Tampereen ammattikorkeakoulu

Korkea rakentaminen

Tuotannon ja työturvallisuuden näkökulmasta

David Boutov

OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2019

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Talonrakennustekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Talonrakennustekniikka

BOUTOV, DAVID
Korkea rakentaminen
Tuotannon ja työturvallisuuden näkökulmasta

Opinnäytetyö 59 sivua
Huhtikuu 2019

Useilla paikkakunnilla Suomessa on vireillä rakennuskohteita, joiden rakennuksien korkeus poikkeaa tavanomaisesta rakennuksesta. Suomessa kokemus korkeiden rakennusten rakentamisesta on kuitenkin varsin vähäistä ja vaatii uudenlaista ajattelutapaa rakennustyömaille kuin suunnittelutoimistoihinkin.

Tässä työssä tarkastelukohteena on Helsingissä YIT:n rakentama Tripla-keskus, jossa hotelli- ja toimistorakennuksen korkeus vaati noudattamaan viranomaisten asettamia määräyksiä. Opinnäytetyössä haastateltiin useita työnjohtajia Triplan työmaalla, Helsingin pelastuslaitoksessa sekä tehtiin useita työmaakäyntejä.

Korkeissa rakennuksissa korostuu useat rakentamisen osa-alueet, jotka vaativat lisähuomiota eri toimijoilta. Tässä työssä on tuotu esille viimeisin versio Helsingin kaupungin laatimasta korkean rakentamisen ohjekortistoa sekä dokumentoitu Triplan työmaalta erilaisia ratkaisuja tuotannosta, työturvallisuudesta sekä paloturvallisuudesta.

Tuulen vaikutus korkeaan rakennukseen kasvaa entisestään, mitä korkeammalle rakennetaan. On varsin tärkeää huomioida tiiviissä kaupunkiympäristössä työnaikainen putoamisenestäminen. Uutena ratkaisuna markkinoille ovat tulleet putoamissuojaverkot, joiden asentamisen suunnittelu pitäisi lähteä rakennesuunnittelijan pöydältä.

Työmaan ja pelastuslaitoksen pitää tehdä tiivistä yhteistyötä paloturvallisuudesta rakennushankkeen alkuvaiheesta lähtien sekä esimerkiksi järjestää pelastautumisharjoituksia työmaalla. Rakennus on jaettava palo-osastoihin pinta-alan ja kerroksien suhteen sekä rakennuksessa on käytettävä työnaikaisia palo-ovia.

Jotta rakennustyömaa pysyy aikataulussa, on tällöin aloitettava sisävaiheentyöt ennen kuin vesikatto on rakennettu. Tällöin rakennukseen on tehtävä erilaisia vedeneristys ratkaisuja kerroksittain.

Uudenlaisista rakennuskohteista on hyvin tärkeää dokumentoida onnistumiset sekä haasteet, jotta jatkossa osataan ennaltaehkäistä tulleita ongelmia mahdollisimman tehokkaasti ja kehittää Suomen rakentamista eteenpäin.

Asiasanat: korkea rakentaminen, Tripla, työturvallisuus, haasteet, paloturvallisuus, viranomaismääräykset

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Engineering
Building Construction

DAVID BOUTOV
Construction of High-rise
From the Point of View of Production and Occupational safety

Bachelor's thesis 59 pages
April 2019

Many cities in Finland have constructions projects in progress, whose building height differs from a conventional height of building. However, the experience a building of high-rise building in Finland is rather limited and requires a new way of thinking for construction sites and design offices.

This work focuses on the Tripla project created by YIT In Helsinki. Where the height of the hotel and office building are required to comply with regulations set by authorities. Where also several supervisors were interviewed at the Tripla site, in the Helsinki Rescue department and several construction site visits were made.

In high-rise building, several construction areas emphasize which are require additional attention. In this thesis, the latest version of the Helsinki city high-rise construction help card was introduced as well as documented various solution for construction, occupational safety and fire safety from the Tripla site.

The effect of the wind on a tall building will increase further, the higher it will be built. It is very important to take into account the prevention of falls during work in a constrained urban environment. A new solution for prevent falling, to the market has come Fall Protection Netting Systems, whose installation planning should start at the structural designer’s table.

The construction site and rescue service must work closely together on fire safety from the start of the construction project. For example, by organizing rescue exercises on site. The building must be dividing into fire compartments by area and floors. Also, during construction, the fire doors must be used to prevent the speared of fire.

For the construction site to stay on schedule, it is necessary to start the internal work phase before the water roof is built. In this case, different waterproofing solutions must be used in the building by floors.

It is very important to document successes and challenges in new construction projects, so that in the future we will know how to prevent problems as efficiently as possible and develop building technology of Finland.

Key words: high-rise building, Tripla, occupational safety, fire safety, challenges, construction regulation

SISÄLLYS

1 JOHDANTO 6
1.1 Aiheen valinta 6
1.2 Työn tarkoitus 6
2 YLEISTÄ KORKEA RAKENTAMISESTA 8
2.1 Historia 8
2.2 Nykytila 9
2.3 Korkea rakentaminen Suomessa 11
3 TRIPLA HANKKEEN ESITTELY 13
4 KORKEA RAKENTAMINEN 14
4.1 Korkea rakentaminen Triplassa 14
4.2 Viranomaismääräykset 15
4.2.1 Yleiset ohjeet 16
4.2.2 Tekninen Suunnittelu 17
4.2.3 Tuulen ja värähtelyn vaikutus korkeaan rakentamiseen 18
4.2.4 Paloturvallisuusmääräykset 20
5 TYÖMAANAIKAISET JÄRJESTELYT 23
5.1 Logistiikka 23
5.1.1 Torninosturit 23
5.1.2 Rakennusmateriaalit ja liikkuminen 25
5.1.3 Betonointi 28
5.1.4 Linjan tukkeutuminen ja puhdistus 29
5.1.5 Jakelupuomit 30
5.2 Kosteudenhallinta 31
5.3 Työturvallisuus 35
5.3.1 Putoamissuojaus 37
5.3.2 Kulunvalvonta 43
5.4 Paloturvallisuus 45
5.4.1 Paloturvallisuus korkeassa rakentamisessa 45
5.4.2 Palokatkot 45
5.4.3 Nousujohdot 49
5.4.4 Poistumisreitit 50
5.4.5 Alkusammutuskalusto 51
5.4.6 Kemikaalit ja kaasut 51
5.4.7 Tulityöt 52

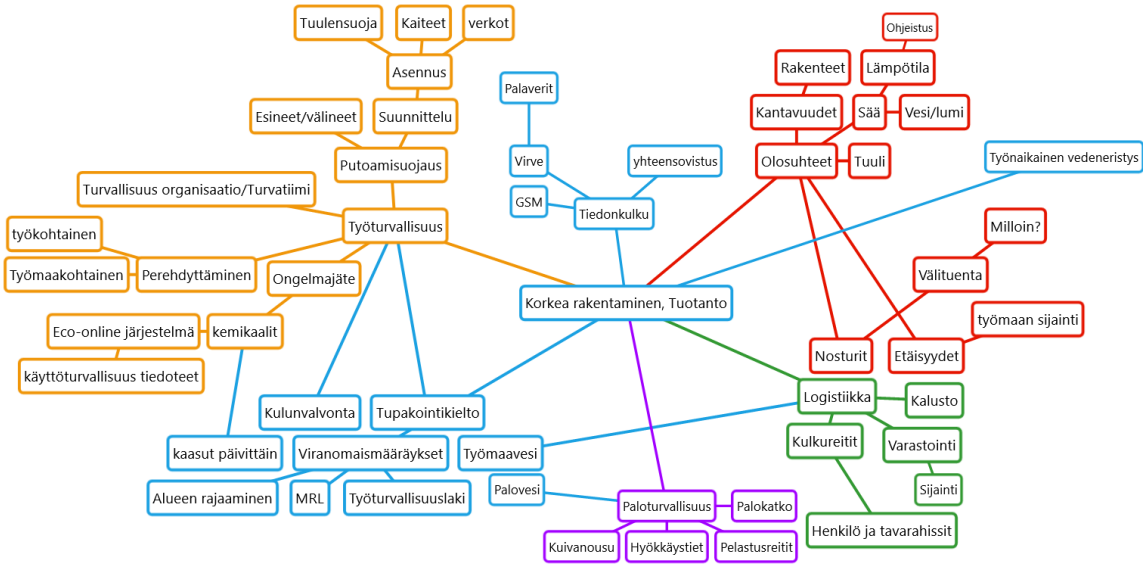
5.4.8 Viranomaisverkko (Virve) 53
5.5 Pelastustoiminta 54
6 YHTEENVETO 56
LÄHTEET 58

1 JOHDANTO

1.1 Aiheen valinta

Opinnäytetyön aihetta lähdettiin pohtimaan Triplan turvallisuusorganisaation kanssa luomalla erilaisia ajatuskarttoja kuvan 1 mukaisesti. Ajatuskartoista päädyttiin Triplan korkean paikan rakentamiseen tuotannon ja työturvallisuuden näkökulmasta.

Triplassa rakennetaan kaksi rakennusta, joiden korkeudesta ja laajuudesta johtuen viranomainen on asettanut erityiset määräykset työturvallisuudelle, erityisesti paloturvallisuudelle. Korkea rakentaminen asettaa myös vaatimuksia tuotannolle muun muassa betonin saaminen ylös vaikeutuu sekä sääolosuhteiden vaikutu tuotannolle.



KUVA 1. Ajatuskartta aiheen valinnasta

1.2 Työn tarkoitus

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää korkean paikan rakentamista, tarkastella ja kerätä yhtenäistä tietoa käytännön tuotannosta sekä työturvallisuudesta. Käytännön läheisestä kokemuksesta korkeasta rakentamisesta on Suomessa hyvin vähän. Vireillä on

kuitenkin paljon korkeita rakennushankkeita, joiden rakentamista voidaan tehostaa kerätyillä tiedoilla nykyisistä korkeista rakennushankkeista. Tarkastelu kohteena toimi YIT:n rakentama Tripla-hankkeen toimisto- ja hotellirakennus, joihin tutkimuksen aikana tehtiin työmaakäyntejä.

Työssä selvitetään korkean rakentamisen viranomaismääräyksiä ja teknisen suunnittelun haasteita. Tarkasteluvälineinä on työmaakäynnit, haastattelut, YIT SharePoint materiaalit, muut korkean rakentamisen hankkeet, jotka sisältävät julkista tietoa ja muita julkisia lähteitä.

2 YLEISTÄ KORKEA RAKENTAMISESTA

2.1 Historia

Korkeiden rakennusten ja rakennelmien historia ulottuu kauas menneisyyteen, jo raamatun kertomuksesta tuttu Baabelin torni ja muinaisessa Egyptissä rakennetut pyramidit, joista korkein tunnettu on Giza 146 metriä korkea. Yleisin kysymys oli korkeiden rakennusten rakentamisessa, kenelle ja miksi rakennetaan korkealle. Joillakin rakennuksilla oli uskonnollisia tarkoituksia sekä mahdin ja rikkauden esille tuominen. (History of the Highrise 2013.)

2000 vuotta sitten Roomalaisten rakennetekniikka, sekä materiaalituntemus mahdollistivat rakentamaan erikoisimpia ja monikerroksisia rakennuksia. 700 vuotta sitten Arizonassa ihmiset rakensivat korkealle kallioihin itselleen asuintiloja. Samaan aikaan kiinassa Fujian provinssissa rakennettiin rakennelma, joka koostuu yli 46 tiiviistä ja monikerroksisesta rakennuksesta. Rakennelma kuuluu Unescon maailmanperintökohteeseen. (History of the Highrise 2013.)

Ensimmäinen esille tullut ihmisten käyttämä vastapainotettu hissi tuli käyttöön Ranskan kuninkaalle Louis XV:lle, mutta 1800-luvulla monet hissit toimivat jo höyryn avulla ja oli merkittävä vallankumouksellinen tekijä teollisuudessa. Vuonna 1846 William Armstrong keksi hydraulisen nosturin, joka myöhemmin korvasi höyryllä toimivat järjestelmät. (History of the Highrise 2013.)

Vuonna 1857 amerikkalainen Elisha Otis esitteli keksimänsä uudenlaista turvalaitetta hisseille. Järjestelmä mahdollisti hissin turvallisen pysähtymisen nostovaijerin katkettua. Tämä loi luotettavuutta ihmisten keskuudessa hisseihin ja mahdollisti korkeiden rakennusten ja pilvenpiirtäjien rakentamisen. Ensimmäinen rakennus, jota kutsuttiin pilvenpiirtäjäksi, oli 10 kerroksinen ja 42 m korkea Home Insurance rakennus. Myöhemmin rakennukseen rakennettiin kaksi lisäkerrosta ja korkeus nousi 55 metriin. Ensimmäinen höyrykäyttöinen hissi asennettiin Manhattanissa sijaitsevaan viisikerroksiseen myymälään. Lopulta 1800-luvun lopussa saksalainen keksijä Werner Von Siemens kehitti ensimmäisen sähköhissin. (History of the Highrise 2013.)

