



Rakennesuunnittelu osana rakennushanketta

Janne Pihlajamäki

OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2020

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Talonrakennustekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Talonrakennustekniikka

PIHLAJAMÄKI JANNE:
Rakennesuunnittelu osana rakennushanketta

Opinnäytetyö 55 sivua, joista liitteitä 2 sivua
Huhtikuu 2020

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selkeyttää erityisesti kokemattomille suunnittelijoille rakennesuunnitteluprojektin tehtäväsisältöä sekä koota olennainen tieto rakennesuunnittelusta yhdeksi oppaaksi. Opinnäytetyö koottiin pääosin kirjallisuuslähteiden avulla. Lisäksi opinnäytetyötä varten on haastateltu neljää kokenutta asiantuntijaa. Haastatteluiden avulla selvitettiin rakennesuunnittelun tehtäväluettelon RAK18 käyttöön liittyviä ongelmia sekä täydennettiin kirjallisuuslähteistä saatua tietoa.

Rakennushanke on monivaiheinen prosessi, jossa rakennesuunnittelulla on suuri ja vastuullinen rooli. Rakennesuunnittelu vastaa rakennuksen rakenneteknisestä toteutettavuudesta ja siitä, että rakennus kestää siihen kohdistuvat rasitukset vähintään suunnitellun käyttöajan. Onnistunut suunnitteluprojekti vaatii tarkkaa projektikohtaista tehtävämäärittelyä. Rakennesuunnittelijan tulee tietää, miten rakennushanke etenee, ja mitä tehtäviä eri hankevaiheet sisältävät.

Opinnäytetyössä tarkastellaan rakennushankkeen rakennetta ja osapuolia sekä perehdytään rakennesuunnittelun rooliin, lakien asettamiin pätevyysvaatimuksiin ja tehtäväluettelon RAK18 mukaisiin perustehtäviin. Lisäksi opinnäytetyössä perehdytään tietomallintamisen käyttöön rakennesuunnittelun työkaluna ja rakennesuunnittelun tuottamiin asiakirjoihin. Tietomallintamisen ja asiakirjojen tarkkuus eri suunnitteluvaiheissa esitellään tekstimuotoisen ohjeistuksen lisäksi kuvien ja mallipiirustusten avulla.

Tämä opinnäytetyö tehtiin WSP Finland Oy:lle. Opinnäytetyön perusteella laadittu WSP:n suunnittelijoiden käyttöön jäävä ohjekortti antaa rakennesuunnittelijalle kattavan kuvan eri hankevaiheiden sisältämästä kokonaisuudesta sekä rakennesuunnittelun tehtäväluettelon RAK18 käytöstä ja sen määrittelemästä tehtäväsisällöstä. Ohjeen avulla kokematon suunnittelija kykenee itsenäisesti perehtymään eri suunnitteluvaiheiden sisältöön ja suunnitelmien vaihekohtaisiin sisältövaatimuksiin.

Asiasanat: rakennesuunnittelu, rakennushanke, tehtäväluettelo

ABSTRACT

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

PIHLAJAMÄKI JANNE:
Structural Design as Part of a Construction Project

Bachelor's thesis 55 pages, appendices 2 pages
April 2019

The purpose of this thesis was to clarify the content of structural designers' tasks, especially for inexperienced designers, and to gather the relevant information about structural design into one guide. Literature related to the industry was the main source of data here. Four interviews were also conducted with experienced designers to address issues in the structural design task list RAK18 and to supplement the content obtained from the literature sources.

A construction project is a multi-step process where structural design has a major and responsible role. Structural design is responsible for the structural feasibility of the building and ensures that the building will withstand all the strains at least for the duration of its projected lifetime. A successful design project needs a precise project-specific task definition. The structural designer must know how the construction project proceeds and what tasks the structural designer has in each phase of project.

In this thesis, a discussion is presented on the structure and participants of a construction project, the structural designers' role, legal requirements for the structural designing and the basic tasks in the task list RAK18. The thesis also deals with building information modeling and the documents which are produced by a structural designer. The accuracy of BIMs and documents in each phase is shown by pictures and example drawings.

This thesis was done for WSP Finland Oy. The guide for the designers of the WSP gives a comprehensive view of the construction project phases and the use of the structural design task list RAK18 and the task content it defines. With the help of the guide, the inexperienced designer can independently study the content of the different phases and the requirements of the plans in each phase.

Key words: structural design, construction project, task list

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	RAKENNUSHANKE.....	7
	2.1 Rakennushankkeen osapuolet.....	7
	2.2 Rakennushankkeen vaiheet.....	9
3	RAKENNESUUNNITTELU	11
	3.1 Suunnittelutehtävien vaativuusluokat	13
	3.2 Rakennesuunnittelijan kelpoisuusvaatimukset.....	15
	3.3 Tietomallintaminen rakennesuunnittelun työkaluna.....	16
	3.3.1 Rakennesuunnittelun yleiset tietomallivaatimukset.....	17
	3.4 Rakennesuunnittelun asiakirjat	19
	3.4.1 Rakennepiirustukset ja luettelot.....	19
	3.4.2 Työselostukset ja muut kirjalliset asiakirjat	21
	3.4.3 Laskelmat	24
4	RAKENNESUUNNITTELUN TEHTÄVÄLUETTELO	25
	4.1 RAK18 liitetiedostot.....	26
	4.2 Rakennesuunnittelun tehtäväluettelon muutokset.....	27
5	RAKENNESUUNNITTELUN TEHTÄVÄT	29
	5.1 Hankesuunnittelu (B).....	30
	5.1.1 RAK18 mukaiset perustehtävät ja tuotokset.....	31
	5.2 Suunnittelun valmistelu (C)	31
	5.2.1 RAK18 mukaiset perustehtävät ja tuotokset.....	32
	5.3 Ehdotussuunnittelu (D).....	32
	5.3.1 RAK18 mukaiset perustehtävät ja tuotokset.....	33
	5.3.2 Rakennepiirustusten ja tietomallin sisältö	34
	5.4 Yleissuunnittelu (E)	34
	5.4.1 RAK18 mukaiset perustehtävät ja tuotokset.....	35
	5.4.2 Rakennepiirustusten sisältö.....	36
	5.4.3 Tietomallin sisältö	37
	5.5 Rakennuslupatehtävät (F).....	38
	5.5.1 RAK18 mukaiset perustehtävät ja tuotokset.....	39
	5.6 Toteutussuunnittelu (G).....	39
	5.6.1 RAK18 mukaiset perustehtävät ja tuotokset.....	40
	5.6.2 Rakennepiirustusten sisältö hankintoja palvelevassa vaiheessa.....	44
	5.6.3 Rakennepiirustusten sisältö toteutusta palvelevassa vaiheessa.....	45

