-6021 2013, 26.)

Valvontavinjetti

Valvontavinjetti on kuva, josta voidaan nopeasti tarkastaa työvaiheiden tai osakohteiden valmiusasteet. Töiden eteneminen voidaan esittää vinjettinä joko matriisimuodossa tai merkinnät voidaan tehdä esimerkiksi pohjakuvaan. Matriisiin reunoilla esitetään suunnitellut työt ja osakohteet. Vinjetin matriisiruudussa esitetään kunkin osakohteen kohdalla suunniteltu aloitus- ja lopetusajankohta. Työn etenemistä seurataan rastitusperiaatteella ja/tai värien avulla. Ruudun yli vedetään viiva, kun työt osakohteessa on aloitettu ja osakohde on varattu kyseisen työn tekijöille tai kun osakohteesta 50 % on valmiina. Kun osakohde valmistuu, vedetään ruudun yli toinen viiva. (Ratu KI-6021 2013, 30.)

Lukujärjestys ja ajoitettu tehtäväluettelo

Lukujärjestyksessä esitetään viikon päivittäiset tehtävät. Lukujärjestykseen töiden eteneminen suunnitellaan päivä-, puolipäivä- tai jopa tuntikohtaisesti. Suunnitelmaan määritellään, mitä tehdään missäkin ja kuka sen tekee. Lukujärjestys sopii hyvin viikoittaisen tai kahden viikon jaksoissa tehtävään viikkosuunnitteluun. (Ratu KI-6021 2013, 38.)

2.2.2 Hankkeen aikataulut

Hankeaikataulu eli projektiaikataulu

Rakennuttaja laati hankkeelle hankeaikataulun tarkistaakseen, että projekti on toteuttavissa normaalissa rakentamisajassa. Rakennuttajan hankeaikataulu kuvaa koko hankkeen etenemisen. Rakennuttajalle aikataulu on tärkeä, jotta kohde valmistuisi oikea-aikaisesti. Aikataulu on tärkeä myös kohteen laadun kannalta. Huonosta aikataulupidosta seuraa tyypillisesti laatuvirheitä. Epärealistisesti tehty aikataulu ja toimenpiteet aiheuttavat ongelmia. Hyvin valmistellun hankeaikataulun ansiosta luovutus saadaan myös valmisteltua kunnolla. Rakennuttajan laatiman hankeaikataulun avulla tilaaja voi hoitaa oman osuutensa (rahoitus, suunnitelmat ja sivu-urakat) sovitulla tavalla. Hankeaikataulussa myös muutoksille ja yllätyksille varataan joustoa ja varmistetaan, että urakoitsijalle ei aiheudu tarpeettomia kustannuksia. (Ratu KI-6021 2013, 41.)

Yleisaikataulu

Urakoitsijan tai päätoteuttajan näkökulmasta työmaan rakennustöiden ajoittaminen yleisaikatauluun on keskeinen osa aikataulusuunnittelua. Yleisaikataululla on kolme laadinnan ajankohdaltaan, sisällön tarkkuustasoltaan ja käyttötarkoitukseltaan eroavaa muotoa:

- alustava yleisaikataulu
- sopimusyleisaikataulu
- työaikataulu. (Ratu KI-6021 2013, 43.)

Päätoteuttaja laatii ennen rakentamispäätöstä tai urakkatarjouksen antamista hankkeelle alustavan yleisaikataulun. Alustavalla yleisaikataululla tarkistetaan, miten työt sopivat rakennuttajan hankeaikataulussa antamaan rakennusaikaan ja mikä on hankkeen ajallinen kireystaso. Alustava yleisaikataulu laaditaan yleensä vain karkealla tasolla ja siinä kuvataan työn kulkua ohjaavat päätyövaiheet. (Ratu KI-6021 2013, 43.)

Suunnitelma-aikataulu eli piirustusaikataulu

Suunnitelma-aikataulu eli piirustusaikataulu laaditaan suunnittelun johtamisen avuksi. Suunnitelma-aikataulussa kuvataan suunnittelun sisältö ja suunnittelun ajoitus. Suunnitelma-aikataulussa määritetään päivämäärät, jolloin arkkitehti-, rakenne- ja erikoissuunnitelmien tulee olla tehtynä ja käytettävissä. Oikein mitoitettu ja ohjattavissa oleva suunnitelma-aikataulu on keskeinen suunnittelujohtamisen työkalu koko hankkeen ajan. Suunnitelma-aikataulua lähdetään yleensä muodostamaan ennen urakasopimuksen tekemistä yhdessä hankinta-aikataulun kanssa. Suunnitelma-aikataulu tarkistetaan, kun varsinainen rakentamisen työaikataulu hyväksytään. Huomioon tulee ottaa, että tilaajan valitsema tai oletettu toteutuksen sopimusmalli vaikuttaa mm. suunnitelmien tarkkuustasoon ja hankinnoille varattuun neuvottelu-aikaan sekä työpiirustuksien laadinta-aikaan ennen toteutusta. (Ratu KI-6021 2013, 48.)

Hankinta-aikataulu

Rakennushankkeen käynnistyessä osa hankinnoista tehdään välittömästi, jotta rakentamisen aloitus ei viivästy. Tästä syystä hankintoja aikataulutetaan karkeasti jo aivan hankkeen alussa. Hankintojen aikataulutus tarkennetaan hankinta-aikatauluksi viimeistään, kun työaikataulu on saatu valmiiksi. Hankinta-aikataululla sidotaan hankinnat työaikatauluun. Tällä varmistetaan materiaalien ja rakennusosien oikea-aikainen saanti työmaalle

ja aliurakoiden aikataulunmukainen aloittaminen. Hankintatapahtumat ajoitetaan toimituksen aloituksesta taaksepäin siten, että tarjouspyynnölle, tarjouksen antamiselle ja käsitteilylle sekä neuvotteluille ja päätöksille jää riittävästi aikaa. (Ratu KI-6021 2013, 51.)

Talotekniikka-aikataulu

Talotekniset eli TATE -työt esitetään yleisaikataulussa, mutta ne on syytä esittää myös omana aikataulunaan. Talotekniikka-aikataulun nimikkeet ratkaistaan kohdekohtaisesti ja käytössä oleviin resursseihin perustuen. Yhteistyö TATE -urakoitsijoiden kanssa on ensiarvoisen tärkeää. (Ratu KI-6021 2013, 53.)

Rakentamisvaiheaikataulu

Rakentamisvaiheaikatauluilla tarkennetaan työaikataulua lähtötietojen karttuessa. Rakentamisvaiheaikataulun tarkoituksena on varmistaa työaikataulun tavoitteiden saavuttaminen. Rakentamisvaiheaikataulu laaditaan joko 2–6 kuukauden pituisille ajanjaksoille tai rakentamisvaiheille. Rakentamisvaiheaikatauluja kutsutaan myös *jaksoaikatauluiksi*, *vaihesuunnitelmiksi* sekä *käännetyksi vaiheaikatauluksi*. Perinteisiä rakentamisvaiheen aikatauluja ovat

- maarakennus- ja perustusvaiheen aikataulut
- runko- ja vesikattovaiheen aikataulut
- sisävalmistusvaiheen aikataulut
- viimeistely- ja luovutusvaiheen aikataulu (Ratu KI-6021 2013, 55.)