2.2 Nykytila

Korkeiden rakennusten rakentaminen on yleistymässä Suomessa ja maailmalla niiden rakentaminen on tyypillistä. Suuret kehittyvät kaupungit ja muuttovirrat vaativat myös kaupungeilta erilaista tarjontaa. Pienet ja kalliit tontit pakottavat rakentamaan tiheämmin ja korkeammalle. Hyvä esimerkki on New York ja Hongkong, jotka ovat maailman johtavampia kaupunkeja pilvenpiirtäjien lukumäärän suhteen. Maailman korkein rakennus sijaitsee kuitenkin Arabiemiraateissa Dubaissa. Rakennus Burj Khalifa on 828 m korkea ja valmistunut vuonna 2009 (kuva 2). (Helsingin korkean rakentamisen selvitys 2012.)

KUVA 2. Burj Khalifa (BY Emaar PJSC)

Euroopan korkein rakennus on Pietariin Suomenlahden rannalle rakentumassa oleva 463 metrinen tornitalo, joka on perustettu 260 paalun varaan, jotka ulottuvat 83 m syvyyteen (kuva 3). Paalujen sisään on asennettu sensorit ja ultraäänianturit, jotka ilmaisevat paaluun kohdistuvan paineen, mahdollisesta pohjan painumasta ja perustuksen vakavuudesta. Paalujen välille jäävän maaperään on myös asennettu anturit, joilla seurataan maaperän tilaa. Tornitaloon on tarkoitus sijoittaa mm. toimistotilaa, ravintoloita, näköalatasoa ja ihmisille suunnattuja vapaa-ajan toimintoja. (Lakhta center 2018.)

KUVA 3. Lahta Center Pietarissa (V, Gusik)

> Uusi korkean rakentamisen buumi alkoi Aasian kehittyvistä talouksista, Arabian niemimaan öljyvaltioista ja niistä länsimaiden suurkaupungeista, joissa pankkisektori ja suuryhtiöt ovat vahvasti läsnä. Lontoon muuttunut kaupunkisiluetti todistaa Cityn maailmanlaajuista merkitystä. Korkeat rakennukset symboloivat taloudellisesti menestyvää kaupunkia. (Turun korkean rakentamisen selvitys 2018.)

Korkeista rakennuksista on syntynyt maamerkkejä ja jäävät hyvin ihmisten muistiin sekä on kaupungin menestyksen, dynaamisuuden ja kehittymisen symboli. Korkeat toimistorakennukset kasvattavat taloudellista toimintaa ja niiden tarkoitus on lisätä ihmisten vuorovaikutusta. Ihmiset ovat valmiita maksamaan asunnoista tai toiminnoista korkeista rakennuksista, vaikka niiden rakentaminen ja ylläpito onkin kalliimpaa verrattuna matalampiin rakennuksiin. Korkeat rakennukset tarjoavat myös uudenlaista asumismuotoa ja tuovat esille kaupungeille uudenlaisia visuaalisia näkemyksiä. (Turun korkean rakentamisen selvitys 2018.)

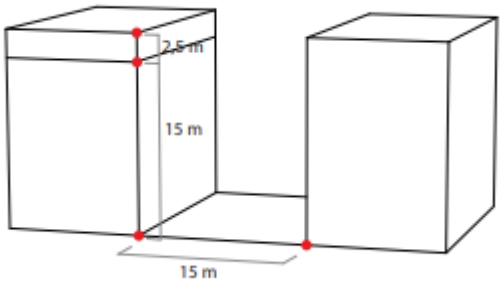
2.3 Korkea rakentaminen Suomessa

Kokemus korkeiden rakennusten rakentamisesta Suomessa on hyvin vähäistä ja pitkälti 26-kerroksinen asuinrakennus on korkeimpia rakennuksia mitä Suomessa on rakennettu. Korkeasta rakentamisesta Suomessa on ollut puhetta jo 1900-luvun alkupuolella ja esimerkiksi Silja Line on kirjoittanut väitöskirjan Pilvenpiirtäjäkysymys, joka käsittelee tuon ajan keskusteluja korkeista rakennuksista. (Helsingin korkean rakentamisen selvitys 2018.)

Viime aikoina rakennettuja korkeita rakennuksia ovat Vuosaaren asuinrakennus Cirrus 26 kerrosta, Espoon niittyhuippu 24 kerrosta, Tampereen tornitalo Sokos hotelli 25 kerrosta ja valmistumaisillaan oleva kalasataman Majakka 35 kerrosta. Korkea rakentaminen rajoittuu lähinnä pääkaupunkiseudulle, mutta monissa muissakin kunnissa on tehty selvityksiä mahdollisista tornitalohankkeista. (Helsingin korkean rakentamisen selvitys 2018.)

Korkeiden rakennuksien rakentamiseen tarvitaan uudenlaista ajattelumallia rakentamisesta ja joihinkin kysymyksiin saadaan vastauksia ulkomaisista korkeista rakennus hankkeista. Selvityksien mukaan Suomessa pyritään sijoittamaan korkeat rakennukset siten, että niiden rakentaminen vaikuttaisi mahdollisemman positiivisesti olemassa olevaan ympäristöön eikä heikentäisi ja pilaisi historiallisesti merkittäviä alueita. Toisinaan kun New Yorkissa tai Hongkongissa korkeiden rakennuksien sijoitteluun ei olla kiinnitetty erityistä huomioita. (Helsingin korkean rakentamisen selvitys 2018.)

Korkea rakentaminen muokkaa kaupungin ympäristöä merkittävästi ja korkeiden rakennuksien sijainnilla on merkitystä. Vääränlaisella sijoittelulla tai muodolla voidaan aiheuttaa ikäviä tilanteita ja tietysti oikealla tavalla sijoitettu korkea rakennus voi luoda uusia näkemyksiä. Kantakaupungin alueella ennen 1960-lukua rakennuksien korkeudet saivat olla enintään kadun leveys ja siihen lisättynä 2,5 metriä (kuva 4). Jos kadun leveyttä oli vaikea määrittää, silloin maksimikorkeudeksi asetettiin 23 m. Sen aikaisten määräysten mukaan syntyi tasakattoinen maanpintaa muotoileva rakennuskanta. (Helsingin korkean rakentamisen selvitys 2018.)



KUVA 4. Korkea rakentaminen Helsingissä 1920 (Helsingin korkean rakentamisen selvitys 2018)

3 TRIPLA HANKKEEN ESITTELY

YIT Rakennus Oy nykyinen YIT Suomi Oy voitti Helsingin kaupungin järjestämän Pasilan keskustakorttelin suunnittelu- ja toteutuskilpailun ehdotuksella Tripla. Hankkeen arvo on kokonaisuudessaan noin miljardi euroa ja vuonna 2014 tammikuussa allekirjoitettiin sopimus sen toteutuksesta (kuva 5). Tripla-keskuksen on tarkoitus yhdistää Itä- ja Länsi-Pasilan toisiinsa ja se sijoittuu liikenteen solmukohtaan. Triplan laajuutta voidaan verrata maailman suurinta Oasis of the Seas – loistoristeilijään, kymmeneen eduskuntataloon tai yli 50 jalkapallokentän kokoon. (YIT SharePoint 2018.)

Asemakaava vahvistui keväällä 2015 ja heti sen jälkeen alkoi Triplan rakentaminen. Tripla-keskus on kolmen korttelin kokonaisuus, johon rakennetaan toimistoja, kauppakeskus Mall of Tripla, kongressikeskus, asuntoja, hotelli, viisi kerroksinen maanalainen pysäköintilaitos, varaus metrolle, vanhan Pasilan aseman purku ja sen tilalle uusi joukkoliikenneterminaali. Pasilaan rakennetaan myös lisäraide, jonka tarkoituksena on helpottaa alueella syntyviä ruuhkia. (Tripla By YIT 2018.)

KUVA 5. Tripla-keskuksen laajuus (YIT SharePoint 2018)

4 KORKEA RAKENTAMINEN

4.1 Korkea rakentaminen Triplassa

Triplassa määritellään korkea rakentaminen seuraavasti: kun rakennus on kohonnut 12 kerrosta ja kun ulkokuori on ummessa eli rakennuksen julkisivuelementit on asennettu, astuu silloin voimaan korkean rakentamisen määräykset. Triplassa korkea rakentaminen kohdistuu hotelli- ja toimistorakennuksiin, jotka ovat merkittynä oranssilla värillä kuvaan 6. Tarkastelukohteiden kerroksien lukumäärä lasketaan kauppakeskuksen ylimmältä kerrokselta. Näin ollen kerroksia on yhteensä 18 maan tasosta laskettuna.

Ennen kuin korkean rakentamisen määräykset otettiin käyttöön eli rakennus ei ollut kohonnut 12 kerrokseen, Triplan turvallisuusorganisaatio sekä tuotantopuoli oli tehnyt tiivistä yhteistyötä viranomaisten ja muiden tahojen kanssa. Yhteistyössä on pyritty luomaan menetelmiä ja ratkaisuja korkeaan rakentamiseen niin, että työt voitaisiin toteuttaa turvallisesti ja tehokkaasti. Myöhemmin korkean rakentamisen määräykset otettiin käyttöön asemalla, mutta sen tarkastelu jätettiin tämän työn ulkopuolelle.

KUVA 6. Tripla-keskus (YIT SharePoint 2018)

4.2 Viranomaismääräykset

Lupaviranomainen käsittelee yli 16-kerroksiset rakennukset poikkeamisena määräyksistä ja vaatii niiden hyväksyntään lisäselvityksiä. Suomen rakentamismääräyskokoelma kattaa enintään 16-kerroksiset rakennukset. (Ohjekortti YL-00)

Helsingin kaupunki laati vuonna 2012 selvityksen korkeasta rakentamisesta, jonka tuloksena luotiin ohjekortit. Uusin versio ohjeista on julkaistu vuoden 2018 lopussa ja ovat myös rakennuslautakunnan hyväksymiä. Ohjetta varten on haastateltu eri toimijoita Suomessa sekä ulkomailla. Korkea rakentamisen ohjekortiston toisena osana luotiin palvelupolku, joka ohjaa ja selkeyttää missä vaiheessa tulee käsitellä tiettyjä asioita. Ohjekortisto on luotu selventämään korkeassa rakentamisessa vaadittuja lisäselvityksiä ja on tuotu esille korkeassa rakentamisessa tyypillisiä haasteita.

Ohjekortit on jaettu viiteen seuraaviin osa-alueisiin:

- yleiset
- rakenne
- LVI
- akustiikka
- paloasiat.

Korkean rakentamisen ohjekortteja noudatetaan aina kun rakennuksen korkeus on 16 kerrosta tai yli, mukaan lasketaan myös mahdolliset kellarikerrokset. Paloteknisiä ohjekortteja tulee noudattaa aina kun rakennuksen korkeus on yli 56 m. Ohjekortteja tulee myös noudattaa matalissa rakennuksissa, jos rakennuksen ominaisuudet ovat haasteelliset esimerkiksi, jos rakennus on ominaisuudeltaan hoikka tai jos pohjaolosuhteet ovat erittäin vaativat voi ohjekorttien noudattaminen tulla tarpeen. Ohjetta käytetään myös, jos ylempien rakenteiden yhteensovitus on haastavaa. Sekä rakennusvalvonta että tilaaja voivat myös vaatia ohjekorttien käyttöä. (Ohjekortti YL-00.)

Ohjekortisto ei kuitenkaan korvaa nykyisiä rakentamismääräyksiä eikä sisällä vielä aivan kaikkia korkean rakentamiseen liittyviä asioita. Ohjekortistoa kehitetään jatkuvasti, kun tulee uusia tietoja ja selvityksiä korkeasta rakentamisesta. Nykyiset korkeat rakennuskohteet toimivat hyvinä tarkastelukohteina ohjekorttien kehittämiseen. (Ohjekortti YL-00.)

4.2.1 Yleiset ohjeet

Yleisissä ohjekorteissa on kerrottu useiden alojen yhteisiä vaatimuksia ja toimenpiteitä. Esimerkiksi eri toimijoiden vastaavien työnjohtajien sekä erialojen suunnittelijoiden kelpoisuuden määrittäminen ja siihen tarvittavat lisäselvitykset. Vastaavilla työnjohtajilla on oltava kokemusta poikkeuksellisen vaativien työmaiden työturvallisuudesta, korkeista rakennushankkeista sekä poikkeuksellisen vaativista ja laajoista rakennuskohteista. (Ohjekortti YL-01.)

Pääsuunnittelijoiden on osoitettava osaamisensa korkeiden rakennuksien suunnittelusta sekä eri suunnitelmien yhteensovittamisesta. Joissakin tapauksissa on mahdollista soveltaa FISE-pätevyyttä poikkeuksellisen vaativaa rakennesuunnittelijan pätevyyttä. Kelpoisuudet käydään läpi kuitenkin tapauskohtaisesti. (Ohjekortti YL-02; Ohjekortti Yl-04; Ohjekortti YL-04-1.)

