



TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

# KORKEAN RAKENTAMISEN HAASTEET

Rami Kiviniemi

Opinnäytetyö  
Marraskuu 2016  
Rakennusalan työnjohdon koulutus



## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennusalan työnjohdon koulutus

KIVINIEMI, RAMI:  
Korkean rakentamisen haasteet

Opinnäytetyö 29 sivua, joista liitteitä 1 sivu  
Marraskuu 2016

---

Korkea rakentaminen on Suomessa vielä harvinaista, mutta tulevaisuudessa se lisääntyy. Varsinkin kasvukeskusten lisääntyvä asukasmäärä ja ahtaat keskusta-alueet pakottavat rakentamaan korkeampia rakennuksia. VTT:n tutkimuksen mukaan 14 suurimmalle kaupunkiseudulle on rakennettava noin 720 000 asuntoa vuoteen 2040 mennessä.

Tässä opinnäytetyössä tarkastelukohteena oli Tampereelle Skanskan rakentama As Oy Tampereen Luminary, joka tulee olemaan Pirkanmaan korkein asuinkerrostalo. Viranomaisilla, suunnittelijoilla ja työnjohdolla on todella vähäisiä kokemuksia korkeasta rakentamisesta. Tässä opinnäytetyössä kerrotaan monipuolisesti korkean rakentamisen haasteista eri osapuolten näkökulmista. Työtä varten haastateltiin eri suunnittelijoita, työnjohtoa ja viranomaisia.

Haastatteluissa kävi ilmi, että jokaisella osa-alueella on omat ongelmansa. Tämän lisäksi on myös paljon toisiinsa liittyviä ja yhtenäisiä haasteita. Yksi näistä on resurssien tarve, joka lisääntyy korkeata rakennusta suunniteltaessa ja rakentaessa. Sillä korkea rakennus vaatii enemmän resursseja kuin neliöiltään yhtä suuri matalampi rakennus. Työssä havaittiin myös se, että kokemus samantyyppisistä kohteista auttaa poistamaan riskejä uusissa projekteissa.

Työn tekeminen osoitti, että projektissa työskentelevän tiimin yhteisymmärrys ja jääkiekkotermein ”yhteenpelaaminen” on rakennusprojektin onnistumisen kannalta olennainen osa. Tämän tueksi ja varmistamiseksi yhtenäinen ohjeistus korkean rakentamisen erityisvaatimuksista olisi paikallaan.

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Construction Site Management

**KIVINIEMI RAMI:**  
Challenges of High Construction

Bachelor's thesis 29 pages, appendices 1 page  
November 2016

---

High construction in Finland is still rare, but in the future it will increase. Especially in the growth centers of the growing population and cramped downtown areas force to build taller buildings. VTT research also shows that 14 of the largest metropolitan area must be built about 720 000 apartments by 2040.

The aim of this thesis was to explain the challenges of high construction from various perspectives with regard to As Oy Tampereen Luminary. Built by Skanska, this building will be the tallest residential building in Pirkanmaa. Authorities, planners and supervisors have very limited experience in high construction. Various planners, supervisors as well as authorities were interviewed for this thesis.

The interviews highlighted that every aspect of high construction presents its own problems. Additionally there are interlinked and coherent challenges such as the need for increasing resources when planning and constructing tall buildings. When constructing an equivalent sized building of similar square meterage, a tall building requires significantly more resources. This thesis identified that experience with similar situations will help to mitigate risks in future projects.

The thesis demonstrated that understanding and the so-called "pulling in the same direction" within a team is the key to success in a construction project. To ensure this support it is advisable to create unified guidelines for the special requirements in high construction.

---

Key words: high construction, planning, supervision

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
1.1	Tausta ja tarkoitus .....	5
1.2	Luminary.....	5
2	KORKEA RAKENTAMINEN .....	9
2.1	Korkea rakentaminen Suomessa .....	9
2.2	Korkea rakentaminen Pirkanmaalla.....	9
3	VAATIVUUSLUOKAT JA PÄTEVYYDET .....	10
3.1	Suunnittelijat .....	10
3.2	Työnjohto.....	11
4	SUUNNITELMAHAASTEET .....	14
4.1	Rakennesuunnittelu.....	14
4.2	LVI-suunnittelu.....	16
4.3	Sähkösuunnittelu.....	17
4.4	Sprinkleri-suunnittelu .....	18
4.5	GEO-suunnittelu .....	20
4.6	Korkean rakennuksen paloturvallisuus .....	21
4.7	Ulkopuolinen tarkastus .....	21
5	RAKENNUSAIKAiset HAASTEET .....	23
5.1	Rakentamisen sijainti ja työmaan logistiikka .....	23
5.2	Pelastussuunnitelma.....	24
6	POHDINTA.....	26
	LÄHTEET.....	27
	LIITTEET .....	29

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tausta ja tarkoitus

Korkeasta rakentamisesta ei ole aiempaa ohjeistusta Tampereella. Helsingistä ja ainakin Espoosta korkeaan rakentamiseen on ohjeita. Korkeasta rakentamisesta on toistaiseksi vähäisiä kokemuksia Suomessa niin viranomaisten, suunnittelijoiden kuin työnjohdonkin osalta. Opinnäytetyössä on tarkoitus koota yhteen asioita, mitkä vaikuttavat rakentamisprosessiin, kun rakennetaan korkeaa rakennusta. Tarkoitus on myös kertoa pätevyyksistä, vaatimuksista ja haasteista suunnittelijoiden, työnjohdon sekä rakentamisen kannalta.

Opinnäytetyö tehtiin As Oy Tampereen Luminary -projektissa, joka tulee olemaan Pirkanmaan toinen yli 16-kerroksinen rakennus. Skanska AB on maailman kymmenen isoimpaan kuuluva rakennusyritys. Skanska Oy on konsernin tytäryhtiö ja Skanska Talonrakennus Oy on yksi Suomen suurimpia rakennusyrityksiä.

Opinnäytetyötä varten haastateltiin Luminary-projektin eri osapuolia: suunnittelijoita, viranomaisia ja työnjohtajia. Heiltä saatiin monipuolisesti tietoja korkean rakentamisen haasteista ja käytännön esimerkkejä työn toteutuksesta.

## 1.2 As Oy Tampereen Luminary

Tässä opinnäytetyössä tarkastelukohteena oli Skanskan As Oy Tampereen Luminary-projekti. (kuva 1; kuva 3). Tuleva asuin- ja liikekerrostalo rakennetaan Tampereen keskustaan vanhan Rasti-korttelin paikalle (kuva 2). Käytännössä se on yhtä rakennusta, mutta se on jaettu kahteen osaan. Sille on perustettu myös kaksi asunto-osakeyhtiötä. As Oy Tampereen Luminary 1 on lamelliosa, joka on 7-kerroksinen. As Oy Tampereen Luminary 2 on torniosa, joka on 21-kerroksinen.

Kuva 1. on havainnekuva tulevasta rakennuksesta. Se on kuvattuna Tampereen rautatieaseman suunnalta ja siinä näkyy Itsenäisyydenkatu, Murtokatu, hotelli Scandicin kulmaa sekä vähän Pakkahuoneen päätyä (kuva 1).



KUVA 1. Havainnekuva Luminarystä (Skanska, 2016).

Rakennustyöt aloitettiin 2016 huhtikuussa purkamalla vanhat rakennukset tontilta. Tontilta purettiin vanha hotellirakennus sekä 10-kerroksinen Rasti-talo. Kuvan 2 taustalla näkyy myös Suomen tämän hetken korkein asuinrakennus, Solo Sokos Hotelli Tornin Tampere (kuva 2).



KUVA 2. Rasti-talon purku käynnissä heinäkuussa 2016.

Marraskuussa 2016 oli käynnissä maanrakennustyöt, lamelliosan anturamuottityöt, kaivannon tukemistyöt ja viimeiset kellarikerrosten purkutyöt (kuva 3).