Viimeistelyvaiheaikataulu

Tämän päivän keskeiseksi rakentamisvaiheeksi on muodostunut viimeistelyvaihe. Työmaan viimeistelyvaiheen suunnittelun avulla varmistetaan hankkeen valmistuminen sovitun ajankohtana. Työmaan viimeistely ja luovutus suunnitellaan ja toteutetaan sovitulla tavalla asiakkaan haluamaan laatutasoon taloudellisesti. (Ratu KI-6021 2013, 57.)

Viikkoaikataulu

Viikkoaikataulun tarkoituksena on varmistaa lyhyellä aikajänteellä työn tavoitteiden toteutuminen, resurssien tehokas käyttö sekä niiden riittävyys. Viikkoaikataulu on muuttaman viikon aikajänteelle laadittu tarkempi aikataulu kyseisten viikkojen tehtävistä. Viikkoaikataulu toimii myös sivu- ja aliurakoitsijoiden toimintaohjeena. Viikkoaikataulut laaditaan viikoittain 1–3 viikoksi eteenpäin tehtävien mukaan.

Työskentelyn alla oleva viikko on tarkkuudeltaan tarkin. Myös seuraava viikko on suunnitelmatarvuuudeltaan varsin tarkka, jotta resurssipuutteisiin ja tuotannon ongelmiin pystytään varautumaan ajoissa. Kunkin työkohteen työnjohtaja laatii omat alustavat viikkoaikataulut, jotka sovitetaan yhteen ja yhdistetään vastaavan työnjohtajan johdolla. (Ratu KI-6021 2013, 58.)

Viikkoaikataulun laadinnan tärkeimmät lähtötiedot ovat:

- työ- ja rakentamisvaihe aikataulu
- edellinen viikkoaikataulu ja sen toteutuma
- erityissuunnitelmat ja tehtäväsuunnitelmat
- työkauppoihin käytettävissä olevat resurssit
- tuntimäärät sekä käytössä oleva muu työvoima
- materiaalien ja kaluston tilaukset ja toimitusajankohdat
- työtehtävien valmiusaste ja työmaan tilanne
- toteutuneet työmenekki- ja työsaavutustiedot
- yrityskohtaiset tuotantotiedostot ja Ratus työmenekkitiedostot (Ratu KI-6021 2013, 59).

2.2.3 Aikataulun tavoitteet ja laatiminen

Tavoitteet

Aikataulutavoitteet eli tehtävän kesto selvitetään ajan tasalla olevasta yleisaikataulusta tai rakentamisvaihe aikataulusta. Mikäli aikataulutavoitteita ei ole suunniteltu yleisaikataulussa, suunnitellaan tehtävän aloitus- ja lopetusajankohdat sekä kesto muu työmaatuotanto ja aikataulut huomioon ottaen. Ajallisen suunnittelun lähtötietoina käytetään kohteen tarkistettuja määrätietoja ja työsisältöön kuuluvien työvaiheiden työmenekkitietoja. Tehtävän työmenekki (esimerkiksi tth/m²) lasketaan joko yrityksen omia tai Ratus työmenekkitietoja käyttäen. (Ratu S-1228 2010, 11.)

Laatiminen

Aikataulut esitetään yleisimmin jana-aikataulujen ja vinoviiva-aikataulujen muodossa. Suomessa käytettäviä vinoviiva-aikatauluja ovat paikka-aikakaavio ja tuotantokaavio. Jana-aikataulussa tehtävien kestot esitetään aikatauluun piirrettyinä janoina.

Tyypillisesti tehtävät luetellaan aikataulun vasemmassa nurkassa ja ylärivillä kulkee aika. Aikataulussa voidaan esittää myös välitavoitteet, riippuvuudet ja ositella tehtäviä suorituspaikan mukaan valvonnan helpottamiseksi. Paikka-aikakaaviossa kuvataan pystyakselilla rakennuksen fyysisiä osia kuten kerroksia tai portaita. Pystyakselin jaottelulla voidaan kuvata myös näiden osakohteiden laajuutta. Aika kuvataan vaakakselilla kuten jana-aikataulussa. Paikan ja ajan suhteen piirretyillä vinoviivoilla kuvataan paitsi tehtävien kestot myös niiden suoritusjärjestykset ja toteutuksen aikavälit. (Ratu KI-6028 2015, 28.)

2.3 Työ- ja ympäristöturvallisuus

Hankkeiden turvallisuuden varmistaminen on keskeistä hankkeiden johtamisessa, suunnittelussa ja toteutuksessa. Laki velvoittaa yritykset ja työmaat huolehtimaan toimintansa turvallisuudesta. Rakentamista koskevia työturvallisuusmääräyksiä on säädetty mm. valtioneuvoston asetuksessa (205/2009) rakennustyön turvallisuudesta. Tapaturmat aiheuttavat paljon kustannuksia, joten turvallisen toiminnan varmistaminen on mahdollisuus alentaa hankkeen kustannuksia ja parantaa yrityksen kilpailukykyä. Hyvä turvallisuustaso vaikuttaa myös myönteisesti henkilöstön sitoutumiseen, työilmapiiriin sekä tuotannon laadun paranemiseen. Inhimillisestikin ajateltuna turvallinen työskentely on ainoa vaihtoehto. Kukaan ei halua tehdä työtä, jossa on mahdollisuus joutua tapaturmaan. (Ratu KI-6020 2010, 20.)

2.3.1 Työturvallisuussuunnittelu

Rakennustöiden turvallisuussuunnittelu

Päätoteuttajan on valmisteluvaiheessa ennen rakennustyön aloittamista myös suunniteltava eri töiden ja työvaiheiden tekeminen sekä niiden ajoitus siten, että työt ja työvaiheet voidaan tehdä turvallisesti, niin ettei vaaraa aiheudu työmaalla työskenteleville eikä työn vaikutuspiirissä oleville, kuten ohikulkijoille tai lähialueen asukkaille. Riittävän järjestelmällisesti on selvitettävä ja tunnistettava rakennustyön yleiset vaara- ja haittatekijät, poistettava ne tai ellei niitä voida poistaa, arvioitava niiden merkitys turvallisuudella ja terveydelle (VNa 7 §). Päätoteuttajan on otettava huomion elementtirakentamisen turvallisuussuunnittelu osana rakennustyön turvallisuussuunnittelua (Valtioneuvoston asetus 4 §).

Turvallisuussuunnittelu liittyy kiinteästi hankkeen tuotannosuunnitteluun sen eri vaiheissa. Hankkeen toteutusvaiheen aikana turvallisuussuunnittelu konkretisoituu viikkosuunnittelussa. (Ratu TT 05-00474.)

