

Opinnäytetyö (YAMK)
Rakentamisen koulutus
2020

Janne Laakso

RAKENNUSHANKKEEN ERITYISMENETTELY JA KORKEA RAKENTAMINEN

– Näkökulmana rakennesuunnittelu

Janne Laakso

RAKENNUSHANKKEEN ERITYISMENETTELY JA KORKEA RAKENTAMINEN

- Näkökulmana rakennesuunnittelu

Rakentaminen Suomessa on muuttunut lähivuosina yhä vaativammaksi ja monimutkaisemmaksi. Erittäin vaativia rakennushankkeita on käynnissä monia ja käynnistymässä yhä enenevässä määrin. Erittäin vaativien hankkeiden pätevyyksien omaavia henkilöitä ei löydy riittävästi, mikä asettaa hankkeen laadunvarmistukselle haasteita. Erityismenettely on laadunvarmistuksen keino, jolla voidaan päästä rakennuksen laadun mukaiseen lopputulokseen, kun rakennusalan yleiset ja hyvän rakentamistavan mukaiset käytännöt ei koeta riittäviksi. Erityismenettely on osa rakennushankkeen laadunvarmistusta ja riskienhallintaa. Alun perin vuonna 2006 voimaan tullut RakMk A1 -osa, (Rakentamisen valvonta ja tekninen tarkastus. Määräykset ja ohjeet), sisälsi 2000-luvun vakavien hallirakennusten kattosortumien seurauksena vaativille kantaville rakenteille suunnatut erityiset laadunvarmistustoimenpiteet, nk. erityismenettelyn. Ympäristöministeriön myötävaikutuksella rakennusvalvonnat laajensivat näiden hyväksi havaittujen laadunvarmistustoimenpiteiden käyttöä myös muihin osa-alueisiin. Erityismenettely nostettiin lakitasolle v. 2014, jolloin se lisättiin Maankäyttö- ja rakennuslakiin. Suomen Rakennusinsinöörienliitto RIL on tehnyt aiemmin v. 2007 erityismenettelyä koskevaan ohjeistukseensa päivityksiä ja julkaissut uuden ohjeistuksen v.2016 RIL 241-2016 Erityismenettelyn soveltaminen, johon erityismenettelyä on sovellettu koskemaan myös rakenteellisen turvallisuuden lisäksi paloturvallisuutta, rakennusfysikaalista suunnittelua, terveellisyyttä sekä kulttuurihistoriallisia arvoja.

Erityismenettelyä sovelletaan erittäin vaativiin hankkeisiin, joihin sisältyy erityinen riski. Näiden hankkeiden määrittämiseksi ei ole olemassa suoraan yleispätevää vastausta, vaan niiden harkinta on jätetty rakennushankkeeseen ryhtyvälle. Viime kädessä tarpeen erityismenettelyn toimenpiteelle arvioi rakennusvalvontaviranomainen, joka voi edellyttää erityismenettelyä hankkeelle rakennusluvassa. Erityismenettelyn tarve määritellään riskienhallintaan kuuluvan riskiarvion tai -analyysin perusteella. Yleisesti voidaan tulkita erityismenettelyyn kuuluvaksi poikkeuksellisen vaativat hankkeet, joihin kuuluu myös Suomessa kasvavana trendinä oleva korkea rakentaminen.

Korkea rakentaminen poikkeaa tietyillä erityispiirteillä muista hankkeista ja omaa Suomessa sen vähäisen kokemuksen vuoksi erityisiä riskejä niin suunnittelun kuin toteutuksenkin vuoksi. Korkea rakentaminen asettaa haasteita koko hankeorganisaatiolle niin teknisten vaatimusten kuin myös yhteistyön sujuvuudelle. Tässä työssä on pyritty tutkimaan erityismenettelyn vaikutuksia ja määräytymistä painopisteenä korkea rakentaminen.

ASIASANAT:

Erityismenettely, korkea rakentaminen, riskienhallinta, laadunvarmistus selvitys, ulkopuolinen tarkastus, asiantuntijatarkastus, riskianalyysi

MASTER'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Master's degree programme in construction

December 2020 | number of pages 101, number of pages in appendices 74

Janne Laakso

SPECIAL PROCEDURE IN CONSTRUCTION PROJECTS AND HIGH-RISE CONSTRUCTION

- Structural design perspective

Construction in Finland has become increasingly demanding in the past few years. There are many very demanding construction projects underway and starting up to an increasing extent. There are not enough people with qualification for very demanding projects which present challenges to project quality assurance. The Special procedure is a quality assurance tool which can lead to a good quality outcome for a building when the general and good construction practice in the construction industry are not enough. The Special procedure is part of the quality assurance and risk management of the construction project. The RakMK A1 part (Supervision of construction and technical inspection. Regulations and instructions), which has come into force originally in 2006 as a consequence of the serious roof collapses of halls in the 21st century, contains special quality assurance measures, i.e. the Special procedure, that regulates the construction of demanding supporting structures. With the support of the Ministry of the Environment, the construction inspection authorities extended the use of the proven quality assurance measures also to other sectors of construction. The Special procedure was added into Land use and Building Act in 2014. The Association of Civil Engineers (Suomen Rakennusinsinöörienliitto RIL) updated its guidelines for the Special procedure in 2007 and the new guidelines, RIL 241-2016 - Application of a Special procedure, were published in 2016. In the new guidelines Special procedure has been adapted, in addition to the structural safety, to fire safety, the physical design of buildings, health and culture-historical values.

The Special procedure applies to very demanding projects which include a special risk. There is no direct universal answer for determining these projects and the discretion is left to the person undertaking the construction project. Ultimately, the need for the Special procedure measure is considered by the building inspection authority who may require the Special procedure to be followed in the project when granting the building permit. The need for the Special procedure is determined based on a risk assessment or -analysis which are part of the risk management. In general, exceptionally demanding projects can be interpreted as falling under Special procedure including also high-rise construction which is growing a trend in Finland.

High-rise construction differs from other projects in certain respects and has special risks in Finland due to the limited experience both in terms of design and implementation. High-rise construction presents challenges for the entire project organization both in terms of technical requirements and smooth cooperation. This study focuses on investigating the effects and determination of Special procedure in high-rise construction.

KEYWORDS:

Special procedure, High-rise construction, risk management, quality management report, external inspection, expert inspection, risk analyses

SISÄLTÖ

| | |
|---|-----------|
| KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO | 6 |
| 1 JOHDANTO | 7 |
| 1.1 Työn tausta | 7 |
| 1.2 Työn tarkoitus ja sisältö | 7 |
| 1.3 Tutkimuksen menetelmät | 8 |
| 2 ERITYISMENETTELY | 9 |
| 2.1 Tausta | 9 |
| 2.2 Tarve ja tavoite | 10 |
| 2.3 Erityismenettelyn piiriin kuuluvien hankkeiden määrittely | 11 |
| 2.4 Toimenpiteet | 14 |
| 3 ERITYISMENETTELYYN JOHTAVA PROSESSI | 17 |
| 3.1 Ennakkoneuvottelut | 18 |
| 3.2 Riskiarvio ja riskianalyysi | 19 |
| 3.3 Päätäminen | 20 |
| 4 ERITYISMENETTELY KORKEASSA RAKENTAMISESSA | 23 |
| 4.1 Korkea rakentaminen | 23 |
| 4.1.1 Tausta | 23 |
| 4.1.2 Korkean rakennuksen määrittäminen | 24 |
| 4.1.3 Korkean rakentamisen erityispiirteet | 25 |
| 4.2 Rakennustapaohjeet ja erityismenettelyn vaatimukset | 40 |
| 4.3 Riskienhallinta | 41 |
| 4.3.1 Riskienhallintatyöryhmä | 43 |
| 4.3.2 Riskienhallintaprosessi ja -menettelyt | 45 |
| 4.3.3 Riskianalyysi | 47 |
| 4.4 Laadunvarmistustoimenpiteet | 51 |
| 4.4.1 Laadunvarmistusselvitys | 53 |
| 4.4.2 Ulkopuolinen tarkastus | 56 |
| 4.4.3 Rakennustyön asiantuntijatarkastus | 66 |
| 4.4.4 Käytön aikainen seuranta | 67 |
| 4.5 Erityismenettelyä tukevat laadunvarmistustoimenpiteet | 68 |

| | |
|--|-----------|
| 4.5.1 Suunnittelun resurssien varmistaminen | 68 |
| 4.5.2 Suunnittelijoiden ja muiden toimijoiden pätevyyden varmistaminen | 69 |
| 4.5.3 Tehostettu tiedonkulku | 71 |
| 5 HAASTATTELUTUTKIMUS | 73 |
| 5.1 Vantaan rakennusvalvonta | 74 |
| 5.1.1 Erityismenettely | 74 |
| 5.1.2 Korkea rakentaminen Vantaalla | 79 |
| 5.2 Turun rakennusvalvonta | 80 |
| 5.3 Helsingin rakennusvalvonta | 82 |
| 5.3.1 Erityismenettely Helsingissä | 82 |
| 5.3.2 Korkea rakentaminen | 87 |
| 6 JOHTOPÄÄTÖKSET | 90 |
| 7 POHDINTA | 93 |
| LÄHTEET | 97 |

LIITTEET

- Liite 1. Erityismenettelyä vaativat erittäin vaativat hankkeet
- Liite 2. PKS-Ravan, Hankkeiden vaativuusluokat
- Liite 3. Erityismenettely Maankäyttö- ja rakennuslaki 2014
- Liite 4. Riskien arviointi
- Liite 5. Erityismenettelyn prosessikaavio
- Liite 6. Ulkopuolisen tarkastuksen tarkempi sisältö
- Liite 7. Kuntien rakennusvalvonnoille esitetyt kysymykset erityismenettelystä ja korkeasta rakentamisesta
- Liite 8. Rakennushankkeiden yleisimmät riskit, tarkastuslistat
- Liite 9. Korkean rakentamisen erityispiirteet
- Liite 10. Riskianalysimallit, työkalut ja prosessit
- Liite 11. Hankkeen osapuolten tehtävät erityismenettelyssä
- Liite 12. Erityismenettelyä tukevat toimenpiteet
- Liite 13. Riskianalyysi Excel.

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

| | |
|----------------------------|--|
| Laatu | Tuotteen, palvelun, tai toiminnan todettu vastaavuus asetettuihin tavoitteisiin ja vaatimuksiin. Laadun toteutuminen koostuu kolmesta vaiheesta: 1. tavoitteiden ja vaatimusten asettaminen, 2. suoritus, jolla asetetut tavoitteet ja vaatimukset on tarkoitus saavuttaa, 3. varmistus, että suoritus vastaa asetettuja tavoitteita. |
| Laadunhallinta | Systemaattinen prosessi, jonka avulla voidaan varmistaa tuotteen tai palvelun vaatimuksenmukaisuus. |
| MRL | Maankäyttö- ja rakennuslaki |
| Riski | Epävarmuuden vaikutus tavoitteisiin. Riski voi olla mahdollisuus tai potentiaalinen ongelma ja uhka menestymiselle. |
| Riskianalyysi | Saatavissa olevan tiedon järjestelmällistä käyttämistä vaarojen tunnistamiseksi sekä ihmisiin, ympäristöön tai omaisuuteen kohdistuvien riskien suuruuden arvioimiseen. Ilman riskianalyysiä riskien arviointi olisi vain sattumanvaraista riskien arvioimista, jolloin siihen olisi vaikeampaa tehdä järjestelmällistä suunnitelmaa, miten nämä riskit hallitaan. Se on riskienhallinnan työkalu, jonka avulla tunnistetaan riskit ja niiden luonne sekä arvioidaan riskien suuruus. Riskianalyysi toimii riskien käsittelyä koskevien päätösten perustana. |
| Riskienarviointi | Hankkeen vaarojen tunnistamista sekä niiden aiheuttamien riskien suuruuden määrittämistä, merkityksen ja todennäköisyyksien arvioimista. |
| Riskienhallinta | Riskienhallinta on koordinoitua toimintaa ja työtä yrityksen tai toiminnan, kuten rakennuksen rakentamisen jatkuvuuden turvaamiseksi. Riskienhallinta on kokonaisnäkemys vaaroista ja toimenpiteistä ja sen tarkoitus on välttää tai minimoida riskien realisoitumista |
| Riskienhallintasuunnitelma | Kirjallinen dokumentti, jossa on kuvattu tunnistetut riskit, niiden seuraukset, luokittelu, toimenpiteet sekä vastuhenkilöt. Riskienhallintasuunnitelmalla pyritään riskien hallintaan, pienentämiseen ja seurantaan. |
| YM | Ympäristöministeriö |

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Rakentaminen muuttuu Suomessakin yhä monimutkaisemmaksi ja vaativammaksi. Suomessa on käynnissä monia erittäin suuria ja vaativia hankkeita, joita ei ole ennen tehty. Käynnistymässä ja suunnitteilla on yhä enemmän erittäin vaativia hankkeita, jotka asettavat alan toimijoille haasteita. Alan toimijoista varsinkin suunnittelu ja työnjohtopuolella on erittäin vähän henkilöitä, joilla on hankkeisiin vaadittavat poikkeuksellisen vaativien hankkeiden pätevyudet. Tämä asettaa haasteita rakennushankkeiden laadunhallinnalle, johon pyritään vastaamaan erityisillä laadunvarmistustoimenpiteillä, kuten erityismenettelyllä.

Korkea rakentaminen luokitellaan erittäin vaativaksi hankkeeksi. Korkea rakentaminen on Suomessa lisääntynyt huomattavasti viimeisen kymmenen vuoden aikana ja sen suosio kasvaa edelleen. Korkean rakentamisen erityispiirteet vaativat poikkeuksellisen vaativan suunnittelupätevyyden lisäksi hyvää ymmärrystä korkeasta rakentamisesta. Korkean rakentaminen on suhteellisen tuore asia Suomessa, joten kokemukset niistä ovat vielä vähäisiä. Tämä tarkoittaa sitä, että on olemassa erityinen riski sille, saavutetaanko näissä hankkeissa laatuvaatimusten mukaiset tavoitteet. Erityinen riski erittäin vaativassa hankkeessa edellyttää erityismenettelyä.

1.2 Työn tarkoitus ja sisältö

Tämä työ on toteutettu Optiplan Oy:lle, ja ohjaajina ovat toimineet rakennesuunnittelun suunnittelujohtaja ja tekninen johtaja. Optiplan Oy:n rakennesuunnittelun tarjouskyselykantaan on tullut viime vuosina yhä enemmän korkean rakentamisen hankkeita. Näiden hankkeiden hallitseminen vaatii hyvän teknisen osaamisen lisäksi myös erityismenettelyn tuomien erityispiirteiden hallitsemisen. Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia ja selvittää mitä erityismenettely on, miten siihen päädytään ja mitä erityispiirteitä se tuo hankkeen suunnittelu- ja toteutusprosessiin rakennesuunnittelun näkökulmasta. Erityismenettelyn vaikutuksia rakennesuunnitteluprosessiin on tutkittu tässä työssä, pääpainona on korkea rakentaminen. Korkea rakentaminen Suomessa kuuluu lähes aina

erityismenettelyn piiriin tai siihen kohdennetaan joitain erityisiä laadunvarmistustoimenpiteitä, jotka lukeutuvat myös erityismenettelyyn.

Työ on suunnattu pääasiassa uudisrakentamisen rakennesuunnitteluun, mutta erityismenettelyä ja korkean rakentamisen erityispiirteitä on käsitelty myös muiden suunnittelualojen osalta tarvittavin määrin. Erityismenettelyn olennainen osa on riskienhallinta ja siihen lukeutuva riskianalyysi, jonka perusteella erityismenettely määräytyy. Riskianalyysin avulla pyritään tunnistamaan rakennushankkeeseen kohdistuvat riskit. Näiden riskien tunnistamiseksi on tunnistettava korkean rakentamisen erityispiirteet, joita on esitetty tässä työssä. Riskienhallinnan osalta työssä on kuvattu riskienhallinnan prosessit, toimenpiteet riskien hallitsemiseksi ja riskienhallintaan osallistuvat henkilöt. Työn avulla pyritään kuvaamaan koko erityismenettelyn prosessi korkean rakentamisen hankkeissa sekä opastamaan rakennushankkeen toimijoita erityismenettelyn prosessin hallinnassa. Erityismenettely on vielä alan toimijoille suhteellisen vieras käsite eikä sen tuomia erityispiirteitä osata tiedostaa tai niiden käytäntöön tuominen on epäselvää.

Työn tavoitteena on saada luotua kokonaiskuva erityismenettelyn prosessista, sen määräytymisestä, tarvittavista toimenpiteistä sekä muista erityispiirteistä, mitä se edellyttää normaaleihin rakennushankeprosesseihin verrattuna. Työn avulla luodaan prosessikaavio, jossa on kuvattuna hankeosapuolten erityismenettelyyn liittyvät tehtävät eri rakennushankkeen vaiheissa. Lisäksi tehdään riskianalyysipohja, jota voidaan jatkossa käyttää suunnittelualan sisäisen riskianalyysin laadinnassa. Korkean rakentamisen osalta tutkitaan erityispiirteitä, jotta niiden kautta voidaan arvioida riskejä ja samalla kasvattaa osaamista sekä pätevyyskykyä korkean rakentamisen osalta. Samalla saadaan parempaa tietoutta siitä, mitä asioita korkeassa rakentamisessa tulee selvittää ja mitä selvityksiä on toimitettava rakennusvalvontaan.

1.3 Tutkimuksen menetelmät

Erityismenettelyn määräytymistä ja prosessia korkeassa rakentamisessa on selvitetty alan kirjallisuudesta ja haastattelemalla alan toimijoita. Erityismenettelyn ja korkean rakentamisen toiveita ja käytännön prosesseja on tutkittu haastattelemalla suurimpien kuntien rakennusvalvontaviranomaisia. Korkean rakentamisen osalta erityispiirteitä ja riskejä on tutkittu myös ulkomaisista kirjallisuuksista ja artikkeleista, sillä kokemukset korkeasta rakentamisesta ovat pidemmällä kuin Suomessa.

2 ERITYISMENETTELY

2.1 Tausta

Rakennusalan yleiset ja hyvän rakentamistavan mukaiset käytännöt yleensä takaavat määräysten mukaisen ja tilaajan laatuvaatimukset täyttävän rakentamisen. Rakentamisen kulttuurimuutoksen ja rakennushankkeiden vaatimusten kasvun myötä, on tullut vastaan myös tilanteita, joissa normaalit rakentamisen käytännöt eivät ole riittäviä. Hankkeen vaativuus ja luonne saattavat antaa rakennushankkeeseen ryhtyvälle sekä viranomaiselle syyä edellyttää normaalista poikkeavia erityisiä laadunvarmistustoimenpiteitä. Tällaisia hankkeita ovat mm. poikkeuksellisen vaativat hankkeet, jotka sisältävät normaalia enemmän turvallisuuteen ja terveellisyyteen liittyviä riskejä. (Åström 2016.)

Vuosituhanen alkupuolella sattui paljon vakavia hallirakennuksien kattosortumia. Näiden seurauksena vuonna 2006 voimaan tullut Ympäristöministeriön Rakennusmääräyskokoelman A1 -osa (Rakentamisen valvonta ja tekninen tarkastus. Määräykset ja ohjeet) sisälsi vaativille kantaville rakenteille suunnattuja erityisiä laadunvarmistustoimenpiteitä, nk. erityismenettelyä. (RIL 2016, 3; Åström 2016.) Erityismenettely on osa hankkeen laadunvarmistusta ja riskienhallintaa, jolla varmistetaan, että rakennushankkeessa tunnistetaan turvallisuuteen ja terveellisyyteen liittyvät riskit sekä niiden toteutumisen estämiseksi tehtävät toimenpiteet. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL julkaisi RIL -kirjasarjassaan rakennus- ja kiinteistöalan keskeisimpien organisaatioiden tilauksesta uuden ohjeen RIL 241-2007 Rakenteellisen turvallisuudenvarmistaminen -Erityismenettelyn soveltamisohje, Rakennusmääräyskokoelman tueksi. (RIL 2016, 13.) Rakennusvalvonnissa huomattiin pian, että erityismenettely on hyvä työkalu laadunvarmistukseen myös muissa osa-alueissa. Rakennusvalvontojen toimesta ja Ympäristöministeriön myötävaikutuksella erityismenettelyä sovellettiin käyttöön laajemmin. (Nousiainen, 2020.) Tämän jälkeen erityismenettelyn laadunvarmistustoimenpiteet päivitettiin ja laajennettiin. Aiemmin vuodesta 2006 asti asetustasolla olleet laadunvarmistustoimenpiteet nostettiin lakiselle 1.9.2014, kun Maankäyttö – ja rakennuslaissa astui voimaan uusi pykälä 150 d§ Erityismenettely. (MRL 2014; RIL 2016, 3-4; Åström 2016.)

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL julkaisi päivitetyn ohjeistuksen v. 2016 RIL 241-2016 Erityismenettelyn soveltaminen – rakennuksen turvallisuus, terveellisyys ja kulttuurihistorialliset arvot. Tämä ohjeistus laajensi erityismenettelyä aiemman rakenteellisen

turvallisuuden lisäksi myös paloturvallisuuteen, rakennusfysikaaliseen toimivuuteen, terveellisyteen sekä kulttuurihistoriallisten arvojen säilyttämiseksi vaativissa korjaushankkeissa. (Åström 2016.) Laajentamisen tarkoituksena on ollut osittain vastata tuona aikana vallinneeseen keskusteluun rakennusten terveellisyydestä, johon nyt uusi kirja antaa ohjeistuksia tämän varmistamiseksi. Ainoana katveeseen jäävinä osa-alueina on koettu jäävän rakennuksen käyttöturvallisuus sekä esteettömyys (Jääskeläinen 2017). RIL 241-2016 kirja toimii apuna erityismenettelyä vaativien kohteiden, sekä niiden vaatimien toimenpiteiden määrittämisessä. Se on suunnattu suunnittelijoiden lisäksi myös muille rakennushankkeissa toimiville tahoille, kuten rakennushankkeeseen ryhtyvälle, viranomaiselle sekä työnjohtajille (Knuutila 2016).

2.2 Tarve ja tavoite

Maankäyttö- ja rakennuslaki 150§ määrittelee erityismenettelyä edellyttäväksi erittäin vaativissa uudisrakennus- ja korjaushankkeissa, jos kohteeseen liittyy erityinen riski siitä, että rakenteellisen turvallisuuden, paloturvallisuuden, terveellisyyden tai rakennusfysikaalisen toimivuuden vaatimuksia ei täytetä tai, että kulttuurihistoriallisia arvoja menetetään. Rakennusvalvontaviranomainen määrittää erityismenettelyä koskevassa päätöksessään menettelyn laajuudesta ja kohdistumisesta sekä vaadittavista toimenpiteistä. Viranomaisen voi myös erityismenettelyä koskevassa päätöksessään määrätä rakennushankkeeseen ryhtyvän ja rakennuksen omistajan seuraamaan 117a-117g § mukaisien olennaisten teknisten vaatimusten toteutumista erityismenettelyn kohteena olevien rakenteiden osalta rakennuksen käytön aikana. Erityismenettelyä voi rakennusvalvontaviranomainen määrätä rakennusluvassa, aloituskokouksessa tai erityisestä syystä rakennustyön aikana. (MRL 2014.)

Erityismenettely voi olla rajattua kohdistuen vain johonkin tiettyyn suunnittelualaan ja/tai rakennusosaan tai se voi olla laaja-alainen, jolloin se kohdentuu koko rakennukseen ja kaikkiin suunnittelualoihin. Tällainen hanke on esimerkiksi korkea rakentaminen. Rakennusvalvontaviranomainen voi edellyttää erityismenettelyn toimenpiteitä myös erillisinä laadunvarmistustoimenpiteinä kaikissa hankkeissa vaativuudesta riippumatta, mikäli halutaan varmistaa, että lain edellyttämät turvallisuuden ja terveellisyyden vaatimukset täyttyvät. Kyseessä ei ole tällöin lainmukainen erityismenettely, vaikka toimenpide onkin sama. Vaadittavat toimenpiteet ja niiden kohdistumiset vaihtelevat kunnittain, joten onkin tärkeää tässä työssä selvittää niiden kuntien toimintatavat, joiden rakennusvalvontojen

kanssa yleisesti toimitaan. Myöhemmässä vaiheessa tätä työtä on esitetty muutamien kuntien tulkinnat erityismenettelystä sekä hankkeista, joihin voi kohdistua erityismenettelyn mukaisia laadunvarmistustoimenpiteitä, vaikka kohde ei suoranaisesti kuuluisikaan erityismenettelyn piiriin. Erityismenettelyn piiriin kuuluvat kohteet sekä niiden tyypillisimmät piirteet on esitetty seuraavassa kappaleessa 2.3.

Erityismenettelyn laadunvarmistustoimenpiteitä on hyvä suosia myös tavanomaisissa hankkeissa, jos halutaan varmistua hyvästä rakentamisen laadusta. Tällaisia hankkeita ovat esimerkiksi home- ja kosteusvaurioituneiden rakennusten korjaaminen. (Knuutila 2017.) Rakennushankkeeseen ryhtyvä voi myös itse päättää erityismenettelyn edellyttämisestä laadunvarmistustoimenpiteenä, vaikka viranomainen ei sitä vaatisikaan. Tällä voidaan haluta varmistua siitä, että asetetut laatutavoitteet saavutetaan (Henkilökohtainen tiedonanto).

Erityismenettely on osa hankkeen laadunvarmistusta sekä riskienhallintaa. Sen tavoitteena on varmistaa rakentamisen hyvä laatu ja kiinnittää huomiota vaativien hankkeiden riskeihin jo hyvissä ajoin, jotta ongelmat voitaisiin ehkäistä ennen rakentamisvaihetta. Erityismenettelyssä määritetyillä laadunvarmistustoimenpiteillä varmistetaan riittävän asiantuntijuuden käyttö, estetään resurssien ja tiedon puutteesta sekä inhimillisistä erehdyksistä johtuvia virheitä. Toimenpiteillä ei ole tarkoitus kyseenalaistaa hankkeessa olevien osapuolten ammattitaitoa vaan tarkoitus on huolehtia, että kaikki osaaminen käytetään, eikä edellä mainituiden syiden takia joitakin tärkeitä asioita jäisi huomiotta. (RIL 2016, 13.) Hankkeen osapuolien tehtäviä on kuvattu liitteessä 11.

2.3 Erityismenettelyn piiriin kuuluvien hankkeiden määrittely

Erityismenettelyn piiriin kuuluvat MRL:n (2014) mukaan erittäin vaativat hankkeet, joissa on johonkin soveltamisalaan, rakenteelliseen turvallisuuteen, paloturvallisuuteen, terveellisyteen, rakennusfysikaalinen toimivuuteen ja kulttuurihistoriallisiin arvoihin liittyvä erityinen riski. Erittäin vaativina voidaan pitää hankkeita, jotka kuuluvat seuraamusluokkaan CC3a tai CC3b ja joiden suunnittelu- ja työjohtotehtävät kuuluvat poikkeuksellisen vaativaan vaatimustasoon tai lähelle sitä, kuten vaativa + (V+). (RIL 2016, 15, 39-40, 57.) Poikkeuksellisen vaativan vaatimuksluokan hankkeiden määrittely on annettu mm. Ympäristöministeriön ohje (YM1/601/2015) rakentamisen suunnittelutehtävien vaatimuksluokista -ohjeistuksessa. Yleisesti voidaan ajatella, että hanke on erittäin vaativa, mikäli sen ominaisuuksista johtuen on olemassa erittäin suuria riskejä tai

suuronnettomuuden vaara. Tällaisia erittäin vaativia hankkeita yleisesti ovat RIL 241-2016 (2016, 15) ja Ympäristöministeriön ohjeen mukaan:

- poikkeuksellisen korkeat arkkitehtoniset, tekniset tai toiminnalliset vaatimukset sisältävät hankkeet, esimerkiksi sairaalat ja korkeat rakennukset
- rakennus, joka on suojeltu tai suunnitellaan suojeltuun tai muutoin kaupunkikuvallisesti, kulttuurihistoriallisesti tai maisemallisesti arvokkaaseen ympäristöön
- hankkeen laajuus edellyttää, rakennuttamiseen, organisoimiseen sekä toteutusmuotoihin liittyvää erityisosaamista
- kohteeseen käytetään sen luonteeseen nähden normaalia suurempia riskejä sisältäviä ratkaisuja, kuten uusia ja kokemusta vailla olevia ratkaisuja
- suunnittelu edellyttää uusien tai muutoin erittäin vaativien suunnittelu-, laskenta- tai mitoitusten menetelmien käyttöä
- suunniteltavan rakennuksen mahdollisesta vauriosta tai sortumisesta voi aiheutua suuronnettomuus ja vakavia henkilö- tai omaisuusvahinkoja
- kohteen rakentamiseen liittyy vaikeat rakentamisolosuhteet
- kohteen ylläpitoon ja huoltoon liittyy normaalista poikkeavia tai vaativia toimenpiteitä tai olosuhteita.

Hankkeiden kuulumista erityismenettelyn piiriin ei voida niiden erilaisuuksien vuoksi tarkkaan määrittellä. Erittäin vaativa hanke vaatii erityismenettelyn vaatimuksen perusteena olevan erityisen riskin, jonka määrittämiseen vaikuttaa moni asia, kuten hankkeen suunnittelu- ja toteutusorganisaation osaaminen ja kokemus, kohteen tyyppi ja monimuotoisuus sekä rakennusympäristö. (Haastateltava 1 2020.) MRL (2014) ja Ympäristöministeriön asetukset sekä ohjeistukset (YM5/601/2015) eivät anna suoria vastauksia erityisille riskeille, eikä sitä kautta myöskään erityismenettelyn piiriin kuulumiselle. Tämän erityisen riskin määrittely onkin enemmän tulkintaa ja sen vuoksi erityismenettelyn tarvetta tulisi miettiä jokaisen hankkeen kohdalla erikseen. Yleissääntönä erityismenettelyn määrittämisestä voidaan pitää sitä, että mikäli hankkeen riskit tiedostetaan, kuten haastava rakennuksen stabiliteetti ja jäykistys, hanke ei välttämättä ole erityismenettelyn piirissä. Eli silloin, kun ei ole yleisesti varmuutta jonkin tietyn rakenneratkaisun tai -osan toimivuudesta eikä varsinaista erityistä riskiä ole. Tällöin vain näille riskeille määritetään jokin erityisistä laadunvarmistustoimenpiteistä, kuten ulkopuolinen tarkastus. Silloin, kun hanke on erityinen, eikä sen kaikkia riskejä tunnisteta ja siten on syytä epäillä, ettei toimivuuden vaatimuksia saavuteta, on syytä laatia riskianalyysi ja antaa sen pohjalta erityismenettelyä koskeva päätös. (Haastateltava 1 2020.)

Erityismenettelyn piiriin kuuluva hanke määritellään pääasiassa hankkeen alkuvaiheessa suoritettavan riskiarvion perusteella, jonka laatii kohteen vastaava erityissuunnittelija. Riskiarvion pohjalta saadaan luokiteltua kohteelle seuraamusluokka ja vaativuusluokka. (RIL 2016, 13-17.) Riskiarviota on kuitenkin tarpeetonta tehdä, mikäli kohde selvästi kuuluu erittäin vaativaan hankkeeseen. Tällöin kyseeseen tulee riskianalyysi, joka on riskiarviota laajempi riskienhallinnan työkalu. Riskiarvio ja sen luominen on tarkemmin käsitelty riskiarvio kappaleessa 3.2. Riskianalyysiä on käsitelty kappaleessa 4.3.3.

Hankkeen erityismenettelyn määrittämisen lähtökohtana on, että rakennushankkeeseen ryhtyvän tulisi itse suunnittelijoidensa kanssa määrittää hankkeen vaativuus ja siihen liittyvät kriittiset riskit. Mikäli hankkeen vaativuus ja siihen liittyvät riskit vaativat, voidaan hankkeeseen kohdistaa erityisiä laadunvarmistustoimenpiteitä tai määrittää hanke kokonaan (laaja-alainen) tai vain jokin osa siitä erityismenettelyyn (rajattu erityismenettely). Rakennusvalvontaviranomainen tekee kuitenkin lopullisen päätöksen erityismenettelystä luovutettujen aineistojen, kuten riskiarvion tai -analyysin avulla. (Haastateltava 1 2020.) Rakennushankkeeseen ryhtyvä voi kuitenkin varautua erityismenettelyyn, mikäli kohde kuuluu poikkeuksellisen vaativaan -vaativuusluokkaan tai on jokin seuraavista:

- Korkea rakennus (YM 2015a asetuksen/ohjeistuksen mukaan yli 12 krs. Pääkaupunki yli 16 krs.). Korkeat rakennukset sisältävät vaativia rakenteita ja kuormituksia sekä suuren määrän ihmisiä.
- urheiluhallit ja -katsomot, konsertti- ja kokousrakennukset, kauppahallit ja muut vastaavat rakennukset. Tilat sisältävät vaativia rakenteita ja suuren määrän ihmisiä.
- uimahallit ja kylpylät. Sisältävät suuria ja vaativia rakenteita, haasteelliset kosteusolosuhteet sekä paljon ihmisiä.
- suuret teollisuuskiinteistöt. Sisältävät suuria ja vaativa rakenteita, haasteelliset ympäristöolosuhteet sekä suuri taloudellinen arvo.
- suuret maatalousrakennukset. Sisältävät suuria jännevälejä, haasteelliset runkoryypit sekä toteutusmuoto. (RIL 2016, 42.)

Edellä mainitut hankkeet tulevat mitä todennäköisemmin kuulumaan erityismenettelyn piiriin tai niihin kohdistetaan erikseen joitakin erityisiä laadunvarmistustoimenpiteitä. Alla on RIL 241-2016 (2016, 42) mukainen taulukko, johon on annettu esimerkkejä rakennustyypeittäin kohdistettuja toimenpiteitä. Kunnilla on myös erilaiset tavat määrittää hankkeen kuulumisen erityismenettelyn piiriin ja tätä käsitellään luvussa 5.

| | Urheiluhallit, konsertti- ja kokousrakennukset, kauppahallit, muut vastaavat yleisötilat | Korkeat rakennukset (yli 12 krs) | Urheilu- ym. katsomot | Uimahallit, kylpylät | Suuret teollisuuskiinteistöt | Suuret maatalousrakennukset | Rakennus, joka sisältää uudentyyppisiä, riskialttaita tai muuten vaativia rakenteita |
|---|--|----------------------------------|-----------------------|----------------------|------------------------------|-----------------------------|--|
| Riski-arvio | xxx | xxx | xxx | xxx | xxx | xxx | xxx |
| Riskianalyysi | xxx | xxx | xxx | xxx | xxx | xxx | xxx |
| Laadunvarmistusselvitys | xxx | xxx | xxx | xxx | xx | xx | xx |
| Rakennesuunnitelmien ulkopuolinen tarkastus | xxx | xxx | xxx | xxx | xx | xx | xxx |
| Rakennustyön ulkopuolinen tarkastus | xxx | xxx | xxx | xx | xx | xx | xx |
| Rakennustyön suunnitelmamukaisuuden asiantuntijatarkastus | xx | xx | xx | xx | xx | xx | xxx |
| Tehostettu käytönaikainen seuranta ja huolto | xxx | xxx | xxx | xxx | xx | xx | xx |
| Rakennesuunnittelun resurssien varmistaminen | xxx | xxx | xxx | xxx | xxx | xxx | xxx |
| Toimijoiden pätevyyden varmistaminen | xxx | xxx | xxx | xxx | xxx | xxx | xx |
| Työmaatoteutuksen laadunvarmistus | xxx | xxx | xxx | xx | x | x | xx |
| Valmisosatutannon laadunvarmistus | xx | xx | xx | xx | xx | xx | xx |
| Tehostettu hankkeen tiedonkulku | xx | xx | xx | xx | x | x | xx |

Kuva 1. Erityismenettelyn piiriin usein kuuluvat rakennukset ja suositeltavat toimenpiteet. (xxx= pääsääntöisesti, xx= usein käytettävä toimenpide, x= mahdollinen toimenpide) (RIL 2016, 42).

Liitteessä 1. on esitetty lisää kohdetyypeittäin tyypillisimpiä erityismenettelyn piiriin kuuluvia hankkeita.

2.4 Toimenpiteet

Erityismenettelyyn päädyttäessä, viranomaisen määrittelee sille käytettävät toimenpiteet. Toimenpiteet ovat käytännössä sovellettavissa kaikilla erityismenettelyn tarkastelun kohteina olevilla osa-alueilla eli rakenteellinen turvallisuus, paloturvallisuus, rakennusfysikaalinen toiminta, terveellisyys ja kulttuurihistorialliset arvot, mutta osa-alueittain voi olla pieniä lisäyksiä ja tarkennuksia. Käytettävät toimenpiteet on ilmoitettu Maankäyttö- ja rakennuslaissa (2014) ja niitä ovat:

- MRL 121a § mukainen laadunvarmistusselvitys, jonka tarkoitus on kuvata hankkeen olennaiset toimenpiteet laadukkaan lopputuloksen ja teknisten vaatimusten täyttämiseksi. Laadunvarmistusselvitys käsittää niin suunnittelun kuin toteutuksen.

- MRL 150b § mukainen rakennustyön asiantuntijatarkastus, jolla varmistetaan suunnitelmien mukainen toteutus ja jonka tarkoitus on myös täydentää rakennustyön aikaista viranomaisvalvontaa.
- MRL 150c § mukainen ulkopuolinen tarkastus, joka voi kohdistua erityissuunnitelmien, rakennustyön ja rakennusosien valmistukseen ja/tai niiden asennukseen. (MRL 2014; RIL 2016, 13-14,61,78-79.)

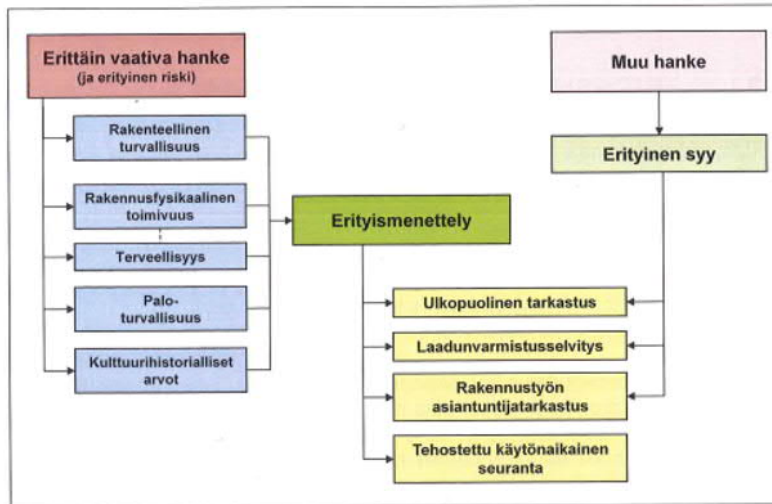
Näiden lisäksi erityismenettelyn erityisenä laadunvarmistustoimenpiteenä, rakennusvalvontaviranomainen voi määrätä tehostettua käytönaikaista seurantaa MRL:n 117a – 117g § mukaisten olennaisten teknisten vaatimusten toteutumista erityismenettelyn kohteena olevien rakenteiden tai rakennuksen ominaisuuksien osalta (MRL 2014). Lain ulkopuolelta voidaan edellyttää myös suunnittelijoiden ja työnjohtajien pätevyyksien ja resurssien erityistä varmistamista sekä tehostettua tiedonkulkua (RIL 2016, 33-36).

Erityismenettelyn ja laadunvarmistuksen olennainen osa on riskienhallinta. Erityismenettelyn toimenpiteisiin kuuluu täten myös laadunhallintaselvitykseen sisältyvä riskianalyysi, joka on riskiarviota laajempi riskienhallintatyökalu. (Helsinki 2018.) Riskianalyysin pohjalta rakennushankkeeseen ryhtyvä voi itse palkkaamiensa asiantuntijoiden avulla arvioida hankkeen laadunhallintaa ja tarvittaessa määrittää toimenpiteiksi edellä mainittuja erityisiä laadunvarmistustoimenpiteitä. Nämä omaehtoiset toimenpiteet on hyvä esittää viranomaiselle jo ennakkoneuvotteluissa. (Haastateltava 1 2020.) Korkean rakentamisen projekteissa riskianalyysi ja ulkopuolinen tarkastus ovat erityismenettelyn minimivaatimuksia (Helsinki 2018).

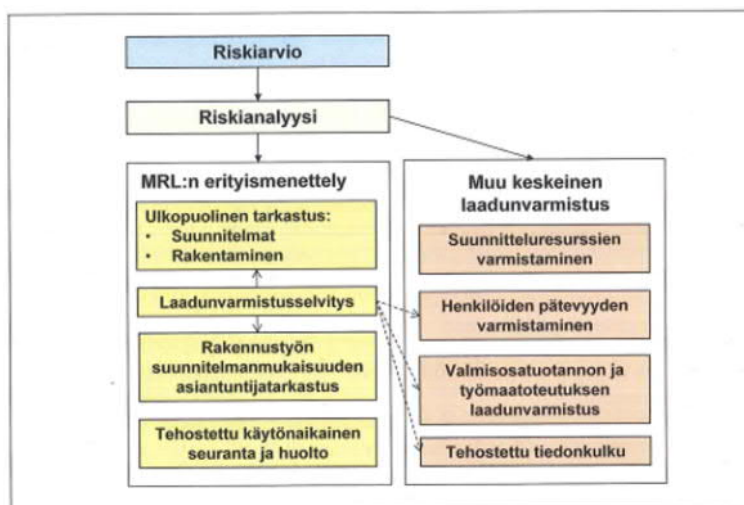
Toimenpiteiden laajuus vaihtelee kohdekohtaisesti ja ne voi kohdistua koko hankkeeseen tai vai sen johonkin tiettyyn osaan. Viranomainen voi myös edellyttää toimenpiteitä erikseen ja käytännössä kaikkiin hankkeisiin, vaikka hanke ei varsinaisesti täytä erittäin vaativan hankkeen vaatimuksia. Tällaisia hankkeita voi olla esimerkiksi rakennuksen haasteellinen muoto, stabiliteetti tai korkea kosteusriski. Myös jotkin uudet rakennejärjestelmät tai rakennusmateriaalit, sekä poikkeava tuotesatoimitus voivat johtaa erityisten laadunvarmistustoimenpiteiden käyttöön. Tällöin kyseessä kuitenkin ei ole lainmukainen erityismenettely ja näitä erityisiä laadunvarmistustoimenpiteitä käytetään, mikäli halutaan varmistaa hyvän laadun toteutuminen. (RIL 2016, 14.)

Erityismenettelyn toteutumista seurataan koko rakennushankkeen rakentamisen ajan ja jokaisen hankkeen osapuolen tulisi huolehtia erityismenettelyn toimenpiteiden toteutumisesta omalta osaltaan. Kohteen vastuulliset erityissuunnittelijat toimivat yleensä

rakennusvaiheiden tarkastuksen vastuuhenkilöinä, ellei tätä ole päätetty antaa ulkopuolisen tarkastajan tehtäväksi. (YM 2015b, 37.) Eryitysmenettelyn erityisiä laadunvarmistustoimenpiteitä ja niitä tukevia toimenpiteitä on käsitelty syvällisemmin kappaleessa 4.4.



Kuva 2. Eryitysmenettelyn soveltamisalat ja niihin kohdentuvat toimenpiteet (RIL 2016, 14).

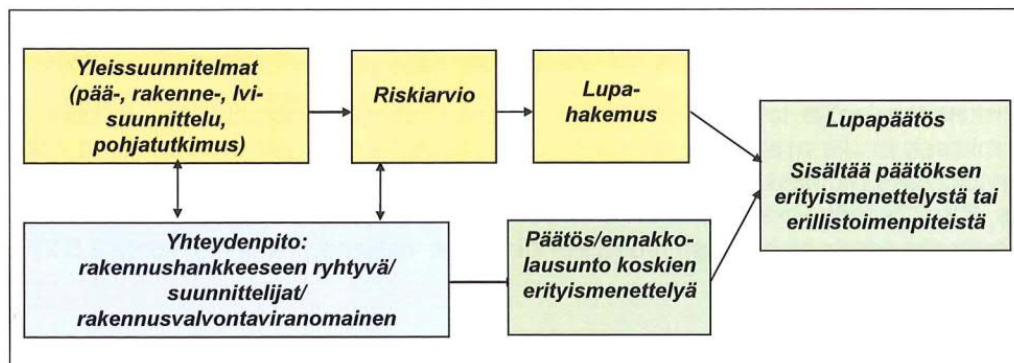


Kuva 3. Eryitysmenettelyn keskeiset laadunvarmistustoimenpiteet (RIL 2016, 22).

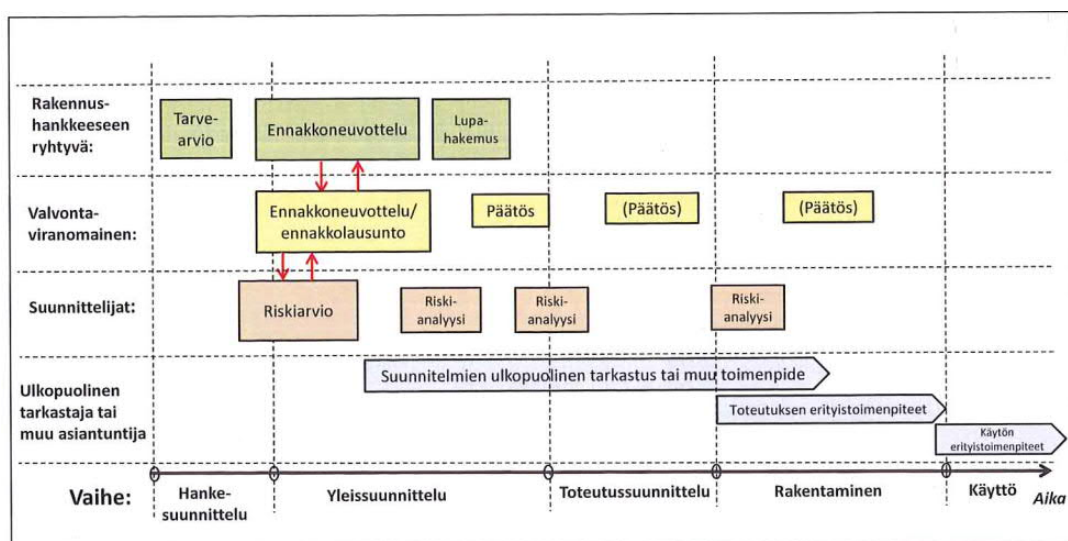
3 ERITYISMENETTELYYN JOHTAVA PROSESSI

Tässä luvussa käsitellään ja kuvataan erityismenettelyyn johtava prosessi. Seuraavassa luvussa on käsitelty rakennushankkeen eteneminen ja suunnitteluprosessi erityismenettelyn käyttöönoton jälkeen korkeassa rakentamisessa. Koko prosessi on kuvattu liitteessä 5 olevalla prosessikaaviolla.

Kunnilla voi olla hieman erilaisia tai yhteisiä menettelytapoja erityismenettelyyn liittyen, joten hankkeen osapuolien on hyvä tutustua näihin ennakkoon. Tässä luvussa esitellään prosessi RIL241- 2016 ohjeistuksen mukaisesti, jota täydennetään kuntien rakennusvalvontojen tarkennuksilla ja lisäyksillä. Luvussa 5 esitellään haastattelujen perusteella tehdyt eri kuntien rakennusvalvontojen menettelytavat.



Kuva 4. Erityismenettelyn määräytymisen prosessi (RIL 2016, 19).



Kuva 5. Erityismenettelyn vaiheet ja prosessi (RIL 2016, 18).

3.1 Ennakkoneuvottelut

Hankkeen alkuvaiheessa rakennushankkeeseen ryhtyvän tulee selvittää, ns. ennakkoneuvotteluissa, asiantuntijoidensa ja kunnan rakennusvalvontaviranomaisten kanssa yhteistyössä, kuuluuko hanke MRL:n mukaiseen erityismenettelyn piiriin ja millaisia erityismenettelyn toimenpiteitä hankkeen luonteeseen liittyen tarvitaan. Samalla käydään läpi erityismenettelyä koskevat määräykset ja niiden tarkoitus. Ennakkoneuvottelut pidetään siinä vaiheessa, kun hankkeesta on olemassa luonnosvaiheen suunnitelmat ja kohteeseen on nimetty vähintään pääsuunnittelija, rakennussuunnittelija ja rakennesuunnittelija. Lisäksi neuvotteluita varten on oltava tehtynä alustava riskiarvio. (RIL 2016, 18-19; Åström 2016.)

Ennakkoneuvottelun sujuvuutta auttaa se, jos rakennushankkeeseen ryhtyvä on itse perehtynyt suunnittelijoidensa avulla hankkeen luonteeseen ja tunnistanut mahdolliset riskit ja niiden hallintaan tarvittavat toimenpiteet riskiarvion tai -analyysin kautta. Tämä olisi suotavaa. Rakennusvalvontojen toive ja tavoite on, että he eivät joutuisi erityismenettelyn kohdentamisesta määräämään vaan rakennushankkeeseen ryhtyvä itse esittäisi tarpeen, sillä muutoin voi olla jo myöhäistä huomioida tarvittavat toimenpiteet (Haastateltava 1 2020; Nousiainen 2020). Rakennusvalvontaviranomainen voi päättää erityismenettelyn käytöstä tai edellyttää joitakin erityistoimenpiteitä hankkeelle, vaikka rakennushankkeeseen ryhtyvä ja hänen suunnittelijansa eivät sitä kokisikaan tarpeelliseksi. Tarve erityismenettelylle tehdään riskiarvion ja mahdollisten muiden suunnitelmien perusteella. (YM 2015b, 37.)

Ennakkoneuvottelujen lopputulemana on mahdollinen rakennusvalvontaviranomaisen ennakkolausunto erityismenettelyn tarpeesta, mikäli se todetaan neuvottelujen perusteella tarpeelliseksi. Tämä olisi suotavaa, sillä rakennusvalvontaviranomaisella on tällöin mahdollisuus vaikuttaa hankkeen hyvään laatuun jo etukäteen. Samalla myös hankkeen muut osapuolet voivat ryhtyä tarvittaviin toimenpiteisiin ennen varsinaista rakennuslupaa, joka sujuvoittaa hankkeen etenemistä. Varsinainen päätös erityismenettelylle voidaan antaa vasta rakennusluvassa, aloituskokouksessa tai erityisestä syystä rakentamisen aikana. (RIL 2016, 21.) Erityismenettelyn tarpeellisuuden toteamisen jälkeen, riskiarviota laajennetaan riskianalyysiksi.

Kunnissa tehtyjen haastattelujen perusteella, ennakkoneuvotteluissa tulisi olla tehtynä myös rakennesuunnittelijan Rakenteiden suunnittelun ja toteutuksen perusteet-

asiakirja, joka toimii rakennesuunnittelun osalta lähtötietona erityismenettelyn arvioimiselle. Sen avulla käydään läpi rakennejärjestelmä, mitoitusperiaatteet, kuormitukset, stabiiliteetti, keskeiset liitokset, rakennuspaikan pohja- ja muut olosuhteet. Varsinainen rakenteellisen turvallisuuden riskiarvio toimii tätä tukevana dokumenttina. (Haastateltava 2 2020.)

Ennakkoneuvotteluja ennen voidaan tehdä myös ennakkoselvitys kuntien rakennusvalvontaviranomaisien kanssa, jotta osataan varautua mahdollisiin lisätoimiin jo ennen suunnittelu- tai urakkatarjouspyyntöjä sekä –tarjouksia. Erityismenettelyn toimenpiteet vaativat paljon resursseja, niin rakennushankkeeseen ryhtyvältä, suunnittelijoilta kuin urakoitsijoilta. Tämän vuoksi mahdolliset ennakoitavissa olevat toimenpiteet olisi hyvä olla tiedossa, jotta ne osataan ottaa huomioon niin henkilö- kuin myös taloudellisissa resursseissa. (Haastateltava 1 2020).

3.2 Riskiarvio ja riskianalyysi

Riskiarvio on rakennusvalvontaviranomaisen pyynnöstä tai oma-aloitteisesti luonnos- tai viimeistään yleissuunnitteluvaiheessa laadittava dokumentti, jonka tarkoituksena on selvittää hankkeen osapuolille sen riskit ja kuulumisen erityismenettelyn piiriin. Lisäksi sen tarkoitus on ottaa kantaa, onko hankkeessa jokin muu syy käyttää erityismenettelyyn kuuluvia toimenpiteitä ja tarvittaessa ehdottaa niitä. Riskiarvion lähtötietoina ovat hankkeen alustavat yleissuunnitelmat tai vähintään luonnostasoiset suunnitelmat sekä viranomaisohjeet. Riskiarviolla arvioidaan hankkeen suunnittelun, työn, käytön, ylläpidon ja ympäristön vaativuutta, pätevyyskä, vahinkoseuraamuksia sekä riskitasoa. Alustavan riskiarvion laadinnasta vastaa hankkeen suunnittelualojen erityissuunnittelijat, yleensä vastaava rakennesuunnittelija, ja se voi koskea rakennuksen rakenteellista turvallisuutta, paloteknistä turvallisuutta, rakennusfysikaalisia ja/tai terveellisyteen liittyviä ominaisuuksia. Laadintaan osallistuu tarvittaessa myös rakennushankkeeseen ryhtyvä, pääsuunnittelija sekä mahdollinen loppukäyttäjä. Riskiarvio toimitetaan ennakkoneuvotteluissa tai viimeistään lupavaiheessa rakennusvalvontaviranomaiselle sekä tarvittaessa muille hankkeen osapuolille sovitulla laajuudella. Riskiarvio auttaa rakennusvalvontaviranomaista ottamaan kantaa erityismenettelyn tarpeeseen. (RIL 2016, 19-20.)

Riskiarvio on aina tehtävä hankkeissa, joita voidaan pitää MRL:n mukaan selkeästi erittäin vaativina tai lähellä sitä tasoa, ja joihin voi kohdistua mahdollisesti erityisiä riskejä. Hankkeen erityisominaisuudet tai toteutuksen organisointi teknisestä vaativuudesta

riippumatta voivat olla myös syitä riskiarvion laatimiselle. (RIL 2016, 20.) Tällaisia voi olla esimerkiksi hankkeen haastava aikataulu tai kokematon urakoitsija. Riskiarvion laatimisen tarpeelle voi olla kuntakohtaisia käytäntöjä ja ne olisi hyvä varmistaa hyvissä ajoin rakennusvalvonnasta.

Riskiarvio laaditaan esimerkiksi RIL:n tekemään riskiarvio pohjaan. Riskiarvioon kuvataan kohteen koko ja käyttötarkoitus, hankkeen organisaatio, valittu rakennejärjestelmä ja rakenteet, vahinkoseuraamusten taso ja luonne, hankkeen vaativuus kyseisen suunnittelualan näkökulmasta sekä laatijan näkemys erityismenettelyn tarpeesta ja toimenpiteistä. (RIL 2016, 20.) Riskiarviopohjat ja arviointi on kuvattu tarkemmin liitteessä 4.

Hankkeen kuuluessa selvästi erityismenettelyn piiriin, kuten esimerkiksi poikkeuksellisen vaativaan luokkaan kuuluva yli 16 kerroksinen korkea rakennus, ei riskiarvio tuota lisäarvoa. Tällöin olisi suotavaa käynnistää riskianalyysi jo heti hankkeen varhaisessa vaiheessa, jotta riskit tunnistetaan ja erityismenettelyn toimenpiteet voidaan kohdentaa oikeisiin paikkoihin. Riskianalyysi toimii erityismenettelyn päätöksenteon tukena ja sen pohjalta arvioidaan tarvittavat toimenpiteet ja niiden laajuus. (RIL 2016, 20.) Riskianalyysi on riskienhallinnan prosessi, jonka avulla pyritään ennustamaan hankkeen mahdolliset riskit, niiden seuraukset sekä mahdolliset toimenpiteet (Perry & Thompson 2003, 4).

Riskiarvio ja riskianalyysi ovat kaksi erillistä työvaihetta riskienhallinnassa. Riskianalyysi on laajempi kokonaisuus kuin riskiarvio. Riskianalyysin ja -arvion olennainen ero on se, että riskiarvio on vain kertaalleen tehty arvio rakennushankkeen riskeistä ja hankkeen vaativuudesta, kun taas riskianalyysi on syvällisempi analyysi ja koko rakennushankkeen aikana päivittyvä riskienhallinnan työkalu. Riskianalyysin avulla saadaan perusta päätöksille, miten riskejä käsitellään, sekä laadittua riskienhallintasuunnitelma, jonka avulla erilaisilla kohdennetuilla toimenpiteillä voidaan ennaltaehkäistä riskien esiintymisen. Riskianalyysin lähtökohtana on laadittu riskiarvio. (RIL 2016, 22-23, 115.) Riskianalyysi on kuvattu tarkemmin kappaleessa 4.3.3.

3.3 Päättäminen

Rakennusvalvontaviranomainen tekee päätöksen erityismenettelyn käytöstä ennako-neuvottelujen, riskiarvioiden tai mahdollisen riskianalyysin sisältämien tietojen perusteella. Rakennusvalvontaviranomaisella on viimekädessä päätösvalta erityismenettelyn ja sen toimenpiteiden käytöstä, joten hän voi päättää erityismenettelyn käytöstä, vaikka

riskiarvion tai -analyysin ehdotus ei sitä sisältäisikään. Viranomaisen tulee antaa päätöksensä rakennushankkeeseen ryhtyvälle erillispäätöksenä tai rakennusluvan yhteydessä. Hän voi määrätä erityismenettelyn käytöstä myös aloituskokouksessa tai erityisen syyn takia rakennustöiden aikana. Suositeltavaa on kuitenkin antaa päätös tai ennakkolausunto jo ennen lupavaihetta, jotta tarvittavat toimenpiteet saadaan aloitettua riittävän ajoissa. Mikäli hanke katsotaan olevan erityisen vaativa tai sisältävän erityisiä riskejä, määritetään hanke erityismenettelyn piiriin kuuluvaksi. Viranomainen voi katsoa tarpeen itsenäisesti tai yhdessä rakennushankkeeseen ryhtyvän kanssa tämän sitä ehdottaessa ja määrätä hankkeen laadunvarmistukseksi erityismenettelyn. Tällöin ennakkopäätökseen ja myöhemmin rakennuslupaan kirjataan erityismenettelyn edellytys määräykseksi ja kyseessä on lainmukainen erityismenettely. Rakennusvalvontaviranomaisen tulee erityismenettelystä koskevassa päätöksessään ja myöhemmin rakennusluvassa määritellä erityismenettelyn kohdistumisesta, laajuudesta sekä käytettävistä toimenpiteistä, jotka on kuvattu kappaleessa 4.4. Rakennusvalvontaviranomainen voi päätöksessään edellyttää näitä erityisiä laadunvarmistustoimenpiteitä myös erillisinä toimenpiteinä, vaikka kohdetta ei määrättäisikään erityismenettelyn piiriin kuuluvaksi (RIL 2016, 21). Tällaisissa kohteissa hankkeen riskit ja tarvittavat toimenpiteet niiden estämiseksi ovat tiedossa eikä lainmukaiselle erityismenettelypäätökselle ole tarvetta. Lainmukaisena edellytyksenä on vain nämä asetetut erilliset erityiset laadunvarmistustoimenpiteet §121a, 150b, 150c. (MRL 2014.)

Kuten ennakkoneuvottelu kappaleessa mainittiin, rakennusvalvontaviranomaisen toiveena on, että rakennushankkeeseen ryhtyvä on itse suunnitteluryhmänsä avustuksella tunnistanut hankkeen kriittisimmät riskit ja ehdottanut niille tarpeelliset toimenpiteet. Tämä tekee viranomaisen arvioinnin helpommaksi, eikä mahdollinen päätös erityismenettelystä aiheuta rakennushankkeeseen ryhtyvälle pahaa mieltä. Monessa mielessä ollaan myös myöhässä erityismenettelyn toimenpiteiden hyödyntämisessä, jos päätös niiden käyttämisestä tulee vasta lupapäätöksessä. (Haastateltava 1 2020.)

Hankkeissa, joissa rakennushankkeeseen ryhtyvä on itse asettanut hankkeen erityismenettelyyn, mutta viranomainen ei sitä katso tarpeelliseksi, ei hanketta välttämättä määrätä erityismenettelyyn. Tällöin lupaan jätetään kirjaamatta erityismenettely tai se voidaan kirjata lupatekstiin rakennuttajan laadunvarmistustoimenpiteeksi, mutta ei lupamääräykseksi. Tällöin kyse ei ole lainmukaisesta erityismenettelystä, ja hanke etenee lainpuitteissa normaaliin tapaan, mutta toimenpiteet tehdään rakennushankkeeseen ryhtyvälle hänen asettamien toimenpiteiden mukaisesti. Rakennushankkeeseen ryhtyvän

laadunvarmistustoimenpiteet kirjataan aloituskokouspöytäkirjaan. Rakennusvalvontaviranomainen voi tarvittaessa pyytää nähtäväksi näitä laadunvarmistustoimenpiteiden dokumentteja, kuten ulkopuolisen tarkastajan lausuntoja, suorittaessaan valvontaa. Tämä suhteutettu valvonta helpottaa mm. viranomaistoimintaa suunnittelijan ja viranomaisen välillä. (Haastateltava 1 2020.)

Rakennushankkeeseen ryhtyvä voi vaatia oikaisua päätökseen erityismenettelystä valitusviranomaiselta. Maankäyttö- ja rakennuslain 187 §:ssä säädetään, että viranhaltijan tekemään päätökseen, joka on kunnan rakennusvalvontaviranomaisen tai muulta kunnan viranomaiselta on siirretty hänen ratkaistavakseen, ei saa hakea muutosta valittamalla. Asianomaisella on kuitenkin oikeus saada asia asianomaisen viranomaisen käsiteltäväksi (oikaisuvaatimus). Oikeus vaatimuksen tekemiseen määräytyy samojen perusteiden mukaan kuin valitusoikeus. Se on tehtävä kirjallisesti viranhaltijalle 14 päivän kuluessa päätöksestä. (MRL 1999; RIL 2016, 21.)

4 ERITYISMENETTELY KORKEASSA RAKENTAMISESSA

4.1 Korkea rakentaminen

4.1.1 Tausta

Maailmalla korkea rakentaminen on tällä hetkellä kasvava trendi. Korkea rakentaminen edustaa taloudellisesti menestyvää sekä modernia kaupunkia. Korkealla rakentamisella on statussymboli vauraudelle, joka houkuttelee rakennuttajia ja kaavoittajia hakemaan imagollisia rakennuksia. Tämän vuoksi kiinnostus korkeaan rakentamiseen on kasvanut myös Suomessa. (Helsinki 2011, 4-7; Turku 2017, 7.) Maailmalla nykymittapuulla korkeita rakennuksia on tehty jo 1880-luvulta asti. Korkean rakentamisen lähtökohtana on ollut kaupunkien keskustojen vähenevät ja kalliit tontit. Ihmisiä muutti kaupunkiin yhä enemmän, mutta pula tonteista ajoi kehittämään korkeita rakennuksia. Korkeaa rakentamista edes auttoi hissien sekä teräsrakenteiden kehitys. (Tampere 2012, 5; Enright 2020.) Euroopassa korkea rakentaminen on ollut pitkään varsin maltillista, kuten myös Suomessa. Suomessa ei olla haluttu korkeilla rakennuksilla kilpailla historiallisten rakennusten, kuten kirkkojen kanssa. (Seppänen 2014.) Aiemmin kaavoitus ja palomääräykset ovat Suomessa rajoittaneet rakennuksen korkeuden 12 kerrokseen ja vain muutamia sen ylittäviä rakennuksia on tehty ennen vuosituhannen vaihdetta (Tinkanen 2005). Viimeisen 20v. aikana on korkea rakentaminen lisääntynyt myös Suomessa. Toteutuneita korkeiksi luokiteltuja rakennuksia on toteutettu monia ja suunnitteilla tai rakenteilla on yhä useampia korkean rakentamisen hankkeita ympäri maata. (Tampere 2012, 5.) Myös Suomessa korkeaan rakentamiseen ajaa suurimpien kaupunkien kasvavat asukasmäärät ja vähenevät asuntorakentamiselle soveltuvien tontit (Helsinki 2011, 4-7). Suuri kysyntä korkealle rakentamiselle on asettanut kunnille tarpeen selvittää korkealle rakentamiselle soveltuvia alueita. Suomen suurimmat kaupungit ovatkin tehneet viimeisen 10v. aikana korkean rakentamisen selvityksiä, joilla pyritään selvittämään nämä soveltuvat alueet. (Turku 2017, 7.)