KUVA 3. Työmaatilanne 10.11.2016 (Skanska, 2016).

Rakennukseen tulee 188 kpl asuntoja sekä katutasoon liiketiloja. Kyseessä on Skanska Oy:n isoin asuntokohde Suomessa. Taulukossa 1 on kerrottu yleistietoja kohteesta (taulukko 1).

TAULUKKO 1. Yleistiedot kohteesta (Skanska, 2016)

As Oy Tampereen Luminary	
Rakennuttaja	Skanska Kodit
Tilaaajat	Asunto Osakeyhtiö Luminary 1 Asunto Osakeyhtiö Luminary 2
Pääurakoitsija	Skanska Talonrakennus Oy
Käyttäjät	Asunnonostajat, liiketilojen käyttäjät
Suunnittelijat	BST-Arkkitehdit Oy, A-Insinöörit Oy, Optiplan Oy, Caverion Suomi Oy, L2 Paloturvallisuus Oy
Urakka-aika	8/2016-4/2019, viher- ja pintarakennetyöt 6/2019
Laajuus	22 303 brm <sup>2</sup> , 10 974 asm <sup>2</sup> , 73 600 m <sup>3</sup> 188 kpl asuntoja, 72 kpl autopaikkoja parkkihallissa
Urakkamuoto	Perustajaurakka
Urakkamalli	Kiinteä

Iso kohde vaatii ison tekijäryhmän sekä monipuolisen ja laaja-alaisen kokemuksen vastaavista kohteista. Taulukossa 2 on kerrottu Luminary-projektin osapuolet.

TAULUKKO 2. Projektin osapuolet (Skanska, 2016)

As Oy Tampereen Luminary	
Projektinjohtaja	Hannu Lamminaho, Skanska Oy
Hankekehitysjohtaja	Harri Sivu, Skanska Kodit Oy
Työpäällikkö	Antti Palo-Oja, Skanska Talonrakennus Oy
Vastaava mestari	Aarne Ahola, Skanska Talonrakennus Oy
Pääsuunnittelija	Petri Tavilampi, BST-Arkkitehdit Oy
Rakennesuunnittelija	Sami Moisio, A-Insinöörit Suunnittelu Oy
GEO-suunnittelija	Sami Punkari, A-Insinöörit Suunnittelu Oy
LVI-suunnittelija	Aki Knihtilä, Optiplan Oy
Sähkösuunnittelija	Matti Feodoroff, Optiplan Oy
Sprinklerisuunnittelija	Antti Jakku, Caverion Suomi Oy
RAU-suunnittelu	Pekka Kauppinen, Caverion Suomi Oy
Palotekninen suunnittelu	Aleksi Ojala, L2 Paloturvallisuus Oy
Ulkopuolinen rakennesuunnitelmien tarkastaja	Ralf Lindberg



## **2 KORKEA RAKENTAMINEN**

### **2.1 Korkea rakentaminen Suomessa**

Suomessa rakennetuista korkeista rakenteista suurin osa on radio- ja televisiomastoja. Ne ovat pääsääntöisesti teräsrakenteisia (Lehtonen 2013). Tämä opinnäytetyö ei keskity mastoihin, vaan asuinkerrostaloihin. Maailmalla toki on rakennettu jo kymmenet, ellei sadat vuodet korkeampia rakennuksia kuin Suomessa, mutta täällä korkea rakentaminen on uusi ilmiö.

Mitä on korkea rakentaminen? Kysymykseen ei ole yksiselitteistä kaikkialle sopivaa vastausta. Suomessa tornitaloksi luokitellaan yli 12-kerroksiset rakennukset. Jotkut myös määrittelevät rakennukset metrimäärän mukaan, siten että yli 40-metrinen on korkea rakennus ja yli 80-metrinen on hyvin korkea rakennus. (Espoon kaupunkisuunnittelukeskus 2013.) Helsingin korkean rakentamisen määritelmä ei perustu mihinkään kerros- tai metrimäärään, vaan siinä otetaan tapauskohtaisesti huomioon rakentamispaikan sijainti ja ympäristö (Tampereen kaupunki 2012, 9). Suomessa korkeita rakennuksia on eniten pääkaupunkiseudulla. Tällä hetkellä Suomen korkein asuinrakennus kuitenkin on Solo Sokos Hotelli Torni Tampere.

### **2.2 Korkea rakentaminen Pirkanmaalla**

Tampereen kaupunkikuvaan on jo hyvin pitkän aikaa kuulunut korkeat rakennelmat. Niitä on ollut tehtaiden korkeat savupiiput. Tampereen korkein rakennelma on Näsinneula, jonka kattokorkeus on 134,5 metriä ja antenni mukaan laskettuna 168 metriä (Särkänniemi 2016). Se on rakennettu vuonna 1971. Pirkanmaan korkein asuinrakennus on 2014 valmistunut Solo Sokos Hotelli Tampere, joka on 88,5 metriä korkea. Tässä työssä mainitaan useasti Luminary, joka on Skanskan rakentaman kerrostalon nimi. Se tulee valmistuessaan olemaan Pirkanmaan korkein asuinkerrostalo. Tampereella on aiemminkin ollut Suomen korkeimman asuinrakennuksen titteli. Se oli 14-kerroksinen vuonna 1955 valmistunut Impilinna. Pirkanmaan tämän hetken korkeimmat asuinkerrostalot ovat 16-kerroksiset Matrix, Solaris ja Pirkka 6 sekä keskusta-alueella oleva 17-kerroksinen Espan-torni. (Tampereen kaupunki 2012, 22 & Toas 2015, 8.)

### 3 VAATIVUUSLUOKAT JA PÄTEVYYDET

#### 3.1 Suunnittelijat

Ympäristöministeriö on laatinut ohjeen rakentamisen suunnittelutehtävien vaativuusluokista. Tämä ohje helpottaa lain noudattamista sekä sen ymmärtämistä. Ohje liittyy maankäyttö- ja rakennuslain 120 d §:ään ja sen nojalla annettuun valtioneuvoston asetukseen rakentamisen suunnittelutehtävien vaativuusluokkien määräytymisestä. Rakennussuunnittelutehtävillä vaativuusluokkia on neljä. Ne ovat vähäinen rakennussuunnittelutehtävä, tavanomainen rakennussuunnittelutehtävä, vaativa rakennussuunnittelutehtävä ja poikkeuksellisen vaativa rakennussuunnittelutehtävä. Pohjarakenne- eli GEO-suunnittelun vaativuusluokka on samassa linjassa rakennesuunnittelun kanssa, koska pohjarakenteet katsotaan kantaviksi rakenteiksi. Pätevyyksien todentamiset ovat jossain määrin paikkakuntaakohtaisia tulkintoja laista ja määräyksistä. (Ympäristöministeriön ohje rakentamisen suunnittelutehtävien vaativuusluokista YM1/601/2015.)

Ohjeessa on mainittu, että mikäli kyseessä on yli 16-kerroksinen rakennus, niin silloin on kyseessä poikkeuksellisen vaativa rakennussuunnittelutehtävä. Myös rakennuksen merkittävä sijainti vaikuttaa pätevyiden tarpeen arvioimiseen. Rakennusvalvontaviranomaisen määrittelee pätevyiden tapauskohtaisesti. Luminaryssa pääsuunnittelijalta vaaditaan korkein pätevyys eli kyseessä on poikkeuksellisen vaativa suunnittelutehtävä. Korkean rakennuksen rakenteita suunniteltaessa rakennesuunnittelijan täytyy myöskin täyttää poikkeuksellisen vaativan rakennesuunnittelutehtäväohjeen vaatimukset. Poikkeuksellisen vaativa kantavien rakenteiden suunnittelutehtävä täyttyy, mikäli kyseessä on yli 8-kerroksinen rakennus tai yli 12-kerroksinen betoni- teräs tai liittorakenteinen rakennus. (Ympäristöministeriön ohje rakentamisen suunnittelutehtävien vaativuusluokista YM1/601/2015.)