Korkeista rakennushankkeista on laadittava riskianalyysi ennen rakennuslupavaiheen suunnittelua. Lähtötietona käytetään eri tekniikan alojen vastaavien suunnittelijoiden ja pääsuunnittelijan laatimia riskiarviota. Riskianalyysiä päivitetään hankkeen edetessä ja päivitetään hankkeen valmistuttua ottaen huomioon rakennuksen huolto ja rakennuksen käyttö. (Ohjekortti YL-05-1.)

Riskianalyysin vetäjällä on oltava jokin suunnittelualueen poikkeuksellisen vaativan tarkastajan tai suunnittelijan pätevyys sekä osaaminen. Riskianalyysiin osallistuu kaikkien alojen vastaavat erityissuunnittelijat, pääsuunnittelija, toteuttaja, hankkeeseen ryhtyvä, ulkopuoliset tarkastajat, työnjohto, tuotetoimituksesta vastaavat, rakennuksen omistaja ja käytöstä ja huollosta vastaavat. (Ohjekortti YL-05-1.)

Näiden lisäksi rakennettavista korkeista rakennuksista tehdään lisäselvityksiä ja toimenpiteitä seuraavista osa-alueista:

- laadunvarmistus suunnittelussa
- suunnitelmien ja toteutuksen ulkopuolinen tarkastus
- työmaajärjestely ja toimet rakennustyön aikana
- julkisivujen heijastuminen
- huollon turvallisuus. (Ohjekortti YL-05-2 – YL-08.)

Esimerkiksi rakennuksen huolto korkeissa rakennuksissa poikkeaa perinteisestä rakennuksesta. Selvityksessä on otettava huomioon vesikaton huolto-, ylläpito-, ja korjausmenetelmät sekä otettava huomioon nosturiautojen ulottuvuudet ja vesikatolta laskeutuvat nostokorit. Yleisiä ohjekortteja on mahdollista soveltaa kaikilla eri tekniikan osa-alueilla. (Ohjekortti YL-08.)

4.2.2 Tekninen Suunnittelu

Rakenneohjekorteissa on kerrottu rakenteiden teknisiä vaatimuksia, kuormituksien laskentaperiaatteita sekä rakenteiden fysikaalisia vaatimuksia.

Rakenneohjekortit ovat jaettu yhdeksään eri osa-alueeseen:

- rakenteiden kuormitukset
- stabiliteetti- ja lujuuslaskelmat
- pohjarakenteiden suunnittelu ja toteutus
- runkorakenteiden suunnittelu
- julkisivurakenteiden suunnittelu
- rakennusfysikaalinen suunnittelu ja toteutus
- rakennushankkeen kosteuden hallinta
- julkisivun lasirakenteet
- tuuliolosuhteet ja tiiveys. (Ohjekortti RAK-01 – RAK-08.)

Seuraavissa kappaleissa on kerrottu muutamia lisätoimenpiteitä viranomaismääräysten pohjalta. Tarkempi tarkastelu jätetään tämän työn ulkopuolelle.

Rakennukseen voi olla tarpeen tehdä tuulitunnelikoe, johon vaikuttaa rakennuksen muoto, dynaamiset ominaisuudet ja viereiset rakennukset. Tuulitunneli kokeessa selvitetään rakennuksen toimivuus sekä kansitasojen ja maanpinnan alueiden viihtyvyys, jossa kulkee ihmisiä. (Ohjekortti RAK-01.)

rakenteiden suunnittelu tehdään aina 3D malleilla ja kaikki tärkeimmät kohdat tarkistetaan vielä käsin laskenta- tai taulukkolaskentaohjelmaa käyttäen. Kaikki voimasuureet,

vaakasiirtymät ja mitoitus tarkistetaan vähintään kahdella eri jäykkyydellä ylä- ja alalikiarvojen laskemisessa. Esimerkiksi luodaan malli, jossa halkeilun ja liitosten laskemisessa em. vaikutukset otetaan huomioon sekä malli, jossa rakenteet oletetaan halkeilemattomiksi. (Ohjekortti RAK-02.)

Pohjarakenteista tehdään erillinen selvitys, jossa otetaan huomioon maan ja ylärakenteiden yhteensovitus. Sekä kaikista mahdollisista ulkopuolisista vaikutuksista esimerkiksi junaliikenteen ja muun aiheuttama tärinä ja geodynamiikka. Painumia ja siirtymiä on mitattava rakentamisen aikana sekä riittävän pitkällä aikavälillä valmistumisen jälkeen. (Ohjekortti RAK-03.)

Runkorakenteiden suunnittelussa on otettava huomioon rakennuksen rakenneosien putoamisen estäminen ja mahdolliset suojaukset esitetään jo suunnitteluvaiheessa (RAK-04). Julkisivurakenteiden suunnittelussa on myös otettava huomioon putoamisen estäminen esimerkiksi jään ja lumen putoaminen. Julkisivujen suunnittelussa on otettava huomioon myös vedenpitävyyteen ja tiiveyteen liittyvät seikat. (RAK-05). Ikkunarakenteiden osalta on otettava huomioon ikkunanrungon ja lasin yhteistoiminta ja tiiveys sekä lasin valon-, auringonenergian läpäisy, valon heijastuminen ja yönaikaisen valaistuksen vaikutukset. (Ohjekortti RAK-08.)

Kaikki liikennemelu ja muun ympäristön vaikutus rakennukseen sekä melun heijastuminen tutkitaan 3D mallien avulla. Maaperän kautta rakennuksen runkoon siirtyvän tärinän ja runkomelun vaikutus voivat aiheuttaa suuria vaikutuksia rakenneratkaisuihin. (Ohjekortti AKU-01.)

4.2.3 Tuulen ja värähtelyn vaikutus korkeaan rakentamiseen

Korkeassa rakentamisessa hyvin tärkeä suunnittelukriteeri on tuulen huomiointi, josta on kerrottu edellisessä kappaleessa. Toinen tärkeä ja usein määräävämpi tekijä on värähtelyrajatilatarkastelu haitallisten kiihtyvyyksien suhteen. Kiihtyvyyden aistiminen riippuu kiihtyvyyden suuruudesta. Tavallinen taipumatarkastelu ei anna vielä tarpeeksi tietoa

kiihtyvyydestä. Joissakin tapauksissa on tehty ylimpiin kerroksiin värähtelyn vaimennuksia, jonka tarkoitus on alentaa maksimikiihtyvyyksiä kovissa tuulenpuuskissa. (Kiviluoma 2019.)

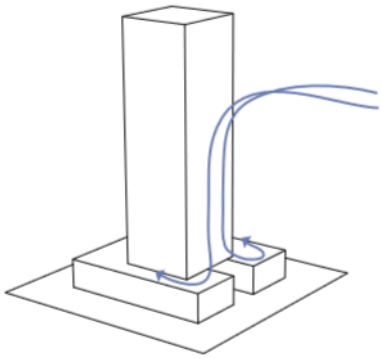
Tuliväräht elyssä määräääviä tekijöitä ovat rakennuksen korkeus suhteessa rakennuksen leveyteen. Vääntövärähtelyn merkitys kasvaa, kun rakennuksen muoto ei ole tavanomainen suorakaidepohjainen. Rakenteiden epäkeskisyys sekä julkisivun muoto esimerkiksi terävät kulmat ja kaarevat pinnat saattavat aiheuttaa erilaisia paine- ja imukuormia. Nämä voivat vaikuttaa julkisivujen saumojen tiiveyteen ja sitä kautta aiheuttaa vesivuotoja rakennuksen sisään sekä hissien kannatinvaijerien liialliseen heiluntaa. (Kiviluoma 2019.)

Tuulikuormien määrittämiseen on kolme eri menetelmää, jotka ovat:

- yksinkertaistettu laskentamalli
- analyyttinen laskentamalli
- tuulitunnelikoe. (Kiviluoma 2019.)

Menetelmien valintaan vaikuttaa esimerkiksi rakennuksen muoto, rakennuksen altistuminen herätetärinälle tai rakennuksen sijainti paikassa, jossa tuuli voi voimistua maaston muodon takia. Joissain tapauksissa on hyvä käyttää useampia menetelmiä samanaikaisesti. ”Pohjois-Amerikassa on pitkät perinteet rajakerrostuulitunnelien hyödyntämisestä korkeiden talojen suunnittelussa, josta tämä sittemmin on levinnyt standardikäytännöksi eri maihin.” (Kiviluoma 2019.)

Tuulen vaikutusta rakennukseen voidaan hallita ja ohjata esimerkiksi erilaisilla kansirakenteilla kuten kuvassa 7. Tuulen suunta on piirretty sinisellä siten, että alhaalla oleva kansitaso ohjaa tuulen suuntaa hallitusti.



KUVA 7. Tuulen hallinta periaate. (Helsingin kaupungin korkea rakentamisen selvitys 2018)

4.2.4 Paloturvallisuusmääräykset

Paloturvallisuus on yksi tärkeä osa-alue rakennuksissa, joka korostuu korkeassa rakentamisessa. Helsingin kaupungin laatimassa korkean rakentamisen ohjekortistossa on otettu kantaa paloturvallisuuteen suunnitteluvaiheesta työmaajärjestelyihin 12 eri ohjekortissa.

Kaksitoista ohjekorttia ovat:

- palotekninen suunnittelu
- rakenteellinen paloturvallisuus
- savunpoisto paloturvallisuus
- poistumisturvallisuuden suunnittelu
- palo- ja pelastussuunnitelma
- viestintäjärjestelmän suunnittelu
- sammutus- ja pelastustehtävien järjestelyt
- palotekniset järjestelmät
- työmaan paloturvallisuus
- palomieshissit
- evakuointihissit. (Ohjekortti PAL-01 – PAL-12.)

Seuraavissa kappaleissa keskitytään ainoastaan kolmeen viimeiseen ohjekorttiin. Joitakin toteutettuja paloturvallisuusmääräyksiä tarkasteltavista kohteista hotelli- ja toimistorakennuksissa on esitetty viidennessä kappaleessa.

Viranomainen vaatii, että korkeasta rakennushankkeesta tehdään paloturvallisuussuunnitelmat, jotka kattavat työmaa-alueen, työmaatoimistot ja rakennuskohteen itsestään. Suunnitelmiin täytyy esittää, kuinka sammutusvesi saadaan pelastuslaitoksen käyttöön rakentamisvaiheessa sekä kuinka viestiyhteydet työmaan eri tilojen välillä tehdään. Suunnitelmiin merkitään myös palokunnan hyökkäystiet ja muut pelastustiet. Paloturvallisuussuunnitelmaan tulee myös kuvata työnaikainen savunhallinta ja työnaikaiset palo-osastoinnit (Ohjekortti PAL-10.)

Palomieshissejä säätelee standardi SFS-EN 81 72. Ohjeissa sanotaan että, kun rakennuksen ylimmän kerroksen lattian etäisyys on yli 38 metriä rakennuksen alimmasta sisäänkäyntitasosta, tuulee siihen suunnitella palomieshissi. Palomieshissi poikkeaa tavallisesta hissistä hissin mitoituksesta lähtien. Hissiin pitäisi mahtua paarit, jolloin hissikorin minimi mitat ovat 1100 mm x 2100 mm. (Ohjekortti PAL-11.)

Palomieshissien suunnittelussa pitäisi esittää tulipalotilanteessa hissin toiminta seuraavilla osa-alueilla:

- rakenteellinen osastointi
- suojaaminen vedeltä ja ohjausjärjestelmän suojaaminen
- sähkösyötön turvaaminen
- savunhallinta hissikuilussa
- hätäpoistuminen hissikorista. (Ohjekortti PAL-11.)

Korkeisiin rakennuksiin on myös laadittava suunnitelma evakuointihissille. Evakuointihissien suunnittelussa ja mitoituksessa otetaan samanlaisia asioita huomioon kuin palomieshisseissä. Lisäksi on huomioitava riittävän suuri palolta suojattu odotusalue hissin edustalla (Ohjekortti PAL-12.)

Evakuointihissit ovat uutta ja näin ollen niiden vaatimukset käytettävyydelle on korkeat. Suunnitelmissa on osoitettava rakennuksen tyhjentämiseen kuluva aika, sekä merkitä

poistumisopasteissa evakuointihissien sijainti. Evakuointihissit ovat kuitenkin alustavasti täydentäviä poistumis- reittejä porrashuoneille. Esimerkiksi Malmössä sijaitseva 54 kerroksinen Turning Torso rakennuksessa on käytössä yksi porrashuone ja yksi evakuointihissi. (L2 Paloturvallisuus Oy 2019.)

5 TYÖMAANAIKAISET JÄRJESTELYT

5.1 Logistiikka

Logistiikan hallinta on tärkeä osa korkeassa rakentamisessa, sen laiminlyönti voi johtaa ikäviin tilanteisiin. Työmaalogistiikkaan kuuluu kaikki materiaali-, resurssi-, energia toimitukset mukaan lukien ihmisten liikkuminen.

Työmaan sisäisellä- ja ulkoisella logistiikalla on suora vaikutus seuraaviin osa-alueisiin:

- aikatauluun
- kustannuksiin
- työtehokkuuteen.