Työturvallisuussuunnitelma

Päätoteuttajan on suunniteltava rakennustyön turvallinen suorittaminen ennen rakentamisen aloittamista. Työturvallisuuteen liittyvät suunnitelmat on laadittava keskeisiltä osiltaan kirjallisessa tai muuten todennettavissa olevassa muodossa. Kirjallisesta suunnittelusta on aina hyötyä varsinkin, jos joudutaan tapaturmatilanteessa selvittämään vatsuita ja tehtyjä toimenpiteitä. Päätoteuttajan on otettava huomioon rakennuttajan (joka siis voi olla myös päätoteuttaja työn toteuttamismuodosta riippuen) valmisteluvaiheessa laatimasta asiakirjasta ilmenevät seikat tämän vaiheen suunnittelussa. On huolehdittava myös siitä, että jokainen urakoitsija saa käytettävissä olevan tiedon oman turvallisuussuunnittelunsa pohjaksi. Jokaiselta urakoitsijalta edellytetään omaan toimintaan liittyvää oikea-aikaista tuotannon- ja työnsuunnittelua. Päätoteuttajan velvollisuutena on suunnitella työmaan toiminta niin, että eri urakoitsijoiden työt ja tuotannosuunnittelu sovitetaan yhteen. Erityisiä turvallisuus- ja terveysvaaroja on katsottu olevan elementtiasennustyössä ja valtioneuvoston päätöksen liitteen 2 mukaan esimerkiksi maansortuman alle hautautumisen, korkealta putoamisen, säteilylle ja eräille aineille altistumisen vaara, suurjännitejohtojen läheisyydessä tehtävät työt, työt kuiluissa ja maan alla, eräät veden äärellä ja liikenteen läheisyydessä tehtävät työt. Samoin päätoteuttajan on kiinnitettävä suunnittelussa huomiota ainakin: (Ratu TT 05-00474.)

- työmaan järjestelyyn eri rakennusvaiheissa
- räjäytys-, louhinta- ja kaivutöihin; räjäytys- ja louhintatyön suunnittelua koskee myös valtioneuvoston päätös räjäytys- ja louhintatyön järjestysohjeista; kaivutyön suunnittelua myös VNp:n 35 §; nämä työt ovat VNa 7 §:n tarkoittamia erityisiä turvallisuus- ja terveysvaaroja sisältäviä töitä
- maapohjan kantavuuteen ja kaivantojen tuentaan; näin myös VNp:n 35 §
- rakennustyön aikaiseen sähköistykseen ja valaistukseen; rakennustyön aikaisista sähkötöistä myös VNp:n 33 §
- työmaaliikenteeseen ja kulkuteihin; tarkempia määräyksiä VNa:n 8, 25 ja 28 §:ssä,
- työmenetelmiin

- koneiden ja laitteiden käyttöön; myös VNa:n 8 §:ssä määräys koneiden ja laitteiden sijoituksen suunnittelusta
- nostotöihin ja siirtoihin
- putoamissuojauksen toteuttamiseen
- työ- ja tukitelinetöihin
- elementtien, muottien ja muiden suurten rakenteiden asennukseen; näitä koskevia määräyksiä myös VNa:n 38-42 §:ssä ja elementtirakentamisen työturvallisuusasetuksen 2-5 luvuissa
- purkutöihin, purkutyön suunnittelusta määräys myös VNp:n 43 §:ssä. (Ratu TT 05-00474.)

2.3.2 Työturvallisuus rakennustyömaalla

Työturvallisuuden ylläpitäminen ja edistäminen tapahtuu rakennusvaihetta edeltävän ja sen aikana tapahtuvan suunnittelun pohjalta. Valtioneuvoston asetuksen mukaan rakennustyön turvallisuuden toteuttaminen edellyttää seuraavista asiakokonaisuuksista huolehtimista:

- rakennustöiden turvallisuussuunnittelusta johtuvien toimenpiteiden täytäntöönpanoa ja seuranta
- rakennustöiden turvallisuussuunnittelun pitämistä ajan tasalla
- työnantajien ja itsenäisten työsuorittajien välistä työnjakoa ja yhteistoimintaa vaarojen estämisessä ja niistä tiedottamisessa
- työn tekemistä turvallisesti ja eri työvaiheiden oikeaa ajoitusta. (Lehtinen, 2013, 121,122.)

Turvallisuussuunnittelun täytäntöön paneminen edellyttää, että se on otettu osaksi työsuunnittelua. Turvallisuussuunnittelu ei ole erillistä toimintaa, vaan se sisältyy kaikkeen tuotannon- ja työsuunnitteluun. Turvallisuussuunnittelussa tulee turvalliset työtavat ja -menetelmät sisällyttää jokaisen työntekijän työhön sekä työn järjestelyyn. Työmenetelmien ja koneiden sekä laitteiden tulee olla turvallisia, jotta turvallisuussuunnittelu voitaisiin panna täytäntöön. (Lehtinen, 2013, 122.)

2.3.3 Työturvallisuusriskien arviointi

Hankkeen turvallisuuden varmistamisen eräs keskeinen osa-alue on hankkeen riskien arviointi ja hallinta. Työturvallisuuslaki (738/2002) velvoittaa jokaisen työnantajan selvittämään ja tunnistamaan työhön liittyvät haitta- ja vaaratekijät. Lisäksi valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta (205/2009) velvoittaa vaarojen tunnistamiseen rakennushankkeen tuotannosuunnittelussa. Riskit voivat liittyä hankkeen työturvallisuuteen, mutta myös hankkeen ajalliseen, taloudelliseen tai tekniseen onnistumiseen. (Ratu KI-6020 2010, 22.)

2.4 Aliurakkasopimukset

2.4.1 Aliurakka

Aliurakat ovat hankintoja, joihin kuuluu työpanoksen lisäksi usein myös rakennustuotteiden hankinta. Aliurakat solmitaan urakkasopimuksena ja sopimusehtoina käytetään yleensä rakennusurakan yleisiä sopimusehtoja (YSE 1998). Rakennusurakan yleisten sopimusehtojen terminologian mukaan aliurakassa pääurakoitsija on tilaajana ja aliurakoitsija on urakoitsijana. (Kankainen & Junnonen 2014, 435.)

Lähes kaikissa rakennusurakoissa pääurakoitsija teettää osan vastuullaan olevista suoritteista aliurakoitsijalla. Aliurakoinnin avulla pääurakoitsija hankkii erityisosaamista tai pätevyyttä sekä sopeuttaa oman kalustonsa ja työvoimansa yrityksen tarpeita vastaavaksi. (Kankainen & Junnonen 2014, 435.)

Yleisesti aliurakalla teettämistä perustellaan taloudellisuudella, hyvällä laadulla sekä ajallisella joustolla ja hyvällä aikataulun pidolla (Kankainen & Junnonen 2014, 435).

Rakennusurakan yleisten sopimusehtojen mukaan pääurakoitsija vastaa aliurakoitsijointensa työstä kuten omistaan. Tämän vuoksi tulee aliurakkasopimus laatia siten, että pääurakoitsija voi vaatia edelleen aliurakoitsijalta samat vastuut ja takuut kuin pääurakoitsijalla on aliurakkatyön osalta. Tämä vastuu korostuu erityisesti suoritteiden laadun ja tilaajalle luovutettavien dokumenttien sekä takuu- ja vastuuajkojen ja aikataulun pidon suhteen. (Kankainen & Junnonen 2014, 435.)

Aliurakka, kuten pääurakkasopimus, koostuu kaupallisista ja teknisistä asiakirjoista.

Kaupalliset asiakirjat

- urakkasopimus
- urakkaneuvottelupöytäkirja
- rakennusurakan yleiset sopimusehdot
- tarjouspyyntö ja ennen tarjouksen antamista annetut kirjalliset lisätiedot
- urakkaohjelma tai muut sopimuskohtaiset urakkaehdot
- urakkarajaliite
- tarjous
- määrä- ja mittaluettelot
- muutostöiden yksikköhintaluettelo

Tekniset asiakirjat

- työkohtaiset laatuvaatimukset ja selostukset
- sopimuspiirustukset
- yleiset laatuvaatimukset ja työselostukset (Kankainen, Junnonen 2014, 436.)