LVI-suunnittelutehtävien vaativuusluokat ovat riippuvaisia kohteesta, ei niinkään korkeudesta. Luminary on sekä korkea rakennus ja myös muilta osilta vaativa kohde. Muun muassa pinta-alaa on paljon ja asuntoja on 188kpl, mikä tuo lisähaasteita LVI-suunnittelulle. Rakennuksesta ei kuitenkaan löydy niin paljon erityistekniikkaa, että sen luokitus olisi poikkeuksellisen vaativa. Luminary kuuluu LVI-suunnittelun osalta luokkaan vaativa. (Knihtilä 2016.)

Paloturvallisuussuunnittelun pätevyudet eivät tule suoraan maankäyttö- ja rakennuslaista, eli pätevyuksien vaatiminen on vapaaehtoista. FISE:ltä pätevyysvaatimukset paloturvallisuussuunnitteluun löytyvät. FISE:n pätevyysvaatimuksia on korjattu ja uusittu viimeksi vuonna 2015 soveltamalla maankäyttö- ja rakennuslakia ja ympäristöministeriön ohjeita. FISE:n pätevyysluokat ovat tavanomainen, vaativa ja poikkeuksellisen vaativa. Paloturvallisuussuunnittelutehtävän vaativuudet ovat aina tapauskohtaisia ja riippuvat paljon kohteesta eikä korkeus heti tuo enempää vaativuutta. Myös paikkakuntien valvontaviranomaisten tulkinta voi jonkin verran vaihdella eri puolilla Suomea. (FISE & Ojala 2016.)

Sprinkleri-suunnitteluun ei tällä hetkellä vaadita mitään erityispätevyyksiä. Eikä sen suunnitteluun ole olemassa pätevyysluokkia. Jakun (2016) saaman tiedon mukaan TUKES:lla on työn alla saada myös sprinkleri-suunnitteluun pätevyysvaatimuksia. Sprinklerijärjestelmän asennus- ja huoltotehtäviin löytyy tarkemmat säädökset ja vaatimukset. (Jakku 2016.)

### **3.2 Työnjohto**

Maankäyttö- ja rakennuslaista löytyy kelpoisuusvaatimukset poikkeuksellisen vaativalle työnjohdolle (Maankäyttö- ja rakennuslaki 122 c § 41/2014). Ympäristöministeriön ohjeen mukaan vastaavan työnjohtajan työnjohtotehtävä voidaan luokitella poikkeuksellisen vaativaksi silloin, kun rakennuksessa on yli 16 kerrosta. Tällöin kelpoisuuden myöntämiseen on tiukimmat vaatimukset (taulukko 3).

TAULUKKO 3. Vastaavan työnjohtajan kelpoisuus (YM4/601/2015 2015,9)

Vastaavan työnjohtajan kelpoisuus			
Vähäinen työnjohtotehtävä	Tavanomainen työnjohtotehtävä	Vaativa työnjohtotehtävä	Poikkeuksellisen vaativa työnjohtotehtävä
Riittävä osaaminen asianomaiseen työnjohtotehtävään.	Suorittanut tehtävään soveltuvan rakentamisen tai tekniikan alan tutkinnon: rakennusmestari (AMK) -tutkinto, insinööri (AMK) -tutkinto taikka kyseiseen työnjohtotehtävään soveltuva aiempi rakennusinsinöörin tutkinto, tai teknikon (rakennusmestarin) tutkinto, taikka muu korkeampi rakentamisen tai tekniikan alan tutkinto ja tutkintoon tai sitä täydentäviin opintoihin on sisällynyt riittävät kyseistä työnjohtotehtävää käsittelevät opintosuoritukset, joiden yhteismäärä yleensä vähintään 50 op 1),  taikka on hankkinut muuten osoitetut vastaavat tiedot  sekä on hankkinut riittävän kokemuksen rakennusosalalla rakennuskohteen laatu ja tehtävän vaativuus huomioon ottaen.  <b>Korjaus- ja muutostyön</b> tavanomaisessa työnjohtotehtävässä edellytyksenä on, että kokemus rakennusosalalla sisältää myös korjaus- ja muutostöitä.	Suorittanut tehtävään soveltuvan rakentamisen tai tekniikan alan tutkinnon: rakennusmestari (AMK) -tutkinto, insinööri (AMK) -tutkinto taikka kyseiseen työnjohtotehtävään soveltuva aiempi rakennusinsinöörin tutkinto, tai teknikon (rakennusmestarin) tutkinto, taikka muu korkeampi rakentamisen tai tekniikan alan tutkinto ja tutkintoon tai sitä täydentäviin opintoihin on sisällynyt riittävät kyseistä työnjohtotehtävää käsittelevät opintosuoritukset, joiden yhteismäärä yleensä vähintään 60 op 1),  sekä on hankkinut riittävän kokemuksen ja perehtyneisyyden kyseisen alan työnjohtotehtävissä rakennuskohteen laatu ja tehtävän vaativuus huomioon ottaen.  <b>Korjaus- ja muutostyön</b> vaativassa työnjohtotehtävässä edellytyksenä on, että on suorittanut opintoja myös korjausrakentamisesta ja että kokemus sisältää toimimista myös korjaus- ja muutostöiden työnjohtajana.	Suorittanut tehtävään soveltuvan rakentamisen tai tekniikan alan tutkinnon: rakennusmestari (AMK) -tutkinto, insinööri (AMK) -tutkinto taikka kyseiseen työnjohtotehtävään soveltuva aiempi rakennusinsinöörin tutkinto, taikka muu korkeampi rakentamisen tai tekniikan alan tutkinto ja tutkintoon tai sitä täydentäviin opintoihin on sisällynyt riittävät kyseistä työnjohtotehtävää käsittelevät opintosuoritukset, joiden yhteismäärä yleensä vähintään 70 op 1),  sekä on hankkinut riittävän kokemuksen ja hyvän perehtyneisyyden kyseisen alan vaativista työnjohtotehtävistä.  <b>Korjaus- ja muutostyön</b> poikkeuksellisen vaativassa työnjohtotehtävässä edellytyksenä on, että on suorittanut opintoja myös korjausrakentamisesta ja että kokemus sisältää toimimista myös vaativien korjaus- ja muutostöiden työnjohtajana.

”Yleisimmät erityisalan työnjohtajat ovat kiinteistön vesi- ja viemärlaitteiston rakentamisesta vastaava työnjohtaja, ilmanvaihtolaitteiston rakentamisesta vastaava työnjohtaja, kantavien rakenteiden rakennustöistä vastaava työnjohtaja sekä pohjarakenteiden rakennustyöstä vastaava työnjohtaja.” (Ympäristöministeriön ohje rakentamisen työnjohtotehtävien vaativuusluokista ja työnjohtajien kelpoisuudesta YM4/601/2015.)

Korkeassa rakennuksessa erityisalojen työt luokitellaan useimmiten poikkeuksellisen vaativiksi. Ympäristöministeriön ohjeessa sanotaan seuraavalla tavalla:

”Erityisalan työnjohtotehtävä voi olla poikkeuksellisen vaativa, jos erityisalan rakennustyö on teknisiltä ratkaisuiltaan tai työ- tai suunnittelumenetelmiltään poikkeuksellinen taikka jos rakennuksen koosta – – kuormituksista ja palokuormista tai kantavista raken-

teista taikka rakennussuojelusta, ympäristöstä, rakennuspaikasta, tai rakentamisolosuhteista aiheutuu erityisalan rakennustyölle poikkeuksellisia vaatimuksia.” (Ympäristöministeriön ohje rakentamisen työjohtotehtävien vaativuusluokista ja työjohtajien kelpoisuudesta YM4/601/2015.) Näistä edellä mainituista asioista suurin osa toteutuu korkeaa rakennusta rakentaessa.