5.6.4 Hankintoja palvelevan tietomallin sisältö	46
5.6.5 Toteutusta palvelevan tietomallin sisältö	48
5.7 Rakentamisen valmistelu (H) ja rakentaminen (I).....	49
6 POHDINTA	51
LÄHTEET.....	52
LIITTEET	54
Liite 1. Hankintoja varten tuotetun mallielementin piirustus	54
Liite 2. Tason mittapiirustuksen osa toteutussuunnitteluvaiheessa.....	55

1 JOHDANTO

Rakennushanke on usean eri osapuolen toteuttama monivaiheinen prosessi, jossa jokainen vaihe liittyy toiseensa. Onnistunut rakennushanke vaatii jatkuvaa tiedonvälitystä eri osapuolten välillä ja sitä, että osapuolet ovat tietoisia tehtävistään ja vastuistaan. Tiedonvälitys vaatii selkeät yleiset ja projektikohtaiset pelisäännöt sekä toimintaohjeet. Osapuolet vaihtuvat hankkeesta toiseen, jonka vuoksi on välttämätöntä, että eri osapuolten käytettävissä on yleisiä ohjeita, jotka helpottavat hankkeen koordinoitua ja suunnittelua. (RIL-229-1-2013, 11.)

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on helpottaa ja nopeuttaa rakennesuunnittelijoiden työskentelyä rakennushankkeen aikana keräämällä olennainen tieto rakennesuunnittelusta ja rakennesuunnittelun tehtävistä rakennushankkeessa yhdeksi ohjeeksi. Opinnäytetyössä tarkastellaan rakennushankkeen rakennetta ja osapuolia, sekä perehdytään rakennesuunnittelun rooliin, lakien asettamiin pätevyysvaatimukseen ja tehtäväluettelon RAK18 mukaisiin perustehtäviin. Lisäksi opinnäytetyössä käydään läpi rakennesuunnittelun tuottamia asiakirjoja sekä tietomallintamista ja sen käyttöä rakennesuunnittelun työkaluna.

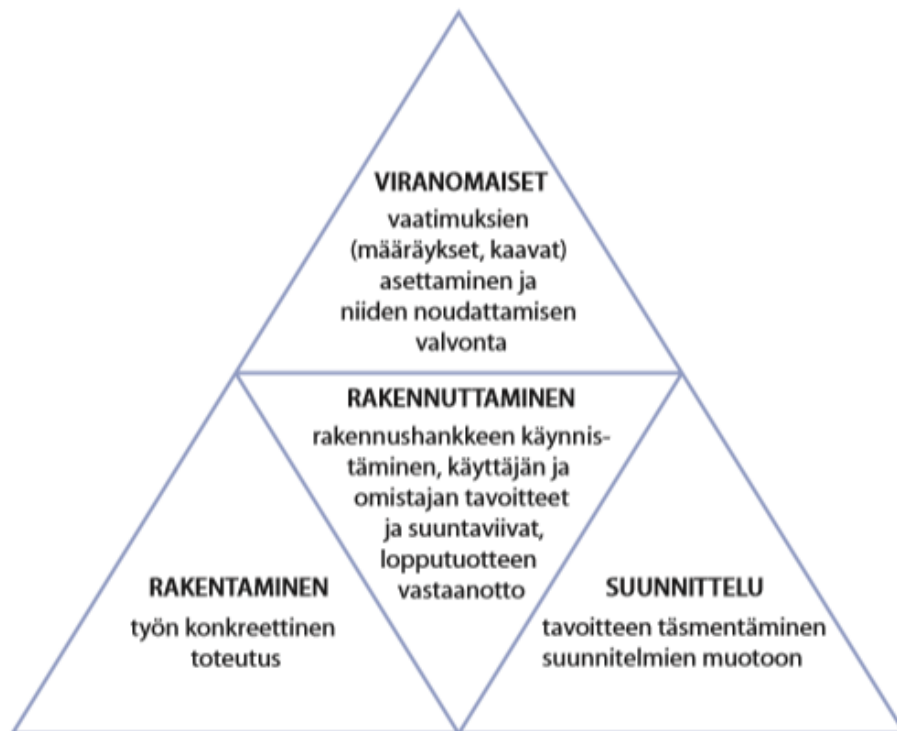
Opinnäytetyön toimeksiantaja on WSP Finland Oy, joka on eri osaamisaloja yhdistelevä yhdyskuntarakentamisen asiantuntijayritys. Opinnäytetyön ohessa tehtiin ohje yrityksen suunnittelijoiden käytettäväksi. Opinnäytetyön sisältö pohjautuu pääasiassa Rakennustieto Oy:n julkaisemiin ohjekortteihin sekä Suomen Rakennusinsinöörien Liiton julkaisemaan kirjaan RIL 229-1-2013. Tämän lisäksi tietoa on kerätty muun muassa maankäyttö- ja rakennuslaista sekä kokeneita asiantuntijoita haastatteleamalla.

Sekä opinnäytetyö että ohje on rajattu käsittelemään tyypillisiä talonrakennuspuolen uudiskohteita, ja ne painottuvat eri hankevaiheiden tehtäväsisältöjen läpikäymiseen. Ohjeen avulla rakennesuunnittelijan tulisi helposti ymmärtää eri hankevaiheiden sisältämä kokonaisuus sekä rakennesuunnittelun rooli rakennushankkeen aikana.

2 RAKENNUSHANKE

Tässä luvussa käsitellään vain perinteisellä urakkatoteutuksella toteutettua rakennushanketta. Perinteisellä urakkatoteutuksella tarkoitetaan yhden urakoitsijan kokonaisurakkaa tai useamman urakoitsijan tekemiä pää- ja sivu-urakoita, jotka toteutetaan tilaajan teettämien suunnitelmien mukaan. Muita yleisiä urakamuotoja ovat muun muassa projektinjohtourakka ja kokonaisvastuu-urakka eli KVR-urakka. Ne poikkeavat tavanomaisesta urakkatoteutuksesta siten, että niissä hankkeen koordinoinnista ja suunnittelun ohjauksesta vastaa projektinjohtourakoitsija/-rakennuttaja tai yksittäinen urakoitsija. (RIL 229-1-2013 2013, 36-37.)