2.4.2 Työkauppa

Tehtäväsuunnitelmaa käytetään myös työkauppasopimuksia laadittaessa. Työkau-
poissa on kuitenkin suunniteltava myös työnjohdon kustannukset, materiaalihankinnat
sekä materiaalimenekin ja kustannusten hallinta. (Ratu S-1228 2010, 4.)

2.5 Hankinnat ja logistiikka

Hankintasuunnitelma

Hankintasuunnitelma sisältää hankintaluettelon, -aikataulun, hankinnan tavoitteet sekä
vastuunjaon. Hankintasuunnitelma laaditaan heti työmaan alussa yleisaikataulun valmis-
tuttua. Hankintasuunnitelman keskeinen tehtävä hankkeen ohjauksen kannalta on han-
kintaluettelon eli suunniteltujen hankintakokonaisuuksien muodostaminen. (Ratu S-1227
2010, 2.)

Hankintasopimus

Hankintasopimus määrittää osapuolten vastuut ja velvollisuudet sekä sopimussuhteen aikaisen toiminnan pelisäännöt. Sopimuksissa tyypillisesti määritellään kustannukset, valmistumisaika ja mahdolliset välitavoitteet, suoritteet sekä laatuvaatimukset. (Ratu S-1227 2010, 2.)

Hankintapolitiikka

hankintapolitiikka on yrityksen noudattama yhtenäinen toimintatapa ja sopimuskäytäntö hankintojen suorittamisessa. Se kuvataan yrityksen laatujärjestelmässä. Yrityksellä saat-
taa olla esim. kausisopimuksia tai sopimuspohjia, joita tulee käyttää. (Ratu S-1227 2010, 2.)

Hankintakokonaisuus

Hankintakokonaisuus on toimittajakohtainen, yhtenä kauppana tehtävä aliurakka tai materiaalihankinta (Ratu S-1227 2010, 2).

2.5.1 Materiaalihankinnat

Rakennustuotteisiin liittyvän suunnittelutarpeen perusteella hankinnat voidaan luokitella pientarvikkeisiin, vakiotuotteisiin ja projektikohtaisiin hankintoihin. Hankinnat voivat sisältää työtä, materiaaleja ja palveluita. (Ratu S-1227 2010, 4.)

Materiaalit tilataan työmaalle joko päätoteuttajan omina hankintoina tai ne sisällytetään aliurakkaan ja tuoteosakauppoihin. Hankintatavan valintaan vaikuttaa yritysten hankintapolitiikka, rakennettava kohde, tilaajan vaatimukset sekä markkinatilanne. Kun materiaalit sisältyvät urakkaan tai tuoteosakauppaan, tulee pääurakoitsijan osallistua toimitusten suunnitteluun ja valvoa materiaalien toimituksia tuotannon hallinnassa pitämiseksi. (Ratu S-1227 2010, 4.)

2.5.2 Logistiikka

Logistiikkaa suunniteltaessa tulee työmaata mieltä kokonaisuutena. Logistiikkasuunnitelmassa kuvataan materiaalin fyysiseen käsittelyyn liittyvät työvaiheet, kuten kuljetukset, kuorman purku, varastointi, siirrot, siivous ja suojaus. Työmaan sisäisten siirtojen

minimoimiseen tulee pyrkiä. Logistiikkaa mietitään tarvittaessa osissa: maanrakennus, perustus-, runko- ja sisävaiheessa. Runkovaiheessa tulee tarkastella niitä sisärakennusvaiheen materiaaleja, jotka ovat raskaita tai jotka kannattaa nostaa holville rungon rakentamisen aikana. Helposti vaurioituvat materiaalit kannattaa tuoda työmaalle juuri ennen asennusta ja siirtää suoraan asennuspaikalle. (Ratu S-1227 2010, 7.)

2.6 Tuotantotekniikka

2.6.1 Yleistä S1-luokan väestönsuojista

Väestönsuoja on suojatila, joka on rakennettu antamaan suojaa voimakkaalta ionisoivalta säteilyltä, myrkyllisiltä aineilta, rakennussortumilta ja asevaikutuksilta. Väestönsuojat voivat olla rakenteeltaan teräsbetonisia tai kalliosuojia. (RT 92-11173 2015, 4.)

Suojatila

Suojatilan huonekorkeuden tulee olla vähintään 2,3 m. Palkkien ja kanavien kohdalla suojatilan vapaan korkeuden tulee olla vähintään 2,0 m. (RT 92–11173 2015, 9.)

Poistumisreitit

S1- ja S2-luokan teräsbetonisessa väestönsuojassa tulee olla sisääntuloreitin lisäksi vähintään yksi hätäpoistumisreitti (RT SM-21515 2011, 1).

Varsinaiseen suojatilaan sisältyvät aputilat

Varsinaiseen suojatilaan kuuluvat seuraavat aputilat:

- keittiölle varattava tila (n. 2 m²). Suojautumisen ajaksi keittiöön on voitava sijoittaa mikroaaltouuni, jääkaappi ja vedenlämmitin, joille on asennettava pistorasiat rakennustyön yhteydessä
- paikka varavesisäiliöille. Suojassa tulee olla mahdollisuus veden säilyttämiseen siten, että käytettävissä on vettä vähintään 40 litraa/m² varsinaista suojatilaa. Jos suojaan tulee vesijohto, tarvittava vesimäärä on 15 litraa/m²
- paikka jäteastioille (15 litraa/m² varsinaista suojatilaa). Väestönsuojan jätehuolto tulee järjestää tarkoituksenmukaisella tavalla.

- käymälät 1 kpl/alkavaa 20 m² varsinaista suojatilaa; suunnitelman mukaiset käymäläkomerot tai wc-tilat. Käymäläkomeroille varataan tilaa vähintään 0,7 m² /kpl. (RT 92-11173 2015, 9.)

Varsinaisen suojatilan lisäksi tehtävät tilat

Väestönsuojan varsinaisen suojatilan lisäksi on tehtävä seuraavat aputilat ja tilavaraukset:

- sulkutelta, jolle on varattava lattiapinta-alaa vähintään 2,5 m² tai sulkuhuone. Sulkuhuoneen alan tulee olla vähintään 2,5 m². Käytännössä yleensä se on noin 4 m².
- ilmanvaihtolaitteille vähintään 1,5 m² /kpl.
- ensiaputila 6 m², jos varsinainen suojatila on yli 135 m². (RT 92-11173 2015, 9.)

Väliseinät ja pintarakenteet

Jos S1-luokan teräsbetoninen väestönsuoja rakennetaan varsinaiselta suoja-alaltaan yli 90 neliömetrin suuruiseksi, se on jaettava vähintään kahteen osastoon teräsbetoniseinillä. Seinässä saa olla normaaliolojen käytön kannalta tarpeelliset aukot. Tärähdyksenkestävyyden vuoksi väliseinät eivät saa olla muurattuja eikä seinissä ja katossa saa olla rappausta. (RT 92-11173 2015, 9.)

Savunpoisto

Väestönsuojan savunpoisto järjestetään hätäpoistumisaukon, -luukun tai hätäpoistumiskäytävän kautta ottaen huomioon väestönsuojan koko, muoto ja palokuorma. Savunpoistoon tarkoitettun HS-1-luukun on oltava normaalioloissa auki asennossa ja aukko on varustettava ulkoa avattavalla luukulla. (RT 92-11173 2015, 11.)