## 4 SUUNNITELMAHAASTEET

### 4.1 Rakennesuunnittelu

Korkeaan rakennuksen kantavien rakenteiden lujuuslaskenta ei perusidealtaan poikkea matalammasta rakennuksesta. Luminaryn laskennassa on käytetty 3D-laskentamallia, mihin syötetään kaikki henkilö- ja tuulikuormat, lisävaakavoimat ja rakenteiden omat painot. Tietokonepohjainen laskentamalli laskee näiden syötettyjen tietojen perusteella ja mallista saadaan irti rasitukset. Tietokone on tarkempi kuin käsin laskenta, mutta myös käsin lasketaan ristiin tulosten varmentamiseksi. Mallista saadaan selville seinien paksuudet ja raudoitukset seiniin, holveihin, aukonpieliin ja aukkopalkkeihin. Tämä 3D-laskentamalli on hyvä apuväline tukemaan suunnitelmia. (Moisio 2016.)

Suomessa korkeat rakennukset ovat pääsääntöisesti betonirakenteisia. Tämä aiheuttaa sen, että betonielementeistä tulee hyvin painavia eli yli 10 tn. Tällöin elementtejä joudutaan suunnittelemaan lyhyemmiksi, etteivät painorajat tule vastaan. Elementtien kuorien kerrosvahvuudet ovat niin paksuja, että elementeistä tulee painavia ja niin sanotut normaalit kipurajat joudutaan suunnittelussa ylittämään. Yleisenä painorajana pidetään 10 tn. Mikäli käytetään torninosturia, täytyy sen välituenta huomioida. Luminaryssa välituenta toteutetaan rakennuksen 16:sta kerroksesta. Nosturin käyttöaikana rakennuksen runkoon tulee näin ollen lisäkuormia. (Moisio 2016.)

Luminaryssa rakenteet hoikkenevat ylöspäin mentäessä. Alhaalla kantavat seinät ovat 300 mm paksuja ja ylhäällä 200 mm. Siinä tulee haasteeksi se, että ulkoseinät pykältävät ylöspäin mentäessä. Tämä tarkoittaa sitä, että hormielementit pitää olla sellaisessa kohdassa jossa seinälinjat ovat suorat. Luminaryssa tämä ratkaistiin siten, että kaikki hormielementit ovat käytävillä. Tällaiset asiat on hyvä huomioida ajoissa, tähän vaaditaan projektitiimin hyvää ammattitaitoa. Hyvällä suunnittelulla haasteisiin pystytään vastaamaan, eikä ylimääräisiä kustannuksia ei synny. (Tavilampi 2016.)

Osa ulokeparvekkeista alkavat maantasolta, silloin tukemisessa ei ole ylimääräisiä haasteita. Yksi ulokeparvekelinja alkaa kuudennesta kerroksesta ja se tuetaan tukitornilla

maasta. Mutta sitten on kaksi ulokeparvekelinjaa, mitkä alkavat 15:stä ja 18:sta kerroksesta. Nämä ulokeparvekkeet tuetaan työnaikaisesti huoneistoista uloketuennolla. Tuen-  
taongelmat ovat yleisiä haasteita tornitaloissa. (Ahola 2016.)

Yleensä rakennesuunnittelupuolelle ei heti tarvita lisäresursseja suunniteltavan korkeuden vuoksi, vaan lisäresurssi tarve syntyy aikataulusta ja itse kohteen haasteesta. Usein kuitenkin korkeissa rakennuksissa runko muuttuu, mikä aiheuttaa lisähaasteita rakennesuunnittelulle. Luminary on melko monimutkainen tornitalo. Luminaryssa runko muuttuu useita kertoja matkan varrella ylöspäin, siinä ei ole montaa kerrosta samaa runkorakennetta. Siinä muun muassa kaksi ulokeparvekelinjaa alkavat vasta 15:stä ja 18:sta kerroksesta, mikä on suunnittelulle tuonut haastetta toteuttaa. (Moisio 2016.)

Mikäli kohde on CC3 luokan rakennus eli vaativin eurokoodin mukaan, niin silloin rakennuslupavaiheessa on tehtävä alustava riskianalyysi rakennuslupamateriaaliin, ja sen tekee rakennesuunnittelija. Riskianalyysiin rakennesuunnittelija määrittelee millainen rakennus on kyseessä, sekä mikä on rakennuksen vaativuusluokka. Riskianalyysin loppuun rakennesuunnittelija analysoi itse onko tämä kohde sellainen, jossa tarvitaan ulkopuolista tarkastusta. Analyysin pohjalta lupaviranomainen tulkitsee, tarvitaanko ulkopuolista tarkastusta. Lupapäätöksestä ilmenee, tarvitaanko ulkopuolista tarkastusta. (Moisio 2016.)

Korkeassa rakennuksessa on kovat kuormat, mikä pitää huomioida myös ikkuna-auko-  
tuksessa. Eli kantavien ulkoseinäelementtien ikkunalinjojen täytyy olla suoria. Tätä on saatu hyvin peiteltyä Luminaryssa siten että, kantavat linjat ovat ylhäältä alas asti selkeät, mutta kuitenkin rakennus on elävän näköinen. Ikkunoita on eri kokoisia ja linjoja on sallituissa määriin heitelty. Esimerkiksi yhteen kulmassa sijaitsevaan yksiöön on saatu sijoiteltua neljä ikkunaa. Vaikka ikkunat eivät ole kovinkaan leveitä, niin ne ovat korkeita, joka tuo valoa asuntoon. Tässä kohteessa on kiinteät ikkunat, koska korkealla voi tulla yllättävän kovia tuulenpuuskia, mikä ei ole turvallista ikkunoiden pesun kannalta. Nykyään ikkunat ovat myös painavia, mikä hankaloittaa niiden pesemistä. Luminaryyn tulee erillinen huoltokelkka. Ylhäällä räystäällä on kelkalle kiinnikkeet, mihin kelkka kiinnitetään. Huoltokelkalla pystyy pesemään ikkunat ja muutenkin korjaamaan ja tutkimaan mahdollisia vaurioita julkisivulla. (Tavilampi 2016.)

Luminaryn pääsuunnittelija Tavilammen (2016) mukaan suunnittelupuolella tarvitaan enemmän resursseja, kun rakennetaan nimenomaan korkeaa rakennusta. Vaikka tehtäisiin

neliömäärältään saman laajuisia kohteita, niin resursseja tarvitaan korkeammassa kohteessa enemmän. Tämä johtuu siitä, että tornitalossa on kerroksittain enemmän erilaisia asuntoja, joiden yhteensovittaminen on haastavaa. Mukaan lukien LVI-tekniikan, arkkitehtuurin ja rakenteiden yhteensovittaminen on aikaa vievää työtä. Arkkitehtisuunnitelmien yhteensovittamisen hyvänä apuvälineenä on tietomallinnuksen hyödyntäminen. (Tavilampi 2016)

## 4.2 LVI-suunnittelu

LVI-suunnittelun osalta haastetta tuo rakennuksen korkeus siinä mielessä, että tekniikka löytyy yleensä kellarista, josta täytyy viedä pitkät linjat ylöspäin huoneistoihin. Tampereen Torni- hotellissa on toteutettu 17:n kerrokseen niin sanottu tekniikkakerros. Luminarysta ei erityistä tekniikkakerrosta löydy.