2.1 Rakennushankkeen osapuolet



KUVA 1. Rakennushankkeen osapuolet (RT 10-11222 2016).

Rakennushankkeen osapuolet voidaan jakaa neljään pääryhmään, jotka ovat rakennuttaminen, viranomaiset, suunnittelu ja rakentaminen. Rakennushankkeen

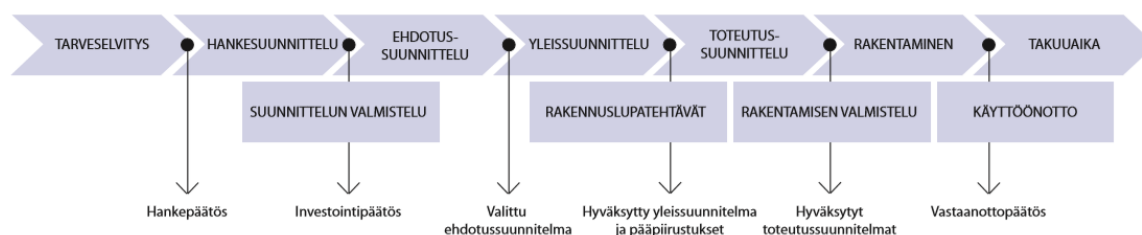
seen ryhtyvää ja rakennuttaja kuuluvat pääryhmään rakennuttaminen. He ovat rakennushankkeessa keskeisessä roolissa, sillä heidän tehtäviin kuuluu rakennushankkeen käynnistäminen, lupien hankinta, rakentamisen läpiviennistä huolehtiminen ja tavoitteiden määrittäminen. Rakennuttamisen alla toimivat henkilöt kordinoivat siis rakennushanketta ja huolehtivat siitä, että hanke suunnitellaan ja rakennetaan määräysten ja rakennusluvan mukaisesti. Arkikielessä kyseisiä rakennushankkeen osapuolia kutsutaan yleensä hankkeen tilaajiksi. (RT 10-11222 2016.)

Rakennushankkeen suunnittelusta vastaa usein suuri suunnitteluryhmä, johon kuuluu useita eri alojen suunnittelijoita. Rakennushankkeeseen kuuluvia suunnittelijoita ovat pääsuunnittelija, rakennussuunnittelija, erityissuunnittelijat ja asiantuntijat. Suunnittelijoiden työ etenee tilaajan/rakennuttajan ohjauksessa. Suunnittelutehtävät on jaoteltu neljään eri vaativuusluokkaan maankäyttö- ja rakennuslain mukaisesti. Rakennushankkeen kaikki suunnittelutehtävät eivät välttämättä kuulu samaan vaativuusluokkaan, vaan hankkeessa saattaa olla useita eri vaativuusluokan tehtäviä. Rakennusvalvontaviranomainen arvioi vaativuusluokkien perusteella suunnittelijoiden kelpoisuutta suorittaa suunnittelutehtävä. (RT 10-11222 2016.)

Urakoitsijat vastaavat rakennushankkeen lopputuotteen eli rakennuksen rakentamisesta tilaajan toimeksiannosta. Rakennushanke on tyypillisesti jaoteltu useaan eri työkokonaisuuteen eli urakkaan, joita hoitavat useat eri urakoitsijat. Urakoitsijat voivat olla pää-, sivu-, ali- ja osaurakoitsijoita sekä erityisalan urakoitsijoita. Urakat eivät aina liity pelkästään rakentamiseen, vaan ne saattavat sisältää myös suunnittelua ja materiaalihankintoja. Lisäksi rakennushankkeen rakennusvaiheessa mukana saattaa olla myös tuoteosatoimittajia ja käyttäjän erillistoimittajia. (RT 10-11222 2016.)

Rakennushanke toteutetaan aina viranomaisten valvonnan alla. Rakennusvalvontaviranomaiset valvovat, että rakennus rakennetaan kaavan, sekä voimassa olevien lakien ja säännösten mukaisesti. Rakennusvalvonta kiinnittää huomiota rakennuksen tekniseen toimivuuteen, arkkitehtuuriin, sopivuuteen ympäristöön, terveyteen ja turvallisuuteen sekä siihen, että rakennustyö suoritetaan huolellisesti. (RT 10-11222 2016.)

2.2 Rakennushankkeen vaiheet



KUVA 2. Rakennushankkeen vaiheet (RT 10-11256 2017).

Rakennushankkeen ensimmäinen vaihe on tilaajan/rakennuttajan tekemä tarveselvitys. Tarveselvityksessä tarkastellaan hankkeen tarpeellisuutta sekä määritellään hankkeen lähtökohdat ja alustavat tavoitteet. Tarkasteltavia asioita ovat muun muassa eri tilojen asettamat vaatimukset ja niiden vaihtoehtoiset käyttömahdollisuudet sekä eri vaihtoehtojen edullisuus. Tilaajan/rakennuttajan apuna tarveselvitysvaiheessa voi olla erilaisia suunnittelijoita ja asiantuntijoita. Vaiheen jälkeen syntyy hyväksytty tarveselvitys ja hankepääätös. (RT 103087 2019.)

Hankepääätöksen pohjalta hankkeessa siirrytään seuraavaan vaiheeseen, joka on hankesuunnittelu. Myös hankesuunnittelusta vastaa rakennushankkeen tilaaja/rakennuttaja. Hankesuunnittelu on yksi tärkeimmistä rakennushankkeen vaiheista, ja se asettaa rakennushankkeelle selkeät tavoitteet, jotka koskevat hankkeen laatua, laajuutta, toimivuutta, kustannuksia, ajoitusta ja ylläpitoa. Vaiheen aikana rakennushankkeeseen otetaan yleensä mukaan rakennussuunnittelija, ja mahdollisesti myös muita suunnittelijoita tarpeen vaatiessa. Hankesuunnittelun tuloksena syntyy investointipäätös. (RT 103087 2019.)