4.1.2 Korkean rakennuksen määrittäminen

Korkean rakentamisen määrittämiseksi on olemassa monenlaisia tapoja. Korkeaksi rakennukseksi voidaan määritellä rakennus, joka poikkeaa selvästi muusta alueen rakennuskannasta. Insinöörin näkökulmasta korkeaksi rakentamiseksi voidaan määritellä rakennus, jossa vaakasuuntaiset tai dynaamiset kuormitukset, kuten tuuli, tulevat määrääviksi kriteeriksi ja teknologia vastaa korkeaa rakennusta (Taranath 2010, 695). Myös rakennuksen hoikkuus vaikuttaa sen määräytymiseen korkeaksi rakennukseksi. Maailmassa yleisemmin käytetyt virallisimmat lähteet, kuten rakennustietokanta Emporis ja Korkean rakentamisen ja urbaanin elinympäristön neuvosto CTBUH (Council on Tall Buildings and Urban Habitat) antavat korkealle rakentamiselle kerros- ja metrimääräiset määritelmät. (CTBUH 2020; Emporis 2020.) Emporis määrittelee korkeaksi rakennukseksi yli 12 kerrosta tai yli 35 m, ja hyvin korkeaksi yli 40 kerrosta tai yli 100 m korkean rakennuksen (Emporis 2020). CTBUH määrittelee korkeaksi rakennukseksi 14 kerrosta tai yli 50 m, mutta korkean rakennuksen määritelmän kriteereiksi on asetettu myös sen suhde ympäristön rakennuksiin ja käytettävään teknologiaan. CTBUH määrittelee superkorkeiksi rakennuksiksi yli 300 m korkeat ja megakorkeiksi yli 600 m korkeat rakennukset. Superkorkeita rakennuksia on maailmassa jo yli 150 ja megakorkeitakin 3. (CTBUH 2020.) Maailman korkein rakennus on vielä toistaiseksi Dubaissa sijaitseva Burj Khalifa 828 m, mutta rakenteilla oleva Jeddah Tower (ent. Kingdom Tower) tulee olemaan valmistuessaan yli 1000 m. Pilvenpiirtäjäksi voidaan Emporiksen mukaan kutsua yli 100 m korkeita rakennuksia (Emporis 2020).

Suomessa korkeaksi rakentamiseksi teknisessä mielessä katsotaan pääasiassa yli 12 -kerroksiset rakennukset. Tämä raja on Ympäristöministeriön asettama poikkeuksellisen vaativan suunnittelutehtävän raja (YM 2015a, 9). Kaupungeilla on kuitenkin omat tulkinsa korkealle rakentamiselle. Tampereella korkeaksi rakennukseksi katsotaan yli 12 kerrosta, Hämeenlinnassa alueen mukaan 8-12 kerrosta, Kuopiossa 8 kerrosta ja Oulussa 9 kerrosta tai yli 27 m korkea rakennus (Kuopio 2009, 4; Tampere 2012, 9; Oulu 2014, 3; Hämeenlinna 2018, 4). Espoossa korkealle rakentamiselle on annettu metrimääräinen raja-arvo, joka on yli 40 m ja hyvin korkealle rakennukselle yli 80 m (Espoo 2012, 14). Turussa korkealle rakentamiselle ei ole annettu yleisesti mitään kerros- tai metrilukumäärää, vaan rakennus katsotaan korkeaksi vallitsevan rakennuskannan mukaan (Turku 2017, 9). Helsingin korkean rakentamisen rakentamistapa ohje määrittää korkealle rakentamiselle yli 16 -kerroksiset rakennukset, jota voidaan pitää korkean

rakennuksen raja-arvona. (Helsinki 2018). Tulevaisuudessa tätä raja-arvoa korkealle rakentamiselle voidaan pitää yleisesti koko Suomessa, sillä 16 krs korkeista taloista on tulossa lähes arkipäivää (Juha Valjus 2019; Haastateltava 1 2020).

4.1.3 Korkean rakentamisen erityispiirteet

Korkeat rakennukset ovat haasteellisia suunnitella ja rakentaa. Ne kuuluvat seuraamusluokkaan CC3b ja sen vuoksi korkean rakentamisen hankkeet kuuluvat lähes aina poikkeuksellisen vaativaan suunnittelu- ja työjohtotehtävien vaatimusluokkaan. Tästä seuraa myös se, että korkean rakentamisen hankkeet kuuluvat myös erityismenettelyn piiriin tai niihin vähintäänkin kohdennetaan joitakin erityisiä laadunvarmistustoimenpiteitä. (Helsinki 2018.) Korkean rakentamisen hankkeissa on tärkeää, että jokainen hankeosa- puoli on tehtäviensä tasalla ja yhteistyö sujuu joustavasti. Tämän vuoksi erityismenettelyllä pyritään löytämään yhteistoiminnalla parhaimmat ja kustannustehokkaat ratkaisut sekä yhteisymmärrys hankkeen toteutuksesta. Jokaisen hankkeen osapuolen on tiedostettava korkean rakentamisen haasteet ja erityispiirteet. Erityismenettely korkeassa rakentamisessa on käynnistettävä rakennushankkeeseen ryhtyvän toimesta heti, kun suunnittelijavalinnat on tehty. Erityismenettelyn tarpeellisuutta rakenteiden turvallisuuden, rakennusfysikaalisen toiminnan, paloturvallisuuden ja talotekniikan osalta arvioidaan laadittujen riskiarvioiden ja -analyysien, sekä tarvittaessa rakennesuunnittelijan Rakenteiden suunnittelun- ja toteutuksen perusteet -asiakirjan avulla. (Helsinki 2018.)

Korkeassa rakentamisessa on erityispiirteitä, joita ei matalammissa rakennuksissa tarvitse ottaa huomioon niiden vähäisen vaikutuksen vuoksi. Rakennesuunnittelijan näkökulmasta korkeissa rakennuksissa lopulliset päämäärät ja vaatimukset ei sinänsä muutu korkeuden lisääntyessä, mutta tietyt erityispiirteet tulevat tärkeämmiksi korkeuden lisääntyessä. (FIB 2014, 129.) Nämä erityispiirteet on tunnistettava, jotta ne osataan ottaa myös huomioon riskianalyseissa ja sitä kautta riskienhallintasuunnitelmassa. Korkeassa rakentamisessa erityispiirteitä ovat mm:

- tuuli ja sen dynaamiset vaikutukset rakennukseen ja ympäristöön sekä mahdolliset tuulitunnelikokeet
- mukavuustekijät, värähtelyt, tuulen aiheuttama huojunta, taipumat, ominaistajuudet, haitallinen kiihtyvyys
- stabiiliteetti ja jäykistävät rakenneosat, runkovaihtoehdot, dynaamiset tarkastelut

- raskaat kuormitukset rakenteille ja perustuksille, elementoinnin rajallisuus, kokoonpuristuvuus
 - perustuskuormat ja maaperän kantavuus
 - rungon detaljit, halkeilun merkitys, pakkovoimat
 - rakennusfysiikka, julkisivun tiiveys, tuulen vaikutus ja äänitekniikka
 - jään ja lumen kertyminen rakenteisiin ja niiden putoamisen estäminen
 - paloturvallisuus, paloluokka P1 tai P0-> min. R90
 - työturvallisuus, putoamisen estäminen ja työskentely korkealla.
 - rakennusosien valmistus ja toleranssit erikoisluokkaa, pystysuoruus tarkistettava kerros kohtaisesti
 - rakentamisen toteutus korkealla
 - vesikattojen materiaalien kiinnitys välittömästi paikalleen tuulisuuden vuoksi
 - nostojen ja asennusten tuulirajat sekä nostokorkeuden rajoitukset
 - betonin pumppaus korkealle
 - huollon haasteet, huoltotelineet ja niiden ripustaminen
 - seismisyys, alueilla, joissa seismisyyttä esiintyy
- (Smith & Coull 1991; Ala-Ojala 2011, 1-7; FIB 2014, 129; Valjus 2019, 70-76.)

Korkean rakennuksen suunnittelu ja rakentaminen vaatii paljon enemmän resursseja kuin matalamman rakennuksen. Lisäksi monet hankkeen prosessit tulee aloittaa paljon totuttua aikaisemmin, kuten talotekniikan suunnittelu, joka vaikuttaa oleellisesti rakennesuunnittelijan jäykistävien rakenneosien suunnitteluun ja mitoituksiin. Erityismenettelyn toimenpiteet aikaistavat varsinkin erityissuunnittelun aloittamista. Riskienhallinta ja ulkopuoliset tarkastukset teettävät normaalia enemmän työtä ja vaativat resursseja. (Haastateltava 2 2020.) Korkeiden rakennusten suunnittelussa voi olla tarpeen hyödyntää myös monia konsultteja, joita ei normaaleissa matalammassa hankkeissa ole tarpeellista hyödyntää. Tällaisia asiantuntijoita voi olla mm. hissiasiantuntija, tuulikonsultti, julkisivukonsultti, palokonsultti sekä rakennuksen huoltoon, kuten esimerkiksi ikkunoiden pesuun erikoistunut konsultti. (FIB 2014, 3.) Näiden konsulttien mahdollinen resurssointi tulee tehdä myös riittävän ajoissa, sillä heitä voi olla tarpeellista hyödyntää riskianalyysiä tehdessä.

Korkean rakentamisen erikoispiirteitä ja niihin kohdistuvien erityismenettelyn mukaisia toimia on esitetty seuraavassa. Lisää erityispiirteitä on esitetty liitteessä 9.

Tuulikuormitukset ja tuulen dynaamiset vaikutukset

Tuulen aiheuttama vaakakuormitus on yksi merkittävimmistä korkean rakennuksen arkitekhti- ja rakennesuunnittelun suunnittelukriteereistä ja riskien aiheuttajista. Tuulikuorma ja sen dynaamiset vaikutukset rakennukseen on otettava huomioon rakennuksen rungon jäykistyksessä, stabiiliteetissa ja perustuksissa, kuin myös julkisivurakenteiden kestävyudessa. Tuulen vaikutukset rakennukseen ja lähiympäristöön ovat vaikeasti mallinnettavia, sillä tuulen puuskat, rakennuksen muoto ja hoikkuus, maastonmuodot ja erilaiset esteet ympäristössä muodostavat vaikeasti ennustettavia pyörteitä ja turbulenssia rakennuksen ympärille. Niiden laskeminen on haastavaa ja tarkkoja tuloksia on vaikea saada. Tuuli vaikuttaa rakennuksen muodosta ja korkeudesta riippuen myös sen välittömään ympäristöön, joka on otettava huomioon. (Mendis, Ngo, Haritos, Hira, Samali, Cheung 2007, 41-44; Kiviluoma 2007, 461.) Tuulikuormitusten laskemiseksi haasteena korkeille rakennuksille on, ettei eurokoodi ota kantaa yli 200 m korkeiden rakennusten tuulikuormille. Sitä ei voida täysin soveltaa edes yli 100 m korkeisiin rakennuksiin, sillä standardeissa ei oteta kantaa mm. muuttuviin poikkileikkauksiin. (SFS-EN 2005.) Tällöin joudutaan turvautumaan muihin tapoihin, kuten tuulen virtuaalisiin virtausmallin-
nus -ohjelmiin tai perinteisempään tuulitunnelikokeeseen, jotta tuulen vaikutukset saadaan selville (FIB 2014, 134).

Korkean rakentamisen kohteissa on tehtävä tarvittaessa tuulisuusselvitys ja/tai tuulitunnelikoe, joiden tulokset on toimitettava rakennusvalvontaan osana erityismenettelyn laadunvarmistusta. Tuulitunnelikokeen tarpeellisuuden arvioi ja perustelee kohteen vastaava rakennesuunnittelija. Tuulitunnelikokeen valintaperusteena on esitettävä mm. rakennuksen muodon ja sen dynaamisten ominaisuuksien vaikutus sekä ympäristön, kuten viereisten rakennusten vaikutus. (Helsinki 2018.) Tuulitunnelikokeet ovat yleensä tarpeellisia rakennuksissa, joissa muoto poikkeaa merkittävästi suorakulmaisesta, rakennuksen alin ominaistajuus on alle 1Hz, rakennus altistuu ympäristön tai toisten korkeiden rakennusten aiheuttamalle heräte tärinälle tai, kun rakennus sijaitsee paikassa, jossa tuulen nopeus voi kasvaa tunnelointivaikutuksen tai maaston muodon vuoksi merkittävästi (Kiviluoma 2007, 462; Ala-Ojala 2011, 10). Ulkomaisten ohjeistuksien mukaan kriteereinä voivat olla myös, mikäli rakennus on hoikka ($h/d > 5$) ja ominaistajuus on pienempi kuin 46/h, jossa h on rakennuksen korkeus (FIB74, 134). Sama kaava pätee myös eurokoodien osalta alimman ominaistajuuden likimääräiseksi arvioinniksi. Mikäli rakennuksen suunnittelussa tarvitaan tuulitunnelikokeita, on tälle tehtävä tarvittavat

toimenpiteet ja toimitettava riittävät lähtötiedot kokeiden tekijälle. Tuulitunnelikokeille on olemassa muutamia eri tapoja, joiden tarkemman kuvauksen ja sopivuuden antaa tuuliasiantuntija. Tarvittavia lähtötietoja on esitetty myös mm. korkeiden rakennusten suunnitteluohjeessa Tall Buildings Structural design of concrete buildings up to 300m tall. (FIB 2014 136-137.)

Virtuaalinen tuulisimulaatio on kevyempi menetelmä tuuliolosuhteiden selvittämistä varten kuin tuulitunnelikokeet. Simulaatioita voidaan tehdä niihin erikoistuneilla laskentaohjelmilla, joita kutsutaan nimellä Computational Fluid Dynamics (CFD). Tällaisia ovat mm. Comsol ja Ansys (Valjus 2011, 18; Comsol 2020; PDSVISION 2020). Menetelmä on kevyempi kuin varsinainen tuulitunnelikoe, mutta sen antamat tulokset ovat rajalliset kohdentuen vain tuulen liikkeisiin ja siitä johdettuihin kuormitusarvioihin.

Tuulisuusselvityksessä on tutkittava viihtyvyyden kannalta oleelliset alueet, kuten kansi-tasot, parvekkeet sekä ulkotilat. Korkea rakennus voi mm. ohjata ylempänä olevia kovia tuulia alaspäin, joilla voi olla haitallisia vaikutuksia katutasossa. (Helsinki 2018; Turku 2017, 23, Espoo 2013, 83.) Tuulisuusselvityksessä selvitetään tarvittaessa myös tuulen vaikutus ja olosuhde muutokset viereisiltä sekä viereisille rakennuksille ja mahdollisesti tulevien rakennusten osalta. Lisäksi tuulisuusselvityksessä voidaan edellyttää selvitettäväksi tulevaisuuden ennusteet tuulisuudelle, jotta voidaan ottaa huomioon mahdolliset muutokset tuulikuormissa. Ennuste voidaan tehdä esimerkiksi 100v. ajalta (Tinkanen 2005, 38.)

Tuulisuusselvitys ja mahdollisen tuulitunnelikokeen lausunto on toimitettava rakennusluvan liitteenä. Tuulitunnelikokeista ja tuulisuusselvityksestä saadaan kuormitukset rakenteille. Myös rakennuksen kiihtyvyyksien laskennassa käytettävistä tuulikuormista on tehtävä selvitys. (Helsinki 2018.)



Kuva 6. Puhalluksessa olevien rakennusten pienoismalleja tuulitunnelikokeissa (FIB 2014, 82).

Värähtelyt

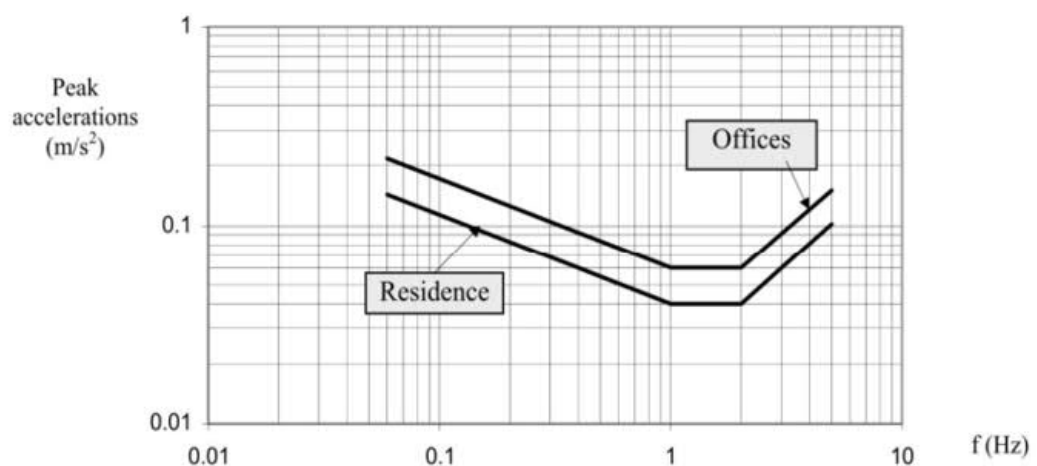
Tuulen vaikutus korkeille rakennuksille ei rajoitu pelkästään rakenneosien kokonaisstabiiliteetin ja taipumien hallintaan niiden kestävyyksien osalta. Rakennuksen runkoon kohdistuu tuulesta värähtelyjä ja hitausmomenttien aiheuttamaa lisämomenttia, jolloin käyttörajatilan mukaiset mukavuustekijät, kuten värähtelyt, kiihtyvyydet, rakennuksen vääntyminen sekä rakenteiden halkeamat on otettava eurokoodin SFS-EN 1990, A1.4.4 mukaisesti huomioon. Tämä ajaa yleensä tarkastelemaan ja laskemaan rakennuksen dynaamisia ominaisuuksia. (Ala-Ojala 2011, 13.) Näiden laskeminen on yleensä työlästä, mutta FEM -laskentaohjelmilla saadaan tarkasteltua näitä ominaisuuksia suhteellisen helposti. Ohjelmien käytössä on kuitenkin muistettava riskit tulosten oikeellisuudesta. Tuloksien oikeellisuuden tarkastaminen on tehtävä myös muilla ohjelmilla tai kevyellä käsin laskennalla. Tuulitunnelikokeilla saadaan myös lähtötietoja rakennuksen käyttömukavuuteen vaikuttavista tekijöistä (Valjus 2019, 73).

Mukavuustekijöihin vaikuttavat tuulesta aiheutuva värähtely sekä rakennuksen taipuminen ja huojunta, jotka aiheuttavat asukkaiden kokemaa epämiellyttävää ja haitallista kiihtyvyyttä. (Kiviluoma 2007, 461; Ala-Ojala 2011, 12; FIB 2014, 72.) Ihmiset ovat herkkiä aistimaan kiihtyvyyksiä, joten niitä on rajoitettava. Haitallista värähtelyä ja kiihtyvyyttä rakennukselle aiheuttavat yleensä rakennuksen muodosta tai ympäristöstä aiheutuvat poikittaiset tuulet toisin kuin oletetut tuulen suuntaiset. Tuulen suuntainen on kriittinen matalilla tuulenopeuksilla, mutta kovemmissa nopeuksissa poikittaisen tuulen merkitys kasvaa. Tuuli osuessaan rakennuksen julkisivupintaan ja virratessa sen ohi, muodostuu rakennuksen muodosta riippuen erilaisia pyörteitä rakennuksen sivuille ja taakse, jotka saavat aikaan voimakkaita paine- ja imuvaikutuksia julkisivupintoihin. Tarpeeksi voimakkaina nämä pyörteet saavat rakennuksen huojumaan tuulen suuntaan nähden poikittaisesti. Tuulen puuskat voivat tietyillä jaksoilla ja turbulensseilla aiheuttaa pyörreerata ilmiön, joka voi herättää rakennuksen rungon ominaistajuuksia. Tämä ns. pyörreerata ilmiön (engl. Vortex Shedding) katsotaan olevan kriittisin mukavuustekijöihin vaikuttava ilmiö. Ilmiön aiheuttama huojunta aiheuttaa rakenteille dynaamisia rasituksia, kiertymiä ja siirtymiä, jotka on huomioitava rungon mitoituksissa. Huojunta ei yleensä ole silmiin pistävää, mutta se aiheuttaa haitallisia kiihtyvyyksiä, joita ihminen tuntee herkästi. Ylemmissä kerroksissa olevat ihmiset saattavat tuntea olonsa pahoinvoivaksi, mikäli kiihtyvyydet ylittävät raja-arvot. Eurokoodeissa ei ole asetettu raja-arvoja rakennuksen kiihtyvyyksille, mutta yleisesti on käytetty standardiin ISO 6897 (1984) perustavaa päivitettyä

standardia ISO-10137 (2007) mukaisia arvoja (ISO 2007; Mendis yms. 2007, 52; FIB 2014, 76.) CTBUH antaa suosituservoiksi 10-15 mm/g (0,01-0,015 m/s²) asuinrakennuksille, 15-20mm/g (0,015-0,20 m/s²) hotelleille ja 20-25 mm/g (0,02-0,025 m/s²) toimistorakennuksille (Taranath 2016, 335.)

Taulukko 1. Kiihtyvyyksien vaikutukset ihmisiin. (Smith & Coull 1991, 454.)

| Luokka | Kiihtyvyys (m/s ²) | Vaikutukset |
|--------|--------------------------------|--|
| 1 | < 0,05 | Ihminen ei havaitse kiihtyvyyttä |
| 2 | 0,05-0,1 | Herkät ihmiset voivat aistivat liikkeen Riippuvat esineet voivat liikkua hieman |
| 3 | 0,1-0,25 | Suuri osa ihmisistä havaitsee liikkeen, voi vaikuttaa toimistotyöhön, pitkäaikainen altistuminen saattaa aiheuttaa pahoinvointia |
| 4 | 0,25-0,4 | Toimistotyö käy vaikeaksi tai on melkein mahdotonta, liikkuminen mahdollista |
| 5 | 0,4-0,5 | Ihmiset aistivat liikkeen vahvasti, vaikea kävellä normaalisti, seisova ihminen saattaa menettää tasapainonsa |
| 6 | 0,5-0,6 | Suuri osa ihmisistä ei pysty sietämään liikettä, kävely normaalisti mahdotonta |
| 7 | 0,6-0,7 | Ihminen ei pysty kävelemään tai sietämään liikettä |
| 8 | >0,85 | Tavarat alkavat kaatuillaa ja ihmiset loukkaantua |



Kuva 7. Kiihtyvyyksien raja-arvot asuin- ja toimistorakennuksille (ISO-10137).

Mukavuustekijät ovat yleensä mitoittavia tekijöitä mitoittaessa rakennuksen jäykistystä. Tuulen dynaamisia vaikutuksia ja niistä muodostuvia mukavuuteen vaikuttavia riskejä voidaan minimoida kasvattamalla rakennuksen jäykkyyttä, lisäämällä massaa ylempiin kerroksiin, kasvattamalla rakennuksen vaimennusta, lisäämällä vaimentimia tai muotoilemalla rakennuksen aerodynaamista muotoa. (FIB 2014, 78.) Teräsbetonisella rungolla on suhteellisen suuri jäykkyys, massa ja vaimentava vaikutus luonnostaan, joten sillä saavutetaan helpoimmin mukavuustekijöihin vaikuttavat kiihtyvyyden raja-arvot. Kuitenkin mentäessä yli 300 m korkeisiin rakennuksiin, tulee myös sillä rajansa vastaan. (FIB 204, 70.) Yleensä rakennuksen riittävän jäykällä jäykistysjärjestelmällä saadaan vaaditut kriteerit täytettyä, mutta joissain tapauksissa rakennuksen rungon jäykistys voi näiden asioiden kannalta olla haasteellista toteuttaa. Tuulta voidaan kuitenkin ohjailta ja sen muodostamia pyörteitä rakennuksen sivuilla voidaan minimoida muotoilemalla rakennuksen runkoa ja julkisivua. (FIB 2014, 72.) Erityisesti nurkkien muotoilemisella voidaan vähentää merkittävästi pyörteiden muodostumista. Riskianalyseissä on käsiteltävä tuulen vaikutusta, ja mahdollisesti erittäin korkeiden rakennusten kohdalla mietittävä voidaanko rakennuksen muotoilulla saada minimoitua tuulesta aiheutuvia haittoja. Rakennuksen julkisivu ja suorakaiteesta poikkeava muoto vaikuttavat huomattavasti tuulen käyttäytymiseen aiheuttaen rakennukselle vääntömomentista vääntövärähtelyjä. (Kiviluoma 2007, 461.) Optimoimalla rakennuksen runko aerodynaamisesti niin, että tuulen vaikutusta saadaan minimoitua, voidaan saada merkittäviä etuja mm. rakennuksen pohjaratkaisuissa ja kustannuksissa kevyemmän jäykistysjärjestelmä vaatimuksen myötä. (FIB 2014. 73; Xie 2014.) Rakennuksen rungon muotoilun vaihtoehtoja ja lisää värähtelyn hallitsemiksi tehtäviä toimenpiteitä on esitetty liitteessä 9.

Arkkitehtisuunnittelussa on ymmärrettävä tuulen vaikutus korkealle rakennukselle. Luonnosvaiheessa on hyvä tietää, miten valittu rakennuksen muoto käyttäytyy tuulessa. Tiiviillä yhteistyöllä arkkitehdin ja rakennesuunnittelija välillä voidaan löytää kustannustehokas ratkaisu rakennuksen rungon jäykistykselle.

Värähtelyiden lisäohjeistuksia löytyy eurokoodeista EN 1991-1-1, EN 1991-1-4 ja ISO 10137.

Rungon stabiliteetti ja jäykistys

Korkeiden rakennusten suunnittelussa, rakennuksen jäykistäminen ja stabiliteetti on yksi tärkeimmistä huomioitavista asioista, joka poikkeaa matalimpien rakennusten

suunnittelusta. Tuulen ja ympäristön vaikutus rakennuksen rungon stabiliteettiin on rakennuksen hoikkuuden vuoksi merkittävä. Rakennuksen hoikkuuden stabiliteetin kannalta määrittää jäykistävien rakenneosien sijoittuminen rakennuksessa. Jäykistysjärjestelmän on hallittava tuulesta johtuvien vaakakuormien aiheuttamat rakennuksen taipumat sekä estettävä siitä aiheutuvat haitalliset värähtelyt. Taipumille ei ole annettu eurokoodeissa raja-arvoja, mutta yleisesti käytetty taipumaraja on välillä $h/400 \dots h/700$, jossa h on rakennuksen korkeus. Alustavassa suunnittelussa voidaan käyttää arvoa $h/500$, mutta samalla on tarkastettava, ettei kerrosvälillä taipuma ylitä arvoa $h/400$. (Ala-Ojala 2011.) Joissakin tapauksissa $h/200$ - $h/300$ on todettu toimiviksi, mutta suositeltavaa on pitää raja-arvona vähintään $h/400$ (BES 2010; Taranath 2010, 783, 891; FIB 2014, 131, 135) Taipumia tulisi rajoittaa, jotta se ei aiheuta kantaville ja ei -kantaville rakenteille, kuten lasijulkisivuille halkeamia tai estä muiden teknisten laitteiden toimintaa. Korkean rakennuksen suunnittelun alustavassa luonnosvaiheessa on tunnistettava rakennukseen sopiva jäykistysjärjestelmä, jotta suunnittelua lähdetään edistämään oikeilla lähtökohdilla. Jäykistystapoja on monia, mutta vain osa niistä soveltuu erittäin korkeisiin rakennuksiin ja osa vain asuinrakennuksiin. Jäykistysjärjestelmän valintaan vaikuttaa raajaavasti rakennuksen käyttötapa, mutta myös korkeus, hoikkuus, arkkitehtuuri ja sijainti (FIB 2014, 14). Asuinrakennuksissa huoneistojen välisten seinien tulee olla ääniteknisistä syistä teräsbetonirakenteisia, joten tämän vuoksi rakennukseen on mahdollista saada monia kantavia ja jäykistäviä väliseinälinjoja. Toimistorakennuksissa näin ei ole, sillä niissä pyritään avaraan ja muuntojoustavaan tilankäyttöön. Rakennejärjestelmänä on yleensä pilari-palkkirunko ja ainoat jäykistävät rakenteet saadaan hissi- ja porraskuiluihin sekä mahdollisesti ulkoseinälinjaan tulevilla pilareilla. Jäykistystä saadaan parannettua lisäämällä ristikoita kerroksiin tai rakennuksen ulkoseinälinjaan, mutta yleensä esteettisyys ja käytönaikaiset tarpeet asettavat rajoja näiden käytölle. (Ala-Ojala, 2011, 7-9.) Korkeissa rakennuksissa harrastetaan nykyään myös paljon ns. hybridirakentamista, jossa rakennuksessa sijaitsee niin toimitiloja, hotelli, ja asuinhuoneistoja. Tämä asettaa jäykistysjärjestelmälle haasteita, sillä jokaisella tilankäytöllä on omat vaatimuksensa, eivätkä kaikki järjestelmät sovellu jokaiseen tilankäytön vaatimukseen. Rakennusten jäykistämisessä voidaan käyttää olemassa olevia järjestelmiä tai niitä voidaan käyttää yhdessä.

Jäykistysjärjestelmää valittaessa on pyrittävä selkeyteen, jotta voimien hallinta on yksinkertaista eri kuormitustapauksilla. Jäykistävien rakenneosien, kuten kuilujen sijainti tulee olla mahdollisimman keskeinen ja symmetrinen, jotta rakennuksen kiertymät on paremmin hallittavissa. Jäykistysseinien tulisi taas olla mahdollisimman etäällä toisistaan, jotta

jäykistävän osan hoikkuus olisi mahdollisimman pieni. Jäykistyssysteeminen valinnalla pyritään estämään rakennuksen perustustasoon tulevat haitalliset vetovoimat, joiden ankkuroiminen maaperään voi olla haastavaa ja sisältää riskejä. (Ala-Ojala, 2011, 9.) Jäykistysjärjestelmässä on huomioitava myös talotekniikan tarpeet. Jäykistävien rakennesien osalta on vältettävä isoja läpivientejä, ettei jäykistysrakenteen jäykistävä vaikutus olennaisesti heikkene. Talotekniikan tilan- ja läpivientien tarve jäykistävien rakennesien kohdalla onkin runkorakenteiden yksi suurimmista haasteista ja riskeistä. Runkorakenteiden ja stabiliteettiin vaikuttavat rakennesiat ja niiden tilavaraukset on yhteensovitettava arkkitehdin ja talotekniikka suunnittelijan kanssa hyvissä ajoin, jotta ne osataan ottaa huomioon. Kriittisimmät rakennesiat tulee olla yhteensovitettu jo lupavaiheessa. (Helsinki 2018.)

Rakennusrungon suunnittelussa on suunniteltava tarkasti rakennejärjestelmän toimivuus. Liitoksissa on käytettävä luotettavaksi todettuja ratkaisuja tai erityistapauksissa toiminta on varmistettava riittävän aikaisin ja riittävin kokein tai sovittava viranomaisen kanssa menettelystä niiden toimivuuden varmistamiseksi. Varsinkin yhteistoiminta perustusten ja maapohjan kanssa on varmistettava, joten yhteistyö pohjarakennesuunnittelijan kanssa on oltava tiivistä. Rakennejärjestelmän toiminnasta on tehtävä selvitys ennen lupavaihetta, joka esitellään ulkopuoliselle tarkastajalle ja tämän jälkeen viranomaiselle. Rakennusrungon suunnitelmien ja laskelmien sisällöstä, laajuudesta sekä toimitusaikataulusta viranomaiselle on sovittava ennakkoneuvotteluissa. Ulkopuolisen tarkastajan tulee olla tarkastanut sovitulla laajuudella suunnitelmat ja laskelmat sekä antanut niiden toimivuudesta lausunnon tai raportin. Runkojärjestelmän osalta raportit tulee olla toimitettu viranomaiselle jo rakennusluvan liitteenä. Toteutussuunnittelun osalta raportit ja lausunnot tulee olla viranomaisella ennen kyseisen rakennesian toteutusta. Toteutussuunnitelmien osalta rakenneratkaisujen toimivuus varmennetaan riittävin rakennesuunnitelmin ja -laskelmin, jotka tarkastetaan ulkopuolisen tarkastajan toimesta ja toimitetaan viranomaiselle. (Helsinki 2018.)

Stabiliteetti ja lujuuslaskelmat on tehtävä luotettavasti FEM -laskentaohjelmilla ja varmistettava käsin- tai taulukkolaskennalla. Laskelmien tulee käsitellä niin staattiset, kuin myös dynaamiset kuormitukset. Laskelmien dokumentoinnista on laadittava selkeä ja sovitulla laajuudella tehty raportti, josta selviää laskelmien kulku, laskentaperusteet ja tulokset yksiselitteisesti. Laskelmissa on huomioitava ja tarkastettava tärkeimpien rakennesien herkkyystarkastelut kohdistuville voimasuureille, perustusten ja rungon yhteistoiminta, tuulikuormat, värähtelyt ja kiihtyvyydet tuulikuormista, vaiheittain rakentamisen

vaikutukset, värinät ja seismisyys. Lisäksi rakennuksen mitoitus, voimasuureet ja vaakasiirtymät on tarkasteltava vähintään kahdella eri jäykkyydellä (halkeillun ja halkeilemattomat rakenteet) ylä- ja alalikiarvojen laskemiseksi. Laskelmissa käytetyt kuormitukset sekä dynaamisen mitoituksen perusteet on esitettävä Rakenteiden suunnittelun ja toteutuksen perusteet -asiakirjassa. (Helsinki 2018.)

Jäykistysjärjestelmillä jokaisella on riskinsä ja mahdollisuutensa. On siis tärkeää tunnistaa parhaimmat jäykistysratkaisut rakennuksen stabiiliteettia ajatellen sekä pohtia niiden riskejä riskianalyysissä. Myös yhteistoiminta muiden hankeosapuolien kanssa tulee toimia, jotta rungon jäykistysjärjestelmä saadaan valittua kaikin puolin järkeväksi ja kaikki siihen liittyvät huomiot ja riskit tuotua esille. Liitteessä 9 on esitetty muutamia yleisemmin käytettyjä runko- ja jäykistysjärjestelmiä sekä niiden etuja ja riskejä.

Jatkuvan sortumisen estäminen

Korkeat rakennukset kuuluvat standardin SFS-EN 1990 kansallisen liitteen mukaiseen seuraamusluokkaan CC3 ja sen onnettomuustilanteen mukaiseen alaluokkaan standardin kohdan 3.4(1) mukaan CC3b, jolloin rakennukselle on tehtävä jatkuvan sortuman estämisen osalta järjestelmällinen riskienarviointi riskianalyysissä. Siinä on otettava huomioon ennakoitavissa olevat, sekä ennakoimattomat vaaratilanteet sekä tunnistaa niille kriittiset rakenneosat. (YM 2019.) Riskienhallinnan avulla pyritään löytämään toimenpiteet, joilla näitä vaaratilanteita voidaan minimoida sekä löytämään toimenpiteet ja ratkaisut jatkuvan sortuman estämiseksi. Riskienarvioinnin perusteella määritetään myös onnettomuuskuormat avainasemassa olevalle rakennusosalle, jotka on otettava huomioon riskienhallinnassa ja sitä myöden suunnittelussa ja toteutuksessa. Jatkuvan sortuman estämiseksi on CC3b seuraamusluokassa tehtävä ja toteutettava samat toimenpiteet ja vaatimukset, kuin CC2b ja CC3a seuraamusluokissa. Näiden lisäksi on tarkasteltava rakennuksen kohdat, joissa pilarin tai kantavan seinälohkon ajattelun poiston, kuten nurkkapilarin, vuoksi vaakasiteitä sisältävä vaakarakenteen alkaa toimimaan vaakarakenteen korkuisena ulokkeena. Mikäli tällaisen rakenteen poistaminen aiheuttaa ei hyväksyttävän tuloksen, on rakenne määriteltävä avainasemaksi olevaksi. (YM 2019.) Korkeissa rakennuksissa on huomioitava sortumisen estämisessä myös, ettei minkä tahansa rakenneosan poistuminen onnettomuustilanteessa saa vaikuttaa jäykistysjärjestelmän toimivuuteen.

Tarkemmin jatkuvan sortuman estämisestä löytyy liitteestä 9.

Kuormitukset

Korkeissa rakennuksissa rakenteiden kuormat ovat monien kerroksien vuoksi todella suuria. Vaakakuormat tuulesta ja lisävaakakuormat rakennuksen vinoudesta lisäävät alimmille rakenteille suurien pystykuormien lisäksi jäykistyskuormaa ja mahdollisesti vetokuormia. Perustuksille tulevat vetokuormat eivät ole toivottuja ja niissä piilee riskinsä. Vetovoimat tulee ankkuroida kallioon, joka haasteellista ja kallista toteuttaa. Suuret pystykuormat aiheuttavat rakenteille erisuuruisia ja merkittäviä kokoonpuristumisia, jotka aiheuttavat sisäisiä pakkovoimia. Halkeilu betonirakenteissa on yleisempää suurien kuormien takia ja se pitää ottaa huomioon mitoituksissa.

Käytettävistä kuormituksista, kuten tuulikuormitus ja tasokuormat, on tehtävä selvitys rakennusvalvontaviranomaiselle ennakkoneuvotteluihin. Selvityksiä on tehtävä myös alueella vallitsevista törmäys ja onnettomuuskuormista, perustusten siirtymisistä ja painumisista sekä niiden vaikutuksista runkoon, lämpöliikkeistä ja pakkovoimista, nosturikuormista sekä työnaikaisten varastointien yms. kuormista. Rakennesuunnittelijan tulee laatia tai tarkastaa selvitykset ja ne toimitetaan sovituilta osin myös ulkopuoliselle tarkastajalle ja viranomaiselle. (Helsinki 2018.) Rakenteiden suunnittelun- ja toteutuksen perusteet asiakirjassa voidaan esittää edellä mainitut asiat.

Lisää kuormituksista ja niiden vaikutuksista korkeaan rakentamiseen liitteessä 9.

Rungon ja julkisivun detaljit

Rungon ja julkisivun rakenteissa ja detaljeissa on huomioitava tuulen vaikutus. Tuulitunnelikokeiden ja tuulisuusselvitysten perusteella saadaan käytettävät kuormitukset julkisivuille, joista rakennesuunnittelija tekee selvityksen. Julkisivun kuormitusten staattiset ja dynaamiset lujuusanalyysit on tehtävä ja tarkastutettava ulkopuolisella tarkastajalla. Tarkastuksen tulee sisältää vähintään lujuuslaskelmat, dynaamiset rasitukset, muodonmuutokset, kiinnitykset ja liitokset, veden-, lämmön ja ilmanpitävyys sekä julkisivun kosteustekninen toiminta, lämpöliikkeet, paloturvallisuus, huollon järjestelyt, käyttöikä, esi-neiden, jään ja lumenputoamisen esto, äänitekniinen toimivuus, salamasuojaus, lentoestovalaistus, auringonvalon heijastuminen ja varjostuminen sekä rakennusosien kuten elementtien asennussuunnitelma ja putoamisen estäminen. (Helsinki 2018.)

Lasirakenteisissa julkisivuissa on käytettävä testattuja tuotteita ja mitoitus on tehtävä hyväksytyillä sekä testatuilla menetelmillä. Laskennassa käytettävät normit ja standardit on hyväksyttävä ulkopuolisella tarkastajalla sekä rakennusvalvonnassa ja ne on toimitettava viranomaiselle viimeistään niitä koskevien suunnitelmien yhteydessä. Lasirakenteiden tulee kestää tuulikuormitus sekä estää sen aiheuttamat veden ja ilman tunkeutuminen rakenteisiin. Myös ympäristön tärinät, heijastumisten ja yö valaistusten vaikutukset on selvitettävä ja selvitys toimitettava viranomaiselle. (Helsinki 2018.)

Tuulisuudesta johtuen rakennuksessa olevien luukkujen, ovien, ikkunoiden ja muiden avattavien rakennusosien osalta on tehtävä selvitys niiden tiiveydestä sekä lujuudesta. Selvitys on tehtävä ennen kyseessä olevan rakennusosan tuotannon aloittamista. Rakennesuunnittelijan tehtävä on määrittää selvityksen tarpeellisuus ja laajuus kohdekohtaisesti sekä arvioida tarvittavien tiiveyskokeiden tarpeellisuutta. Kohteen rakenne- ja rakennusfysikaalisen suunnittelun ulkopuoliset tarkastajat voivat antaa lausunnon näiden rakennusosien rakennusfysikaalisista ja lujuusteknisistä toimivuuksista. Lausunnot on toimitettava viranomaisille ennen rakennusosien tuotannon aloitusta. (Helsinki 2018.)

Rungon ja julkisivun detaljit sekä liitokset on käsiteltävä riskianalyysissä. Lisätietoa löytyy liitteistä 9.

Pohjarakenteet

Pohjarakenteiden osalta on noudatettava samoja periaatteita kuin runkorakenteidenkin osalta. Näiden lisäksi maapohjan soveltuvuus korkeaan rakentamiseen on selvitettävä. Lisäksi tarvittavista kaivannoista, maapohjan värähtelyistä ja geodynamiikasta sekä lähellä sijaitsevista maanalaisista tiloista on tehtävä selvitykset. Pohjarakenteet on koe-kuormitettava sekä painumien ja siirtymien osalta on tehtävä jatkuvaa seuranta riittävän pitkäkestoisilla mittauksilla. Tuotetut selvitykset ja dokumentit toimitetaan viranomaiselle samoilla periaatteilla kuin runkorakenteidenkin osalta. (Helsinki 2018.)

Rakennusfysiikka ja -akustiikka

Rakennusfysikaalinen toimivuus on korkeassa rakentamisessa käsiteltävä riskianalyysissä. Hankkeelle on nimettävä tarvittaessa erillinen rakennusfysikaalinen suunnittelija ja/tai rakennusfysikaalisen suunnittelun ulkopuolinen tarkastaja. Korkeassa

rakennuksessa rakennusfysikaalisten ratkaisujen merkitys kasvaa varsinkin julkisivujen osalta. Tuuli aiheuttaa rakennuksen julkisivun tiiveydelle erityisvaatimuksia. Viistosade yhdistettynä voimakkaaseen tuuleen aiheuttaa veden tunkeutumista rakenteisiin, jolloin julkisivun tiiveys ja käytettävät materiaalit on mietittävä tarkkaan. (Ala-Ojala 2011; Helsinki 2018; Knuutila 2017, Valjus 2019.) Rakennuslupavaiheessa on tehtävä selvitys julkisivun vaipparakenteiden vesi-, ilman- ja vesihöyryn tiiveydestä. Samalla tehdään selvitys vedeneristyksistä ja niiden kiinnityksistä huomioiden niiden vaikutus veden ja lämmönpitävyyteen. Julkisivun vaipparakenteiden vesi-, ilman ja vesihöyryn tiiveydestä on tehtävä kokeellinen selvitys ennen toteutuksen aloitusta. Julkisivumateriaalien tulee olla myös riittävän jäykkiä, jotta niiden mahdollisesta tuulikuorman aiheuttamasta liikehdinnästä ei aiheudu haitallisia vuotokohtia saumoihin. (Helsinki 2018.) Julkisivuissa on myös vältettävä turhia saumoja, jotta tiiveys saadaan varmistettua.

Korkeissa rakennuksissa myös akustiikka vaatii tarkkaa suunnittelua. Tarvittaessa hankkeelle on resursoitava erillinen akustiikkasuunnittelija ennen rakenneratkaisujen suunnittelun aloitusta. Tuulisuusselvityksestä selviää tuulen vaikutus julkisivuihin. Julkisivuissa liian suuret tuuletusvälit saavat aikaan voimakkaan tuulen vaikutuksesta haitallista ääntä (Kiviluoma 2016). Tuuletusraot tulisikin optimoida, jotta ääni, palo- ja lämmöneristysvaatimukset täytyisivät, mutta kuitenkin tuuletus toimii. Tuuliolosuhteet ja tuulen vaikutuksista rakennuksen äänitasoon sekä tuulitunnelikokeiden ja tärinämittausten tarpeellisuudesta julkisivun äänitason selvittämistä varten on tehtävä selvitys. Selvityksessä käsitellään myös julkisivujen pintamateriaalien ja detaljien vaikutukset äänitasoon. Liikenne- ja ympäristömelu on huomioitava ja niiden vaikutus rakennukseen sekä heijastuminen takaisin ympäristöön on tutkittava 3D -mallinnuksella. Mallinnuksen avulla saadaan tarvittavia lähtötietoja, jotka vaikuttavat rakennevalintoihin ja detaljeihin. Näistä ulkovaippaan kohdistuvista äänistä on tehtävä selvitys ulkovaipan ääneneristyksestä. Julkisivumateriaalien tulee olla sellaisia, jotka eivät aiheuta tuulen vuoksi ylimääräisiä ääniä. (Ala-Ojala 2011; Helsinki 2018.)

Maaperän tärinät aiheuttavat korkeissa rakennuksissa haitallista ääntä sillä korkea rakenne voi voimistaa näitä ääniä. Talotekniikan järjestelmät aiheuttavat myös korkeuden vuoksi normaalia enemmän melua, joka voi välittyä runkomeluna. Lisäksi rakennuksen toiminnan aiheuttama melu ja tärinät tulee huomioida. Nämä haitalliset runkomelut tulee huomioida rakennesuunnitelmissa ja niistä on tehtävä selvitykset. Selvitys on tehtävä riittävän ajoissa, jotta sen vaikutukset rakenneratkaisuihin voidaan huomioida. Tarvittaessa on tehtävä myös tärinän ja runkomelun hallintasuunnitelma. Kaikkien edellä

mainittujen selvitysten, tarpeellisuudesta, sisällöstä ja toimituksesta tulee sopia viranomaisen kanssa ennakkoneuvotteluissa. Yleensä selvitykset on toimitettava lupahakemuksen liitteinä. (Helsinki 2018.)

Kosteudenhallinnan osalta korkeassa rakentamisessa on noudatettava erityismenettelyn mukaisia toimenpiteitä. Kosteudenhallinta on käsiteltävä riskianalysissä ja se on sisällytettävä suunnittelun ja toteutuksen laadunvarmistusselvityksiin. Riskianalyysin perusteella määritetään kosteudenhallinnan riskit ja toimenpiteet. Toimenpiteenä voidaan hankkeessa käyttää esimerkiksi Kuivaketju 10 -järjestelmää. Järjestelmään kuuluvat dokumentit, kuten kosteudenhallintaselvitys on toimitettava rakennusluvan yhteydessä. Korkeassa rakennuksessa ylemmissä kerroksissa tuulen vaikutuksesta sade voi olla vaakasuoraa viistosadetta. Tämä asettaa julkisivun vedenpitävyydelle haasteita. Tuulen vaikutuksesta vesi voi työntyä myös ylöspäin, joka on huomioitava detaljeissa. Rakentamisen aikana on huomioitava kosteudenhallinnassa korkean rakentamisen asettavat reunaehdot. Työmaan on tehtävä kosteudenhallintasuunnitelma, joka on päivittyvä dokumentti, jolla varmistetaan kosteudenhallinta hankkeen rakentamisen aikana. Kosteudenhallintasuunnitelma tulee olla tehtynä viimeistään ennen toteutuksen aloitusta. Hankkeelle on nimitettävä kosteudenhallintakoordinaattori, jolla on oltava riittävä kokemus poikkeuksellisen vaativien hankkeiden kosteudenhallinnan suunnittelusta, ohjauksesta, valvonnasta ja/ tai toteutuksesta. Kosteudenhallinnan kannalta turvallisten suunnitteluratkaisujen varmistamiseen voidaan käyttää suunnitelmien ulkopuolista tarkastusta tai sitä voidaan edellyttää viranomaisen toimesta. (Helsinki 2018.)

Edellä mainituista rakennusfysikaalisuuteen vaikuttavista rakenteista on tehtävä mittauksia työmaalla rakentamisen aikana, mutta myös tarvittaessa käytön aikana. Tarvittavista mittauksista on tehtävä selvitys ja ne on toimitettava joko hankkeen kyseisen suunnittelualan vastaavalle suunnittelijalle tai ulkopuoliselle tarkastajalle, joka antaa lausunnon tuloksista. (Helsinki 2018.)

Tarvittavista suunnitelmista ja selvityksistä sekä niiden sisällöstä ja toimitusajankohdasta on sovittava viranomaisen kanssa ennakkoneuvotteluissa. Myös rakennusfysiikan ulkopuolisen tarkastajan kanssa on sovittava millä laajuudella toimitetaan suunnitelmia tarkastukseen. Nämä sovitut suunnitelmat ja niiden laskelmat sekä selvitykset tulee olla tehtynä ja niistä tulee olla ulkopuolisen tarkastajan lausunnot ja raportit ennen kyseisen työvaiheen toteutusta. Osa raporteista ja lausunnoista kuten rakennusfysikaalisten ratkaisujen toimivuudesta tulee liittää rakennusluvan liitteeksi. (Helsinki 2018.)

Paloturvallisuus

Paloturvallisuuteen on kiinnitettävä erityistä huomiota korkeissa rakennuksissa, sillä poistumismatkat rakennuksessa ovat pitkiä ja sammutuskaluston ulottuvuus korkealle on haasteellista. Paloteknisessä mielessä korkean rakentamisen raja on 56m, mutta sitä matalammissakin voidaan erityisestä syystä edellyttää noudatettavaksi korkean rakentamisen ohjeistusta kokonaan tai osittain. (Helsinki 2018.) Palotekninen korkeus määritetään julkisivupinnan ja vesikaton leikkauslinjan korkeutena maan pinnasta (MRA 58§).

Paloturvallisuus on huomioitava myös runkorakenteiden suunnittelussa. Korkeat rakennukset kuuluvat P1 paloluokkaan tai uuteen P0 -paloluokkaan mikäli rakennus suunnitellaan osittain tai kokonaan käyttäen oletettuun palonkehitykseen perustuvaa menettelyä. Käytettäessä palonkehitykseen perustuvaa menettelyä eli nk. toiminnallista mitoitusta, on kaikki poikkeamat perusteltava ja raportoitava. Kantavien ja jäykistävien rakenteiden tulee saavuttaa vähintään R120 -luokan palonkestovaatimuksen (R90 toiminnallinen), kun rakennus on varustettu automaattisella sammutusjärjestelmällä. Kantavien rakenteiden materiaalien tulee tällöin vähintään olla A2-s1, d0 -luokkaa. Lisää ohjeistuksia löytyy Ympäristöministeriön asetuksesta 848/2017. (YM 2017.)

Rakennusluvan liitteenä tulee olla aina erillinen palotekninen suunnitelma, jossa on esitetty kaikki edellä mainitut palotekniset perusteet, palo- ja poistumisturvallisuuteen liittyvät ratkaisut sekä poikkeamiset määräyksistä. Palotekninen suunnitelma tulee olla yhteensovitettu pääpiirustusten kanssa ja se tulee olla esitetty pelastuslaitokselle ennen luvan jättämistä. Korkeisiin rakennuksiin on tarpeellista tehdä oletettuun palonkehitykseen perustuvaa suunnittelua eli toiminnallinen palomitoitus, jotta rakennejärjestelmä voidaan suunnitella paloturvallisuuden kannalta riittävästi (Outinen 2015, 8). Suunnittelussa tarkastellaan mm. mahdolliset palotilanteet ja poistumisturvallisuus. Paloturvallisuus tulee ottaa erityismenettelyn vuoksi myös huomioon riskianalyyseissä, jossa käsitellään paloturvallisuussuunnittelua ja työmaatoteutusta. Paloturvallisuuden riskianalyysi sisällytetään osaksi hankkeen riskienhallinnan riskianalyysejä. (Helsinki 2018.)

Rakennesuunnittelijan tulee tiedostaa korkean rakentamisen paloturvallisuuteen liittyvät erityispiirteet, sillä ne on pystyttävä ottamaan huomioon rakenteiden palomitoituksissa kuten materiaaleissa ja liitoksissa, jatkuvan sortumisen estämisessä, rakenteiden sijoittamisessa rakennejärjestelmässä sekä riskianalyyseihin laatimisessa. Paloturvallisuuden näkökulmasta riskianalyyseissä on pohdittava paloteknisen suunnittelun toteutuminen

sekä paloturvallinen toteutus työmaalla. (Helsinki 2018; Outinen 2015, 7.) Rakenteellisesta paloturvallisuudesta on laadittava selvitys osana paloteknistä ja rakenteellista suunnittelukokonaisuutta. Selvitys käsittää mm. osastoivien seinien sekä kantavien rakenteiden ja niiden liitosten palonkestävyysominaisuudet, kuormitukset ja mitoitukset ennen toteutusta, sammutus-, hyökkäys-, ja pelastustiet ja niiden vaikutus rakenteiden kuormitukseen ja mitoitukseen, osastoivien rakenteiden keskeisten liittymien palonkestävyydet huomioiden palon leviäminen kerroksesta toiseen, parvekkeiden-, valoa läpäisevien- sekä ulkoseinien rakennusmateriaalien palonkestävyys, ympäristön aiheuttamat riskit paloturvallisuuteen, kuten teollisuus sekä selvitys korkean rakennuksen jalustaosan sekä maanpinnan alapuolisten tilojen rakenteiden palonkestävyyden vaikutuksesta korkeaan rakennusosaan sekä korkean rakennusosan vaikutus jalustaosaan ja muihin alapuolisiin rakennusosiin. Rakennesuunnittelijan on osallistuttava selvityksen laadintaan. Rakennesuunnittelijan tehtäviin kuuluu myös palokatkojen suunnittelu, ellei vastuu niiden suunnittelusta ole osoitettu vastaavalle paloturvallisuussuunnittelijalle. Rakennesuunnitelmien ulkopuolisen tarkastajan lausunnot ja muistiot paloturvallisuudesta esitellään pelastuslaitoksella sekä toimitetaan rakennusluvan yhteydessä lupapisteeseen. (Helsinki 2018.)

Lisätietoa on liitteessä 9.

4.2 Rakennustapaohjeet ja erityismenettelyn vaatimukset

Korkealle rakentamiselle on teetetty Helsingin kaupungin toimesta Korkean rakentamisen rakentamistapaohjeet. Ohjeet on laadittu alun perin v. 2012, mutta niiden päivittäminen oli hankalaa ja ohjeet koettiin sekaviksi. Ohjeet päivitettiin ja uudistettiin v. 2018. (Nousiainen 2020.) Nämä ohjekortit toimivat ohjeina korkean rakentamisen hankkeille ja neuvovat mitä erityismenettely korkeassa rakentamisessa tarkoittaa. Ohjeiden mukaan ulkopuolinen tarkastus ja riskianalyysi ovat erityismenettelyn minimivaatimukset. Niissä on kerrottu mitä lisäselvityksiä on teetettävä korkeassa rakentamisessa ja annettu ohjeet niiden aikatauluttamisesta. Ohjekorteissa on tuotu hyvin esille korkean rakentamisen erityishuomioita, jotka ovat poikkeavia tavanomaisesta ja jotka on otettava huomioon suunniteltaessa ja rakentaessa korkeaa rakennusta. (Helsinki 2018.)

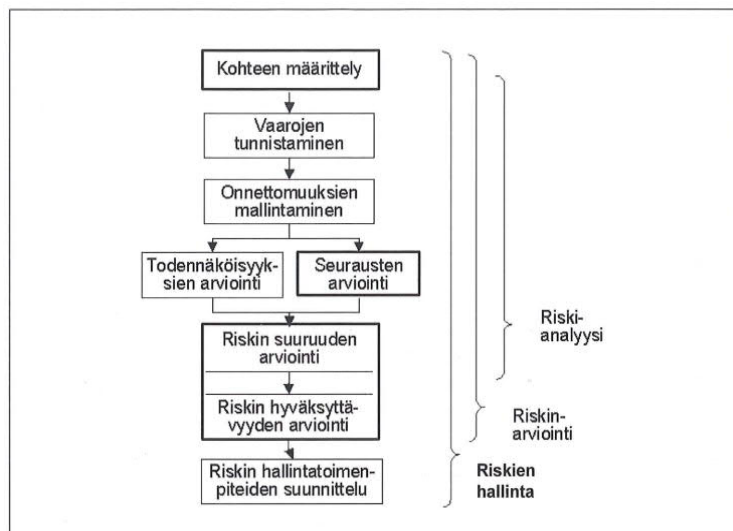
Rakentamistapaohjeet koostuvat erillisistä ohjekorteista. Ohjekortit on jaettu viiteen eri osa-alueeseen. Näitä ovat yleiset-, rakenne-, LVI-, akustiikka- ja paloasiat. Ohjekortteja on noudatettava aina, kun rakennettava rakennus on 16 kerroksinen tai yli. Näihin

kerroksiin luetaan myös kellarikerrokset. Paloteknisiä ohjekortteja on noudatettava aina, kun rakennuksen korkeus ylittää 56m. Ohjekortteja voidaan edellyttää myös matalimmissa rakennuksissa, mikäli ne kuuluvat poikkeuksellisen vaativaan luokkaan muilta osin kuin korkeuden puolesta. Tällaisia voivat olla esimerkiksi haasteellinen rakennuksen jäykistäminen. (Helsinki 2018.)

4.3 Riskienhallinta

Riski on rakentamisessa epävarma tapahtuma, jolla on joko myönteinen tai kielteinen vaikutus hankkeen tavoitteisiin, kustannuksiin, aikatauluun ja laatuun. Yleensä vaikutus on kielteinen ja siksi niitä pyritään välttämään rakentamisessa. (RT 2017, 2.) Kaikissa ihmisen tekemässä toiminnassa on olemassa riskinsä niin myös rakennushankkeissa, mutta tärkeää on kuitenkin osata hallita nämä riskit. Riskienhallinta on projektinjohton kriittisimpiä osia sillä hallitsemattomat tai tunnistamattomat riskit ovat pääsyitä projektien epäonnistumiseen. Tutkimukset maailmalla osoittavat, että onnistuneen projektin ja hyvän riskienhallinnan välillä on selvä suhde. Monesti riskit vielä jätetään huomiotta tai hankkeen tarjouksiin ja kustannuksiin otetaan ns. riskivara. Tämä ei kuitenkaan aina kata lopullista riskeistä aiheutuvaa kustannusmuutosta. (Perry & Thompson 2003, 3-4.)

Erytymenettelyn laadunvarmistamisen olennainen osa on riskienhallinta. Riskienhallinta on systemaattinen prosessi, jonka avulla aktiivisesti voidaan torjua hanketta uhkaavia riskejä ja pyrkiä minimoimaan niistä aiheutuvia vahinkoja ennakoivasti (RT 2017, 2). Hyvä riskienhallinta on tietoista, suunnitelmallista ja järjestelmällistä toimintaa, joka perustuu kokemuseräiseen tietoon ja muihin hyväksi havaittuihin menetelmiin. Tarkoituksena on tunnistaa ja analysoida ne tekijät, jotka voivat aiheuttaa, joko suoraan tai välillisesti hankkeen etenemiselle ja tavoitteiden saavuttamiseksi riskejä. Riskihallintaan kuuluu myös näiden riskien tunnistamisen lisäksi niiden todennäköisyyden ja vaikutuksen arvioinnit (riskianalyysi), jolla voidaan arvioida riskin vakavuus. Vakaville riskeille tulee asettaa toimenpiteitä, jolla nämä riskit vältetään. Asetettujen toimenpiteiden vaikuttavuutta tulisi seurata ja hyvään riskienhallintaan kuuluukin suunnitelmallinen valvontasuunnitelma. (RT 2017, 2.) Vahingon sattuessa toimenpiteistä huolimatta, tulisi olla myös suunnitelma siitä, miten vahingot korjataan ja miten niistä toivutaan (Malmén & Wessberg, 3).



Kuva 8. Riskienhallinnan vaiheet SFS-IEC- 60300-3-9 mukaan (RIL 2016, 114).

Riskien toteutuminen voi aiheuttaa ongelmia hankkeen taloudessa pysymisessä, aikataulussa sekä laadun saavuttamisessa. Hankkeen vaativuudesta riippuu riskienhallinnan laajuus ja toimenpiteet. Erityismenettelyn piirissä olevissa ja muissa erittäin vaativissa hankkeissa riskienhallinnan laajuus on niin kattava, että riskienhallinta on osoitettu erilliselle riskienhallintatyöryhmälle tai -organisaatiolle. Työryhmä koostuu hankkeen osapuolista ja riskienhallintaa koordinoi, joko hankkeessa oleva vastuullinen erityissuunnittelija tai erillinen hankkeen ulkopuolinen riskienhallintakoordinaattori. (RIL 2016, 120.) Riskienhallintaorganisaatio on kuvattu kappaleessa 4.3.1.

Riskienhallinnasta tehdään hankkeen alkuvaiheessa riskienhallintatyöryhmän toimesta riskienhallintasuunnitelma, joka on kirjallinen dokumentti, jossa kuvataan riskianalyyssissä olevat asiat kuten tunnistetut riskit ja niiden seuraukset sekä riskien luokittelu niiden suuruuden mukaan. Näiden riskianalyyssissä olevien asioiden lisäksi riskienhallintasuunnitelmassa esitetään riskien estämiseksi asetetut toimenpiteet ja niiden vastuuhenkilöt sekä toimenpiteiden, toteutus, seuranta ja mittaaminen. Riskienhallintasuunnitelmalla pyritään varmistamaan rakennuksen rakenteiden kestävyys, turvallisuus, paloturvallisuus, terveellisyys, rakennusfysikaalinen toiminta sekä hankkeen aikataululle, budjetille ja osapuolten yhteistoiminnalle asetettujen vaatimusten sekä tavoitteiden toteutuminen. (RT 2017, 2; SFS 2018, 19.)

Riskienhallinnan käytännön tavoitteena on tunnistaa riskit riskienhallinta -workshopeissa, analysoida ja priorisoida riskit niiden vakavuuden perusteella sekä asettaa toimenpiteet riskien hallitsemiseksi ja minimoimiseksi. Tunnistetut riskit tulisi kirjata

riskianalyysiin niin, että riskin syy, seuraus, todennäköisyys ja vakavuus selviää. Toimenpiteet tulee kohdistaa ja tarkkaan kuvata millä toimenpiteillä lähdetään riskiä minimoimaan. Riskien käsittely on subjektiivista, tietyn ajankohdan parhaaseen tietämykseen perustuvaa ja hankkeen edetessä tietämys lisääntyy. Tämän vuoksi riskianalyysiä on päivitettävä koko hankkeen ajan. (Kähkönen 2009, 335; RIL 2016, 22-23.)

Riskienhallinta tulisi ottaa osaksi projektijohdon sisäisiä toimintatapoja jokaisessa projektissa mielellään jo hankepääöstä valmistellessa. Hankkeen yhteistyön sujuvuuden on katsottu olevan yksi tärkeimmistä riskeistä ja tämän vuoksi hankkeenosapuolet on saatava sitoutumaan yhteisesti hankkeen tavoitteisiin ja riskienhallintaan alusta alkaen. (Lehtiranta 2014). Hankkeen alkuvaiheessa riskien hallitsemiseksi on enemmän joustavuutta, kun suunnitelmaratkaisuilla voidaan vaikuttaa ja minimoida hankkeen riskejä. Pääpaino riskienhallinnassa on varautua toteutumista uhkaaviin tekijöihin, kun taas laadunhallinnalla pyritään varmistamaan se, että rakentamisen vaatimustenmukaisuus saavutetaan. (RT 2017, 2.)