Luminaryn LVI-suunnittelussa on otettu huomioon jäähdytys- ja lämmitysputkien painevaatimukset korkeassa osassa. Kaukolämpö ja kaukojäähdytysverkosto suunnitellaan yleensä kuuden baarin putkella, mutta tässä kohteessa käytetään kymmenen baarin putkea. Näin voidaan käyttää alhaalta löytyvissä kaukojärjestelmissä isompaa painetta, jolla saadaan lämpö ja jäähdytys vietyä ylimpiin kerroksiin riittävällä paineella. Luminaryssa on suunniteltu kaksi lattialämmitysnousua sekä kaksi lattijäähdytysnousua. Toinen nousu päättyy 11:n kerroksen kattoon. Toinen nousu on viety suoraan 12:n kerrokseen, mistä se jatkuu kerroksittain ylimpään kerrokseen saakka. (Knihtilä 2016.)

Myös käyttövesi tarvitsee paineenkorotuksen, jotta vedenpaine on riittävä korkeimmissa kerroksissa. Rakennukseen palvelemaan hankitaan kaksi erillistä täysin automaattista käyttöveden paineenkorotusasemaa, jotka pitävät kylmän veden lähtöpaineen asetusarvossaan. Laitteista saadaan häiriöhälytys rakennusautomaatioon. Käyttöveden paine on lähdössä 11,5 baaria, joka on enemmän kuin kaukolämpökäsikirjassa mainittu ohjearvo 10 baaria. (Knihtilä 2016.)

Resursseja LVI-suunnittelussa tarvitaan enemmän, mikäli kohde on laaja pinta-alaltaan. Luminary on pinta-alaltaan laaja sekä siitä löytyy asuntoja 188 kpl, liiketilat ja parkkihallit, nämä seikat tuovat lisähaastetta suunnitteluun. Varsinkin aikataulu on määräävä tekijä resursseja mitoittaessa. Tässä kohteessa LVI-suunnittelua on jaettu siten, että osa on keskittynyt asuntoihin, osa taas alempiin kerroksiin ja liiketiloihin. (Knihtilä 2016.)



Luminarysta löytyy sellainen erikoisuus, joka ei Tampereen seudulla ole yleinen LVI-ratkaisu. Tässä kohteessa torniosan huoneistojen jäteilma viedään käytävän kautta rakennuksen päätyyn ja puhalletaan sieltä ulos. Huoneistojen ilmanvaihtokoneet eivät siis vie jäteilmaa katolle, joka on yleisempi tapa toteuttaa ilmanvaihto. Tällöin pitää ottaa huomioon raitisilmaventtiilin sijainti. Jäteilman ulostulon ja raitisilmaventtiilin välillä pitää olla vähintään kolme metriä väliä. Myös ilmanvaihtokoneen valintaan pitää kiinnittää huomiota, että ilma saa riittävästi vauhtia ulospuhalluksessa. (Knihtilä 2016.)

Luminaryn torniosan käytävien matala kerrokorkeus aiheuttaa haastetta tekniikan sopimiselle alaslasketun katon ja välipohjan väliin. Tässä kohteessa paloturvallisuus on ratkaistu siten, että ennen jokaisen huoneiston läpivientiä on moottoroitu palopelti, joka estää tulen etenemisen kanavien sisäpuolella. Myös varsinkin alakerrosten LVI-tekniikan ja rakennepuolen yhteensovittaminen on ollut haastavaa. LVI-tekniikan reititys sekä reikävien teko on tuottanut LVI-suunnittelulle paljon aikaa vievää työtä. Jokainen läpivienti on täytynyt miettiä, koska rakenteetkin ovat haastavia, mistä voi mennä turvallisesti rakenteesta läpi. (Knihtilä 2016.)

### 4.3 Sähkösuunnittelu

Niin sanotussa normaalikohteessa sähkötekniikoiden syötöt otetaan kellarista. Korkeissa kohteissa haastetta sähkösuunnittelulle tuo nousukaapeloinnin pitkät matkat. Tämä tarkoittaa muun muassa sitä, että suunnittelussa käytettävät laskelmat täytyvät tehdä tarkemmin ja pitkät matkat vaativat isommat kaapelit. Luminaryssa jakokeskuksia on kerroksissa. Atk- ja telejakokeskukset löytyvät kuuden kerroksen välein. Sähkönsyötön jakokeskukset löytyvät seitsemännestä kerroksesta alkaen joka toisesta kerroksesta. Sähkötekniikan vienti vaatii tilaa, joten sille on varattu oma nousukuilu. (Feodoroff 2016.)

Luminaryssa tarvitaan varavoimakone, joka tuottaa tarvittaessa sähköä muun muassa palomieshissille. Palomieshissi tarvitsee aina varavoiman, jotta se toimii sähköjen katkettua mahdollisessa palotilanteessa. Varavoimakone tarvitsee oman tilan ja oman sähkökeskuksen. Tämä pitää huomioida suunnittelussa. (Feodoroff 2016.)

Korkeassa rakennuksessa tarvitaan lentoestevalot. Tähän kohteeseen tehdään myös julkisivuvalaistus. Se toteutetaan led-nauhalla julkisivulla. Keskusta-alueella, mihin usein korkea rakennus rakennetaan, antenniyhteydet eivät välttämättä toimi toivotulla tavalla. Tämä ongelma johtuu siitä, että tukiasemia löytyy liikaa lähialueelta. Tällöin antennijärjestelmään tulee ongelmia. Ongelman pystyy poistamaan rakentamalla sisäinen verkko rakennukseen. (Feodoroff 2016.)

Sähkösuunnitelmat tarkastetaan suunnitelmien tekijän yrityksessä ensin sisäisesti. Tämän jälkeen sähkövalvoja. Myös suunnitelmien tilaajan edustajat tarkastavat omilla intresseillään sähkösuunnitelmat. Sähkösuunnittelija Feodoroffin (2016) mukaan korkean rakennuksen suunnittelussa tarvitaan enemmän resursseja. Vaikka olisi pitkä rakennus ja neliöiltään saman laajuinen kohde, se ei vaadi yhtä paljon resursseja kuin korkea rakennus. (Feodoroff 2016.)

#### **4.4 Sprinkleri-suunnittelu**

Rakennuksen tarve automaattiselle sammutusjärjestelmälle eli sprinklerijärjestelmälle määritetään rakennusluvassa.

Kohteeseen, jossa harjoitettu toiminta tai olosuhteet aiheuttavat henkilö- tai paloturvallisuudelle tai ympäristölle tavanomaista suuremman vaaran, alueen pelastusviranomainen voi, jos se on välttämätöntä, määrätä toiminnanharjoittajan hankkimaan tarkoituksenmukaista sammutuskalustoa ja muita pelastustyötä helpottavia laitteita tai asentamaan automaattisen sammutuslaitteiston taikka ryhtymään kohteessa muihin välttämättömiin toimenpiteisiin onnettomuuksien ehkäisemiseksi sekä ihmisten ja omaisuuden turvaamiseksi onnettomuuden varalta.

Alueen pelastusviranomaisen tulee kuulla maankäyttö- ja rakennuslain 124 §:ssä tarkoitettua kunnan rakennusvalvontaviranomaista valmisteltaessa 1 momentissa tarkoitettua määräystä kohteessa edellytettävistä turvallisuusvaatimuksista, jos turvallisuusvaatimusten toteuttaminen edellyttää rakennuslupaa tai toimenpidelupaa. (Pelastuslaki 29.4.2011/379 82 §.)

Periaatteessa sprinklerijärjestelmän on korkeassa rakennuksessa samanlainen kuin muisakin rakennuksessa. Korkeus aiheuttaa kuitenkin sen, että paineet järjestelmässä nousevat väistämättä. Jos rakennus on yli 45 metriä korkea, se täytyy jakaa eri venttiileihin.

Vaikka ohjesääntöjen mukainen pinta-alakriteeri ei tulisikaan vastaan niin sprinklerijärjestelmä täytyy jakaa ylempien kerrosten ja alempien kerrosten venttiileihin. Tällä toimenpiteellä pidetään paineet hallinnassa, eivätkä paineet kasva liian isoiksi ylä- ja alakerroksissa. (Jakku 2016.)