Rakenteiden paksuus

Läpivientien, ovien ja luukkujen vakiomittojen vuoksi rakenteiden paksuuksien tulee olla vähintään seuraavat:

- ympäryseinät ja katto ovat teräsbetonia. Niiden vähimmäispaksuus on 300 mm. Säteilysuojauksen vaatimukset ovat poistuneet.
- lattian ja kantavien teräsbetonisten väliseinien paksuus on 150 mm. Kaksikerroksisen väestönsuojan teräsbetonisen välipohjan paksuus on 150 mm. (RT 92-11173 2015, 18.)

Sirpalesuojaus

Väestönsuojan ovet, luukut ja venttiilit sekä muut laitteet suojataan sivulta tai ylhäältä suojaavilla rakenteilla sirpaleilta tai luodeilta, jotka tulevat 45°:n tai tätä jyrkemmässä kulmassa (RT 92-11173 2015, 21).

Ilmanvaihto

Ilmanvaihtojärjestelmässä on seuraavat osat:

- tuloilmakanava (raitisilmakanava), jolla ilma johdetaan väestönsuojaan
- ilmanvaihtolaite, jolla ilma otetaan väestönsuojaan, ja tarvittaessa se suodattaa ilman
- jakokanava tuloilmaventtiileineen, joka jakaa ilman suojatilaan
- poistoilmaventtiili, jonka kautta ilma poistuu suojatilasta sulkuhuoneeseen
- ylipaineventtiilit, joiden kautta ilma poistuu väestönsuojasta, säätelevät suojan ylipainetta
- normaaliolojen ilmanvaihdon sulkulaite, joka suljetaan väestönsuojaa kunnostettaessa suojakäyttöön
- ylipainemittari, joka osoittaa suojatilan ja ulkoilman välisen paine-eron (RT 92-11173 2015, 22).

Väestönsuojan suojaovet ja -luukut

Suojaovet ja -luukut estävät paineaaltojen ja vaarallisten aineiden pääsyn väestönsuojaan. Standardikokoisten suojaovien valoaukot ovat 900 mm × 2 000 mm ja 1 200 mm × 2 000 mm. Luukkujen valoaukot ovat vastaavasti 600 mm × 800 mm ja 700 mm × 1 200 mm. (RT 92-11173 2015, 27.)

S1-luokan väestönsuojan suojaovet SO-1 ja SO-1s:

Suojaoven valmistajalta pyydetään piirustus suojaoven pielen raudoituksesta. Suojaoven karmi kiinnitetään seinän valun yhteydessä. Suojaoven tulee paikalleen asennettuna ja suljettuna olla tiivis. (RT 92-11173 2015, 27.)

S1-luokan väestönsuojassa käytetään luukkua HS-1 tai HS-1s (RT 92-11173 2015, 30).

Karmi kiinnitetään seinään valun yhteydessä. Luukun tulee paikalleen asennettuna ja suljettuna olla tiivis (RT 92-11173 2015, 30).

Tarvittavat piirustukset ja lisätiedot

Rakennuslupahakemukseen liitetään seuraavat väestönsuojaa käsittelevät asiakirjat:

- ilmoitus väestönsuojasta. Lomakkeella annetaan väestönsuojan lujuutta, henkilö määrää, ilmanvaihtolaitteita, varustusta ja normaaliolojen käyttöä koskevat tiedot
- laskelma väestönsuojan koosta
- väestönsuojapiirustukset kolmena sarjana – asemapiirustus (kaava-alueella pohjana ote kaavasta) – väestönsuojan pohja- ja leikkauspiirustukset mittakaavassa 1:100. (RT 92-11173 2015, 32.)

Piirustuksissa esitetään

- väestönsuojan rakenne ja sijainti
- sisääntulo- ja poistumisreitit: ovien sortumasuojaus, suojaovet ja -luukut, sirpale-suojaus
- suojaa ympäröivien tilojen käyttö
- suojaustilannetta varten purettavat tai rakennettavat lisärakenteet
- ilmanvaihtolaitteet ja niiden komero. Suojan varusteet ja irralliset laitteet on voitava varastoida komeroon tai muuhun piirustuksissa merkittyyn tilaan.
- tuloilmakanavat, ylipaineventtiilit
- käymäläkomerot
- sulkutelta
- vesisäiliöiden ohjeellinen sijainti
- jäteastioiden ohjeellinen sijainti
- vesi- ja viemäri-laitteet: katusulkuventtiili, väestönsuojan viemäriin sulkuventtiili, vesipiste ja pesuallas
- sähkölaitteet: keittiön sijainti, valaistus, puhelin- ja antennipisteet
- tarvittaessa väestönsuojaan kuljettava reitti. (RT 92-11173 2015, 32.)

2.6.2 Paikalla valetun väestönsuojan tuotantotekniikka



Kuva 1. Väestönsuojan laudoitus ja rauditus

Seinien laudoitus

1. Rakenteen paikka mitataan ja merkitään aluspuihin tai alla olevaan rakenteeseen. Seinämuottien alajuoksut kiinnitetään merkintöjen mukaan aluspuihin tai alla olevaan rakenteeseen. (Ratu 0398 2012, 8.)
2. Seinämuotin alajuoksun sisäpuolelle kiinnitetään pystytukilaudat noin 1,5 metrin välein. Seinämuotin ylemmät juoksut tuetaan pystytukilautoihin. Ylin juoksu kiinnitetään noin 250... 300 mm valmiin seinäkorkeuden alapuolelle. Vaakajuoksut tuetaan vinotuilla tukipaaluista tai rakenteista. Juoksuihin kiinnitetään kierähtämistä estävät pystylaudat.
3. Nurkkakohdissa juoksuihin kiinnitetään tarkasti pystysuora lauta. Lautaa kannattaa vaakajuoksujen päitä ja sen reunaan kiinnitetään varsinainen muottilaudoitus myöhemmässä vaiheessa.
4. Juoksujen ulkopintaan nurkan molemmille puolille kiinnitetään n. 45° kaltevuuteen vinotukilaudat ja nurkan pystysuoruus tarkastetaan molempiin suuntiin.

5. Vaakajuoksujen sisäpuolelle kiinnitetään noin 300 mm välein pystyyn tulevat koolaustaudat.
6. Koolaustautojen kiinnitys aloitetaan nurkassa olevasta pystylaudasta. Muottilevyt naulataan muottipinnaksi ensimmäisen muottipuoliskon osalta. (Ratu 0398 2012, 9.)
7. Kun ensimmäinen muottiseinä on valmis, kiinnitetään nurkkaan koolaustauta, johon seuraavan seinän muottilevyjen päät kiinnitetään.
8. Seinän päätymuotti asennetaan paikalleen ja seinä oikaistaan. Varausten paikat mitataan ja varausmuotit asennetaan paikoilleen. Varaukset ja raudoitukset tulee seinämäisissä rakenteissa asentaa ennen toisen muottipuoliskon asennusta.
9. Sidontatankoja varten porataan reiät ja siteet sekä muottivälikkeet asetetaan paikalleen.
10. Ensimmäinen muottipinta öljytään sen valmistuttua ja toisen puolen levyt ennen kuin ne asennetaan.
Toisen muottipuoliskon asennus aloitetaan kiinnittämällä alajuoksu mitattuun kohtaan. Muut vaakajuoksut kiinnitetään pystytukilautoihin samoille korkeuksille toisen puolen vaakajuoksujen kanssa. Ensimmäiset koolaustaudat kiinnitetään vaakajuoksujen sisäpuolelle. Muottilevyt pujotetaan paikoilleen ja kiinnitetään koolaustautoihin.
11. Muottisiteitä varten tehdään tarvittavat reiät muottilevyihin, sidontalankut asennetaan ja siteet kiristetään vaakajuoksuihin. Muottipintojen väliin asetetaan seinän paksuuden mukainen välike estämään ylikiristystä.
12. Puuttuvat koolaustaudat pujotetaan yläkautta muottilautojen ja vaakajuoksujen väliin. Muotin pystyvuoru tarkastetaan vesivaa'alla. Muottipuoliskot sidotaan yläosastaan toisiinsa lautasiteellä. Seinämuotit sidotaan tavallisesti n. 10 mm:n pyöröteräksillä. Teräs lukitaan kiilamaisella kiristimellä varustetulla muottilukolla. (Ratu 0398 2012, 10.)