Suunnittelun valmistelu on vaihe, jonka tavoitteena on organisoida rakennushankkeen suunnittelu. Vaiheen aikana selvitetään lähtötiedot, suunnittelutehtävien laajuus ja vaativuus sekä järjestetään mahdolliset suunnittelukilpailut ja käydään eri osapuolten kanssa kaikki tarvittavat neuvottelut. Kilpailutusten ja neuvotteluiden jälkeen valitaan rakennushankkeen suunnittelijat ja tehdään suunnittelusopimukset. Suunnittelun valmistelu ajoittuu hankesuunnittelun ja ehdotussuunnittelun väliin, mutta valmistelua voi tapahtua myös kyseisten vaiheiden aikana. Suunnittelun valmisteluvaiheen tuloksena syntyy suunnittelupäätös, ja hankkeen suunnittelu voidaan aloittaa. (RT 103087 2019; RT 10-11076 2012.)

Rakennushankkeen varsinainen suunnittelu jaotellaan kolmeen eri vaiheeseen. Vaiheet ovat ehdotussuunnittelu, yleissuunnittelu ja toteutussuunnittelu. Ehdotussuunnitteluvaiheessa selvitetään ja vertaillaan erilaisia suunnitteluratkaisuja asetettujen tavoitteiden täyttymiseksi, jonka jälkeen yleissuunnitteluvaiheessa valittu ehdotussuunnitelma kehitetään toteutuskelpoiseksi yleissuunnitelmaksi. Yleissuunnitelma sisältää rakennuksen kiinteän perusosan sekä muuntuvien tila-alueiden suunnittelun, ja se voi sisältää erilaisia vaihtoehtoja tilaratkaisuiksi. (RT 103087 2019.)

Toteutussuunnitteluvaiheessa yleissuunnitelma kehitetään rakentamista ja hankintoja palveleviksi suunnitelmiksi ja tuotemäärittelyiksi. Järjestelmä- ja tuoteosasuunnittelu ovat osa toteutussuunnittelua. Lisäksi toteutussuunnittelun aikana määritellään hankintatavat, laaditaan hankinta-asiakirjat ja piirustukset. Vaiheen tuotoksena syntyvät valmiit toteutussuunnitelmat ja tehdään rakentamispäätös. (RT 103087 2019.)

Rakennuslupatehtäviä hoidetaan yleis- ja toteutussuunnittelun aikana, ja itse lupahakemus laaditaan toteutussuunnittelun jälkeen. Rakennuslupatehtävien tavoitteena on laatia rakennukselle lupahakemus tarvittavine asiakirjoinen. Vaiheen aikana varmistetaan suunnittelijoiden kelpoisuus ja pääpiirustusten (asemapiirros, pohja-, leikkaus- ja julkisivupiirustukset) hyväksyttävyyys. (RT 103087 2019.)

Rakentamisen valmistelu on vaiheena hyvin samanlainen kuin suunnittelunkin valmistelu. Vaiheen aikana organisoidaan itse rakentaminen, käydään sopimusneuvottelut ja tehdään urakka- ja hankintasopimukset. Vaiheen jälkeen päästään aloittamaan rakentamisvaihe, jonka aikana hankkeen lopputuote eli rakennus valmistuu. Rakennuksen valmistuttua tehdään vastaanottotarkastus. (RT 103087 2019.)

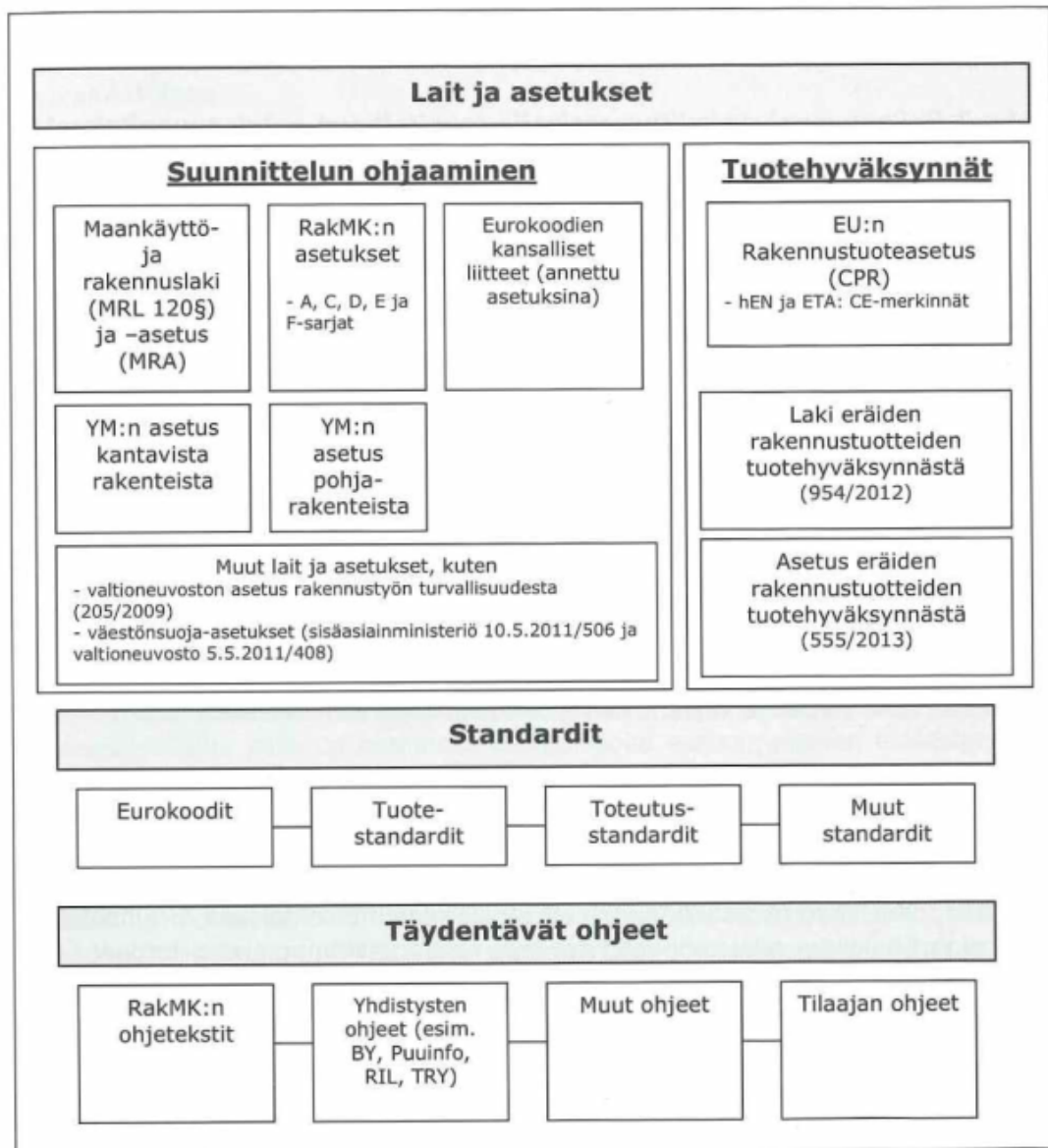
Rakennuksen sisältämien eri järjestelmien toiminta varmistetaan käyttöönottovaiheen aikana, ja silloin annetaan myös mahdollinen käytön opastus. Käyttöönottovaiheen jälkeen alkaa takuu-aika, jolloin seurataan rakennuksen toimivuutta, tehdään takuuajan säädöt ja tarvittavat tarkastukset sekä korjataan mahdolliset puutteet. (RT 103087 2019.)