Tietysti ei pelkästään korkeassa rakentamisessa, mutta mitä korkeampi tai laajempi rakennuskohde on, sen suurempi merkitys logistiikalla on edellä mainittuun luetelmaan. Tyypillisesti korkeita rakennuksia sijoitetaan alueihin, jossa varastoinnin ja välivarastoinnin mahdollisuudet ovat rajalliset. (YIT SharePoint 2018.)

5.1.1 Torninosturit

Korkeassa rakentamisessa torninosturilla on iso merkitys ja sen valintaan sekä mitoitukseen on kiinnitettävä huomiota. Hotellirakennuksen räystäskorkeus on noin 90 m. Hotelli- ja toimistorakennuksissa on käytössä ainoastaan yhdet torninosturit. Hotellirakennuksen nosturi oli asennettu kiskoille, joka antoi mahdollisuuden siirtää nosturia ja kasvattaa ulottuvuutta. Kiskoille rakennetun torninosturin korkeus on kuitenkin rajallinen. Siirroissa on myös huomioitava turvallisuus. Jos kiskoilla on esteitä tai nosturin siirron aikana kaapeli katkeaa, tulee nosturiin välitön pysähdys aiheuttaen heilahdusriskin. (Ypyä 2019.)

Mitä korkeammalle rakennusta rakennetaan, sen korkeampi nosturin on oltava. Nosturin korkeus ja puomin pituus vaikuttaa suoraan nosturin nostokapasiteettiin. Tällöin torni-

nosturia on tuettava sivusuunnassa. Välituennan voi tehdä harustamalla eli tekemällä välituenta nosturiin, joka mahdollistaa säilyttämään kokonaisstabiliteetin ja nostokapasiteetin. (Ypyä 2019.)

Toimistorakennuksen torninosturin lähtökorkeus on ollut hieman matalampana kuin hotellirakennuksen ja sen takia on vaatinut väliharustuksen (Kuva 8). Torninostureiden välituenta riippuu nosturin tyypistä ja valmistajan antamista ohjeista. Välituennat tehdään olemassa oleviin rakenteisiin, joten suunnittelijoiden on varmistettava kiinnityksien toimivuus ja rakenteiden kestävyys. (Ypyä 2019.)

KUVA 8. Torninosturin välituenta

Tuuli ja varsinkin kovat tuulenpuuskat vaikuttavat nostoihin merkittävästi. Tuulen merkitys on suurempi, mitä korkeammalle nostetaan. Yleensä valmistaja ilmoittaa nosturikohtaisen tuulirajan. Tuulirajaan ei ole kuitenkaan yksiselitteistä käsitettä vaan määräytyy olosuhteiden ja taakan mukaan. Usein tuuli vaikuttaa voimakkaammin itse nosturiin eikä suoraan taakkaan. Torninostureihin on asennettu rajoittimet, jotka rajoittavat nostot ainoastaan sallittuihin rajoihin. (Ypyä 2019.)

Triplassa torninosturien käyttöä tehostettiin järjestämällä puolenpäivän mittainen alamieskoulutus, jonka tarkoituksena on ollut perehdyttää nosturien käyttäjiä ja lisätä tehokkuutta ja muiden turvallisuutta. Koulutuksen käyneet olivat ainoita työntekijöitä, ketkä saivat toimia alamiehenä ja heidät erotti kypärään merkityllä punaisella tarralla.

5.1.2 Rakennusmateriaalit ja liikkuminen

Korkeassa rakentamisessa on huomioitava ihmisten liikkuminen ja tavaran siirtäminen työmaalla. Tehokas tapa toteuttaa logistiikka työmaalla on erottaa erilleen tavaran siirrot ja ihmisten liikkuminen. Hotellirakennuksessa rakennettiin kaksi hissiä, josta toinen on tarkoitettu ainoastaan tavaran siirtoon.

Toimistorakennuksessa on ollut käytössä ainoastaan yksi työnaikainen hissi, jonka kautta on tehty tavaran siirrot rakennukseen, siirrot kerroksissa, liikkuminen sekä osan rakennusjätteiden poistosta. Vain yhden hissin varassa oleminen aiheuttaa ylimääräistä odotusta ja tämän kautta vaikuttaa aikatauluun ja kustannuksiin. (Ypyä 2019.)

Joidenkin tavaroiden ja materiaalien siirroissa on käytetty pyörillä toimivia siirtoastioita. Niiden siirtämistä hissistä kerrostasoille on helpotettu rakentamalla kuvan 9 mukainen loiva liittymä.

KUVA 9. Hissin ja kerroksen tason yhdistyminen

Rakentamisen aikana logistiikkaa on myös tehokasta tehdä haalaustasoilla, jotka ovat tyypillisiä korkeassa rakentamisessa (kuva 10). Tasoja on pinta-alaltaan ja kantavuudeltaan monen kokoisia ja vaihtelevat 2 tn – 4,5 tn välillä. Haalaustason suunnittelussa on kuitenkin huomioitava olemassa olevien rakenteiden kantavuus, joka voi olla määräävä tekijä. Esimerkiksi ontelolaatoissa kenttäkiinnitykset ovat rajalliset. Rakennesuunnittelija määrittää rakenteet ja kantavuuden haalaustasoille. Tasolla olevat kaiteet voivat hankaloittaa pidempien materiaalien siirtämistä kerroksien välillä. (Ypyä 2019.)

KUVA 10. Haalaustaso toimistorakennuksesta

Keveiden ikkunaelementtien asennukseen on käytetty asennuskelkkaa (Kuva 11). Asennuskelkan keveydestä ja muotoilusta sitä on helppoa siirtää paikasta toiseen. Tavaroiden haalaukseen asennuskelkka ei kuitenkaan ole kovin tehokas. Laite on parhaimmillaan, kun tarvitaan nostaa muutamia tavaroita tiettyyn kohtaan. Laitteen etuna on se, että sen saa purettua pieniin osiin. (Ypyä 2019.)

KUVA 11. Ikkunoiden asennuksessa käytetty asennuskelkka ja muun pienen tavaran haalaukseen.

5.1.3 Betonointi

Korkeuserot ja varsinkin korkea rakentaminen vaatii betonoinnilta lisätoimenpiteitä. Pumppuautojen ulottuvuudet ovat usein rajalliset, mutta tietyissä tilanteissa on mahdollista käyttää torninosturilla siirrettäviä nostoastioita betonoimiseen. Hotelli- ja toimistorakennuksissa on primäärikannattimina delta-palkistoa ja välipohjana ontelolaattoja. Jotta valu onnistuu, tulee silloin käyttää paineistettuja pumppuja. Valettavat pinta-alat voiva olla myös määrääviä tekijöitä, jolloin nostoastioiden kapasiteetti ei ole riittävä. (Jokinen 2019.)

Hotellirakennuksen alimmasta kerroksesta on rakennettu kiinteä pumppulinja kuvan 12 mukaan**,** jota jatkettiin ylöspäin rakennuksen rungon nousun mukana. Pumppulinja sijoitettiin aluksi hissikuilun sisään ja kerroksiin tehtiin työnaikaiset tasot. Tasot mahdollistivat helpon ja turvallisen teräsputkien asennuksen ja puhdistukset sen tukkeutuessaan. Myöhemmin linja oli kuitenkin rakennettava uudelleen hissikuilun ulkopuolelle, kun hissin rakentaminen tuli ajankohtaiseksi. (Jokinen 2019.)

KUVA 12. Hotellirakennuksen betonilinjan pystysuora

Teräsputken alapäähän kiinnitettiin kuminen putki, johon pumppuauto liitettiin. Maassa oleva muovinen osa putkesta suojattiin suojapeitteillä sekä vanerilevyillä. Suojaus oli tehtävä, koska putken muoviosan paineenkesto on rajallinen noin 85 baaria. Muoviosa on vaarassa rikkoutua korkeassa paineessa betonimassan pumppauksen aikana. (Jokinen 2019.)

Ennen ensimmäisen massan syöttämistä linjaan on linja voideltava. Betoniasemien toimittama voiteluaine ei ole ollut tässä kohteessa riittävän tehokas, joten työmaalla on pitänyt tehdä oma voitelumassa helpottaakseen varsinaisen massan pumppauksen. (Jokinen 2019.)

5.1.4 Linjan tukkeutuminen ja puhdistus

Betonilinjojen tukkeutuminen on yleistä, kun linjat ovat pikiä. Esimerkiksi hotellirakennuksessa pumppulinjassa on useita metrejä vaakavetoa ennen sen kiinnittymistä pystylinjaan. Pystylinjaa on noin 12 m – 60 m ja vaakavetoa yli 50 m. Näin ollen kokonaispituus kasvaa varsin pitkäksi ja puhdistaminen on haastavaa. Linjat voivat tukkeutua, jos esimerkiksi betonimassaan on joutunut liian suurta kiviainesta. Samoin käy, jos valu keskeytyy hetkellisesti tai massa on liian jäykkää. (Jokinen 2019.)

Hotellirakennuksessa pitkän linjan puhdistus oli toteutettu siten, että alapuolella oleva muoviputki oli viety jäteastiaan kuvan 13 tavalla. Yläkautta linjaan syötettiin pesupallo, joka työnsi linjassa olevan betonin paineen avulla jäteastiaan. Betonin jäteastiaan rakennettiin kansi suojaamaan linjasta tyhjennettävän betonimassan leviäminen ulkopuolelle. (Jokinen 2019.)

KUVA 13. Betonilinjan tyhjennykseen käytettävä jäteastia. (Jokinen 2019)

Seuraavaksi pumppulinjaan syötetään kolme pesupalloa. Ensimmäisen ja viimeisen pallon on oltava pallon muotoisia ja toisen on oltava kartio tai kuutio ks. kuvassa 14. Linjan puhdistuksessa ja tyhjennyksessä on huomioitava työturvallisuus. Esimerkiksi jäteastian ja linjan lähettyvillä ei saa olla ketään ja alue on eristettävä työn ajaksi. Linjasta poistetun betonimassa poistetaan lopuksi työmaalta. (Jokinen 2019.)

Kuva 14. Pesupallot (Putzmeister, 2019)

5.1.5 Jakelupuomit

Kun rakennuksen korkeus ja laajuus kasvaa on mahdollista käyttää kuvan 15 mukaisia kiinteitä linjoja korkeapainepumppaukseen. Tällaisessa järjestelmässä on kiinteä betonipumppu tai mobiilialustainen betonipumppu, sekä on erikseen rakennettava jakelupuomi

ja kansijakaja. Tällainen järjestelmä mahdollistaa betonimassan pumppaamisen korkealle ja jakamisen laajalle alueelle. (Ilomäki 2019.)

Hotellirakennuksessa tallainen järjestelmän käyttö olisi voinut olla yksi ratkaisu, mutta sen rakentamisen kustannukset ja hyöty ei ollut määrittävä tekijä. Tällöin työntahti ei olisi ollut sopiva jakelupuomille. Isommissa holveissa ja paikallavaluissa olisi ratkaiseva käyttää tämmöistä betonointijärjestelmää. (Jokinen 2019.)

Kuva 15. Jakelupuomi. (Putzmeister, 2019)

5.2 Kosteudenhallinta

Kosteudenhallinnassa on tarkoitus varmistaa rakennuksen kuivaketjun säilyttäminen hankkeen loppuun asti. Rakennuksen rakenteiden kosteudesta ei saa olla haittaa rakennuksen turvallisuudelle, terveellisyydelle tai pitkäikäisyydelle. Kosteudenhallinnassa on

laadittava suunnitelma aluekohtaisesti ottaen huomioon työmaan erityispiirteet, esimerkiksi korkea rakentaminen on yksi erityispiirre, joka lisää vaatimuksia ja haasteita kosteudenhallinnassa. (YIT SharePoint 2019.)

Kosteushallinta lähtee käyntiin seuraavilla toimenpiteillä:

- kosteusriskien kartoittamisesta
- rakenteiden kuivumisaika-arvioista
- työmaaolosuhteiden hallinnan suunnittelusta
- kosteusmittaussuunnitelmasta
- organisoinnin, seurannan ja valvonnan järjestämisestä. (YIT SharePoint 2019.)

Korkeassa rakentamisessa runkotyöt jatkuvat pidempään ja että rakentamisen aikataulu pysyisi suunnitellussa ajassa, on tällöin tarve aloittaa sisävaiheentyöt alimmissa kerroksissa. Rakentamisessa ennen kuin vesikatto on asennettu paikalleen, on hyvin hankalaa saada rakennuksesta täysin vesitiivis. Yksi ratkaisu on sääsuojan rakentaminen, mutta korkeaan rakennukseen kustannussyistä se on epätaloudellista. Sekä suurien pinta-alojen vuoksi sääsuojien tulisi kestää suurempia tuulikuormituksia. (Cadenius 2019.)

Sisärakennusvaiheessa suurin osa käytetyistä materiaaleista ja rakenteista ei kestä vettä, eikä myöskään korkeampaa ilmankosteutta. Perustavoite on aloittaa sisätyöt vasta kun vesi on hallinnassa ja tilassa on riittävästi lämpöä. (Cadenius 2019.)