Purkutyö aloitetaan irrottamalla muottilukot, -siteet ja sidelaudat. Lukot puhdistetaan ja varastoidaan seuraavaa käyttökertaa varten. Tämän jälkeen irrotetaan vinotuet vääntämällä. Seuraavaksi irrotetaan pysty- ja vaakajuoksut. Muottilevyt irrotetaan varovasti niin, ettei rikota betonipintaa. Muottien irrottamisen jälkeen katkaistaan ne muottisiteet, joita ei voida irrottaa. (Ratu 0398 2012, 13.)

Holvin laudoitus

Vakiopalkit ja muottilevyt -järjestelmä muodostuu pystytukiin tai tukitorneihin kiinnitettävistä pudotuspäistä sekä näiden päälle asennettavista kannatinpalkeista, jotka voivat olla puuristikoita, vaneriumaisia puupalkkeja tai alumiinipalkkeja. (KONE-RATU 06-3021 1991, 2.)

Raudoitus

Työmenekit, väestönsuoja:

- Ø 10 mm 8,5 tth/1000 kg
- Ø 12 mm 6,3 tth/1000 kg
- Ø 16 mm 5,0 tth/1000 kg (Ratu 0402 2012, 3.)

Seinien raudoitus irtoteräksillä

1. Raudoitteen paikka mitataan muottiin. Muotteihin kiinnitetään pystysuuntaisille asennusteräksille välikkeet naulaamalla.
2. Asennustangot nostetaan paikoilleen ja kiinnitetään välikkeisiin. Asennustankona käytetään yleensä varsinaista raudoitustankoa. (Ratu 0402 2012, 9.)
3. Asennustankoihin kiinnitetään vaakatangot jakomerkkien mukaan.
4. Vaakatankoihin kiinnitetään pystytangot. Sidonta tehdään jokaisessa pysty- ja vaakaraudoitteen risteämäkohdassa.
5. Asennuspukit tai -siteet kiinnitetään raudoitukseen suunnittelijan ohjeiden mukaan. Pukit voivat olla esimerkiksi U:n tai S:n muotoisia.
6. Toista puolta raudoitettaessa pukkeihin sidotaan tasavälein pystytankoja. Muut pystytangot voidaan jättää omalle paikalleen odottamaan kiinnitystä. Vaakatangot sidotaan paikoilleen jo kiinnitettyihin pystytankoihin. Loput pystytangot kiinnitetään paikoilleen. Kiinnitys tehdään jokaisessa vaaka- ja pystyraudoituksen risteämiskohdassa.

7. Kun kaikki raudoitteet ja LVI- sekä sähkövarusteet on asennettu seinään, varmistetaan raudoitteen paikoillaan pysyminen riittävällä sidonnalla. Raudoitus ei saa siirtyä valun aikana. U- tai S-siteet kiinnitetään ja välikkeet asennetaan sisäpinnan raudoitukseen pitämään se irti muotista. (Ratu 0402 2012, 10.)



Kuva 2. Raudoitus ja valuosat

Holvinraudoitus irtoteräksillä

1. Valmiiksi katkotut ja taivutetut raudoitteet asennetaan laatan raudoitukseksi. Tankojako merkitään muottiin tai muuhun valualustaan.
2. Työtangot asennetaan korokkeiden varaan n. 1,0...1,5 metrin välein. Korokkeet naulataan tarvittaessa muottiin. (Ratu 0402 2012, 12.)
3. Alin tankokerros ladotaan työtankojen varaan merkkien mukaan, jonka jälkeen asennetaan jakotangot tai toisen suunnan päätangot. Tangot voidaan asentaa myös ilman työtankoja suoraan korokkeiden varaan.
4. Tangot sidotaan ensin kentän ympäri joka risteyksessä ja sen jälkeen 45°:n kulmassa joka toinen tai kolmas rivi tankojen paksuudesta ja tankovälistä riippuen. Tankojen on oltava suorassa ja sidontasuuntaa on vaihdeltava jäykkyyden lisäämiseksi.
5. Yläpinnan työtankojen tukipukit tai valmiit tukiansaat sidotaan 60...80 cm:n välein työtankolinjojen kohdalle. Työtankona käytetään 10...16 mm:n tankoa, kuitenkin vähintään seuraavaa paksuutta tuettavasta tangosta.
6. Työtankoon merkitään yläpinnan tankojen jako ja tankonippuun tuen paikka.
7. Yläpinnan teräkset sidotaan paikkamerkinnot kohdistuen. Tangot oiotaan alapinnan suuntaiseksi ja sidotaan myös reunimmaisiiin tukitankoihin. Sidoksia on oltava vähintään kolme tankoa kohden.
8. Alapinnan raudoitus tuetaan suojakerroksen korkuisilla välikkeillä työtankojen väliltä. Välikkeiden määrä on joka toinen tai kolmas sidos kentän keskellä. Jokaisen tukipukin alla olevaan tankoon asennetaan 1...2 välikettä. (Ratu 0402 2012, 13.)

Betonointi pumppaamalla

1. Varmistetaan pumppuauton pystytyspaikka, kuten ulottumat, maaperän kantavuus, auton sijoittelu, siten että tukijalat saadaan ääriasentoon sekä työmaaliikenteen turvallisuus betonoinnin aikana.
2. Suunnitellaan ja rakennetaan betonipumppauksen pumppulinja ja suojataan valmis rakennus ja työmaan henkilöliikenne. (Ratu 0403 2012, 7.)
3. Betoni pumpataan autosta työkohteeseen. Pumppaus aloitetaan kohteen kauimmaisesta pisteestä. Työskentelypaikan ja ohjauspaikan välillä tulee olla näkö- tai radiopuhelinyhteys.