4.3.1 Riskienhallintatyöryhmä

Riskienhallinta on systemaattinen ja jatkuva prosessi, johon kaikkien hankkeen osapuolien on osallistuttava, jotta riskienhallinta onnistuu. Tämän vuoksi riskienhallintatyöryhmän tulee kattaa kaikki hankeosapuolet tai niiden edustajat. Riskienhallintatyöryhmä on rakennushankkeen riskienhallinnasta vastaava organisaatio, jonka tarkoitus on tutkia ja tunnistaa hankkeessa esiintyvät riskit ja asettaa toimenpiteet niiden ennaltaehkäisyyn. Riskienhallintatyöryhmä koostuu yleensä hankkeen ulkopuolisesta riskienhallintakoordinaattorista, rakennushankkeeseen ryhtyvistä, pääsuunnittelijasta, vastuullisista erityisuunnittelijoista ja -työnjohdosta, kiinteistön mahdollisesta omistajasta ja käyttäjästä, tuoteosatoimitusten osapuolista sekä suunnitelmien- ja toteutuksen ulkopuolisista tarkastajista. Riskienhallintatyöryhmän työskentely tulee olla tiivistä yhteistyötä ja riskienhallintaa varten onkin suotavaa käyttää workshop -menettelyä:

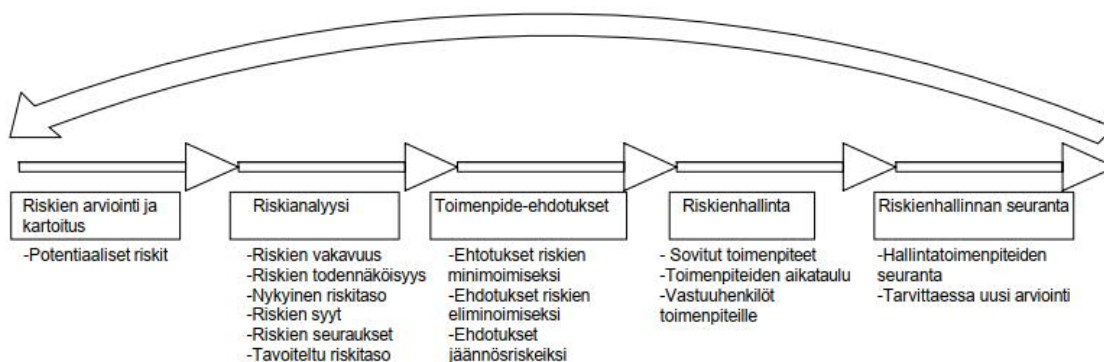
- Riskienhallintakoordinaattori on riskienhallintatyöryhmän vetäjä, jonka tehtävänä on koordinoita riskienhallintaa ja vastata riskianalyysin laadinnasta. Koordinaattorin tulee olla hankkeen ulkopuolinen taho, jotta hän pystyy toimimaan puolueettomasti. Koordinaattori kokoaa eri osapuolten yhdessä tai erikseen tuottamat riskianalyysit tai niiden aineistot ja tiedot yhtenäiseksi asiakirjaksi. Koordinaattori teettää tarvittavat esiselvitykset sekä ylläpitää ja päivittää riskianalyysiä tarpeen

tullen rakennustöiden aikana ja laatii hankkeen loppuvaiheessa yhteenvedon toteutetuista toimenpiteistä. Hän myös valmistelee ja vetää riskienhallinta workshop-tilaisuuksia. Riskienhallintakoordinaattorilla tulee olla riittävä ammattitaito ja jonkin sovellettavan suunnittelualan riittävä pätevyys, joka on vähintään hankkeen suunnittelutyön vaativuuden mukainen pätevyys. (RIL 2016, 23-24,45, 120.) Hänellä tulee olla osaamista riskienhallintamenetelmistä ja -työkaluista. Mikäli hankkeelle ei ole nimetty erillistä riskienhallintakoordinaattoria, tämän tehtävät voidaan osoittaa myös jollekin hankkeen vastaavalle erityissuunnittelijalle, yleensä vastaavalle rakennesuunnittelijalle (RIL 2016, 23-24, 120).

- Rakennushankkeeseen ryhtyvän tehtävä riskienhallinnassa on tuoda esille kaikki tarvittavat lähtötiedot rakennuksen rakentamiseen ja käyttöön liittyen. Hänellä on myös päävastuu rakentamista koskevien riskien ja laadunhallintamenettelyjen määrittämisessä. Rakennushankkeeseen ryhtyvä määrittää sopimuksillaan erityiset riskien- ja laadunhallintaan liittyvät menettelyt sekä huolehtii valvonnan avulla niiden toteuttamisesta. (RIL 2016, 23-24; RT 2017, 2.)
- Pääsuunnittelija osallistuu suunnittelun yhteensovitukseen ja rakennuksen käytönaikaisten riskien hallintaan
- Vastaavat erityissuunnittelijat, kuten ARK, RAK, LVISAE, PALO ja mahdollinen vastaava rakennusfysiikan suunnittelija tuovat oman suunnittelualansa näkökulmasta esille suunnittelun, toteutuksen sekä käyttövaiheen riskit ja riskienhallintaa vaikuttavat asiat. (RIL 2016, 23-24, 120.)
- Vastaava työnjohtaja esittää toteutukseen liittyvät kriittiset työvaiheet ja ottaa esille niihin liittyvät riskit. Hänellä on myös vastuu riskien minimoimisesta työmaalla. Työmaalla tehtävää laatusuunnitelmaa varten tulee koota tunnistettavat riskit sekä niille asetetut toimenpiteet. Tämä toimii myös riskianalyysin tukena. (RIL 2016, 23-24, RT 2017, 11.)
- Kiinteistön omistajan ja mahdollisen käyttäjän on tuotava esille käyttöön liittyviä lähtötietoja ja riskejä
- Tuoteosatoimituksen osapuolet, kuten suunnittelijat, valmistajat ja asentajat laativat omaan valmisosatoimitukseensa liittyvän riskianalyysin, joka liitetään osaksi hankkeen riskianalyysiä
- Hankkeen ulkopuoliset tarkastajat osallistuvat riskianalyysin laadintaan ja tarkastavat sen omalta osaltaan. (RIL 2016, 24, 28.)

4.3.2 Riskienhallintaprosessi ja -menettelyt

Riskienhallintaprosessi käynnistyy riskienhallintaorganisaation luomisella. Rakennushankkeeseen ryhtyvän tulee määrittää suunnittelijoidensa avustuksella hankkeen tavoitteet ja laatuvaatimukset ennen luonnossuunnittelua ja riskianalyysiä. Siinä vaiheessa, kun hankkeen luonnostasoiset suunnitelmat ja muut lähtötiedot ovat saatavilla, käynnistetään riskianalyysin laadinta ja siihen kuuluvat toimenpiteet, kuten riskien tunnistaminen ja arviointi. Ensiksi riskianalyysin laadinta voidaan tehdä suunnittelualan tai toteutusorganisaation sisällä pienissä workshoppeissa. Alustavat riskianalyysit toimitetaan tämän jälkeen riskienhallintaorganisaatiota koordinoivalle henkilölle. Riskienhallintakoordinaattori kokoaa kaikkien riskianalyysit yhteiseen hankkeen riskianalyysiin ja järjestää riskit taulukoihin tai matriiseihin niiden merkityksen ja riskitason perusteella. Tämän jälkeen riskienhallintaorganisaatio kokoontuu yhdessä workshoppeihin pohtimaan merkityksellisiin ja riskitasoltaan korkeisiin riskeihin toimenpiteitä niiden ehkäisemiseksi tai minimoimiseksi. (RIL 2016, 120-124; RT 2017, 5-6.)



Kuva 9. Riskienhallinnan prosessi. Perustuu SFS-ISO 31000 standardiin.

Workshop -menettely on havaittu hyväksi keinoksi tunnistaa riskejä ja löytää yhdessä toimenpiteitä niiden hallitsemiseksi. Varsinkin uusien ja epätavallisten riskien hallitsemiseksi on hyvä käydä näitä läpi isommalla porukalla "Big Room" workshop -tilassa, jotta nk. "aivoriihi" tuottaa parhaimmat lopputulokset. (RT 2017, 5) Workshop -menettelyn etu on siinä, että riskienhallintaryhmässä olevat kiinteistön omistajat oppivat muiden hankkeenosapuolien kautta tunnistamaan ja ymmärtämään hankkeen rakentamisessa esiintyviä riskejä ja niiden mahdollisia vaikutuksia hankkeen onnistumiseen ja kustannuksiin. Eri osa-alueiden edustajien osallistuminen antaa mahdollisuuden tarkastella riskejä

monesta näkökulmasta, joita ei pelkästään yhden osa-alueen ammattilainen osaisi ottaa huomioon. (Tadayon, Jaafar, Nasri 2012, 60; Knuutila 2017). Workshop -tilaisuuden vetäjän, joka yleensä on riskienhallintakoordinaattori, on luotava avoin ja rakentava asenne työpajaan, jotta lopputulos olisi mahdollisimman hyvä. Tarkoitus työpajalla ei ole kyseenalaistaa kenenkään ammattitaitoa, mutta yhdessä tutkimalla saadaan kaikki riskit näkyviin. Jokainen hankeosapuoli kokee näkökulmastaan eri tavalla, havaintoihin, oletuksiin ja saatuun tietoon vedoten, hankkeen riskien vakavuudet. Workshoppeissa pystytään tuomaan nämä eriävät näkökulmat esille. Yhdessä mietittäessä workshop -tilaisuuksissa näihin voidaan paremmin reagoida. (RIL 2016, 124; SFS 2018, 17.)

Riskienhallintaorganisaation workshop -tilaisuuden päätteeksi tulisi olla hankkeessa esiintyvillä riskeillä määritetty yhdessä toimenpiteet, miten näitä riskejä ehkäistään tai minimoidaan. Käytettäviä toimenpiteitä ovat kappaleessa 4.4 esitetyt erityiset laadunvarmistustoimenpiteet ja erityismenettelyä tukevat laadunvarmistustoimenpiteet. Korkean rakentamisen erityispiirteet kappaleessa ja liitteenä olevassa riskianalyysissä on käsitelty enemmän mahdollisia toimenpiteitä. Toimenpiteiden käyttöönotosta tulee tehdä päätös hankkeen johdon puolesta, sillä osa toimenpiteistä saattaa vaikuttaa kustannuksiin merkittävästi. Toimenpiteille tulee olla nimetty myös vastuulliset henkilöt, jotka hoitavat toimenpiteen käynnistämisen ja mahdollisen valvomisen. Nämä kaikki tunnistetut ja arvioidut riskit sekä niille asetetut toimenpiteet ja vastuuhenkilöt dokumentoidaan yhteiseen hankkeen riskienhallintasuunnitelmaan. Riskienhallintasuunnitelma toimii riskienhallinnan toimenpiteiden toteuttamisen pohjana. Sen soveltuvuutta ja siinä esiintyvien toimenpiteiden toimivuutta riskien hallinnoimiseksi arvioidaan ja mitataan säännöllisin väliajoin. (SFS 2018, 13-14.) Suunnitelmaa ja riskianalyysiä päivitetään tarvittaessa vähintään rakennuslupavaiheessa sovituisissa päivitysajankohdissa, jolloin järjestetään uusi workshop-tilaisuus. Yleisemmin päivitysajankohdiksi sovitaan ne ajankohdat, kun siirrytään hankkeessa uuteen vaiheeseen. Tarvittaessa riskienhallintatyöryhmä voi koontua myös näiden lisäksi erikseen kutsuttaessa, jos hankkeessa on tapahtunut sellaisia muutoksia, jotka aiheuttavat välitöntä riskienhallinnan reagointia ja riskianalyysin päivitystä. Tällaisia voivat olla esimerkiksi tarkennukset tai muutokset suunnitelmissa tai organisaatioissa. Riskianalyysi tulee päivittää aina esimerkiksi merkittävän tuoteosakauden varmistuttua, jolloin samassa päivittyy myös riskienhallintasuunnitelma. (RIL 2016, 22-24, 113-126.)

4.3.3 Riskianalyysi

Riskienhallintaprosessiin olennainen osa on riskianalyysi. Riskienhallintaan kohdistuvien toimenpiteiden määrittäminen on helpompaa, kun on ensiksi tunnistettu hanketta mahdollisesti vahingoittavat riskit. Riskianalyysin avulla tunnistetaan ja analysoidaan hankkeen suunnittelun, toteutuksen ja käytön aikaiset riskit sekä niiden vakavuus, todennäköisyys ja seuraamukset. Riskianalyysi toimii laadunvarmistusselvityksen lähtötietona ja se liitetään osaksi laadunvarmistusselvitystä. Riskianalyysin perusteella määrittyy kohteen erityismenettely, sen tarkennettu sisältö ja siihen kohdistuvat toimenpiteet laajuuksineen koskien rakennustyön suunnittelua ja toteutusta. Nämä toimenpiteet tulee dokumentoida joko suoraan tai laadunvarmistusselvityksessä annetun menettelytavan, kuten riskienhallintasuunnitelman mukaisesti rakennustyön tarkastusasiakirjaan, jossa se toimii tarkastusta kohdentavana asiakirjana. (RIL 2016, 22-23, 115.)

Riskienhallinnan periaatteet ja siihen liittyvän riskianalyysin vaiheita on kuvattu SFS-IEC 60300-3-9 standardissa ja kuvassa 8.

Riskianalyysin vaiheet

Ennakkoneuvotteluissa rakennusvalvontaviranomaisen lausunnon pohjalta tai rakennushankkeeseen ryhtyvän erikseen määrittäessä hankkeen erityismenettelyn piiriin kuuluvaksi, aloitetaan riskianalyysin laatiminen mahdollisuuksien mukaan heti, kun ensimmäiset luonnossuunnitelmat on tehty tai viimeistään ennen rakennuslupavaihetta. Riskianalyysin laadintaan osallistuu nk. riskienhallintatyöryhmä tai -organisaatio. (RIL 2016, 23-24.) Riskienhallintatyöryhmä ja tarkemmat tehtäväkuvaukset on esitetty kappaleessa 4.3.1.

Lähtötietoina riskianalyysille käytetään sen hetkisen suunnitteluvaiheen mukaisia erityissuunnitelmia. Lisäksi tarvitaan tietoja rakennuksen toteutuksesta ja tulevasta käytöstä, mahdollinen lupapäätös sekä hankkeeseen liittyvät viranomaismääräykset ja -ohjeet. Riskianalyysissä on tarkoitus käsitellä soveltamisalaa (kantavat rakenteet, paloturvallisuus, rakennusfysiikka, terveellisyys ja kulttuurihistoriallisten arvojen menetys) liittyvät kriittiset rakennusosat, järjestelmät tai tilat suunnittelun, toteutuksen sekä käytön ja ylläpidon kannalta. (RIL 2016, 23-24.) Lisäksi analyysissä, on hyvä käsitellä hankkeen, organisoitiin, aikatauluun, tiedonkulkuun, lupakäsittelyyn, kaupunkikuvaan, rakennuksen

ympäristöön, talouteen, rakennuksen imagoon, työ- ja ympäristön turvallisuuteen liittyviä riskejä. Riskianalyysit voidaan tehdä ensiksi suunnittelualan sisällä, kuten rakennesuunnittelun tai rakennusfysiikan suunnittelun, keskittyen vain kyseessä olevan suunnittelualan riskeihin. Suunnittelualan sisällä tehtävien riskianalyysien vetovastuu on suunnittelualan vastaavalla suunnittelijalla, sillä riskianalyysin laadinta vaatii kyseisen suunnittelualan hyvää asiantuntijuutta. Riskianalyysit viedään valmistuttua riskienhallintaorganisaation yhteiseen hankkeen riskianalyysiin, jonka laatimisesta vastaa riskienhallinta-koordinaattori. Tätä riskianalyysiä tullaan tarvittaessa päivittämään yhteisten riskienhallinta workshoppien tuloksena. (RIL 2016, 45; Haastateltava 2 2020.)

Riskianalyysiä päivitetään vähintään siirryttäessä uuteen hankevaiheeseen. Luonnos suunnitteluvaiheessa riskianalyysissä keskitytään suunnitelmaratkaisujen riskeihin ja toteutusvaiheessa toteutuksen laatuun sekä suunnitelmienmukaisuuteen liittyviin riskeihin. Riskianalyysiprosessi on siis jatkuvaa ja se kattaa koko hankkeen aina luonnossuunnittelusta käyttöön sisältäen usean eri osa-alueen riskitarkastelut. Aina kun riskianalyysiä ja sen pohjalta tehtyjä toimenpiteitä päivitetään, niistä tehdään riskianalyysiraportit, jotka toimivat laadunvarmistusselvityksen laadinnan lähtötietoina. Riskianalyysi ja sen raportit tulisi toimittaa riskienhallintaorganisaation ja muiden oleellisten hankkeen jäsenien, kuten laadunvarmistuksen valvojen lisäksi myös rakennusvalvontaviranomaiselle. (RIL 2016, 24-25.) Riskianalyysin päivittyessä, päivittyy myös riskienhallintasuunnitelma.

Rakennusvalvontaviranomainen voi tarvittaessa päivitetyn riskianalyysin ja muiden rakennushankkeeseen ryhtyvän laatimien tarkennettujen selvitysten perusteella määritellä tai tarkentaa kantaansa erityismenettelyn sisältöön ja laajuuteen hankkeen edetessä (RIL 2016,25; Helsingin 2018). Tällaisia voi olla esimerkiksi uusien tuotteiden käyttäminen. Päivitetyn riskianalyysin perusteella voidaan myös tarkentaa erityisalan- ja työmaasuunnitelmia sekä tarkentaa tarkastustoimen laajuutta ja kohdentumista (RIL 2016, 25).

Liitteeseen 8 on kerätty yleisimpiä rakennushankkeiden riskejä tarkastuslistaksi. We Land -hankkeeseen tehty riskianalyysi on esitetty liitteessä. Riskianalyysin tarkempi prosessi ja työkalut on esitetty liitteessä 10.

Riskianalyysin tavoite ja sisältö rakenteellisen turvallisuuden riskienhallinnassa

Riskianalyysin tavoitteena on varmistaa rakenteellisen turvallisuuden kannalta olennaisien rakenneosien vaurionsietokyky ja suunnitelmaratkaisujen oikeanlainen toiminta. Hyvin tehdyllä riskianalyysillä saadaan tunnistettua teknisesti riskialttiit suunnitelmaratkaisut ja tarvittaessa vaihtaa tai kehittää uusia riskittömämpiä ratkaisuja. Joissakin tapauksissa riskianalyysin avulla voidaan saada perusteet pienentää rakennukseen kohdistuvia kuormituksia, mutta toisaalta jotkin riskit saattavat myös korottaa niitä. Joidenkin riskianalyysissä tunnistettujen merkityksellisten riskien välttämiseksi voidaan joutua myös tilanteeseen, jossa mahdollisista työ- ja materiaalivirheistä johtuen, rakenteet pitää suunnitella ja mitoittaa kestävämmiksi, jotta riskin realisoituessa rakenne kestää sille kohdistuvat rasitukset. (RIL 2016, 114-115.)

Rakenteellisen turvallisuuden eli rakennesuunnittelun osalta sisältö koostuu:

- riskialttiit rakenteet ja niiden kuvaus
- suunnitteluun liittyvät riskit, kuten lähtötietojen riittävyys ja oikeellisuus
- rakennesuunnittelun organisaatio ja resurssien riittävyys
- tuoteosasuunnittelu ja -toimitus
- kuljetus- ja asennusvaihe
- rakentamiseen liittyvät riskit
- työmaatoiminta
- käyttöönotto ja -vaiheen riskit
- käyttöön, huoltoon ja ylläpitotoimiin liittyvät riskit
- yhteenveto hankkeeseen liittyvistä riskeistä sekä niiden seuraamukset ja todennäköisyydet
- yhteenveto toimenpiteistä
- esitys erityismenettelyn toimenpiteiksi ja niiden laajuudeksi sekä tarkastuksen kohdentumisesta

Rakennesuunnittelun osalta riskianalyysissä keskitytään rakenteelliseen turvallisuuteen ja painopisteet ovat kantavien rakenteiden suunnittelussa ja toteutuksessa. Rakennusfysikaalisen toiminnan riskianalyysissä pääpaino on kosteus-, ääni ja sisäilmaan vaikuttavissa teknisissä seikoissa. Vastuullinen rakennesuunnittelija toimii rakenteellisen turvallisuuden riskianalyysin laatijana ja kokoaa tunnistetut riskit rakenteellisen turvallisuuden riskianalyysiin. Rakennusfysikaalisen toimivuuden riskianalyysin laatijana toimii joko

vastuullinen rakennesuunnittelija tai hankkeelle erikseen nimetty rakennusfysikaalinen suunnittelija. Riskianalyysiin voidaan ottaa mukaan myös muidenkin suunnittelualojen sekä hankkeen yleisiä riskejä. Kaikki tunnistetut riskit on hyvä kirjata, vaikka ne eivät omaan suunnitteluun kuuluisikaan. Tällä varmennetaan se, että hankkeen kaikki mahdolliset riskit tulisi kirjattua, jos ei kyseisen suunnittelualan riskianalyysin laatija sitä itse tunnista. Rakenteellisen turvallisuuden riskianalyysi aloitetaan joko samanaikaisesti rakennussuunnittelun riskianalyysin kanssa tai viimeistään, kun tarvittavat lähtötiedot on saatu. Rakenteelliseen turvallisuuteen ja kantaviin rakenteisiin liittyviä riskejä voidaan tunnistaa edellä mainituiden menetelmien kautta. Painopisteenä on tunnistaa ja miettiä onko rakennuksen suunnittelussa, valmistuksessa, asennuksessa tai muussa rakentamisessa käytetty riskialttiita rakenneratkaisuja, -tekniikoita ja -menetelmiä tai rakennusmateriaaleja. Tällaisia voivat olla esimerkiksi vaurioherkät rakennusosat, joiden on katsottu aiempien hankkeiden perusteella olevan erittäin herkkiä sortumiselle. Samalla on hyvä miettiä syitä, miksi riski voi realisoitua ja miten se vaikuttaa muiden rakenteiden kestävyys. Tämän avuksi voidaan ennen riskien tunnistamista tehdä rakenteellisen sortuman seurausanalyysi, jonka avulla nähdään mitä seurauksia koituu jonkin yksittäisen riskialttiin rakenneosan sortumisesta. Seurausanalyysin avulla tunnistetaan mahdollisen jatkuvan sortuman todennäköisyys ja laajuus. Tämän avulla voidaan paremmin arvioida yksittäisen riskien realisoitumisen merkitystä ja siihen kohdistuvien toimenpiteiden tärkeyttä. Yleensä syyt riskien realisoitumiseen löytyvät puutteellisista tai virheellisistä suunnitelmista. Riskien tunnistamista on hyvä miettiä myös hankkeen erityispiirteiden kannalta ja sitä, miten ne otetaan huomioon. Riskien todennäköisyyksiä ja vakavuutta sekä mahdollisia toimenpiteitä voidaan jo suunnittelualan sisällä miettiä ja kirjata ne riskianalyysiin. (RIL 2016, 45, 63, 116.)

Rakenteellisen turvallisuuden riskianalyysi voidaan liittää myös työturvallisuusasiakirjan liitteeksi, sillä rakenneosien toteutukseen liittyy usein myös työturvallisuusriskejä. (RIL 2016, 46.)

Riskianalyysin laadintaan tarvittavat työkalut ja tarkempi prosessi esitetty liitteessä 10.

4.4 Laadunvarmistustoimenpiteet

Rakennushankkeen laadun toteutumista voidaan varmistaa monilla eri laadunvarmistustoimenpiteillä. Maankäyttö- ja rakennuslaki määrittää laatutavoitteille minimivaatimukset, joita voidaan korottaa rakennuttajan ja urakoitsijoiden välisissä sopimuksissa. Normaalissa hankkeissa laadunvarmistustoimenpiteet jaotellaan viranomaisen laadunvarmistustoimenpiteisiin, rakennuttajan laadunvarmistustoimenpiteisiin sekä urakoitsijan - ja suunnittelijoiden laadunvarmistustoimenpiteisiin. (Junnonen 2001, 445.)

Viranomaisen laadunvarmistustoimenpiteinä on seurata MRL:n asettamia minimivaatimuksia mm. aloituskokouksilla, pätevyyksien varmistamisella, suunnitelma tarkastuksilla, rakennustyön tarkastusasiakirjalla sekä rakennustyön katselmuksilla (Junnonen 2001, 446). Aloituskokouksessa todetaan ja merkitään hanketta koskevat velvoitteet, kuten erityismenettely, keskeiset toimijat, vastuut ja tarkastustehtävät, viranomaiskatselmuksien ja tarkastukset sekä muut selvitykset ja toimenpiteet laadun varmistamiseksi, kuten rakennustuotteiden kelpoisuuden varmistaminen. (MRL 121§ 1999.) Erityismenettelyn toimenpiteet tulee tuoda julki viimeistään tässä vaiheessa tietoon kaikille hankkeen osapuolille.

Suunnitelmatarkistuksilla varmistetaan, että suunnitelmissa käytettävät ratkaisut noudattavat voimassa olevia lakeja ja määräyksiä. Rakennustyön tarkastusasiakirja on MRL:n 150 f § mukaan tehtävä rakennushankkeeseen ryhtyvän huolehtimisvelvollisuuteen kuuluva asiakirja, joka sisältää merkinnät rakennuksen katselmuksista, viranomaisen tarkastuksista sekä muiden toimijoiden tarkastuksista. Se sisältää myös merkinnät, että rakennustyö on toteutettu säännösten ja määräysten mukaisesti tai perustelut siitä, miksi niistä on poikettu. Ympäristöministeriön asetuksissa annetaan tarkempia säännöksiä tarkastusasiakirjan sisällöstä. (Junnonen 2001, 446; MRL 150 f § 1999.) Tarkastusasiakirjaan merkitään myös erityismenettelyn vaatimat tarkastukset.

Rakennuttajan laadunvarmistustoimenpiteisiin vaikuttavat rakennusvalvontaviranomaisen vaatimukset, sekä rakennuttajan oma laatujärjestelmä. Laatujärjestelmä voi sisältää erityismenettelyn laadunvarmistustoimenpiteitä. Rakennuttajan velvollisuus on tehdä laatusuunnitelma, jossa on huomioitu edellä mainitut vaatimukset ja toimenpiteet laadun varmistamiseksi sekä laadunvalvontasuunnitelma. Rakennuttajan tehtäviin liittyy myös myötävaikutusvelvollisuus sekä työmaavalvonta rakentamisen aikana. Valvontaa suorittavat työmaalla viranomaiset, urakoitsijat ja suunnittelijat. (Junnonen 2001, 447.) Tämän

lisäksi valvontaa ja tarkastuksia voi suorittaa rakennuttajan palkkaama valvoja tai ulkopuolinen tarkastaja. Rakennuttajan yhtenä tärkeänä laadunvarmistustoimenpiteenä on myös riittävien resurssien ja realistisen aikataulun varmistaminen. Samalla hänen tulee huolehtia, että hänellä on käytössään kohteen vaativuudesta riippuen pätevä henkilöstö. Vaadittavan pätevyyden toteaa rakennusvalvontaviranomainen.

Urakoitsijan laadunvarmistustoimenpiteinä voidaan YSE 1998 10§ mukaan vaatia kirjallista laatusuunnitelmaa ja laadunvalvontaa. Laatusuunnitelma on laadittava ennen rakennustöiden aloitusta ja se sisältää tarvittavat menettelyt laadunvarmistamiseksi, kuten erityismenettelyn toimenpiteiden toteuttamisen. Laadunvarmistustoimenpiteet jakautuvat koko työmaata koskeviksi sekä yksittäiseen tehtävään. Laadunvalvonnan toimenpiteitä ovat mm. itselle luovutus, virheiden ja puutteiden korjaaminen tai niistä tiedottaminen, epäkelvöllisten tuotteiden tarkastaminen sekä korjaaminen tai vaihtaminen ja tarvittavat käyttökokeet. (Junnonen 2001, 448.)

Suunnittelijoiden osalta laadunvarmistusta suoritetaan oman laatujärjestelmän mukaisesti myös hankkeen eri vaiheissa. Luonnossuunnittelu-, tarjous- ja sopimusvaiheissa suunnitelmien osalta pidetään hankkeen osapuolien kanssa yhteinen suunnitelmakatselmus, jossa varmistetaan suunnitelmien valmiusaste, virheettömyys sekä sovitaan suunnitelmien täydentämisistä, tarkastamisista, aikataulusta ja toimittamisesta. Samalla sovitaan myös rakennusaikaisista tarkastuksista ja katselmuksista sekä laaditaan alustava tarkastusasiakirja, joka sisältää laadunvarmistustoimenpiteet. Rakentamisen aikana sovitaan tarkastusasiakirjan sisällöstä ja sovitaan tarkastuksien vastuuhenkilöt sekä kirjataan tehdyt tarkastukset tarkastusasiakirjaan. Suunnittelijat tarkastavat omalta osaltaan suunnitelmiansa laadullisuuden ja ristiin vertailun. (RATU 2009, 1-3.) Suunnittelijoilla on laadunvarmistustoimenpiteenä käytössään monesti yrityksen oma laatujärjestelmä, jolla varmennetaan suunnitelmien laadullisuus. Suunnitelmien oma- ja vertais-tarkastamisella saadaan suunnitelmien laatu varmistettua. Viranomaiset tarkastavat suunnitelmien määräysten mukaisuudet. (Haastateltava 1 2020.)

Edellä mainitut toimenpiteet ovat yleisesti käytössä normaaleissa hankkeissa. Ne sisältyvät myös erityismenettelyyn, mutta erityismenettelyn piiriin kuuluville hankkeille voidaan määrätä näiden lisäksi kappaleessa 2.4 mainittuja erillisiä laadunvarmistustoimenpiteitä. Seuraavassa on tarkemmin selvitetty näitä erityisiä laadunvarmistustoimenpiteitä.

4.4.1 Laadunvarmistusselvitys

Laadunvarmistusselvitys on rakennusvalvontaviranomaisen erityismenettelyä koskevassa päätöksessään edellyttämä erityinen laadunvarmistustoimenpide. Sitä voidaan edellyttää kuitenkin myös muissakin hankkeissa ja erillisenä toimenpiteenä, sillä MRL 121a § mukaan, laadunvarmistusselvityksen edellyttäminen ei tarvitse erityistä riskiä. Toisin kuin erityismenettelyä koskevan päätöksen kanssa, laadunvarmistusselvitystä ei voida edellyttää enää rakennustyön aikana, sillä selvitykset tulisi olla tehtynä jo ennen rakentamisen aloittamista. Tarve selvitykselle voi olla, mikäli rakennus tai jokin sen osa on erittäin vaativa, sen turvallisuuteen, terveellisyyteen tai kestävyYTEEN liittyy riskejä tai rakentamisen olosuhteisiin, valvontaan ja toteutukseen liittyy seikkoja, joiden perusteella ei voida täysin perustella rakennuksen saavuttavan riittävää laadullista sekä määräysten mukaista lopputulosta. Laadunvarmistusselvitys on erityismenettelyn toimenpiteistä laajin ja sen tarkoituksena on osoittaa rakentamisen säännösten ja määräysten mukainen lopputulos sekä teknisten vaatimusten täyttyminen. Selvitys kohdistuu paljolti rakennushankkeen riskien arvioimiseen ja sitä koskevan tarkastuksen ja lausunnon hankkimiseen. Selvitys voi kohdistua koko rakennukseen tai vain tiettyyn työvaiheeseen. Selvitykseen on merkittävä kaikki olennaiset tiedot niistä toimista, joilla vaadittava lopputulos saavutetaan ja osoitettuja toimia on noudatettava rakennustyössä. Laadunvarmistusselvitys liitetään MRL:n 150f § mukaiseen rakennustyön tarkastusasiakirjaan rakennushankkeeseen ryhtyvän toimesta. (MRL 2014; YM 2015b, 38-39.)

Laadunvarmistusselvitys sisältää kaiken olennaisen tiedon niistä toimenpiteistä, joilla rakennushankkeeseen ryhtyvä osoittaa varmistavansa, että hanke suunnitellaan ja rakennetaan säädösten, määräysten ja hyvän rakennustavan mukaan. Laadunvarmistusselvityksen sisältö on esitetty RIL 241-2016 kirjassa ja Ympäristöministeriön ohjeessa 5/601/2015. Rakennusvalvontaviranomainen voi tarvittaessa tarkentaa erityismenettelyä koskevassa päätöksessään selvityksen sisällöstä ja mihin se kohdistuu, kuten esimerkiksi kosteudenhallintaan tai rakenteelliseen turvallisuuteen. Laadunvarmistusselvitys sisältää RIL241-2016 ja Ympäristöministeriön ohjeen 5/601/2015 mukaan:

- riskianalyysin, joka käsittää hankkeessa esiintyvät riskit ja niiden vakavuudet. Riskianalyysiä on käsitelty tarkemmin kappaleessa 4.3.3.
- riskienhallintasuunnitelman
- olemassa olevaa rakennusta koskevan kuntotutkimuksen, korjaus- ja muutoshankkeiden osalta

- esityksen rakennustyön tarkastusasiakirjaksi laadunvarmistustoimenpiteinen (lisätietoa mm. Ympäristöopas 76 ja YM5/601/2015).
- vastaavan erityissuunnittelijan, ulkopuolisen tarkastajan tai asiantuntijatarkastajan käyttämisen rakennustyön ja/tai rakennustuotteiden tarkastamisessa
- rakennusvaiheiden tarkastuksen vastuuhenkilöt ja muut työvaihetarkastuksia tekevät henkilöt sekä heidän pätevyytensä
- rakentamisen aikataulu toteutumisarvioineen toiminnan laadun arvioimiseksi
- suunnitelmakatselmukset
- tarjous- ja sopimusvaiheen vaatimukset laadun varmistamiseen
- rakennushankkeeseen ryhtyvän hyväksymä työmaan laatusuunnitelma. Laatusuunnitelman tulee sisältää laadunohjaus- ja valvontamenettelyt laadunvarmistamiseksi sekä urakoitsijan sisäiset laadunvalvontatoimenpiteet
- tarkastusten vastuuhenkilöiden johdolla toteutettavat työvaiheiden mallitarkastukset, muut laadunvarmistamiseksi sovitut tarkastukset, sekä vastaanottotarkastukset ja mittaukset
- selvitykset henkilöresursseista, organisaatioista ja koordinoitivastuista
- selvitykset tiedonkulun varmistamisesta
- lisäksi voidaan edellyttää kulttuurihistoriallisten arvojen hallintaan liittyvää riskianalyysiä, sekä selvitystä kulttuurihistoriallisista arvoista. (YM 2015b, 39; RIL 2016, 26.)

Edellä mainittujen lisäksi hankkeesta riippuen voidaan laadunvarmistus selvitykseen sisällyttää myös muitakin hankkeen luonteeseen liittyviä laadunhallinnallisia selvityksiä. Korkeiden rakennusten osalta mahdollisia tarvittavia selvityksiä on esitetty mm. Helsingin korkean rakentamisen rakentamistapaohjeessa 2018 sekä tämän työn kappaleessa 4.1.3 Korkean rakentamisen erityispiirteet.

Laadunvarmistus selvityksen myötä hankkeen laadunvarmistus paranee, kun rakennushankkeeseen ryhtyvä joutuu syventymään asiaan ja valmistelemaan kattavan laadunvarmistuksen yhdessä pätevien asiantuntijoidensa kanssa. Samalla selvitys sitoo muita erityismenettelyn toimenpiteitä yhteen. (RIL 2016, 26.)

Suunnittelun laadunvarmistus selvitys

Eryitysmenettelyn piiriin kuuluvissa kohteissa rakennusvalvontaviranomaisen edellyttäessä toimenpiteenä laadunvarmistus selvitystä, koskee se tarvittaessa myös

suunnittelua. Suunnittelun laadunvarmistusselvityksen laajuus määritetään rakennusvalvontaviranomaisen kanssa ja tarvittaessa se kattaa rakenteellisen turvallisuuden, paloturvallisuuden, rakennusfysiikallisen toimivuuden, terveellisyyden sekä kulttuurihistoriallisten arvojen säilymisen. Laadunvarmistusselvitys voidaan edellyttää myös erillisenä laadunvarmistustoimenpiteenä, vaikka hanke ei kuuluisikaan erityismenettelyn piiriin. Rakennushankkeeseen ryhtyvän tulee esittää ja toimittaa rakennusvalvontaviranomaiselle suunnitelmien laadunvarmistusselvitys osana suunnittelijoiden hyväksymisasiakirjoja mielellään jo ennen lupavaihetta tai viimeistään rakennuslupavaiheessa. Kyseessä olevaa suunnittelua ei saa aloittaa ennen kuin laadunvarmistusselvitys on laadittu. Suunnittelijoiden on osallistuttava selvityksen laadintaan ja heidän on noudatettava selvityksessä esitettyjä toimintatapoja suunnittelussa. Laadunvarmistusselvitys perustuu riskien kartoittamiseen riskianalyysin avulla, johon kaikki suunnittelualueet muiden hankkeen osapuolten lisäksi osallistuvat. Rakennesuunnittelun osalta tämä tarkoittaa rakenteellista turvallisuutta sekä tarvittavin osin myös paloturvallisuutta, rakennusfysikaalista toimivuutta ja terveellisyyttä, mikäli hankkeelle ei ole näiden osalta kiinnitetty erillistä henkilöä. Laadunvarmistusselvityksessä esitetään menettelyt riskianalyysin avulla löydettyjen riskien hallitsemiseen ja niiden toteutumisen välttämiseksi (riskienhallintasuunnitelma). Laadunvarmistusselvitys päivitetään ja toimitetaan rakennusvalvontaan aina merkittävän tuoteosakaupan tms. yhteydessä koskien ko. osan suunnittelua. Selvityksen tulee kattaa koko laadunvarmistuksen varmentavat ja tarkastavat henkilöt, heidän kelpoisuutensa, tehtävämäärittelyt sekä resurssit. Selvitys sisältää mm. erityissuunnitelmien tarkastussuunnitelman, jossa kuvataan suunnitelmien tarkastusmenettelyt mm. suunnitelmien yhdenmukaisuuden tarkastamiseksi, tarkastuksen vastuuhenkilöt sekä suhde rakennesuunnittelun projektiorganisaatioon. Tarkastussuunnitelmasta tulee käydä ilmi, miten vastaava rakennesuunnittelija tai rakenteita suunnitteleva rakennesuunnittelija osallistuu kriittisten kantavien rakenteiden suunnitelmien mukaisen toteutuksen tarkastuksiin. Sama edellytys pätee muiden osa-alueiden osalta, kuten rakennusfysiikan toimivuuden kannalta. Selvityksessä esitetään myös suunnitelma suunnittelun koordinoinnin hallitsemisesta ja nimetään siihen vastuuhenkilöt. Suunnitelma- sekä toteutusvaiheen mallikatselmukset esitetään selvityksessä ja ne linkitetään päätoteuttajan laatusuunnitelmaan. Erityistä huomiota suunnittelun laadunvarmistuksessa tulee kiinnittää keskeisten aiheiden ohella myös työturvallisuuteen, ympäristön turvallisuuteen, sekä rakenteiden työnaikaiseen stabiliteettiin. Lisäksi tulee suunnittelussa huomioida ennakoivasti rakennuksen kyky toimia turvallisuutta edistäen jo rakentamisen aikana sekä käytönaikainen turvallisuus ja terveellisyys. Laadunvarmistusselvityksessä esitetyt laadunvarmistukset

suorittavat suunnitteluorganisaation menettelytavan mukaisesti, joko hankkeen ulkopuolinen tai hankkeelle vain laadunvarmistustyöhön erikseen nimetty henkilö. Tällä henkilöllä tulee olla hankkeen suunnittelutehtävän mukainen kelpoisuus. (RIL 2016 s.25-26, 46, 63, 80; Helsinki 2018.)

Toteutuksen laadunvarmistusselvitys

Toteutuksen laadunvarmistusselvitys (MRL 121 a §) on osa hankkeen erityismenettelyn laadunvarmistusta tai erillinen laadunvarmistustoimenpide. Kuten suunnittelun laadunvarmistusselvityskin, pohjautuu se hankkeen riskien tunnistamiseen ja hallitsemiseen riskianalyysin avulla. Toteutuksen laadunvarmistusselvitys kohdistetaan erityisesti riskialttiisiin työvaiheisiin. Laadunvarmistusselvityksen edellyttäminen tulee tuoda urakoitsijan tietoisuuteen mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jotta urakoitsija osaa ottaa tarvittavat toimenpiteet huomioon. Työvaihetta ei saa aloittaa ennen kuin rakennushankkeeseen ryhtyvä on toimittanut selvityksen rakennusvalvontaviranomaiselle ja selvitys on hyväksytty viranomaisen toimesta. Selvitys sisältää tarkennuksena yleiseen laadunvarmistusselvitykseen mm. tarkastusasiakirjan mukaisten työvaiheiden vastuuhenkilöt ja tarkastajat sekä heidän pätevyytensä, tiedot rakennustyövaiheiden koordinoitavuudesta, ulkopuolisen asiantuntijatarkastuksen laajuudesta, henkilöresurssit sekä asiantuntijoiden ja ulkopuolisten tarkastajien hyväksymät toteutuksen laatusuunnitelmat. Laadunvarmistustoimenpiteiden suunnittelussa on kiinnitettävä huomiota myös keskeisten asioiden lisäksi, työ- ja ympäristöturvallisuuteen, rakenteiden työnaikaiseen stabiliteettiin ja kestävyysiin sekä kykyyn toimia turvallisuutta edistään jo rakentamisen aikana. (Helsinki 2018.)

Rakennesuunnittelijan toimiessa työvaiheiden asiantuntijatarkastajana, tulisi hänen tiedostaa myös kyseessä olevan hankkeen toteutuksen laadunvarmistusselvitys.

4.4.2 Ulkopuolinen tarkastus

Ulkopuolinen tarkastus on MRL:n 150c § määrittelemä menettely ja erityinen laadunvarmistustoimenpide, jota voidaan edellyttää rakennushankkeessa erillisenä toimenpiteenä tai se voi olla osa erityismenettelyn laadunvarmistustoimenpiteitä. Ulkopuolisen tarkastuksen tehtävänä on varmistaa, että soveltamisalakohtaiset suunnitelmat ja rakennustyöt ovat hankkeen vaativuuteen nähden riittävän kattavia ja täyttävät sille asetetut

laatuvaatimukset. (RIL 2016, 13-14, 27-28; RT 2019b,1). Maankäyttö- ja rakennuslaissa (2014) sanotaan, että *"rakennusvalvontaviranomainen voi lupahakemusta käsitellessään tai rakennustyön aikana vaatia rakennushankkeeseen ryhtyvältä riippumattoman ja pätevän asiantuntijan lausunnon siitä, että täyttääkö suunniteltu ratkaisu ja rakentaminen säädetyt vaatimukset"*. Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan edellytyksenä lausunnon on, jos rakentamisessa käytetään sellaisia rakennuksen turvallisuuteen, terveellisyyteen tai pitkäaikaiskestävyyteen merkittävästi vaikuttavia suunnittelu- ja toteutusmenetelmiä tai tuotteita, joiden toimivuudesta ei ole yleisesti varmuutta tai aikaisempaa kokemusta. Ulkopuolista tarkastusta voidaan lain mukaan määrätä myös, jos rakentamisessa havaitaan tai epäillään tapahtuneen virhe tai laiminlyönti, jonka vaikutusta ja korjaamista ei voida ilman ulkopuolista tarkastusta luotettavasti arvioida tai toteuttaa tai, mikäli korjaus- tai muutostyössä havaitaan vaurioita ja rakenteita, joita ei ole suunnitelmissa huomioitu. (MRL 2014, 150 c-d §.)

Erityismenettelyä koskevassa lakipykälässä 150d § sanotaan, että ulkopuolista tarkastusta voidaan edellyttää erittäin vaativassa rakennushankkeessa ja tällöin se voi olla osana erityismenettelyn toimenpiteitä. Erityismenettelyä voidaan taasen edellyttää, mikäli rakennushankkeeseen liittyy erityinen riski siitä, että rakenteellisen turvallisuuden, paloturvallisuuden, terveellisyyden, tai rakennusfysikaalisen toimivuuden vaatimuksia ei saavuteta tai, että korjaushankkeissa menetetään kulttuurihistoriallisia arvoja. Tämän vuoksi ulkopuolista tarkastusta voidaan edellyttää MRL 150c§ lisäksi myös, jos on olemassa tämä erityinen riski. (MRL 2014, 150 c-d §; RIL 2016, 13-14; RT 2019b, 1.)

Ulkopuolisen tarkastuksen tarve määritetään yleensä riskiarvioiden tai riskianalyyysien kautta. Mikäli hankkeen riskit ovat jo lähtökohtaisestikin tiedossa, kuten esimerkiksi haasteellinen stabiliteetti, voidaan tähän kohdistaa ulkopuolista tarkastusta, vaikka hanke muutoin ei erityismenettelyn piiriin kuuluisikaan. Ulkopuolinen tarkastus ei itsessään vaadi hankkeen erityismenettelyä vaan se voidaan määrätä myös erillisenä laadunvarmistustoimenpiteenä. (Haastateltava 1 2020.) Tarkastusta voidaan edellyttää hankkeesta riippuen kaikille suunnittelualoille, kuten korkeassa rakentamisessa, tai vain tietyille, jolloin tarve kohdennetulle suunnittelualalle on selvitetty riskianalyyysin avulla. Tarkastus voidaan kohdentaa tiettyyn osakokonaisuuteen, kuten rakennesuunnittelun osalta tiettyyn rakenneosaan tai rakennejärjestelmään. (Helsinki 2018; RT 2019b, 1-2.) Harvemmin tarkastusta kohdennetaan koko rakennukseen, sillä tavanomaisiin rakenteisiin ei ole järkevää käyttää ulkopuolisen tarkastuksen resursseja, jolloin tarkastajalle jää aikaa riittävästi keskittyä olennaisesti kriittisiin asioihin. (Haastateltava 2 2020.)

Rakennusvalvontaviranomainen voi tarvittaessa määrätä riskiarvioihin tai -analyysiin pohjautuen erityismenettelyä koskevassa päätöksessään tai muusta syystä ulkopuolisen tarkastuksen rakennusluvassa, aloituskokouksessa tai erityisestä syystä rakennustyön aikana, mikäli ilmenee sellaisia seikkoja, että ei voida olla täysin varmoja laatuvaatimusten saavuttamisesta. Rakennusvalvontaviranomaisen on annettava kirjallinen päätös ulkopuolisen tarkastajan käytön vaatimuksesta rakennushankkeeseen ryhtyvälle. Päätöksestä ilmenee vaatimuksen perustelut, sisältö sekä mihin tarkastusta kohdennetaan. (MRL 2014, 150 c-d §.) Vaikka viranomainen ei ulkopuolista tarkastusta edellyttäisikään, voi rakennesuunnittelun tilaaja, yleensä rakennushankkeeseen ryhtyvä, edellyttää sitä käytettäväksi, mikäli hän haluaa varmentaa, että laatuvaatimukset saavutetaan. Tällöin laajuus katsotaan tilaajan kanssa, niin, että kohteen vaativuusluokan ja erityispiirteiden mukaiset vaatimukset tulee tarkastettavaksi. (RT 2019b, 1.)

Ulkopuolisen tarkastuksen suorittavan asiantuntijan on oltava riippumaton rakennushankkeessa mukana olevista tahoista sekä omata riittävän pätevyyden. Tämä tarkoittaa, ettei tarkastaja voi tulla varsinaisen suunnittelutyön tehneestä yrityksestä tai tämän tytäryhtiöstä. (YM 2015b, 42.) Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999 ei suoraan määrittele ulkopuolisen tarkastajan kelpoisuusvaatimuksia, mutta tehtävään sovelletaan MRL 120e § mukaisia suunnittelijan kelpoisuusvaatimuksia. Tarkastustehtävän katsotaan yleisesti olevan vaativampi ja sitä kautta enemmän kokemusta edellyttävämpi tehtävä kuin varsinaisen suunnittelutehtävä, joten tarkastajalla tulee olla vähintään vastaavan vaatimustason erityissuunnittelijan pätevyys (kelpoisuus) kuin mitä kyseessä olevan suunnittelutehtävän vaativuus edellyttää. Korkean rakentamisen hankkeissa ulkopuolisella tarkastajalla tulee olla poikkeuksellisen vaativa suunnittelijan tai tarkastajan pätevyys ja riittävästi kokemusta korkeiden rakennusten suunnittelusta (Helsinki 2018). FISE Oy:ltä on saatavilla suunnittelijoiden pätevyysluokitukset sekä nykyään myös erillinen tarkastajan pätevyysluokitus, jota voidaan hyödyntää kelpoisuuden arvioinneissa. Terveysteen liittyvässä suunnittelussa ulkopuolisen tarkastajan pätevyyden tulee olla rakennusterveysasiantuntijan pätevyys, jonka sertifioi Eurofins Expert Service (ent.VTT Expert Service). Kelpoisuuden arvioi ja hyväksyy rakennusvalvontaviranomainen ja hyväksymiseen tarvittavat dokumentit tulee toimittaa rakennusvalvontaan ennen tarkastustyön aloitusta. Mikäli ulkopuolisen tarkastajan vaatimusta ei kohteelle viranomaisen puolesta aseteta, rakennushankkeeseen ryhtyvän tai tilaajan ei tarvitse hyväksyttää tarkastajaa viranomaisella. Tällöin on kuitenkin hyvä varmistaa, että tarkastajalla on tehtävään nähden riittävä ammattitaito. Laajemmissa tutkimusta vaativissa tarkastuksissa tai asiantuntijaselvityksissä

on hyvä käyttää puolueettomia tutkimuslaitoksia tai korkeakouluja. (RIL 2016, 28; RT 2019a,1.)

Ulkopuolinen tarkastus on hyvä tilata jo varhaisessa vaiheessa, mieluiten viimeistään luonnossuunnittelun alussa. Tällöin tarkastaja pystyy alusta lähtien tarkastamaan ja arvioimaan esitettyjen ratkaisujen toimivuutta ja mahdollisia puutteita sekä ohjaamaan suunnittelua oikeaan suuntaan. Tarkoitus ei ole siis tarkastella täysin valmiita suunnitelmia. Muutoin ollaan jo myöhässä tai suunnitteluun käytetty aika voi olla ollut turhaa, mikäli esitetty ratkaisu ei ole toimiva ja vaatii uudelleen suunnittelun. Ulkopuolinen tarkastus tulisi olla aikaveloitteinen, jotta tarkastajalla on oikeasti resursseja tutkia rakenteiden toimivuutta, eikä tarkistaa pintapuolisesti kiinteähintaisen toimeksiannon talouspainneissa. Tarkastustoiminnassa on noudatettava FISE Oy:n ja SKOL Ry:n eettisiä ohjeita sekä RIL 241-2016 Erittymenettelyn soveltaminen- kirjan periaatteita. (RIL 2016, 28-29, 47-48; RT 2019a, 1.) Eettiset ohjeet löytyvät kootusti mm. Rakennustietosäätiön RT-kortista RT 103089 Rakennesuunnittelun ulkopuolinen tarkastus.

Vaatus ulkopuolisen tarkastajan tarkastukselle ei ole epäluottamuslause suunnittelijaa kohtaan, vaan tarkoitus on saada kaikki suunnittelussa vastaan tulevat haasteet näkyviksi sekä tuoda suunnittelijan ja tarkastajan välisen vuorovaikutuksen ja poikkitieteellisen keskustelun avulla erilaisia näkökulmia siitä millä nämä haasteet ratkaistaan. Tehtävää voidaan pitää ikään kuin sparraavana tarkastajana, joka tuo esille haasteet, mutta ei anna niihin suoraa vastausta vaan ohjaa oikeaan suuntaan. (Metsälä 2020.) Tarkastajalla on oikeus tarvittaessa ottaa kantaa suunnittelun ohjaamiseen ja johtamiseen, mikäli havaitsee tarkastustoimessaan niissä puutteita. Tarkastajan ei kuitenkaan tulisi puuttua liian yksityiskohtaisesti suunnitteluratkaisuihin, mikäli se ei liity välillisesti hänen suorittamien osakokonaisuuksien tarkistamiseen. Tarkastajan tehtävä ei ole ratkaista riitoja eikä etsiä virheiden syyllisiä. Ulkopuolinen tarkastus ei vähennä kohteen rakennesuunnittelijoiden vastuuta. (RT 2019b, 2.) Ulkopuolisen tarkastuksen tulisi olla varsinaisen suunnittelutyön kanssa vuorovaikutteiden prosessi, joka etenee rinnan suunnittelutyön ja riskienhallinnan kanssa (RIL 2016, 28).

Rakenne- ja rakennusfysikaalisen suunnittelun ulkopuolinen tarkastus

Ulkopuolinen tarkastus on rakennesuunnittelun osalta yleisesti käytössä oleva menetelmä erittäin vaativissa hankkeissa (Åström 2016). Tehtävänä on varmistaa, että soveltamisalakohtaiset suunnitelmat ovat hankkeen vaativuuteen nähden riittävän kattavia ja

ne täyttävät asetetut laatuvaatimukset. Tällä varmennetaan, ettei esimerkiksi rakenteiden mitoitukseen, rakennetekniseen- tai rakennusfysikaaliseen toimivuuteen ja turvallisuuteen liity puutteita tai virheitä. (RIL 2016, 27-28.) Ulkopuolista tarkastusta vaaditaan yleensä, kun rakennesuunnittelutehtävä on poikkeuksellisen vaativa, kuten esimerkiksi korkeassa rakentamisessa (Helsinki 2018; RT 2019b,1-2). Joissain tapauksissa tarkastusta voidaan osoittaa myös vaativa ja vaativa+ hankkeisiin, mikäli stabiliteetin varmistus poikkeuksellisen muodon vuoksi on haasteellista tai rakennusfysiikan kannalta rakennukseen liittyy erityishuomioita. Ulkopuolinen tarkastaja arvioi ja tarkastaa rakennesuunnitelmat tarvittavalla laajuudella.

Tehtävä sisältö ja vaiheistus

Tarkastuksen kohteena voi olla jokin tietty rakenneosa tai -kokonaisuus, joka määritetään joko viranomaisen tai rakennuttajan toimesta. Tarkastuksen tulee kattaa rakennesuunnittelun laatimat suunnitelmat ja mitoituslaskelmat, suunnittelun perusteet, rakennemallit, riskiarviot, kuormitukset sekä tarvittaessa valmisosatoimituksen suunnitelmat. Tarkastuksen sisältö voi kattaa mm. seuraavia

- rakennemalli ja kantavien rakenteiden oikeanlainen toiminta kokonaisuutena
- laskentamenetelmät ja niiden luotettavuus
- rakennuksen kokonaisvakavuus, myös rakentamisen aikana
- kantavien rakenteiden osalta riittävän kattavat pysty- ja vaakarakenteiden kestävyys-, stabiliteetti- ja kuormituslaskelmat, kuten perustuskuormat ja kuormien johtaminen perustuksille sekä stabiliteetin kannalta oleellisten rakennusosien jäykistyslaskelmat sekä kaikkien edellä mainittuihin laskelmiin perustuvat rakennepiirustukset
- perustukset ja perustamistavat
- keskeisten detaljien ja liitosten toimivuuden arviointia ja tarkastamista
- onnettomuustilanteet ja jatkuvan sortuman estämiseksi tehtävät havainnot ja hallintatavat
- uusien rakennejärjestelmien kelpoisuuden selvittämisen, tuotteiden kelpoisuuden rakennuspaikkakohtaisen selvityksen vaativissa olosuhteissa
- tarvittaessa kantavien rakenteiden kannalta keskeisten valmisosien suunnitelmien tarkastuksen
- rakenteiden mitoitukseen vaikuttavat paloturvallisuus näkökulmat

- muut rakenteelliseen turvallisuuteen liittyvät asiakirjat kuten riskianalyysi. (RIL 2016, 28-29,47-48; RT 2019b, 2.)

Rakennusfysiikallisen toimivuuden ulkopuolisen tarkastuksen piiriin rakennesuunnittelun osalta kuuluvat:

- rakennuksen rakennusfysikaalinen toiminta kokonaisuutena
- rakennetyypit, vaipan tiiveyteen liittyvät julkisivudetaljit, kuten ikkuna-, ovi- ja ulkoseinäliitokset
- kosteudenhallinnan riskiarvio ja kosteudenhallintasuunnitelma
- perustussuunnitelmat, kuten salaojituksen ja ryömintätilan tuulettavuus ja toiminta
- periaatteelliset suunnitteluratkaisut ja niihin liittyvät rakennepiirustukset, ääni-, kosteus-, lämpö- ja ilmateknisten ja tiiveys asioiden osalta, kuten äänimaailmat ja märkätilat
- rakennusfysikaaliset kuormitukset
- valmisosat tuotannon suunnitelmat rakennusfysiikan osalta
- riskianalyysin
- suunnitelmakokonaisuuden rakennusfysikaalisen toiminnan ja toteutettavuuden tarkastus sekä
- rakennuksen käyttötarkoituksesta mahdollisesti määräytyvät lisävelvoitteet. (RIL 2016, 64-65.)

Rakennesuunnitelmien tarkastus painottuu keskeisempien ongelmakohtien löytämiseen, niistä raportoimiseen sekä rakennesuunnittelijan vastineen arvioimiseen. Tarkastustoiminta sisältää yleensä laskelmien tarkastusta ja tämän vuoksi tarkastaja voi tehdä oman laskelmansa varmistuakseen siitä, että rakennesuunnittelijan laskelmat ovat oikean suuntaiset. (RIL 2016,47; RT 2019b, 2.) Laskelmat tehdään monesti suurpiirteisimmän kuin varsinaiset rakennesuunnittelijan laskelmat, sillä tarkastuksen tarkoitus on vain varmistaa tulosten oikeansuuntaisuus, eikä varsinaisesti suunnitella (Metsälä 2020). Laskelmat on hyvä tehdä myös jollain toisella ohjelmistolla kuin varsinaisen rakennesuunnittelijan laskelmat tai vaihtoehtoisesti käsilaskennalla. Tällöin voidaan myös tarvittaessa osoittaa tulosten oikeellisuus ohjelmistosta riippumatta. Rakennusfysiikallisen toiminnan kannalta ulkopuolisen tarkastajan tarkastuksen kohteena ovat tähän liittyvät ilma-, lämpö- ja äänitekniisiin asioihin liittyvät tarkastelut ja erityisesti kosteudenhallinta. (RIL 2016, 29, 64.)

Korkeassa rakentamisessa tarkastus kohdistuu paljolti stabiiliteetilaskelmiin, jäykistämiseen ja perustuksille tuleviin puristus- ja vetokuormituksiin. Samalla tarkastetaan tuulen vaikutuksesta tulevat taipumat ja värähtelyt rakenteille käyttömukavuuden näkökulmasta. Rakennusfysiikan osalta taas tuulen vaikutuksiin korkealla oleviin ulkoseinien ja ikkunoiden rakenteisiin sekä liitoksiin. (Metsälä 2020). Tarkastuksen jälkeen tarkastaja antaa lausunnon siitä, täyttääkö suunnitellut ratkaisut sille asetetut vaatimukset. Ulkopuolinen tarkastaja on tarvittaessa myös tarkastustoimensa lisäksi mukana hankkeen riskianalyysin laatimisessa. (YM 2015b, 42; RIL 2016, 27-28,47.)

Tarkastustehtävä käynnistyy mahdollisuuksien mukaan samaan aikaan kuin varsinainen rakennesuunnittelutyö, mutta viimeistään ehdotussuunnitteluvaiheessa, jotta rakenneratkaisujen, -järjestelmien, -materiaalien soveltuvuus ja toimivuus kohteelle voidaan oikea-aikaisesti tarkistaa. Rakennushankkeeseen ryhtyvä varmistaa, että tätä ennen tarkastaja on hyväksytty rakennusvalvontaviranomaisella. Suunnittelu- ja niihin kohdistuvien tarkastustehtävien vaiheistuksesta on sovittava kirjallisesti, jotta osataan varata riittävät resurssit tehtävien suorittamiseksi. Sovittavia asioita ovat mm. aikataulu, tarkastukselle tarvittava aika, tarkastukseen toimitettava materiaali, tarkastuksen laajuus ja tarkka sisältö sekä toiminta tilanteissa, joissa suunnitelmiin on tehtävä tarkennuksia tai korjaustoimenpiteitä. (RIL 2016, 29; RT 2019a, 2.)

Vaiheistus voidaan jakaa yleisesti etenemään hankkeen suunnittelun tehtäväluettelon mukaisen vaiheistuksen rinnalla. RT-kortissa 103088 (2019a) Rakennesuunnittelun ulkopuolisen tarkastuksen tehtäväluettelossa RTA19 on annettu suunnitteluvaiheittain tarkastustehtävät. Tehtäväluettelo toimii pohjana niin tarkastuksen laajuudesta sovittaessa kuin myös toimitettavien dokumenttien tarkastuslistana. Ehdotussuunnitteluvaiheessa tarkastettavista asiakirjoista ensimmäinen on Rakenteiden suunnittelun ja toteutuksen perusteet eli nk. 0-asiakirja, jossa on kuvattu mm. rakennejärjestelmä ja kuormitukset. Tämän lisäksi ehdotussuunnitteluvaiheessa tarkastettavia ovat alustava riskiarvio tai riskianalyysi, perusstatiikka, rakennetyypit sekä kriittisten rakenneosien ja liitosten alustavat mitoitus ja piirustukset. Korjaushankkeissa voidaan edellä mainittujen lisäksi tarkastaa rakennuksen kunnosta laaditut selvitykset. Toteutussuunnittelun alkuvaiheessa tarkastukseen toimitetaan rakenteiden lopulliset mitoituslaskelmat ja mahdolliset laskentamallit sekä niiden pohjalta tehdyt rakennesuunnitelmaratkaisut. Toteutussuunnittelun edetessä laaditaan edellä mainittujen pohjalta tehdyt toteutussuunnitelmat, -asiakirjat ja -piirustukset, jotka toimitetaan tarvittavin osin ulkopuoliseen tarkastukseen. Tarkastukseen toimitetaan myös sovittuun laajuuteen valmistettujen osien ja muun tuoteosakaupan

suunnitelmat, joista annetaan tarvittaessa lausunto. Tämän jälkeen ne toimitetaan viranomaiselle ja muille hankkeen osapuolille. (RIL 2016, 47; RT 2019a, 2.) Liitteessä 6 on esitetty tarkempi sisältö.

Rakennesuunnittelijan ja tarkastajan välinen aktiivinen, avoin ja kehittävä vuorovaikutus on ensisijaisen tärkeää, jotta yhteistyö luonnistuu parhaalla mahdollisella tavalla ja väärin tulkinnoilta vältyttäisiin. Tiedonvaihto tulee olla sujuvaa ja tarvittavin määrin on pidettävä yhteisiä työpajoja, joissa mahdollisia ongelmia ratkaistaan. Tällaisia työpajoja tai kokouksia voidaan pitää aina uuden suunnitteluvaiheen alkaessa tai tarvittavin osin aina merkittävän muutostyön alussa. Näissä kokouksissa on sovittava tarkastuksen sekä siihen toimitettavien lähtötietojen ja tarkastettavien suunnitelmien aikataulu ja laajuus. Rakennesuunnittelijan tulisi toimittaa tarkastajalle sovitulla laajuudella kaikki tarpeellinen aineisto, mitä kyseisen vaiheen suunnitelmien tarkastamiseen tarvitaan. Aineiston tulisi kattaa tarkastettavien suunnitelmien ja laskelmien lisäksi, suunnittelun lähtötiedot, suunnittelijoiden yhteystiedot ja tehtäväjaot ja tarvittavilta osin muiden suunnittelualojen suunnitelmat kuten rakennus- ja LVIASE -suunnitelmat ja dokumentit. (RIL 2016, 28; RT 2019a, 2.)