Monikerroksisissa rakennuksissa ylemmän kerroksen välipohja suojaa alempaa kerrosta, mutta aukot ja muut läpiviennit pitäisi tukkia työnajaksi. Rakennukseen tuleva vesi ja kosteus pitää johtaa hallitusti rakennuksesta pois. Hotellirakennuksessa kahteen eri kerrokseen tehtiin työnaikainen vedeneristys. Työnaikaista vedeneristystä tehtiin ruiskutettavalla polyuretaanielastomeerillä kuten kuvassa 16. Paikallisia aukkoja ja nurkkia tiivistettiin bitumihuovilla. (Cadenius 2019.)

KUVA 16. Työnaikainen vedeneristys hotellirakennuksessa

Kahdessa eri kerroksessa olevat työnaikaset vedeneristykset mahdollistivat alempien kerroksien sisävaihetöiden etenemistä, tarkoituksena oli myös estää alempien kerroksien uudelleen kastumisen. Näin myös rakennusosien kuivuminen on nopeampaa. (Cadenius 2019.)

Työnaikaista vedenpoistamista hallitusti on mahdollista toteuttaa esimerkiksi vetämällä muoviputkia rakennuksesta poispäin, kuten toimistorakennuksessa kuvassa 17 on tehty. Samanlaisella periaatteella vedenhallintaa on tehty hotellirakennuksessa.

KUVA 17. Vedenhallintaa toimistorakennuksessa

Suurten kuilujen suojaaminen rakennustöiden aikana on mahdollista toteuttaa esimerkiksi vesitiiviillä peitteellä kuvan 18 mukaan. Peite on asennettu siten, ettei sadevesi kasaantuisi peitteen päälle ja aiheuttaisi rikkoutumisen riskiä, vaan on johdettu hallitusti pois. Peite toimii myös osana tavaroiden putoamisen estämiseksi.

KUVA 18. Suurten kuilujen suojaaminen.

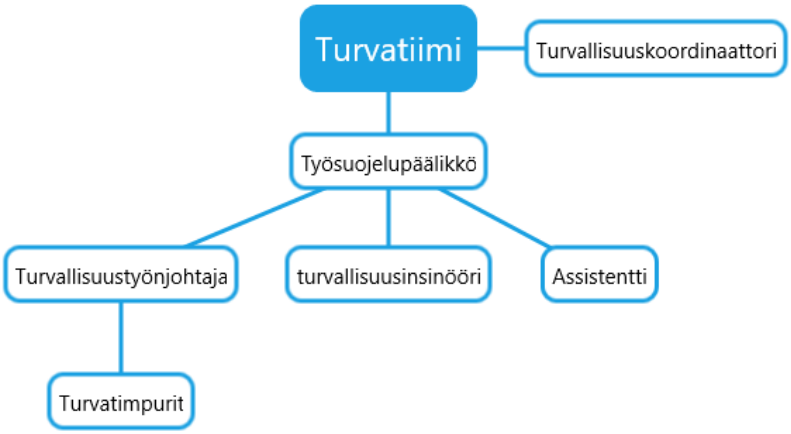
Vaakasuunnassa olevat suuret aukot on mahdollista toteuttaa huputuksella. Kuvassa 19 on suojahuputuksen periaate toimistorakennuksesta, jossa teline kappaleista on rakennettu runko ja runkoon kiinnitetty säänkestävä peite. Suojahuputuksessa reunat on pyritty tiivistämään huolellisesti. Vaakasuunnassa työaikainenhuputus toimii myös tavaroiden putoamisen estämisenä, josta on kerrottu lisää putoamissuojaus kappaleessa.

KUVA 19. Avonaisten holvien tiivis sulkeminen

5.3 Työturvallisuus

Tuotanto ja työturvallisuus kulkee rakentamisessa ”käsikädessä”. Korkea rakentaminen ja kokonaishankkeen laajuus asettaa vaativimpia turvallisuustoimenpiteitä työmaille, jota valvoo viranomaiset ja tässä hankkeessa Triplan turvallisuusorganisaatio. Yksi iso haaste työmaille on luoda oikeanlainen turvallisuuskulttuuri niin, että se olisi mahdollinen toteuttaa työnantajan kuin myös urakoitsijoiden puolelta. Olosuhteet muuttuvat kuin myös alueilla työskentelevien henkilöiden määrä. (YIT SharePoint 2018.)

Tripla hankkeen laajuus ja työntekijöiden määrä vaati erityishuomiota työturvallisuudelle. Triplassa päätettiin ottaa käyttöön turvallisuusorganisaatio, toisin sanoen turvatiimi. Tiimi koostuu ja toimii kuvion 1 mukaan.



KUVIO 1. Työturvallisuusorganisaationrakenne

Turvatiimin tehtäviin kuuluu järjestää perehdytykset ja kirjata perehdytettyjen tiedot järjestelmään ja antaa ajo- ja kulkuluvat työmaalle sekä sosiaalitiloihin. Turvatiimi järjestää viikoittain tiedotustilaisuuksia, jossa käydään läpi työmaan ajankohtainen tilanne, Tr-mittaukset ja muut ajankohtaiset turvallisuusasiat. Tiedotustilaisuuksissa urakoitsijoilla on myös mahdollisuus antaa palautetta sekä tuoda esille ongelmakohtia.

Työturvallisuustyönjohtajan on valvottava ja konsultoitava työaluetta, joka kuuluu hänen valvottavaksi. Turvallisuustyönjohtaja tekee viikoittain omalle työalueelle Tr-mittauksia. Triplassa on käytössä Congrid niminen sovellus, joka mahdollistaa tekemään mittauksen sähköisesti. Mittauksen aikana vakavat puutteet korjataan välittömästi ennen raportin valmistuttua. Myöhemmin kukin työryhmä korjaa alueensa puutteet ja kuittaa ne sähköisesti Congrid sovellukseen. Mittaustulokset käydään läpi viikkopalavereissa muiden alueella toimijoiden kanssa ja vakavimmat puutteet tuodaan esille viikkotiedotteissa.

Korkean rakentamisen osalta turvatiimin on pitänyt olla mukana suunnittelemassa esimerkiksi kulunvalvontaa ja järjestää lyhyitä perehdytystilaisuuksia korkean rakentamisen alueella toimiville. Lisäksi turvatiimi ylläpitää ja valvoo työturvallisuuden toteutumista. Turvatiimin on järjestettävä ja ylläpidettävä turvallisuuspisteitä sisäänkäyntien lähietäisyydessä joka kerroksessa (kuva 20).

Turvallisuuspisteet ovat varustettu seuraavilla tarvikkeilla:

- ensiaputarvikkeita
- alkusammutuskalustoa
- kolmella eri kielellä hätätilanteen toimintaohjeistus
- kerrosnumero ja havainnekuva rakennuksesta
- pohjakuva kerroksesta.

KUVA 20. Turvallisuuspiste kerroksessa

5.3.1 Putoamissuojaus

Lain mukaan, jos työntekijä voi pudota kahta metriä korkeammalta työtasolta tai kulkuteiden vapailta sivuilta tai muun erityisen vaaran aiheuttama putoaminen, on siihen paikkaan järjestettävä suojarakenteet kuten suojakaiteet. Suojakaiteet on varustettava aina käsi- ja välijohteella sekä jalkalistalla. (YIT SharePoint 2019.)

Jos ei ole mahdollista tiettyihin paikkoihin asentaa kaiteita on työntekijöiden ja muiden putoamisvaarallisella alueella työskentelevien henkilöiden käytettävä turvavaljaita. Turvavaljaiden kiinnityspaikat ja kestävyydet varmistaa työnantajan työnjohto. Lisäksi turvavaljaskoulutuksissa ohjeistetaan, että valjastyöskentelyssä on aina oltava kahden säännön varmistus. Kun tehdään töitä turvavaljaiden varassa, on valjaiden oltava kiinni kahdessa eri kiinnityspisteessä. Toisen kiinnityspisteen irrottaminen, kun toinen on edelleen kiinni mahdollistaa turvallisen liikkumisen. (YIT SharePoint 2019.)

Putoaminen on yksi yleisempiä syitä rakennustyömaalla, jotka ovat johtaneet kuolemantapauksiin. Korkealle rakennettaessa kasvaa myös putoamisen haitan aiheuttamia vaaroja. Turvavaljaiden varaan tippunut ihminen on hankala saada pois, koska tikasautojen ulottuvuudet ovat rajalliset ja pelastaminen yläkautta tarvitsee paljon aikaa. Pelastuslaitoksen nostokaluston optimi ulottuvuus on 30 m x 30 m. (Ahola 2018.)

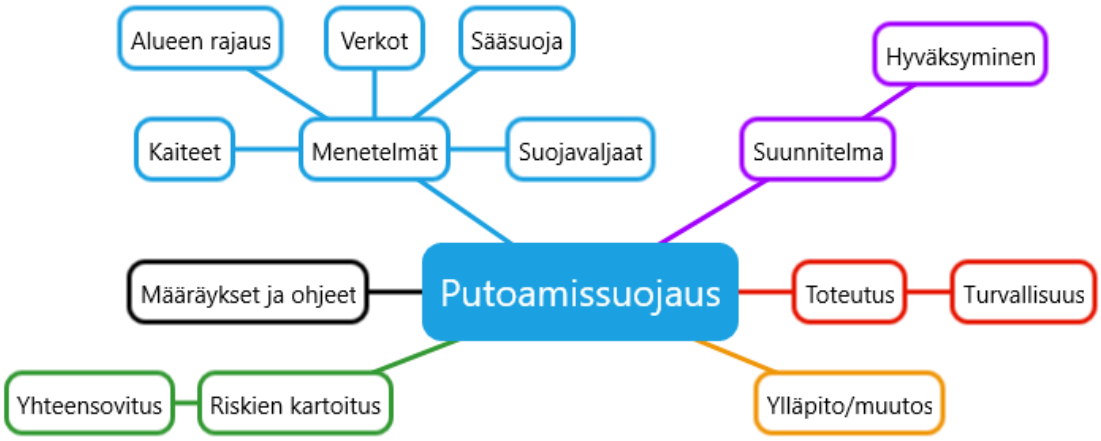
Mitä korkeammalle rakennetaan, sitä laajempi on korkean rakennuksen vaikutuspiiri ja sääolosuhteiden vaikutus rakentamiseen. Korkealla avonaisella holvilla suuremman kokoiset levyt lähtevät helposti tuulen mukana, joka voi johtaa erilaisiin vaaratilanteisiin. Pienenkin esineen tippuminen korkealta aiheuttaa suuria riskiä (Hotokka 2018.) Tuuli voi aiheuttaa äkillistä imua semmoisissa avonaisissa holveissa, joissa on jo asennettu esimerkiksi väliseiniä. Näin ollen tuulenimu voi helposti vaikuttaa pienempiin roskiin ja pudottaa niitä alas.

Tuulen aiheuttamaa haittaa on mahdollista hallita työnaikaisesti sulkemalla holvit vaakasuunnassa esimerkiksi työnaikaisen vedenhallinnan yhteydessä, kuten vedenhallinta kappaleessa on mainittu. Toisena on mahdollista asentaa kuvan 21 mukaisen suojaverkon kerroksiin.

KUVA 21. Vaakasuuntainen suojaverkko (Honeywell Compisafe 2019)

Putoamissuojaus on aina suunniteltava tapauskohtaisesti ja se on muuttuva sekä etenevä toimintasarja koko rakennushankkeen ajan. Ajatuskartassa (kuvio 2) on esitetty putoamissuojaukseen liittyvä ajattelumalli. Putoamissuunnittelu on osa tuotannonsuunnittelua ja

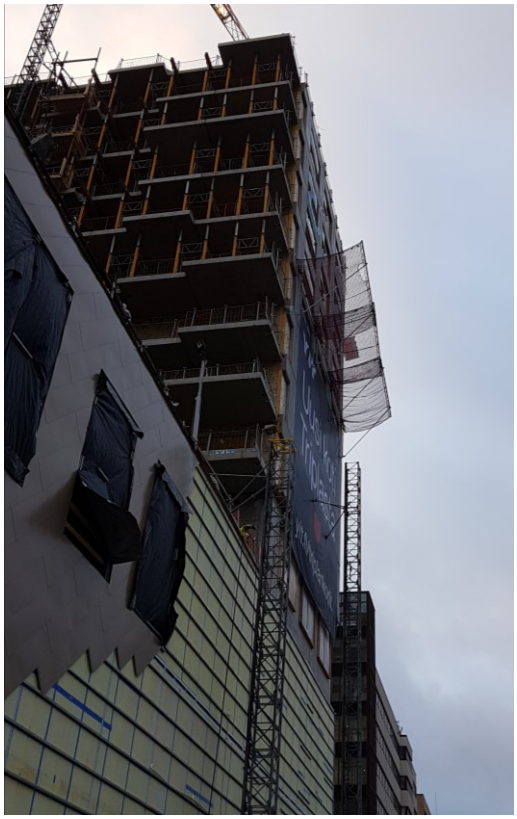
se koostuu riskien kartoituksesta, riskien arvioinnista, menetelmien valinnoilla, suunnittelusta, suunnitelmien laatimisesta sekä ylläpitämisestä. (YIT SharePoint. 2019.)