Sprinkleri-suunnittelussa tarvitaan enemmän resursseja, kun rakennetaan asuntokohdetta. Isommissa teollisuushalleissa ja toimistotiloissa suunnittelu on yksinkertaisempaa. Usein samaa suunnitelmaa pystyy monistaa näissä tapauksissa, mutta asuntokohteissa tilat ovat erilaisia. Asuntokohteissa kerrokset voivat olla jonkin verran samanlaisia, mutta vaihtelua on kuitenkin enemmän, kun tilannetta vertaa teollisuushalleihin tai toimistotiloihin. Asuntokohteissa myös tilat ovat ahtaammat, joka vaikuttaa putkitusten suunnitteluun. Tämä tuo haastetta muun tekniikan yhteensovittamiselle. On ensisijaisen tärkeää, että sprinkleri-suunnittelija sovittaa, keskustelee ja ristiin tarkastaa suunnitelmia LVI- ja sähkösuunnittelijoiden kanssa. Tällä pyritään välttämään rakentamisvaiheessa tulevat päällekkäisyydet asennuksessa, sekä ottamaan huomioon kaikkien osapuolten vaatimukset siitä, että kaikki tekniikka saadaan mahtumaan tavoiteltuun tilaan. (Jakku 2016.)

Luminaryssa palokunnan kuivanusujohtoon tulee paineenkorotuspumppu. Pumppu kytetään varavoimaan. Kuivanusujohto on testattava kerran kuukaudessa. Sprinklerikeskuksen kautta tulee vesi paineenkorotuspumpulle. Paineenkorotuspumpun kautta vesi menee kuivanusujohdon testaukseen. Palotilanteessa vettä ei kuitenkaan oteta sprinklerikeskukselta, vaan palokunta syöttää vettä paineella järjestelmään. Rakennus on kuitenkin niin korkea, että palokunnan syöttämä paine ei riitä, vaan siihen tarvitaan lisäksi paineenkorotuspumppua. Palokunnan käyttämät liittimet järjestelmään löytyvät rakennuksen ulkopuolelta. (Knihtilä 2016.)

Luminaryn tapauksessa sprinklerisuunnittelijan ja Skanskan kanssa on sovittu, että ulkopuolinen taho tarkastaa sprinklerisuunnittelijan tekemät suunnitelmat. He kommentoivat suunnitelmia, ja mahdollisten kommenttien pohjalta suunnitelmia muutetaan. Tätä tapaa myös Jakku (2016) suosittelee käytettävän jatkossa aina.

## 4.5 GEO-suunnittelu

Yksi osa GEO-suunnittelua ovat maaperätutkimukset. Kun on kyseessä vaativampi kohde tai kuormat ovat suurempi, niin maaperätutkimuksia pyritään tekemään enemmän kuin normaalisti. Mutta esimerkiksi Luminaryn tapauksessa voitiin toteuttaa rajallisesti, koska vanhat rakennukset olivat vielä olemassa suunnittelun alkaessa. Perusratkaisut periaate-tasolla suunnitellaan näin ollen varmoiksi. (Punkari 2016.)

Pohjarakenneratkaisuihin vaikuttavat aina vallitsevat olosuhteet. Kallion pinnan taso on yksi merkittävistä pohjarakenteisiin vaikuttavista tekijöistä. Mikäli kallio on helposti saavutettavissa, niin perustukset voidaan toteuttaa kalliota vasten. Rakennusta suunnitellessa täytyy tutkia vaihtoehtoja, onko esimerkiksi kellarikerrosten lisääminen järkevää, että päästäisiin lähemmäs kalliota tai kantavampia maakerroksia. (Punkari 2016.)

Pohjarakenteiden täytyy olla kunnossa, koska pienikin painuma vaikuttaa korkeassa rakennuksessa enemmän kuin matalammassa. Yksinkertaistetusti voidaan sanoa, että mitä korkeampi rakennus sitä syvempi perustuskaivanto tulee. Korkeissa rakennuksissa perustukset ovat paksummat sekä kellaritiloja on enemmän, näiden takia rakennusaikainen kaivanto yleensä syvenee.

Luminaryssa päädyttiin porapaalutukseen siitä syystä, että kallion päällä olevat maakerrokset olivat eri paksuisia kalliopinnan muodoista johtuen. Porapaaluina käytetään RDs320/10 teräspaaluja. Porapaalut porataan ehjään kallioon vähintään 3\*halkaisijan verran, kuitenkin vähintään 0,5m ja enintään 1,5m. Lisäksi korkeissa kohteissa tulee vaakakuormia enemmän, jonka vuoksi vinopaaluja porataan stabiliteetin varmistamiseksi. Näin saadaan lähinnä tuulikuormista johtuvat vaakakuormat johdettua maaperään. (Punkari 2016.)

GEO-suunnittelijalla ja rakennesuunnittelijalla on ollut tässä kohteessa tiivis yhteistyö ja tiedonvaihto, sillä kyseessä on erikoiskohde, niin aikaa suunnittelun yhteensovittamiseen tarvitaan enemmän. Suunnitelmia on tarkastettu useampaan otteeseen ristiin epäkohtien poistamiseksi sekä ratkaisut on käyty yhteisymmärryksessä läpi. (Punkari 2016.)

#### **4.6 Korkean rakennuksen paloturvallisuus**

Käytännössä paloturvallisuuden suunnittelu, toiselta nimeltään palotekninen suunnittelu määrittävät minkälaiset järjestelyt rakennukseen tulee. Ratkaisuista neuvotellaan pelastuslaitoksen kanssa. Tiivis yhteistyö pelastuslaitoksen kanssa onkin olennaisen tärkeää, yhtenä syynä ovat paikkakuntakohtaiset erot toiminnassa. Paloteknisten suunnitelmien perusteella eri alojen suunnittelijat laativat varsinaiset suunnitelmat, joilla rakennus toteutetaan. (Ojala 2016.)

Korkea rakentaminen tuo paljon erityisvaatimuksia paloturvallisuuteen riippuen aina kohteesta. Korkeassa rakennuksessa poistumismatkat ovat pitkiä. Tästä syystä korkeassa rakennuksessa täytyy olla kaksi poistumistietä. Toinen poistumistie pitää olla palolta ja savulta suojattu ja toinen poistumistie palolta suojattu. (Tavilampi 2016.)

Käyttövarmuuden vuoksi ja jotta hissi olisi käytettävissä myös hissien huollon aikana, suositellaan, että yli 9-kerroksisten rakennusten käyttöporrashuone varustetaan vähintään kahdella hissillä (SFS-EN 81-72). Myös yhden hissien täytyy olla niin sanottu palomieshissi, eli sellainen joka on palosuojattu siten, että sitä voidaan käyttää pelastuslaitoksen toimesta myös palotilanteessa. (Ojala 2016.)

Mikäli poistuminen on haasteellista pitkien etäisyyksien vuoksi, myös pelastuslaitoksen toiminta on haastavaa. Palokunnan vedensaanti Luminaryssa varmistetaan kuivanousujohtolla, jolla palotilanteessa vettä saadaan riittävällä paineella joka kerrokseen. (Ojala 2016.)

#### **4.7 Ulkopuolinen tarkastus**

Vuosituhanen vaihteessa maankäyttö- ja rakennuslaki muuttui siten, että se mahdollisti ulkopuolisen tarkastuksen käytön. Tarkoituksena on varmistaa, ettei suunnittelussa tapahdu virheitä. Rakennusluvassa määritellään tarve ulkopuoliselle suunnitelmien tarkastukselle. Tämän jälkeen valitaan pätevä henkilö tarkastusten tekijäksi. Tarkastaja antaa suostumuksensa rakennusvalvontaan. Tämän jälkeen valvontaviranomainen päättää onko kyseinen henkilö tarpeeksi pätevä ja antaa mahdollisen hyväksynnän. (Lindberg 2016.)