Raportointi

Ulkopuolisen tarkastuksen raportointi koostuu yleensä monesta osaraportista, jotka on jaettu sovittuihin vaiheistusten mukaisiin tarkastuspaketteihin. Erilliset tarkastusraportit kootaan lopuksi yhteiseksi loppuraportiksi ja tarkastuksen tuloksista annetaan lausunto. (RT 2019b, 2.) Ulkopuolisen tarkastuksen lausunnon ja raportin tulee olla riittävän kattavia, jotta niistä selviää, mitä on tarkastettu, mihin asioihin on jouduttu puuttumaan sekä tarkastuksen tulos siitä, onko nykyinen ratkaisu soveltuva käytettäväksi hankkeelle. Lausunnon tulisi selvittää mm. käytetyt laskentamenetelmät ja niiden luotettavuus, rakennemalli, kuormitustiedot, sisäiset ja ulkoiset rasitukset, perustustavat, stabiliteetti ja jäykistyminen, kantavien rakenteiden liitokset, riskianalyysi, onnettomuustilanteiden hallinta ja niiden toimivuus sekä paloturvallisuus ja rakennusfysikaaliset ominaisuudet. (YM 2015b, 42.) Lausuntoon voidaan liittää mukaan kopiot tarkastuksessa havaituista puutteista ja tarkennuksista. Lausunnon laajuus riippuu siitä mihin asioihin tarkastus on kohdennettu. Rakennusvalvontaviranomaisen kannalta on tärkeää, että lausunto on riittävän kattava, jotta siitä selviää ovatko kaikki tarpeelliset erityismenettelyä koskevassa päätöksessä

esitetty tarkastukset tehty. Raportista selviää myös, onko esille tullut muita haasteita. (Haastateltava 1 2020; Haastateltava 2 2020.)

Raportit ja lausunnot toimitetaan niiden valmistuttua samanaikaisesti ennakkoneuvotte- luissa sovitun vaiheistuksen mukaisien erityissuunnitelmien yhteydessä tilaajalle (raken- nushankkeeseen ryhtyvä), viranomaiselle, pääsuunnittelijalle, tarkastetun suunnitteluko- konaisuuden suunnittelijalle sekä tarvittavalla laajuudella muille hankkeen osapuolille (RIL 2016, 29).

Ulkopuolisen tarkastuksen vaikutus hankkeen rakennesuunnitteluun

Rakennesuunnittelussa tehdään paljon laskelmia ja erilaista dokumentaatiota normaali- hankkeissa lähinnä omaa suunnittelua varten, kuten perustuskuormat ja palkkien kestä- vyydet yms. Normaaleissa vaativan tason asuinrakennuksien suunnittelussa laskelmat ovat monesti hyvin suurpiirteisiä, mutta varmalla puolella olevia, joita on tehty monella eri laskentaohjelmistolla. Mitoitukset ja laskelmat ovat saatavilla laskentamalleista sisäi- sestä suunnittelijoiden käyttöön. Raportteja niistä tehdään vain muutamia ja virallisia ra- portteja ei juurikaan, ellei tilaaja tai rakennusvalvontaviranomainen sellaisia vaadi tehtä- väksi. Ulkopuolisen tarkastuksen edellytys hankkeessa teettää normaalia enemmän työtä rakennesuunnittelulle sen kasvavan raportoinnin ja yhteistyön ulkopuolisen tarkas- tajan kanssa. Raportit on tehtävä hyvin tarkkaan, eikä laskelmat saa olla suurpiirteisiä, vaikka varmalla puolella olisivatkin. Vaikka ulkopuolisen tarkastuksen hyödyt ovatkin isoja, kasvattaa se joissain tilanteissa tarpeettoman suurta työtä, joka on otettava huo- mioon tarjouksia tehtäessä ja resursseja mietittäessä. Yksistään korkean rakennuksen stabiliteetilaskentaraaporttiin menee kohteen mukaan 30-50 tuntia. Kaikkineen ulkopuo- liseen tarkastukseen lähetettävien dokumenttien selkeyttämiseen, raportointiin, kokouk- siin valmistautuminen, varsinaiset kokoukset ja muun yhteydenpito sekä tarkastajan kommenttien läpi käyminen ja vastaraaportointi vievät kohteesta riippuen 150-200 tuntia. (Metsälä 2020.) Tämä aika on huomioitava suunnitteluajataulussa sekä kustannusmie- lessä.

Normaaleissa hankkeissa rakennesuunnittelija joutuu luottamaan ja todistelemaan itsel- leen monet kerrat oman ratkaisunsa kelpoisuutta. Ulkopuolisen tarkastajan tarkastaessa suunnitelmat ja todetessa ratkaisujen olevan hyviä, saa rakennesuunnittelijakin siitä it- selleen luottamusta omien suunnittelukykyjensä tasosta. Toisaalta taas henkilöstä riip- puen laskelmat saatetaan tehdä hieman suurpiirteisesti, jos luottaa siihen, että tarkastaja

huomaa mahdolliset virheet. Tähän ei ole kuitenkaan tarkoitus vaan mielellään niin päin, että laskelmat tehdään mahdollisimman tarkkaan, jotta ulkoinen tarkastaja pääsee kiinni todelliseen mitoitukseen. Rakennusvalvonnan näkökulmasta ulkopuolisen tarkastajan käyttäminen hankkeessa helpottaa viranomaisen työtä, kun kuvia ei tarvitse tarkastella yhtä intensiivisesti kuin normaaleissa hankkeissa. (Haastateltava 2 2020.)

Toteutuksen ulkopuolinen tarkastus

Toteutuksen osalta ulkopuolinen tarkastus toimii samojen periaatteiden mukaisesti kuin suunnitelmienkin tarkastuksessa. Normaali tilanteissa vastaava työnjohtaja johtaa rakennustöiden tarkastuksia tarkastusasiakirjan mukaisesti tai tarkastukseen on nimetty erillinen 4.4.3 kappaleessa esitetty asiantuntijatarkastus. Rakennusvalvontaviranomaisen tai rakennushankkeeseen ryhtyvä voi edellyttää riskianalyysiin perustuen rakennustyön ulkopuolista tarkastusta osana erityismenettelyä tai erillisenä toimenpiteenä. Tällaisia hankkeita voi olla korkean rakentamisen hankkeet ja nk. hallilain mukaiset hallirakennukset. Rakennustyön ulkopuolisen tarkastuksen tehtävänä on varmistaa, että rakenteet ja tekniset järjestelmät on toteutettu suunnitelmien mukaisesti erityismenettelyn soveltamisalan kannalta kriittisimmissä kohdissa. Tarkastuksen laajuus, toimintatavat ja raportointikäytäntö tulee sopia hankekohtaisesti mielellään jo rakennusluvassa, mutta tarkastusta voidaan edellyttää myös aloituskokouksessa tai rakentamisen aikana. Tarkastus voi kohdistua tarvittavalla laajuudella myös valmisosatutuotantoon. Ulkopuolisen tarkastajan tulee olla riippumaton rakennushankkeessa mukana olevista tahoista ja omata riittävän pätevyyden. Tarkastajana voi olla kyseessä olevan alan kokenut suunnittelija, jolla tulee olla hankkeen vaatimuksen mukainen pätevyys tai muu tarkastustoimintaan erikoistunut asiantuntija. Pätevyyden tulee olla yleensä poikkeuksellisen vaativa ja asiantuntijalla tulee olla esittää riittävä kokemus tarkastuksen kohteena olevan rakenteen tarkastamisesta. Tarkastaja tarkastaa rakennusvaiheiden toteutuksen suunnitelmien mukaisuuden joko työmaalla tai tuotantolaitoksella sekä arvioi ja antaa lausunnon siitä, täyttääkö rakentaminen sille asetetut laatuvaatimukset. Tarkastustoiminta voi kohdentua kantavien rakenteiden lisäksi, rakennusfysikaaliseen toimivuuteen, terveellisyyteen ja paloturvallisuuteen. Tarkastustoimintaa suoritetaan vuorovaikutteisesti rakennusvaiheen vastuuhenkilöiden, työvaiheiden tarkastajien ja vastuullisen työnjohdon kanssa. (RIL 2016, 30, 48, 65; Helsinki 2018.)

Ulkopuolisella tarkastajalla tulee olla käytössään hankkeen riskianalyysi, laadunvarmistus selvitys, työmaa-aikataulu, sekä tarvittavat erityissuunnitelmat. Rakennustyön tarkastettuaan, tarkastaja laatii siitä tarkastusraportin ja lausunnon, täyttääkö rakennustyö suunnitelmanmukaisuuden ja muut sille asetetut vaatimukset. Raporteissa tulee ilmetä, miten kriittiset kohdat on tarkastettu ja mitä havaintoja on tehty. Mahdollisista puutteista ja niiden korjaamiseksi tehtävistä toimenpiteistä tulee ilmoittaa välittömästi vastaavalle työnjohdolle, rakennushankkeeseen ryhtyvälle ja rakennusvalvontaviranomaiselle. Lausunnot ja raportit toimitetaan tarvittavalla laajuudella hankkeen osapuolille, mutta vähintään rakennusvalvontaviranomaisille, rakennushankkeeseen ryhtyvälle ja vastaavalle erityissuunnittelijalle. Rakennusvalvontaviranomaisille lausunnot esitetään esimerkiksi ko. rakennusvaiheen katselmusten yhteydessä. Loppukatselmuksessa varmistetaan, että hankkeen kaikki osaraportit ja lausunnot on koottu yhdeksi loppuraportiksi ja lausunoksi ja se liitetään rakennustyön tarkastusasiakirjan liitteeksi. (RIL 2016, 31.)

4.4.3 Rakennustyön asiantuntijatarkastus

Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan rakennusvalvontaviranomainen voi hakemuksesta sallia, että rakennushankkeeseen ryhtyvä tai hänen palveluksessaan oleva asiantuntija tarkastaa rakennustyön suunnitelmanmukaisuuden. Asiantuntijan ei tarvitse olla ulkopuolinen vaan tarkastaja voi olla hankkeen sisäinen taho. Asiantuntijalla tulee olla tarkastuksen tekemiseen vaadittava pätevyys ja hänen on annettava kirjallinen suostumus tarkastustehtävän suorittamiseksi. Rakennusvalvontaviranomaisen hyväksyessä asiantuntijatarkastuksen, täydentää se rakennustyönaikaista viranomaisvalvontaa. (MRL 2014.) Asiantuntijatarkastus ei kuitenkaan supista rakennusvalvontaviranomaisen toimivaltaa tarvittaessa puuttua luvan-, säännösten tai määräystenvastaiseen toimintaan (YM 2015b, 40).

Asiantuntijatarkastus tarkoittaa käytännössä sitä, että toteutuksen suunnitelmanmukaisuuden työmaalla tai tuotantolaitoksella tarkastaa kyseessä olevan kohdan suunnitellut erityissuunnittelija, muu kyseessä olevan suunnittelualan erityissuunnittelija tai ulkopuolinen asiantuntija. Rakennesuunnittelija voi tarkastaa esimerkiksi raudoitustyöt ja puurungon, rakennusfysikaalinen suunnittelija vedeneristeet ja akustiikan, rakennusterveysasiantuntija sisäilmanlaadun ja paloturvallisuussuunnittelija palokatkot ja palo-ovet. Asiantuntijatarkastus ja sitä suorittavat henkilöt todetaan aloituskokouksissa tai työmaakatselmuksella ilman erillistä hakemusta tai päätöstä. Rakennusvalvontaviranomaisen

edellyttäessä hankkeessa rakennustyön laadunvarmistusselvitystä, joutuu rakennushankkeeseen ryhtyvä määrittämään ja esittelemään, missä laajuudessa asiantuntijatarkastusta on tarkoitus käyttää rakennustyön tarkastamisessa. Sovitut tarkastuskohdat on vietävä tarkastusasiakirjaan ja asiantuntijatarkastuksen suorittanut henkilö allekirjoituksellaan varmentaa tarkastuksensa tarkastusasiakirjaan. (YM 2015b, 27-28; RIL 2016, 32, 72,81.)

4.4.4 Käytön aikainen seuranta

Rakennusvalvontaviranomainen voi MRL 150d§ mukaan erityismenettelyä koskevassa päätöksessään määrätä rakennushankkeeseen ryhtyvän ja rakennuksen omistajan seuraamaan 117 a -117g § mukaisten olennaisten teknisten vaatimusten toteutumista käytön aikana koko rakennuksen tai sen rakenteiden osalta (MRL 150d § 2014). Olennaiset tekniset vaatimukset ovat, rakenteiden lujuus ja vakaus, paloturvallisuus, terveellisyys, käyttöturvallisuus, energiatehokkuus, esteettömyys, meluntorjunta ja ääniolosuhteet (MRL 1999).

Lähtökohtaisesti rakennukset ja niiden rakenteet tulee suunnitella niin, ettei sen käyttö ja ylläpito vaatisi erityisiä toimenpiteitä rakenteellisen turvallisuuden, rakennusfysikaalisen tai rakennuksen terveellisyyden varmistamiseksi. Tavallisten kunnossapidon- ja korjaustoimenpiteiden tulisi olla riittäviä, mutta jos hankkeen riskianalyyssissä todetaan, että rakennuksen jokin järjestelmä tai rakenteen käyttö ja ylläpito sisältää riskejä, tulee niiden riskien hallitsemiseksi ryhtyä tehostettuihin käyttö-, ylläpito- ja huoltotoimenpiteisiin. (RIL 2016, 33, 50-51, 66, 72.) Kantavien rakenteiden osalta MRL 166 § edellyttää rakennuksen omistajan seuraamaan rakennuksen kantavuuden kannalta keskeisten rakenteiden kuntoa (MRL 166§ 1999). Ympäristöministeriön kantavia rakenteita koskevan asetuksen 6 § mukaan, sellaisten kantavien rakenteiden osalta, jotka vaativat käytön aikaisia määrävälein tehtäviä tarkastuksia niiden suunnitelmien mukaisen toiminnan varmistamiseksi, tulee ilmoittaa tarkastettavat kohdat ja tarkastusvälit suunnitelmissa sekä käyttö- ja huolto-ohjeessa (YM 2014). Rakennusten, jotka kuuluvat laajarunkoisten rakennusten rakenteellisen turvallisuuden arvioinnista koskevan lain piiriin, tulee myös käyttö- ja huolto-ohjeessa ohjata rakennuksen omistajaa seuraamaan kantavia rakenteita säännöllisesti lain edellyttämällä tavalla (YM 2015c). Tällaisista erityistoimenpiteistä tulee kirjata rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeisiin ja erikseen informoida rakennuksen ylläpito- ja käyttäjäkuntaa. Tarvittaessa käytönaikaisesta seurannasta ja huoltotoimenpiteistä

voidaan pitää erillinen perehdytys. (RIL 2016, 33.) Erityisiä käytönaikaisia toimenpiteitä voi olla esimerkiksi uusien rakenneratkaisujen ja tuotteiden laadunvarmistamiseksi tehtävät seurannat, kuten kosteusteknisten ratkaisujen varmistamiseksi tehtävät kosteusmittaukset tai korjauskohteen korjausten onnistumisen seurannat (RIL 2016, 72).

Rakenteiden suunnitelmien mukaisen toiminnan varmistamiseksi tehtävät tarkastukset ja huollot tulee kirjata rakennesuunnittelijan toimesta rakenteiden tarkastuskirjaan, joka liitetään rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeeseen. Ohjeessa on esitettävä kriittisten rakenteiden toimintakuvaus ja määriteltävä niiden tarkastusväli, tarkastus-/mittaustoimenpide, arvioitu kunnostusväli sekä kunnostus-/ylläpitotoimenpide. Rakenteiden seurantaan voidaan käyttää RIL269 -ohjeen mukaista systeemiä, joka on laajarunkoisten rakennusten tarkastuksia koskevan lain soveltamisohje. Tarkastukset suorittavat mahdollisuuksien mukaan rakenteet suunnitellut henkilö tai muu rakenneasiantuntija yhdessä kiinteistön omistajan kanssa ja niiden tuloksista laaditaan asiantuntijaraportti. (RIL 2016, 50-51.)

4.5 Erityismenettelyä tukevat laadunvarmistustoimenpiteet

Erityismenettelyn toimenpiteiden lisäksi, on hyvä muistaa käyttää normaaleissakin hankkeissa käytettäviä laadunvarmistustoimenpiteitä. Nämä toimenpiteet tukevat erityismenettelyn toimenpiteitä ja osa niistä sisällytetään laadunvarmistusselvitykseen.

4.5.1 Suunnittelun resurssien varmistaminen

Rakennusvalvontaviranomainen voi erityismenettelyä koskevassa päätöksessään edellyttää laadunvarmistusselvityksen osana selvityksen suunnittelutyön riittävästä resursoinnista, tehtäväjaoista, koordinoitivastuista sekä suunnittelutyön aikataulusta, jotta varmistutaan, että rakentamisen säännösten ja määräysten edellyttämä taso saavutetaan suunnittelussa ja rakentamisessa. Rakennushankkeen suunnittelun onnistumisen lähtökohtana on sen riittävä määrällinen ja laadullinen resursointi, joka kuuluu rakennushankkeeseen ryhtyvän yleisiin huolehtimisvelvollisuuksiin. Suunnittelijoiden tulee toisaalta myös omalta osaltaan varmistaa, että sovitut suunnittelu- ja koordinoititehtävät on mahdollisia toteuttaa omien resurssien puitteissa ilman, että suunnittelun määräysten mukaiset laadulliset tavoitteet kärsivät. Tämä tarkoittaa, että kyseisellä suunnittelijalla ja hänen edustamallaan yrityksellään on oltava käytettävissä riittävät henkilöresurssit ja

tehtävään tarvittavat suunnitteluohjelmat sekä -menetelmät. Suunnittelijoiden tulee myös hyvissä ajoin tuoda esille rakennushankkeeseen ryhtyvälle, mikäli hankkeen suunnittelu-aikataulu on haasteellinen tai lähes mahdoton, jotta siihen voidaan reagoida resurssien puitteissa. (RIL 2016, 33-34; Helsinki 2018.) Tärkeää on tässä huomioida suunnittelujen limitys, jotta jokaiselle suunnittelualalle jää riittävästi aikaa yhteensovitukselle. Limityksellä tarkoitetaan sitä, että rakennesuunnittelulle tuotettavat lähtötiedot, kuten rakennussuunnitelmat, tulee olla lyöty suurimmilta osin lukkoon ennen rakennesuunnittelun aloitusta. Toisaalta rakennesuunnittelu tulisi olla jo mahdollisimman pitkällä ennen tuoteosasuunnittelun aloitusta, jotta tuoteosasuunnittelun lähtötiedot olisivat muuttumattomia ja yhteistoiminnalle sekä tarkastuksille on riittävästi aikaa. Tämä estää suunnitelmien ristiriitaisuudet ja välttää vakavilta virheiltä. Erityismenettelyn piirissä olevissa ja myös muissa erityisen vaativissa hankkeissa tulisi kiinnittää resurssointiin erityistä huomiota, sillä toimijoiden lisääntyessä yhteistoiminta vie normaalia enemmän aikaa (RIL 2016, 33-34; Helsinki 2018).

Rakennushankkeeseen ryhtyvällä on tärkeää tässä myös lain puitteissakin varmistaa, että jokaiselle suunnittelualalle on varattu riittävästi aikaa (Nousiainen 2020). Rakennus- ja tuoteosasuunnittelun tehtäväjaot, toimitettavien suunnitelmien ja dokumenttien, kuten tuotehyväksyntöjen, aikataulu, tarkastustoiminta sekä vastuunjako on varmistettava ennen suunnittelutyön aloitusta, jotta ne voidaan tarvittaessa huomioida resursseissa. Myös rakennesuunnittelijan ja mahdollisen erillisen rakennusfysikaalisen suunnittelijan väliseen yhteistyöhön on varattava riittävästi aikaa ja sovittava etukäteen tiedon- ja työnjako sekä tarkastuskäytännöt. (RIL 2016, 52, 68.)

4.5.2 Suunnittelijoiden ja muiden toimijoiden pätevyyden varmistaminen

Erityisen vaativissa hankkeissa, kuten korkeassa rakentamisessa, on rakennushankkeeseen ryhtyvän erityisen tärkeää huolehtia ja varmistaa, että jokaisella hankkeen vastuullisella osapuolella on riittävä pätevyys oman suunnittelu-, työjohto- tai tarkastustehtävänsä suorittamiseksi sekä oikea asiantuntemus ja ammattitaito. Kuten kaikissa muissakin hankkeissa, kyseisten henkilöiden pätevyudet on hyväksyttävä kyseisen kunnan rakennusvalvontaviranomaisella. Pätevyyden arvioinneissa noudatetaan MRL:n säädöksiä sekä Ympäristöministeriön ohjeita ja asetuksia suunnittelijoiden sekä työjohtajien kelpoisuudesta, mutta rakennusvalvontaviranomaisella voi olla myös

paikkakuntaakohtaisia omia soveltamisohjeita, kuten esimerkiksi pääkaupunkiseudun rakennusvalvonnoilla PKS-RAVA:lla.

Pääsääntöisesti erityismenettelyn piiriin kuuluvissa hankkeissa edellytetään, joko V+ tai PV -luokan pätevyksiä. Kerroslukumäärän ylittäessä yli 12 kerrosta edellytetään Ympäristöministeriön ohjeen mukaan pääsääntöisesti aina PV-luokan pätevyyttä varsinkin rakennesuunnittelijalta, mutta myös muilta suunnittelualoilta ja työnjohdolta. (YM 2015a, 9; RIL 2016, 34.). Helsingin kaupungin uuden korkean rakentamisen rakennustapaohjeen mukaan korkean rakentamisen raja on vasta 16 kerrosta, jonka ylittyessä kaikki suunnittelu- ja työnjohtotehtävät ovat aina poikkeuksellisen vaativia. Lisäksi vaatimuksena kelpoisuudelle korkean rakentamisen hankkeissa on kokemus vähintään kahdesta oman suunnittelualansa korkeista, poikkeuksellisen vaativista tai laajoista monia osapuolia sisältävistä hankkeista. Kokemuksen ei tarvitse olla vastaavan suunnittelijan tehtävistä, mutta haettaessa vastaavan suunnittelijan tehtävään, on osoitettava tekninen osaaminen korkean rakentamisen kohteisiin. Tämä pätee erityissuunnittelijoiden osalta, kuten vastaavan rakennesuunnittelijan. Pääsuunnittelijan osalta tehtävään valittavalla henkilöllä tulee olla edellä mainittujen lisäksi kokemusta pääsuunnittelijana toimimisesta poikkeuksellisen vaativissa kohteissa, asiantuntemusta ja ammattitaitoa johtaa suunnitelmien yhteensovittamiseksi sekä oltava korkean rakentamisen erityisosaaminen. Hänellä tulee olla myös kokemusta korkeiden rakennusten suunnittelusta Suomessa vastaavissa olosuhteissa. Vastuullisen rakennussuunnittelijan tulee täyttää samat vaatimukset kuin pääsuunnittelijankin, mutta rakennussuunnittelunsa osalta. (Helsinki 2018.) Rakennusfysikaalisen suunnittelun osalta, on erityismenettelyn piiriin kuuluvaan hankkeeseen kiinnitettävä erillinen rakennusfysiikallinen suunnittelija, mikäli hankkeen rakennesuunnittelijalla ei ole riittävää pätevyyttä. Rakennusterveyden ja paloteknisen suunnittelun osalta erittäin vaativiin hankkeisiin on kiinnitettävä erillinen asiantuntija. (RIL 2016, 67.)

Hankkeen osapuolet toimittavat tarpeelliset todistukset ja selvitykset hankitusta kokemuksesta ja pätevydestä rakennusvalvontaviranomaiselle riittävän ajoissa ennen oman toimenkuvansa alkamista. Yleensä erittäin vaativissa hankkeissa jo ennen ennakkoneuvotteluja. Kelpoisuustodistuksien yhteydessä on hyvä toimittaa myös tarvittavat selvitykset resursseista. Kelpoisuudet on todettava myös kaikkien osakokonaisuuksien vastaavien suunnittelijoiden osalta, kuten tuoteosakaupat. (Helsinki 2018.) Monesti laajoissa hankkeissa on tarpeellista nimetä erilliset vastuulliset suunnittelijat eri osa-alueiden suunnitteluun. Tällaisia voivat olla esimerkiksi monien eri rakennusten kokonaisuudet, jossa jokaisella rakennuksella on oma vastuullinen suunnittelija, tai monia eri

runkomateriaaleja sisältävät rakennukset, joissa jokaisessa materiaalissa on oma vastuullinen suunnittelijansa, jos vastaavalla rakennesuunnittelijalla ei ole kaikkien tarvittavien runkomateriaalien suunnittelun kelpoisuutta. Tällöin on hankkeelle nimettävä erillinen ns. koordinoiva suunnittelija, joka vastaa kaikkien eri suunnittelun osa-alueiden yhteensovituksesta ja koordinoimisesta. Kyseisen henkilön kelpoisuus tehtävään on myös hyväksyttävä rakennusvalvontaviranomaisella. Samalla on toimitettava selvitys vastuullisten suunnittelijoiden ja koordinoivan suunnittelijan tehtävän jaoista. (Nousiainen 2020; Haastateltava 1 2020.)

Ulkopuolisen tarkastajan pätevyys tulee olla kyseessä olevan suunnittelutehtävän osalta vähintään hankkeen vaatuvuusluokan mukainen erityissuunnittelijan pätevyys tai vastaava tarkastajan pätevyys. Tarkastajan pätevyksiä on luokiteltu vain V+ ja PV-luokan. Tarkastajalta vaaditaan myös kyseessä olevan hankkeen erityisosaamista. Rakennusterveyden ulkopuolisen tarkastajan pätevyysvaatimuksena on yleensä rakennusterveysasiantuntijan pätevyys. Ulkopuolisen tarkastajan pätevyys on hyväksyttävä rakennusvalvontaviranomaisella ennen tarkastustyön aloitusta. (RIL 2016, 28, 72.)

4.5.3 Tehostettu tiedonkulku

Tiedonkulku ja sen toimiminen on elintärkeää hankkeen sujuvalle etenemiselle sekä vaadittavan rakenteellisen turvallisuuden ja terveellisyyslaadun saavuttamiselle. Tiedonkulku koetaan yleisesti olevan yksi yleisimmistä rakennushankkeiden riskeistä. Hankkeen osapuolien väliseen tiedonkulkuun tulee kiinnittää erityistä huomiota varsinkin erittäin vaativissa hankkeissa. Tiedonvaihtoa tapahtuu hankkeen sisällä monen eri osapuolen välillä ja osa tiedonvaihdon tuloksista toimivat toisten osapuolten lähtötietoina. Rakennuttajan ja suunnittelijoiden välinen tiedonvaihto vaatimusten ja tavoitteiden selvittämiseksi muodostaa lähtökohdat suunnittelulle ja työmaalle. Näiden lähtökohtien mukaisesti tiedonvaihtoa käydään niin eri suunnittelualojen suunnittelijoiden välillä yhteensovituksen vuoksi, suunnittelualan sisäisesti oman suunnittelun kokonaisuuden hallitsemiseksi kuin myös suunnittelijoiden ja työmaan sekä valmisosatehtaan välillä suunnitelmien ja ohjeistusten muodossa. Näiden lisäksi tiedonvaihtoa käydään korjaus- ja sisäilmanongelmallisissa korjauskohteissa kiinteistön käyttäjien kanssa. Tiedonkulun ongelmat rakennuttajan ja suunnittelijoiden välillä kumuloituvat näissä tiedonvälitysketjuissa ja lopputulos voi olla jotain muuta kuin alun perin oli ajateltu. Tieto kulkee toiselle viestittelyn kautta, mutta myös suunnitelmien kautta, jolloin ristiriidat suunnitelmissa voivat

aiheuttaa myös tiedonkulun ongelmia. Tämän vuoksi tiedonkulun varmistamiselle tulee sopia hankkeen alussa käytettävät tiedonjakovälineet, kuten asiakirjojen toimittaminen yhteiseen projektipankkiin, ilmoitus muutoksista sähköpostitse jne. Projektipankin käytöstä on laadittava toimintaohjeet siitä mihin kansioihin asiakirjat ja lähtötietoina toimivat suunnitelmat viedään, sekä sovittava suunnitelmien päivitysväleistä ja muutosten ilmoittamisesta. (RIL 2016, 37, 53, 74-75.) Muutoksia tehtäessä on muutoksen tehnyt suunnittelija velvollinen ilmoittamaan muille hankkeen osapuolille tarvittavalla laajuudella tehdystä muutoksesta esimerkiksi sähköpostilla tai puhelimitse, jotta muutos on osattu huomioda. Tämä on erittäin tärkeää varsinkin rakenteellisen turvallisuuden kannalta, jotta muutoksen mahdolliset vaikutukset kantaviin rakenteisiin osataan ottaa huomioon riittävän ajoissa. Muutoksen perille menosta on hyvä laittaa myös kuittaus, jotta muutoksen tehnyt henkilö varmistuu tiedon perille menosta.

Hyvä toimintatapa tiedonkulun varmistamiseksi kriittisissä asioissa on järjestää yhteinen kokous tai vapaa muotoisempi workshop -menettely. Workshop -menettelyllä pyritään yhdessä ja tasapuolisesti käsittelemään aiheita syvällisemmin ja löytämään oikeat ratkaisut ja menetelmät. Workshopin hyvänä puolena voidaan pitää vuorovaikutteisuutta, jolloin yhdessä tekeminen synnyttää kaikkien osapuolien kannalta tyydyttävän lopputuloksen. Tällöin jokaisen osapuolen näkökulmat ja osaaminen on voitu ottaa huomioon ja tiedonvaihto tapahtuu kaikille yhtäaikaisesti, jolloin jokainen sisäistää asiat. Workshopin tuloksista on tehtävä kuitenkin muistio, jotta sovitut asiat voidaan dokumentoida. (RIL 2016, 53.)

Lisää erityismenettelyä tukevia toimenpiteitä on esitetty liitteessä 12.

5 HAASTATTELUTUTKIMUS

Opinnäytetyötä varten suoritettiin haastatteluja eri kuntien rakennusvalvontaviranomaisien kanssa. Tarkoituksena oli kartoittaa kuntakohtaisia käytäntöjä ja tulkintoja hankkeiden erityismenettelyn määräytymisestä. Kappaleessa 2.3 on esitetty RIL 241-2016 ja Ympäristöministeriön ohjeistusten mukaiset määräytymiset. Pääasiassa erityismenettely määräytyy hankkeen vaativuusluokan mukaan.

Hankkeen vaativuusluokan määrittely voi kuitenkin olla jossain tapauksissa haastavaa, sillä ohjeistukset ja lait eivät anna kaiken kattavaa vastausta, vaan hankkeen määrittelyssä on käytettävä tulkintaa. Esimerkiksi rakennussuunnittelun osalta poikkeuksellisen vaativaan hankkeeseen luokitellaan suuri liike-, majoitus- tai kongressikeskus. Määritelmää sille, mikä luokitellaan suureksi ei ole. Samoin kantavien rakenteiden suunnittelu-tehtävien osalta poikkeuksellisen vaativaan luokkaan voidaan määrittää rakennukset, joissa sijaitsee samanaikaisesti suuri joukko ihmisiä. Määritelmää sille ihmismäärälle, jota voidaan kutsua jo suureksi ihmisjoukoksi, ei ole. Tästä syystä joidenkin hankkeiden osalta on vaikeaa määritellä niiden vaativuusluokkia ja siten myös niiden kuuluvuutta erityismenettelyn piiriin. Erityisen vaikeaa kuitenkin on määritellä erityinen riski. Kuten RIL 241-2016 sanotaan, erittäin vaativat hankkeet eivät kaikki automaattisesti kuulu erityismenettelyn piiriin, vaan niissä tulee olla myös erityinen riski (RIL 2016, 41). Erityinen riski määritellään riskiarvioiden ja riskianalyyysien avulla.

RIL 241-2016 -kirja on tehty avuksi tarkentamaan näitä hankkeiden vaativuusluokkia sekä erityisten riskien määrittämiseksi. Kirjan pohjana on ollut rakennusvalvontojen omien erityismenettelyyn liittyvien käytäntöjen, tulkintojen ja tarkennusten yhdistäminen ja tuominen esille yhteiseen ohjeistukseen. Asiantuntijoina kirjassa on ollut monia eri rakennusvalvontojen viranomaisia. Vaikka kirja antaakin hyviä tarkennuksia ja ohjeita, sekkään ei anna kaikenkattavia vastauksia. Monessa kunnassa tavat eivät ole vielä yhtenäistyneet, eivätkä niiden rakennuskannat vastaa toisiaan. Myös kokemukset eri vaativuustason hankkeista ovat erilaisia. Tämän vuoksi on vaikeaa määrittää, millainen hanke koetaan erittäin vaativaksi hankkeeksi tai millainen on erityinen riski. Edellä mainittujen syiden vuoksi RIL:n kirjassakaan ei voida tekijöidensääkään mielestä antaa yksiselitteisiä määräyksiä hankkeen kuuluvuudelle erityismenettelyn piiriin ja kirjassa ohjeistetaan selvittämään kunnan rakennusvalvontaviranomaiselta kuntakohtaiset käytännöt.

Kuntakohtaisia käytäntöjä ja tulkintoja selvitettiin haastatteluilla. Tarve näille selvityksille on se, että suunnittelun alkuvaiheessa osataan arvioida, kuuluuko hanke erityismenettelyn piiriin ja mitä mahdollisia toimenpiteitä hankkeen suunnittelulle voidaan edellyttää. Tämä on tärkeää myös siksi, että näihin mahdollisiin toimenpiteisiin osataan varautua myös taloudellisesti suunnittelutarjouksissa, sillä ne voivat olla erittäinkin työllistäviä. Tätä työtä varten tehtävät haastattelut kohdennettiin pääasiassa pääkaupunkiseudulle ja Turkuun sillä suurin osa Optiplanin suunnittelussa olevista hankkeista sijaitsee näissä kunnissa. Lisäksi Turussa oli tämän työn teko hetkellä hieman poikkeavia käytäntöjä pääkaupunkiseutuun nähden, joten haluttiin selvittää myös nämä poikkeavat toimintatavat. Tampereen ja Oulun osalta ei katsottu tarpeelliseksi tehdä haastatteluja sillä heidän toimintatapansa noudattavat paljolti TOPTEN -rakennusvalvontojen yhteisiä käytäntöjä. Jokaiselle haastattelun kohteena olevalle lähetettiin kysymyslomake, joka toimi haastattelun pohjana. Kysymyslomake löytyy liitteistä 7.

5.1 Vantaan rakennusvalvonta

5.1.1 Erityismenettely

Vantaan rakennusvalvonnasta haastateltavana toimi tarkastuspäällikkö. Tärkeimpänä kysymyksenä oli selvittää, millaisille hankkeille voidaan edellyttää erityismenettelyä tai niiden toimenpiteitä, mitkä ovat näiden hankkeiden ominaispiirteitä ja millaisia ovat erityiset riskit.

Erityismenettelyn piiriin kuuluvalla hankkeella ei voida suoraan vetää raameja. Erityismenettelyn osalta MRL:ssä ja Ympäristöministeriön ohjeessa rakennustöiden valvonnasta on avattu asiaa tarkemmin ja siellä sanotaan, että erityismenettelyä voidaan edellyttää erittäin vaativassa hankkeessa. Ympäristöministeriön ohjeessa ei oteta kantaa siihen mikä on erityisen vaativa hanke. Laki ja ohjeistus jättävät asian hieman ympäröyöreäksi ja häilyväksi, jolloin voi olla vaikeaa määritellä hankkeen kuuluvuutta erityismenettelyn piiriin sitä kautta. Tämän vuoksi vastuu hankkeen vaativuuden arvioimiseksi kantavien rakenteiden osalta on rakennesuunnittelijalla. Mikäli rakennesuunnittelija kokee hankkeen vaativuuden erittäin vaativaksi, hän voi ehdottaa erityismenettelyn kohdentamista. Erityismenettelyn tarvetta tulisi miettiä myös siltä kannalta, onko hankkeen piirteet tuttuja. Korkea 16 kerroksinen rakennus ei ole enää esimerkiksi Helsingissä kovinkaan erityinen. Toisaalta maakunnissa, joissa talot ovat olleet korkeimmillaan 8 kerrosta, ei ole

totuttu yli 12 kerroksisiin taloihin, jolloin esimerkiksi 16 kerroksiseen taloon nähden kerroslukumäärä tuplaantuu. Tällöin on perusteltua pitää kohdetta erittäin vaativana ja kohdentaa siihen erityismenettelyä, sillä se kuuluu myös poikkeuksellisen vaativaan luokkaan. Helsingissä 12-16 kerroksisia taloja on tehty jo lukuisia ja kokemusta on paljon, jolloin se ei ole enää niin uutta. Erittäin vaativan hankkeen määrittely ja sitä kautta erityismenettelyn kohdentaminen on siis pitkälti kiinni myös niin suunnittelijoiden kuin kunnan osaamisesta ja kokemuksesta. (Haastateltava 1 2020.)

Yleisesti erityismenettelyn piiriin kuuluvia hankkeita ovat vaativuusluokaltaan poikkeuksellisen vaativat. Poikkeuksellisen vaativaan luokkaan kuuluville rakennuksille on annettu Ympäristöministeriön asetuksessa YM1/601/2015 9.1 § määritelmät. Yksistään näiden määritelmien mukaan ei kohdetta voi osoittaa kuuluvaksi erityismenettelyn piiriin. Erityismenettelyn määrittämisessä tulisi muistaa, että vaikka RIL:n kirjassa ja Ympäristöministeriön ohjeistuksissa annetaan viitteet PV -luokkaan kuuluvien hankkeiden kuulumisesta erityismenettelyn piiriin, eivät nekään välttämättä kuulu suoraan erityismenettelyn piiriin. Niihin kyllä yleensä kohdennetaan joitakin erityisiä laadunvarmistustoimenpiteitä, mutta eivät ne siltikään kuulu suoraan lainmukaiseen erityismenettelyyn. Erityismenettelyn edellytyksiin kuuluu erityinen riski, jonka arvioimisen osalta laki jättää väljyyttä. Mikä on erityinen riski, on vaikeaa määrittää. Esimerkiksi Ympäristöministeriön asetuksen teksti suuronnettomuuden ja suurien henkilövahinkojen määrittelystä on tulkinna varaista. Kuinka suuri henkilövahinko on, jotta se on erityinen riski, on näiden avulla vaikeaa määrittää. Jossain tapauksessa 1 kuolema on suuronnettomuus ja jossain vasta 10. Tällä logiikalla tavanomaisetkin rakennukset sisältävät erityisen riskin. Vantaan tulkinta tässä kuitenkin on, että kyse on monista henkilöistä. (Haastateltava 1 2020.)

Edellä mainittujen syiden vuoksi viranomaisen viimekädessä päättää mikä on erityinen riski. Mikäli hankkeen riskit tiedetään ja niiden vuoksi ei ole yleisesti varmuutta kyseessä olevan osan toimivuudesta, johon riski kohdistuu, hanke ei tällöin kuulu erityismenettelyn piiriin. Näihin tiedossa oleviin riskeihin voidaan kohdistaa MRL 150d § viittaamien pykälien 121a, 150b ja 150c mukaisia erityisiä laadunvarmistustoimenpiteitä erikseen. Tällöin kyseessä ei ole lainmukainen erityismenettely. Esimerkiksi muuten tavanomaisessa kohteessa riskinä on vain haastava stabiliteetti, johon kohdistetaan toimivuuden varmistamiseksi ulkopuolista tarkastusta. Mikäli taas hanke on moninainen ja sisältää paljon asioita, joita ei osata vielä alkuvaiheessa hahmottaa, voidaan hanke määrittää kuuluvaksi erityismenettelyn piiriin. Näissä tapauksissa riskit ovat vielä tuntemattomia, joka

itsessään on erityinen riski. Erityismenettelyä käytetään silloin, kun on riski, ettei toimituuden vaatimuksia saavuteta. Näiden hankkeiden osalta määrätään erityismenettely ja sen toimenpiteet kirjataan määräykseksi rakennuslupaun, jolloin kyse on lainmukaisesta erityismenettelystä. (Haastateltava 1 2020.)

Juridisesti on tärkeää ymmärtää näiden edellä mainittujen käytäntöjen erot ja käyttää oikeaa terminologiaa, vaikka käytännössä kyse on samankaltaisesta asiasta. Erityismenettelystä puhutaan silloin, kun se on määrätty tai sovittu tehtäväksi hankkeelle ja viranomaisen sen kirjaa lupaehdoiksi. Samalla kirjataan tarvittavat laadunvarmistustoimenpiteet, jolloin näistä toimenpiteistä voidaan käyttää termiä erityismenettelyn laadunvarmistustoimenpiteet. Mikäli hankkeessa ei ole viranomaisen puolesta tarvetta erityismenettelylle, mutta rakennushankkeeseen ryhtyvä haluaa käyttää siihen liittyviä laadunvarmistustoimenpiteitä, ei tällöin puhuta lainmukaisesta erityismenettelystä. Laadunvarmistustoimenpiteet ovat samanlaisia, mutta ne eivät ole erityismenettelyä vaan voidaan puhua erityisistä laadunvarmistustoimenpiteistä tai erityismenettelyn kaltaisista laadunvarmistustoimenpiteistä. Tällöin lupaan ei kirjata mitään tai se kirjataan, mutta ei määräykseksi. Aloituskokouspöytäkirjaan kuitenkin kirjataan nämä rakennuttajan esittämät laadunvarmistustoimenpiteet. Toiminta tällaisissa tapauksissa suunnittelijoiden ja viranomaisen välillä noudattaa pääsääntöisesti normaalin hankkeen mukaista prosessia. Viranomaisen voi kuitenkin tarvittaessa pyytää nähtäväksi näiden toimenpiteiden dokumentaatioita, vaikka ei niitä tarvitsisikaan muuten toimittaa. Erityismenettelyn vaatimia hankkeita ovat yleensä isot hankkeet, joissa voi olla paljon erilaisia rakennuksia ja toimintoja samassa. Näihin hankkeisiin tehdään erityismenettelyn mukainen riskianalyysi, jonka avulla haetaan ja tunnistetaan nämä erityiset riskit joihin toimenpiteitä, voidaan kohdistaa. Riskianalyysien avulla selviää sellaisia riskejä, joita ei välttämättä osata ottaa suoraan huomioon. (Haastateltava 1 2020.)

Erityismenettelyn määrittämiselle ei voida siis suoraan vetää raameja, mutta mikäli hanke kuuluu PV -luokkaan, kohdistetaan rakennukseen tai sen johonkin tiettyyn alueeseen joitakin erityisiä laadunvarmistustoimenpiteitä. Tarve toimenpiteille määritetään riskianalyysin avulla. Riskianalyysin avulla selviää hankkeen kriittisimmät riskit ja sen avulla pohditaan millä tavoin riskit hallitaan. Erityismenettelyn toimenpiteinä voi olla laadunvarmistusselvitykseen vaadittava tuulisuusselvitys korkeisiin rakennuksiin, joissa otetaan huomioon muuttuva ympäristö ja sen vaikutukset lähirakennuksiin tai rakenteilla oleviin rakennuksiin. Rantarakentaminen tuo rakennukselle myös paljon riskejä tuulisuudesta ja meriveden läheisyydestä johtuen. Nämä riskit vaativat rakennusfysiikan osalta

erityishuomioita, jolloin siihen voidaan joutua kohdistamaan erityisiä laadunvarmistustoimenpiteitä. Myös mahdollisen sataman läheisyys voi aiheuttaa riskin laivojen törmäämiselle rakennukseen, joka on otettava huomioon korkeampina törmäyskuormina. Riskianalyysi tehdään ja päivitetään riskienhallintatyöryhmän toimesta. Vantaalla ei ole vaatimuksia käytettäville riskianalyysi pohjille vaan vapaamuotoinen Excel riittää. Oikeastaan onkin hyvä, ettei valmiita pohjia ole, sillä riskejä ei tiedetä välttämättä etukäteen ja liian valmis pohja saattaa aiheuttaa sen, että jotain kriittistä voi jäädä pois. Tärkeämpää on toimittaa ennen lupavaihetta ennakkoneuvotteluissa alustava riskianalyysi, joka toimii erityismenettelyn toimenpiteiden määrittämisen pohjana. Tärkeää on myös muistaa toimittaa viranomaiselle rakentamisen edetessä päivittyvä riskianalyysi ja riskienhallinta workshoppien raportit valvontaan, jotta viranomainen pysyy ajan tasalla muutoksista ja voi tarvittaessa reagoida niihin. Päivitetyistä riskianalyyseistä nähdään, onko jotkin riskit poistuneet ja onko tullut uusia riskejä, joihin tulisi reagoida ja asettaa toimenpiteitä. Riskianalyysiin on esimerkiksi kirjattu riskiksi tuoteosatoimitus ulkomailta sen varmistuttua. Tällöin tulee varmistua oikeista mitoituksista, että ne on tehty kyseessä olevan maan kansallisten liitteiden mukaan, johon rakennus tulee, eikä tuoteosasuunnitelmien tekemän maan mukaan. Jonkin verran on jouduttu tämän vuoksi asettamaan ulkopuolista tarkastusta näihin suunnitelmiin rakentamisen aikana, vaikka sitä ei olisi muuten kohdelle edellytetty. Myös korjaushankkeissa, joissa havaitaan, ettei toteutus vastaa suunnitelmia tai ne on tehty vastoin suunnitelmia, on jouduttu riskianalyysin pohjalta määräämään ulkopuolista tarkastusta hankkeelle kesken rakentamisen. (Haastateltava 1 2020.)

Haastattelussa selvitettiin erityismenettelyn vaikutusta prosessiin varsinkin rakennusvalvontaviranomaisen kanssa. Rakennusvalvontaviranomaisen näkökulmasta erityismenettely muuttaa hankkeen etenemisprosessia vain hieman. Ennakkoneuvottelujen tärkeys korostuu normaaleihin hankkeisiin verrattuna ja siihen tulisi olla varautunut huolellisemmin. Vantaalla on käytössä ennakkoneuvottelukäytäntö, jossa ennen lupavaihetta käydään keskustelua tulevan hankkeen luonteesta ja tarvittavista toimenpiteistä. Ennakkoneuvottelulle varataan aika siinä vaiheessa, kun on jo olemassa tieto mitä ollaan tekemässä ja alustavat runkojärjestelmät on hahmoteltu. Toiveena ja tavoitteena on, että rakennushankkeeseen ryhtyvä itse esittelisi ja perustelisi hankkeen ennakkoneuvotteluissa viranomaiselle ehdotukset riittäviksi laadunvarmistustoimenpiteiksi riskiarvion tai analyysin pohjalta. Tällöin toimenpiteiden soveltuvuutta voidaan ennakkoneuvotteluissa arvioida. Tämä vaatii sen, että rakennushankkeeseen ryhtyvällä tulee olla erityismenettelyn mukainen prosessi hallussa sekä tieto hankkeen vaativuuden edellyttämistä toimenpiteistä. Rakennusvalvontaviranomainen ei ala suunnittelemaan ja kertomaan, vaan

katsoo, että määräykset täyttyvät. Mikäli viranomainen päättää laadunvarmistustoimenpiteistä, voidaan niiden osalta olla jo myöhässä. Jos on olemassa mahdollisuus erityismenettelyn edellytyksille, on rakennushankkeeseen ryhtyvän kannalta parempi koota hankeorganisaatio jo heti alkuvaiheessa erityismenettelyn vaatimusten mukaiseksi, jolloin tarvittavat toimenpiteet olisi huomioitu jo riittävän ajoissa. Rakennushankkeeseen ryhtyvän oma-aloitteisuus on siis suotavaa, sillä rakennushankkeeseen ryhtyvällä on velvoite laadunvarmistamisesta. Oletus ei saisi olla, että viranomainen määrittää laadunvarmistuksen laajuudet ja tarpeen erityismenettelylle. Erityismenettelyn toimenpiteitä voidaan kyllä käyttää, vaikka niitä ei lain mukaan vaadittaisikaan. Niillä varmistetaan hyvä lopputulos, joten hukkaan varautuminenkaan ei mene. Ennakkoneuvotteluissa käytetään laadunvarmistustoimenpiteiden arvioinnin pohjana riskiarviota tai – analyysiä sekä Rakenteiden suunnittelun ja toteutuksen perusteet asiakirjaa. Näiden ja keskustelujen pohjalta voidaan tehdä alustava päätös erityismenettelyn tarpeelle ja sovitaan sen laajuudesta sekä kohdentumisesta. Samalla sovitaan tarvittavista selvityksistä sekä niiden toimittamisesta rakennusvalvontaviranomaiselle.

Tarvittavat selvitykset riippuvat pitkälti hankkeen luonteesta. Riskianalyysi ja ulkopuolisen tarkastajan laatimat raportit ovat lähes aina tarpeellisia toimittaa rakennusvalvontaviranomaiselle. Mikäli hanke on korkeaa rakentamista, toimitettavat selvitykset selviävät mm. Helsingin korkean rakentamisen rakentamistapa -ohjeesta 2018. Muilta osin tarvittavat selvitykset tulisi rakennushankkeeseen ryhtyvän itse selvittää ja määrittää, sillä tarvittavat selvitykset nivoutuvat pitkälti rakennushankkeeseen ryhtyvän määrittämien laadunvarmistustoimenpiteiden laajuuteen. Rakennushankkeeseen ryhtyvän tulee omien suunnittelijoidensa ja muiden hankkeen osapuolien kanssa määrittää ja selvittää tarvittavat selvitykset ja sopia laadunvarmistustoimenpiteiden kohdentamisesta. Tämä toteutetaan riskienhallintasuunnitelmalla. Riskienhallintasuunnitelma sisällytetään laadunvarmistusselvitykseen, joka on tarpeellinen dokumentti ja laadunvarmistustoimenpide. Laadunvarmistusselvityksessä on selvitettävä resurssit, koordinointi vastuut, aikataulut sekä selvittää mitä kenenkin tulee ottaa huomioon ja missä. Lähtötiedot selvitykseen tulee olla kunnossa, jotta kaikki tietävät mikä kuuluu kenellekin ja kuka vastaa mistäkin. Laadunvarmistusselvityksessä tulee sopia suoritettavien asiantuntijatarkastusten laajuudesta ja suorittavista henkilöistä. Tarkastavat henkilöt tulee tarvittaessa hyväksyttää rakennusvalvontaviranomaisella. Mikäli hankkeelle on nimetty suunnitelmien ja/ tai rakennustyön ulkopuolisia tarkastajia, tulee nämä hyväksyttää rakennusvalvontaviranomaisella, ennen heidän toimeksiantonsa alkamista. Ulkopuoliseksi tarkastajaksi ei riitä kuka tahansa kyseisen suunnittelualan suunnittelija, vaan kyseisellä henkilöllä tulee olla vähintään

kyseessä olevan hankkeen vaativuuden mukainen suunnittelijan pätevyys tai vastaava tarkastajan pätevyys. Henkilöllä tulisi olla myös riittävä kokemus kyseessä olevasta hanke tyypistä. Vaikka tarkastus olisi jo tehty, mutta tarkastajaa ei voida hyväksyä tehtävään, ei myöskään tarkastusta voida hyväksyä.

Erityismenettelyn vaikutuksia suunnitelmien ja rakentamisen laatuun on havaittu rakennusvalvonnoissa jonkin verran ja tuskin sitä edellytettäisiin, jos ei olisi. Rakennusvalvontaviranomaisen kannalta tosin on vaikeaa tarkastella vaikutuksia, mutta yleishavaintona suunnittelijoilta tultuna tietona on, että varsinkin ulkopuolisen tarkastuksen käyttö on parantanut omaa dokumentointia. Ulkopuolinen tarkastaja asettaa suunnittelijat tarkempaan tekemiseen ja tarkastamiseen, jolloin virheitä karsiutuu enemmän pois jo omalla pöydällä. Ulkopuolisen tarkastajan tarkastuksissakin on tullut vastaan joitakin virheitä, joita on jouduttu korjaamaan, joten lopullisissa suunnitelmissa laatu on parantunut. Tieto kaikista virheistä tuskin päätyy viranomaisen tietoon, sillä ne jäävät useimmiten suunnittelijan ja ulkopuolisen tarkastajan välisiin keskusteluihin. Ulkopuolisen tarkastajan raportointiin tulisi saada parannusta, jotta niissä ilmenisi myös ne asiat, joihin on puututtu, miksi ja miten asia on korjattu. Yleisestikin ulkopuolisen tarkastajan raportit tulisi saada kattavammiksi, jotta niistä ilmenisi miksi joihinkin ratkaisuihin on päädytty. Tämä viestisi paremmin siitä, että asiaa on oikeasti mietitty. Ulkopuolisen tarkastajan käyttö helpottaa kuitenkin paljon suunnitelmien toimittamista. Viranomaisen valvonta ja suunnitelmien tarkastaminen helpottuu, jos on esittää ulkopuolisen tarkastajan lausunto suunnitelmista. (Haastateltava 1 2020.)

5.1.2 Korkea rakentaminen Vantaalla

Vantaalla korkeaa rakentamista on vähän. Tämä johtuu pitkälti siitä, että Helsinki-Vantaan lentokenttä asettaa tietyt korkeusrajat rakentamiselle. Korkeassa rakentamisessa noudatetaan kuitenkin samoja periaatteita, kun Helsingin korkean rakentamisen rakentamistapa ohjeissa. Korkea rakentaminen kuuluu erityismenettelyn piiriin ja pätevyysvaatimukset ovat poikkeuksellisen vaativat. Tarvittavat selvitykset ja toimitettavat dokumentit selviävät myös näistä ohjeista. Tuulitunnelikokeiden tarpeellisuuden arvioi kohteen vastaava rakennesuunnittelija. Mikäli tarve kokeille koetaan, tulee niistä ilmoittaa rakennusvalvontaviranomaiselle, jotta viranomaisen voi antaa kaupunkikuvallisia huomioita tuulikokeiden lähtötiedoiksi. (Haastateltava 1 2020.)

5.2 Turun rakennusvalvonta

Turun rakennusvalvonnan haastateltavana oli pääasiassa haastattelu hetkellä virkaa tekevä rakennusvalvonnan päällikkö. Mukana oli myös haastattelu hetkellä rakennustarkastaja. Rakennusvalvonnan päällikkönä toimiva henkilö on ollut mukana RIL 241-2016 kirjan työryhmässä, edistänyt erityismenettelyn ja hallilain käyttöönottoa sekä pitänyt esitelmää aiheista.

Eryitysmenettelylle on vaikeaa vetää mitään tiettyjä raameja, mutta mitään erityistä riskiä tälle ei tarvitsisi olla ja erityismenettelyn tarpeen käsitettä voidaan täten laajentaa. Periaatteessa erityinen riski voi olla uusi rakennejärjestelmä, josta rakennusvalvonnallakaan ei ole kokemusta, joten on varmempaa laittaa hanke erityismenettelyyn. Myös, jos hankkeen toimijat eivät ole tuttuja, on laadunvarmistamiseksi edellytettävä hankkeessa erityismenettelyä. Rakennusvalvontaviranomaisen kannalta on helpompaa asettaa hanke erityismenettelyyn, jolloin asiat tulee tarkastetuksi monelta kannalta eikä rakennusvalvonnan resursseja syödä. Haastateltava 2 peilaa erityismenettelyä hallilakiin, jossa kantavien rakenteiden osalta on tehtävä tarkastukset 2-4 vuoden välein. Eryitysmenettely sisältää toimenpiteenä ulkopuolisen tarkastajan, joka suorittaa tarkastuksen suunnitelmiin tai rakennustyöhön ja rakentamisen aikana. Tällöin lupaan voisi laittaa suoraan erityismenettely, jolloin myöhempää tarkastamista ei tarvittaisi. (Haastateltava 2 2020.)

Pääsääntöisesti mahdollisen erityismenettelyn määräytymisen lähtökohtana voidaan PKS Ravan (liite 2) mukaista taulukkoa. Siellä mentäessä poikkeuksellisen vaativaan luokkaan varsinkin kerrosmäärissä ja jänneväleissä, tulee hanke määrittää erityismenettelyn piiriin kuuluvaksi. Turussa korkeaa rakentamista on vielä hyvin vähän, joten yli 12 krs. rakennukset ovat lähes poikkeuksetta erityismenettelyn piirissä. Sijainnista riippuen myös rakennuksen ominaistaajuus voi mennä kriittiselle puolelle, jolloin vaaditaan ulkopuolisen tarkastajan lausuntoja. (Haastateltava 2 2020.)

Rakennusvalvonnan päällikön mukaan RIL 241-2016 kirja on riittävän kattava teos selvittämään erityismenettelyä ja sitä voidaan käyttää yleisesti ohjeistuksena. Näissä asioissa pitää jonkin verran soveltaa ja tulkita, sillä Ympäristöministeriön asetukset ja ohjeistuksetkaan eivät anna yleispäteviä vastauksia. Yleispätevän ohjeistuksen tekeminen on erittäin haastavaa, joten jonkin verran viranomaiselta varmennettavia asioita varmasti jää. Viranomaisella on kuitenkin aina harkintavalta. Missään ei ole esimerkiksi määritetty tarkkaa määrää suuronnettomuudelle tai suurelle ihmismäärälle. Tulkinta on 50 henkilöä,

sillä vaativuusluokassa CC3a puhutaan jo kymmenistä henkilöistä. Kaikki tällaiset tulkinnan varaiset asiat käydään läpi hankkeen ennakkoneuvotteluissa. (Haastateltava 2 2020.)

Ennakkoneuvottelut on hyvä sopia pidettäväksi riittävän ajoissa, mielellään jo luonnossuunnittelun alussa. Lisäksi on katsottu tarpeelliseksi järjestää myös erillinen tekninen ennakkoneuvottelu, jossa tutkitaan pienemmällä porukalla erityissuunnittelijoiden kanssa hankkeen teknisiä vaatimuksia. Ennakkoneuvotteluihin, tai jo ennen sitä, on hyvä olla olemassa ja toimitettuna valvontaan rakennesuunnittelijan alustava Rakenteiden suunnittelun ja toteutuksen perusteet -asiakirja. Asiakirjasta selviää käytettävät rakennejärjestelmät, staattiset mallit, kuormitukset, seuraamusluokat ja muut tarvittavat tiedot. Asiakirjan avulla määritetään hankkeen vaativuus ja analysoidaan tarve erityismenettelylle. Samalla selviää tarve suunnittelijoiden pätevyyksille sekä ulkopuolisen tarkastajan tarve ja pätevyys vaatimus. 0-asiakirja riittää alustavasti erityismenettelyn tarpeen määrittämiseksi. Tämän lisäksi voidaan toimittaa rinnalle myös riskiarvio. Tarvetta riskiarviolle ei ole, mikäli 0-asiakirjasta jo nähdään hankkeen kuuluvuus poikkeuksellisen vaativaan luokkaan. Turussa PV -luokkaan kuuluvat hankkeet ovat lähes poikkeuksetta erityismenettelyssä, jolloin riskiarvio on turha ja hankkeelle laaditaan suoraan riskianalyysi. Ennakkoneuvotteluissa voidaan tehdä jo alustava päätös erityismenettelyn tarpeelle ja määritetään käytettävät toimenpiteet ja niiden laajuus. Virallinen päätös erityismenettelystä tulee rakennusluvassa. (Haastateltava 2 2020.)

Riskianalyysi toimii erityismenettelyn toimenpiteiden määrittämisen apuna. Riskianalyysipohjalle ei ole vaatimuksia, mutta alustavat riskianalyysit tulee toimittaa ennen lupaa rakennusvalvontaviranomaiselle. Rakentamisen edetessä päivitetty riskianalyysit toimitetaan viranomaiselle, jotta hän osaa tarvittaessa reagoida mahdollisiin muutoksiin. (Haastateltava 2 2020.)

Tarvittava ulkopuolinen tarkastaja tulee kiinnittää hankkeelle mahdollisimman aikaisessa vaiheessa ja hyväksyttävä viranomaisella, jotta ulkopuolinen suunnittelija pääsee vaikuttamaan suunnitelmiin jo luonnosvaiheessa. Ulkopuolisesta tarkastuksesta ei ole hyötyä, jos runko on jo pystyssä. Tämän vuoksi Turussa onkin tarkoitus ottaa käyttöön toimintatapa, jossa vastaava rakennesuunnittelija tekee ensimmäiset primäärianalyysit kantavista ja jäykistävästä rakenteista, perustuksista vesikattoon asti ennen rakennuslupavaihetta. Tällöin ulkopuolinen tarkastaja pääsee tarkastamaan ne ja toimittamaan ensimmäisen perustuksia koskevan lausunnon viranomaiselle viimeistään ensimmäisten rakennesuunnitelmien yhteydessä. Ulkopuolisen tarkastajan ja vastaavan

rakennesuunnittelijan kanssa käydään läpi tarkastettavien suunnitelmien laajuus. Laajuus voidaan määrittää riskianalyysin ja 0-asiakirjan avulla. Tarkastusta kohdennetaan vain kriittisiin kohtiin. (Haastateltava 2 2020.)

Erityismenettelyllä on havaittu olevan laatuun vaikutusta, mutta kaikki tieto ei kuitenkaan tule suoraan viranomaisen tietoon. Ulkopuolisen tarkastajan lausunnot ovat olleet poikkeuksia lukuun ottamatta keskiaikaista eikä riittävän kattavia. Lausuntojen kattavuuteen tulisikin ulkopuolisten tarkastajien kiinnittää huomiota. Lausunnoista ja raporteista tulisi ilmetä ratkaisujen hyväksymisen lisäksi, mihin asioihin ja ratkaisuihin on jouduttu puuttumaan ja miksi tiettyihin ratkaisuihin on päädytty. Samoin niihin tulisi kirjata, onko kyseiset puutteet korjattu suunnitelmiin. Haastateltava on ollut mukana työstämässä ulkopuolisen tarkastajan tarkastusraportti -pohjaa (RT 103088 & 103089), jota tulisi ulkopuolisen tarkastajan hyödyntää. (Haastateltava 2 2020.)

Erityismenettelyä voidaan joutua edellyttämään myös paloturvallisuuden näkökulmasta. On ollut tapauksia, jossa hankkeeseen on jouduttu määräämään erityismenettelyä paloturvallisuuden kesken rakentamisen, kun palotarkastaja ei ole voinut antaa lausuntoa liian puutteellisesta paloturvallisuudesta. Paloturvallisuudesta tulisi tehdä myös ennen rakennuslupaa riskiarvio. Mikäli hankkeelle on tehty erillinen palotekninen selvitys, ei riskiarviota tarvita. Selvityksestä on hyvä esittää tarpeelliset asiat myös 0-asiakirjassa. (Haastateltava 2 2020.)

5.3 Helsingin rakennusvalvonta

Helsingin rakennusvalvonnasta haastateltavana oli tarkastusinsinööri Aimo Nousiainen. Hän on ollut mukana RIL 241-2016 kirjan asiantuntijaryhmässä, sekä ohjaamassa Helsingin korkean rakentamisen rakentamistapaohjeet 2018 opasta.

5.3.1 Erityismenettely Helsingissä

Käynnistymässä olevat hankkeet menevät yhä enenemissä määrin poikkeuksellisen vaativiin hankkeisiin. Alun perin lainmuutoksen tarkoitus oli, että vain harvat hankkeet menisivät poikkeuksellisen vaativiin luokkiin. Nyt hankkeita on monta päällekkäin eikä päteviä henkilöitä löydy riittävästi. Hankkeissa joudutaan jatkuvasti käymään neuvotte-
luita, siitä miten hankkeiden laadun mukaiseen lopputulokseen päästään ja miten

saadaan riittävästi vastuullisia henkilöitä hanketta toteuttamaan. Tämä asettaa laadunvarmistukselle erityisiä huomioita. Erityismenettely on keino varmistua laadunvarmistuksesta. (Nousiainen 2020.)

Erityismenettelyssä tulisi noudattaa RIL 241-2016 kirjan antamia ohjeita. Kirja on pääopas erityismenettelyyn ja käytännössä ainoa lakia tulkitseva opas. Ympäristöministeriön ohjeessa YM5/601/2015 on myös avattu erityismenettelyn sisältöä, mutta se on hyvin suppea. Rakennusvalvonnoilla oli pintapuolisesti erityismenettelystä omia ohjeita jo ennen RIL:n kirjaa tai Maankäyttö- ja rakennuslain erityismenettelyä. Rakennusvalvonnat halusivat laajentaa erityismenettelyn käsitettä ennen kuin se tuli lakiin. Aiemmin Rakennusmääräyskokoelman A1 -osassa puhuttiin erityismenettelystä vain rakenteellisen turvallisuuden osalta, mikäli oli olemassa suuronnettomuuden vaara. Rakennusvalvonnoissa havaittiin, että käytäntö olisi hyvä missä tahansa muussakin osa-alueessa. Ympäristöministeriön myötävaikutuksella erityismenettelyn käsitettä alettiin laajentamaan. RIL 241-2016 pitäisi toimia pääoppaana ja ohjeena. Helsingin sivuiltakin poistettiin vanhat ohjeet, sillä RIL:n kirjassa on uudet, joita noudatetaan. (Nousiainen 2020.)