KUVIO 2. Putoamissuojauksen ajattelumalli

Korkeassa rakentamisessa tehokas menetelmä putoamisen estämiseksi on käyttää putoamissuojaverkkoja. Verkkoja on hyvä käyttää esimerkiksi, kun rakennusolosuhteet ovat tiiviit. Verkot antavat lisävarmuutta riskienhallintaan, jos verkkojen sijoittelu on suunniteltu hyvin etukäteen. Verkkojen on tarkoitus ottaa vastaan putoavat esineet ja pyrkiä pienentämään kappaleen putoamisenergiaa. Verkkojen rakenne on suunniteltu, siten etteivät putoavat esineet kimpoa pois tai rikkoudu palasiksi. (Honeywell Compisafe 2019.)

Kuvassa 22 on Triplan asuntorakennuksissa käytettyjä suojaverkkoja. Käytettyjen verkkojen silmäkoko on 60 mm x 60 mm, johon on myös mahdollista asentaa tiiviimpi verkko pienempiä roskia varten. Hotelli- ja toimistorakennuksissa ei ole ollut tarvetta asentaa suojaverkkoja. Haastatteluissa tuli esille, että suojaverkkojen asennettavuus tulisi huomioida jo suunnitteluvaiheessa sekä niiden siirtäminen ja poistaminen.



KUVA 22. Asunnoilla käytetyt suojaverkot.

Suojaverkot eivät kuitenkaan tietyssä tapaukissa voi estää esineiden putoamista, esimerkiksi jos verkkoon putoaa jotakin painavampaa materiaalia, joka voi rikkoa verkot. Vastaavasti jos suuremman kokoinen rakennuslevy putoaa alas, suojaverkosta ei pahemmin voisi olla hyötyä, sillä tuuli voi äkillisesti muuttaa rakennuslevyn putoamissuuntaa. Näin ollen kaiken kokoisia irtolevyjä pitäisi pitää mahdollisemman vähän vapaina ja sitoa kuvan 23 mukaisella tavalla.

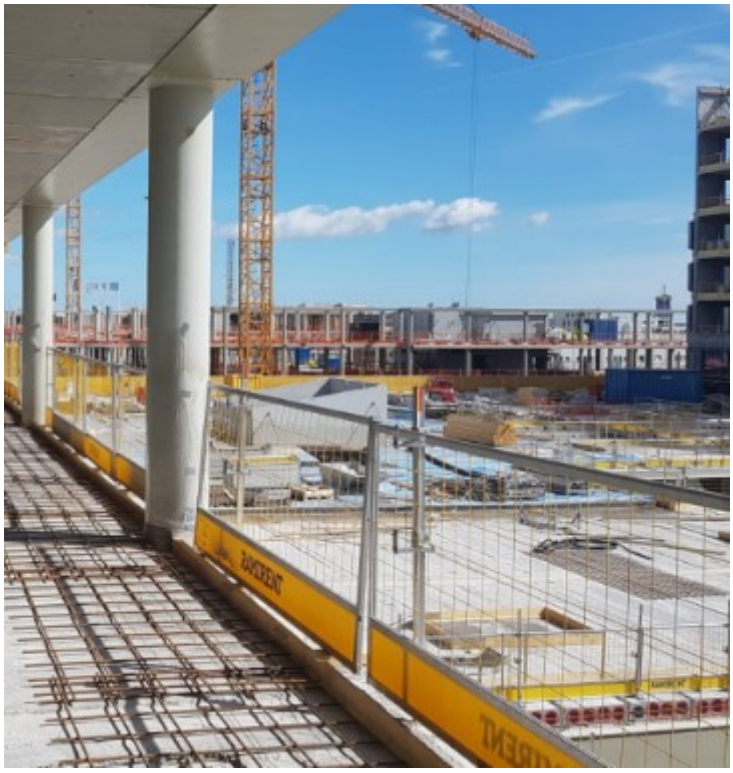
KUVA 23. Rakennuslevyt sidottuna hotellirakennuksen katolla.

Kuitenkin olisi suotavaa, että pienemmät irtolevyt olisivat kannellisissa tavaran siirtoastioissa. Jos käytössä on avonaisia roska-astioita, olisivat ne silloin verkotettuja päältä niin ettei niiden siirto aiheuttaisi tavaran putoamista. (Ypyä 2019.)

Ensisijaisesti putoamisvaaraa estetään teknisillä suojarakenneratkaisuin, kuten kaiteet, verkot ja muut ratkaisut. Jos teknisillä ratkaisuilla ei päästetä tarpeeksi turvalliseen tasoon, on näiden lisäksi käytettävä henkilösuojaimia, kuten turvavaljaita. Turvavaljaiden varassa työskennellessään on huomioitava alapuolisen alueen rajaaminen sekä huomioida riittävä valvonta rajatulle alueelle. (YIT SharePoint 2019.)

Alue on rajattava siten, että se olisi muille työntekijöille vakuuttava ja varma. Hyvin usein rajaaminen on tehty heikosti ja esimerkiksi tavallisen huomionauhan käyttö on riski, kun ulkopuolinen vaikuttaja voi aiheuttaa huomionauhojen rikkoutumisen. Triplassa on myös kokeiltu vilkkuvien valokiekkojen käyttöä alueen rajaamiseen, sekä sen viestimiseen alueella liikkuville. Valokiekot toimivat kuitenkin ulkoalueella parhaiten sään tullessa hämärämmäksi.

Hotelli- ja toimistorakennuksissa on käytetty putoamisen estämisessä ainoastaan kaiteita, joiden kiinnitys on huomioitu elementtien valmistuksessa (kuva 24.) Haastavissa paikoissa alapuolista aluetta on pyritty rajaamaan ja yhteensovittamaan työt siten, ettei syntyisi vaarallisia päällekkäistyöskentely tilanteita. (Hotokka 2018).



KUVA 24. Toimistorakennuksessa käytetyt suojakaiteet.

Korkeassa rakentamisessa joihinkin rakennuksen paikkoihin ei onnistu pääsemään tavalliseen tapaan esimerkiksi maanpinnalta nostolavoilla. Silloin joudutaan rakentamaan erilaisia ratkaisuja kuten kuvassa 25 on telineistä rakennettu ulokkeen tapainen teline. Tämmöisissä ratkaisuissa on huomioitava olemassa olevat rakenteet, sekä määritettävä painorajat työtasoille. Tässä kohtaan on myös pitänyt käyttää turvavaljaita ja kulku on tapahtunut ylemmältä holvilta. (Hotokka 2018.)

KUVA 25. Telineuloke korkeassa rakentamisessa

5.3.2 Kulunvalvonta

Triplan työmaa on eristetty ulkopuolisilta tulijoilta aidoin ja kulkeminen työmaa-alueelle tapahtuu ainoastaan kulkukortilla toimivilla pyöröportein, joka on tyypillistä rakennustyömailla. Viranomainen on kuitenkin vaatinut rakennuksissa, joissa on voimassa korkean rakentamisen määräykset erillisen seurannan. Kuvassa 26 on leimauslaite, johon on leimattava kulkukortti ennen korkean rakentamisen alueelle siirtymistä.

KUVA 26. Korkean rakentamisen alueella sijaitseva leimauslaite.

Hätätilanteessa työmaan on annettava reaaliaikainen tieto pelastuslaitokselle, jonka tarkoitus on tehostaa pelastustoimenpiteitä. Rakennuksen kerroksiin on myös sijoitettu leimauslaitteita, jotka antavat tiedon ihmistenlukumäärästä tietyillä tasoilla. Vastaavasti on leimattava itsensä ulos, kun siirtyy alueelta pois.

Leimauslaitteen käyttö manuaalisesti ei ole kuitenkaan tehokasta sillä riskinä on, että korkean rakentamisen alueella tulevat eivät kirjaa itseään sisään tai ulos. Näin ollen järjestelmästä ei saada täysin luotettavia tietoja ihmisten lukumäärästä ja hätätilanteessa pelastuslaitos ei saa täysin luotettavia tietoja avun tarpeessa olevista. Sen sijaan automaattinen järjestelmä, jossa olisi esimerkiksi kypärässä sensorit ja vastaavasti tarvittavissa paikoissa lukulaitteet, jotka lukisivat tiedon automaattisesti, kun alueelle tulee tai poistuu työntekijöitä.

5.4 Paloturvallisuus

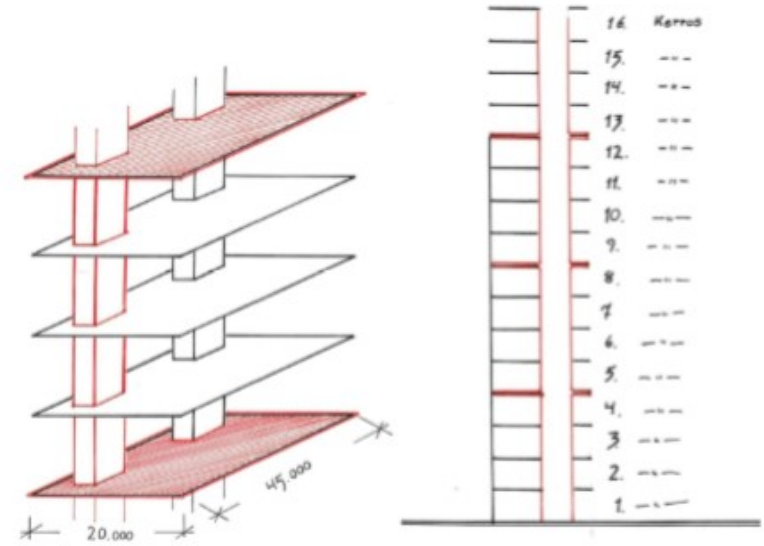
5.4.1 Paloturvallisuus korkeassa rakentamisessa

Korkea rakentaminen itsestään asettaa omat vaatimukset paloturvallisuudelle ja lisäksi viranomainen, jota on avattu hieman viranomaismääräys kappaleessa. Rakennuksessa saattaa olla valmiina useita kerroksia ja työntekijöiden määrä suuri, eikä vielä olla otettu käyttöön automaattista sammutusjärjestelmää. Palon sattuessa rakennuksen ollessa vielä rakentamisvaiheessa, vaarantaisi se merkittävästi työntekijöiden turvallisuutta, valmiita rakenteita sekä voi aiheuttaa myös merkittäviä taloudellisia haittoja. (Helsingin pelastuslaitos 2019.)

Ohjekortiston palo asioiden lisäksi vuoden 2017 lopussa Helsingin kaupungin pelastuslaitos julkaisi erillisen paloturvallisuusohjeen rakennustyömaille, joiden korkeus on yli 12 kerrosta. Korkean rakentamisen työmaalle on laadittava paloturvallisuus riskianalyysi, joka kattaa rakenteellisen paloturvallisuus suunnittelun ja toteutusvaiheen.

5.4.2 Palokatkot

Tarkasteltavan kohteen hotelli- sekä toimistorakennuksissa määrättiin, että rakennukseen on tehtävä palokatkot rakentamisen ajaksi neljän kerroksen välein (kuva 27). Yksittäinen palo-osasto ei saisi olla kuitenkaan suurempi kuin 3600 m^2. Rakentamisen aikana on huolehdittava kuilujen, porrashuoneiden ja muiden pysty-yhteyksien työmaa-aikaisesta osastoinnista. (Palo-ässät 2017.)



KUVA 27. Havainnekuva palokatkosta (Helsingin pelastuslaitos 2018)

Osastoivien rakenteiden läpiviennit on tiivistettävä tarkoituksen mukaisilla työnaikaisilla palokatkoilla. Kaikkia kerroksia yhdistävät kuilut on valettava umpeen kohdalta, jossa on määrätty kerrososastointi kuten Kuvassa 28 on tehty. (Palo-ässät 2017.)

KUVA 28. Kerrososastointi kuilussa

IV-kanaville on tehtävä läpivientiholkit ja kaikki IV-kanavat, joiden päät jäävät auki on tulpattava palovillalla sekä joissain tapaukissa kipsivalulla. Palokatkomansetteja on asennettava muoviviemäreihin ja vastaavasti valurautaviemäreihin voi tehdä villasullonnan, mutta tarkasteltavassa kohteessa villasullonnan sijaan on käytetty paisuvaa tiivistekittiä. IV-kanavien putket ovat tulpatut palokatkokerroksen kohdalla Kuvassa 29. (Palo-ässät 2017.)

KUVA 29. Tulpatut IV-Putket

Läpivientivaraustuotteita voidaan käyttää sähköjen läpivienneissä. Tiivistyksessä käytetään palokatko tiilejä. Muiden läpivientien kuten sprinkleriputkien, vesiputkien ja sammutusvesiputkien palokatkot on toteutettava niille tarkoitetuilla tuotteille. Joissakin tapauksissa voidaan käyttää villasullontaa ja sullonnan pysyvyys on varmistettava esimerkiksi levytyksellä. (Palo-ässät 2017.)