Suunnitelmien tarkastus etenee suunnittelun mukaan. Vakavuuslausunto annetaan siinä vaiheessa, kun rakennusta on suunniteltu jo pitkälle. Aluksi käsitellään perustukset, onko stabiilitetit kunnossa, onko perustukset riittävän suuret, pysyykö rakennus pystyssä, onko rasitukset paaluille ja maaperään tarpeeksi pienet. Perustuksille ei tule ainoastaan pystykuormia, vaan mukana tulee vaakakuormia tuulesta ja lisävaakavoimista. Lisävaakavoimat tulevat siitä, että rakennusta oletetaan rakennettavan vähän vinoon. Perustuksien on pystyttävä viemään nämä kaikki kuormat eteenpäin. (Lindberg 2016.)

Professori Lindbergin (2016) mukaan rakenteellinen turvallisuus on lausunnon ydinsana. Hän keskittyy tehtävässään kuormien maksimeihin, suunnittelijoiden kokemuksiin ja pätevyyyksiin. Kokemus suunnittelusta poistaa rakenteiden riskejä paljon. Suunnittelijoiden pitää myös tuntea tietokoneohjelmat, joilla he laskevat sekä laskelmien perusteet. (Lindberg 2016.)

Rakenteiden valinta on olennainen osa rakenteellista turvallisuutta. Seinien ja välipohjien valinta pitää olla perusteltua sekä mitat ja rasitukset tulee olla sopusuhteessa toisiinsa. Osa suunnitelmiin liittyvistä laskuista tekee joku muu kuin projektin suunnittelija. Tällaisia ovat tuoteosat, jotka laskee tuoteosakaupan toimittaja. Luminaryssa on paikallavaletut perustukset, alimmaisten kerrosten seinät ja kerroksien holvit, joka on selkeä ja rakenteellisesti turvallinen tapa rakentaa. Lausunnon ajatuksena on selvittää myös rasiusten taso ja onko se suuntaa antavasti oikealla alueella. Sillä myös taataan ettei romahtamisvaaraa tai vastaavia olisi. (Lindberg 2016.)

## 5 RAKENNUSAIKAISET HAASTEET

### 5.1 Rakentamisen sijainti ja työmaan logistiikka

Yleensä korkeat rakennukset rakennetaan keskusta-alueille, jossa tontit ovat ahtaita. Naapurirakennukset ovat lähellä ja siitä aiheutuu haasteita muun muassa kaivannon tukemiseen. Työmaan logistiikka on tärkeä osa onnistunutta rakennusprojektia. Ahtailla tonteilla ei juuri varastotilaa ole, joten tavaraa ei voi varastoida pitkiksi ajoiksi. Logistiikan onnistuminen on työmaan yhteistoiminnan kannalta erittäin tärkeää. Sujuvan logistiikan turvaamiseksi Skanska on laatinut Luminaryn työmaalle logistiikkaohjeen, jota kaikkien työmaalla toimivien on sitouduttava noudattamaan. (Skanska 2016.)

Työmaan purkupaikat ovat ahtaat eikä työmaan läheisyydessä ole odotuspaikkaa saapuville toimituksille. Työmaalla on erittäin niukasti varastointitilaa ja on tärkeää, että urakoitsijat suunnittelevat toimituksensa tuotannon tahdissa. (Skanska 2016.)

Skanskan työnjohdon on saatava ennakkoon (vähintään viikkoa ennen) tieto työmaalle saapuvista toimituksista, purku- ja siirtoresurssitarpeista sekä varastointitarpeista. Materiaaleja ei saa toimittaa liian aikaisin tai liian suurissa toimituserissä. Skanskan työnjohdolla on oikeus olla ottamatta vastaan työmaalle liian suuria, liian aikaisia, väärään aikaan saapuvia tai ilmoittamattomia toimituksia. Urakoitsijoiden tulee myös sitoutua noudattamaan työmaan siisteyttä ja järjestystä sekä materiaalien varastointia koskevia ohjeita. (Skanska 2016.)

Työmaan aluesuunnitelmassa on esitetty purkupaikat, torninostureiden sijoitus, varastoalueiden, varastokonttien ja jätelavojen sijainnit. Urakoitsijat ovat velvollisia seuraamaan muutoksia työmaan logistissa järjestelyissä ilmoitustauluista ja viikkopalavereissa. On myös tärkeää, että urakoitsijat ohjeistavat tavarantoimittajiaan ja kuljetusliikkeitä työmaan järjestelyistä. (Skanska 2016.)

## 5.2 Pelastussuunnitelma

Luminary on korkean paloriskin työmaa johtuen rakennuksen torniosan korkeudesta (21 krs). Tulipalossa pelastautuminen ylemmistä kerroksista turvalliseen paikkaan voi viedä kauan. Kohde ja kohteen työmaa-aikainen pelastussuunnitelma esitellään pelastusviranomaiselle työmaan alkuvaiheessa. Pelastussuunnitelmasta löytyy yleiset tiedot, lisäksi tiedot on kirjattu piirrosmuotoiseen pelastussuunnitelmaan ulkoalueiden osalta sekä kerroksittain pohjapiirroksiin. (Skanska, 2016.)

Pelastuslaitoksen käyttämän portin yhteyteen sijoitetaan laminoitu palovihko, joka sisältää työmaan työnaikaiset toimintaperiaatteet ja palotekniset ratkaisut palotilanteessa. Sisätilojen pelastussuunnitelmat sijoitetaan kerroksittain aina kerroksen sammuttimen yhteyteen, johon liitetään ensiapupiste. Ensiapupisteitä on oltava työmaalla 1 jokaista 25 työntekijää kohden. Ensiapu- ja sammutinpisteet sijaitsevat sosiaalitiloissa, toimistossa sekä työmaalla poistumisteiden yhteydessä. (Skanska, 2016.)

Kerroksittainen pelastussuunnitelma sisältää tiedot osastoinneista. Luminaryssa torniosan keskellä oleva poistumistieporras osastoidaan palo-ovilla EI30 kerroksittain. Kerrososastointi tehdään neljän kerroksen välein, alkaen kahdeksannesta kerroksesta. Kuiluihin tehdään vaakapalokatko neljän kerroksen välein (EI60). (Skanska, 2016.)

Hätäpoistumisteitä tulee olla kaksi kappaletta Luminaryn korkeassa osassa, toinen poistumistie osastoituna samanaikaisesti rungon noustessa ja toinen enintään kahden kerroksen viiveellä ylimmästä kerroksesta. Pelastuslaitoksen kuivanousun ulosotot täytyy tehdä rungon noustessa enintään 4 kerroksen viiveellä. Sammuttimia täytyy joka kerroksesta löytyä vähintään kaksi kappaletta sekä ensiapupisteet ja kerrospelastussuunnitelma pitää löytyä poistumisteiden yhteydestä. Joka kerroksesta täytyy löytyä paineella toimivat äänitorvet hätätilannehälytystä varten. (Skanska, 2016.)

Ulkoalueiden pelastussuunnitelma sisältää:

- aidat ja portit
- palokunnan hyökkäys- ja pelastustiet
- hätäpoistumisreitit



- öljyntorjuntakaluston sijainti
- kokoontumispaikan sijainti
- ea-pisteet
- hälyttimet
- sammuttimet
- räjähteiden, kemikaalien, palavien nesteiden ja kaasujen varastopaikat
- sähkökeskukset
- työmaalla erityisesti huomioitavia muita paloturvallisuuteen liittyviä asioita
- paikat, joihin on suunniteltu valjaiden varaan pelastamissa käytettävä laitteisto ja/tai pelastuslaitoksen kaluston sijoitus hätätilanteissa (esim. nostokoriauto)
- henkilönostokorin sijainti nosturilla pelastamista varten
- portin yhteyteen laminoitu palovihko, joka sisältää työmaan toimintaperiaatteet ja palotekniset ratkaisut palotilanteessa. (Skanska, 2016.)