RIL:n kirjassa on esitetty erityismenettelyyn piiriin kuuluvat hankkeet ja rajatapaukset käydään läpi hankekohtaisesti. Pääasiassa kaikkiin poikkeuksellisen vaativiin hankkeisiin, eli CC3 luokkiin kuuluviin, kohdennetaan joitain erityisiä laadunvarmistustoimenpiteitä. Hankkeet voivat olla kokonaan erityismenettelyä tai vain osittain. Erityismenettelyä ei siis tulisi lähteä toteuttamaan täyslaidallisesti kaikkiin PV -hankkeisiin. Myös CC2 hankkeisiin voidaan joiltain osin vaatia rajattua erityismenettelyä, kuten RIL:n kirjassa mainitaan. Hankkeissa on yleensä niin paljon muuttujia, ettei mitään yksiselitteistä raamitaulukkoa voida vetää erityismenettelyyn kuulumiselle. Hankeorganisaation tulisikin laatia ja käydä läpi riskianalyysi tai – arvio, jonka avulla tunnistetaan riskit, sekä voidaan tehdä arvio siitä, mihin erityismenettelyä kohdennetaan. Vasta tämän jälkeen keskustellaan rakennusvalvonnan kanssa siitä, ollaanko erityismenettelyn osalta samaa mieltä. Mikäli rakennushankkeeseen ryhtyvä on tutkinut tarpeen erityismenettelylle tai erityisille laadunvarmistustoimenpiteille ja ehdottaa niitä, mutta viranomainen ei katso näille olevan lainpuitteissa tarvetta, kirjataan toimenpiteet kuitenkin lupateksteihin tai aloituskokouspöytäkirjaan. Toimenpiteitä ei siis kirjata määräykseksi. Silloin, kun viranomainen katsoo lainpuitteissakin olevan tarvetta erityismenettelylle tai jollekin erityiselle laadunvarmistustoimenpiteelle, kirjataan nämä lupamääräyksiin. Helsingin toiveena on siis, että rakennushankkeeseen ryhtyvä on suunnittelijoidensa kanssa oikeasti tutkinut riskiarvioiden kautta tarpeen erityismenettelylle ja esittelee sen rakennusvalvontaviranomaiselle

ennakkoneuvotteluissa. Rakennusvalvonnalla on liian vähän aikaa ja resursseja alkaa tutkimaan erityismenettelyn tarvetta hankkeelle, joten mikäli asia on jätetty viranomaisen ratkaistavaksi, on hanke mitä todennäköisemmin erityismenettelyn piirissä. Viranomaisen on vaikeaa alkaa rajaamaan erityismenettelyn tarvetta siinä vaiheessa. Silloin, kun rakennusvalvontaviranomainen joutuu asiaa tutkimaan ja päättämään sen jälkeen erityismenettelystä rakennusluvassa, ollaan jo myöhässä tarvittavien toimenpiteiden aloittamisesta. Erityismenettelyn mukaiset tarvittavat toimenpiteet tulisivat aloittaa paljon aikaisemmin, mielellään jo luonnossuunnittelun alkaessa. Mikäli viranomaisen erityismenettelyn edellytyksenä rakennusluvassa vaatima ulkopuolinen tarkastaja löytää puutteita jo tehdyistä suunnitelmista, voi muutossuunnittelu tulla erittäin kalliiksi lupavaiheen jälkeen. Samalla hankkeen aikataulu voi vaarantua merkittävästi. Tämän vuoksi on enemmän kuin suotavaa rakennushankkeeseen ryhtyvän itse tutkia tarvetta erityismenettelylle, jotta oikeat toimenpiteet saadaan heti alussa mukaan. Tällöin myös viranomaisen päätöksiin mahdollisesti kohdentuvilta oikaisuvaatimuksilta vältytään, kun toimenpiteet ovat enemmän omaehtoisia. Mikäli rakennushankkeeseen ryhtyvä on epävarma mahdollisen erityismenettelyn kohdentumisesta hankkeelle, voi hän tulla keskustelemaan asiasta ennakkoneuvotteluihin, vaikka ei mitään hanketta vielä olisikaan aloitettu. Rakennusvalvontaviranomainen mielellään keskustelee aiheesta ja tarvittaessa ohjaa oikeaan suuntaan, jotta erityismenettelyn käytäntö tulee tutuksi jo ennen hankkeen käynnistymistä. Tällöin mahdolliset erityismenettelyn toimenpiteet osataan ottaa heti käyttöön jo hankkeen alkumetreillä. (Nousiainen 2020.)

Korkean rakentamisen osalta Helsingin korkean rakentamisen rakentamistapaohjeessa 2018 on ohjeistettu myös erityismenettelyä. Ohjeessa on kuvattu tarvittavat dokumentit ja missä vaiheessa ne on toimitettava rakennusvalvontaan. Tämä ohjeistus sopii myös muihin poikkeuksellisen vaativiin hankkeisiin. Erityismenettely tuo hieman muutosta prosessiin ja se on huomioitava hankkeen etenemisessä. Viranomaisnäkökulmasta ulkopuolinen suunnitelmien tarkastus tuo helpotusta suunnitelmien toimittamisvaiheeseen, kun toimitettavista suunnitelmista on samalla esittää ulkopuolisen tarkastajan lausunto. Toisaalta, jos rakennushankkeeseen ryhtyvällä ei ole tarkkaa kuvaa erityismenettelystä ja sen tuomasta prosessista, saattaa prosessin ohjeistaminen viedä paljonkin aikaa. Tästä syystä olisikin hyvä tutustua erityismenettelyn prosessiin myös hiukan ennalta. (Nousiainen 2020.)

Hankkeen alkuvaiheessa järjestetään rakennusvalvontaviranomaisen kanssa ennakkoneuvottelut, jossa pohditaan hankkeen luonnetta ja sitä mihin sen kanssa ollaan

menossa. Erityismenettelyn tarvetta harkitaan riskiarvioiden pohjalta, jotka tulee olla mukana. Tarvittavia riskiarvioita ovat rakenteellisen turvallisuuden -, rakennusfysikaalisen toimivuuden – sekä paloturvallisuuden riskiarviot. Riskiarvioiden lisäksi tulee olla vastaavan rakennesuunnittelijan laatima Rakenteiden suunnittelun ja toteutuksen perusteet -asiakirja. Siitä selviää käytettävät kuormitukset, rakennejärjestelmä sekä muut suunnittelun perusteet. Kuormitusten osalta voidaan ennakkoneuvotteluissa pohtia esimerkiksi tuulisuusolosuhteiden oikeellisuutta ja tuulikuormitusten vaikutuksia rakennukseen, kuten esimerkiksi korkeiden rakennusten osalta, jossa tuulikuormitukset ovat keskeisessä asemassa. 0-asiakirjan perusteella saadaan laajempi kuva rakennuksen rakenteellisista asioista, joiden avulla on helpompi tehdä arvioita erityismenettelyn tarpeelle. Ennakkoneuvotteluja voidaan tarvittaessa järjestää useampiakin kuin yksi. (Nousiainen 2020.)

Ennakkoneuvottelujen perusteella voidaan jo tehdä alustava päätös erityismenettelystä ja sen edellyttämistä toimenpiteistä. Yleisemmistä toimenpiteistä on suunnitelmien ulkopuolinen tarkastus. Ulkopuolinen tarkastajaa vaaditaan yleensä silloin, kun ei olla varmoja rakenteen toimivuudesta tai rakennusvalvonnalla ei ole aikaisempia kokemuksia käytettävistä ratkaisuista. Tarkastaja tulee hyväksyttää rakennusvalvontaviranomaisella hyvissä ajoin ennen toimeksiannon alkamista. Tarkastajalla tulee olla vähintään hankkeen suunnittelutehtävän vaativuusluokan mukainen suunnittelijan tai tarkastajan pätevyys. Tämän lisäksi hänellä tulee olla riittävä ammattitaito sekä riittävästi suunnittelu- ja/tai tarkastuskokemusta vastaavista hankkeista kuin tarkastustehtävän hanke. Hankkeissa, joita toteutetaan ensimmäisiä kertoja Suomessa, kuten esimerkiksi 200 metrin korkeuksia lähestyvä tornitalo, joudutaan todennäköisesti ulkopuolinen tarkastaja rekrytoimaan ulkomailta. Suomessa ei ole vielä tällä hetkellä sellaisia henkilöitä, joilla olisi kompetensseja toimia tällaisissa hankkeissa. Tällöin olisi kuitenkin suotavaa rekrytoida myös kotimainenkin ulkopuolinen tarkastaja tarkastustiimiin, jotta esimerkiksi kansalliset säännökset tulisi tarkastuksessa huomioitua. Kotimainen tarkastaja olisi myös lähiyhdyslinkki viranomaisen suuntaan. Ulkopuolinen tarkastaja ei ole rakennesuunnittelijalle epäluottamuslause, vaan tarkoitus on toimia keskustelukumppanina, jossa yhdessä löydetään parhaat ratkaisut ja opitaan. Ulkopuolinen tarkastaja ei siis ole pätevyysien paikkaaja. Ulkopuolisen tarkastajan lausuntoihin ja raportteihin tulee kiinnittää enemmän huomiota. Niissä tulisi selvittää mihin asioihin on keskitytty, onko ollut puutteita, onko puutteet korjattu, rakennesuunnittelijan vastaukset puutteisiin ja miksi sovittu ratkaisu on valittu. Raportiksi ei riitä, että ilmoitetaan, onko suunnitelmat hyvät. Rakennesuunnittelijan tulisi myös vaatia tarkempaa raporttia ulkopuoliselta tarkastajalta. Ulkopuolisen

tarkastajan kanssa on myös sovittava tarkastettavista suunnitelmista. Vain kriittiset tarkastetaan, ei siis kaikkia. (Nousiainen 2020.)

Erityismenettelyyn kuuluvissa hankkeissa on laadittava riskianalyysi, jonka avulla arvioidaan tarvittavia toimenpiteitä. Riskianalyysi on osa laadunvarmistusselvitystä, joka vaaditaan hankkeelle, mikäli ei voida täysin olla varmoja laatutason saavuttamisesta. Riskianalyysi voidaan laatia jo heti ennakkoneuvotteluihin, mikäli alussa jo nähdään, että hanke tulee vaatimaan joitain erityisiä laadunvarmistustoimenpiteitä. Riskiarvion laatiminen on tällöin turhaa, jos tehdään jo riskianalyysiä. Riskianalyysiä tulee päivittää koko hankkeen ajan jatkuvana prosessina ja periaatteessa se kestää koko rakennuksen elinkaaren ajan. Helsingissä isoissa hankkeissa riskianalyysin laatiminen on ollut hedelmällistä. Vaikka riskianalyysiä on tehty isolla porukalla mukaan lukien ulkopuoliset tarkastajat, on käytännössä rakentamisen aikana tullut esille paljon uusia riskejä ja huomioitavia asioita. Nämä esiin tulleet asiat on dokumentoitu riskianalyysiin ja jatkossa ne osataan ottaa huomioon seuraavissa hankkeissa. (Nousiainen 2020.)

Riskianalyyseille ei ole Helsingissä määrätty mitään tiettyä muotoa, joten analyysipohja voi olla vapaamuotoinen. Tarkempia ohjeistuksia riskianalyysin tekemiselle on suunniteltu, mutta toistaiseksi ne on katsottu tarpeettomiksi. Riskianalyysi tulee kuitenkin sen päivittyessä toimittaa aina myös rakennusvalvontaan, jotta pysytään perillä hankkeen tilanteesta. Riskianalyysi on osa laadunvarmistusselvitystä, joten kun riskianalyysi päivittyy, tulee päivittää myös laadunvarmistusselvitys. Sama koskee myös tarkastusasiakirjaa, mikäli riskianalyysissä tapahtuvat muutokset heijastuvat myös siihen. Tarkastusasiakirjakin on osa laadunvarmistusselvitystä, joten laadunvarmistusselvityksen päivittäminen kokonaisuudessaan ja toimittaminen rakennusvalvontaan kattaa kaikki edellä mainitut muutokset. Laadunvarmistusselvityksessä tuodaan esille myös toimenpiteet, joilla uudet riskit aiotaan poistaa tai minimoida. Esimerkiksi rakennusvaiheen riskianalyysissä voi tulla esille tarve rakennustyön ulkopuoliselle tarkastajalle tarkastamaan toteutuksen riskillisimpiä työvaiheita. (Nousiainen 2020.)

Laadunvarmistusselvitys on yksi ja keskeinen erityismenettelyn laadunvarmistustoimenpide. Se on tärkeä dokumentti, jossa tuodaan esille hanketta koskevia laadunvarmistukseen liittyviä seikkoja. Laadunvarmistusselvityksiä ovat suunnitelmien laadunvarmistusselvitys, joka koskee suunnittelua, sekä toteutusta koskeva laadunvarmistusselvitys. Suunnitelmia koskeva selvitys on toimitettava ennen rakennuslupaa ja sen toimittaa yleensä rakennushankkeeseen ryhtyvä. Ilman laadunvarmistusselvitystä, sitä koskevaa vaihetta ei saa aloittaa ennen kuin selvitys on toimitettu rakennusvalvontaan.

Toteutuksen laadunvarmistusselvitys sisältää riskianalyysin ja tarkastusasiakirjan lisäksi tiedot käytettävistä resursseista. Resursseissa on esitettävä niin rakennushankkeeseen ryhtyvän kuin toteutusorganisaation voimavara-arvioinnit sekä keskeisten henkilöiden kelpoisuudet tehtävien vaatimuksiin nähden. On myös esitettävä rakentamisaikataulu toiminnan laadun arvioimiseksi. Muita selvityksessä esille tuotavia asioita ovat, kosteudenhallintaan liittyvät asiat sekä suunnittelun ja työvaiheiden koordinointi. Koordinointi vastuu on tuotava esille ainakin hankkeissa, joissa suunnittelu on pilkottu monelle suunnittelyyritykselle ja suunnittelijalle sekä toteutus usealle tuoteosatoimittajalle. Koordinoimista vastaavan henkilön on tutkittava eri toimijoiden suunnitelmien rajat, eli mikä kuuluu kenellekin ja samalla tarkistaa suunnitelmien yhteensopivuus. Tarvittaessa hankkeelle on nimettävä erillinen koordinoiva suunnittelija. Työmaalla koordinointi on tärkeää alihankkijoiden työn yhteensovituksen vuoksi. Suuri työnjaon pilkkominen asettaa haasteen yhteensovitukselle ja suuret riskit työn onnistumiselle. Selvityksessä on tuotava ilmi miten eri toimittajien ja urakoitsijoiden väliset työt saadaan tehtyä ja miten niiden liittyminen toisiinsa saadaan toteutettua. (Nousiainen 2020.)

Rakennustyötä tarkastamaan voidaan edellyttää asiantuntijatarkastusta, joita suorittavat yleensä kohteen vastuulliset suunnittelijat tai tarvittaessa erikseen nimetyt henkilöt, kuten rakennustyön ulkopuolinen tarkastaja. Nämä tulee kirjata toteutuksen laadunvarmistusselvitykseen. Tehtävistä tarkastuksista on sovittava etukäteen ja tarkastukset on dokumentoitava tarkastusasiakirjaan. Tarkastusasiakirja on toimitettava laadunvarmistusselvityksen mukana rakennusvalvontaan riittävän ajoissa, jotta mahdollisiin puutteisiin voidaan tarvittaessa reagoida viranomaisen toimesta. (Nousiainen 2020.)

5.3.2 Korkea rakentaminen

Korkea rakentaminen on Helsingissä yleistymässä ja monia korkean rakentamisen hankkeita on toteutettu. Helsinki on päivittänyt aiemmin v. 2012 julkaisemaansa korkean rakentamisen rakentamistapaohjeitaan v. 2018. Tämä opas antaa hyvät lähtökohdat korkean rakentamisen hankkeille. Ohjeissa on tuotu esille korkean rakentamisen erityispiirteet, sekä prosessin eteneminen. Ohjeissa kerrotaan mitä dokumentteja pitää teettää ja missä vaiheessa. Osa dokumenteista on hankekohtaisia ja niiden tarve on selvitettävä etukäteen. (Nousiainen 2020.)

Helsingissä korkeasta rakentamisesta puhutaan, kun rakennuksen korkeus on vähintään 16 kerrosta mahdolliset kellarikerrokset mukaan lukien. Tämä asettaa hankkeen

vaativuuden PV -luokkaan ja hankkeeseen toteutetaan erityismenettelyä laajimmillaan. Pätevyyksien osalta on nostettu esille vastuullisten henkilöiden kokemus vastaavista hankkeista. Poikkeuksellisen vaativan luokkaan luokitellaan jo yli 12 kerroksinen rakennus. On kuitenkin huomattavan suuri ero, suunnitellaanko 12 kerroksista vai 50 kerroksista rakennusta. Ohjekorteissa on vaadittu mm. vastaavalta rakennesuunnittelijalta PV -pätevyyden lisäksi myös kokemusta korkean rakentamisen hankkeista. (Nousiainen 2020.)

Korkeassa rakentamisessa on huomioitava sen erityispiirteet suunnittelussa kuin myös rakentamisessa. Yksi tärkeimmistä on tuulen vaikutus. Tuuli on korkeammalla voimakkaampaa, jolloin se aiheuttaa rakennukselle suuria vaakakuormia ja rakennusfysiikalle haasteita. Työmaan kannalta tuuli aiheuttaa myös haasteita. Tuulitunnelikokeiden teettäminen voi olla tarpeen selvittämään tuulen vaikutuksia ja paineita rakennuksessa sekä sen ympäristössä, kuten katutasolla. Kokeiden tarve voi tulla kyseeseen varsinkin silloin, kun kyseessä on erittäin korkea ja hoikka rakennus. Myös rantarakentaminen voi lisätä tarvetta tuulitunnelikokeille korkeissa rakennuksissa. Tuulitunnelikokeiden tarpeellisuudelle ei ole asetettu tiettyä korkeusmääritystä tai muitakaan raameja, vaan tarpeellisuus on arvioitava hanke kohtaisesti. Yleisesti tarvetta voidaan harkita silloin, kun rakennuksen ominaisvärähtely menee yli suositellun rajan (1Hz) Tämä toteutuu yleensä yli 20 kerroksisissa rakennuksissa. Ohjekorteissa on esitetty, että rakennesuunnittelijan tulisi hankekohtaisesti esittää ja perustella tarve tai tarpeettomuus tuulitunnelikokeille. Perusteissa tulee esittää mm. rakennuksen muodon vaikutus, sen dynaamisten ominaisuuksien vaikutus sekä ympäristön vaikutus. Tuulitunnelikokeissa tulee selvittää rakennukseen kohdistuvan tuulen vaikutus sekä tarvittaessa tuulen vaikutus ympäristöön ja viereisiin rakennuksiin. Rakennuksen muoto voi aiheuttaa lähiympäristöön ikäviä tuuliolosuhteita ja nämä tulee selvittää tuulitunnelikokeissa, jotta niiden eliminoimiseksi voidaan reagoida jo suunnittelupöydällä. (Nousiainen 2020.) Tuulitunnelikokeita voidaan teettää Suomessa, mutta erittäin korkeiden rakennusten osalta kokeet tehdään alan johtavien maailmanlaajuisten konsulttiyritysten tuulitunnelilaboratorioissa, kuten esimerkiksi RWDI:n Toronton tuulitunnelilaboratoriossa.

Korkean rakentamisen osalta tulee myös harkita seismisten kuormitusten huomioiminen. Suomessa maanjäristyksiä ja muita värähtelyjä ei lähtökohtaisesti huomioida niiden harvinaisen esiintymisen takia. Korkeiden rakennusten kohdalla voi kuitenkin korkeuden vuoksi pienikin järistys aiheuttaa rakennuksessa haitallisia värähtelyjä ja värähtelyjä. Nämä värähtelyt ja värähtelyt voivat vaikuttaa myös rakenteiden kestävyyskykyyn, mutta erityisesti

käyttömukavuuteen. Vaikka tuntuvat maanjäristykset ovatkin Suomessa erittäin harvinaisia, pieniä järjestyksiä voi muodostua läheisistä kaivoksista, syväreikäporauksista (geolämpö), muista rakennustyömaista ja kallioiden räjäytyksistä. Maanjäristyksiäkin on ollut lähellä 4 magnitudia. Rakennusvalvontaviranomaisen osalta seismisiin kuormituksiin ei vielä olla otettu tarkemmin kantaa, mutta Ympäristöministeriön asetuksessa 3/16 4§ sanotaan, että seismisiä mitoituksia sovelletaan vain tilaajan niin edellyttäessä. Tilaajan kanssa on siis keskusteltava, otetaanko seismisiä kuormituksia huomioon rakenteiden suunnittelussa. (Nousiainen 2020.)

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Erityismenettely on osa hankkeen laadunvarmistusta ja riskienhallintaa, jolla varmistetaan, että rakennushankkeessa tunnistetaan turvallisuuteen ja terveellisyyteen liittyvät riskit. Erityismenettelyä voidaan edellyttää, jos kyseessä on vaativa tai erittäin vaativa hanke ja joka sisältää erityisen riskin, rakenteellisen turvallisuuden, paloturvallisuuden, rakennusfysikaalisen toiminnan, terveyden tai kulttuurihistoriallisten arvojen menettämisen osalta. Erityismenettelyn toimenpiteitä voidaan myös, edellyttää mikäli halutaan varmistua siitä, että suunnittelu ja rakentaminen täyttää sille asetetut vaatimukset. Erityismenettelyn tarkoituksena on löytää toimenpiteet riskien minimoimiseksi ja vaadittavan laatutason saavuttamiseksi. Toimenpiteinä käytetään normaaleiden laadunvarmistustoimenpiteiden lisäksi erityisiä laadunvarmistustoimenpiteitä laadunvarmistusselvitys, ulkopuolinen tarkastus ja asiantuntijatarkastus. Lisäksi voidaan edellyttää tehostettua käytönaikaista seuranta.

Erityismenettelyn määräytymiselle hankkeelle ei voida suoraan asettaa raameja. Pääsääntöisesti CC3-seuraamusluokan, poikkeuksellisen vaativan suunnittelun ja toteutuksen vaatimusluokkaan tai vaativa + luokkaan kuuluvat hankkeet, kuuluvat erityismenettelyn piiriin. Näidenkin osalta tulee olla lainmukainen erityinen riski. Erityismenettely voidaan vaatia käytettäväksi myös alemmissa vaatimusluokissa, mikäli on olemassa erityinen riski, ettei määräysten mukaisiin laatutavoitteisiin päästä. Erityismenettelyn määräytymisen olennainen osa erityinen riski on vaikeaa määrittää yksiselitteisesti, eikä sille siksi anneta rakennusalan asetuksissa ja ohjeistuksissa selvää määrittämistä. Haastattelijan ja kirjallisuuden perusteella erityisen riskien määrittäminen ja sitä kautta rakennushankkeen erityismenettely tulisi olla rakennushankkeen osapuolien tehtävä määrittää. Rakennusvalvontojen toive on, että rakennushankkeeseen ryhtyvä esittää tarpeet laadunvarmistukselle. Rakennushankkeeseen ryhtyvä itse määrittää oman laatujärjestelmän mukaan rakennushankkeen laatutavoitteet ja esittää niiden saavuttamiseksi tarpeen erityismenettelylle tai MRL:ssä (2014) esitetyille erityisille laadunvarmistustoimenpiteille. Rakennushankkeeseen ryhtyvä voi myös yhdessä hankeosapuolien kanssa riskiarvioiden tai riskienhallintatyöryhmän riskianalyysin avulla löytää hankkeeseen kohdistuvat riskit ja toimenpiteet niille. Näiden riskiarvioiden ja -analyysien sekä tarvittaessa Rakenteiden suunnittelun ja toteutuksen perusteet -asiakirjan avulla perustellaan tarve erityismenettelylle rakennusvalvontaviranomaisen kanssa käytävissä ennakkoneuvotteluissa.

Eryitysmenettelyn määräytymiseen vaikuttaa hankkeen erityispiirteet sekä hankeosapuolien ja kunnan rakennusvalvontaviranomaisen kokemus kyseessä olevasta hanketyypistä. Rakennusvalvontaviranomaisella on viime kädessä päätösvalta edellyttää, erityismenettelyä mikäli katsoo sille tarpeen. Hänen tulee esittää päätös joko ennakkoneuvotteluiden lopputuloksena erillispäätöksenä tai varsinaisena päätöksenä rakennusluvassa. Eryitysmenettelyä koskevassa päätöksessä on määritettävä erityismenettelyn laajuudesta ja kohdistumisesta sekä vaadittavista toimenpiteistä. Eryitysmenettelyyn kuuluvia erityisiä laadunvarmistustoimenpiteitä voidaan myös edellyttää hankkeen vaatimustasosta riippumatta, mikäli hankkeessa on tunnistettuja riskejä, joihin vaaditaan tarkempia laadunvarmistustoimenpiteitä. Tällöin ei varsinaista erityistä riskiä ole, vaan toimenpiteitä edellytetään erillisinä toimenpiteinä, jolloin kyseessä ei ole lainmukainen erityismenettely. Nämä riskit tunnistetaan riskianalyysin avulla.

Riskianalyysi toimii apuna rakennushankkeen riskien ja erityismenettelyn edellyttämän erityisen riskin määrittämiseksi. Riskianalyysi toimii pohjana riskienhallintatyöryhmän riskienhallintasuunnitelmalle, jonka avulla kohdistetaan ja valvotaan riskien ehkäisemiseksi tai minimoimiseksi sovittuja toimenpiteitä. Riskianalyysiä ja riskienhallintasuunnitelmaa päivitetään koko hankkeen ajan ja se liitetään osaksi laadunvarmistusselvitystä.

Eryitysmenettelyn osalta voidaan pääosin noudattaa RIL 241-2016 kirjassa esitettyjä toimenpiteitä, joita voidaan täydentää ja selventää tämän opinnäytetyön antamien tietojen ja suositusten mukaan.

Korkea rakentaminen kuuluu erityismenettelyn piiriin. Korkean rakentamisen osalta riskit saadaan tunnistamalla korkean rakentamisen erityispiirteet. Tuulen vaikutus korkeaan rakennukseen on huomattava, niin kestävyys, mukavuustekijöiden, rakennusfysiikkalisen toimivuuden, toteutuksen kuin huollonkin kannalta. Tuulesta aiheutuvat rakennuksen värähtelyt ja huojunta aiheuttavat haitallista kiihtyvyyttä, jonka ihminen kokee pahoinvointina. Tuulen dynaaminen vaikutus rasittaa myös rakenteiden liitosten kestävyttä ja aiheuttaa betonirakenteissa halkeilua. Lisäksi tuulen aiheuttama huojunta lisää taipumaa, joka voi aiheuttaa talotekniikalle ja hissien toiminnalle ongelmia.

Suuret kuormitukset ja erilaiset jäykistysmenetelmät aiheuttavat riskejä rakenteiden kestävyydelle ja toimivuudelle. Suuret kuormitukset lisäävät myös maaperän kestävyydelle riskinsä. Varsinkin jäykistysjärjestelmästä aiheutuvat vetovoimat ovat kalliita ja riskialttiita ankkuroida maaperään. Korkean rakennuksen rakentaminen on myös haasteellista korkeissa olosuhteissa, joka asettaa työturvallisuudelle erityishuomioita. Suurimpia

riskejä korkean rakentamisen hankkeissa on hankeorganisaation yhteistyön sujuvuus. Korkea rakentaminen vaatii sujuvaa yhteistyötä, jossa tiedonkulkuun, aikataulutukseen, resursseihin ja ammattitaitoon on panostettava. Suunnitelmien tulee olla ajallaan ja ristiriidattomat, joka asettaa suunnitelmien yhteensovittamiselle tärkeän painoarvon. Jokaisen on tunnistettava yhteistyön riskit ja pyrittävä ajamaan hankkeen etuja toisin kuin omiaan, jotta kaikki korkean rakennuksen riskit saadaan estettyä tai minimoitua. Korkeaan rakentamiseen kohdistetaan rakennesuunnittelun näkökulmasta kaikkia työssä esitettyjä toimenpiteitä, joista tärkeimpinä ovat riskianalyysi ja ulkopuolinen tarkastus. Ulkopuolisen tarkastuksen osalta rakennesuunnitelmista tarkistetaan korkeissa rakennuksissa stabiiliteetti, kuormitukset sekä runkorakenteiden kestävyys ja toimivuus.

Korkean rakentamisen osalta tärkeitä selvityksiä matalimpiin rakennukseen poiketen on tehtävä tuulen vaikutuksista (tuulisuusselvitys), tuulikuormista (tuulitunnelikokeet tai virtausanalyysit), pystysuuntaisista kuormituksista, stabiiliteetista ja rakennuksen jäykistyksestä, rakennusfysikaalisen toimivuuden osalta, paloturvallisuudesta (palotekninenselvitys, toiminnallinen palomitoitus) sekä huollon toteuttamisesta korkeissa olosuhteissa. Rakennushankkeen organisaatio itse määrittelee ja perustelee tarpeet selvityksille. Helsingin korkean rakentamisen rakentamistapaohjeessa on esitetty tarvittavat selvitykset ja aikataulu niiden toimittamiseen rakennusvalvontaviranomaiselle.

7 POHDINTA

Opinnäytetyön yhtenä tarkoituksena oli selvittää, miten erityismenettelyn piiriin kuuluvat rakennushankkeet määräytyvät ja voiko niille asettaa tiettyjä raameja. Erityismenettelyn määräytyminen pystyttiin selvittämään työssä, mutta kuten työssä mainittu, ei sille voida asettaa mitään tiettyjä raameja. Tämä on siinä mielessä hankalaa, ettei hankkeiden alkuvaiheessa voida täysin arvioida sitä tarvitaanko erityismenettelyn toimia. Tämä vaatii rakennuttajalta ja hänen suunnitteluryhmältänsä ammattitaitoa, sillä heidän tulisi itse pohtia hankkeen laadunvarmistusta ja tarvetta erityisille laadunvarmistustoimenpiteille. Erityiset laadunvarmistustoimenpiteet vaativat aikaa, resursseja ja rahaa ja nämä on pystyttävä ennakoimaan riittävän tarkasti jo alkuvaiheessa. Mikäli ei näitä ole pystytty arvioimaan riittävän tarkasti, voi taloudellisesta resurssista muodostua myöhemmässä vaiheessa riski, joka saattaa asettaa hankkeen toteutukselle haasteen. Rakennushankkeeseen ryhtyvällä tulisi olla osaamista rakennuttamisesta niiltä osin, että hän pystyy tunnistamaan hankkeen laatutavoitteet ja pohtimaan sitä kautta toimia niiden saavuttamiseksi. Mikäli rakennushankkeeseen ryhtyvä ei itse pysty määrittämään tavoitteita, avustaa hänen suunnitteluryhmänsä tässä asiassa. Rakennesuunnittelijan näkökulmasta tulisi hankkeen alkuvaiheessa nähdä alustavasti riskit hankkeelle, jotta voidaan arvioida omassa suunnittelutarjouksessa mahdolliset lisätyöt, joita erityismenettelyn toimista saattaa tulla. Vaihtoehtona on myös määrittää erikseen sovittavaksi työksi nämä toimenpiteet.

Haastattelututkimuksilla ja kirjallisuusaineistolla saatiin hyvä kuva siitä, miten erityismenettelyyn päädytään ja mitä toimia se vaatii hankkeen laadullisen lopputuloksen läpiviemiseksi. Tämä auttaa hahmottamaan hankkeen alkuvaiheessa mahdollisia tekijöitä sille, miten hankkeen eri riskit vaikuttavat laadullisen tavoitteen saavuttamiseksi ja tarvitaanko niiden hallitsemiseksi erityismenettelyä tai erityisiä laadunvarmistustoimenpiteitä. Korkean rakentamisen aineistoon tutustumalla saatiin hyvä kuva siitä, minkälaisia erityispiirteitä korkealla rakentamisella on ja miten ne osaltaan asettavat riskejä hankkeelle. Samalla saatiin hyvät lähtökohdat sille, miten näitä riskejä pystytään minimoimaan ja mitä selvityksiä on mahdollisesti tehtävä, jotta saadaan varmistettua, että laadulliset tavoitteet täyttyvät. Varsinkin tuulen vaikutus ja siihen liittyvien epävarmuustekijöiden, kuten olosuhteiden mallinnus ja vaikutus rakennuksen mukavuustekijöihin, saatiin hyviä keinoja niiden selvittämiseksi. Edelleen on kuitenkin riskinsä sille, miten tuuli todellisuudessa käyttäytyy ja miten tuulitunnelikokeiden määräytyminen hallitaan. Rakennuttajan

intresseissä ei ole lähteä teettämään kalliita tuulitunnelikokeita vain sen vuoksi, että rakennesuunnittelija haluaa. Sen tarve on pystyttävä perustelemaan hyvin. Eurokoodit antavat laskennallisesti riittävän varmoja tuloksia käytännössä vain alle 100 m korkeille rakennuksille. Tämän jälkeen niitä voidaan käyttää 200 m asti mikäli rakennuksen muoto on lähellä suorakaidetta ja jäykistysjärjestelmä sijaitsee keskeisesti. Muussa tapauksessa ei voida täysin luotettavasti määrittää tuulikuormia ja sitä kautta rakennuksen käyttäytymistä tuulesa, ellei tuulitunnelikoetta suoriteta. Luonnosvaiheessa voidaan pyrkiä minimoimaan niitä piirteitä, jotka aiheuttavat tuulitunnelikokeiden tarvetta, mutta näissäkään ei pidä lähteä muuttamaan rakenteita vain sen mukaan, sillä lopputulos voi olla hankalaa toteuttaa tai jopa kalliimpaa kuin tuulitunnelikokeiden tekeminen.

Riskienhallinnan kannalta huomattiin, että riskejä voi olla monia, mutta jokainen taho tulkitsee niiden vakavuuksia eri tavoin. Vaihtelua on osittain paljonkin ja tämän vuoksi riskien vakavuuden arviointi voi olla haastavaa. Kaikkea ei voida kuitenkaan täysin asettaa erittäin vakaviksi sillä tämä sitoo toimenpiteiden vuoksi todella paljon resursseja tai toisaalta johtaa siihen, ettei näihin yhteenkään saa sitoutettua täysiä resursseja. Riskienhallintatyöryhmän tulee olla harjaantunutta arvioidessaan riskien vakavuuksia. Riskianalyysien muodostamisessa on myös omat haasteensa. Riskianalyysien tekotapoja on monia ja ne eivät aina suoraan ole yhteneväisiä. Esimerkiksi suunnittelualan sisäisesti tehdyt riskianalyysit eivät aina täysin ole yhteneväiset riskienhallintatyöryhmän vetäjän, ulkopuolisen riskienhallintakoordinaattorin, riskianalyysipohjan kanssa. Mikäli hankkeen riskienhallintakoordinaattorilla on jokin oma pohjansa, olisi hyvä suunnittelualan sisäiset olla jollain tavalla yhtenäiset tämän kanssa, jotta niiden yhdistäminen onnistuisi koko riskienhallinnan yhteiseen riskianalyysiin. Tällöin säästetään aikaa ja arviointiasteikko olisi samansuuntainen. Toisaalta, jos on olemassa jokin valmispohja, sen olisi oltava mahdollisimman helposti yhteensovitettavissa.

Erytymenettelyn toimenpiteiden kohdentamisessa tulisi olla tarkkana. Suotavampaa on käyttää rajattua erityismenettelyä, jossa toimenpiteitä kohdennetaan vain vakaviin riskeihin. Laaja-alaisen erityismenettelyn käyttöönotto tulisi tehdä vain niissä hankkeissa, jotka ovat erittäin haastavia tai kokonaisuudessaan täysin uutta. Muussa tapauksessa, laaja-alainen sitoo turhaan liikaa resursseja, eikä toimenpiteiden valvontaan ja järjestämiseen ole riittävästi aikaa. Tämä osaltaan aiheuttaa uusia riskejä. Erytymenettelyn kohdentamisessa tulisi miettiä sen todellista tarvetta. Rakennushankkeessa pidättyessä perinteisissä hyväksi havaituissa ratkaisuissa vähennetään riskien mahdollisuutta, mutta toisaalta saatetaan menettää joitain uusia mahdollisuuksia.

Eryitysmenettelyssä ja siihen liittyvässä kirjallisuudessa terminologia koettiin hieman epäselväksi joidenkin vanhempien suunnittelijoiden osalta. Tämä aiheutti hieman epäselvyyttä vanhoihin ohjeistuksiin tottuneille. Eryitysmenettelyssä tulisi huomioida terminologia, sillä se saattaa joissain tapauksissa aiheuttaa väärinkäsityksiä tai vähintään hämmennystä. RIL:n kirjassa 241-2016 puhutaan toistuvasti erityisistä laadunvarmistustoimenpiteistä, joita voidaan vaatia osana erityismenettelyä tai erikseen. Tämä antaa ymmärtää sen, ettei esimerkiksi edellytettynä toimenpiteenä ulkopuolinen tarkastaja aseta suoraan hanketta erityismenettelyyn (ei erityistä riskiä) ja erityismenettelystä puhutaan silloin, kun kaikkia toimenpiteitä määrätään (erityinen riski). Toisaalta kirjassa mainitaan, että viranomaisella voi määrätä erityismenettelyn ja tarvittavat toimenpiteet, joka viittaa siihen, että erityismenettelyä voidaan puhua myös vaikka siinä olisi toimenpiteenä vain yksi toimenpide. Välillä RIL:n kirjassa ja Ympäristöministeriön ohjeessa YM5/601/2015 puhutaan, että näitä erityismenettelyn toimenpiteitä voidaan käyttää myös erikseen. Myös riskiarvioiden pohjissa käytetään terminologiaa erityismenettelyn tarve ja toimenpiteet. Se, että milloin näistä toimenpiteistä puhutaan erityisinä laadunvarmistustoimenpiteinä ja milloin erityismenettelyn toimenpiteinä tulisi muistaa. Tässä on hieman eroavaisuuksia tulkinnoissa myös kunnilla, sillä osan mielestä puhutaan aina erityismenettelyä, oli se sitten lainmukaista tai ei. Todellisuudessa juridisesti on vain kyse terminologiasta ja käytäntö on lähes sama. Eryitysmenettelyn toimenpiteistä voidaan puhua, kun nämä toimenpiteet on määrätty viranomaisen toimesta erityismenettelyn toimenpiteiksi. Mikäli ne on määrätty ominaan, voidaan puhua erityisistä laadunvarmistustoimenpiteistä. Tämä jossain tapauksissa voi aiheuttaa hieman hämmennystä ja siksi olisikin ehkä suotavaa yleisiin ohjeistuksiin tämä selvennys kirjata.

Eryitysmenettely vaatii normaalin hankkeeseen nähden enemmän taloudellisia resursseja, mutta näiden parempien laadunvarmistustoimenpiteiden vuoksi lopputulema saattaa maksaa itsensä takaisin laadukkaampana lopputuloksena. Epäselvien ja ristiriitaisen lähtötietojen ja suunnitelmien vähenemisen vuoksi myös rakennusvirheet vähenevät. Urakoitsijoiden ei tarvitse ottaa tarjouksiinsa niin paljon riskivaroja, sillä riskit on käsitelty jo riskienhallinnan osalta. Toisaalta erityismenettely voi prosessina teettää hieman kankeamman hankkeen etenemisen. Siksi olisi hyvä, että jokainen toimija tunnistaisi erityismenettelyn toimintatavat ja se tulisi paremmin tutuksi, eikä myöhemmässä vaiheessa tuntuisi kankealta. Eryitysmenettelyn käyttöönotossa tuleekin kuitenkin huomioida, että se lisää monen tahon resursseja, jolloin kustannukset voivat kasvaa huomattavastikin. Siksi olisikin hyvä muistaa rakennuttajan näkökulmasta, että näillä laadunvarmistustoimenpiteillä on selkeä tarve, eikä niitä tehdä vain varmuuden vuoksi. Yksin ulkopuolisen

tarkastuksen edellyttäminenkin voi merkitä kymmenien tuhansien eurojen lisäkustannuksia. Erityismenettelyn tarvetta tulisikin miettiä tarkoin, jotta se toisi lisäarvoa eikä vain rasita rakennushanketta ryhtyvää taloudellisesti. Erityismenettelyn toimenpiteisiin varautuminen olisi hyvä miettiä tarkkaan suunnittelutarjousta tehdessä. Tehtäväluetteloissa on hieman eroavaisuuksia siinä, miten erityismenettelyn toimenpiteet otetaan huomioon suunnittelutoimeksiannoissa.

Myöhemmässä vaiheessa voisi olla hyvä varautua erityismenettelyn tarpeisiin myös vähemmän vaativissa hankkeissa. Se, että voisiko se tulla rutiinin omaiseksi toimintataivaksi kaikissa hankkeissa jää nähtäväksi. Hyödyt on kyllä havaittu, mutta verratessa sitä lopullisiin tuloksiin ja käytettyihin taloudellisiin resursseihin voivat hyödyt olla vielä turhan pieniä.

Ulkopuolisten tarkastajien raportointien parempi tarkkuustasovaatimus tulisi tuoda tietoon tarkastajille ja sitä tulisi myös rakennussuunnittelijan vaatia. Tällöin ulkopuolisen tarkastajan läsnäoloa pystyy hyödyntämään omaan oppimiseensa. Lisäksi poikkitieteellisellä keskustelulla saadaan esille erilaisia ratkaisuja, joista on helpompi valita parhaimmat. Ulkopuolista tarkastusta ei tulisi ottaa henkilökohtaisena epäluottamuslauseena vaan sitä tulisi miettiä enemmänkin omien ratkaisujen varmentajana ja sparraajana, jonka kautta itseluottamus omaan ammattitaitoon vahvistuu.

Riskienhallintatyöryhmätoiminnan kautta valottuu kaikille hankkeen osapuolille paremmin hankkeeseen liittyvät riskit eri toimijoiden näkökulmasta, kun niissä voidaan jakaa kokemusperäistä tietoa. Tämä laajentaa paremmin eri osapuolien ymmärrystä eri toimijoiden tarpeista, huolista ja riskeistä. Samalla laajentuu oma ammattitaito, kun pystyy havaitsemaan eri toimijoiden näkökulmista asioista.

Korkealle rakentamiselle on olemassa Helsingin rakentamistapaohje, joka on hyvä ohjeistus korkean rakentamisen hankkeisiin. Muidenkin kaupunkien osalta olisi hyvä, joko viitata tähän ohjeistukseen tai tästä ohjeistuksesta olisi hyvä tehdä koko Suomea koskeva ohjeistus. Tällöin olisi helpompaa suorittaa suunnittelua myös muihin kuntiin, kun ohjeistus on samanlainen eikä uusi toiveita tai vaatimuksia tule, joihin olisi pitänyt pystyä varautumaan. Yhteneväiset ohjeistukset eri kunnissa olisi suotavaa, jotta hankeosapuolet osaisivat ottaa asiat huomioon eikä yllätyksiä tule. Yhtenäisten ohjeistusten teko on tosin haastavaa, sillä kokemus eri kunnissa on vaihtelevaa. Tähän olisi kuitenkin mielestäni hyvä pyrkiä, jotta toimintapa tulee rutiinin omaiseksi jokaiseen kuntaan.

LÄHTEET

Ala-Ojala, J. 2011. Ylikorkeat rakennukset Suomessa, käytännön pulmatilanteita ja ratkaisuja. Wise Group. Viitattu 1.12.2020 https://betoni.com/wp-content/uploads/2015/06/Ylikorkeat_rakennukset_Suomessa_kaytannon_pulmatilanteita_ja_ratkaisuja_y_t_ala_ojala.pdf

Betoni BES. 2020. Korkeiden rakennusten jäykistys. Viitattu 1.12.2020. www.elementtisuunnittelu.fi

Betoninormi. 2012. n.o 27. Ontelolaatta seinäliitos. Viitattu 2.12.2020. www.elementtisuunnittelu.fi

Comsol. 2020. Comsol kotisivut. Viitattu 8.12.2020 <https://www.comsol.com/>

Council on Tall Building and Urban Habitat. 2020. CTBUH Height Criteria Viitattu 1.12.2020. <https://www.ctbuh.org/resource/height>. https://cloud.ctbuh.org/CTBUH_HeightCriteria.pdf

Emporis. 2020. High-rise building standard (ESN 18727) Viitattu 1.12.2020. <https://www.emporis.com/building/standard/3/high-rise-building>

Enright, B. 2020. A History of Highrise Building Construction. Vancouver. Highrises. Viitattu 1.12.2020. <https://www.highrises.com/a-history-of-highrise-building-construction.php>

Espoo, Espoon kaupunkisuunnittelukeskus. 2013. Espoon korkean rakentamisen periaatteet selvitys. Espoon kaupunki. Viitattu 29.10.2020. [https://www.espoo.fi/fi-FI/Asuminen_ja_ymparisto/Kaavoitus/Espoon_korkean_rakentamisen_periaatteet_\(33440\)](https://www.espoo.fi/fi-FI/Asuminen_ja_ymparisto/Kaavoitus/Espoon_korkean_rakentamisen_periaatteet_(33440))

Fédération internationale du béton (fib) & Mps The Concrete Centre. 2014. Tall Buildings – Structural design of concrete buildings up to 300m tall. Lontoo: Fédération internationale du béton (fib) & Mps The Concrete Centre. Viitattu 1.12.2020. <https://www.fib-international.org/publications/fib-bulletins/tall-buildings-248-detail.html>

FISE. 2019. Paloturvallisuussuunnittelu-suunnittelutehtävän vaativuus. Viitattu 28.12.2019 <https://fise.fi/wp-content/uploads/2019/04/FISE-paloturvallisuuden-suunnitteluteht%C3%A4vien-vaativuusluokitus-16.4.2019.pdf>

Gustavvson, J. 2018. Uudet tornitalot ovat yli 100-metrisiä, mutta pelastuslaitoksen nosturit yltävät vain 67 metriin- Miten tornitalojen paloturvallisuus hoidetaan. Tekniikan Maailma. Viitattu 3.12.2020 <https://tekniikanmaailma.fi/uudet-tornitalot-ovat-yli-100-metrisia-mutta-pelastuslaitoksen-nosturit-yltavat-vain-67-metriin-miten-tornitalojen-paloturvallisuus-hoidetaan/>

Haastateltava 1. 2020. Haastattelumuistio. Vantaan rakennusvalvonnan tarkastuspäällikköä haastatteli 3.2.2020 Janne Laakso.

Haastateltava 2. 2020. Haastattelumuistio. Turun rakennusvalvonnan päällikköä haastatteli 5.2.2020 Janne Laakso.

Helsingin pelastuslaitos. 2017. Ohje yli 12-kerroksisten rakennusten rakennustyömaan paloturvallisuudesta. Viitattu 1.12.2020. https://www.hel.fi/static/liitteet/pela/Ohje%20yli%2012-kerroksisen%20tyomaan%20paloturvallisuudesta%2029_2017_PELT.pdf

Helsinki, rakennusvalvonta. 2018. Korkean rakentamisen rakentamistapaohje 2018 ohjekortit. Helsinki. Viitattu 29.12.2019 https://www.hel.fi/static/rakvv/ohjeet/KORKEAN_RAKENTAMISEN_RAKENTAMISTAPAOHJE_OHJEKORTIT.pdf

Helsinki, kaupunkisuunnitteluvirasto. 2011. Korkean rakentaminen Helsingissä. Helsinki kaupunkisuunnitteluvirasto. Viitattu 29.12.2019 https://www.hel.fi/hel2/ksv/julkaisut/aos_2011-4.pdf

Hämeenlinna, Hämeenlinnan kaupunki. 2018. Korkean rakentamisen selvitys. Hämeenlinnan kaupunki. Viitattu 29.10.2020 https://www.hameenlinna.fi/wp-content/uploads/2019/03/HML_Korkea_pptraportti_12032018_pien.pdf.

Irwin, P, A. 2009. Wind Engineering challenges of the new generation of super-tall buildings. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics. Volume 97. Elsevier. Viitattu 9.12.2020. <https://www.sciencedirect-com.ezproxy.turkuamk.fi/science/article/pii/S0167610509000348>

Junnonen, J-M. 2001. Rakennushankkeen laadunvarmistus artikkeli. Helsinki. Rakennustieto Oy Viitattu 1.12.2020. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK020202.pdf>

Jääskeläinen, L. 2017. Rakennettu Ympäristö Ry 2/17 -Eryitysmenettely. Helsinki. Rakennustieto Oy. Viitattu 27.12.2019 <http://proofer.faktor.fi/epaper/RY217B/index.html#16>

Kiviluoma, R. 2016. Kalasataman keskus, lausunto suunnitelmamuutosten tuulisuusvaikutuksista. WSP Group. Viitattu 1.12.2020 <https://dev.hel.fi/paatokset/media/att/6d/6dcc52e1da1e548246d4a9b18ad162872f6d0423.pdf>

Kiviluoma, R. 2007. Suomen korkeimman rakennuksen turvalliset rakennusratkaisut: tuulen vaikutus. WSP Group. Rakennustieto Rakentajain Kalenteri 2007 Viitattu 1.12.2020 <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK070501.pdf>

Knuutila, A. 2017. Eryitysmenettely rakennusfysikaalisen toiminnan varmistamisessa. Viitattu 23.12.2019 <https://www.ril.fi/fi/rakennustekniikka/erityismenettely-rakennusfysikaalisen-toiminnan-varmistamisessa.html>

Kuopio, Kuopion kaupunki. 2009. Korkean rakentamisen selvitys. Kuopion kaupunki. Viitattu 29.10.2020. <https://www.kuopio.fi/documents/7369547/7526280/Korkearakentamisen.pdf/beff03fd-ae4e-4ef3-a823-beb0f5e2eb09>

Kähkönen, K. 2009. Systemaattinen rakennustyömaan riskien ja mahdollisuuksien hallinta. Rakennustieto artikkeli. Viitattu 1.10.2020. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK090201.pdf>

Lehtiranta, L. 2014. Riskienhallinnan tärkein työkalu. Rakennuslehti artikkeli. Viitattu 26.6.2020. <https://www.rakennuslehti.fi/blogit/riskienhallinnan-tarkein-tyokalu/>

Maankäyttö ja rakennuslaki MRL. 1999. Finlex 5.2.1999/132 Maankäyttö – ja rakennuslaki. Viitattu 20.1.2020 <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132#L25P187>

Maankäyttö ja rakennuslaki MRL. 2014. Finlex 41/2014 Laki maankäyttö ja rakennuslain muuttamisesta. Viitattu 16.12.2019 <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140041>

Malmén, Y & Wessberg. Mitä tarkoitetaan riskillä, riskianalyysillä, riskin arvioinnilla ja riskienhallinnalla. VTT. Viitattu 1.12.2020. <http://www.nbcsec.fi/sprtry/arkisto/art-01.pdf>

Mendis, P; Ngo, T; Haritos, N; Hira, A; Samali, B & Cheung, J. 2007. Wind Loading on Tall buildings. Australia. EJSE International. Viitattu 1.12.2020. [C1checklist.pdf \(uts.edu.au\)](C1checklist.pdf)

Metsälä, A. 2020. Haastattelumuistio. Optiplanin projektipäällikköä Antti Metsälää haastatteli 26.5.2020 Janne Laakso

- Moon, K, S. 2008. Sustainable structural engineering strategies for tall buildings. USA. Wiley online Library. Viitattu 25.11.2020. <https://onlinelibrary-wiley-com.ezproxy.turkuamk.fi/doi/epdf/10.1002/tal.475>
- Nousiainen, A. 2020. Haastattelumuistio. Helsingin rakennusvalvonnan tarkastusinsinööriä Aimo Nousiaista haastatteli 19.2.2020 Janne Laakso
- Nymander. T. 2019. A-insinöörien riskienhallintapalveluiden esittely – riskienhallinta rakennuttamisessa. We Land -hankkeen riskienhallintatyöryhmän muistio.
- Oulu, Oulun kaupunki. 2014. Korkean rakentamisen selvitys. Oulun kaupunki. Viitattu 29.10.2020 https://www.ouka.fi/c/document_library/get_file?uuid=e72d1739-5b80-40bb-959f-b6336dd3595e&groupId=64220.
- Outinen, J. 2015. Korkea rakentaminen ja paloturvallisuus. Viitattu 25.11.2020. http://www.teras-rakenneyhdisty.fi/document/1/435/b65387c/Korkerakentaminen_ja_paloturvallisuus.pdf
- PDSVISION. 2020. Ansys PDSVISION kotisivut. Viitattu https://www.pdsvision.com/fi/ansys/?gclid=EA1aIQobChMI4uvi18u-7QIVgQZ7Ch28yADSE-AAYASAAEgJU5PD_BwE
- Perry, J.G & Thompson P.A. 2003. Engineering construction risks – a guide to project risk analysis and assessment, implications for project clients and project managers. 4. painos. Lontoo. Thomas Telford Publishing. Thomas Telford Ltd.
- RATU 1124-S Rakennustieto Oy. 2009. Rakennushankkeen laadunvarmistustoimet. Helsinki Rakennustietosäätiö RTS Oy
- RT Rakennustieto Oy RT-103088. 2019a. Rakennesuunnitelmien ulkopuolisen tarkastuksen tehtävälueetelo RTA19. Helsinki Rakennustietosäätiö RTS Oy
- RT Rakennustieto Oy RT-103089. 2019b. Rakennesuunnitelmien ulkopuolinen tarkastus. Helsinki Rakennustietosäätiö RTS Oy
- RT Rakennustieto Oy RT16-11255. 2017. Talonrakennushankkeen kulku -riskien- ja laadunhallinta. Helsinki Rakennustietosäätiö RTS Oy
- Santoso, D, S; Ogunlana, S, O & Minato, T. 2003. Assesment of risks on high-rise building construction in Jakarta. Engineering, Construction and Architectural Management Volume 10. Emerald. Viitattu 24.11.2020. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/09699980310466541/full/html>
- SFS. 2005. SFS-EN 1991-1-4 Eurokoodit: Rakenteiden kuormat. Yleiset kuormat. Osa 1-4 Tuulikuormat. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry
- SFS. 2018. SFS-ISO 31000:2018 Riskienhallinta. painos 2. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry
- Sirén, I. 2019. Helsingin Pasilaan suunnitellut tornitalot venyvät: korkeimpaan torniin yli 50 kerrosta ja 200 metriä korkeutta. Helsinki. Rakennuslehti Viitattu 1.12.2020. <https://www.rakennuslehti.fi/2019/12/helsingin-pasilaan-suunnitellut-tornitalot-venyvat-korkeimpaan-torniin-yli-50-kerrosta-ja-200-metria-korkeutta/>
- Seppänen, R. 2014. Rakennuslehti Pilvenpiirtäjissä ylitetään kohta kilometrin raja. Viitattu 19.9.2020 <https://www.rakennuslehti.fi/2014/11/pilvenpiirtajissa-ylitetaan-kohta-kilometrin-rajakatso-mitka-ovat-korkeimmat-pilvenpiirtajat-vuonna-2020/>

Smith, B, S & Coull, A. 1991. Tall building Structures: Analyses and Design. USA. John Wiley & Sons, Inc.

SRV. 2020. Helsingin Redi. Helsinki. Viitattu 20.11.2020. <https://www.srv.fi/asuminen/helsingin-redin-majakka/>

Spek 2019. Liikkumis- ja toimimisesteisen evakuointi. Viitattu 1.12.2020 <https://edu.spek.fi/koulutus/zine/451/article-288716>

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2016. RIL 241-2016 Erityismenettelyn soveltaminen -rakennuksen turvallisuus, terveellisyys ja kulttuurihistorialliset arvot. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2017. RIL 201-4-2017 Rakenteiden vauriosietokyvyn varmistaminen onnettomuustilanteessa. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Tampere, Tampereen kaupunki, keskustahanke. 2012. Korkean rakentamisen selvitys Tampereen keskusta-alueella. Tampere Viitattu 29.11.2020. <https://www.tampere.fi/liitteen/k/6C92iib5A/korkeanrakentamisenselvitys.pdf>.

Tadayon, M; Jaafar, M & Nasri, E. 2012. An Assessment of Risk Identification in large Construction Projects in Iran. Journal of Construction in Developing Countries Supp. Penerbit Universiti Sains Malaysia. Viitattu. 8.12.2020. https://www.researchgate.net/publication/292903249_An_Assessment_of_risk_identification_in_large_construction_projects_in_Iran

Taranath, B, S. 2010. Reinforced concrete design of tall buildings. 1.painos. USA. Taylor & Francis Group.

Tinkanen, H. 2005. As Oy Helsingin Cirrus. Helsinki. Betonilehti. Viitattu 1.12.2020. https://betoni.com/wp-content/uploads/2015/10/BET0504_s38-47.pdf

Turku, kaupungin ympäristötoimialan kaupunkisuunnittelu. 2017. Turun korkean rakentamisen selvitys. Turku. Viitattu 29.11.2020 https://www.turku.fi/sites/default/files/atoms/files/turun_korkean_rakentamisen_selvitys_id_74071.pdf

Valjus, J. 2019. Korkea rakentaminen yleistyy – insinöörit uusien haasteiden edessä. Betonilehti. Viitattu 1.12.2020. https://betoni.com/wp-content/uploads/2019/10/BET1903_70-77.pdf

Valjus, J. 2011. Tampereen Tornihotelli CASE STUDY. Viitattu 1.11.2020. <https://docplayer.fi/3574764-Tampereen-tornihotelli-case-study-juha-valjus-finnmap-consulting-oy-17-11-2011.html>

Valtiovarainministeriö. 2017. Valtiovarainministeriön julkaisu 22/2017. Ohje riskienhallintaan. Helsinki. Valtiovarainministeriö. Viitattu 24.6.2020 <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/80013>

Xie, J. 2014. Aerodynamic optimization of super-tall buildings and its effectiveness assessment. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics. Elsevier Viitattu 1.11.2020. [Aerodynamic optimization of super-tall buildings and its effectiveness assessment - ScienceDirect \(turkuamk.fi\)](https://doi.org/10.1016/j.jweia.2014.08.001)

Ympäristöministeriö. 2019. Suomen rakentamismääräyskokoelma: Rakenteiden lujuus ja vakaus. Helsinki. Ympäristöministeriö.

Ympäristöministeriö. 2017. Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. Helsinki. Ympäristöministeriö.

Ympäristöministeriö. 2015. YM1/601/2015 Ympäristöministeriön ohje rakentamisen suunnittelu-tehtävien vaatimusluokista. Helsinki. Ympäristöministeriö.

Ympäristöministeriö. 2015. YM5/601/2015 Ympäristöministeriön ohje rakennustyön suorituksesta ja valvonnasta. Helsinki. Ympäristöministeriö.

Ympäristöministeriö. 2015. 300/2015 Ympäristöministeriön laki laajarukoisten rakennusten rakenteellisen turvallisuuden arvioinnista. Helsinki. Ympäristöministeriö.

Ympäristöministeriö. 2014. 477/2014 Ympäristöministeriön asetus kantavista rakenteista. Helsinki. Ympäristöministeriö.

Åström, G. 2016. Erityismenettely – rakennuksen laadun työkalu. Viitattu 23.12.2019 <http://ril.easypage.fi/fi/etusivu/ajankohtaista-2/erityismenettely-rakennuksen-laadun-tyokalu.html>

Liite 1. Erityismenettelyä vaativat erittäin vaativat hankkeet

Erittäin vaativa hanke kantavien rakenteiden osalta

Kantavien rakenteiden osalta kohde on erittäin vaativa ja kuuluu erityismenettelyn piiriin, mikäli kohteen seuraamusluokka on CC3b ja kantavien rakenteiden suunnittelutehtävä on ympäristöministeriön asetuksen 9 § mukaan poikkeuksellisen vaativa tai vaativan - luokan yläpäässä V+ -luokassa. Asetuksen 9.1 § (YM 2015a, 9) mukaan poikkeuksellisen vaativa suunnittelutehtävä on kyseessä, mikäli

- 1) *kantavien rakenteiden on täytettävä poikkeuksellisen korkeat tekniset tai toiminnalliset vaatimukset suunniteltavan rakennuksen koon, kuormien tai muun ominaisuuden vuoksi.*
- 2) *suunnittelu edellyttää uusien tai muutoin erittäin vaativien suunnittelu-, laskenta- tai mitoitusmenetelmien käyttöä; taikka*
- 3) *suunniteltavan rakenteen mahdollisesta viasta tai vauriosta voi aiheutua vakavia vahinkoja ihmisille tai ympäristöön.*

Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaan kantavien rakenteiden kannalta poikkeuksellisen vaativia uudiskohteita ovat:

- yli 12 kerroksiset betoni-, teräs- tai liittorakenteiset rakennukset. Kellari mukaan luettuna.
- rakennukset, joissa on yli 8 puurakenteista kerrosta
- suuria jännevälejä sisältävät rakennukset, yleensä yli 25 m. Tällaisia ovat mm. stadionit tai jäähallit
- Rakennukset, joissa on jonkin kerroksen kerroskorkeus poikkeuksellisen korkea
- rakennuksen muuttuvien kuormien osuus kokonaiskuormituksesta on suuri
- rakennukset, jotka sisältävät suuria dynaamisia kuormia
- paikalla jännitetty vaativa erikoisrakenne tai esivalmistettu vaativa jännitetty rakenneosa, joka ei kuitenkaan ole sarjavalmistainen betonielementti
- erityisen hoikka rakennus (korkeus/lyhyemmän sivun pituus >4) tai rakennuksen kantava runko on vino tai muutoin poikkeuksellisen muotoinen
- avaruus- tai kupolirakenne, jossa on pitkä jänneväli
- rakenteiden värähtelyjen hallinta on erityisen vaativaa

- poikkeuksellinen liittorakenne tai muu erikoisrakenne
- suunnittelu sisältää kantavien rakenteiden, rakennusosien, elementtiliitosten tai uusien, erittäin vaativien ratkaisujen tuotekehitystä
- suuria ihmismääriä sisältävät rakennukset tai rakennukset, joiden vaurio voi tuottaa vakavaa vahinkoa ympäristölle, mm. stadionit, satamaterminaalit, uimahallit korkeat mastot, tornit rakennetussa ympäristössä, suuret säiliöt, joiden sisältö on ympäristölle haitallista. (YM 2015a, 9.)

Erytymenettely voi olla tarpeen myös kohteissa, joissa:

- kantava rakenne on teräs- tai puurakenteinen kolminivelkehä
- stabiiliteettijärjestelmä on poikkeuksellisen vaativa
- hankkeen aikataulu on haasteellisen lyhyt
- kohteen runko on vähintään vaativa ja se on hankittu tuotesakauppana, jossa rakenne- ja valmisosasuunnittelu kuuluu runkotoimittajalle. (RIL 2016, 40.)

Kantaville rakenteille voidaan myös määrittää erityisiä laadunvarmistustoimenpiteitä, vaikka kohde ei kuuluisikaan muilta osin erityismenettelyn piiriin. Laki laajarunkoisten rakennusten rakenteellisen turvallisuuden arvioinnista voi vaatia ulkopuolista tarkastusta kantavien rakenteiden kantavuuden arvioinnista ns. hallilain 15/ ja 16/ määrittämien ehtojen puitteissa. Ulkopuolisella tarkastuksella varmistetaan, että rakennus ei joudu myöhemmin tilanteeseen, jossa rakennusvalvontaviranomainen edellyttää sen kantavien rakenteiden arviointia. (RIL 2016, 40.)