Palosuunnittelijat ovat ohjanneet isojen IV-kuilujen osastoinnin siten, että kuilujen seinät olisivat osastoivia ja täyttäisivät osastointivaatimukset. Osastoinnin joissakin tapauksissa voidaan käyttää esimerkiksi kivivillaelementtejä. Kuiluissa tehtiin osastointi Paroc elementeillä ja työvaiheiden edetessä Paroc elementit vaihdettiin villasullontaan. (Palo-ässät 2017.)

Hissikuiluihin on mahdollista tehdä osastoivia työtasoja palokatkokerroksittain tehostamaan osastointia, mutta tässä kohteessa hissikuilut on toteutettu omana osastoivana rakenteena. Porrashuoneiden on myös täytettävä osastointivaatimukset, sekä kerroksiin asennetut ovet palo-ovia (kuva 30).

KUVA 30. Palo-ovi kerroksessa

Porrashuoneet toimivat myös palokunnan hyökkäysreitteinä ja sen tehostamiseen ovet pitäisi olla merkittyinä. Ovet on pidettävä suljettuna, jotta palo-osastointi toteutuisi. Hyvin usein palo-ovia jätetään auki joillakin esineillä, esimerkiksi silloin kuin ovien kautta siirretään tavaroita. Ovien sulkeminen ja valvontaan pitäisi kiinnittää huomiota ja on yhtenä osana luotua turvallisuuskulttuuria työmaalla. (Martin 2019.)

Ovien sulkemisen tehostamiseksi on asennettu oven sulkijat ja lisäksi työmaavartija kierroksillaan sulkee kaikki avoimet ovet. Jokaista on ohjeistettu huomauttamaan muita, mikäli ovet jäävät auki. Hotellirakennuksessa on tehostettu työturvallisuutta ottamalla käyttöön työturvallisuusryhmä puhelinsovellus, johon kuuluu kaikkien urakoitsijoiden edustajat. (Martin 2019.)

5.4.3 Nousujohdot

Tulipalon sattuessa perinteisessä kerrostalo rakennuksessa pelastuslaitos joutuu tuomaan vesiputket porrashuoneita pitkin sammutus tarkoitukseen. Etäisyydet kasvavat rakennuksen korkeuden myötä kuin myös käytettävä aika sammutusveden saamiselle kasvaa korkealla oleviin tiloihin (Ahola 2018). Korkeilla rakennusosilla nostetaan rakennustyön edistymisen mukana porrashuoneeseen sijoitettua nousujohtoa eli kuivanousua (kuva 31). Hotellirakennuksessa kuivanousu sijaitsee porrashuoneessa ensimmäisen ja toisen kerroksen välillä, mutta siirtyy omaan tekniikkakuiluun noustessa ylöspäin. Nousujohdon pitäisi olla käytössä viimeistään, kun rakennuksen ulkoseinäelementit ja ikkunat ovat asennettuja ja korkeus ylittää 40 m sisäänkäyntitasolta. (Martin 2019.)

KUVA 31. Palovesilinja hotellirakennuksessa

Sammutusvesiputkistoon on myös asennettava paineenkorotuspumput (kuva 32). Niiden on oltava toimintakunnossa viimeistään, kun putkisto on ylittänyt 40 m vedensyöttöliittimestä ylimmälle kerrokselle. Vedensyöttöliittimet asennetaan jo suunnitelluille lopullisille paikoille rakennuksen julkisivuun. Rakentamisvaiheessa palokunta käy koeponnistamassa vesilinjastoa toiminnan varmistamiseksi. (Palo-ässät 2017.)

KUVA 32. Paloveden paineenkorotuspumppu (E, Martin 2019.)

5.4.4 Poistumisreitit

Korkeassa rakentamisessa osastoidun uloskäytäväreitin merkitys kasvaa. Esimerkiksi toimistolla suurin poistumisetäisyys on n.85 m ja hotellirakennuksessa n.90 m. Kummassakin rakennuksessa on toteutettu kahdet osastoivat porrashuoneet poistumista varten. Eri työvaiheiden takia toinen porrashuone joudutaan ajoittain sulkemaan, kuitenkin aina on pidettävä yksi porrashuone käytössä.

Kaikki poistumisreitit on merkittävä, opastettava sekä on järjestettävä niin että ne olisivat helposti löydettävissä ja tunnistettavissa esimerkiksi jälkiheijastavilla uloskäytäväopastein. Uloskäytäväopasteiden läheisyyteen on järjestettävä työmaa-aikaiset valaisimet, jolloin sähköjen katketessa opastekilpi säilyy jälkiheijastavana tietyn ajan. Jotkut jälkiheijastimet on varustettava akuilla varmistaakseen riittävän turvallisuustason. (Palo-ässät 2017.)

Ulkokäytäväreitit on pidettävä vapaina, eikä niitä saa tukkia rakennusmateriaaleilla. Vapaa uloskäynti varmistaa turvallisen poistumisen, sekä eliminoi kompastumis- ja kaatumisonnettomuudet. Olisi hyvä, jos työsuunnitelmiin merkittäisiin myös välivarastointien paikat kerroksissa ja toteutettaisiin asianmukainen valvonta. Tällä voitaisiin välttää poistumisreittien tukkeutuminen. Hotellirakennuksessa on järjestetty urakoitsijoiden käyttöön

yksi huone, jossa voidaan säilyttää tavaroita. Tavaroiden säilyttämisessä on kuitenkin huomioitava, että palokuorma ei kasvaisi merkittävästi. (Martin 2019.)

5.4.5 Alkusammutuskalusto

Työmaalla jokaisessa kerroksessa on oltava alkusammutuskalustoa vähintään yksi sammutin 600 m^2 kohden. Alkusammutuskaluston käytetty teho on luokaltaan 27A 144BC sammuttimia ja ne ovat sijoitettu näkyville niille tarkoitetuille telineille. Pikapalopostien käyttö alkusammutustarkoitukseen on myös mahdollista töiden edetessä. (Palo-ässät 2017.)

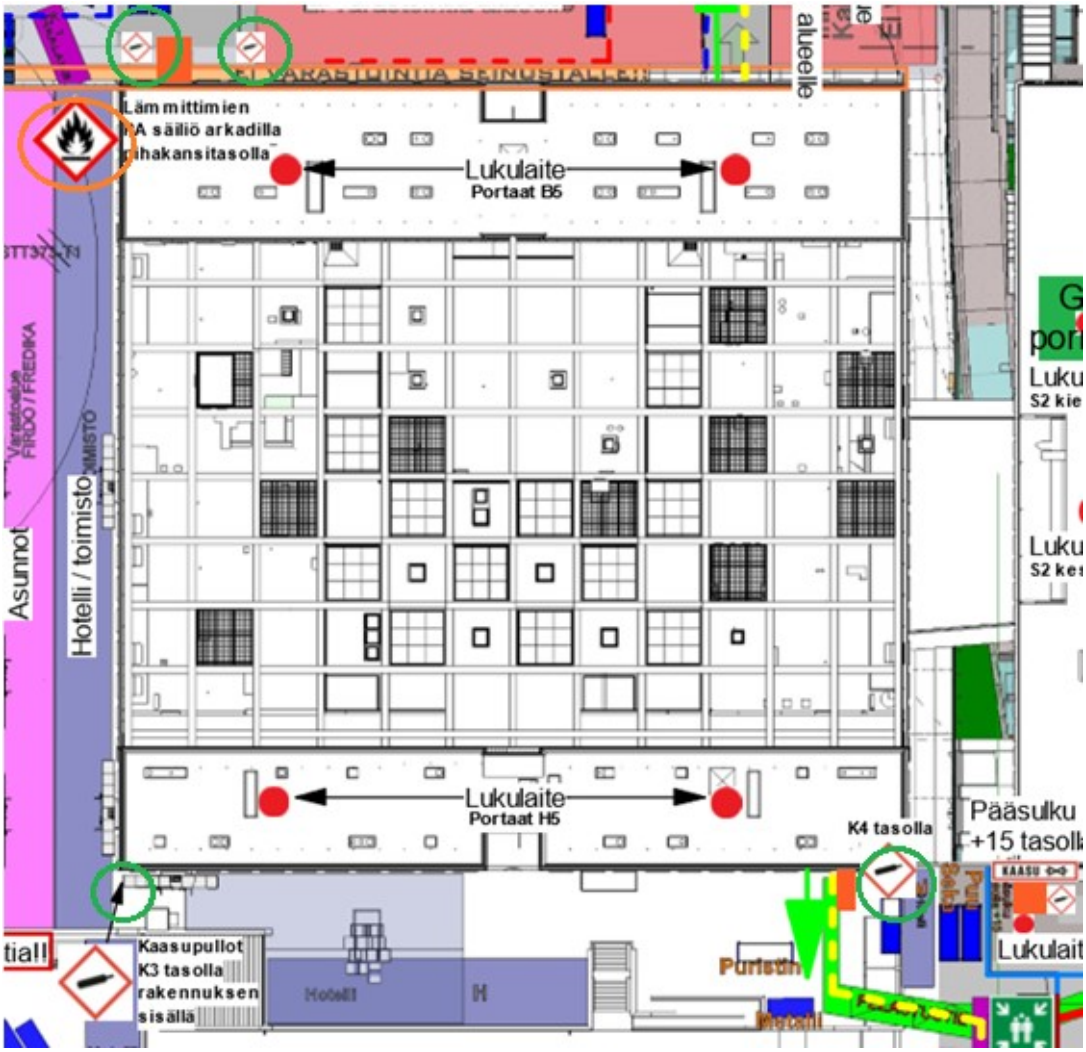
Poistumisreittien ja sisääntuloporttien lähietäisyyteen on koottu turvallisuusvarusteita esimerkiksi sammuttimia, paarteita ja ensiapuvälineitä, tarkemmin tästä on kerrottu edellisessä työturvallisuus kappaleessa. Pisteiden sijainti on merkitty tarkemmin aluesuunnitelmaan. Alkusammutuskaluston havaituista puutteista tulee ilmoittaa turvallisuushenkilöstölle. Sammutuskaluston kunto tarkistetaan viikoittain Tr-mittauksien yhteydessä ja käsisammuttimille tehdään vuositarkastukset ohjeiden mukaisesti.

5.4.6 Kemikaalit ja kaasut

Korkealla rakennusosalla käytettävien kaasujen ja palavien aineiden käyttöön on kiinnitettävä erityistä huomiota. Viranomainen vaatii, että kaikki kaasut ja palavat aineet tuodaan pois korkean rakentamisen alueelta työpäivän jälkeen. Kaasuille ja palaville aineille on järjestettävä asianmukainen varastointipaikka ja varastointipaikat on merkittävä selkeästi aluesuunnitelmaan. Varastointipaikat on oltava hyvin suunniteltuja esimerkiksi vaarallisten aineiden varastointi ei saisi aiheuttaa muuta vaaraa ja riskiä. Varastointipaikkojen lähietäisyyteen on järjestettävä riittävästi alkusammutuskalustoa. (Helsingin pelastuslaitos 2011.)

Kuvassa 33 on osa aluesuunnitelmaa, johon on merkitty kaasupullojen sijainti toimisto- ja hotellirakennukseen. Kaasupullojen sijainti on merkitty vihreällä ympyrällä ja polttoainesäiliön sijainti on merkitty oranssilla ympyrällä. Kaasupullot ja polttoainesäiliöt

ovat logistiikan kannalta hyvä sijoittaa lähelle sisäänkäyntejä, mutta työturvallisuuden huomioon ottaen niiden, sijoitus pitäisi olla riittävän kaukana hisseistä sekä sisäänkäynneistä.



KUVA 33. Kaasupullojen ja palavienaineiden sijainti on merkitty aluesuunnitelmaan.

5.4.7 Tulityöt

Ennen Triplan rakentamisen aloittamista Triplan porukka kävi tutustumassa, kuinka Turun telakkateollisuudessa rakennetaan suuria risteilijöitä. Käynnistä tuli mukaan sähköinen tulityölupajärjestelmä, joka otettiin myöhemmin käyttöön Triplassa. Sähköinen tulityölupajärjestelmä mahdollistaa reaaliaikaisen tiedon tulityöluvista, kuten tulityöluvan omistajista sekä käynnissä olevista jälkivartioinneista. (Rakennuslehti 2018.)

Kaikki luvat ja vartioinnit on merkattu rakennuksien pohja- ja leikkauspiirustuksiin sekä ovat nopeasti avattavissa sähköisesti (kuva 34). Sähköinen järjestelmä mahdollistaa sujuvamman ja nopeamman luvan myöntämisen ja seurannan suhteessa paperiversioon.

KUVA 34. Tilanne tulityöluvista sähköisenjärjestelmän leikkauspiirustuksessa.

5.4.8 Viranomaisverkko (Virve)

Rakennustyömailla, joissa vaaditaan kattavaa Virve-verkkoa eli viranomaisverkkoa on laadittava kartoitus verkosta jo rakennuslupahakemuksen yhteydessä. Virve-verkko mahdollistaa tehokkaan ja turvallisen viestinnän eri turvallisuustoimijoiden kanssa hätätilanteissa. (Helsingin pelastuslaitos 2011.)