## 6 POHDINTA

Korkeita rakennuksia ei löydy paljon Suomesta. Näyttää kuitenkin siltä, että korkea rakentaminen lisääntyy koko ajan. Osaksi tämä varmasti johtuu siitä, että asukasmäärät isoissa kaupungeissa lisääntyvät ja ihmiset haluavat asua lähempänä kaupungin keskustaa. Näin ollen asuntojen tarve lisääntyy ja kaupunkien ahtaat tontit pakottavat rakentamaan korkeampia rakennuksia.

Tätä työtä varten haastateltiin eri osapuolia Skanskan Luminary-projektin ympäriltä. Haastattelujen perusteella selvisi, että suurimmalle osalle korkea rakentaminen tuo joitain erityishuomiota vaativia asioita. Tästä syystä haluan nostaa esille sen, että projektin onnistumisen kannalta tiivis yhteistyö ja tietoisuus eri osajien välillä on tärkeää. Vaikka yhteistyö on tärkeää muissakin kohteissa, niin korkeassa kohteessa sen merkitys korostuu. Tällä pystytään varmistamaan, että kaikki vaatimukset ja mahdolliset ongelmat saadaan ratkaistua riittävän ajoissa.

Jotta kaikki osapuolet olisivat tietoisia muiden vaatimuksista korkeissa kohteissa jo suunnittelun alkaessa, niin yhtenäinen ohjeistus voisi olla paikallaan. Se voisi olla tilaajan puolelta tehtynä, jolloin ohjeistus ei olisi julkinen, mutta kaikki hankkeen osapuolet olisivat selvillä mitä tässä kohteessa pitää ottaa huomioon. Tässä ongelmaksi voi tulla se, että ohjeistukset eivät olisi samalla tasolla, vaan ne vaihtelisivat eri yritysten välillä.

Toinen vaihtoehto olisi kaupunkikohtainen erillinen ohjeistus. Tämä olisi mielestäni paras vaihtoehto, koska tällöin ohjeistus olisi yhtenäinen kaikille samalla paikkakunnalla. Tällöin osapuolet pystyisivät tutustumaan siihen, mitkä ovat esimerkiksi eri alojen suunnitteluvaatimukset korkeaa rakennusta rakentaessa. Samalla myös viranomaisten työ helpottuisi, kun selvä ja valmis ohjeistus tälle rakentamiselle olisi olemassa. Yksi tämän tyylinen ohje on Helsingin kaupungin toimesta tehty korkean rakentamisen rakentamistapaohje.

## LÄHTEET

Ahola, A. 2016. vastaava työnjohtaja. 2016. Haastattelut Luminary-työmaalla. Haastattelija Kiviniemi, R. Tampere

Espoon kaupunkisuunnittelukeskus 2013. Espoon korkean rakentamisen periaatteet. <http://espoo04.hosting.documenta.fi/kokous/2013268374-3-1.PDF>

FISE 2016. Paloturvallisuussuunnittelijan pätevyudet. Luettu 14.11.2016. <http://fise.fi/patevyyspalvelu/hae-patevyutta/suunnittelijat/paloturvallisuussuunnittelija/>

Feodoroff, M. 2016. sähkösuunnittelija. 2016. Puhelinhaastattelu 10.11.2016. haastattelija Kiviniemi, R. Tampere.

Jakku, A. 2016. sprinkleri-suunnittelija. 2016. Puhelinhaastattelu 3.11.2016. Haastattelija Kiviniemi, R. Tampere.

Knihtilä, A. 2016. lvi-suunnittelija. 2016. Puhelinhaastattelu 1.11.2016. Haastattelija Kiviniemi, R. Tampere.

Lehtonen, R. 2013. Korkean rakennuksen rungon kokoonpuristumisen huomioiminen suunnittelussa ja rakentamisessa. Rakennustekniikka. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Lindberg, R. 2016. talonrakennustekniikan professori. 2016. Puhelinhaastattelu 9.11.2016. Haastattelija Kiviniemi, R. Tampere

Maankäyttö- ja rakennuslaki 41/2014

Moisio, S. 2016. rakennesuunnittelija. 2016. Haastattelu 13.10.2016. Haastattelija Kiviniemi, R. Tampere.

Ojala, A. 2016. palotekninen suunnittelija 2016. Puhelinhaastattelu 14.11.2016. Haastattelija Kiviniemi, R. Tampere.

Pelastuslaki 29.4.2011/379

Punkari, S. 2016. geo-suunnittelija. 2016. Puhelinhaastattelu 2.11.2016. Haastattelija Kiviniemi, R. Tampere.

SFS-EN 81-72. Hissien suunnittelua ja rakentamista koskevat turvallisuusohjeet. Henkilö- ja tavarahenkilöhisseejä koskevat erityisvaatimukset. Osa 72: Palomieshissit. 1.painos, 2015.

Skanska. 2016. Luminaryn logistiikkaohje. Päiväys 24.8.2016. Luettu 3.11.2016.

Skanska. 2016. Luminaryn pelastussuunnitelma. Päivitys 9.9.2016. Luettu 3.11.2016.

Skanska 2016. Luminaryn työmaakamera. 10.11.2016.

Tampereen kaupunki 2012. Korkean rakentamisen selvitys Tampereen keskusta-alueella. <http://www.tampere.fi/liitteet/k/6C92ilb5A/korkeanrakentamisenselvitys.pdf>

Tavilampi, P. 2016. arkkitehti. 2016. Puhelinhaastattelu 4.11.2016. Haastattelija Kiviniemi, R. Tampere.

Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. Asuntotuotantotarve 2015-2040. Tutkimusraportti. Luettu 29.11.2016.

Toas. 2015. Espantornin pelastussuunnitelma. Luettu 2.11.2016. <http://toas.fi/wp-content/uploads/2016/05/195-espantorni-pelastussuunnitelma.pdf>

Särkänniemi. 2016. Luettu 2.11.2016. <http://www.sarkanniemi.fi>

Ympäristöministeriön ohje rakentamisen suunnittelutehtävien vaativuusluokista YM1/601/2015.

Ympäristöministeriön ohje rakentamisen työjohtotehtävien vaativuusluokista ja työjohtajien kelpoisuudesta YM4/601/2015.

## **LIITTEET**

### **Kysymykset suunnittelijoille**

Korkean rakentamisen haasteet

1. Onko pätevyyksissä kovemmat vaatimukset, kun rakennetaan yli 16 kerroksista rakennusta? Vai mikä on rajana, onko sitä?
2. Mitä suunnittelijan pätevyyskysymyksiä täytyy olla, kun rakennetaan yli 16 kerroksista rakennusta?
3. Mitä pitää ottaa huomioon korkeassa rakentamisessa? Mitä erityisvaatimuksia korkea rakentaminen tuo? Rakenteet/vahvuudet/materiaalit/varmuuskertoimet?
4. Tornissa tekniikka kerros kellarissa ja myös 17. kerroksessa. Sinne pumpataan vesi ja siellä on siirripaketit. 17 kerroksesta alaspäin ja ylöspäin. Miten Luminaryssa? (LVI-suunnittelijalle)
5. Mitä pitää ottaa huomioon varavoimaa suunniteltaessa? (sähkösuunnittelijalle)
6. Tarvitaanko suunnittelussa enemmän resursseja, kun rakennetaan yli 16 kerroksista rakennusta?
7. Suunnitelmien kolmannen osapuolen tarkistus?
8. Tuleeko muuta mieleen aiheeseen liittyen?

### **Kysymykset Professori Ralf Lindbergille**

Korkean rakentamisen haasteet

1. Mikä on vakavuuslausunto? Ulkopuolisen tarkastuksen tarkoitus?
2. Onko sille virallista nimeä?
3. Mihin se keskittyy?
4. Saitko rakennesuunnittelijalta laskelmat? Käsinlaskenta? 3D-malli?