3 RAKENNESUUNNITTELU

Rakennesuunnittelijat kuuluvat rakennushankkeen erityissuunnittelijoihin. Rakennesuunnittelijan tehtävänä on suunnitella rakennus siten, että sen rakenteet kestävät niihin kohdistuvat rakentamisen ja käytön aikaiset kuormitukset sekä ympäristön aiheuttamat rasitukset. Rakennuksen rakenteiden tulee kestää rakennuksen suunnitellun käyttöiän, ja rakennus ei saa rasitusten aiheuttamien muodonmuutosten seurauksena sortua, menettää lujuuttaan tai vakauttaan. (MRL 117 a §) Rakennesuunnittelun tehtäviin kuuluu muun muassa runkomateriaalien ja -järjestelmien valinnat, lujuustarkastelut, määrälaskentapalvelut, rakennusfysiikkaaliset selvitykset sekä rakenteiden sisältämien erikoisrakenteiden ja valmisosien tuotantosuunnitelmien laatiminen (SKOL ry 2016).

Onnistuneen rakennesuunnittelun lopputuotteen eli rakennesuunnitelmien ominaisuudet ja laatu vastaavat asetettuja tavoitteita toiminnallisessa, teknisessä, taloudellisessa sekä esteettisessä mielessä (RIL 229-1-2013 2013, 12). Onnistunutta rakennesuunnittelua varten täytyy rakennesuunnittelulla olla riittävät lähtötiedot, ja sen on toimittava aktiivisessa vuorovaikutuksessa hankkeen muiden osapuolten kanssa. Rakennesuunnittelijalla on myös tärkeä rooli hankkeen laadunvarmistuksessa ja riskien hallinnassa. Tämä rooli korostuu mitä vaativampiin hankkeisiin mennään (RIL-229-1-2013 2013, 12).

Kaikki rakennesuunnitelmat tulee tehdä lakeja, asetuksia, standardeja ja täydentäviä ohjeita noudattaen. Suomessa käytetään ensisijaisesti eurooppalaisia suunnittelustandardeja eli eurokoodeja. Rakenteiden tekniset vaatimukset täyttyvät olennaisilta osin eurokoodeja ja niitä koskevia ympäristöministeriön määrittämiä kansallisia liitteitä käyttämällä. (RIL 229-1-2013 2013, 24-25.) Alla olevassa kuvassa on esitelty eri määräysten standardien ja ohjeiden muodostama kokonaisuus.



KUVA 3. Määräysten, standardien ja ohjeiden kokonaisuus (RIL 229-1-2013 2013, 25).

Rakennesuunnittelutoimeksianto ei sisällä välttämättä aina kohteen koko rakennesuunnittelua, vaan se voi sisältää myös yksittäisiä osatehtäviä. Yleensä rakennesuunnittelija on hankkeessa mukana vastaavana rakennesuunnittelijana, tuoteasuunnittelijana tai valmisosasuunnittelijana. (RIL 229-1-2013 2013, 17.)

Vastaava rakennesuunnittelija on suunnittelija, joka vastaa rakennesuunnittelun kokonaisuudesta siinä laajuudessa, joka asetuksissa on määrätty (RIL 229-1-2013 2013, 17). Lisäksi kyseinen suunnittelija vastaa tuote- ja valmisosasuunnitelmien rakenteellisen kokonaisuuden toteutumisesta sekä erikseen sovittaessa

tarkastaa yksityiskohtaisesti tuote- ja valmisosasuunnitelmat ja niihin liittyvät rakennelaskelmat (RT 103087 2019).

Tuoteosasuunnittelija voi olla joko tuoteosatoimittajan tai tilaajan rakennesuunnittelija. Tuoteosasuunnittelulla tarkoitetaan järjestelmän tai rakennusosan suunnittelua, johon kuuluvat dimensiomäärittelyt, rakennelaskelmat sekä valmistus- ja asennussuunnitelmat. Suunnittelussa on huomioitava toimittajakohtaiset tuotantotekniset reunaehdot, jotka koskevat usein rakennusosan painoa ja dimensioita. Lähtötietoina tuoteosasuunnittelua varten annetaan järjestelmään tai rakennusosaan kohdistuvat vaatimukset sekä tarjouspyyntöaineiston viitesuunnitelmat. (RT 103087 2019.)

Valmisosasuunnittelulla tarkoitetaan esivalmisteisen rakennusosan suunnittelua, josta vastaa joko urakoitsijan valmisosasuunnittelija tai tilaajan rakennesuunnittelija. Valmisosasuunnittelu ei ole toimittajasta riippuvaa, ja se kattaa hankintakyselyaineiston mukaiset tarvittavat laskelmat sekä rakenneosien valmistus- ja asennussuunnitelmat. Lähtötietoina valmisosasuunnittelua varten annetaan toteutussuunnitteluvaiheen täydentyvät rakennesuunnitelmat, jotka sisältävät muun muassa mittapiirustukset, leikkaukset ja detaljit liittyvien rakenteiden osalta. Lisäksi valmisosasuunnittelijan käyttöön annetaan rakennusosien päädimensiot, hankintakyselyvaiheen rakennelaskelmat, tyypillinen detailjiikka sekä kaikki muu erikseen sovittava aineisto. Valmisosasuunnittelijan tulee varmistaa rakennelaskelmin, että suunnitellut valmisosarakenteet täyttävät asetetut vaatimukset. (RT 103087 2019.)