Pohja- ja kalliorakenteille on olemassa samanlaiset rakenteellisen turvallisuuden varmistamiseen liittyvät vaatimukset, kuin kantaville runkorakenteillekin. Erytymenettelyn piiriin kuuluvat myös kohteet, jotka sisältävät pohja- ja kalliorakenteiden osalta erittäin vaativia suunnittelutehtäviä, jotka kuuluvat vaativan -luokan yläpään tai poikkeuksellisen vaativaan luokkaan. Ympäristöministeriön asetuksen 12.1 § (2015a, 12) pohja- ja kalliorakenteiden suunnittelutehtävä on poikkeuksellisen vaativa, mikäli

- 1) *pohjarakenteiden on täytettävä poikkeuksellisen korkeat tekniset tai toiminnalliset vaatimukset suunniteltavan rakennuksen koon, kuormien tai muun ominaisuuden vuoksi*
- 2) *suunniteltavan rakennuksen ympäristöstä tai rakennuspaikasta aiheutuu suunnittelulle poikkeuksellisia vaatimuksia*
- 3) *suunnittelu edellyttää uusien tai muutoin erittäin vaativien suunnittelu-, laskenta- tai mitoitusten menetelmien käyttöä; taikka*

4) *suunniteltavan rakenteen mahdollisesta viasta tai vauriosta voi aiheutua vakavia vahinkoja ihmisille tai ympäristöön.*

Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaan pohja- ja kalliorakenteiden kannalta poikkeuksellisen vaativia uudiskohteita ovat:

- rakenteet, joihin kohdistuu erityisen suuria dynaamisia tai muutoin erityisen suuria ja poikkeuksellisia kuormia
- rakennukset, joissa on poikkeuksellisen paljon pohjavedenpinnan tai naapurirakennuksen perustusten alapuolelle ulottuvia tiloja
- suuret rakennukset, joissa merkittävä osa sijoittuu maan alle
- rakennukset, joiden pohjarakenteille kohdistuu erittäin voimakas värinärasitus
- rakennukset, joiden rakennuspaikka sijaitsee erittäin tiiviissä kaupunkirakenteessa
- rakennukset, joiden rakentaminen vaatii paalutusta turve- tai liejumaalla
- rakennukset, joiden rakennuspaikalla on poikkeuksellisista syistä aiheutuva sortumavaara
- rakennukset, joilla on erittäin epätavalliset pohja- ja kuormitusolosuhteet
- rakennukset, joiden pohjarakentamisessa käytetään erityismenetelmiä
- rakennukset, joiden pohjarakenteille asetetaan poikkeuksellisia vaatimuksia
- rakennuksen pohjarakenteiden poikkeuksellisuus edellyttää erityisselvityksiä ja -toimenpiteitä, joilla voidaan varmistua pohjarakenteiden toiminnasta
- suuria ihmismääriä sisältävät rakennukset tai rakennukset, joiden vaurio voi tuottaa vakavaa vahinkoa ympäristölle, mm. stadionit, satamaterminaalit, uimahallit korkeat mastot, tornit rakennetussa ympäristössä, suuret säiliöt, joiden sisältö on ympäristölle haitallista. (YM 2015a, 12.)

Erittäin vaativina kohteina voidaan pitää myös tapauskohtaisesti kohteita, joiden runkorakenteet aiheuttavat pohjarakenteisiin poikkeuksellisen suuria vaakavoimia. Tällaisia rakenteita ovat esimerkiksi kolminivelkehät. (RIL 2016, 41.)

Erittäin vaativa hanke terveellisuuden ja rakennusfysikaalisen toimivuuden osalta

Rakennusten terveellisyys ja rakennusfysikaalinen toimivuus liittyvät usein toisiinsa ja siksi on hyvä tiedostaa, että hyvä rakennusfysikaalinen suunnittelu johtaa yleensä terveelliseen rakennukseen. Hankkeet, joissa rakennuksen terveellisyydelle tai

rakennusfysikaaliselle toimivuudelle asetetaan erityisiä vaatimuksia, ei kuitenkaan suoraan kuulu erityismenettelyn piiriin. Näissä hankkeissa olisi kuitenkin hyvä harkita erityismenettelyn toimienpiteiden käyttöönottoa, varsinkin jos kohteen rakennusfysikaalinen suunnittelu tai kosteusvaurion korjaussuunnittelu kuuluu MRL:n määrittelemiін vaatimusluokkien vaativan yläpäähän (V+) tai poikkeuksellisen vaativaan luokkaan. (RIL 2016, 57-58.) Ympäristöministeriön asetuksen 23.1 § (2015a, 21) mukaan poikkeuksellisen vaativa suunnittelutehtävä on kyseessä, mikäli

- 1) *suunniteltavaan rakennukseen kohdistuvasta voimakkaasta rakennusfysikaalisesta rasituksesta aiheutuu poikkeuksellisia vaatimuksia suunnittelulle;*
- 2) *suunniteltavan rakennuksen käyttötarkoituksesta, rakenteiden vaativuudesta tai muusta ominaisuudesta aiheutuu poikkeuksellisia vaatimuksia rakennusfysikaaliselle suunnittelulle; taikka*
- 3) *suunnittelu edellyttää uusien tai muutoin erittäin vaativien suunnittelu-, laskenta- tai mitoitusmenetelmien käyttöä*

Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaan rakennusfysikaalisen ja kosteusvaurion korjaustyön suunnittelun kannalta poikkeuksellisen vaativia uudis- kohteita ovat:

- erittäin korkea rakennus, joka sijaitsee meren tai muun suuren vesistön rannikolla
- kokonaan tai osittain veden päälle sijoittuva rakennus
- erikoisvarastot, joille on asetettu kosteudelle ja lämpötilalle poikkeuksellisia vaatimuksia
- ylipaineistetut tilat
- rakennukset, joissa on yli yhden kerroksen tai yli 4 m korkuisia vedenpaineen alaisia tiloja tai sellaisia vedenpaineelle alttiita rakenteita, joissa mahdollinen vuoto aiheuttaa merkittävän riskin kosteusvaurioille
- rakennuksen ulkovaipan poikkeuksellinen muoto tuottaa erittäin paljon eri rakennetyyppien liitoksia, mistä aiheutuu lisävaatimuksia vedeneristyksen ja vesitiiviyyden suunnittelulle
- teollisuus- tai tuotantolaitos tai uimahalli, jonka toiminnasta aiheutuu rakenteille poikkeuksellisia kemiallisia rasituksia
- teollisuus tai tutkimustila, jonka tulee olla meluton ja tärinätön
- rakennus, jolle edellytetään ääniympäristönsä osalta poikkeuksellisen korkeaa laatua musiikin tai puheen ymmärrettävyyden vuoksi
- kun suunnitellaan rakennusfysikaalisesti ainutlaatuinen ratkaisu, jolle ei ole olemassa valmiita suunnitteluohjeita tai kokemusperäistä tietoa, jolloin edellytetään

rakennusfysikaalisen teorian perusteellista ja syvällistä hallintaa. Esimerkiksi suunnitteluun liittyy uusien tai erittäin vaativien rakennusfysikaalisten rakenneratkaisujen tuotekehitys. (YM 2015a, 21.)

Kohdetta voidaan pitää myös erittäin vaativana, mikäli palotekniset ratkaisut tulevat merkittävästi vaikuttamaan rakenteiden rakennusfysikaaliseen toimintaan (RIL 2016, 59).

Rakennuksen terveellisyyteen voidaan erityismenettelyn avulla vaikuttaa mm. seuraavissa kohteissa:

- kosteusvaurion korjauskohteissa, joihin liittyy todennettuja terveyshaittoja sekä kohde kuuluu suunnittelun vaativuusluokassa poikkeuksellisen vaativaan tai vaativan yläpäähän
- Uudisrakentamisessa alueella, jossa radonpitoisuus maaperässä on poikkeuksellisen korkea
- rakennettaessa vanhan kaatopaikan tai muun pilaantuneen maaperän päälle
- vilkasliikenteisten teiden tai katujen varteen rakennettaessa, meluhaitat
- alueella tai rakennuksessa on kovaa melua aiheuttavia äänilähteitä
- korjausrakentamisessa laajoissa sisäympäristökorjauksissa, mikrobivauriot yms.
- vanhan teollisuuskiinteistön muutos toimisto- tai asuinkäyttöön
- sisäilmavaatimukset ovat poikkeuksellisen vaativat
- vaativa rakennuksen LVI -laitteistojen, lämpötilan ja kosteushallinnan yhteensovittaminen, esimerkiksi jäähallit ja suuret kauppakeskukset. (RIL 2016, 60.)

Rakennusfysikaalisen ja terveellisyyden näkökulmasta erityismenettelyn piiriin voivat kuulua esimerkiksi:

- koulut ja päiväkodit
- sairaalat
- korkeat rakennukset
- uimahallit ja kylpylät
- vaativien kohteiden merenrantarakentaminen
- vaativat akustiset tilat. (RIL 2016, 61.)

Erittäin vaativa hanke paloturvallisuuden osalta

Paloturvallisuus on tärkeä tarkastelun kohde suunniteltaessa uusia rakennuksia. Paloturvallisuuden huomioiminen kantavien rakenteiden ja tiiveyden osalta on kasvamassa. Erityismenettely voi olla tarpeellista paloturvallisuuden kannalta, jos sen suunnitteluun ja toteutukseen liittyy erityinen riski. Tällaisia voi olla, mikäli kohteessa on normaalia vaativampia suunnittelutehtäviä tai seuraukset vahingoista voivat olla erittäin vakavia. Paloturvallisuuden kannalta erittäin vaativia hankkeita tai suunnittelutehtävien vaatimuksia ei ole luokiteltu MRL:ssä, ympäristöministeriön ohjeissa eikä valtioneuvoston asetuksissa. (RIL 2016, 77.) FISE on kuitenkin määritellyt pätevyysvaatimukset edellä mainittujen ohjeistuksien ja lakien sekä Suomen rakentamismääräyskokoelman periaatteiden mukaisesti ja niitä voidaan käyttää lähtökohtana määriteltäessä paloturvallisuuden kannalta erittäin vaativia hankkeita (FISE 2019). Erittäin vaativina hankkeina voidaan pitää hankkeita, joiden suunnittelu on FISE:n järjestelmän mukaisesti poikkeuksellisen vaativaa. Näitä ovat rakennukset, rakennelmat tai tilat,

- joissa tarkastelu perustuu oletettuun palonkehitykseen YM 848/2017 tai E1 1.3.2 mukaisesti, rakennuksen koosta riippumatta. (Yksinään ei riittävä kriteeri erityismenettelylle)
- jotka sisältävät poikkeuksellisen vaativia erikoisrakenteita ja -ratkaisuja tai muutoin uusia tekniikoita
- joissa rakennukseen kohdistuu suojelumääräyksiä, jotka edellyttävät poikkeuksellisen vaativia suunnitteluratkaisuja
- joissa yhtenäisen palo-osaston pinta-ala on yli 10 000 m²
- joiden käyttötapa on majoitustila, hoitolaitos tai liiketila ja joiden pinta-ala ovat yli 10 000 m²
- joissa on kokoontumistila suurille henkilömäärille (yli 3000 henkilöä)
- jotka ovat yli 16 kerrosta tai yli 50 m korkeudeltaan
- joiden käyttötarkoitus on varasto- ja tuotantorakennus ja joiden palo-osaston pinta-ala on yli 12 000 m²
- jotka sisältävät muita palo- tai räjähdysvaarallisia tiloja kuin alle 200 m² pinta-alaltaan olevia tavanomaisia palavan nesteen varastoja
- joissa on yli 8 kerroksinen puurunkoinen rakennus
- joiden käyttötarkoitus on liikennetunneli
- joissa on enemmän kuin kaksi maanalaista kerrosta

- joissa on kalliorakennuskohde, joka edellyttää tilojen/toimintojen sijoittumiselle erityisiä paloturvallisuus ratkaisuja. (FISE 2019.)

Lisäksi Valtioneuvoston asetus 685/2015 Vaarallisten kemikaalien käsittelyn ja varastoinnin valvonnasta, luvun 3 tarkoittamat laitokset, jotka harjoittavat laajamittaista varastointia tai käsittelyä (RIL 2016, 78).

Paloturvallisuuden kannalta tyypillisimpiä kohteita, joissa voidaan erityismenettelyä soveltaa ovat:

- suuret monitoimitalot
- suuret kauppakeskukset
- korkeat rakennukset
- jätteenkäsittelylaitokset, jossa käsittelyssä on erityistä palovaaraa
- tehtaat, jotka sisältävät suuronnettomuusriskin (RIL 2016).

Liite 3. Erityismenettely Maankäyttö- ja rakennuslaki 2014

MRL 150 d §

Erityismenettely

Rakennusvalvontaviranomainen voi edellyttää, että erittäin vaativassa rakennushankkeessa tehdään:

- 1) 121 a §:ssä tarkoitettu laadunvarmistusselvitys;
- 2) 150 b §:ssä tarkoitettu asiantuntijatarkastus;
- 3) 150 c §:ssä tarkoitettu ulkopuolinen tarkastus.

Edellä 1 momentissa tarkoitettu erityismenettely voidaan edellyttää, jos kohteeseen liittyy erityinen riski siitä, että rakenteellisen turvallisuuden, paloturvallisuuden, terveellisuuden tai rakennusfysikaalisen toimivuuden vaatimuksia ei saavuteta tai että kulttuurihistoriallisia arvoja menetetään.

Erityismenettelyä voidaan vaatia uuden rakennuksen rakentamisessa sekä rakennuksen korjaus- tai muutostyössä.

Rakennusvalvontaviranomaisen on erityismenettelyä koskevassa päätöksessä määrättävä menettelyn laajuudesta ja kohdistumisesta.

Lisäksi rakennusvalvontaviranomainen voi erityismenettelyä koskevassa päätöksessä määrätä, että rakennushankkeeseen ryhtyvä ja rakennuksen omistaja seuraavat 117 a—117 g §:n mukaisten olennaisten teknisten vaatimusten toteutumista erityismenettelyn kohteena olevien rakenteiden tai rakennuksen ominaisuuksien osalta rakennuksen käytön aikana.

Rakennusvalvontaviranomainen voi määrätä erityismenettelystä rakennusluvassa taikka aloituskokouksessa tai erityisestä syystä rakennustyön aikana.

*MRL 121 a §**Laadunvarmistus selvitys*

Rakennusvalvontaviranomainen voi rakennusluvassa tai aloituskokouksen perusteella edellyttää rakennushankkeeseen ryhtyvältä erillistä laadunvarmistus selvitystä toimenpiteistä rakentamisen laadun varmistamiseksi. Laadunvarmistus selvitystä voidaan edellyttää, jos rakennushanke tai osa siitä on erittäin vaativa tai jos aloituskokouksessa sovittujen menettelyjen perusteella ei voida perustellusti olettaa, että rakentamisessa saavutetaan rakentamista koskevien säännösten ja määräysten mukainen lopputulos.

Laadunvarmistus selvitykseen on merkittävät olennaiset tiedot niistä toimista, joilla varmistetaan, että rakentamisessa saavutetaan rakentamista koskevien säännösten ja määräysten mukainen lopputulos. Laadunvarmistus selvityksessä osoitettuja menettelyjä on noudatettava rakennustyössä. Rakennushankkeeseen ryhtyvän on liitettävä laadunvarmistus selvitys 150 f §:n mukaiseen rakennustyön tarkastusasiakirjaan.

Ympäristöministeriön asetuksella voidaan antaa tarkempia säännöksiä laadunvarmistus selvityksen sisällöstä.

*MRL 150 b §**Asiantuntijatarkastus*

Rakennusvalvontaviranomainen voi hakemuksesta sallia, että rakennushankkeeseen ryhtyvä tai hänen palveluksessaan oleva asiantuntija tarkastaa rakennustyön suunnitelman mukaisuuden.

Asiantuntijatarkastuksen tekijällä on oltava tarkastuksen tekemiseen tarvittava koulutus ja kokemus, ja hänen on annettava suostumuksensa tarkastustehtävään kirjallisesti.

Tarkastus on merkittävää 150 f §:n mukaiseen rakennustyön tarkastusasiakirjaan.

Rakennusvalvontaviranomaisen hyväksymä asiantuntijatarkastus täydentää rakennustyönaikaista viranomaisvalvontaa.

*MRL 150 c §**Ulkopuolinen tarkastus*

Rakennusvalvontaviranomainen voi lupahakemusta käsitellessään tai rakennustyön aikana vaatia rakennushankkeeseen ryhtyvältä riippumattoman ja pätevän asiantuntijan lausunnon siitä, täyttääkö suunniteltu ratkaisu tai rakentaminen sille säädetyt vaatimukset.

Rakennusvalvontaviranomainen voi vaatia lausunnon, jos rakentamisessa käytetään sellaisia rakennuksen turvallisuuteen, terveellisyys- tai pitkäaikaiskestävyyteen merkittävästi vaikuttavia suunnittelu- ja toteutusmenetelmiä tai tuotteita, joiden toimivuudesta ei ole yleisesti varmuutta tai aikaisempaa kokemusta. Ulkopuolista tarkastusta voidaan vaatia myös:

- 1) jos rakentamisessa havaitaan tai epäillään tapahtuneen virhe tai laiminlyönti, jonka vaikutuksia tai korjaamista ei voida luotettavasti arvioida tai toteuttaa ilman ulkopuolista tarkastusta; ja*
- 2) jos korjaus- ja muutostyössä havaitaan vaurioita ja rakenteita, joita ei ole suunnitelmissa huomioitu.*

Vaatimuksesta on annettava rakennushankkeeseen ryhtyvälle kirjallinen päätös, josta ilmenevät vaatimuksen perustelut ja sisältö.

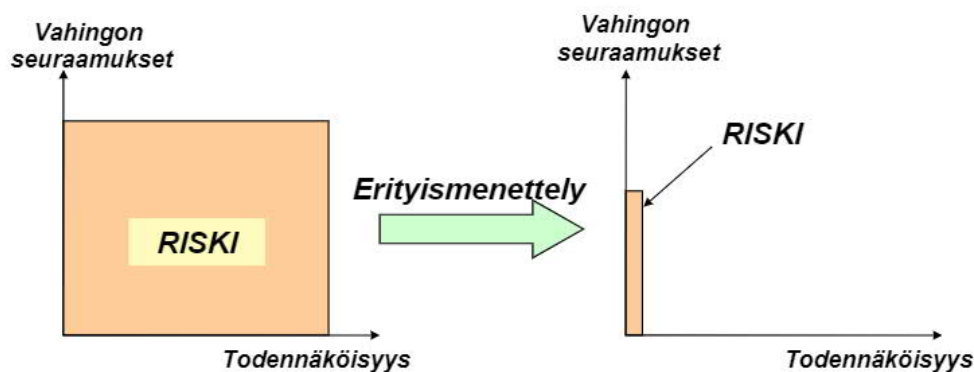
Rakennushankkeeseen ryhtyvä vastaa ulkopuolisesta tarkastuksesta aiheutuvista kustannuksista.

Liite 4. Riskien arviointi

Hankkeeseen liittyviä riskejä voidaan arvioida työryhmissä tai apuna voidaan käyttää valmiita riskiarviolomakkeita. Riskien suuruutta määrittävät yleisen riskiteorian mukaan odotettavissa olevan vahingon suuruus **S** ja sen aiheuttavan tapahtuman todennäköisyys **T**. Vahinkoja S voivat olla mm. henkilö-, ympäristö-, yhdyskunnalliset ja taloudelliset vahingot. Riskin suuruus saadaan riskitulon R avulla, joka kuvaa riskin suuruutta:

$$R = T \times S$$

Eriyinen riski tarkoittaa tällöin, että joko vahingon suuruus tai sen tapahtuman todennäköisyys on kohteessa erityisen suuri. Eriyismenettelyn tehtävänä on pienentää hyvällä suunnittelulla vahinkojen suuruutta esimerkiksi rajoittamalla vahingot paikallisiksi, kuten jatkuvan sortuman estämisellä. Samoin toimenpiteillä pyritään vähentämään riskien todennäköisyyttä. (RIL 2016, 15-16.)



Korrelaatio:

tapahtuman todennäköisyys <-> hankkeen vaativuus

Kuva 10. Vahingon todennäköisyyden ja suuruuden rajoittaminen erityismenettelyllä (RIL 2016, 16).

Edellä mainittua yleisen riskiteorian mukaista riskien suuruuden arviointia, on käytännöllisempää käyttää myöhemmässä vaiheessa riskianalyysin tarkastelussa. Riskiarviota tehdessä, riskien todennäköisyyden määrittely voi olla hankalaa ja täten tarkasteluksi voidaan ottaa hankkeen vaativuus, vaikka ne eivät aina täysin riipu toisistaan. Vaativissa

tai erittäin vaativissa hankkeissa virheiden ja täten riskien todennäköisyys kasvaa, suunnittelun ja toteutuksen monimutkaisuuden vuoksi. Samoin myös harvinaisimmissa rakenteissa ja liitoksissa virheen mahdollisuus on suuri, mikäli osapuolten kokemus niistä on vajavaista. Erittäin vaativissa hankkeissa, hankkeen organisaation rakenne ja osapuolten suuri määrä, aiheuttaa tiedonsiirrolle ja yhteistyölle haasteita. Näihin sisältyvät mahdolliset puutteet, heijastuvat suunnitteluun ja toteutukseen aiheuttaen virheitä. Virheiden todennäköisyys voi kuitenkin olla suuri, vaikka kohde ei olisikaan erittäin vaativia. Tähän voivat olla syynä mm. hankeorganisaation vähäinen kokemus tai osaaminen. (RIL 2016, 15-16.)

Hankkeen kuulumista erityismenettelyn piiriin voidaan lähteä määrittelemään RIL 241-2016 mukaisesti vahingon aiheuttamien seuraamusten (henkilö-, ympäristö- ja taloudelliset vahingot) eli seuraamusluokan S ja hankkeen vaativuuden V perusteella. Näistä saadaan määritettyä riskitasoluokka R, joka muodostaa perustan erityismenettelyn mahdolliselle käynnistymiselle. (RIL 2016, 17, 103.)



Kuva 11. Riskitasoluokka, seuraamusluokka ja vaativuusluokka (RIL 2016, 103).

Riskitaso on jaettu 3 tasoon, jossa 3= suuri, 2= keskisuuri, 1= vähäinen riski. Näiden avulla saadaan määritettyä hankkeen riskitaso. Erityismenettelylle on tarvetta, mikäli riskitaso on suuri (3). Riskitason ollessa keskisuuri (2), voidaan hankkeessa edellyttää joitakin tietyille osille kohdistettuja laadunvarmistustoimenpiteitä, joko viranomaispäätöksellä erityismenettelyyn kuuluvina, erillisinä toimenpiteinä tai hankeorganisaation omaan laadunvarmistukseen kuuluvana. Riskitason ollessa vähäinen (1), erityismenettelyä ei

tarvita, mutta hankkeessa on silti noudatettava normaaleja laadunvarmistustoimenpiteitä. (RIL 2016, 104.)

| Hankkeen vaativuus (V, vaativuusluokka) | Vahingon seuraamus (S, seuraamusluokka) | | |
|--|---|--------------------|------------------|
| | Suuri (S = 3) | Keskisuuri (S = 2) | Vähäinen (S = 1) |
| Suuri (V = 3) | R = 3 | R = 3 | R = 2 |
| Keskisuuri (V = 2) | R = 3 | R = 2 | R = 1 |
| Vähäinen (V = 1) | R = 2 | R = 1 | R = 1 |

Kuva 12. Riskitasoluokat (RIL 2016, 103).

Vahingon seuraamusluokka

Hankkeen seuraamusluokan valinnassa lähtökohtana käytetään EN 1990 -standardin seuraamusluokajaottelua. Luokkia on 3, jossa 3 = suuri seuraamus, 2= keskisuuri seuraamus, 1=vähäinen seuraamus. Seuraamusluokan määrittelyssä tarkastellaan vahinkojen vakavuutta kokonaisuutena ja henkilövahinkojen estäminen on etusijalla sekä sitten myös määräävä vahinkotyyppi. Henkilövahingon seuraamusluokka ilmoitetaan merkinnällä S1, ja monesti hankkeen seuraamusluokka on sama kuin henkilövahinkojen seuraamusluokka. Ympäristövahingot on merkitty S2 ja taloudelliset vahingot S3 merkinnällä. Seuraamusluokalle voidaan vaihtoehtoisesti käyttää erityyppisille seuraamuksille painokertoimia, jossa kertoimien summa on 1, hankkeen luonteen perusteella. Esimerkiksi $S = 0,7 \times S1 + 0,1 \times S2 + 0,2 \times S3$. (RIL 2016, 104.)

Seuraamusluokan määrittely:

S1. Henkilövahingot

3: suurten yleisö- ja liike- ym. tilojen sekä poikkeuksellisen suurten toimisto- ja asuinrakennusten henkilömäärät

2: tavallisten toimisto-, asuinrakennusten ja pienten liike- ym. tilojen henkilömäärät

1: henkilömäärä yleensä pieni tai henkilöstöä vain tilapäisesti

S2. Ympäristövahingolla tarkoitetaan esimerkiksi rakenteen sortumisesta aiheutuvaa haittaa ympäristölle. Vahinko on myös välillisesti haitta tai vahinko ihmiselle.

3: vahingon suuruus suuri, esim. laaja pohjaveden tai lähistöllä olevan vesistön pilaantuminen

2: vahingon suuruus keskisuuri, esim. paikallinen maaperän tai vesistön pilaantuminen

1: vahingon suuruus vähäinen, esim. vähäinen maaperän tai vesistön saastuminen, jolla ei ole vaikutusta eliöihin tai lajistoihin.

S3. Taloudelliset vahingot

3: vahingon suuruus suuri

2: vahingon suuruus keskisuuri

1: vahingon suuruus vähäinen

.(RIL 2016, 105.)

Vaativuusluokan määrittely

Vaativuusluokat ovat 3=suuri vaativuus, 2=keskisuuri vaativuus, 1=vähäinen vaativuus. Vaativuusluokan määrittely tehdään näkökohtien V1-V4 vaikutukset kokonaisuudessaan. Vaativuusluokka on yleensä hankkeessa 3, kun näkökohtien V1, V2 tai V3 vaativuuden ovat suuria, arvoltaan 3. Vaativuusluokka hankkeessa on yleensä 2, kun kaksi näkökohdistista V1-V4 ovat keskisuuria, arvoltaan 2.

Näkökohdat:

V1. Suunnittelun ja/tai toteutuksen kannalta vaativat rakenteet.

- yli 12 kerroksiset betoni-, teräs- tai liittorakenteiset rakennukset. Kellari mukaan luettuna.
- rakennukset, joissa on yli 8 puurakenteista kerrosta
- suuria jännevälejä sisältävät rakennukset, yleensä yli 25 m. Tällaisia ovat mm. stadionit tai jäähallit.
- avaruus- tai kupolirakenne, jossa on pitkä jänneväli
- poikkeuksellinen jännitetty erikoisrakenne
- erityisen hoikka rakennus (korkeus/lyhyemmän sivun pituus >4) tai rakennuksen kantava runko on vino tai muutoin poikkeuksellisen muotoinen.
- rakenteiden värähtelyjen hallinta on erityisen vaativaa
- poikkeuksellinen liittorakenne tai muu erikoisrakenne

- suunnittelu sisältää kantavien rakenteiden, rakennusosien, elementtiliitosten tai uusien, erittäin vaativien ratkaisujen tuotekehitystä
- poikkeuksellisen vaativat korjaus- tai muutostyöt (teknilliset tai toiminnalliset)
- poikkeuksellisia vaatimuksia, esim. suojellun kohteen erityisvaatimuksia

Vaativuudelle V1 annetaan arvo 3, jos yksi edellä mainituista tärkeimmistä kriteereistä toteutuu.

V2. Suunnittelun kannalta normaalista poikkeavia staattisia tai dynaamisia kuormitustilanteita

- *muuttuvien kuormien osuus kokonaiskuormituksesta on suuri*
- *dynaamiset kuormitukset ovat merkittävän suuria*
- *suuret kuormitusvaihtelut, törmäyskuormat tai onnettomuuskuormat*
- *suuret epäsymmetriset kuormat*
- vaativat lumi- ja tuulikuormat, esimerkiksi rakennuksen muodon vuoksi

Vaativuudelle V2 annetaan arvo 2 tai 3, jos yksi edellä mainituista tärkeimmistä kriteereistä toteutuu.

V3. Teknisesti vaativan käytön, huollon tai olosuhteiden kannalta

Rakenne voi olla vaativa käytön tai huollon kannalta, kun

- *rakenne suunnitellaan tai toteutetaan siten, että se vaatii poikkeuksellisia tai säännöllisiä huoltotoimenpiteitä, joiden laiminlyönti voi aiheuttaa vahingon*
- *vaihtelevat tai poikkeavat kuormitusolosuhteet (ks. ed. kohta)*
- *tilassa on suuria palokuormia*
- *tilan olosuhteet ovat vaativia, esim. suuri kosteus, lämpö, kemialliset aineet tai muita rakenteen kantokykyyn tai toimivuuteen vaikuttavia rasisitustekijöitä*
- *vaativaa rakennetta tai sen liitoksia ei pääse tarkastamaan*

Vaativuudelle V3 annetaan arvo 2 tai 3, jos yksi edellä mainituista kriteereistä toteutuu.

V4. Vaativa hankkeen tiedonhallinnan ja organisaation kannalta

Hanke voi olla myös poikkeava tai vaativa, jos

- *kohteen runko on vähintään vaativa tai hankittu tuoteosakaupalla (runkon rakennesuunnittelu valmisosasuunnitteluineen kuuluu runkotoimittajalle).*

- *hankkeen rakennesuunnittelutehtävät ja toteutus on pilkottu monelle osapuolelle*
- *hankkeen ohjelmointiin katsotaan liittyvän riskitekijöitä (normaalista poikkeava aikataulu, tiedonhallintamuodot)*
- *epäillään, että rakentamisen säännösten ja määräysten edellyttämää tasoa rakenneturvallisuuden kannalta ei saavuteta ilman erityistoimenpiteitä.*

Vaativuudelle V4 annetaan arvo 2 tai 3, jos yksi edellä mainituista tärkeimmistä kriteereistä toteutuu.

Rakenteellisen turvallisuuden riskiarvio

Rakennesuunnittelijan näkökulmasta riskiarvio on pääasiassa rakenteellisen turvallisuuden riskiarvio. Sen laadinnasta vastaa yleensä vastaava rakennesuunnittelija ja kuten riskiarviot yleisestikin, laaditaan se yhdessä rakennushankkeeseen ryhtyvän, pääsuunnittelijan ja mahdollisen käyttäjän kanssa yhteistyönä. Arvioinnin kohteena on rakenteellisen suunnittelun ja toteutuksen vaativuus ja niihin liittyvän vahingon todennäköisyys, mahdollisen sortuman vahinkoseuraamukset, käytön ja ylläpidon vaativuus, ympäristöolosuhteiden vaativuus sekä toteutusorganisaation laatu. Rakenteellisen turvallisuuden riskiarvio on saatavilla Rakennusinsinööriunionin sivuilta Excel -muodossa. (RIL 2016, 45.)

Rakennusfysikaalinen riskiarvio

Rakennusfysikaalinen riskiarvion laadinnasta vastaa, joko vastaava rakennesuunnittelija tai kohteen erillinen rakennusfysikaalinen suunnittelija. Toimintaperiaate laadinnasta ja tarkastelun kohteet ovat samat kuin rakenteellisen turvallisuudenkin, mutta laadinnassa on mukana myös mahdollinen rakennusfysikaalinen suunnittelija ja näkökulma arvioinnissa pidetään rakennusfysikaalisessa. Riskiarviossa kuvataan yleisen riskiarvion kohtien lisäksi, kohteelle asetetut rakennusfysikaaliset vaatimukset. Terveellisyyteen liittyvä riskiarvio voidaan tehdä osana rakennusfysikaalista arviota tai se voidaan tehdä omana erillisenä toimenpiteenä, jos se katsotaan tarpeelliseksi. Tällaisia voivat olla vaativat korjaushankkeet, joissa voi olla terveyttä vaarantavia ongelmarakenteita. Arvio tehdään tällöin terveellisyyden näkökulmasta ja arvion laatimisesta vastaa yleensä rakennuksen terveellisyyteen perehtynyt rakennusterveysasiantuntija tai rakennuksen terveellisyyteen perehtynyt rakennesuunnittelija. Terveellisyyden riskiarvion laadintaa osallistuu

aiemmin mainittujen osapuolten lisäksi, erillisten korjauskohteiden suunnittelijat sekä LVI-suunnittelija. Rakennusfysikaalinen riskiarvio on saatavilla Rakennusinsinööriliiton sivuilta Excel -muodossa (RIL 2016, 62, 69.)

Paloturvallisuuden riskiarvio

Paloturvallisuuden riskiarvio noudattaa samoja periaatteita kuin muutkin, mutta sen laadinnasta vastaa yleensä paloturvallisuusasiantuntija. Vastaava rakennesuunnittelija auttaa arvion laadinnassa, kuten myös rakennushankkeeseen ryhtyvä, pääsuunnittelija, vastaava LVI-suunnittelija sekä mahdollinen rakennuksen loppukäyttäjä. Arvioinnin kohteena ovat samat asiat kuin aiemmissakin riskiarvioissa, mutta paloturvallisuuden näkökulmasta. Tarkennuksina on palokuormat, rakennuksen henkilömäärät paloturvallisuutta ajatellen sekä rakennuksen ja tilojen suojaustasot. (RIL 2016, 79.)

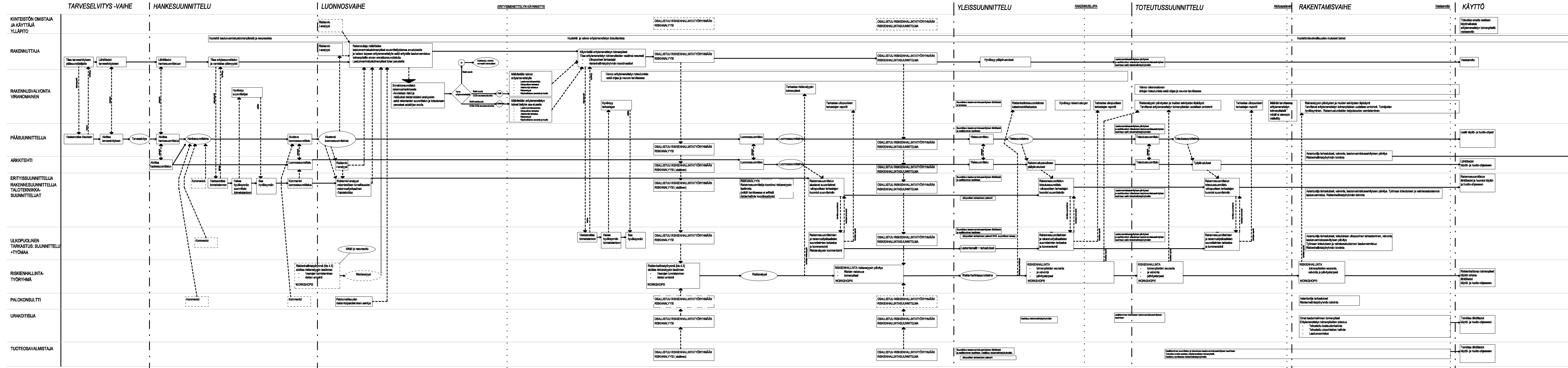
| Seuraamusluokka | Rakennuksen tyyppin ja käyttötarkoituksen mukainen luokitus |
|---------------------------------|---|
| 1 | 1- ja 2-kerroksiset rakennukset, joissa vain tilapäisesti oleskelee ihmisiä kuten esim. varastot |
| 2a Melko pienen riskin ryhmä | Rakennukset, joissa on korkeintaan neljä maanpäällistä kerrosta ¹⁾ tai joiden korkeus maanpinnasta on enintään 16 m |
| 2b Melko suuren riskin ryhmä | Kaikki muut rakennukset ja rakenteet, jotka eivät kuulu seuraamusluokkiin 1, 2a tai 3 |
| 3a | 9-15 kerroksiset ²⁾ asuin-, konttori- ja liikerakennukset ja muut 9-15 kerroksiset käyttötarkoitukseltaan ja rungoltaan samantyyppiset rakennukset |
| 3b | Muut yli 8-kerroksiset ²⁾ rakennukset Konserttitalit, teatterit, urheilu- ja näyttelyhallit, katsomot (yli 1000 henkeä) Raskaasti kuormitetut tai suuria jännevälejä sisältävät rakennukset Erikoisrakenteet tapauskohtaisen harkinnan mukaan |

¹⁾ Asuinrakennukset, joissa on korkeintaan kaksi maanpäällistä kerrosta, voidaan suunnitella kuitenkin onnettomuusrajatilassa seuraamusluokan 1 mukaisesti.

²⁾ Kellarikerrokset mukaan luettuina.

Kuva 13. Seuraamusluokan määrittelyt (YM 2019, 37-38).

Liite 5. ERITYISMENETTELYN PROSESSIKAAVIO



Liite 6. Ulkopuolisen tarkastuksen tarkempi sisältö (RT 103089.)

Laskelmien tarkastus

Laskelmien luotettavuus arvioidaan yhdessä tarkastettavien suunnitelmien kanssa. Laskelmien arviointia varten on toimitettava tarkastettavan osakokonaisuuden laskelmat tarkastajalle sekä tarvittavat lähtötiedot laskelmien perusteeksi. Tarkastaja arvioi laskelmien luotettavuuden, laadun ja kattavuuden hankkeen vaatimustasoon mukaisesti. Tarvittaessa tarkastaja tekee vertailulaskelmat tai laskentamallin tulosten arvioimisen tueksi.

Rakennesuunnitelmien ja laskelmien tarkastus

Rakennesuunnitelmat ja -mallit tarkastetaan, että ne vastaavat laskelmien mukaisia tuloksia.

Kuormien ja kuormitusyhdistelyjen tarkastus

Tarkastetaan, että kuormat ja kuormitusyhdistelyt on tehty määräysten ja ohjeistuksien mukaisesti ja, että ne vastaavat kohteen käyttötarkoitusta. Tarkastetaan, että rakenteet on mitoitettu näiden kuormitusten mukaisesti.

Voimasuureet ja siirtymät

Tarkastetaan rakennejärjestelmien keskeisten rakennusosien voimasuureiden ja siirtymien oikeellisuus. Esimerkiksi rungon ja stabiliteetin osalta.

Rakenteiden ja rakenneosien mitoitus

Tarkastetaan rungon ja stabiliteetin kannalta oleelliset rakennusosat ja niiden mitoitukset sekä rakennusosien muodostamien kokonaisuuksien toimivuus.

Rakennesuunnitelmien tarkastus

Rakennesuunnitelmat tarkastetaan sovitussa laajuudessa ja raportoidaan mikäli niissä havaitaan oleellisia puutteita tai virheitä.

Toteutettavuus ja turvallisuus

Tuodaan tarkastuksessa esille mahdolliset toteutukseen, asennukseen ja turvallisuuteen liittyvät riskit ja ongelmat.

Käyttöön ja ylläpitoon liittyvät asiat

Tuodaan tarkastuksessa esille mahdolliset käyttöönottoon, ylläpitoon ja huoltoon liittyvät riskit ja ongelmat.

Mahdolliset muut asiakirjat

mm. Riskianalyysi, tuulisuusselvitykset, tuulitunnelikokeet.

Yhteenveto

Tarkastettavat osakokonaisuudet jaetaan tarkastuksen jälkeen arviointiluokituksilla 1) hyväksytyt, 2) korjattaviin ja täydennettäviin sekä 3) tarkastukseen kelpaamattomiin ja hylättyihin (RT 2019b, 3).

Rakennuksen terveellisyden ulkopuolinen tarkastus

Rakennesuunnittelun osalta rakennuksen terveellisyden ulkopuolinen tarkastus voi tulla kyseeseen lähinnä silloin, kun on kyseessä erittäin vaativa korjaus- tai uudishanke, jossa sisäilman laatuun ja rakennuksen terveellisyteen on kiinnitettävä erityistä huomiota. Tällaisia voivat olla esimerkiksi sairaalat. Rakennuksen terveyden osalta pätevät samat periaatteet kuin kantavien rakenteiden ja rakennusfysikaalisen toiminnan kannalta.

Rakennesuunnittelun osalta rakennuksen terveyden ulkopuoliseen tarkastukseen sisältyy yleensä laadunvarmistusmenettelyihin sekä rakennusfysiikkaan ja sisäympäristöön liittyvät oleelliset suunnitelmaratkaisut. Näitä ovat esimerkiksi rakennetyypit ja periaatteelliset tiiveysdetaljit, sekä korjaushankkeissa kuntotutkimukset, korvaavien rakenteiden rakennusfysikaalinen toimivuus ja purkusuunnitelmat. Tarkastus kohdistuu lähinnä materiaalivalintoihin, rakenteiden tiiveyteen sekä kuntoon sisäilman puhtauden näkökulmasta. (RIL 2016, 70-71.)

Paloturvallisuuden suunnittelun ulkopuolinen tarkastus

Paloturvallisuuden ulkopuolisen tarkastuksen tarkoitus on varmistaa paloturvallisuuden kannalta, että palotekniset suunnitelmat ovat riittävän kattavat hankkeen vaativuuteen nähden, eivätkä sisällä palotekniseen mitoittamiseen, toimivuuteen ja turvallisuuteen liittyviä virheitä. Periaatteet paloturvallisuuden ulkopuolisessa tarkastuksessa ovat samat, kuin muissakin, mutta paloturvallisuuden osalta. Yleensä erittäin vaativissa hankkeissa on nimetty erillinen palotekninen suunnittelija, jonka suunnitelmiin paloturvallisuuden ulkopuolinen tarkastus kohdistuu. Tarkastus voi kattaa muiden erityissuunnitelmien lisäksi myös rakennesuunnittelijan laatimat suunnitelmat, mikäli niissä on palotekniseen suunnitteluun liittyviä asioita. Yleensä kuitenkin rakennesuunnittelijan suunnitelmat kuin muidenkin toimivat lähinnä lähtötietoina palotekniseen suunnitteluun ja tarvittaessa suunnitelmat päivitetään paloteknisen suunnittelun tuotoksien perusteella. Tarkastus kohdistuu mm. käytettyihin suunnittelumenetelmiin, rakennuksen paloturvalliseen toimintaan kokonaisuutena, palokuormien ja muiden lähtötietojen oikeellisuuteen, paloluokkiin ja -osastoihin, rakenteiden palonkestoon, savunpoistoon ja muihin taloteknisten järjestelmien toimintaan palotilanteessa. Näistä asioista annetaan lausunto, joka toimitetaan tarvittavalla laajuudella hankkeen osapuolille ja rakennusvalvontaviranomaiselle. (RIL 2016, 80-81.)

We Land hankkeen ulkopuolinen tarkastus

We Landin rakenne- ja rakennusfysikaalisuunnittelun ulkopuolinen tarkastus korkean rakennuksen suunnittelussa on sovittu koskemaan mm. seuraavia dokumentteja:

- Rakenteiden suunnittelun ja toteutuksen perusteet asiakirjaa, josta tarkasteltiin kuormituksia, maapohjan kantavuus, tuulenpaineet, värähtelyt ja kiihtyvyyssarvot.

- viitattujen ohjeistuksien ja määräysten ajantasaisuus
- rakennejärjestelmäkuvaus ja analyysiraportit
- pohjarakenteet
- rakennejärjestelmä ja mahdolliset perustuksiin kohdistuvat vetorasitukset
- stabiiliteetti, värähtelyt, taipumat ja niihin liittyvät laskelmat ja laskentamallit
- rakennetyypit, niiden lämpö ja kosteustekniset asiat
- lämpötilalaskelmat kylmäsilloista
- tuuliolosuhteet sekä niiden vaikutukset rakenteiden kiinnityksiin ja rakenteiden värähtelyyn
- julkisivuliitokset, lämpöliikkeet ja riittävät varat
- runkorakenteiden liitokset
- välipohjien värähtelyt ja ontelolaattojen pitkät jännevälit joustavalla tuella.

(Optiplan, Ramboll & Sweco 2019-2020 ulkopuolisen tarkastuksen raportit)

Liite 7. Kuntien rakennusvalvonnoille esitetyt kysymykset Erityismenettelystä ja korkeasta rakentamisesta

1. Millaiset raamit asetettu hankkeen vaativuuksille ja siten erityismenettelyn piiriin kuuluvuudelle?
2. RIL241-2016 antaa ohjeistuksen kriteereistä, mutta miten rajatapaukset?
3. Rakennusvalvontaviranomainen voi edellyttää erityismenettelyä tai sen toimia, mikäli halutaan varmistua hankkeen vaatimusten mukaisesta lopputuloksesta, vaikka hanke ei täyttäisikään erityismenettelyn kriteereitä. Esimerkiksi CC3b seuraamusluokan ja siten poikkeuksellisen vaativat hankkeet kuuluvat lähes poikkeuksetta erityismenettelyn piiriin. CC3a tai CC2b ei välttämättä täytä ohjeistusten kriteereitä, mutta näihin voidaan kohdistaa erityismenettelyn toimia. Millaisia kriteereitä näille yleensä on?
4. Entä kohdistuuko näihin hankkeisiin erityismenettelyn toimet ainoastaan johonkin tiettyyn osa-alueeseen kuten stabiliteetti tai johonkin rungon osaan?
5. Millainen prosessi erityismenettelyssä on rakennusvalvontaviranomaisen kannalta ja paljonko prosessi muuttuu ”normaaliin” verrattuna? Erityishuomioita?
6. Miten erityismenettely on koettu? Onko epäselvyyksiä käytännöissä?
7. Mitä toiveita erityismenettelyn osalta yleisesti on?
8. Onko havaittu laadullista vaikutusta suunnitelmiin erityismenettelyllä? Entä koko hankkeeseen?
9. Erityismenettelyn ohjeistus koetaan niukaksi, onko näkemystä miksi? Onko esimerkiksi käytännöissä eroja sen verran, että hankkeen osapuolilla on vaikeaa omaksua niitä?
10. Millaisia lisäselvityksiä/dokumentteja vaaditaan viranomaisen toimesta erityismenettelyssä? Helsingin korkean rakentamisen rakennustapaohjeissa on annettu korkeaan rakentamiseen liittyviä ohjeistuksia toimitettavista dokumenteista ja niiden ajoituksesta. Osa niistä on pelkästään korkeaan rakentamiseen liittyvää, mutta osaa sovelletaan myös erityismenettelyyn.
11. Pitäisikö käyttöturvallisuus ja esteettömyys olla erityismenettelyn piirissä?
12. Kuinka usein rakennusvalvontaviranomainen haluaa tarkastella riskianalyysyjä hankkeen aikana?

13. Onko toiveita riskianalyysi/-arviopohjille? Käytetäänkö arvioissa RIL:in mallipohjia, entä riskianalyyseissä? Onko niihin joitain toiveita lisäyksille, jolla voidaan helpottaa erityismenettelyn tarpeen arvioimista?
14. Erityismenettelyn päätös pyritään tekemään ennakkoneuvotteluissa tai viimeistään rakennusluvassa. Onko jouduttu tekemään päätös erityismenettelystä vasta aloituskokouksessa tai rakennustyönaikana, kun on havahduttu, ettei voida täysin varmoja olla laadullisesta lopputuloksesta? Mitä lisäselvityksiä on jouduttu tekemään näihin ja onko joitain tiettyjä vakiotapauksia, joihin on jouduttu kohdentamaan erityismenettelyn toimia?
15. Korkea rakentaminen. Mitä erityishuomioita ja lisäselvityksiä korkea rakentaminen sisältää rakennusvalvonnan näkökulmasta? Esimerkiksi neuvottelut stabiiliteetti ratkaisuihin, laskelmien laajuudesta, tuulitunnelikokeet, tuulisuus selvitykset, selvitys huollon turvallisuudesta, lumen ja jään kerääntymisestä ja niiden puuttamisen estämisestä selvitys, heijastumat ympäristöön, ääniolosuhteiden selvitykset yms.

Liite 8. Rakennushankkeiden yleisimmät riskit, tarkastuslistat

| Yleiset riskit | Poliittiset riskit | Henkilöriskit |
|---|---|--|
| Force majör, tulvat, myrskyt, luonnonilmiöt ja järjestykset | Viranomaismääräysten muutokset | Resurssointi ja henkilöstön saatavuus |
| Aikataulutus, kireä, ei realistinen, aikataulun pitävyys | Laki muutokset | Projektii organisaation ammattitaito, kyvykkyys ja kokemus |
| Ympäristöriskit | YM asetusten ja ohjeistuksien muutokset | Projektioorganisaation ja avainhenkilöiden pysyvyys |
| Viestintä, tiedonkulku ja dokumentaatio | Lakot | Sairastumiset ja poissaolot |
| Käyttäjän muutokset ja niiden hallitsemattomuus | Verotukset | Tilajaorganisaatio ja päätöksen teko |
| Asemakaavan hyväksyminen | Erityismenettely | Yhteistyökyky hankkeen osapuolten välillä |
| Rakennushankkeen ja -luvan vastustus | Harmaa talous | Organisaatiomuutokset |
| Usean käyttäjän rakennus | Sota | Muiden projektien kiireet |
| Luvan saamisen lisäselvitykset | Paikallisen työvoiman vaatimus | Kansallisuudet ja niiden yhteensovitus |
| Lupaprosessin sujuvuus | Tullimääräykset | Johtaminen ja sen puutteellisuus |
| Tietojärjestelmän ongelmat ja yhteensopivuus | Kauppassaarto | Urakoitsijan ammattitaito |
| Säät ja vuodenaikojen vaihtelut | | Aliurakoitsijoiden saatavuus ja ammattitaito |
| Rakennusten suojele | | Ammattitaitoisen työvoiman saatavuus |
| Tulipalo | | Työnjohdon johtaminen ja ammattitaito |
| Keskeytykset | | Aliurakoitsijoiden töiden yhteensovitus |
| Hankkeen ositus | | Aliurakoitsijan konkurssit |
| Puutteelliset käyttäjätiedot | | Sitoutuneisuus |
| Fyysiset etäisyydet | | Asiantuntijoiden saatavuus |
| Dokumentoinnin selkeys ja kattavuus | | Väärät suunnittelija valinnat |
| Tilajaorganisaation osaaminen | | |
| Kaavamääräykset | | |
| Rakennusalueen riskit, kuten teollisuus | | |
| Heijastumat ja varjostumat | | |

| Hallinnolliset ja taloudelliset riskit | Turvallisuusriskit | Suunnitteluriskit |
|---|--|--|
| Rahoitus ja muu talous, riittävyys ja kannattavuus | Korkea rakennus | Lähtöehtojen saatavuus, riittävyys ja oikeellisuus |
| Sopimukset, kirjalliset ja suulliset | Putoamisvaarat | Suunnitteluaiakataulu ja sen tiukkuus |
| Vastuut ja takuut | Nostot ja siirrot | Suunnitteluvirheet |
| Vuokrasopimusten purku | Kuljetukset | Referenssikohteet ja niiden puute |
| Hankintojen hinnannousut | Ulkopuolisten henkilöiden turvallisuus | Muutosten hallinta |
| Sopimussuhteet toimijoiden välillä ja tehtävien yhteensovitus ja koordinointi | Turvallisuusriskit | Suunnitteliorganisaation ja avainhenkilöiden pysyvyys, ammattitaito ja kokemus |
| Hankintarajat | Aidoitus | Suunnitelmien yhteensovitus ja yhdenmukaisuus |
| Hankeosapuolten valinnat ja resurssit | Työkoneet | Suunnittelutyön laajuus ja laatu |
| Rakennuspaikan omistussuhteet ja rasitteet | Elementtiasennukset | Puutteellinen suunnittelunohjaus |
| Kilpailutilanne ja suhdanteet | Tulityöt | Haasteellinen arkkitehtuuri |
| Aikataulusakot | Liikenne | Pohjaolosuhteet |
| Inflaatiot | Kaivannot | Eri suunnittelualojen ja -toimistojen yhteistyö ja koordinointi |
| Emo- tai tytäryhtiöiden tuki | Purkutyöt | Tuoteosasuunnittelun hajauttaminen |
| Vuokrausasteen ja vuokratuottoasteen saavuttaminen | Räjäytystyöt | Suunnittelutyön hajonnaisuus eri yrityksille |
| Materiaalien hinnan nousut | Paloturvallisuus | Laskenta ja mitoitusvirheet |
| Ylläpitokustannukset | | Tehokkuus |
| | | Tehtäväajat |
| | | Suunnitelmien laatuvaatimukset |
| | | Suunnitelmien vääräaikaisuus, liian tarkat väärässä vaiheessa |
| | | Tiedonkulku |
| | | Hankkeen urakkamuodon tuntemus |
| | | Suunnitelmien uudet tekniset ratkaisut |
| | | Tuoteosasuunnittelun yhteistyö |
| | | Suunnittelun monimutkaisuus |

| Tekniset riskit | Toteutusriskit | Työmaa riskit |
|--|--|---|
| Monimutkainen kohde | Aikataulu ja sen tiukkuus | Kosteudenhallinta |
| Tuulisuus ja tuulesta aiheutuvat riskit | Uudet ja innovatiiviset menetelmät | Työmaa-alueen sijainti |
| Suuret pysty- ja vaakakuormat | Uudet ratkaisut ja tuotteet | Ahdas rakennuspaikka |
| Geosuunnittelijan ja rakennesuunnittelijan kommunikointi | Suunnitelmien toteutuksen mukaisuus | Purkutyöt |
| Syvät kaivannot | Korkea rakennus | Työmaa liikenne |
| Pohjaveden korkeus | Asennuskalusto | Ympäriöivät rakennukset ja niiden rakennusaikainen käyttö |
| Laatu ja laadunvalvonta | Kohteen monimuotoisuus | Kuljetukset |
| Rakennuspohjan kestävyys | Tiedonkulku | Ilkivalta ja varkaus |
| Rakennuksen stabiliteetti ja jäykistys | Urakoitsijoiden ja toimittajien määrä | Tärinät ja melu |
| Kosteudenhallinta | Työohjeiden oikeellisuus | Tulityöt |
| Uudet rakennusratkaisut | Urakkarajojen selkeys | Työmaa - alueen suunnittelu |
| Uudet tuotteet ja menetelmät | Urakka-asiakirjojen yhteneväisyys | Katualueen käyttö |
| Maapohjan kantavuus | Muutostenhallinta | Liikennejärjestely |
| Monia runkorakenteita ja materiaaleja | Työnaikainen stabiliteetti | Kaivannot ja niiden tuenta |
| Ratkaisujen määräysten mukaisuus | Työn ja hankkeen laajuus ja selkeys | Pohjaolosuhteet |
| Korkea rakennus | Puutteellinen valvonta | Viereiset työmaat |
| Tuotehyväksynnät | Puutteellinen tuotannon suunnittelu | Korjaus ja purkukohteissa haitta-aineet |
| Materiaalien saatavuus ja toimitusajat | Valmistelu | Tontin omistussuhteet ja rasitteet |
| Materiaalien kunto ja laatu | Toteutuksen laatuvaatimukset | Vaaralliset aineet |
| Materiaalien vahingot varastoinnissa | Aliurakoitsijoiden töiden yhteensovitus | Olemassa oleva kunnallistekniikka ja sähkö |
| Materiaalien vahingot kuljetuksessa | Materiaalien saatavuus ja toimitusajat | Työkoneiden käyttö |
| Työvälineiden rikkoutuminen ja korjaus | Tuotesosien ja materiaalien kunto | Jätteet ja niiden käsittely |
| Työvälineiden saatavuus | Suunnitelmien myöhästyminen, virheet ja puutteet | Perehdytys |
| Työvälineiden kustannukset | Toteutuksen laatu | Työajan rajoitukset |
| Toiminnallisuuden toteutuminen | Hankintarajat | Paikalliset säädökset |
| Uusi teknologia tai tekninen ratkaisu | Muuttotyöt | Herkät laitteet ja laitteistot |
| Louhinta | Lisä- ja muutostyöt | Mikrobit, pöly ja muut epäpuhtaudet |
| Paloturvallisuuden toteuttaminen | Tehokkuus | Kaasut |
| Terveellisyyden toteuttaminen | Suunnitelmien tulkitinta | Sateli |
| | Koordinointi | Telinytöt |
| | Tuotesosien saatavuus aikataulussa | Tavara ja henkilönostot |
| | Toteutusvirheet | Pilaantunut maaperä |

Lähteet. (Minato, Ogunlana & Minato 2003, 46-48; RT 2017; Kähkönen 2010; A-insinöörit 2019-2020.)

Liite 9. Korkean rakentamisen erityispiirteet

Tuuli ja sen dynaamiset vaikutukset

Tuulitunnelikoe on yksi käytetyimmistä ja hyväksytyimmistä ratkaisuista selvittää korkeaan rakennukseen kohdistuvat tuuliolosuhteet ja kuormitukset, kun niiden laskennallinen osoittaminen on haastavaa. Ympäröivillä rakennuksilla varsinkin on huomattava vaikutus rakennukseen kohdistuville kuormituksille ja tuuliolosuhteisiin tunnelointivaikutuksen vuoksi. Lisäksi on mietittävä tulevien rakennusten rakentamisjärjestys, jotta tuulen käyttäytyminen on huomioitu myös rakentamisen aikana. (Valjus 2019, 74.) Tuulitunnelikokeiden avulla onkin tärkeää tutkia ympäröivien rakennusten vaikutus, mutta myös uuden rakennuksen vaikutus olemassa oleviin rakennuksiin. Tuulitunnelikokeiden tuloksissa on hyvä ennustaa myöhemmin tulevien rakennusten vaikutus ja määrittää samalla ehdot uusille rakennuksille, jotta niiden aiheuttamat muutokset tuulen käyttäytymiselle eivät vaaranna olemassa olevien rakennusten toimivuutta. Muussa tapauksessa on varmistettava, että olemassa olevat rakennukset pystyvät kestäämään muuttuneet tuuliolosuhteet. Myöhemmin rakennettavien rakennusten koko ja muoto on arvioitava riittävän tarkasti, jotta tuuliolosuhteet saadaan mallinnettua riittävän tarkasti. Mikäli tulevaisuudessa myöhemmin rakennettava rakennus poikkeaa selvästi aiemmasta oletetusta, on sen vaikutukset jo rakennettuihin tarkastettava. (Mendis yms. 2007, 48; Haastateltava 1 2020.) Tämä tarkoittaa, että tuulitunnelikokeiden tulokset on oltava käsitelty tuulisuusselvityksessä tai muussa dokumentissa, joka voidaan tarvittaessa antaa lähtötiedoksi uusien rakennusten suunnitteluun. Tuulitunnelikokeissa voidaan tutkia rakennuksen värähtelyjä, kiihtyvyyksiä, kiertymiä, taipumia, vaikutuksia ympäristöön ja toisten rakennusten vaikutus rakennukseen. Tuulitunnelikokeiden tuloksina saadaan tuulenpaineet, rakennuspaikan tuulennopeuden ääriarvot, rakennuksen värähtelyn suuruus, staattiset korvauskuormat ja kiihtyvyydet. (Mendis, yms. 2007, 41,47; FIB 2014, 79, 137; Kiviluoma 2016, 7.)

Tuulitunnelikokeiden tuloksia ei voida suoraan vähentää tai käyttää sellaisenaan. Eurokoodi ei ota kantaa, kuinka paljon niitä voidaan vähentää. Tuulitunnelikokeet ovat yleisesti hyväksytyjä menetelmiä, mutta tilanteissa, joissa ne antavat selvästi pienempiä kuormia tai rasituksia on tarkasteltava yleisesti erikseen. (Kiviluoma 2016,7.)

Tuulitunnelikokeet tehdään yleisesti rajakerrostuulitunnelissa (Kiviluoma 2016, 7). Tuulitunnelilaboratorioita, joissa voidaan tehdä tuulitunnelikokeita, on olemassa muutamia.

Kanadassa sijaitseva RWDI on yksi suurimmista tuulitunnelikokeiden tekijöistä. RWDI:llä on tehty mm. Kalasataman tornien, Oodin sekä tulevan Trigoni -hankkeen tuulitunnelikokeet Tuulitunnelikokeita tehdään myös Aalto-Yliopistossa. (Nousiainen 2020.)

Tuulitunnelikokeissa voi olla hieman heittoa, joten niiden antamien tulosten tulkintaan on hyvä rakennesuunnittelijan tiedostaa eri menetelmien eroavaisuudet. Se onko eroavaisuudet merkittäviä laskennallisiin verrattuna, on mietittävä, onko tuulitunnelikokeiden tarve ja hyöty hintaan nähden järkevää. Tuulitunnelikokeen puutteellinen toteutus voi olla yhtä huono kuin puutteellinen laskenta (Kiviluoma 2007, 462).

Tuulitunnelikokeen tarpeellisuudelle tai tarpeettomuudelle on oltava perustellut syyt. Kokeen tekeminen on huomattavan kallista ja hidasta, joten sen tarvetta on mietittävä tarkkaan. Toisaalta kokeen tekemistä voidaan vaatia viranomaisen taholta. Tällöin vastavaan rakennesuunnittelijan on perusteltava tarpeellisuus tuulitunnelikokeelle. (Nousiainen 2020; Haastateltava 1 2020.) Tuulitunnelikokeilla voidaan saada optimoituja rakenteita, joka lisää käytettävää pinta-alaa, jolloin kokeeseen menetetyt rahat voidaan saada takaisin kustannustehokkaimmilla ratkaisuilla. Kokeet mahdollistavat myös korkeampia rakennuksia, sillä tuulitunneleissa voidaan simuloida erilaisten rakennusten muotojen vaikutusta tuulen käyttäytymiseen, optimoituja rakennuksen muotoa ja jäykistysjärjestelmää. Bill Baker, Burj Khalifan rakennesuunnittelija on kertonut Irwinin artikkelissa, että Burj Khalifan suunnittelu toteutettiin pitkälti tuulitunnelikokeissa, joissa voitiin hakea optimaalisia ratkaisuja. (Baker 2009; Irwin 2009.)

Värähtelyjen minimointi

Värähtelyjä voidaan vähentää muotoilemalla rakennuksen runko aerodynaamisesti niin, että tuulen virtaus ei muodosta suuria poikittaisia tuulia. Hyviä aerodynaamisen optimoinnin keinoja on tutkittu monesti ja tunnetuimpia keinoja on rakennuksen muodon muuntaminen kierteiseksi (mm. Shanghai Tower, Turning Torso), pyöristetyt -, viistetyt-, koverretut- ja porrastetut kulmat, suippeneva muoto, kerroksittain muuttuva poikkileikkausmuoto, rakennuksen porrastus, spoilerit, aukot ja ulokkeet. Aukot eivät ole toivottuja pinta-alavähennyksen vuoksi, mutta toisaalta niiden avulla voidaan jäykistys-järjestelmältä vapauttaa tilaa. (Xie 2014.) Lisäksi voidaan pohtia riskianalyyysissä, voitaisiinko niihin lisätä esimerkiksi tuuliturbiineja, jolla saadaan sähkön tuottoa.

Korkean rakennuksen värähtelyjä voidaan minimoida myös rakennuksen ylimpiin tai keskivaiheille kerroksiin asennettavilla massavaimentimilla, jotka hävittävät energiaa. Niiden tarvetta tulisi kuitenkin välttää, sillä niiden hinta ja rakenteisiin vaikuttavat kustannukset ovat erittäin suuria. Vaimentimina voidaan käyttää, joko ulkoisen voimanlähteen vaatia aktiivisia vaimentimia, passiivisia tai niiden välimuotoa. Passiiviset muuttavat rakennuksen dynaamisia ominaisuuksia ja sitovat energiaa. Passiivisia vaimentimia voivat olla rakennuksen rungon liitoksiin lisätyt vaimentimet. (Kiviluoma 2007, 461. FIB 2014, 70.) Näiden käytön tarpeellisuus tulee yleensä vastaan vasta superkorkeissa rakennuksissa.

Tuulen aiheuttama huojunta vaikuttaa myös välillisesti, hissien ja muiden teknisten järjestelmien, kuten talotekniikan toimivuuteen. (FIB 2014) Huojunta väsyttää rakenteita ja voi rikkoa ikkunoita ja ei kantavia rakenteita. Huojunta otettava huomioon myös liikunta- saumoissa. (Valjus 2019, 72).

Rakennuksen rungon dynaamisiin kuormituksiin tulee huomioida myös seismisyys. Vaikka Suomessa seismisyys ei yleensä ole ongelma, on korkeissa rakennuksissa pienikin värinä haitallista sillä korkea runko voimistaa värinää. Suomessakin on pieniä maanjäristyksiä mitattu ja pelkästään maanalaiset kallion poraamiset voivat aiheuttaa riittävän voimakasta värinää, joka tulee huomioida lähellä sijaitsevassa korkeassa rakennuksessa. (Nousiainen 2020.)