4. Betoni ohjataan pumppausletkulla muottiin. Pumpun suuren tehon vuoksi on huolehdittava siitä, ettei valun nousunopeus kasva liian suureksi. (Ratu 0403 2012, 8.)
5. Betonimassa otetaan muottiin 250...300 mm:n kerroksina. Seiniä betonoitaessa edetään koko ajan samaan suuntaan, jotta rakenteesta tulee tasalaatuista, eikä kivipesiä ja huokosia pääse syntymään.
6. Huolehditaan, että vapaa pudotuskorkeus on enimmillään 1,0...1,5 metriä ja välitetään massan iskeytymistä muotin seinämiin ja raudoitukseen.
7. Betonimassa tiivistetään yleensä sauvatäryttimellä. Sauvan on tunkeuduttava edelliseen kerrokseen 100...200 mm, jotta kerrosten rajakohtiin ei jää saumoja. Tärytys on tehtävä järjestelmällisesti.
8. Varausten alle jää helposti tiivistämättömiä kohtia ja onkaloita. Tämän vuoksi varauksista edeltävä massakerros jätetään noin 200 mm varauksen alapuolelle. Seuraavaa massakerrosta otetaan varauksen viereen tavallista paksumpi kerros, joka massakerroksen painevaikutuksen ja voimakkaan tärytyksen avulla levitetään varauksen alle.
9. Betonoinnin nousunopeutta joudutaan rajoittamaan varsinkin korkeissa rakenteissa painumisen ja vedenerottumisen vuoksi. Painumista tapahtuu hyvinkin tiivistetyissä rakenteissa vielä tunteja betonoinnin jälkeen. Jos seinien ja pilareiden kanssa valetaan yhtä aikaa laattoja ja palkkeja, pystyrakenteiden on annettava painua kerroksen korkuisissa rakenteissa 1...2 tuntia, ennen kuin palkkien ja laattojen valu aloitetaan. (Ratu 0403 2012, 9.)
10. Jälkihoito: Vastavaletun betonin jälkihoidolla turvataan betonille edulliset kovettumisolosuhteet kuten riittävä kosteus lujuuden kehitystä varten, oikea ja riittävä lämpötila ja betonipinnan suojaus sateelta, tuulelta, auringonpaisteelta, kylmyydeltä yms. ulkoisilta vaikutuksilta. Betonipinnan sopiva jälkihoitoaika on rakenteesta ja olosuhteista riippuen yleensä 3...14 vrk. (Ratu 0403 2012, 11.)

3 TEORIAN SOVELTAMINEN KÄYTÄNTÖÖN

RAKENNUSTYÖMAALLA

3.1 Tehtäväsuunnittelu

Väestönsuojan rakentamisesta tehdään tehtäväsuunnitelma. Tehtäväsuunnittelun lähtötietoina käytettiin suunnitelmia, urakkamuistiota ja piirustuksia, joiden pohjalta tehtäväsuunnitelma tehtiin.

3.2 Ajallinen suunnittelu ja valvonta

Ajallisen suunnittelun lähtötietona käytetään yleisaikataulua. Yleisaikataulusta poimitaan väestönsuojan rakentamiseen käytettävissä oleva aika, jonka perusteella määritetään tehtävän eri osa-alueiden kestot. Työstä tehdään viikkoaikataulu, jota pidetään tehtävien ajoittamisen ja etenemisen seurantaan.

3.3 Työ- ja ympäristöturvallisuus

Työ- ja ympäristöturvallisuuden lähtökohtana on työturvallisuuslainsäädäntö, yrityksen oma työmaakohtainen turvallisuusasiakirja sekä omat työmaaohjeet työntekijälle. Väestönsuojaa rakennettaessa suurin työturvallisuusvaara on putoamissuojaus. Yleisten henkilösuojainten (kypärä, suojalasit, heijastava vaatetus, turvajalkineet ja -valjaat) lisäksi huomio on kiinnitettävä yleiseen siisteyteen ja järjestykseen sekä kaiteisiin väestönsuojan holvilla, koska suojan korkeus on yli 2 metriä. Vaarallisia tai haitallisia aineita ei työssä käytetty.

3.4 Aliurakkasopimukset

Aloituspalaveri on tärkeä pitää, jotta kaikille on selvää mitä tehdään ja miten tehdään. Aloituspalaveriin osallistuu aliurakoitsijat, jos aliurakoitsijoita käytetään, työntekijät ja työnjohto. Palaverissa ja urakkamuistiossa määritetään seuraavat asiat:

- Palaverin tarkoitus

- Palaverin tarkoituksena oli käydä läpi kohteen väestönsuojan laudoitus-, betonointi- ja laudoituksen purkutyön suorittaminen työurakalla ja sopia urakkaan sisältyvät kokonaisuudet ja hinnat.
- Kohteen yleiskuvaus
 - 1 kpl paikalla valettu VSS
- VSS:n koko ja määrätiedot
 - VSS:n sisäpuolen pohjapinta-ala, seinien ja holvin paksuus, suojan korkeus ja väliseinäneliöt
- Lähtötilanne
 - Pohjalaatta valettu, seinien alaosan terästartunnat asennettu ja ponttiura puhdas, laudoitustarvikkeet työmaan varastoalueella, VSS tarvikkeet työmaan varastoalueella, holvimuottikalusto työmaan varastoalueella
- Sisältö, urakkaan sisältyy seuraavat työt ja työsuoritteet
 - VSS laudoitus-, betonointi- ja purkutyöt mittauksineen
 - Seinien laudoitus muottivanerista ja kappalepuutavarasta koolaten
 - VSS:n oven, luukun ja kaikkien valuosien asennus
 - Seinien muottivälikkeiden asennus
- Lopputilanne
 - Laudoituksen purku ja niputus suojan ulkopuolelle.
 - Omien roskien ja jätteiden siivous työmaan roskalavalle
 - Oven ja luukun asennuksessa apuna nostin
 - Työssä tarvittavien valaisimien ja sähkövetojen asennus

3.5 Hankinnat ja logistiikka

Hankintojen lähtökohtana ovat tekniset piirustukset esim. arkkitehtipiirustus, pohjapiirustus, leikkauspiirustukset, suojan läpivientikuva sekä valuosien asennuspiirustus.

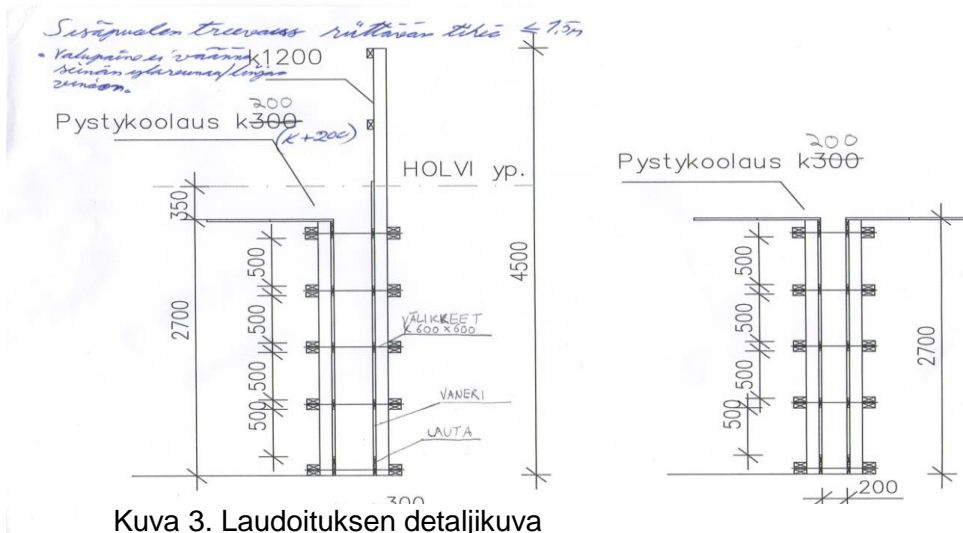
Laudoitukseen määrälaskentaan kuuluu seinien vaneri- ja lautalaudoitus, pysty- ja vaakakoolaus sekä holvin laudoitus. Lisäksi määrälaskentaan kuuluu muottivälikkeiden laskenta 600 x 600 jaolla. Holvikaluston tuentasuunnitelma ja kaluston saa kalustotoimittajalta.