3.1 Suunnittelutehtävien vaativuusluokat

Rakennushankkeen suunnittelutehtävillä on maankäyttö- ja rakennuslain asettamat neljä vaativuusluokkaa, jotka ovat poikkeuksellisen vaativa, vaativa, tavanomainen ja vähäinen suunnittelutehtävä. Kantavien rakenteiden suunnittelutehtävän vaativuusluokka määräytyy pääosin rakennuksen koon, käyttötarkoituksen, kuormitusten, laskenta-, mitoitus- ja suunnittelumenetelmien, rakennusfysikaalisten ominaisuuksien sekä rakenteiden vaativuuden mukaan. (MRL 120 d §.)

Ympäristöministeriö on antanut vuonna 2015 toistaiseksi voimassa olevan ohjeistuksen kantavien rakenteiden suunnitteluvaatimuksista. Kantavia rakenteita suunniteltaessa suunnittelutehtävä on vähäinen, jos rakennus/rakennelma on yksikerroksinen, kooltaan pieni, eikä se ole asumiseen tai työntekoon tarkoitettu. Rakennuksessa käytetään käytäntöön vakiintuneita ratkaisuja ja tavanomaisia materiaaleja. Tällaisia rakennuksia ovat esimerkiksi liiterit, vajat ja pienet katokset. (Ympäristöministeriön ohje YM1/601/2015)

Suunnittelutehtävä on tavanomainen, jos suunniteltavassa rakennuksessa on enintään kaksi kerrosta ja se on kooltaan pienehkö (enintään noin 300m²). Rakennuksessa saa kuitenkin olla kahden kerroksen lisäksi ullakko ja kellarikerros. Kantavien rakenteiden jänneväli saa olla enintään 6 metriä, jos ei käytetä esivalmisteisiä rakenneosia. Jos rakenneosa on esivalmisteinen ja sen on suunnitellut pätevyyden omaava henkilö, voidaan jännevälin pituutena käyttää kymmentä metriä. Lisäksi kantavien rakenteiden sekä niiden liitosten tulee olla tavanomaisia ja suunniteltavalle materiaalille tyypillisiä. Esimerkiksi useimmat pientalot, teollisuusrakennukset ja vapaa-ajan rakennukset kuuluvat tavanomaiseen vaativuusluokkaan. (Ympäristöministeriön ohje YM1/601/2015)

Kantavien rakenteiden suunnittelu määritellään vaativaksi, jos rakennuksessa on yli kaksi kerrosta ja/tai sen pinta-ala on yli 300 neliömetriä. Vaativaan luokkaan kuuluvat myös rakennukset, joiden jänneväli on enemmän kuin 6 metriä sekä hallimaiset rakennukset, joiden jänneväli on enintään noin 25 metriä. Tämän lisäksi rakenteiden raskas kuormitus, poikkeava muotoilu sekä muut erityisvaatimukset ja ominaisuudet saattavat johtaa vaativaan vaatimusluokkaan. Esimerkiksi sarjavalmisteisten jännitettyjen betonielementtien suunnittelu kuuluu tähän luokkaan. (Ympäristöministeriön ohje YM1/601/2015)

Poikkeuksellisen vaativia kohteita ovat ne rakennukset, jotka ovat poikkeuksellisen suuria ja/tai korkeita, yli 8 kerroksisia puurakenteisia kerrostaloja tai yli 12 kerroksisia betoni-, teräs- tai liittorakenteisia kerrostaloja. Lisäksi rakennuksen jännevälit ovat yleensä poikkeuksellisen suuria (yli 25 metriä), ja rakennuksiin/rakenteisiin kohdistuu poikkeuksellisen suuria rasituksia. Myös poikkeava ja haastava muotoilu sekä kokeellinen ja/tai muutoin ainutlaatuinen rakenne johtaa

yleensä poikkeuksellisen vaativaan luokkaan. Tähän luokkaan kuuluvia rakennuksia ovat esimerkiksi jäähallit, stadionit ja muut suuren yleisötilan rakennukset. (Ympäristöministeriön ohje YM1/601/2015)

3.2 Rakennesuunnittelijan kelpoisuusvaatimukset

Suunnittelijoiden kelpoisuutta ja pätevyyttä suorittaa kyseessä oleva rakennesuunnittelutehtävä valvoo rakennusvalvontaviranomainen (MRL 120 f §). Pätevyyksien arvioinnin helpottamiseksi alalle on kehitetty puolueeton arviointijärjestelmä, joka pitää sisällään suunnittelijalle asetettuja kelpoisuusvaatimuksia suunnittelutehtävien vaativuusluokkien mukaisesti. Vaatimukset koostuvat sekä työkokemusvaatimuksista, että koulutusvaatimuksista. (FISE ry N.d.)

Mikäli rakennesuunnittelijan suorittaman tutkinnon lopputyö liittyy olennaisesti kyseessä olevien rakenteiden suunnitteluun, ja se on vahvistanut suunnittelijan osaamista kyseisestä aihealueesta, voidaan kyseinen lopputyön opintopisteistä 30% sisällyttää suunnittelupätevyyden vaatimiin opintoihin. Myös työkokemuksella voidaan korvata 20% opinnoista, jos työkokemusta on yli 10 vuotta. (FISE ry N.d.)

Suunnittelijan työkokemukseen lasketaan mukaan myös opintojen aikainen työkokemus, jos se on syntynyt vaaditun opintopistemäärän täyttymisen jälkeen. Opintojen aikaisen työkokemuksen osuus saa kuitenkin olla vain 1/3 koko vaaditusta työkokemuksesta, ja työkokemukseen lasketaan mukaan vain sellaiset tehtävät, jotka voidaan laskea suunnitteluksi. (FISE ry N.d.)