Jäykistysjärjestelmä

Kantavat väli- ja ulkoseinät levyjäykistys (Shear-walled frame)

Levyjäykistetty seinärakenne -järjestelmä perustuu jäykistäviin seiniin (Shear-walled frame) ja/tai niistä muodostuviin kuiluihin (Coupled shear walls). Tätä järjestelmää käytetään yleensä myös ydinrakenteena. Jäykistävien seinien tulee olla mahdollisimman pitkiä ja asettua tehokkuuden saavuttamiseksi mahdollisimman symmetrisesti ja laajasti ydinkuilun ympärille rakennuksen kiertymien estämiseksi. (FIB 2014, 7, 16.) Asuinrakennuksiin on mahdollista saada niiden huoneistojen välisten seinien vuoksi hyvinkin helposti jäykistävä rakenne, jolla päästään jopa 40 kerrokseen saakka ilman seiniin tulevia haitallisia vetovoimia. Jäykistyslinjat saadaan sijoitettua väliseinien avulla kattavasti, jolloin rakennuksen hoikkuus saadaan pieneksi. Ulkoseinillä voidaan saada lisää jäykistysvoimaa, mikäli ulkoseinissä käytetään siihen soveltuvia rakenneosia. Tämä

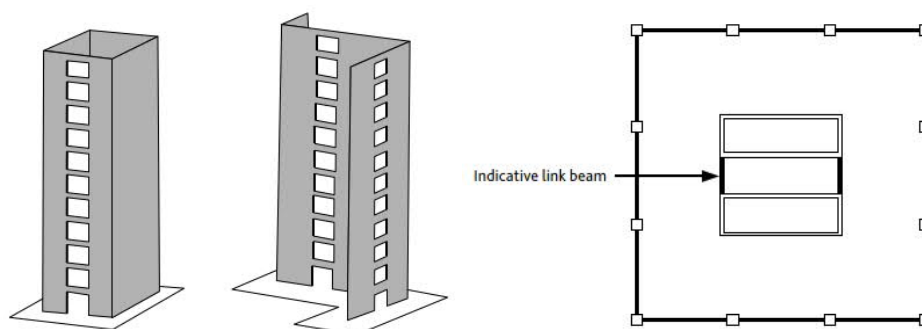
jäykistysmenetelmä on yleensä edullinen ja varsin yksinkertainen toteuttaa, mutta sen mahdollisuudet toimitila- ja hybridirakentamisessa on varsin rajalliset. (Taranath 2010, 203-205; Ala-Ojala 2011, 7.)

Masto-/Sydänjäykistys

Masto-/sydänjäykistys on hyvin yleinen jäykistysmenetelmä toimistorakennuksissa. Jäykistävinä rakenneosina toimivat levyjäykisteiset ytimet, yleensä hissikuilut sekä porrashuoneet, jotka toimivat ikään kuin ulokkeellisina palkkeina. Mastojäykistyksessä rakennuksen ydin ottaa vastaan pystykuormia ja vaakakuormat vapauttaen muut rakenteet vastaanottamaan vain pystykuormia. (FIB 2014, 17.) Mastojäykistys voi olla toteutettu mastopilareilla, mastoseinillä tai yleisemmin käytetyllä jäykistystornilla, joka yleensä koostuu leikkausseinistä. Mastojäykistys ei ole stabiliteetin kannalta tehokkain ratkaisu, sillä koko rakennusta ei pystytä hyödyntämään jäykistyksessä. Vaikka rakennus ei olisi-kaan hoikka, niin sydänjäykistyskuilun hoikkuus on stabiliteetin kannalta kriittinen. Riskinä on, että kuilujen alapäähän tulee suuria vetovoimia, joiden ankkuroiminen maaperään voi olla erittäin kallista tai riskialtista. Mastojäykistyskuilulle tulisikin saada riittävästi pystykuormia, jotta vetorasitukset saadaan minimoitua. Tasorakenteita ei tulisi kuitenkaan turhaan kasvattaa ominaiskuormia lisätäkseen, jotta värähtelyn ominaistajuus ja seismisyyden vastaanotto ei heikenny. (Smith & Coull 1991, 41; FIB 2014, 131.) Alustavassa suunnittelussa on pyrittävä kuilun hoikkuuteen, joka on minimissään $h/10$ - $h/13$, missä h on rakennuksen korkeus, jotta saadaan vetovoimat jakautumaan laajemmin ja minimoitua. Jäykistyskuilut tulee sijoittaa mahdollisimman keskelle, jotta ne ovat jäykistykseen kannalta tehokkaimmassa paikassa, eikä haitallista kiertymää ytimelle synny. Tämä aiheuttaa tilan muuntojoustavuudelle rajoitteita, mutta toisaalta kuiluihin voidaan sijoittaa hissejä porrashuoneita tai muita tiloja, joissa ei tarvita päivän valoa. (Smith & Coull 1991, 41; Taranath 2010, 212; Ala-Ojala 2011. 8-9.)

Mastojäykistykseen etuina on sen helppo ja tunnettu toteutustapa, sekä sen edullisuus. Mastojäykistykselle päästään yleensä 30 kerroksen ja 120 m korkeuteen, mutta ylöspäin mentäessä tehokkuus huononee. Jäykistystä voidaan myös kasvattaa liittämällä jäykillä laatoilla tai palkeilla muita jäykistäviä seiniä ja kuiluja, muodostaen isompia kuilumaisia rakenteita, joilla on suurempi jäykistyskapasiteetti kuin erikseen. (Taranath 2010 204, 212; FIB 2014, 17, 131.) Rakennuksen ytimen suunnittelussa rakennesuunnittelijan on tehtävä tiivistä yhteistyötä monen muun suunnittelijan kanssa, jotta rakennuksen ydin

saadaan suunniteltua tehokkaaksi. Ytimen suunnittelussa on huomioitava arkkitehtuuri ja tilankäyttö, paloturvallisuus, hissitekniikan vaatima tila, talotekniikka, rakennettavuus sekä tietysti sen jäykistävä ja kuormia kantava tarkoitus. Talotekniikka korkeissa rakennuksissa on yleensä paljon tilaa vievää ja läpiviennit voivat olla kookkaitakin. Kuilujen rakenteisiin tehtävät mahdolliset läpiviennit tulee ennakoida riittävän hyvin, jotta kuilujärjestelmä osataan mitoittaa ja optimoida riittävällä tarkkuudella. Läpiviennit ja muut aukot vähentävät kuilun jäykkyyttä, jolloin niiden jälkiasentaminen on erittäin haastavaa, mikäli sitä ei ole osattu ottaa huomioon. (FIB 2014 7, 131; Taranath 2010, 212.)

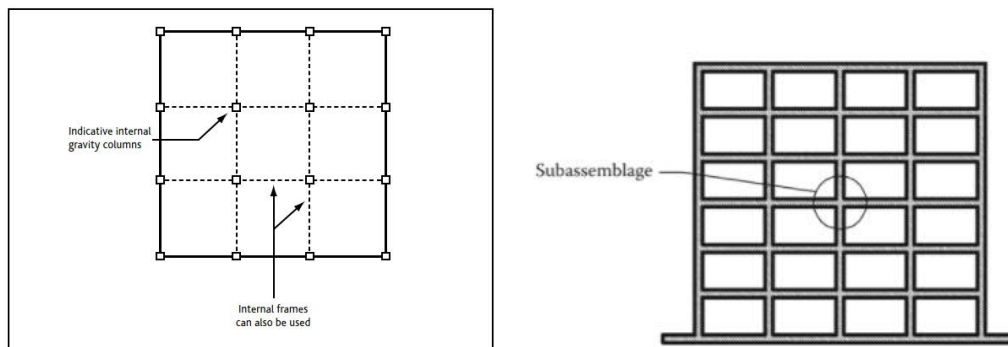


Kuva 14. Masto-/ sydänjäykistyskuilu (Taranath 2010, 204; FIB 2014, 17).

Mastojäykisteinen hissikuilu on helposti toteutettavissa liukuvalua muistuttavalla kiipeävällä muottitekniikalla. Etuna kiipeävästä muottitekniikasta on se, että kiipeävällä järjestelmällä voidaan samalla suojata rakennus ympäri ja sen sisältämät suojaseinät suojaavat tuulelta ja putoamisilta. (Valjus 2019, 70.)

Momenttijäykkä kehärunko (Rigid Frame)

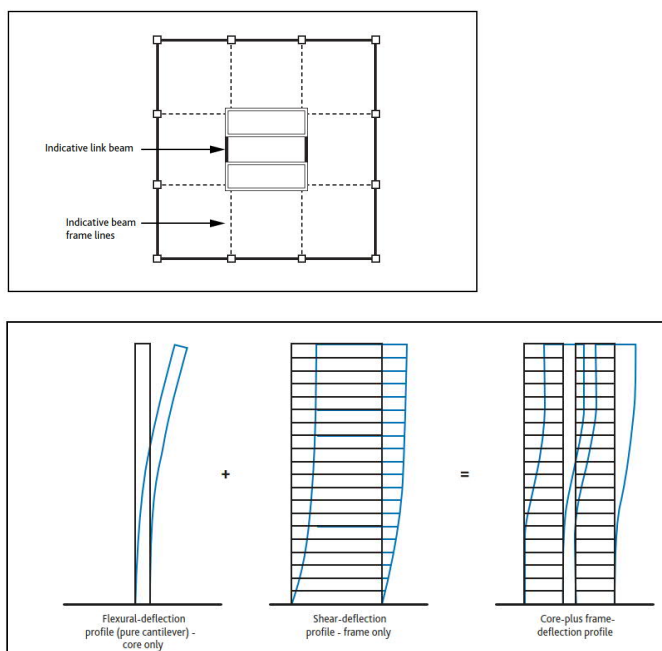
Jäykkä kehärunko koostuu pilari palkkikehistä, joissa on liitokset toteutettu jäykillä liitoksilla muodostaen momenttijäykän kehän. Järjestelmällä etuna on sen helppous, mutta rakennuksen korkeuden kasvaessa palkkien ja pilarien dimensiot kasvavat turhan isoiksi. Myös pilareiden sijoittelu vaikuttaa pohjaratkaisuihin ja niiden harvennus palkkien korkeuteen, jolloin kerroskorkeus kasvaa. Järjestelmällä päästään 25-30 kerroksiseen ja 75 m korkeaan rakennukseen asti taloudellisesti. Tämä jäykistysmenetelmä ei ole kovin ekologinen, sillä tarvittavien runkomateriaalien määrä suhteessa jäykistyskapasiteettiin ja kuormankantokykyyn on turhan suuri. (Smith & Coull 1991, 38-39; FIB 2014, 15; Taranath 2016, 2-3.)



Kuva 15. Momenttijäykkä kehäjärjestelmä (Taranath 2016, 2; FIB 2014, 16).

Yhdistetty momenttijäykkä kehä ja levyseinäjykistys

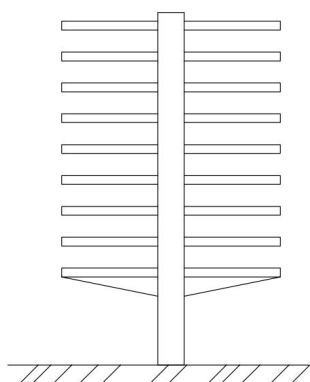
Yhdistämällä momenttijäykkän kehä -järjestelmän ja levyjäykisteenä toteutetun ydinkuilun voidaan saavuttaa tehokas jäykistysjärjestelmä, jolla päästään 50 krs. ja n. 160 m korkeisiin rakennuksiin. Tällä menetelmällä saadaan myös pienempiä taipumia ja vaakasuuntaisia huojumisia. Kehät tukevat ydintä rakennuksen yläpäässä ja ydin taas kehiä rakennuksen alapäässä. Toisaalta nykyisessä asuinrakennus käytössä massiivilaatta välipohjien myötä, kehien muodostaminen pilari-palkkirakenteena siinä tarkoituksessa voi olla haastavaa. Tehokkainta on käyttää palkki-laatta keharakennetta. (Smith & Coull 1991, 42-44; Taranath 2010, 205; FIB 2014, 18.)



Kuva 16. Momenttijäykkä kehä- ja ydinkuilujärjestelmä (FIB 2014, 18-19).

Mastojäykistyksen ydinjärjestelmä (Core Structures)

Tämä jäykistyssysteemi on eräänlainen mastojäykistyksen erikoismuoto. Siinä ydinjärjestelmä toimii pääasiallisena jäykistysrakenteena, mutta se toimii myös rakennuksen pystykuormia kantavana rakenteena. Välipohjat ovat ydinkuiluun jäykästi kiinnitettyjä ulokkeita, jolloin pystykuormat ohjautuvat ydinkuilulle. Jäykistyksen kannalta järjestelmä ei ole kovinkaan tehokas, mutta toisaalta antaa pohjaratkaisuille enemmän vapauksia, kun muita pystyrakenteita ei tarvita. Myös ulokkeena toimivat välipohjat ovat epämieluisia ratkaisuja. (Smith & Coull 1991, 52-53.)

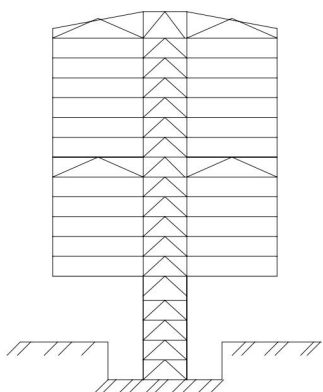


Kuva 17. Ydin -järjestelmä (Smith & Coull 1991, 52).

Ripustusrakenne -järjestelmä (Suspended structures)

Tämä rakenne on yksi mastojäykistysjärjestelmän erityismuoto, jossa ydinkuilun yläpään tukeutuviin ulokkeellisiin välipohjiin ripustetaan, joko teräskaapeleilla, -sauvoilla tai levyillä muiden kerroksien välipohjat. Etuina on vapaammat pohjaratkaisut kerroksissa ja varsinkin pohjakerroksessa, jossa päästään eroon mm. pysäköintitilan pilareista. Rakentamisen kannalta etuina on, että rungon ydinkuilu ja yläpään välipohja voidaan tehdä samaan aikaan, kun ripustetut välipohjat tehdään työmaalla erikseen ja nostetaan paikalleen vasta rungon valmistuessa. Riskeinä ja huonoina puolina on, että ydinkuilu on varsin tehoton jäykistämässä, joka rajoittaa rakennuksen korkeutta. Myös rungon pystykuormien vieminen ensiksi yläpohjan kantavalle rakenteelle ripustettavaksi ja sen jälkeen siirtyessään ydinkuilun kautta perustuksille on varsin tehoton ja kallis ratkaisu. Myös teräsrakenteisten ripustusten käyttäminen on paloturvallisuuden vuoksi kallista, sillä profiilin kokoa ja lujuutta on kasvatettava paloturvallisuuden vuoksi merkittävästi.

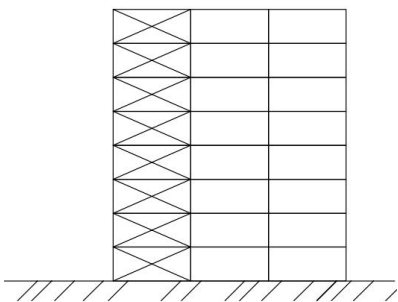
Myös hyötykuormien epätasainen jakautuminen kerroksille aiheuttaa ripustusrakenteille epätasaista venymää välipohjan taipuessa. Tämä voidaan estää rajoittamalla yhdelle ulokkeelle ripustettavien kerrosten määrää, jolloin rungolle tulee tarvittaessa useampia kantavia ulokkeita, joihin ripustetaan tarvittava määrä kerroksia. Tämä järjestelmä muistuttaa hieman vaakajäykiste -järjestelmää. (Smith & Coull 1991, 50-51.)



Kuva 18. Ripustusrakenne -järjestelmä (Smith & Coull 1991, 50-51).

Jäykistetty kehärunko (Braced Frame)

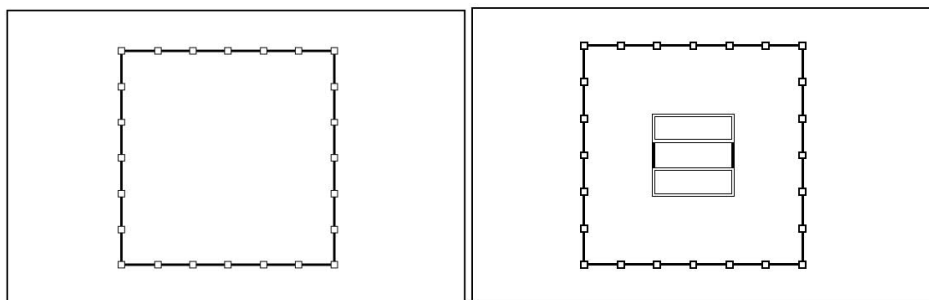
Jäykistetyt kehrungot koostuvat pilari – palkkikehystä, jotka jäykistetään väliin sijoitettavilla jäykisteillä. Jäykistetyissä kehrungoissa on käytössä kaksi erilaista tyyppiä, keskeisesti ja epäkeskeisesti jäykistetyt. Keskitetyissä jäykistävät vinojäykisteet sijoitetaan kehrän nurkkiin vastaanottamaan vaakakuormia, kun taas epäkeskisissä, jäykisteet voivat sijoittua kehräpalkin jännevälialueelle tarkoituksenaan kasvattaa rakenteen sitkeyttä maanjäristyksissä. Jäykistettyä kehrunkoa voidaan käyttää yhdessä levyseinäjäykistysten kanssa. Jäykisteinä voi olla diagonaalipalkit (Braced) tai levyrakente (infill), kuten seinä. (Smith & Coull 1991, 37-38.)



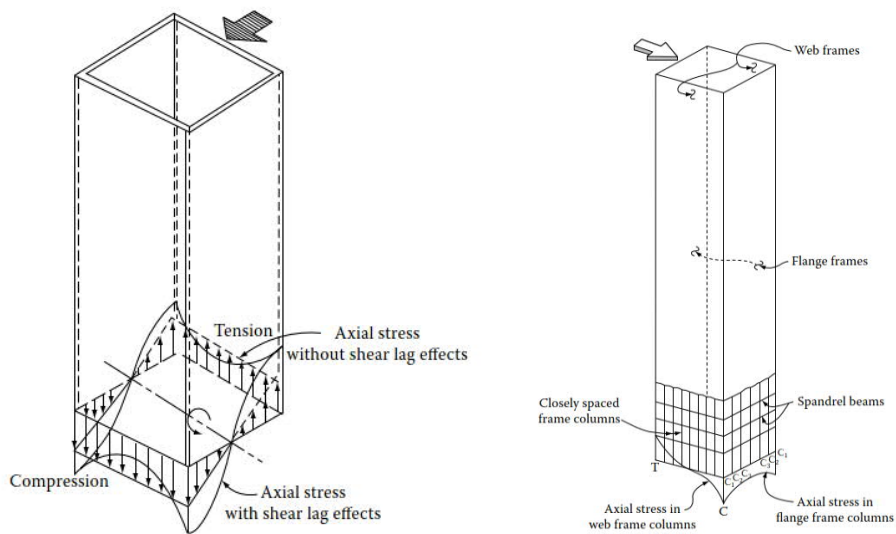
Kuva 19. Jäykistetty kehärunko (Smith & Coull 1991, 37-38).

Kehä / jäykistetty putkirunko (Tube in Tube - Framed/Braced Tube)

Rakennuksen jäykistävät rakenteet on sijoitettu rakennuksen ulkokehälle muodostaen putkimaisen rungon, jolloin rakennus kokonaisuudessaan toimii vaakakuormia vastaanottavana rakenteena. Putkimainen runko muodostuu ulkokehällä olevista momenttijäykistä pilari-palkki -kehistä, jotka voidaan tehdä joko paikalla valetusta betonista tai teräs-rakenteisena hitsaamalla. Järjestelmä voi toimia itsenäään ulokepalkin tavoin, ns. framed tube -järjestelmä, tai sen avulla voidaan tukea sydänjäykistyskuilun toimintaa, ns. Tube in tube -järjestelmä. Tube in tube -järjestelmässä pilarit vastaanottavat puristus ja veto-voimia, joka vähentää sydänjäykistyskuilulle tulevaa momenttia. Periaate on lähes sama kuin levyjäykistyksen ja kehäjärjestelmän yhdistämisessä, mutta kestävämpi. Itsenäisesti toimiessaan ulkokehillä puristusta ja vetoa vastaanottavien pilarien suuri etäisyys muodostaa laajan putkimaisen jäykistävän kuilun, jota voidaan käsitellä ulokkeellisena palkkina. Suurista puristus- ja vetovoimista johtuen ulkokehällä olevat pilarit sijaitsevat lähellä toisiaan yleensä 2-4m välein ja ne kytketään toisiinsa palkkien avulla. Järjestelmän etuna on jäykkä ja stabiili rakennus, sekä muuntojoustavuus pohjaratkaisuissa. Lisäksi se on helppo ja nopea rakentaa. Materiaaleina voidaan käyttää niin teräs- kuin betonipilareita ja -palkkeja. Järjestelmä on kuitenkin monimutkaisempi mitoittaa ja sen toiminta poikkeaa hieman kiinteästä jäykistekuilusta. Pelkkä putkimainen kehärunko aiheuttaa ns. shear lag -ilmiön, jossa pilareiden aksiaalinen kuormitusjakauma muuttuu tasaisesta epätasaiseksi. Kulmapilareiden aksiaalinen jäykkyys kasvaa ja sisimpien laskee, jolloin kuormitus on pilareissa epätasaista. Lähellä olevat ulkokehän pilarit ovat myös esteenä rakennuksen esteettisyydelle ja ikkunoiden koolle, joka on arkkitehtuuriin ja rakennuksen käyttöön vaikuttava asia. (Smith & Coull 1991, 44-46; FIB 2014, 19-21; Taranath 2010, 210,224.) Kehämäisellä putkirungolla päästään n. 150-170 m korkeuteen ja sydänjäykistyskuilulla lisättynä 180-200 m (FIB 2014, 19-21). Joissain tapauksissa ei pidä harkita järjestelmää käytettäväksi yli 40 krs. (Taranath 2010, 224-229).

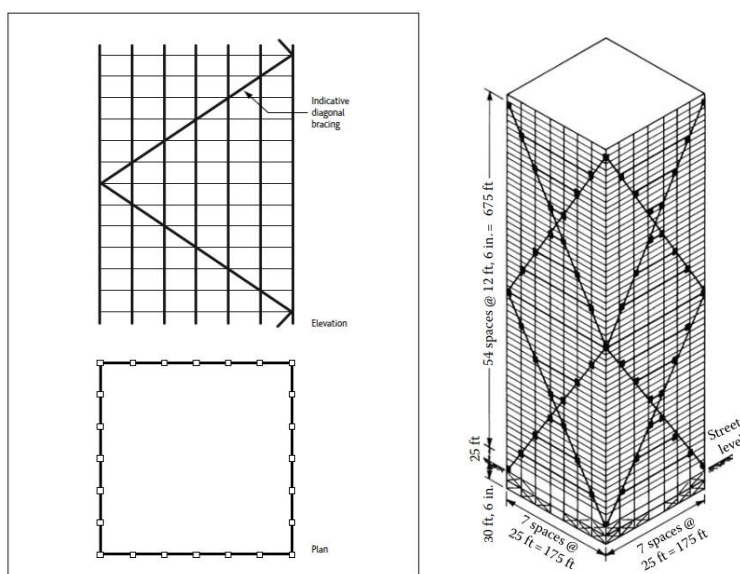


Kuva 20. Framed-Tube ja Tube-in-Tube -järjestelmät (FIB 2014, 19-20).



Kuva 21. Shear lag -ilmiö (Taranath 2010, 226-227).

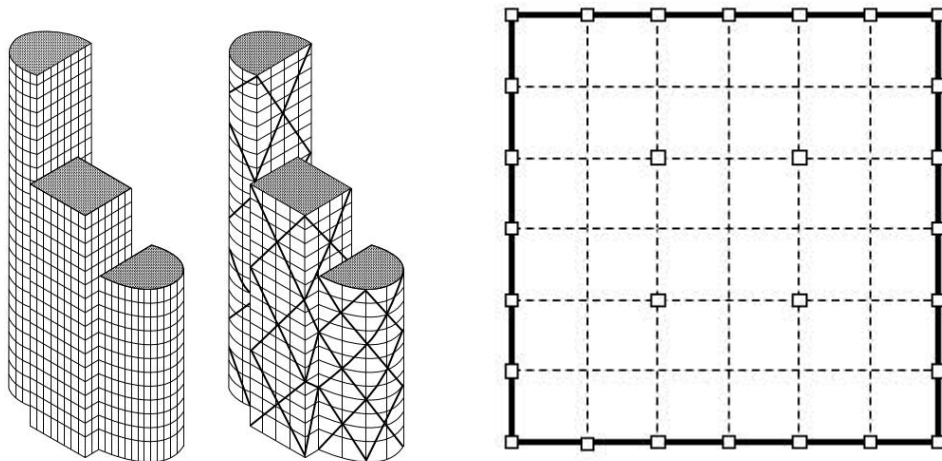
Braced tube -järjestelmä on periaatteeltaan samanlainen, mutta tässä ulkokehän pilarit on jäykistetty diagonaaleilla, joka mahdollistaa korkeamman tai hoikemman rakennuksen. Jäykisteet antavat mahdollisuuden myös isommille aukoille julkisivussa, mutta diagonaalit hallitsevat julkisivun esteettisyyttä. Shear lag ilmiön vaikutukset jäävät myös pienemmiksi, sillä rakennus toimii enemmän jäykistetyn kehä -järjestelmä tavoin. (Smith & Coull 1991, 46-49; Taranath 2010, 230-231; FIB 2014, 22.) Riskeinä järjestelmässä on sen huono rakenteiden toistuvuus ja monimutkainen rakentaminen. Järjestelmällä päästään n. 300 m korkeisiin rakennuksiin (FIB 2014, 22).



Kuva 22. Jäykistetty putkirunko – Braced Tube. (FIB 2014, 22; Taranath 2010, 231).

Bundled Tube

Yhdistetty putkirunkojärjestelmän ajatus on yhdistää monia putkirunkoja yhdeksi järjestelmäksi. Ajatus on sama kuin Tube in tube -järjestelmässä, jossa sisemmillä jäykisteosilla vahvistetaan uloimpia. Toisaalta rakennuksen pohja voidaan jakaa ns. moduuleihin, jossa jokainen on oma putki tai kehäjäykistys järjestelmänsä. Yhdistetyt putkijäykisteet tukevat toisiaan. Putkirunkojen uumat ottavat vastaan vaakakuormien aiheuttaman leikkauksen ja laipat momentin. Järjestelmän etuina on, että rakennuksen kestävyys perustuu moneen kuilumaiseen rakenteeseen, jotka jakavat vaakakuormien vastaanottamisen koko rakennuksen leveydelle. Lisäksi järjestelmä vähentää myös ”shear lag ilmiötä” sillä useat putkirungot jakavat kuormat tasaisesti koko rakennuksen leveydelle. Rakennuksen ulkokehän pilarivälit saadaan isommiksi, joka mahdollistaa paremmat arkkitehtuuriset ratkaisut. Tämä menetelmä sopii parhaiten rakennuksiin, jotka ovat yli 70 krs. ja 225 m. (Smith & Coull 1991, 45-46; Taranath 2010, 232; FIB 2014, 21.)

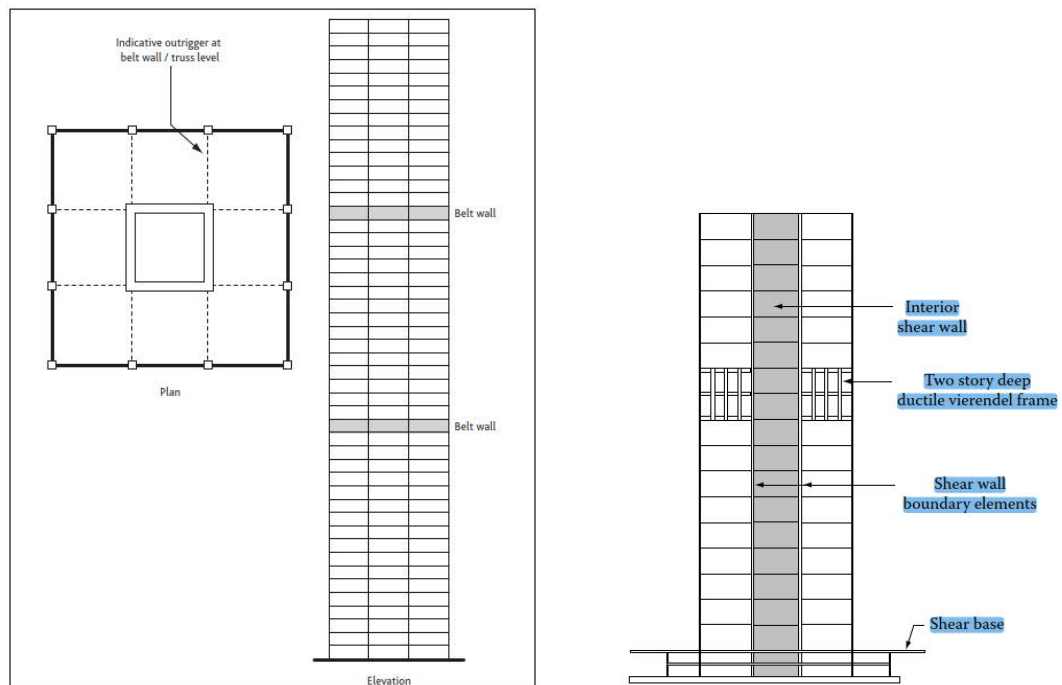


Kuva 23. Bundled Tube -järjestelmä (Taranath 2010, 233; FIB 2014, 21).

Mastojäykistys+vyöjäykistys (Outrigger+Belt-Truss)

Outrigger tarkoittaa järjestelmää, jossa rakennuksen sydänjäykistysrakenteena toimivan kuilun jäykistystä parannetaan tietyin kerrosvälein toistuvalla jäykistävällä vaakarakenteella ”outrigger=vakaaja”, joka sitoo ulkokehän pilarit mukaan jäykistysjärjestelmään. Vaakajäykisteet voivat olla yhden tai kahden kerroksen korkuisia ja niitä voi tarpeen mukaan olla yksi tai enemmän. Vaakajäykisteenä käytetään yleensä ristikoita.

Vaakajäykisteen päässä olevat pilarit eivät aina riitä vastaanottamaan jäykistysjärjestelmän aiheuttamia kuormia, mutta kaikki ulkokehän pilarit saadaan otetuksi mukaan järjestelmään ns. belt – truss eli ristikkovyöllä, jolla sidotaan kerroksen ulkokehän pilarit yhden tai kahden kerroksen korkuiseksi jäykistäväksi vyöksi. Tämän jäykistävän kerroksen jäykistävää vaikutusta lisää kerroksen ulkokehän pilareiden väliin sijoitettu ristikko tai levymäinen jäykisteseinä. Jäykistysjärjestelmien idea on sitoa ulkokehän pilarit vyö-rakenteen ja vaakajäykisteiden ansiosta yhdeksi jäykistysjärjestelmäksi. Ulkokehän pilarien vaikutus vähentää sydänjäykisteelle momentista tulevaa taipumaa ottamalla vastaan puristavaa ja vetävää aksiaalista voimaa. Sydänjäykistyskuilu joutuu kuitenkin ottamaan vastaan leikkausvoimat ja vastustamaan liukumaa. Järjestelmässä sydänjäykistelinja voi sijaita keskeisesti tai rakennuksen toisella sivulla, jolloin jäykistykseen osallistuvat ulkokehän pilarit sijaitsevat toisella puolella. Järjestelmän etuja on sen tehokkuus ja hyvä stabiiliteetti, mutta heikkouksia on jäykistävän vyökerroksen menetetty asuinkäyttö ja kallis toteutus. Vaakajäykisteiden määrä tulee optimoida, jotta järjestelmä on kustannustehokas. Kerroksiin johon jäykistysrakenteet ovat sijoitettu voidaan hyödyntää teknisten järjestelmien tiloina tai kasvillisuus alueina. Outrigger -järjestelmä on suositeltava jäykistysjärjestelmä, kun rakennuksen korkeus ylittää 40 krs. ja yli 350 m (Smith & Coull 1991, 49-50; Taranath 2010, 224-226; FIB 2014, 23-24, 99.)



Kuva 24. Vakaaja+vyö -järjestelmä (Taranath 2010, 236; FIB 2014, 23).

Lävistäjä ristikko - Diagrid – Diagonal Grid

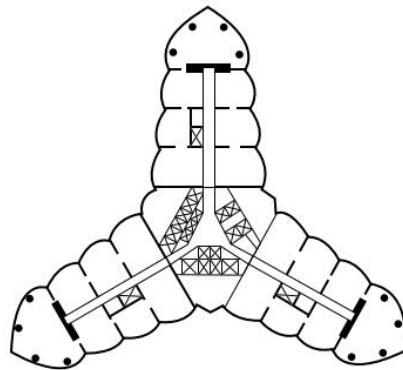
Lävistäjä ristikko tai diagonaalipilarijärjestelmä on suhteellisen uusi trendi korkeiden rakennusten runkoratkaisuna. Perinteisenpään jäykistettyyn putkirunkoon nähden ulkokehälle tulee yleensä vain vähän pystysuuntaisia pilareita, sillä diagonaaliset pilarirakenteet pystyvät vastaanottamaan niin pystykuormia kuin vaakakuormia muodostamallaan kolmiomaisella ristikkojärjestelmällä. Tämä järjestelmä on kustannustehokas ratkaisu, sillä sen avulla päästään pienempiin materiaali määriin kuin jäykistetyssä putkirungossa. Järjestelmä ei yleensä vaadi erillistä sydänjäykistekuilua, sillä ulkokehän diagonaalijärjestelmä pystyy vastaanottamaan kaiken vaakakuormituksen. Ratkaisu on myös esteettisesti näyttävä, aiheuttaa vähemmän esteitä näkyvyydelle ja antaa muuntojoustavuutta pohjaratkaisuille vähäisten sisäisten jäykistävien kuilujen ja pilareiden vuoksi. Säästöä materiaaleissa voi olla jopa 20% verrattuna perinteisiin jäykistettyihin putkirunkoisiin runkoratkaisuihin. Säästön saamiseksi diagonaalien tulee olla optimikulmassa, joka on yleensä 60-70 astetta. Runkojärjestelmä sopii lähinnä teräsrakenteiseksi ja sillä voidaan päästä jopa 100 krs. korkeuteen. (Moon 2008. 895-897, 913.) Lävistäjäristikko -järjestelmän riskeinä on vielä tuntematon tapa tehdä varsinkin Suomessa. Suunnittelijoille riskeinä on järjestelmän haastavat mitoitukset sekä liitosten haasteellinen suunnittelu. Kyseinen järjestelmä tarjoaa kuitenkin mahdollisuuden ekologiseen rakentamiseen.



Kuva. 25. Hearst Headquarters, New York, Diagrid -system (Moon 2008, 897).

Spinal Wall Systems

Suhteellisen uusi järjestelmä, jota on käytetty mm. Burj Khalifassa. Sopii ylikorkeisiin rakennuksiin. Tässä järjestelmässä leikkausseinät on sijoitettu molemmin puolin käytäviä ikään kuin selkärangaksi ja seinät ovat kohtisuoraan käytäviin nähden vastustaen käytävien suuntaisia vaakakuormia. Käytävien seinät ovat kohtisuoraan leikkausseiniin nähden, jolloin ne tukevat leikkausseiniä. (Taranath 2010, 234.)



Kuva 26. Burj Khalifan ” selkäranka” jäykistysjärjestelmä (Taranath 2010, 234).

Avaruusristikko

Avaruusristikko -järjestelmä on kolmiulotteinen rakenne, jossa rakennuksen muoto on kolmiomainen ja ulkokehällä on jäykistävät ristikot. Etuina on, että koko rakennus toimii ristikkomaisen muodon vuoksi tehokkaasti jäykistävänä ja pystykuormia vastaanottavana. Huonoina puolina ja riskeinä rakennuksessa on sen monimutkainen suunnittelu ja rakentaminen. Lisäksi rakennuksen muoto on poikkeava ja haastava pohjaratkaisujen kannalta. (Smith & Coull 1991, 53-54.)

| Structural systems for concrete buildings | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|-----|-----|---|---|---|
| No. | System | Number of stories | | | | | | | | | | Ultra-tall buildings 120–200 stories | | | | | |
| | | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | | 100 | 110 | | | |
| 1 | Flat slab and columns | — | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Flat slab and shear walls | — | — | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Flat slab, shear walls and columns | — | — | — | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Coupled shear walls and beams | — | — | — | — | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Rigid frame | — | — | — | — | — | | | | | | | | | | | |
| 6 | Widely spaced perimeter tube | — | — | — | — | — | — | | | | | | | | | | |
| 7 | Rigid frame with haunch girders | — | — | — | — | — | — | — | | | | | | | | | |
| 8 | Core supported structures | — | — | — | — | — | — | — | — | | | | | | | | |
| 9 | Shear wall—frame | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | | | | | | |
| 10 | Shear wall—Haunch girder frame | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | | | | | |
| 11 | Closely spaced perimeter tube | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | | | | |
| 12 | Perimeter tube and interior core walls | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | | | |
| 13 | Exterior diagonal tube | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | | |
| 14 | Modular tubes, and spine wall systems with outrigger and belt walls | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

Kuva 27. Eri jäykistysjärjestelmien korkeusrajat (Taranath 2010, 200).

Jatkuvan sortumisen estäminen

Jatkuvan sortuman estäminen korkeassa rakennuksessa tulee suunnitella huolellisesti. Rakennesuunnittelijan tulee jatkuvan sortuman estämiseksi suunnitella rakenteet niin, että minkä tahansa rakenneosan äkillinen stabiiliteetin menetys tai sortuminen onnettomuustilanteessa, kuten palo, räjähdys, törmäys tai hirmumyrskyt ei saa johtaa rakennuksen jatkuvaan sortumiseen. Rakennuksen rakenteen on säilytettävä toimintakyky vähintään sen ajan, joka tarvitaan ihmisten poistumiseen ja pelastamiseen rakennuksesta tai sen läheisyydestä. Tarvittaessa rakenteen on kestävä kauemmin, jos rakennuksessa sijaitsee vaarallisia aineita, kansallisen turvallisuuden ylläpitämiseen tarvittavia tiloja tai muita tärkeitä palveluja. Sortumisen aiheuttaman vaurion hyväksyttävä raja monikerroksisessa rakennuksessa on 100 m² tai 15% kerroksen pinta-alasta ja sortuma saa tapahtua enintään kahdessa päällekkäisessä kerroksessa. Jatkuvan sortuman estämiseksi on käytettävä, joko sidejärjestelmää (vaaka- ja pysty), vaihtoehtoisia kuormansiirtoreittejä, paikallisen vaurion laajuuden rajausta hyväksyttävään tasoon tai mitoittamalla rakenteet käyttöasteeltaan pieneksi (RIL 201-4-2017, 34). Mikäli näillä menetelmillä ei päästä hyväksyttävään lopputulokseen tai menetelmän käyttö edellyttää kohtuuttomia ratkaisuja, kriittinen rakenneosa on suunniteltava standardin 3.3(2) a) mukaisesti avainasemassa olevaksi rakenteeksi. Avainasemassa olevan rakenteen onnettomuuskuorma on määritettävä riskiarvion/ -analyysin perusteella tai käytettävä vaihtoehtoisesti standardin SFS-

EN 1991-1-7 suositusarvoa 34 kN/m² (RIL 2017 ,47). Riskiarvion perusteella saatu arvo on perusteltava suunnittelun ja toteutuksen perusteet asiakirjassa. (YM 2019, 1-6§.)

Korkeat rakennukset kuuluvat standardin SFS-EN 1990 kansallisen liitteen mukaiseen seuraamusluokkaan CC3 ja sen onnettomuustilanteen mukaiseen alaluokkaan standardin kohdan 3.4(1) mukaan CC3b (liitteenä YM 2019), jolloin rakennukselle on tehtävä järjestelmällinen riskienarviointi riskianalyyssissä. Siinä on otettava huomioon ennakoitavissa olevat, sekä ennakoimattomat vaaratilanteet sekä tunnistaa niille kriittiset rakennesosat. (YM 2019.)

Korkeat rakennukset tulee varustaa jatkuvan sortuman estämiseksi vaaka ja pystysuuntaisilla sidejärjestelmillä. Vaakasiteinä toimivat rengasterästys ja kohtisuorat toisiaan vastaan olevat sisäpuoliset siteet. Kaikki kantavat seinät ja pilarit tulee varustaa jatkuvalla pystysuuntaisella sidonnalla perustuksista yläpohjaan. Pystysuuntaisia siteitä voidaan sijoittaa elementtien saumoihin ja/ tai jakaa seinien koko pituudelle. Pystysiteiden toteutukselle on valittava yhdessä sovittu toimiva ratkaisu riskianalyyssin tuloksena. Vaihtoehtoista kuormansiirtoreittiä varten on tutkittava kuorman mahdollinen siirtyminen muita reittejä, joka tarkoittaa, ettei rakenteita tulisi mitoittaa käyttöasteeltaan liian tiukoiksi. (YM 2019.) Rakennuksen vauriosietokyvyn ja jatkuvan sortuman estämiseksi tehtävät tarkemmat suunnitteluohjeistukset ja menetelmät löytyvät Ympäristöministeriön rakenteiden lujuus ja vakaus ohjeesta tai RIL 201-4-2017.

Kuormitukset

Pystykuormitusten vuoksi rakenteiden paksuudet ovat massiivisia, jolloin rakenteiden elementointi korkeissa rakennuksissa on haastavaa. Paksuuksien vuoksi elementtien painot tulevat todella suuriksi, jolloin niiden nostaminen nosturikapasiteettien vuoksi on haasteellista. Tavallisesti korkeissa rakennuksissa seinien paksuudet alimmissa kerroksissa ovat 200-400 mm paksuja, jolloin elementit joudutaan jakamaan moneen osaan. Liitokset seinien välissä joutuvat siirtämään paljon kuormia, jolloin niiden toteutus on haastavaa. Korkean rakennuksen jäykistämiseksi ei riitä perinteiset vaijerilenkkiliitokset alimmissa elementtirakenteissa. Liitokset on toteutettava harjateräsvaarnoilla, joiden tiheys vaikeuttaa asennusta. (Ala-Ojala 2011, 27-30; Valjus 2019.) Elementointia voidaan harkita ylemmissä kerroksissa, jossa rakenteiden paksuudet ovat ohuempia ja jäykistys ei vaadi kovia vaarnalenkkejä. Mikäli rakennuksen jäykistystä varten on riittävästi betonisia väliseiniä ja ulkoseiniä, voidaan elementtitekniikalla toteuttaa jopa 40 -kerroksisia

rakennuksia. Tällöin kuitenkin alimmissa rakenteissa vaaditaan paikallavalettuja osia. Yleisesti tornitaloissa suositaan paikallavalettuja betoniseiniä rakennuksen jäykistämisen vuoksi. Betoni on yleensä korkealujuusbetonia eli yli C50/60 luokkaa, suurista pystykuormista johtuen. (Valjus 2019, FIB 2014, 125.) Tämä vaatii sen, että betonirungon työnjohtajalta vaaditaan pätevyudet korkealujuusbetonin käyttöön. Rakennusten seinien raudoitus voi olla suurista kuormista johtuen erittäin tiheää, jolloin betonivalun onnistuminen voi olla hankalaa. Tasojen osalta voidaan harkita ontelolaattoja, mikäli ontelolaattojen puristuskestävyyttä lisätään loveamisella seinäliitoksissa tai ontelolaatat kannatetaan konsoleilla, jolloin pystykuormitusta ei ontelolaatan päätyyn tule. Loveamisella voidaan kasvattaa ontelolaatan kapasiteettia 30%. Ontelolaatat eivät kestä suuria puristavia voimia eivätkä ne pysty siirtämään vaakakuormia jäykistäville osille yhtä hyvin kuin massiivilaatat. Myös onnettomuustilanteessa paikallavalettu massiivilaatta muodostaa paremmin kuormien uudelleen jakautumisen. Tämän vuoksi paikallavaletut laatat ovat suositumpia korkeiden rakennusten välipohjina. Ontelolaattoja voidaan käyttää tiettyin rajoituksin aina 16 krs. asti. (Ala-Ojala 2011; Betoninormikortti 27 2012.)

Korkean rakennuksen elementointi runkorakenteesta ja jäykistystavasta riippuen on mahdollista tiettyin rajoituksin. Elementtirunkoisia korkeita rakennuksia on toteutettu mm. Australiassa (Valjus 2019, 76). Suomessa Tampereen 27 kerroksinen Torni -hotelli on toteutettu elementtirakenteisena pystyrungon osalta (Valjus 2011). Elementtirakenteinen pystyrunko ei yleensä sovellu jäykistämiseen liitosten kestävyysvuoksi, mutta alimmissa kerroksissa voidaan toteuttaa seinät paikallavaluna ja ylemmissä elementeillä. Elementoinnin mahdollisuus korkeassa rakentamisessa saattaa kuitenkin tuoda paljon etuja rakentamisen nopeuteen ja taloudellisuuteen. Tämän vuoksi elementtien liitoksia pyritään kehittämään korkeiden rakennusten vaatimusten mukaisiksi. Elementtirakenteinen runko korkeassa rakentamisessa on vielä riski, mutta se voi olla myös mahdollisuus, joka voidaan huomioida riskianalyyseissä.

Rungon ja julkisivun detaljit

Elementtiulkoseinien saumaus on haasteellista korkeissa rakennuksissa, joten saumoja on pyrittävä vähentämään. Julkisivuelementtien tulisi olla kevyitä ja helposti asennettavia. Julkisivussa tulisi pyrkiä vähentämään lunta ja jäätä kerääviä ulokkeita. (Ala-Ojala 2011.)

Korkeassa rakennuksessa lämpöliikkeet runkorakenteissa ja julkisivuissa voivat olla korkeuden vuoksi suuria. Näistä lämpöliikkeistä ja lämpökuormista on tehtävä selvitys viimeistään toteutussuunnitteluvaiheessa. (Helsinki 2018.)

Paloturvallisuus

Osastointivaatimus yli 56m korkeilla rakennuksilla on EI60, kun rakennus on varustettu automaattisella sammutusjärjestelmällä ja palokuorma on alle 1200 MJ/m². Rakennuksen olleessa yli 56m tulee jokainen kerros ja huoneisto suunnitella omaksi palo-osastokseen, lukuun ottamatta porrashuoneita tai asuntoja, joissa sallitaan kahden kerroksen palo-osastot. Näissä asunnoissa tulee kuitenkin olla ulospääsy molemmista kerroksista. Korkeaan rakennukseen tulee sijoittaa vähintään kaksi erillistä uloskäytävää, joista vähintään yhden tulee olla palolta ja savulta suojattu ja loput palolta suojattu, kun rakennuksen ylimmän kerroksen lattian etäisyys sisäänkäyntitasosta on yli 52m. (YM 2017.) Hyvin korkeassa rakennuksessa tulee olla myös 20 krs. välein mahdollisuus vaihtaa toiseen erilliseen uloskäytävään. Uloskäytävistä on oltava myös mahdollisuus poistua takaisin kerrostasoilla oleviin palosulkuihin. (Helsinki 2018.) Rakennukseen tulee suunnitella erillinen palolta suojattu odotustila tietyn kerroksien välein, jossa voi olla suojassa, kunnes palo- tai evakuointihisseihin siirtyminen on mahdollista. Evakuointi- ja palomieshisseiltä tulee olla turvallinen uloskäytävän vaatimukset täyttävä palo-osastoitu reitti turvalliselle paikalle ulkotilaan sekä niiden avautuminen kerrostasolle on erotettava poistumisreiteistä tai varattava riittävä tila. (SPEK 2015; Helsinki 2018.) Korkean rakennuksen huoneistot pyritään suunnittelemaan niin, että omassa asunnossa voi pysyä, mikäli paloa tai savua ei ole omassa huoneistossa tai sen välittömässä läheisyydessä (Hakala 2018; Gustavvson 2018).

Korkeaan rakennukseen tulee sijoittaa palomieshissi, kun ylimmän kerroksen lattian etäisyys sisäänkäyntitasosta ylittää 38 metriä ja kun kellarin lattian etäisyys ylittää 14 metriä sisäänkäyntitasosta. Lisäksi rakennuksen hissit voidaan suunnitella evakuointihisseiksi, jolloin niitä voidaan käyttää myös tulipalotilanteessa. Normaalien hissien käyttö palotilanteessa ei ole suotavaa, mutta evakuointihissejä on mahdollista käyttää myös tulipalon aikana varsinkin liikuntarajoitteisten evakuoimiseen (Helsinki 2018; SPEK 2015.) Palomies- ja evakuointihissien toteuttamisesta on tehtävä suunnitelma. Niiden mitoitus ja käytettävyyys tulee osoittaa toiminnallisella mitoituksella, josta laaditaan raportti. Palomies- ja evakuointihissien toiminnan varmistamisesta ja käytöstä tulipalossa on tehtävä

selvitykset. Tarkemmat ohjeet selvitykseen löytyvät Helsingin korkean rakentamisen rakentamistapaohjeista. Evakuointihissien tarkoitus on täydentää uloskäytäviksi suunniteltuja porrashuoneita ja niillä ei voi korvata osastoituja uloskäytäviä. Evakuointihisseille ei ole yleisesti hyväksytyjä suunnitteluohjeita, mutta suunnittelussa voidaan käyttää CEN/TS 81-76 Liikuntarajoitteisten henkilöiden evakuointi hissien avulla standardia, Palomieshissistandardi SFS-EN 81-72 tai ISO/TS 18870 Requirements for lifts used to assist in building evacuation -standardia. Palomieshisseille on olemassa SFS-EN- 81-72 standardi. (Helsinki 2018.) Rakennus on myös varustettava automaattisella sammutuslaitteistolla, mikäli rakennuksen korkeus on yli 56 m. Myös mikäli ylimmän kerroksen lattian etäisyys sisäänkäyntitasosta on yli 24 m, on rakennukseen asennettava kiinteä sammutusveden siirtämiseen tarkoitettu putkisto, jotta pelastusryhmä saa sammutusveden ilman pitkiä vesiletkuja. (YM 2017.)

Rakennusvaiheessa palo-osastointi tulee toteuttaa mahdollisimman pian kerroksen runkorakenteiden asennuksen ja teon jälkeen. Rakennuksen palo-osastointi tulee toteuttaa rakennus vaiheessa vähintään 4 krs. välein, kun rakennuksen ulkovaippa on ummessa 12 krs. saakka. Palo-osasto ei saa kuitenkaan olla suurempi kuin 3600 m². Tämä tarkoittaa, että läpivientien palokatkot ja muu osastointi vaatimukset tulee olla toteutettu ensiksi 4 krs ja 5 krs väliin ja siitä eteenpäin 4 krs välein. Lisäksi yli 12 kerroksinen, ulkovaippa ummessa oleva rakennus on varustettava vähintään yhdellä EI30 osastoidulla uloskäytävällä rakennusvaiheessa. (Helsinki 2017,9.) Lisää vaatimuksia rakennusaikaiseen paloturvallisuuteen löytyy Helsingin pelastuslaitoksen Yli 12 kerroksisten rakennusten rakennustyömaan paloturvallisuus -ohjeesta.

Rakennusluvan liitteenä tulee olla aina erillinen palotekninen suunnitelma, jossa on esitetty kaikki edellä mainitut palotekniset perusteet, palo- ja poistumisturvallisuuteen liittyvät ratkaisut sekä poikkeamiset määräyksistä. Palotekninen suunnitelma tulee olla yhteensovitettu pääpiirustusten kanssa ja se tulee olla esitetty pelastuslaitokselle ennen luvan jättämistä. Korkeisiin rakennuksiin on tarpeellista tehdä oletettuun palonkehitykseen perustuvaa suunnittelua eli toiminnallinen palomitoitus, jotta rakennejärjestelmä voidaan suunnitella paloturvallisuuden kannalta riittävästi. Suunnittelussa tarkastellaan mm. mahdolliset palotilanteet ja poistumisturvallisuus. Paloturvallisuus tulee ottaa erityismenettelyn vuoksi myös huomioon riskianalyyssissä, jossa käsitellään paloturvallisuussuunnittelua ja työmaatoteutusta. Paloturvallisuuden riskianalyysi sisällytetään osaksi hankkeen riskienhallinnan riskianalyyssiin. (Helsinki 2018; Ramboll Outinen 2015, 8.)

Lisää informaatiota paloteknisen suunnittelun huomioista korkeassa rakentamisessa on esitetty mm. Helsingin korkeanrakentamisen rakentamistapaohjeessa 2018 sekä Helsingin pelastuslaitoksen yli 12 kerroksisten rakennusten rakennustyömaan paloturvallisuus-ohjeessa.

Korkean rakennuksen perustus

Korkeat rakennukset voidaan perustaa normaaliin tapaan, mikäli maaperä antaa siihen mahdollisuuden. Mikäli rakennuksen stabiileetti aiheuttaa ei toivottuja vetorasituksia perustuksille, on ne ankkuroitava. Tällöin yleensä kallio on hyvä maaperä. Perustettaessa huonosti kantavalle maaperälle, voi perinteisestä paalutuksesta koitua kohtuuttoman suuret kustannukset. Lisäksi paaluttamisella on vaikeaa saada ohjattua vaakakuormitukset maaperään. Paalulaattaperustus on hyväksi havaittu ja kustannustehokas ratkaisu korkeiden rakennusten perustamisessa. Paalulaatan laatta osuus jakaa kuormaa laajemmalle alueelle maaperään samalla, kun se vahvistaa jäykistystä vaakakuormia vastaan yhdessä paalujen kanssa. Paalulaattojen laatat ovat korkeudesta ja kuormituksista riippuen yleensä 1-4m paksuja ja paalut voivat olla jopa 1,5m halkaisijaltaan (FIB 2014, 39, 42-46). Riskianalyysissä on pohdittava perustustavan vaikutuksia ja mahdollisten vetorasitusten ankkurointia maaperään.

Toteutus

Rakennuksen korkeuden vuoksi mm. ikkunoiden asentaminen on haasteellista ulkopuolelta. Tämän vuoksi julkisivuelementeissä tulisi olla ikkunat valmiina tai ikkunat on voitava asentaa sisäpuolelta. (Ala-Ojala 2011.) Julkisivuelementtien asennuksessa olisi suotavaa käyttää elementtejä, jotka tiivistyvät asennettaessa helposti, ettei saumausta tai tiivistämistä tarvitse suorittaa korkeissa olosuhteissa ulkopuolelta. Mahdolliset parvekkeet olisi hyvä olla valmiita helposti asennettavia elementtirakenteita, joissa tarvittavat käsittelyt ja käytönaikaiset kaiteet ovat jo paikalla valmiina. Korkeissa rakennuksissa torninosturit voidaan joutua tukemaan välituilla rakennukseen, jotta nostokapasiteettia ja nosturin stabiileettia voidaan parantaa. Hyvin korkeissa rakennuksissa käytetään kiipeäviä nostureita, jotka kiipeävät ylöspäin rakennuksen noustessa. Nämä kuormitukset ja nostureiden kiinnitykset on otettava huomioon rakennesuunnitelmissa. Rakennesuunnittelijan ja urakoitsijan edustajan on käytävä keskusteluja ja sovittava rakentamisessa

käytettävistä kuormituksiin vaikuttavista työmenetelmistä. Samalla pohditaan runkoratkaisujen ja varsinkin betonisen ydin jäykistekuilun rakentamisesta ja niiden vaikutuksista kuormituksiin. (FIB 2014, 48)

Betonin pumppaus on haasteellista korkean rakennuksen ylempiin kerroksiin, sillä pumppuautojen ulottuvuudet ovat rajalliset. Pumppaus vaatii erikoiskaluston, joka voi olla hyvinkin kallista. Vaihtoehtoisesti betoni voidaan nostaa erillisillä nostoastioilla ylempiin kerroksiin. (FIB 2014, 125)

Työturvallisuus

Korkeassa rakentamisessa työturvallisuuteen on kiinnitettävä erittäin paljon huomiota. Varsinkin putoamissuojaukseen on panostettava, niin ihmisten kuin tavaroidenkin osalta, sillä matkaa maahan voi olla useita kymmeniä metrejä tai satoja. Putoamisen estämisessä on huomioitava myös lumen ja jään putoaminen. Putoamisen estäminen voidaan toteuttaa rakentamisen aikana esimerkiksi julkisivuun asennettavalla ulkonevalla verkolla tai tuulensuojaseinämän avulla (FIB 2014, 56). Työntekijöiden putoaminen tulee estää lisäämällä turvavaljaille kiinnityspisteitä runkoon.

Työmaasuunnitelmassa on huomioitava ympäristön muut rakennukset ja työn toteutuksessa on suunniteltava turvalliseksi huomioiden normaalin liikenteen lisäksi myös lento-liikenne. Rakentamisessa on huomioitava myös tuuliolosuhteet, jotka saattavat olla voimakkaita rakennuksen ylemmissä kerroksissa. Rakennusmateriaalit on kiinnitettävä huolellisesti varastoitaessa kerroksissa, ja katolla materiaalit on asennettava saman tein. (Helsinki 2018.) Nostoille on asetettu tuullisuusrajat, jotka ilmoitetaan nosturin valmistajan ohjeissa. Yleisesti Suomessa nostojen tuullisuusrajaksi on annettu 15 m/s. (Henkilökohtainen tiedonanto) Nostot varsinkin korkeimpiin kerroksiin tuulisissa olosuhteissa sisältävät riskejä. Tuuli saattaa tarttua nostettavaan kuormaan ja aiheuttaa vaaratilanteen.

Huolto

Korkean rakennuksen julkisivun ja vesikaton huoltaminen on korkeudesta johtuen haastavaa. Rakennusvalvontaan on toimitettava rakennusluvan liitteenä selvitys huolto-, ylläpito- ja korjausrakentamisen menetelmistä. Selvityksen laajuus ja ajoitus sovitaan yhdessä viranomaisen kanssa ennakkoneuvotteluissa. Rakenteiden huoltamisessa on

huomioitava niiden toteuttaminen korkeissa olosuhteissa. Suunnitteluvaiheessa tulisi jo miettiä turvallinen pääsy huollettaviin laitteisiin ja materiaaleihin. Julkisivun huoltaminen tulisi mahdollisuuksien mukaan olla huollettavissa sisältä päin tai julkisivu pitäisi voida vaihtaa kokonaan uuteen esimerkiksi elementteinä. Lumen ja jään kertyminen sekä puhtaminen tulisi estää oikeanlaisilla rakenneratkaisuilla ja materiaaleilla. Mahdollisten huoltokelkkojen ja -korien ripustaminen sekä huoltonosturien perustaminen on huomioitava rakenteissa ja niiden kuormituksissa. Kaikki korkean rakentamisen vaatimat erityistoimenpiteet tulee kirjata rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeeseen. (Helsinki 2018.) Riskianalyyssissä tulisi käsitellä kaikki rakennukseen huoltoon liittyvät seikat, jotta ne osataan ottaa huomioon rakennusta suunniteltaessa. Riskinä on, ettei esimerkiksi rakennuksen julkisivun huoltamista varten ole otettu huomioon korkealla työskentelyä ja mahdollisten huoltokelkkojen kiinnitystä. Huoltoa varten tarvittavat nosturit voivat olla käytännön kannalta hankalia varsinkin tiheään rakennetuilla alueilla, sekä nosturit ovat yleensä hintavia. Korkeat rakennukset saattavat myös vaatia erityismenettelyn mukaista tehostettua käytönaikaista seurantaa.

Muita huomioita

Arkkitehtuuriin ja kaupunkikuvaan vaikuttavia erityispiirteitä korkeassa rakentamisessa ovat varjostumat ja heijastumat. Varjostumat ovat varsinkin Suomen leveysasteilla varsin mittavia. Iltapäivän aurinko voi aiheuttaa lokakuussa 8 kerroksisessa kerrostalossa vastaavan varjostuman kuin 25 kerroksinen tornitalo New Yorkissa. (Turun korkean rakentamisen selvitys 2017, 24-25.) Varjostumista on tehtävä selvitys rakennusvalvontaviranomaiselle rakennusluvan yhteydessä. Heijastumat on otettava huomioon ja ne on käsiteltävä riskianalyyssissä. Mikäli korkean rakennuksen julkisivussa on suuria yhtenäisiä auringonvaloa heijastavia pintoja, on heijastumista tehtävä rakennuksen ja ympäristön simulointiin perustuva graafinen esitys. Rakennuksen aiheuttamista heijastumista on toimitettava asiantuntijalausunto rakennusvalvontaan. Heijastumat voivat aiheuttaa häikäisyjä lento- ja muulle liikenteelle, mutta ne voivat aiheuttaa myös haitallista lämpösäteilyä muihin rakennuksiin. (Helsinki 2018.) Auringon valon määrä lisääntyy varsinkin hyvin korkeissa rakennuksissa, joissa näkyvyydelle ei ole estettä. Savupiippuvaikutus ja auringon valon määrä lisäävät lämmön tuottoa asunnoissa, jolloin asunnon jäähdyttämislle voi olla tarvetta. (Helsinki 2018.)

Veden ja ilmanvaihdon saaminen ylempiin kerroksiin lisää haastetta LVI -suunnittelulle. Varsinkin veden saaminen ylempiin kerroksiin vaatii pumppaamoja tai paineenkorotuslaitteita, joita voi olla tarpeen sijoittaa erittäin korkeissa rakennuksissa rakennusten keskivaiheille. Erittäin korkeissa rakennuksissa on tarvittaessa, lisättävä vesitankkeja esimerkiksi 30 kerroksen välein (FIB 2014, 5). Nämä on rakennesuunnittelijan otettava huomioon kuormituksissa. Tankkeja voidaan sijoittaa tekniikkakerroksiin. Monesti korkeissa rakennuksissa tekniikkatiloja tai kokonaisiakerroksia sijoitetaan rakennuksen puoliväliin tai tarvittaessa useampia, jotta tekniikka saadaan vietyä riittävällä varmuudella ylös asti. Tekniikkakerrokset mahdollistavat rakennesuunnittelijalle sijoittaa rakennusta jäykistäviä osia kuten ristikoita näihin kerroksiin, jossa niille ei ole käytännöllisiä esteitä. Ilmanvaihto vaatii isoja putkistoja, jotka asettavat haasteita rakenneosien sijoittamiselle. (FIB 2014, 5.) Jäykistävien seinien läpiviennit voivat kasvaa turhan suuriksi, jolloin heikennetään rakenneosien jäykistävää vaikutusta tai kuorman kanto kestävyyttä.

Korkeassa rakennuksessa on huomioitava myös lentoliikenne ja sen tuomat esterajoitukset. Rakennesuunnittelussa lentoliikenne tulee ottaa tarvittaessa huomioon törmäyskuormituksessa. Lisäksi rakennus on varustettava lentoestevaloilla. (Helsinki 2018.)