Virve-verkon kuuluvuutta on varmistettava rakennuksissa ja tiloissa, jossa sitä edellytetään kuten kulkureiteillä, porrashuoneissa, palokunnan hyökkäysreiteillä sekä isoissa kokoontumistiloissa. Palotarkastuksien yhteydessä Virve-verkkoon yhdistetyn puhelimen omaavan käyttäjä tarkistaa työmaakierroksilla kuuluvuutta tarvittavissa paikoissa. Työ-

maan on myös huolehdittava kattavasta GSM-verkosta erityisesti korkeassa rakentamisessa, täten turvataan työntekijöiden avunsaannin (Helsingin pelastuslaitos & erillisverkot 2011.)

5.5 Pelastustoiminta

Korkealle rakentaessa on otettava huomioon työmaanaikainen pelastustoiminta. Helsingin pelastuslaitoksessa toimiva palomestari Markku Ahola, joka on erikoistunut korkea rakentamis- vaiheen pelastustoimintaan. Pelastuslaitoksen korkean rakentamisen työryhmä määrittelee korkean rakennuksen yli 8-kerroksiseksi. Pelastus toiminnassa nostolavojen ulottuvuus on noin 60 m, kun kalusto saadaan mahdollisemman lähelle kohdetta. Rakennuksien lähietäisyydellä sijaitsevat lisärakennelmat, kävelykannet tai sillat voivat rajoittaa nostokaluston ulottuvuutta, kuin myös rakenteiden kantavuudet. Optimia etäisyyttä ja pelastuskorkeutta pidetään 30 m sivuun ja 30 m pystyyn. (Ahola 2018.)

Pelastuslaitos voi myös tarvittaessa käyttää työmaan torninostureita toimintaansa kuin myös muutakin työmaalla olevaa kalustoa esimerkiksi raivaukseen. Tulipalon sattuessa sammutus toimet tapahtuvat lähtökohtaisesti rakennuksen sisäpuolelta. Sammutus toiminnassa pyritään käyttämään rakennuksessa olevia porrashuoneita eli normaaleja kulkureittejä. (Ahola 2018.)
Sammutusveden saanti korkealle hankaloituu perinteiseen tapaan. Pelastuslaitokselle on rakentamisen vaiheessa järjestettävä työmaanaikainen paloveden saanti kerroksiin, josta tarkemmin paloturvallisuus osiossa. (Ahola 2018.)

Suuret ja hybridi kaltaiset hankkeet vaativat rakentamisen aikana tarkkaa suunnittelua sekä on järjestettävä harjoittelua ja tutustumiskäyntejä pelastusyksiköille. Triplassa on järjestetty yhteisiä poistumisharjoituksia ja harjoituksia palotilanteisiin. Käytännössä kaikki saavat ilmoituksen puhelimiinsa, jossa kehotetaan poistua lähimmälle kokoontumispaikalle. Korkeassa rakentamisessa on paljon tilanteita ja työvaiheita, jossa työntekijät joutuvat työskentelemään valjaiden varassa. Täten on suositeltavaa järjestää pelastusharjoituksia työmaan ja pelastuslaitoksen välillä, korkealta valjaiden varassa oleva työntekijän pelastamiseksi. On huomioitava myös torninosturikuskien turvallisuus mahdollisten sairauskohtauksien varalta (Ahola 2018.)

Työnaikaisia hissejä on mahdollista käyttää tapauskohtaisesti tehostamaan pelastustoimintaa esimerkiksi kaluston ja pelastushenkilöstön kuljetukseen. Hisseissä on oltava varmistettu virransyöttö. (Helsingin pelastuslaitos 2012.)

Työmaan sisäänkäyntiporttien lähietäisyyteen on sijoitettava postilaatikko, johon on sijoitettu tietoja. Tärkeitä tietoja palokunnalle ovat rakennuksen piirustukset, joissa on esitetty porrashuoneiden, palo-osastointien sekä vesipisteiden sijainti.

Hätätilanteen sattuessa, jokainen toimija työmaalla saa tekstiviestihälytyksen usealla eri kielellä. Tekstiviestissä kehotetaan poistumaan työmaalta lähimpään kokoontumispisteeseen ja leimaamaan itsensä ulos työmaalta. Kokoontumispisteiden lähietäisyyteen on sijoitettu Megaflex:n lukulaitteita, joihin leimataan kulkukortit. Näin ollen Megaflex järjestelmästä saadaan reaaliaikainentieto työmaalla olevista. (Martin 2019.)

Triplassa on käytössä ympäri vuorokauden sisäinen hätänumero, johon on ilmoitettava tapahtuneesta heti yleiseen hätänumeroon ilmoituksen jälkeen. Triplan sisäiseen hätänumeroon soittamisesta ohjeistetaan perehdytystilaisuudessa sekä työmaalla olevissa turvallisuuspisteissä. (Martin 2019.)

Hyökkäystiet ja palokunnan sammutusreitit on suunniteltava ja merkittävä erilliseen pelastussuunnitelmaan. Suunnitelmiin merkitään nostopaikat sekä vaatimukset tarvittavalle tilalle ja kantavuudelle. Pelastuskunnalle varatulle tilalle kokoontuu pelastuskunnan johtavayksikkö, työmaan turvallisuuspäälikkö sekä muut turvallisuusorganisaation jäsenet. (Martin 2019.)

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tuloksena saatiin kokoon yhtenäinen tieto korkeasta rakentamisesta eri-osa-alueilta. Työssä selvisi, että korkea rakentaminen vaatii uudenlaista ajattelutapaa rakentamisesta tuotannon ja työturvallisuuden näkökulmasta. Jokaisella tutkitulla asua-alueella tuli ilmi, että rakentamisen haasteet korostuivat sekä viranomaisten asettamat määräykset ja ohjeet lisäsivät toimenpiteitä työmaalle.

Tutkimuksen aikana selvisi, että korkea rakentaminen vaatii kokonaan uudenlaisia ratkaisuja työmaille, esimerkiksi kerrososastointi paloturvallisuudessa, palomieshissien käyttö ja työnaikaisen vedeneristyksen tärkeyden korostuminen. Uudenlainen sähköinen tulityölupa helpottaa merkittävästi tulitöiden seurantaan, kun rakennuksen leikkauskuvasta näkee selkeästi missä kerroksessa tulitöitä tehdään.

Työmaalogistiikassa hissien ja torninostureiden suunnittelussa on huomioitava aikataulu ja kustannukset. Logistiikasta vastaavat ovat ehdottaneet kehitysideaa työkalulle, jolla voisi kerätä tietoa ylimääräiseen hissin odotukseen käytettyä aikaa. Korkeassa rakentamisessa on otettava huomioon välivarastoinnin rajalliset alat, kun korkeita rakennuksia on sijoiteltu tiiviiseen kaupunkiympäristöön.

Tutkimuksen aikana selvisi, että putoamisenestäminen on yksi iso haaste korkeissa rakennuksissa. Tuulen vaikutus korkeisiin rakennusosiin on suhteellisen merkittävä, kun isot rakennuslevytkin voivat kovan tuulenpuuskan vaikutuksesta tippua alas aiheuttaen alhaalla oleville hengenvaaran. Näin ollen heti rakennushankkeen alkuvaiheessa on varsin tärkeä luoda oikeanlainen turvallisuuskulttuuri, jotta jokainen toimisi ennakoivasti, osaisi arvioida ja ennaltaehkäistä riskit.

Vaikka Suomessa onkin rakennettu korkeita rakennuksia hyvin vähän ja joitakin tietoja niiden rakentamisesta on otettu ulkomaisista lähteistä, mutta silti kehitys ja nykyiset työmaat ovat antaneet paljon tietoa ja kokemusta korkeasta rakentamisesta. Se olisikin hyvin tärkeää dokumentoida nykyisistä työmaista saatuja tietoja eri ratkaisuille niin kuin tässä opinnäytetyössä on tehty. Suositeltavaa olisi myös, että työmaat tekisivät yh-

teistyötä esimerkiksi työturvallisuudessa, sekä joissakin työnaikaisissa teknisissä ratkaisuissa. Tämän työn jatkoa ajatellen tutkimus avaa useita näkökulmia, joista voi tehdä lisää ja syventävimpiä tutkimuksia.

LÄHTEET

Ahola, M. 2018. Palomestari. Haastattelu 26.10.2019. haastattelija Boutov, D. Helsinki.

Burj khalifa 2019. BY Emaar PJSC. Haettu 6.3.2019.
https://www.burjkhalifa.ae/en/the-tower/gallery/

Burj Khalifa 2019. The facts of the Tower. Luettu 2.3.2019.
https://www.burjkhalifa.ae/en/the-tower/facts-figures/

Cadenius, S. 2019. Työnjohtaja. Haastattelu 15.3.2019. haastattelija Boutov, D. Helsinki.

Erillisverkot 2019. Viranomaisverkot (Virve). Luettu 31.3.2019.
https://www.erillisverkot.fi/palvelut/tietoliikenne/virve

Helsingin kaupunki 2011. Helsingin korkean rakentaminen ohje valmistumassa. Luettu 6.3.2019.
https://www.uuttahelsinkia.fi/fi/uutiset/2011-08-22/helsingin-korkean-rakentamisen-ohje-valmistumassa

Helsingin kaupunki 2018. Korkean rakentamisen rakentamistapaohje. Luettu 20.12.2018.
https://www.hel.fi/static/rakvv/ohjeet/KORKEAN_RAKENTAMISEN_RAKENTA-MISTAPAOHJE_OHJEKORTIT.pdf

Helsingin kaupunki, Kaupunkisuunnitteluvirasto 2011. Korkea rakentaminen Helsingissä. Tulostettu 9.2.2018.
https://www.hel.fi/hel2/ksv/julkaisut/aos_2011-4.pdf

Helsingin kaupunki, Pelastuslaitos 2017. Ohje yli 12-kerroksisten rakennusten rakennustyömaan paloturvallisuudesta. Luettu 5.3.2019.
https://www.hel.fi/static/liitteet/pela/Ohje%20yli%2012-kerroksisen%20ty-omaan%20paloturvallisuudesta%2029_2017_PELT.pdf

Hotokka, T. 2018. Hotellirakennuksen vastaavamestari. Haastattelu 16.11.2019. haastattelija Boutov, D. Helsinki.

Jokinen, S. 2019. Työnjohtaja. Haastattelu 15.3.2019. haastattelija Boutov, D. Helsinki.

Kiviluoma, R. Tekniikan tohtori. Tuulen vaikutus. Luettu 3.4.2019.
https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK070501.pdf

L2 Paloturvallisuus Oy 2013. Ympäristöopas päivitys, evakuointihissit. Luettu 5.4.2019.
https://www.lup.fi/download/noname/%7B8CB5E107-0D81-4CA6-830C-FC5E056028DE%7D/33012

Lakhta Center 2018. Project concept. Luettu 6.3.2019.
https://lakhta.center/en/about/project/

Martin, E. Työsuojelupäällikkö. 2019. Ohjeita pelastustoimintaan. Sähköpostiviesti. erno.martin@yit.fi. Luettu 16.4.2019

Martin, M. Työnjohtaja. 2019. Ohjeita paloturvallisuuteen. Sähköpostiviesti. maarit.martin@yit.fi. Luettu 18.3.2019

Honeywell Combisafe 2017. Vaakasuuntainen suojaverkot valokuva. Haettu 12.3.2019. https://view.pagetiger.com/Product-Catalogue-EN

Honeywell Combisafe 2017. Vaakasuuntaiset suojaverkot. Luettu 12.3.2019. https://view.pagetiger.com/Product-Catalogue-EN

Nytimes 2013. History of the Highrise. Luettu. 8.2.2019. http://www.nytimes.com/projects/2013/high-rise/index.html

Paloässät 2017. Työmaan paloturvallisuus ja pelastussuunnitelma. Luettu 12.11.2018.

Putzmeister, Putzmeister Holding. Korkea painepumppaus. Luettu 16.3.2019. https://www.putzmeister.com/web/europe/products/-/product-category/series/58457/4052493/5581931/concrete/placing-systems/mxr-35-4

Rakennuslehti 2018. Sähköinentulityölupa järjestelmä. Luettu 1.4.2019 https://www.rakennuslehti.fi/2018/10/suomen-paras-rakennustyomaa-tripla-on-50-jalkapallokentan-suuruinen-megahanke/

The Freeman Institute 2007. The puzzle of the Pyramids. Luettu 8.2.2019. https://www.freemaninstitute.com/Gallery/pyramids.htm

Tripla By YIT 2018. Tripla-keskuksen esittely. Luettu 21.10.2018. https://tripla.yit.fi/

Turun kaupungin ympäristötoimiala 2017. Turun korkean rakentamisen selvitys. luettu 2.3.2019. https://www.turku.fi/sites/default/files/atoms/files/turun_korkean_rakentamisen_selvitys_id_74071.pdf

Unesco 2018. Fujian Tulou. Luettu 8.2.2019. https://whc.unesco.org/en/list/1113/

Ypyä, A. 2019. Työnjohtaja. Haastattelu 14.3.2019. haastattelija Boutov, D. Helsinki.