Raudoitus ja raudoitustyö saadaan työmaalle tilauksen mukaan. Betonin määrälaskentaan kuuluu ulko- sekä väliseinät, sekä holvi.

3.6 Tuotantotekniikka

Työt aloitetaan seinien paikoilleen mitoituksella. Seuraavaksi tehdään seinien sisäpuolen laudoitus, ulko- sekä väliseinät, jonka jälkeen laudoitettiin holvi. Raudoitustyö tehdään sitä mukaa, kun laudoitus eteni. Seinien raudoituksen jälkeen aloitettiin seinien tuplaus ja kun holvi oli raudoitettu, väestönsuoja valettiin kokonaan, eli seinät ja holvi peräkkäin samana päivänä.

Väestönsuoja rakennetaan laudoittamalla muottivanerilla ja/tai laudalla. Pystykoolaus pattingilla (k200) ja vaakakoolaus (k600) muottivälkkeiden mukaan. Levyjen välissä voi käyttää lautoja, joista välikkeet porataan läpi, jotta muottivanerit saadaan käyttöön myöhemmin.



4 OMA OSAAMISTASO JA KEHITTÄMISTARVE

4.1 Tehtäväsuunnittelu

Tehtäväsuunnittelusta tietoa ja kokemusta on jonkin verran aiempien työharjoitteluiden, kesätöiden ja koulussa opitun kautta, vaikka lisäkokemusta tarvitaan. Tehtäväsuunnitelman lähtötietoihin on perehdyttävä hyvin, jotta tehtäväsuunnitelma laatiminen onnistuisi hyvin.

4.2 Ajallinen suunnittelu ja valvonta

Ajallisen suunnittelun vahvuuksina pidän aikatauluohjelman käyttöä, jonka mielestäni hallitsen hyvin. Aikataulujen suunnittelusta, seuraamisesta ja korjauksesta on hieman kokemusta koulun harjoitustehtävien, aikaisempien työharjoitteluiden ja kesätöiden kautta, mutta tässäkin kokemuksen lisääntyessä aikataulujen suunnittelu helpottuu ja paranee.

4.3 Työ- ja ympäristöturvallisuus

Työ- ja ympäristöturvallisuudesta on työkokemuksen kautta, ennen opintoja ja opintojen aikana, oppinut paljon ja tiedostan työhön liittyvät riskit ja vaarat sekä osaan mielestäni ehkäistä niitä. Jokapäiväinen työnjohto ja asioista puhuminen työntekijöiden kanssa on mielestäni tärkeintä työturvallisuuden takaamiseksi.

4.4 Aliurakkasopimukset

Aliurakkasopimuksista tai niiden laadinnasta minulla on hyvin vähän kokemusta ja koenkin, että koulun harjoitustyöt, työharjoittelut sekä kesätyöt ovat opettaneet paljon aliurakkasopimuksista ja niiden hallinnasta.

4.5 Hankinnat ja logistiikka

Hankinnasta minulla ei ole paljoakaan kokemusta, hankinta ja hankintoihin liittyvät asiat tulivat paremmin tutuiksi. Määrälaskennasta on jonkin verran kokemusta edellisistä työharjoitteluista ja koulussa tehdyistä harjoitustöistä ja mielestäni onnistuin siinä hyvin.

4.6 Tuotantotekniikka

Aiemman työkokemukseni takia betonointi, raudoitus ja muottityöt ovat minulle tuttuja. Tuotantotekniikan valintaan vaikuttaa moni asia, esimerkiksi yrityksen tai vastaavan mestarin tottumukset. Mielestäni kokonaisuutena väestönsuojan rakentaminen ja tuotantotekniikkaan perehtyminen on ollut mielenkiintoista.

5 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kertoa työnjohtajan työstä ja tehtävistä, kun tehtävänä on yksi selkeä kokonaisuus, tässä tapauksessa väestönsuoja, sekä siihen liittyvästä tuotannosuunnittelusta, -ohjauksesta ja -valvonnasta. Työssä käydään alan kirjallisuutta ja Rakennustiedon aineistoa hyödyntäen läpi tehtäväsuunnittelua, ajallista suunnittelua ja ohjausta, työturvallisuutta, aliorakkasopimuksia, hankintoja ja logistiikkaa sekä tuotantotekniikkaa, johon halusin tässä työssä erityisesti syventyä. Tarkoitus oli perehtyä erityisesti niihin tehtäviin ja suunnitelmiin, jotka ovat tärkeimpiä työnjohtajan päivittäisessä työssä.

Työnjohtajalle kuuluu työmaalla paljon muitakin tehtäviä, mutta opinnäytetyön luonteen takia en niihin työssä perehdy, koska kyseessä on selkeä kokonaisuus ei niinkään yleisesti työnjohtajan tehtävät.

Koen oppineeni paljon tätä työtä tehdessä kirjallisen työn tekemisestä ja tiedonhankinnasta. Alan kirjallisuutta sekä Rakennustiedon aineistoa tutkiessa opin monia asioita, joista on varmasti hyötyä tulevaisuudessa. Kaiken kaikkiaan opinnäytetyö oli mielenkiintoinen projekti ja sen tekeminen opetti sekä kehitti minua paljon tulevaisuuden työnjohdotehtäviä varten.

LÄHTEET

- Lehtinen, R. 2013. Rakennushankkeen työturvallisuus. Helsinki: Talonrakennusteollisuus ry. & Rakennustietosäätiö RTS.
- Kankainen, J. & Junnonen, J.-M. 2014. Urakoitsijan sopimusasiat. Helsinki: Talonrakennusteollisuus ry & Suomen Rakennusmedia Oy.
- Kone-Ratu 06-3021. 1991. Holvimuotit. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Ratu 0398. 2012. Levymuottityö. Menekit ja menetelmät. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Ratu 0402. 2012. Raudoitus. Menekit ja menetelmät. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Ratu 0403. 2012. Betonointi. Menekit ja menetelmät. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Ratu KI-6020. 2011. Rakentamisen tuotantotekniikka. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Ratu KI-6021. 2011. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Helsinki: Rakennustieto Oy
- Ratu KI-6028. 2015. Aikataulukirja 2016. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Ratu S-1207. 2004. Rakentamisen tehtäväsuunnittelun esimerkkejä. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Ratu S-1227. 2010. Työmaan toimitusten suunnittelu ja ohjaus. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Ratu S-1228. 2010. Rakentamisen tehtäväsuunnittelu. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Ratu TT 05-00474. 2004. Rakennushankkeen eri vaiheet ja työturvallisuussuunnittelu. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- RT 92-11173. 2015. S1-luokan teräsbetoniväestönsuojat. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- RT SM-21515. 2011. Sisäministeriön asetus väestönsuojien teknisistä vaatimuksista ja väestönsuojien laitteiden kunnossapidosta. Suomen säädöskokoelma 506/2011 (2011). Helsinki: Rakennustieto Oy & Rakennustietosäätiö RTS.