Suunnittelutehtävän ollessa vähäinen suunnittelijan kelpoisuuden toteamiseen riittää suunnittelutehtävän sekä rakennuskohteen laajuus ja laatu huomioon ottaen riittävä osaaminen. Tavanomaisessa suunnittelutehtävässä vaatimuksia on jo enemmän. Suunnittelijalla tulee olla vähintään aiemman tekniikan tai sitä vastaavan tutkinnon tasoinen rakentamisen tai tekniikan alan tutkinto, joka soveltuu kyseiseen rakennesuunnittelutehtävään. Tämän lisäksi suunnittelijan on täytynyt suorittaa rakennetekniikan sekä kyseessä olevien rakenteiden toimintaan ja suunnitteluun liittyviä opintoja vähintään 30 opintopistettä, ja hänellä tulee olla

vähintään tavanomaisen luokan avustavista suunnittelutehtävistä kolmen vuoden työkokemus. (FISE ry N.d.)

Suunnittelutehtävän ollessa vaativa, suunnittelijalla on oltava vähintään rakentamisen tai tekniikan alan korkeakoulututkinto, aiempi ammatillisen korkea-asteen tutkinto tai sitä vastaava tutkinto, joka soveltuu kyseiseen rakennesuunnittelutehtävään. Opintojen on täytynyt sisältää rakennetekniikan sekä kyseessä olevien rakenteiden toimintaan ja suunnitteluun liittyviä opintoja vähintään 40 opintopistettä. Tämän lisäksi suunnittelijalla tulee olla vähintään kahden vuoden kokemus avustamisesta vähintään vaativissa suunnittelutehtävissä sekä neljän vuoden kokemus vähintään tavanomaisissa suunnittelutehtävissä. (FISE ry N.d.)

Poikkeuksellisen vaativassa suunnittelutehtävässä suunnittelijan tulee olla vähintään tekniikan alan ylemmän korkeakoulun käynyt henkilö, jolla on suoritettuna rakennetekniikan sekä kyseessä olevien rakenteiden toimintaan ja suunnitteluun liittyviä opintoja vähintään 45 opintopisteen verran. Suunnittelijalla tulee olla myös vähintään kuuden vuoden kokemus vaativista suunnittelutehtävistä. (FISE ry N.d.)

3.3 Tietomallintaminen rakennesuunnittelun työkaluna

Tietomallintaminen on nykyaikaisessa rakennushankkeessa suuressa roolissa, ja suurin osa rakennuksen suunnittelusta tehdäänkin tietomallinnuksen avulla. Tietomallilla tarkoitetaan virtuaalimallia, joka sisältää rakennuksen täsmällisen geometrian sekä tiedot, joita tarvitaan esimerkiksi osien valmistukseen ja rakennuksen rakentamiseen. Lisäksi tietomallista saatavaa tietoa voidaan käyttää hankintatoimen tukena. (Tekla N.d.)

Tietomalleja pyritään hyödyntämään suunnittelun alusta alkaen aina rakennuksen elinkaaren loppuun saakka. Mallinnuksen tavoitteena on suunnittelun ja rakentamisen tehokkuuden, laadun sekä turvallisuuden parantaminen. Lisäksi se helpottaa tiedonsiirtoa suunnittelijoiden, tilaajan ja urakoitsijan välillä sekä suunnitelmien havainnollistamista ja yhteensopivuuden vertailua. (RIL 229-1-2013 2013, 38.)

Tietomallin avulla rakennesuunnittelija voi luoda ja tulostaa lähes kaikki kohteen piirustukset ja muut perinteiset suunnitteluasiakirjat. Tämän lisäksi tietomallin avulla voidaan tulostaa muun muassa määrätietoja, logistiikkatietoja, lähtötietoja kiinteistönhallintaa varten sekä asiakirjoja, joissa voidaan yhdistellä vapaasti erilaista grafiikkaa, tekstiä ja luetteloita. (RIL 229-1-2013 2013.)

Tietomallintamisen tueksi ja laadunvarmistamiseksi on julkaistu yleiset tietomallivaatimukset vuonna 2012. Tietomallivaatimukset 2012 on 14 osainen ohjesarja, jossa esitellään vähimmäisvaatimukset eri suunnittelualojen luomille tietomalleille. Ohjesarjan osassa 5 käsitellään rakennesuunnittelun luomaa tietomallia, sen sisältöä ja siitä saatavia hyötyjä. (RIL 229-1-2013 2013.)

3.3.1 Rakennesuunnittelun yleiset tietomallivaatimukset

Rakennesuunnittelun luomaan tietomalliin mallinnetaan kaikki kantavat rakenteet sekä ei-kantavat betonirakenteet. Tämän lisäksi malliin on mallinnettava kaikki sellaiset rakennustuotteet, joiden sijainnilla tai koolla on merkitystä muille suunnittelijoille. Tällaisia tuotteita ovat esimerkiksi palosuojalevyt. Kalvotyyppisiä rakennustuotteita kuten vedeneristeitä ei yleensä mallinneta. (RT 10-11070 2012.)

Rakenteet tulee mallintaa sellaisina kuin ne todellisuudessa ovat. Esimerkiksi monikerrospilarit mallinnetaan ehjänä kerrosten läpi. Tämän lisäksi rakenteet tulee mallintaa siten, että tietoa siirrettäessä rakennusosan nimi, tyyppi, geometria ja sijainti siirtyvät rakennusosan mukana, ja että rakennusosat ovat oikein IFC-mallissa. Yleensä tämä hoituu automaattisesti, jos rakenteita mallintaessa on käytetty kyseisen osan mallintamiseen tarkoitettuja työkaluja. (RT 10-11070 2012.)

Rakennemalli voidaan joutua jakamaan osiin suurissa rakennushankkeissa. Tämän vuoksi rakenteet mallinnetaan kerroksiin ja lohkoihin noudattaen projektin koordinaatistoa ja suunniteltua rakentamisjärjestystä. Rakennuksen kerros- ja lohkotietoja hyödynnetään muun muassa tarkastuksissa, visualisoinneissa ja

määräluetteloissa. Rakennemallin jakaminen kerroksiin tapahtuu siten, että kerrokseen kuuluvat kantavat seinät ja pilarit sekä yläpuolinen välipohja. Mikäli rakenne menee useiden kerrosten läpi, ne liitetään alimpaan kerrokseen, jossa ne esiintyvät. Kerros- ja lohkotiedot tulee määritellä malliin siten, että ne siirtyvät IFC-tiedoston mukana. Joissain tilanteissa rakennesuunnittelijan on tuotettava IFC-malli myös kerroksittain arkkitehtisuunnittelun mukaisesti, jolloin kerrokseen kuuluvat kantavat seinät ja pilarit sekä alapuolinen välipohja, mutta tästä on sovittava erikseen tilaajan kanssa. (RT 10-11070 2012.)