Liite 10. Riskianalyysimallit, työkalut ja prosessit

Riskianalyysimallit ja työkalut

Riskienarviointiin ja analysointiin on olemassa monenlaisia menetelmiä. Ne voidaan jakaa kvalitatiivisiin eli laadullisiin ja kvantitatiivisiin eli määrällisiin menetelmiin. Kvalitatiivisessa menetelmässä tavoitteena on käsitteellisesti hahmottaa ja arvioida riskin luonnetta sekä saada käsitys todennäköisyyksistä ja mahdollisista vaikutuksista. Kvalitatiivinen toisaalta perustuu pitkälti henkilöiden arviointikykyyn ja aikaisempiin kokemuksiin. (RIL 2016, 113.) Kvantitatiivisessa menetelmässä analyysi perustuu tarkkoihin määrällisiin menetelmiin, jossa riskien suuruus ja luonne kuvataan todennäköisyyksien kautta. (Perry & Thompson 1992, 6-8.) Kvantitatiivisissa analyyseissä käytetään todennäköisyyslaskelmiin ja simulointeihin perustuvaa menetelmää riskien suuruuden ja todennäköisyyksien arvioimiseksi. Tähän menetelmään perustuu mm. rakenteiden suunnitteluharjojen ja määräysten varmuuskertoimet (RIL 2016, 115-116.) Rakennushankkeissa kvalitatiivinen riskianalyysi on käytännöllisempi riskien vakavuuden arvioimiseen, mutta kvantitatiivisella analyysillä voidaan arvioida paremmin riskien seuraamusten kustannusvaikutuksia ja sitä kautta tehdä riskivaroja. Riskianalyysi olisi hyvä olla kvantitatiivista, mutta useimmiten hankkeen alussa lähtötiedot ovat vielä epäselviä tai ne tarkentuvat myöhemmässä vaiheessa. (SFS 2000, 16.) Lisäksi rakenteellisen turvallisuuden näkökulmasta rakentamiseen liittyy paljon ennakoimattomia riskitekijöitä, joita ei voida täysin kvantifioida. Syynä tähän on, että aiempia tapahtumia, joissa esimerkiksi rakennus olisi sortunut, on vähän ja niissäkin aiheuttajat ovat olleet erilaisia. SFS -standardin SFS-IEC 60300-3-9 (2000, 22) mukaan riskianalyysi voidaan siis tehdä kvalitatiivisesti aiempien kohteiden tarkastus- ja muistilistoihin sekä kokemus- ja asiantuntemustietoihin perustuvalla arvioinnilla. Riskianalyysi ja siihen kuuluvat riskien tunnistamiset ja arvioinnit voidaan tehdä seuraavien analyysimallien avulla, joko suunnittelualan sisäisissä tai hankkeen riskienhallintatyöryhmän workshoppeissa. (RIL 2016, 113.)

Riskianalyysille on olemassa monenlaisia yritysmaailmastakin tuttuja malleja. Näitä ovat mm. Potentiaalisten ongelmien analyysi (POA), Haavoittuvuusanalyysi HAVAT -riskikartta, Poikkeamatarkastelu (HAZOP), toimintovirheanalyysi (TVA), työturvallisuusanalyysi (TTA), organisaation ja kunnossapidon turvallisuusanalyysi (MORT), vikapuuanalyysi (VPA), tapahtumapuuanalyysi (TPA), syy-seurauskaavio (SSK) ja RT 10-11255 kortin mukainen riskimatriisi. Näistä käyttökelpoisin erityismenettelyn mukaiseen

rakennushankkeen riskianalyysiin on Potentiaalisten ongelmien analyysi POA ja HAVAT haavoittuusanalyysi.

Riskienhallintatyökaluina toimivat mm. riskikartta, riskimatriisi, riskirekisterit ja -listat, riskitarkastelu, riskiprofiili, kysymysmenettely, kompetenssi analyysi sekä kustannus- ja aikataulusimuloinnit. (RT 2012, 1.)

Riskianalyysiprosessi

Riskianalyysin laadinta käynnistyy kohteen perustietojen ja muiden lähtötietojen selvittämisellä ja kirjaamisella. Varsinaisten riskien tunnistaminen käynnistyy vaarojen tunnistamisella. Vaaroja voidaan tunnistaa ensiksi suunnittelualan sisällä ja tämän jälkeen yhdessä riskienhallinta -workshopeissa aivoriihi -menetelmällä, jossa yhdessä keskustelemalla ja pohtimalla saadaan esille hanketta mahdollisesti uhkaavat vaarat. (RIL 2016, 121; SFS 2018, 16.) Riskienhallinta -workshopeissa tarkastellaan tunnistettuja vaaroja ja pyritään näiden pohjalta tunnistamaan myös uusia mahdollisia vaaroja seuraamusten kautta (seuraamusanalyysi). Vaarojen tunnistamiseksi riskianalyysiä varten käytetään pääasiassa kokemusperäistä tietoa, intuitiota, asiantuntijuutta sekä kokemustietoon tai aiempien kohteiden dokumentaatioon perustuvia tarkastus- ja muistilistoja. (Tadaoyn ym. 2012, 59-60; RIL 2016 113,117; RT 2017,5) Tarkastuslistojen avulla voidaan tunnistaa ja arvioida riskejä, joita on ilmennyt aiemmissa samankaltaisissa hankkeissa ja verrata uuden kohteen suunnitelmien riskialttiutta aiempiin hankkeisiin. Tarkastus- ja muistilistoja hankkeessa ilmenneistä riskeistä on hyvä ylläpitää, sillä ne toimivat tulevissa hankkeissa hyvänä pohjana. Samalla niiden avulla on hyvä perustella rakennushankkeeseen ryhtyvälle realisoituvista riskeistä, joka toisaalta lisää rakennushankkeeseen ryhtyvän tietoisuutta hankkeen riskeistä. (Tadaoyn ym. 2012, 59-60; RIL 2016, 113). Rakennuspaikalla, kuten maalla ja kaupungilla on siihen myös oma painoarvonsa millaisia riskejä hankkeelle voidaan tunnistaa, ja mitkä ovat niiden realisoitumisen todennäköisyydet. Tämän vuoksi aiempien dokumentaatioiden tai valmiiden riskilistojen pohjalta ei ole suotavaa tehdä suoraan riskianalyysiä vaan jokainen hanke on käytävä läpi. Aiemmat dokumentaatiot toimivat lähinnä tukilistoina, joiden avulla voidaan huomioida riskit, joita ei ole aiemmin tullut esille tai ei osattaisi muuten huomioida. (Kähkönen 2009, 338.) Näiden avulla saadaan esimerkiksi rakennuskohdetyypille tunnusomaiset riskit tuotua esille, kuten korkealle rakentamiselle. Myös haastatteluilla aiempien samankaltaisten hankkeiden avainhenkilöiden kanssa, voidaan saada hyviä keinoja tunnistaa vaaroja ja riskejä

sekä mahdollisesti vinkkejä tyypillisimpiin riskeihin (Tadaoyn ym. 2012, 59-60; Santoso ym. 2003, 54). Vaarojen ja riskien tunnistus vaiheessa ei ole suotavaa vielä arvioida riskien vaikutusta tai todennäköisyyksiä, sillä se saattaa viedä huomion muualle ja siten haitata riskien tunnistamista. Vaarojen arvioinnin jälkeen saadaan tulokseksi riskianalyysin ensimmäinen osa vaaraluettelo tai riskiluettelo (RIL 2016, 121). Riskianalyysiin kirjaetaan tässä vaiheessa nämä vaarat ja niiden mahdolliset lähteet (SFS 2018,17).

Tietyt riskit toistuvat aina rakennushankkeissa ja tämän vuoksi riskianalyysiin voidaan tehdä yleisten riskien osio, jossa käydään läpi hankkeen yleisiä riskejä. Tämän lisäksi tehdään kohdekohtainen riskilista, johon kerätään kyseisen kohteen tyypillisimmät riskit.

Yleisesti riskit voidaan jakaa erilaisiin kategorioihin. Karkein jaottelu voidaan tehdä aiemmin mainitun laisesti yleisiin- ja kohdekohtaisiin riskeihin. Jaottelu voidaan tehdä myös ulkoisiin ja sisäisiin riskeihin. Mikäli riskit halutaan jaotella vielä tarkempiin kategorioihin niitä voivat olla seuraavat:

- Force Majoure riskit, tulvat ja myrkyt ja muut luonnon ilmiöt.
- Teknologia/tekniset riskit
- Suunnitteluriskit
- Toteutusriskit
- Aikatauluriskit
- Rahoitus- ja taloudelliset riskit
- Sopimusriskit, huonot ja harkitsemattomat sopimukset
- Ympäristöriskit, rakennuksen ja rakentamisen vaikutukset ympäristöön
- Poliittiset riskit, lainsäädäntö ja asetusten muutokset
- Markkinariskit
- Henkilöriskit
- Turvallisuusriskit.

Kun hankkeet vaarat ja riskit on tunnistettu, voidaan riskien aiheuttamat onnettomuudet tai seuraamukset mallintaa, jotta saadaan niiden vaikutukset hankkeelle selville. Tämän jälkeen riskianalyysiin pyritään yhdessä arvioimaan löydettyjen riskien vakavuutta arvioimalla ensiksi niiden todennäköisyyksiä ja seuraamuksia (RIL 2016, 121; SFS 2018, 17.) Näitä kutsutaan taajuuden ja seuraamusten analyyseiksi (SFS 2000, 10, 14). Riskien todennäköisyyksien ja seuraamusten arvioimisen tukena voidaan käyttää aiempien kohteiden tarkastus- ja muistilistoja, sekä samoja kokemusperäisiä tietoja kuin itse riskien tunnistamisessakin. (RIL 2016, 121.) Riskien suuruutta todennäköisyyksien ja

vaikutusten avulla pystytään arvioimaan riskianalyysimalleilla, joita on käytössä monenlaisilla riskimatriiseilla. Suotavaa olisi käyttää malleja, jossa todennäköisyyksien ja seuraamusten arviointiasteikko olisi parillinen, kuten esimerkiksi 4x4. Tällöin vältetään perinteisemmän 3x3 matriisin aiheuttamalta keskimmäisten arvojen valitsemiselta. Turhan isoa haarukkaa toisaalta ei olisi myöskään suotavaa käyttää menetelmän hallitsemisen vuoksi. (Valtiovarainministeriö 2017, 30.) Käytettävästä mallista tulisi kuitenkin yhdessä sopia, jotta hankeosapuolien erillisten riskianalyysien yhdistäminen yhteiseen olisi mutkattomampaa.

Riskien todennäköisyydet ja seuraamukset pisteytetään niiden esiintymisen ja seuraamusten mukaan. Pisteytys voi edetä esimerkiksi 4 asteikkoisena. Tällöin todennäköisyydelle voidaan antaa arvot

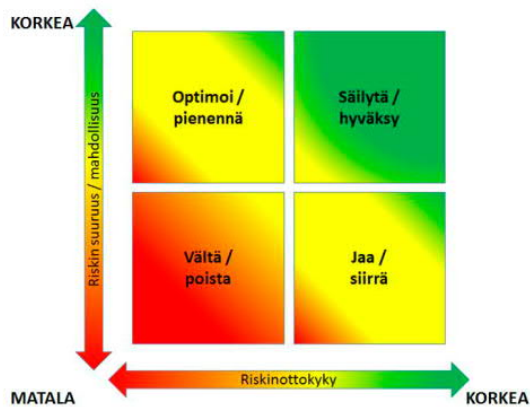
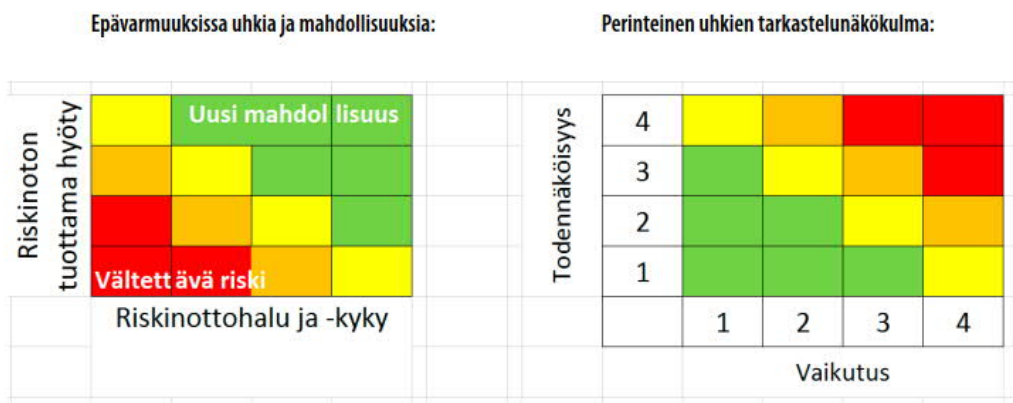
1. **Epätodennäköinen**
2. **Mahdollinen**
3. **Todennäköinen**
4. **Lähes varma tai erittäin todennäköinen**

Vaikutus tai riskin seuraukset voidaan arvioida seuraavanlaisesti

1. **Vähäinen**, jossa riskin toteutumisesta aiheutuu vähäistä haittaa
2. **Kohtalainen tai huomioitava**, jossa riskin toteutuminen heikentää selvästi laatutavoitteisiin pääsyn
3. **Merkittävä**, jossa riskin toteutuminen vaikeuttaa, hidastaa tai vaarantaa merkittävästi laatutavoitteisiin pääsemisen. Kustannukset voivat olla suuria sekä henkilöturvallisuus vaarantuu merkittävästi. Riskin toteutuminen voi aiheuttaa toiminnan keskeyttämisen.
4. **Kriittinen**, jossa riskin toteutuminen estää tai keskeyttää kokonaan toiminnan. Laatutavoitteisiin pääsy vaarantuu ja vahingot ovat erittäin suuria. Taloudelliset ja henkilövahingot voivat olla mittavia.

Riskien vaikutusten ja todennäköisyyksien arvioinnin jälkeen niiden arvot kerrotaan keskenään, josta saadaan riskin vakavuudelle arvo. Tämä arvo toimii riskien suuruuden arvona, jonka jälkeen riskien merkittävyyttä arvioidaan. Kuvassa 10 on esitetty esimerkki asteikosta. Kyseessä olevan asteikon perusteella ne riskit, jotka saavat arvot 12-16 pidetään erittäin vakavina tai kriittisinä riskeinä ja näitä tulisi välttää. Arvot 8-9 ovat vakavia tai merkittäviä, 4-6 lievästi vakavia ja huomiotavia sekä 1-3 ei riskiä tai hyväksyttäviä. (Kähkönen 2009, 339; Valtiovarainministeriö 2017, 24-25.) Riskien arvioimiseen voidaan

lisätä myös riskien havaittavuuden arvo, joka voidaan lisätä vaikutuksen ja todennäköisyyden tuloon. Havaittavuuden arvot voidaan määrittää arvoilla 1-4, jossa 1 on helposti havaittava. Kaikki edellä mainitut toimenpiteet sisältyvät riskianalyysinprosessiin (RIL 2016, 114; SFS 2000, 12-14.) Edellä kuvatun vaiheen lopuksi tulee olla tuloksena riskianalyysilomake, josta ilmenee tunnistetut riskit, niiden syyt ja seuraamukset, todennäköisyydet ja vaikutukset sekä niistä johdetut riskien suuruudet (RIL 2016, 121). Riskianalyysi toimii pohjana varsinaiselle riskienhallintasuunnitelmalle, jossa käsitellään riskeille asetetut toimenpiteet ja niiden seuranta. Riskien suuruuden arvioinnissa on myös hyvä arvioida riskien positiivista vaikutusta.



Kuva 28. Riskien arvioimisen riskimatriisit (Valtiovarainministeriö 2017, 16-17).

Riskien merkityksen arviointi ja järjestäminen suuruuden perusteella antaa mahdollisuuden tehdä päätöksiä niihin kohdistuvista toimenpiteistä. Vaihetta kutsutaan riskienhallintaprosessissa riskien arvioimisvaiheeksi. Samalla voidaan arvioida riskien hyväksyttävyyttä. Yleensä riskit ja varsinkin vakavimmat eivät ole hyväksyttävissä. Jotkin riskit voivat kuitenkin olla niin epätodennäköisiä ja vaikutuksiltaan pieniä, ettei niiden vakavuus

ole kovinkaan huolestuttava. Toimenpiteiden kohdentamien näihin voi olla riskin aiheuttamaan seuraamukseen nähden taloudellisesti kannattamatonta eikä toimenpiteet tuota lisäarvoa. Tämän vuoksi jotkin riskit voidaan ikään kuin hyväksyä. (Valtiovarainministeriö 2017, 24-27; SFS 2018, 18.)

Riskit, jotka ovat vakavuudeltaan niin isoja, ettei niitä voida hyväksyä, otetaan tarkempaan käsittelyyn. Näihin riskeihin pyritään yhdessä riskienhallintaorganisaatiossa löytämään ne toimenpiteet, joilla riskit saadaan ennaltaehkäistyä. Tämä olisi parasta riskienhallintaa, sillä muuten riskien tunnistaminen olisi vain ajan hukkaa, jos niille ei tehtäisi mitään. Aina kuitenkin riskiä ei saada täysin ennaltaehkäistyä tai poistettua kokonaan, mutta sen todennäköisyyttä tai seuraamuksen laajuutta saadaan pienennettyä oikeilla kohdennetuilla toimenpiteillä. (Perry & Thompson 2003, 9; SFS 2018, 18-19.) Riskien poistamiselle kokonaan, esimerkiksi kieltäytymällä uusiin rakentamismenetelmiin, voidaan menettää myös mahdollisuus löytää tehokkaampi tapa tehdä. Tämän vuoksi riskien minimointia tai siirtämistä suositaan enemmän. Jotkin riskit voivat olla myös sellaisia, ettei niihin kohdistuvilla toimenpiteilläkään saada niiden realisoitumista minimoitua tai ennaltaehkäistyä. Näiden riskien kohdalla on mietittävä, onko riski hyväksyttävissä ja mahdolliset kustannukset riskien toteutumisesta siirretään vakuutuksen antajalle. (Malmén & Wessberg, 2, Perry & Thompson 2003, 9; Valtiovarainministeriö 2017, 38.)

Riskianalyyseissä annettuihin toimenpiteisiin riskien ennaltaehkäisemiseen ja minimoimiseen tulee tehdä riskienhallintatyöryhmissä suunnitelmat toimenpiteiden toteuttamisesta, vastuuhenkilöistä, aikatauluista sekä valvonnasta (RIL 2016, 122; SFS 2018, 19). Tässä vaiheessa riskianalyysi on jo muuttunut riskienhallintasuunnitelmaksi. Rakentamisessa riskien minimoimiseen ja ennaltaehkäisyyn käytetään luvussa 4.4 mainittuja laadunvarmistustoimenpiteitä. Mahdolliset toimenpiteet tulee tehdä riittävän ajoissa, jotta tarvittavat muutokset saadaan heti vietyä suunnitelmiin. Toimenpiteiden vaikuttavuutta on hyvä seurata hankkeen edetessä, kuten myös uusien riskien tunnistamista ja niiden merkityksen arviointia. (SFS 2018, 19-20.) Jotkin toimenpiteet voivat myös aiheuttaa mahdollisesti uusia riskejä. Tarvittaessa on tehtävä muutoksia, mikäli kohdennetut toimenpiteet eivät tuota riittävää tulosta ja riskit ovat joko osittain tai kokonaan realisoituneet. Kun oikeat toimenpiteet löydetään, tulisi ne myös dokumentoida tulevia hankkeita varten, jotta näistä opitaan ja nämä oikeat toimenpiteet saada prosessiin jo aikaisessa vaiheessa mukaan. Riskienhallinta on siis jatkuvaa ja suunnitelmallista toimintaa. Riskianalyytilomake täydennetään näillä toimenpide -ehdotuksilla, jolloin lopputuloksena on lopullinen riskianalyytipohja tai paremminkin riskienhallintasuunnitelma, jota päivitetään

hankkeen edetessä. Tarkempi prosessikuvaus riskienhallinnasta on kuvattu SFS-IEC 60300-3-9 standardissa sivu 30 sekä SFS-ISO 31000:2018. Tämän työn liitteenä on riskianalyysipohja. Riskien tunnistamiseen voi käyttää apuna myös RIL 241-2016 liitteenä olevia listoja s. 133-138.

Riskienhallintasuunnitelman toimenpide -ehdotukset

Vaiheistuksia on yleensä suunnitteluvaihe, jossa riskienhallinnalla pyritään löytämään riskittömämmät suunnitteluratkaisut ja käytettäessä uusia tai muuten vähän kokemusta olevia ratkaisuja, niille laadunvarmistustoimenpiteet, kuten ulkopuolinen tarkastus. Rakentamisen vaiheessa riskienhallinnalla keskitytään näiden suunnitelmien toteutuksen mukaisuuteen ja laadun varmistamiseen sekä turvallisuusriskeihin ja muihin rakentamisen aikana tapahtuviin riskeihin. Erityisiä laadunvarmistustoimenpiteitä, kuten ulkopuolista tarkastusta voidaan kohdentaa suunnitelmiin, mutta myös toteutukseen.

Suunnitteluvaiheessa tärkeimpiä riskienhallintatoimenpiteitä on systemaattinen suunnitelmien tarkastus oman organisaation sisällä tai tämän lisäksi ulkopuolisen asiantuntijan tarkastus. Näillä toimenpiteillä saadaan eliminoitua tai minimoitua suunnitelmavirheitä, jotka voivat aiheuttaa toteutusvaiheessa ongelmia. Pääsuunnittelijan vastuulla on järjestää suunnitelmakatselmuksot suunnitelmien yhteensovittamiseksi. Näillä toimenpiteillä voidaan varmistaa, ettei suunnitelmat sisällä sellaisia virheitä tai yhteensovittamisen kannalta ongelmallisia ratkaisuja, jotka voivat aiheuttaa riskejä myöhemmässä vaiheessa. Pääsuunnittelija voi yhdessä rakennushankkeeseen ryhtyvän kanssa laatia suunnitelma-aikataulun, jolla varmistetaan suunnitelmien riittävä vaiheistus ja valmiusasteet. Suunnitelma-aikataulu tulisi jakaa suunnitelma paketeiksi, jotta suunnittelijoilla on selkeä tieto siitä mitä suunnitelmia tarvitaan ja missä vaiheessa. Tällä tavoin varmistetaan se, että suunnittelussa keskitytään oikeisiin asioihin oikeassa kohdissa, eikä tehdä liian tarkkoja suunnitelmia vaiheistukseen nähden. Tämä osaltaan minimoi suunnitelma virheitä ja muita riskejä, kun saadaan resursoitua suunnittelua oikeisiin asioihin. Tässä tulisi muistaa, että mikäli jokin suunnitteluala on suunnitelmissaan pidemmällä kuin muut, hänen ei tulisi vaatia muiden tekemään yhteensovituksen vuoksi korjaavia toimenpiteitä, mikäli ne eivät kuulu sovittuun aikataulunmukaiseen suunnittelupakettiin. Muutoin voi olla tilanne, jossa resurssointia joudutaan keskittämään yhteensovitusmuutoksiin, eikä varsinaisen aikataulun mukaisen suunnittelupaketin resurssointiin. Tällä tavalla saattaa

jäää oleellisia kohtia suunnittelematta, jotka heijastuvat myöhemmässä vaiheessa virheellisinä tai puutteellisina suunnitelmina.

Rakentamisen aikana riskinhallinnassa keskitytään toteutuksessa tunnistettujen riskien minimoimiseen tai ennalta ehkäisyyn. Toimenpiteinä voi olla erityiset laadunvarmistustoimenpiteet, kuten ulkopuolinen tarkastus ja asiantuntijatarkastus. Asiantuntijatarkastuksilla voidaan minimoida ja estää työmaalla tapahtuvat suunnitelmien vastaiset toteutukset tai muulla keinoin opastaa toteutusta laadukkaaseen lopputulokseen. Ulkopuolinen tarkastaja voi tarkastaa myös toteutuksen suunnitelmien mukaisuutta. Riskienhallintasuunnitelmassa esitetyt toimenpiteet toteutusvaiheen riskeille tulee viedä laadunvarmistusselvitykseen ja sen sisältämään tarkastusasiakirjaan.

Riskienhallintasuunnitelman lisäksi riskienhallintaa tukevia toimenpiteitä rakennusvaiheessa ovat aloituskokoukset, projektsuunnitelma, laatusuunnitelma, tuotantosuunnitelmat, yleisaikataulu, hankintasuunnitelma ja -aikataulu, rakennuttajan- ja työmaan työturvallisuussuunnitelma, työmaan aluesuunnitelma, työturvallisuuden riskianalyysi, sähköistys- ja valaistus suunnitelma, kaivuutyö- ja räjäytyssuunnitelma, nosto- ja siirtosuunnitelma, tulitöiden valvontasuunnitelma, purkusuunnitelmat, telinesuunnitelmat, elementtiasennussuunnitelmat, betonointisuunnitelmat, putoamissuojaussuunnitelmat, kosteudenhallintasuunnitelmat, jätehuolto- ja ympäristösuunnitelma, puhtauden- ja pölynhallintasuunnitelma sekä valvontasuunnitelma. Näiden lisäksi työmaantarkastusasiakirja toimii työn laadun ja riskienhallinnan tarkastamisen ohjeistuksena. (RT 2017.)

Käyttövaiheessa riskienhallinnassa keskitytään rakennuksen käyttöaikaisiin riskeihin. Näihin kiinnitetään huomiota jo suunnitteluvaiheessakin valittaessa suunnitteluratkaisuja ja käytettäviä materiaaleja. Käytönaikana voidaan kuitenkin joutua tarkastelemaan riskialttiiden rakenteiden kuntoa ja tämän vuoksi käyttö- ja huolto -ohjeisiin tulee kirjata kaikki riskienhallinnassa esiin tulleet riskit ja niiden toimenpiteet. Näitä voi olla myös sisäilman seuranta ja mittaukset, taloteknisten järjestelmien säädöt, käyttö- ja huoltohenkilöstön perehdytys ja opastus. (RT 2017.)

Rakenteellisen turvallisuuden näkökulmasta rakenteiden sortumavaaran estämiseksi voidaan tehdä toimenpiteitä rakenteiden kestävyuden parantamiseksi ja jatkuvan sortuman estämiseksi. Ulkopuolisen tarkastajan kanssa on hyvä käydä läpi nämä asiat, jotta molemmilla on yhteneväinen mielipide, miten näitä rakenteellisia riskejä hallitaan. Yleisesti näihin keinoihin löytyy ratkaisut suunnitteluohjeista. Eurokoodeissa annetaan rakenteiden vaurio- ja sortumavaaran vähentämiseksi 3 toimenpide -ehdotusta.

Ensimmäisellä pyritään suojaamaan rakenteita niihin kohdistuvilta uhkatekijöiltä, kuten törmäykseltä suojakaitein tai vaimentimilla, joiden kautta kuormat jakaantuvat muualle. Toinen vaihtoehto on suunnitella rakenne ja liitokset sellaisiksi, että ne pystyvät tarvittaessa muotoutumaan sitkeytensä avulla ja näin vaikuttamaan vaurion suuruuteen pienevästi. Kolmannella vaihtoehdolla pyritään kokonaisuudessa ratkaisut vaihtamaan sellaisiksi, että mahdollinen vaurio on rajoitettu eikä sortuma jatku. Tällä tavoin pyritään estämään jatkuvaa sortumista. Rakennejärjestelmää voidaan myös muuttaa tarvittaessa niin, että se kestää paremmin muodon muutokset. Esimerkiksi korkean rakennuksen runkotyyppin valinnassa on hyvä miettiä, millä tavoin runko ottaa vastaan tuuli- ja muut vaakakuomat. Liitoksissa on hyvä miettiä, miten kuormat jakaantuvat uudelleen, jos liitos peittää. Jatkuvan sortumisen estämiseksi on kehitetty monenlaisia ratkaisuja varsinkin betoniin asuinrakennuksiin, mutta jatkuvan sortuman estäminen tulisi miettiä jokaisen rakennuksen kohdalla erikseen. (RIL 2016, 125-126.)

Sopimuksia tulisi tehdä sellaiset henkilöt, jotka pystyvät riittävällä tarkkuudella arvioimaan toimeksiannon kannattavuutta ja riskejä. Tehtävä sisällöt tulee olla määritelty riittävän tarkkaan, ettei tule päällekkäisyyksiä tai epäselvyyttä tehtävärajoista.

Aikataulut tulee sopia yhdessä ja jokaisen tulee tuoda oma näkemys ja perustelut oman työnsä vaatimalle ajalle. Aikataulun tulee olla realistinen, jotta hankkeen vaatimusten mukaisuus täyttyy.

Lähtötiedot tulee olla tarkkaan määritetty mitä tarvitaan ja milloin, jotta työ etenee suunnitellusti. Lähtötietolomake on tähän oivallinen työkalu, jolla määritetään tarvittavat lähtötiedot, aikataulut ja perusteet lähtötietovaatimuksille. Jokainen lähtötiedon tuottaja kuitaa allekirjoituksellaan toimittavansa tarpeelliset lähtötiedot sovituissa aikataulussa.

Muutoksista ja lisätöistä sovitaan tilaajan kanssa kirjallisesti ja tulevista muutoksista on ilmoitettava riittävällä laajuudella hankkeen muille osapuolille.

Suunnitelmien tarkastus tulisi suorittaa ensiksi yrityksen sisäisen laadunvalvonnan mukaisesti ja vasta sen jälkeen ulkopuolisen tarkastuksella.

Tiedonkulku on varmistettava kappaleen 4.5.3 mukaisilla keinoilla.

Liite 11. Hankkeen osapuolten tehtävät erityismenettelyssä

Rakennuttaja

Rakennushankkeeseen ryhtyvällä on lain asettama huolehtimisvelvollisuus, jonka mukaan hänen on huolehdittava siitä, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan säännösten, määräysten ja rakennusluvan mukaisesti. Nämä säännökset ja määräykset määrittävät hankkeen laatutasolle minimivaatimukset ja rakennuttajan on tarvittaessa määritettävä hankkeelle muita laatuvaatimuksia varmistaakseen hyvän lopputuloksen. Rakennuttajan on määritettävä jo tarjouspyyntöasiakirjoihin nämä vaadittavat velvoitteet ja kohteen tavoiteltu laatutaso sekä turvallisuusvaatimukset, jotta muut hankkeen osapuolet, kuten erityissuunnittelijat ja urakoitsijat osaavat ottaa nämä asiat huomioon omissa tarjouksissaan. Hankkeen laatutaso ja laadunvarmistustoimenpiteet voidaan esittää rakennuttajan laatusuunnitelmassa, rakennusselostuksessa, alustavassa tarkastusasiakirjassa tai laadunvarmistus selvityksessä. (RATU 2009, 1.)

Rakentamisessa on myös käytettävä yleisesti hyvän rakentamistavan mukaisia käytäntöjä. Rakennuttajan tulee huolehtia ja varmistaa, että hänellä on käytössään kohteen vaativuuteen nähden riittävät resurssit ja kelpoisuudet omaavat suunnittelijat ja muut osapuolet. Rakennushankkeeseen ryhtyvän tulee organisoida hankkeen etenemistä ja asettaa laatuvaatimukset hankkeelle. Hän määrittää suunnittelijoidensa avulla hankkeen laadunvarmistustoimenpiteet, kuten erityismenettelyn tarpeen. Riippuen kohteen vaativuudesta ja määritellyistä laadunvarmistustoimenpiteistä, tilaa rakennushankkeeseen ryhtyvä ulkopuolisen tarkastajan riittävän aikaisessa vaiheessa, viimeistään ehdotussuunnitteluvaiheessa ja varmentaa tämän pätevyuden, jotta tarkastajan konsultointia saadaan hyödynnettyä alusta alkaen. Mikäli rakennusvalvontaviranomaisen erityismenettelyä koskevassa päätöksessä edellytyksenä on ulkopuolinen tarkastus, tulee tarkastaja hyväksyttävä rakennusvalvontaviranomaisella. (RIL 2016.)

Erityismenettelyn osalta rakennushankkeeseen ryhtyvän tulee olla aktiivinen ja sopia rakennusvalvontaviranomaisen kanssa hankkeen alkuvaiheessa ennakkoneuvottelun, jossa käydään läpi hankkeen vaativuutta ja laadunvarmistustoimenpiteitä sekä erityismenettelyn tarvetta. Rakennushankkeeseen ryhtyvän tulee varmistaa, että ennen ennakkoneuvotteluja on tehty tarvittavat riskiarviot, jotka toimivat erityismenettelyn päätöksen tukena. Rakennushankkeeseen ryhtyvän tulisi jo ennen ennakkoneuvotteluihin

tultaessa olla suunnittelijoidensa kanssa käynyt läpi laadunvarmistustoimenpiteet ja tuoda ne esille. (Haastateltava 1 2020; Haastateltava 2 2020.)

Rakennushankkeeseen ryhtyvä huolehtii rakennustyön aloituspalaverin pitämisestä. (Junnonen 2001).

Riskienhallinnan osalta rakennushankkeeseen ryhtyvällä on keskeinen rooli. Hän määrittää hankkeen laatutason ja luonteen, jotka määrittävät riskiluokan. Rakennushankkeeseen ryhtyvä osallistuu hankkeen riskienhallintatyöryhmään sekä riskianalyysin ja myöhemmin riskihallintasuunnitelman laadintaan. (RIL 2016 10,24.)

Rakennushankkeeseen ryhtyvän tulee huolehtia, että rakennustuotteet täyttävät kelpoisuusvaatimukset.

Rakennushankkeeseen ryhtyvä voi palkata hankkeelleen rakennuttajakonsultin, joka hoitaa rakennuttajan tehtäviä, mikäli rakennushankkeeseen ryhtyvä ei itse omaa riittävää pätevyyttä. Toisaalta rakennushankkeeseen ryhtyvä voi palkata myös vain valvojan toimimaan edustajanaan ja valvomaan, että hanke etenee sovitun laisesti. Erityismenetelyn edellyttämät toimenpiteet tulee tuoda näiden henkilöiden tietoisuuteen, jotta valvontatyö kohdistuu oikeisiin asioihin. (RT 2017, 8-9.)

Rakennushankkeeseen ryhtyvän vastuulla on myös huolehtia rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeen laadinnasta. Laadinnan voi suorittaa sopimuksella myös muu hankkeen osapuoli. Ohjeeseen tulee sisällyttää kaikki erityismenettelyä koskevat seikat, jotka vaativat käytönaikaisia toimenpiteitä. (RT 2017, 9.)

Viranomainen

Viranomaisen tehtävä rakennushankkeessa on varmistaa, että rakennushankkeen osapuolilla on riittävä asiantuntemus ja ammattitaito tehtävänsä suorittamiseksi. Samalla viranomainen huolehtii ja ohjaa, että rakennushankkeessa noudatetaan laissa ja asetuksissa esitettyjä käytäntöjä ja toimintamalleja sekä hyvää rakennustapaa. (RIL 2016, 10.) Rakennusvalvontaviranomainen osallistuu yhteisesti järjestettävään hankkeen ennakkoneuvotteluihin hyvissä ajoin ennen lupavaihetta. Ennakkoneuvotteluissa hankkeen rakennushankkeeseen ryhtyvä suunnittelihoineen esittää hankkeen luonteen ja laatutason. Samalla esitetään laadunvarmistustoimenpiteet, jolla varmistetaan laatutason saavuttaminen. Viranomaisen tehtävä on arvioida ja ottaa kantaa esitettyjen

laadunvarmistustoimenpiteiden riittävyteen ja tarvittaessa edellyttää tiukempia laadunvarmistusmenettelyjä. Viranomainen voi edellyttää erityismenettelyä ja tai erikseen käytettäviä erityisiä laadunvarmistustoimenpiteitä, mikäli katsoo, ettei hankkeen luonne huomioiden esitetyt laadunvarmistustoimet riitä hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi. Arvioinnin lähtökohtina toimivat alustavat riskiarviot tai -analyysit sekä suunnittelun ja toteutuksen perusteiden asiakirjat. Viranomainen määrittää erityismenettelyn toimenpiteet, kohdentumisen ja laajuuden mikäli rakennushankkeeseen ryhtyvä ei niitä ole itse asettanut. (RIL 2016, 21.) Viranomaisen toive on, että rakennushankkeeseen ryhtyvä itse suunnittelijoidensa avustuksella esittäisi erityisten laadunvarmistusten tarpeen, ettei viranomaisen näitä tarvitse edellyttää (Nousiainen 2020; Haastateltava 1 2020; Haastateltava 2; 2020).

Viranomainen arvioi rakennushankkeeseen ryhtyvän esittämät hankkeen osapuolien kelpoisuudet tehtäviin ja hyväksyy nämä esitettyjen dokumenttien perusteella. Viranomainen voi myös edellyttää tarkempia selvityksiä kohteen luonteesta tai suunnitteluperusteista, kuten korkeassa rakentamisessa tuulisuusselvityksiä. Viranomainen suorittaa määräysten mukaisia katselmuksia työmaalla ja tarkastaa rakennustuotteiden kelpoisuudet. Viranomainen seuraa myös hankkeen aikana edellytettyjen erityismenettelyn toimenpiteiden toteutumista sekä vaatii toimitettavaksi näistä sovitut raportit, kuten ulkopuolisen tarkastuksen raportit. (Helsinki 2018.)

Pääsuunnittelija

Pääsuunnittelijan tehtävänä erityismenettelyssä on huolehtia yhdessä rakennushankkeeseen ryhtyvän kanssa suunnitelmien riittävästä laadusta ja laajuudesta sekä varmistaa, että niillä voidaan osoittaa rakentamiselle asetettujen vaatimusten täyttyminen. Pääsuunnittelija koordinoi suunnittelun yhteensovitusta ja etenemistä järjestämällä sovituin väliajoin suunnitelmakatselmuksia. Suunnitelmakatselmuksissa varmistetaan, että kaikilla on riittävät, ristiriidattomat ja ajantasaiset lähtötiedot sekä selvennetään mikä osuus kuuluu kenenkin suunnittelijan vastuulle. Samalla varmistetaan rakennuksen laatutavoitteidenmukaisuus ja, että yhteensovitettut suunnitelmat muodostavat toimivan kokonaisuuden. Pääsuunnittelija huolehtii erityissuunnitelmien yhteensovituksesta ja mahdollisten muutoksien päivittämisestä sekä hakee hyväksynnän rakennusvalvontaviranomaiselta. Pääsuunnittelija laatii yhteistyössä rakennushankkeeseen ryhtyvän ja muun suunnitteluryhmän kanssa suunnitteluaiakataulun ja varmistaa, että se on realistinen, jotta

tiukka aikataulu ei aiheuta tarpeettomia riskejä. Pääsuunnittelija osallistuu myös suunnittelijoiden pätevyyksien ja resurssien varmistamiseen, sekä toimii yhteyshenkilönä rakennusvalvontaviranomaisille suunnittelun ja rakentamisen ajan. Pääsuunnittelijan tehtävä on myös varmistaa hankkeelle vaadittavien ja erityismenettelyn edellyttämien selvitysten laajuus. Pääsuunnittelijan tehtävä riskienhallinnassa on sen alkuvaiheessa keskeinen, sillä pääsuunnittelijan luomilla ratkaisuilla ja laatuvaatimuksilla on keskeinen vaikutus riskien määräytymiseen ja sitä kautta myös erityismenettelyn tarpeeseen. Pääsuunnittelija osallistuu hankkeen riskiarvion tai analyysin laadintaan sekä osallistuu riskienhallintatyöryhmän työpajoihin, mutta muutoin pääsuunnittelija ei ole erityismenettelyyn liittyvissä teknisissä asioissa aktiivinen osapuoli. Hänen tehtäviinsä kuuluu kuitenkin huolehtia, että erityismenettelyn toimenpiteitä noudatetaan ja seurata toimenpiteiden vaikutusta suunnittelun etenemiseen. (RIL 2016, 11.)

Rakennussuunnittelija

Rakennussuunnittelijan rooli erityismenettelyssä on yleensä pieni, lukuun ottamatta hankkeita, joissa kulttuurihistoriallisten arvojen säilymiseen on kohdennettu erityismenettelyn toimenpiteitä. Rakennussuunnittelijan ratkaisut voivat kuitenkin vaikuttaa tekniikkiin toteutuksiin ja rakennusfysikaaliseen toimintaan niin, että erityismenettelyn toimenpiteitä voidaan kohdentaa myös rakennussuunnitteluun. Rakennussuunnittelija osallistuu riskienhallintatyöryhmään, sekä varmistaa omalta osaltaan riskienhallintatoimenpiteiden toteutumisen. (RIL 2016, 11.)

Rakennesuunnittelija

Erityismenettelyn toteuttamisen tärkeimmässä asemassa ovat erityissuunnittelijat, ja erityisesti vastaavat erityissuunnittelijat, joilla on oman toimialansa osalta keskeinen rooli erityismenettelyn toimenpiteiden ja riskienhallinnan selvittämisessä ja toteuttamisessa. Vastaavalla rakennesuunnittelijalla on kantavien rakenteiden ja rakennusfysikaalisen toimivuuden kannalta vastuullinen asema erityismenettelyn toimenpiteiden selvittämisessä ja toteutuksessa. Vastaava rakennesuunnittelija vastaa oman suunnittelualansa teknisestä laadusta, yhteensovituksesta ja riittävästä kokonaisuudesta. Hän varmistaa myös tuoteosasuunnitelmien yhteensovituksen ja sopivuuden kokonaisuuteen. Vastaavan rakennesuunnittelijan tulee myös toimittaa riittävät lähtötiedot osarakennesuunnittelijoille

sekä tuoteosasuunnittelijoille sekä varmistaa, että lähtötiedot on ymmärretty oikein. Lähtötietojen tulee sisältää erityismenettelyn vaatimat toimenpiteet ja erityishuomiot. (RIL 2016, 11,39.)

Vastaavan rakennesuunnittelijan tehtävä riskienhallinnassa on toimia rakenteellisen turvallisuuden osalta pääkoordinaattorina erityismenettelyn edellyttämien erityisien laadunvarmistustoimenpiteiden toteuttamisessa. Hankkeen alkuvaiheessa rakennesuunnittelijan tehtävä on konsultoida teknisissä asioissa rakennuttajaa ja pääsuunnittelijaa ja näin vaikuttaa mahdollisiin riskittömämpiin ratkaisuihin. Vastaava rakennesuunnittelija osallistuu riskienhallintatyöryhmään ja toimii sen koordinoivana osapuolena, mikäli hankkeelle ei ole osoitettu erillistä riskienhallintakoordinaattoria. Vastaavan rakennesuunnittelijan tulee laatia hankkeen yleissuunnittelun aikana rakenteellisen turvallisuuden riskiarvio tai riskianalyysi, joka toimii erityismenettelyn tarpeen päätöksen apuna. Riskianalyysiä hyödynnetään myös koko hankkeen riskianalyysissä riskien kartoittamisessa. Vastaava rakennesuunnittelija koordinoi suunnittelualan sisäistä riskianalyysiä ja varmistaa riskienhallintatyöryhmissä sovittujen riskienhallintatoimenpiteiden toteutumisen. (RIL 2016, 11. 39. 120.)

Vastaavan rakennesuunnittelijan, kuin myös muiden erityissuunnittelijoiden, tulee olla tiiviissä yhteistyössä erityismenettelyn edellyttämän ulkopuolisen tarkastajan kanssa. Suunnitelmat tulee toimittaa ulkopuoliselle tarkastajalle sovitulla laajuudella ja aikataulussa. Rakennesuunnittelija tekee ulkopuolisen tarkastajan edellyttämät päivitykset ja tarkennukset suunnitelmiinsa ja varmistaa, että tarvittavat tarkennukset välittyvät myös muille osarakennesuunnittelijoille sekä tuoteosasuunnittelijoille. (RIL 2016, 48; RT 2019a, 2.)

Vastaava rakennesuunnittelija osallistuu työmaan tarkastusasiakirjan ja toteutussuunnitelmien laadintaan ja suorittaa tarvittavat työmaalla tehtävät tarkastukset sovitulla laajuudella. Vastaavan rakennesuunnittelijan tulee osallistua kohteen huolto- ja käyttöohjeen laadintaan. Huolto- ja käyttöohjeeseen tulee arvioida käyttöön ja ylläpitoon liittyvät riskit ja toimenpiteet niiden ehkäisemiseksi, kuten tarvittavat tarkastukset.

Ulkopuolinen tarkastaja

Erityismenettelyn edellyttämän ulkopuolisen tarkastajan tulee tarkastaa oman suunnittelualansa osalta suunnitelmat ja tarvittaessa kommentoida niiden toimivuutta.

Ulkopuolinen tarkastaja toimii tiiviisti yhteistyössä kohteen vastaavan erityissuunnittelijan kanssa. Rakennesuunnitelmien ulkopuolinen tarkastaja tarkastaa rakenteellisen turvallisuuden toteutumista ja tarvittaessa myös rakennusfysikaalista toimivuutta. Tarkastukset suoritetaan ennalta sovitun suunnitelman mukaisesti ja edellytetyllä laajuudella. Tarvittaessa ulkopuolisen tarkastajan ja rakennesuunnitteluryhmän välillä järjestetään pala-veri, jossa käydään suunnitelmia läpi. Ulkopuolinen tarkastaja laatii tarkastustoimestaan raportin, joka toimitetaan rakennuttajan ja rakennesuunnittelijan lisäksi myös rakennusvalvontaviranomaiselle. Raportin tulee olla riittävän kattava, jotta siitä selviää mihin asioihin on puututtu ja miten olemassa olevaan ratkaisuun on päädytty. (RT 2019a, 1; RT 2019b, 2.)

Ulkopuolinen tarkastaja osallistuu riskienhallintatyöryhmiin ja tuo omat näkemyksensä riskianalyysiin ja tarvittaviin toimenpiteisiin. Hän tarvittaessa toimii myös toimenpiteiden toteutumisen valvojana ja voi suorittaa myös tarvittavia katselmuksia työmaalla. (RIL 2016, 24.)

Riskienhallintakoordinaattori

Riskienhallintakoordinaattori on yleensä hankkeen ulkopuolinen henkilö. Hän toimii riskienhallintaorganisaation vetäjänä ja laatii hankkeen riskianalyysin ja siitä myöhemmin jalostuvan riskienhallintasuunnitelman. Riskienhallintakoordinaattori sopii pidettävät työpajat ja niiden tavoitteet, sekä laatii työpajoista raportit. (RIL 2016 24, 120.)

Palokonsultti/ vastaava paloturvallisuussuunnittelija

Palokonsultin tehtävänä on laatia hankkeen palotekninenselvitys ja -suunnitelmat sekä tarvittaessa paloturvallisuuden erityissuunnittelija tai ulkopuolinen tarkastaja. Korkeiden rakennusten osalta hän tekee myös tarvittaessa toiminnallisen palomitoituksen. Osallistuu paloturvallisuuden osalta riskianalyysin laadintaan ja riskienhallintatyöryhmään. (Helsinki 2018.)

Urakoitsija

Urakoitsijan tehtävä on toteuttaa rakentaminen lakien ja viranomais määräysten sekä laadittujen suunnitelmien mukaisesti. Erityismenettelyyn kuuluvissa hankkeissa lisänä on huomioida ja toteuttaa riskienhallintasuunnitelman mukaisia toimenpiteitä rakentamisessa. Urakoitsijan tulee myös varmistaa ja valvoa edellytettävien laatutavoitteiden saavuttaminen. (RIL 2016, 11.) Urakoitsijan on esitettävä ennen kyseessä olevan työvaiheen aloitusta, kuinka hän aikoo varmistaa työsuorituksen laadun. Tähän urakoitsija voi käyttää laatimaansa laatusuunnitelmaa tai erityismenettelyn edellyttämää laadunvarmistusselvitystä, jossa on esitetty suunnitelma laadun varmistamiseksi. Näiden avulla rakennuttajan laatuvaatimukset ja -toimenpiteet sekä urakoitsijan toimintatavat nivotaan yhteiseksi työmaakohtaiseksi menettelyksi. Laatusuunnitelman ja laadunvarmistusselvityksen pohjana toimii riskianalyysi. Urakoitsijan edustajan, yleensä vastaava työnjohtaja, tulee osallistua riskienhallintatyöryhmän workshoppeihin ja tuoda esille toteutukseen liittyvät riskit sekä toimenpide -ehdotukset niiden riskien ehkäisemiseksi. Erityisesti aikatauluun tulee kiinnittää huomiota. Sovitut toimenpiteet tuodaan laatusuunnitelmaan tai laadunvarmistusselvitykseen konkreettisiksi laadunvarmistustoimenpiteiksi ja ne liitetään myös osaksi tarkastusasiakirjaa. (RT 2017,11.)

Urakoitsijan tulee tuoda tietoon työmaan edetessä sovittujen tuotteiden, tuoteosatoimittajien ja aliurakoitsijoiden käytöstä sekä hyväksyttävä nämä rakennushankkeen ryhtyvällä ja tarvittaessa rakennusvalvontaviranomaisella. Edellä mainittujen tietojen tarkentuessa riskienhallintatyöryhmän tulee arvioida näiden riskillisyyttä ja tarvittaessa päivittää riskianalyysiä sekä riskienhallintasuunnitelmaa. (Haastateltava 1 2020.)

Tuoteosatoimittajat, - suunnittelijat

Tuoteosatoimittajat ja niiden suunnittelijoiden tulee myös huomioida erityismenettelyn edellyttämät toimenpiteet tuoteosien valmistuksessa ja suunnittelussa. Valmistuksen tulee noudattaa omaa tai sovittua laatujärjestelmää. Tuoteosasuunnittelijan tulee toimittaa tuotteen ja suunnitelmiansa lähtötiedot sekä lopulliset tuoteosien suunnitelmat rakennus suunnittelijalle ja arkkitehdille sovitulla laajuudella. Tuoteosatoimittaja ja -suunnittelija osallistuvat tarvittaessa riskianalyysin laadintaan. (RIL 2016, 11.)

Käyttäjä

Kiinteistön omistaja on vastuussa rakennuksen rakenteellisesta turvallisuudesta ja terveellisyydestä sen valmistuttua. Hänellä on velvollisuus luovutuksen jälkeen erityismenettelyn edellyttämien toimien toteuttamisesta, kuten tehdä viranomaisen edellyttämän MRL:n 117a – 117g § (2014) mukaista käytönaikaista seuranta teknisten järjestelmien, rakenteiden ja ylläpidon osalta. Hänen tulee osaltaan informoida mahdollista erillistä käyttäjää näiden toimenpiteiden vaatimuksista ja tutustuttaa huolto ja käyttöohjeeseen. (RIL 2016,11.)

Liite 12. Erityismenettelyä tukevat toimenpiteet

Työmaatoteutuksen laadunvarmistus

Työmailla on toteutuksen laadunvarmistukseen käytössä yleisiä toimenpiteitä ja menetelmiä, jolla haluttu laatu saavutetaan. Erityismenettelyn piirissä olevissa hankkeissa on käytössä luvun 4.4.1 mukainen laadunvarmistusselvitys, mutta mikäli selvitystä ei tarvita on silti hyvä erittäin vaativissa hankkeissa kiinnittää laadunvarmistamiseen huomiota. Luvussa 4.4 on esitetty rakennuttajan ja urakoitsijan normaaleissa hankkeissa käytettävät laadunvarmistustoimenpiteet kuten tarkastusasiakirja, jonka tarkoitus on osoittaa ja varmistaa rakennustyön suunnitelmien ja viranomaisvaatimusten mukaisuutta. Tarkastusasiakirjaan merkitään tehdyt tarkastukset ja niiden suorittajat. Rakennusvaiheen tarkastuksen suorittavat henkilöt tulisi sopia jo rakennusluvassa tai aloituskokouksessa ja myös suunnittelijat osallistuvat alustavan tarkastusasiakirjan laadintaan. Tarkastuksia työmaalla suorittaa yleisesti vastaava työnjohtaja, joka johtaa rakennustyötä ja niiden tarkastusta sekä ylläpitää tarkastusasiakirjaa, tai hänen erikseen nimeämä työnjohtaja. Osa tarkastuksista vaatii erillisen asiantuntijan, joka yleensä on kyseisen tarkastettavan kohdan suunnitellut erityissuunnittelija, hankkeen valvoja tai muu ulkopuolinen tarkastaja, kuten hankkeelle edellytetty ulkopuolinen tarkastaja.

Työmaalla voidaan tiettyihin kriittisiin työvaiheisiin kiinnittää erityisen paljon huomiota ja edellyttää toimenpiteitä niiden laadunvarmistukseen. Rakennusfysikaalisen toiminnan ja terveyden kannalta voidaan työmaalla edellyttää tehostettua työnaikaista kosteudenhallintaa tai työmaan tehostettua olosuhteiden hallintaa. Paloturvallisuuden laadunvarmistuksen osalta tulee pelastuslain puitteissa suunnittelun ja toteutuksen osalta käyttää ulkopuolista kyseiseen tarkastustoimeen erikoistunutta asiantuntijaa. Tarkastukset koskevat suurilta osin laitteistoja, mutta myös rakennesuunnittelijan tekemien palokatko-suunnitelmien mukaista toteutusta. (RIL 2016 ,35, 81.)

Tehostettu työmaan kosteudenhallinta

Kosteudenhallinta työmailla on noussut tärkeäksi osaksi rakennuksen terveellisyyden laatuvaatimusten täyttämiseksi. Tehokkaita kosteudenhallinnan menettelyjä tulee käyttää kaikissa hankkeissa, mutta erityismenettelyn piiriin kuuluvissa hankkeissa niihin tulee kiinnittää erityistä huomiota. Kosteudenhallinnan kannalta olennaiset riskit tulee arvioida

riskianalyysin avulla ja sen pohjalta määritellä tarvittavat laadunvarmistustoimenpiteet. Rakennesuunnittelijan näkökulmasta kosteudenhallinnan onnistumiseksi tulee suunnitella rakenneratkaisut niin, että työmaalla tehtävä kosteudenhallinta helpottuu. Rakennusaikaisen kosteuden hallittu ja riittävä poistuminen tulee suunnitella myös niin, että hallittu poistuminen onnistuu myös pinnoitettavien rakenteiden osalta. Kosteudenhallinnan oikeanlainen hallinta varmistetaan työmaa- ja suunnitelmatarkastuksilla. (RIL 2016, 67.) Valmisosien, kuten Sandwich -betonielementtien villojen ja muiden kosteudelle alttiiden rakennusmateriaalien säänsuojaus kuljetuksen ja varastoinnin ajaksi, tulisi olla huomioitu suunnitelmissa. Rakennesuunnittelijan tulee osallistua kosteudenhallinnan varmistamiseksi oman suunnittelunsa osalta Kuivaketju 10 -asiakirjan laadintaan.

Tehostettu työmaan olosuhteiden hallinta

Rakennuksen terveellisyyden laadunvarmistuksessa erittäin vaativissa hankkeissa on tarvittaessa työmaan olosuhteiden hallintaan kiinnitettävä tehostetusti huomiota. Esimerkiksi puhdastiloissa ja sairaaloissa, joissa ilmaan jäävät pienhiukkaset voivat aiheuttaa terveydelle tai tutkimuksille vaaraa, on työmaalla hallittava olosuhteet hyvin. Työmaalle tehostettu olosuhteiden hallinta tarkoittaa, että työmaalle on tehtävä pölyn ja puhtaudenhallintasuunnitelma sekä rakennuksen ja ilmastoinnin puhtausluokitus on otettu riittävästi huomioon. Loppusiivous ja korjaushankkeissa purettavien haitta-aineiden käsittely tulee toteuttaa myös ohjeistuksien mukaisesti ja riittävällä tarkkuudella. (RIL 2016,73.) Rakennesuunnittelijan osuus työmaan olosuhteiden tehostetussa hallinnassa rajoittuu pääasiassa oikeiden materiaalien valintaan ja mahdolliseen asiantuntijatarkastukseen. Erityisesti puhdastilojen ja terveyden kannalta olennaisiin tiloihin, kuten sairaaloiden eristysosastot, tulee kiinnittää rakenneratkaisujen ja rakennusmateriaalien osalta erityistä huomiota.

Valmisosatuotannon erityinen laadunvarmistus

Rakentamisessa käytetään yhä enenemissä määrin valmisosia, jotka toimitetaan työmaille valmisosatuotannon kautta. Valmisosien suunnitelmat tulevat joko suoraan tehtaalta tai erillisen suunnittelijan kautta. Yleisempiä valmisosia ovat betonielementit, puu- ja teräselementit sekä erilaiset lasiseinäratkaisut. Kantavien elementtien, kuten betonielementtien suunnittelu voi olla sisällytetty rakennesuunnitteluun, mutta nykyään on

paljon käytössä myös eriytettyä elementtisuunnittelua, jossa elementit suunnittelee eri yritys tai valmisosien tuottaja. Monesti laajassa kohteessa voi olla valmisosien suunnittelu ja asennus hajautettu monelle eri toimijalle, jolloin yhteensovituksen kanssa voi tulla haastetta. Vastuukysymykset ovat myös haasteellisia, sillä suunnittelujen tehtäväluettelot eivät anna suoria vastauksia esimerkiksi rakennesuunnittelun ja valmisosasuunnittelun vastuu- ja tehtävärajoista. Laadunvarmistukseen tällaisissa hankkeissa on hyvä kiinnittää huomiota ja selvästi kuvata koordinointi vastuut (Haastateltava 1 2020). Hajautetut tuote- ja valmisosasuunnittelut ovat koordinoinnin ja suunnitelmien yhteensovitusten kannalta yksi suurimmista riskeistä rakennushankkeissa.

Valmisosien suunnittelijalla on yleensä erillinen vastuullinen suunnittelijansa, joka vastaa valmisosien suunnitelmien laadusta ja siitä, että ne noudattavat sovittuja rakennus-, ja rakennesuunnitelmissa annettuja lähtötietoja. Lain puitteissa kuitenkin vastaava rakennesuunnittelija on vastuussa kantavien rakenteiden laadusta ja kestävydestä, jolloin koordinointi vastuu on hänellä valmisosien kelpoisuuksista ja yhteensovituksista. Vastaavan rakennesuunnittelijan tulisi toimenkuvansa mukaan tarkastaa valmisosien kelpoisuus kohteeseen, kuten tarvittavat tuotehyväksynät, viranomaisvaatimukset ja tarkastaa, että valmisosan lähtötiedot, kuten kuormitukset ja mitoitukset ovat oikeansuuntaiset, jotta rakenne toimii oikealla tavalla suunnitellussa kohdassa. Tarkastaminen tulisi kohdentaa jo tyyppielementteihin, jotta siellä lähtötiedot olisi jo huomioitu. Vastaavan rakennesuunnittelijan ja vastuullisen tuoteosasuunnittelijan lisäksi tarkastuksia voi suorittaa myös hankkeen ulkopuolinen tarkastaja sekä tuotehyväksyntöjen osalta ulkopuolinen asiantuntijaorganisaatio tai puolueeton tutkimuslaitos. Valmisosien tarkastamisen tulisi tapahtua ennen valmisosan tuotantoon menoa. (RIL 2016, 52.) Joidenkin valmisosien osalta voi olla haastavaa tarkastaa niiden oikeellisuutta, varsinkin jos kyseessä on tietyn toimijan erikoisosaaminen, kuten esimerkiksi Peikon Delta-palkit.

E erityisen vaativissa hankkeissa ja varsinkin erityismenettelyn piiriin kuuluvissa hankkeissa tulisi valmisosien laadunvarmistukseen kiinnittää erityistä huomiota. Näissä hankkeissa olisi hyvä tuoda valmisosien suunnittelu ja tuotanto mukaan riskianalyysiin ja muihin erityismenettelyn laadunvarmistustoimenpiteisiin. (RIL 2016, 37.) Tällaisissa kohdeissa voi olla paljon poikkeavia suunnitteluratkaisuja ja kuormituksia. Esimerkiksi korkeissa rakennuksissa voi olla tarpeellista kiinnittää ikkunat julkisivuelementteihin jo tehtaalla, joka vaatii suunnittelijalta ja tehtaalta erityistä tarkkuutta ikkunoiden tiiveyteen ja kiinnityksien kestävyteen voimakkaissa tuuliolosuhteissa. (Ala-Ojala 2011, 5.) Kantavien rakenteiden liitoksilta vaaditaan monesti myös vaativampia kestävyksiä ja siksi

myös niiden oikeanlaiseen suunnitteluun ja asentamiseen on hyvä kiinnittää tarkkaavaisuutta. Valmisosat ja niissä käytettävät tuotteet kuuluvat pääsääntöisesti CE-merkinnän tai kansallisten tuotehyväksyntämenettelyyn piiriin. Tällöin näiden laadunvalvonnassa on käytettävä hyväksyntämenettelyyn kuuluvia varmennusmenettelyjä. Silloin tällöin on myös tilanteita, jolloin valmisosan kelpoisuuden osoittamisen ainoa keino on rakennuspaikkakohtainen osoittamismenettely. Yleensä tällöin tuotteen kelpoisuuden varmistamiseksi käytetään ulkopuolista tarkastusta. Myös valmisosan asennuksessa työmaalla voidaan sen laadunvarmistamiseksi käyttää ulkopuolista tarkastusta tai asiantuntijatar- kastusta. Näitä menettelyjä voidaan käyttää myös kaikissa muissakin hankkeissa val- misosatuotannon osalta. Valmisosien laadunvarmistustoimenpiteet ja tarkastukset mer- kitään rakennustyön tarkastusasiakirjaan. (RIL 2016, 37, 52, 68.)

Rakennesuunnitelmien sisäinen laadunvarmistus

Edellä mainittujen erityismenettelyä tukevien toimien lisäksi, rakennesuunnittelussa on noudatettava Ympäristöministeriön asetuksia ja ohjeita. Kantavien rakenteiden asetuk- sessa määrätään hankkeen vaativuudesta tai seuraamuksista johtuen rakenteiden lisä- varmuutta ja laatua varmistavia toimenpiteitä. Toimenpiteet koskevat niin suunnittelua kuin rakennustuotteiden laadun ja kelpoisuuden varmistamista. (RIL 2016, 54.)

Asetuksessa mainitaan, että suunnittelu on toteutettava eurokoodien ja Ympäristöminis- teriön kansallisten ohjeistuksien mukaan ja suunnittelussa on huomioitava rakennuspai- kasta johtuvat olosuhteet. Suunnittelussa saa käyttää rakenteellisesti yhtenä kokonai- suutena toimivassa rakenteessa vain yhtenäistä suunnittelu- ja toteutusjärjestelmää. Asetuksessa on määrätty myös rakennesuunnitelmien sisältö ja laajuus. Toteutussuun- nitelmien asiakirjoissa on esitettävä niihin kuuluvat laskelmat, piirustukset, työselostus, mahdollinen kuntotutkimus sekä muut selvitykset ja ohjeistukset, kuten rakenteiden käy- tön aikaisista tarkastuksista. (YM 2014.)

Edellä mainittujen rakennesuunnitelmien sisällön laadunvarmistus tulee olla tehtynä en- nen niiden toimittamista rakennusvalvontaviranomaiselle. Rakennesuunnitelmien laa- dunvarmistuksena on tehtävä asetusten mukaan tarkastussuunnitelma, joka kohdistuu rakennesuunnittelijan laatimiin laskelmiin, piirustuksiin ja muihin tuotettuihin suunnitel- matietoihin. Tarkastussuunnitelmassa kuvataan suunnitelmien tarkastusmenettelyt, vas- tuuhenkilöt ja vastuuhenkilöiden suhde rakennesuunnittelun projektiorganisaatioon. Tar- kastussuunnitelman laajuus määräytyy rakennuksen tai yksittäisen rakennusosan

seuraamusten ja suunnittelutehtävän vaativuuden perusteella. (YM 2014.) Rakennesuunnitelmien tarkastuksen voi suorittaa rakennussuunnitteluorganisaation sisäinen, mutta kohteesta riippumaton tarkastaja, kuten esimerkiksi kollega, jolla on kohteen vaatimusten mukainen pätevyys. Erittäin vaativissa ja poikkeuksellisen vaativissa hankkeissa tarkastuksen suorittaa hankkeen ulkopuolinen tarkastaja.

Rakennesuunnittelua tekevällä yrityksellä tulee olla suunnitelmien tarkastusmenettely osana yrityksen toiminta- ja laatu järjestelmää. Tarkastusjärjestelmä tulisi tuoda osaksi suunnitteluprosessia, jolloin virheet saadaan minimoitua ennen niiden kertaantumista. Tarkastukset voidaan sopia pidettäväksi esimerkiksi tietyn suunnitelman valmistuttua tai tietyn osakokonaisuuden suunnittelun valmistuttua. Tärkeimpiä tarkastustoimia on varmistaa, että Rakenteiden suunnittelun- ja toteutuksen perusteet -asiakirja eli ns. ”0-asiakirja” on ajan tasalla ja siinä esitetyt asiat on huomioitu suunnittelussa. Tarkastettavia asioita ovat myös lähtötietojen riittävyys ja niiden noudattaminen, kantavien rakenteiden mitoituksen oikeellisuus oikeilla suunnittelumenetelmillä sekä suunnitelmien toteutuskelpoisuus ja kustannustehokkuus. (RIL 2016, 55.)

Rakennustuotteiden kelpoisuuden varmistaminen

Erytymenettelyä tukevana toimenpiteenä voidaan pitää myös rakennustuotteiden kelpoisuuden arviointia. Rakennustuotteella tulee olla riittävät ominaisuudet toimiakseen rakenteissa lainmukaisilla vaatimuksilla ja tavanomaisilla huoltotoimenpiteillä. (MRL 1999.)