Rakennemallin osien täytyy olla tunnistettavissa koko rakennushankkeen ajan aina valmistumiseen ja asennukseen asti. Tämän vuoksi mallinnusohjelmat numeroivat osat GUID-tunnisteella. Tunnisteiden säilyttämiseksi rakennusosien uudelleen luomisen sijaan niitä on pyrittävä mahdollisuuksien mukaan muokkaamaan. Automaattisen GUID-numeroinnin lisäksi rakenteet tulee nimetä ja numeroida loogisesti sovitulla ja hyväksytyllä tavalla, jotta osat kyetään tunnistamaan esimerkiksi logistiikkaa ja määrälaskentaa varten. On myös oleellista tietää, että mikä on eri rakennusosien valmiusaste, sillä rakennemallin kaikki rakennusosat eivät välttämättä ole aina samassa vaiheessa suunnittelun osalta. Valmiusasteet tulee esittää mallissa, ja ne kirjataan selvästi tietomalliselostukseen. Valmiusasteiden esitystapa sovitaan aina projektikohtaisesti. Valmiusasteiden perusteella hankkeen muut suunnittelijat voivat todeta esimerkiksi rakennusosien korkotietojen luotettavuuden. (RT 10-11070 2012.)

Rakennesuunnittelijan tietomallit saavat sisältää vain rakennesuunnittelijan mallintamia objekteja, kun ne julkaistaan. Muiden suunnittelijoiden mallit eivät saa olla osana rakennemallia, vaikka niitä olisikin käytetty referenssimallina. Julkaistavan IFC-mallin ei tarvitse sisältää kaikkea tietoa, vaan tietosisältöä voidaan muokata käyttötarkoituksen mukaan. Mallia voidaan keventää esimerkiksi jättämällä raudoitukset pois julkaistavasta mallista. (RT 10-11070 2012.)

3.4 Rakennesuunnittelun asiakirjat

3.4.1 Rakennepiirustukset ja luettelot

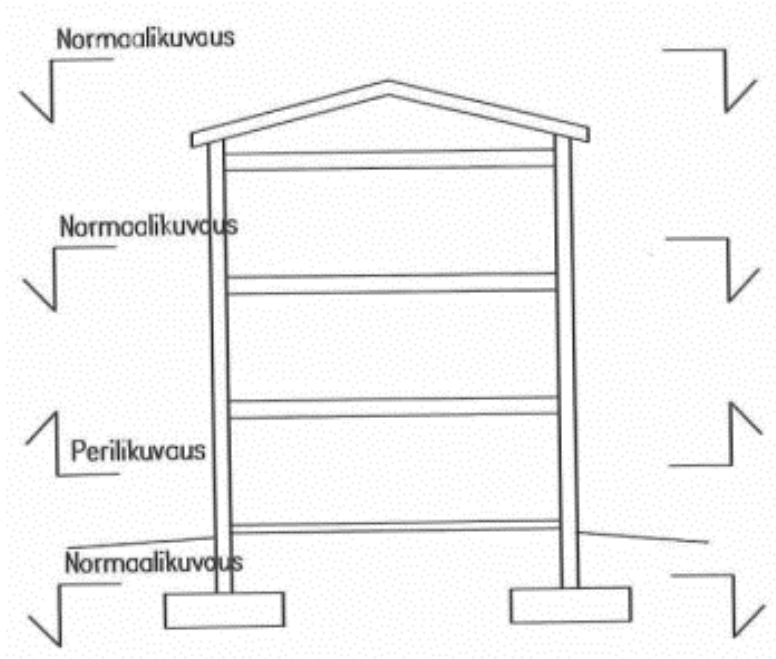
Rakennepiirustusten ja luetteloiden päätehtävä on välittää tietoa rakennushankkeen muille osapuolille. Ne sisältävät rakennuksen ja rakenteiden mitta- ja määrätiedot työn suoritusta varten sekä tiedot rakenteiden lämmön, veden, kosteuden ja vedenpaineen eristyksien ratkaisusta. Lisäksi rakennepiirustuksista tulee selvittää miten äänen ja värinän eristykset on ratkaistu. (RIL 229-1-2013 2013, 16.)

Tiedonvälityksen helpottamiseksi ja selkeyttämiseksi piirustusten sisältöön on annettu yleisiä merkintäohjeita ja sisältövaatimuksia, jotka on esitelty Suomen Rakennusinsinöörien Liiton julkaisemassa kirjassa RIL 229-1-2013. Sisältövaatimukset eivät ole hankkeen jokaisessa vaiheessa samat, vaan piirustuksia kehitetään ja tarkennetaan hankkeen edetessä (RIL 229-1-2013 2013, 11-12).

Yleiset merkintäohjeet pitävät sisällään taulukko ja tekstimuotoisia ohjeistuksia muun muassa teksti ja viivatyypeistä, mittojen esittämisestä, mittakaavoista, piirustusmerkinnöistä, piirustusnumeroinnista, betoni-, puu- ja teräsrakenteiden erikoismerkinnöistä sekä piirustustyypeistä. Käytettävät piirustustyytit ovat taso-, leikkaus-, rakennusosa-, detalji- ja havainnepiirustus. Eri piirustustyyppisiä sovelletaan aina riippuen siitä mitä piirustuksella on tarkoitus esittää. (RIL 229-1-2013 2013, 75-109.)

Tasopiirustuksella tarkoitetaan piirustusta, joka sisältää vaakaleikkauksen rakennuksen rakenteista. Yleensä tällaisia piirustuksia tehdään erityisesti rakennuksen kantavista rakenteista, kuten perustuksista ja välipohjista. Tasopiirustuksissa esitetään tason rakenteet ja niihin liittyvät tiedot, joita ovat esimerkiksi mitat, korot, rakenneosien tunnuksat, kuormat ja rakennusaineet. Vaakasuuntaiset mitat tulee sijoittaa moduulilinjoihin ja korkeusasemat ilmoitetaan yleensä normaalinollatasoon verrattuna.

Tasopiirustukset esitetään yleensä normaalikuvauksena ylhäältä alaspäin, mutta esimerkiksi kerroksien kantavien vaaka- ja pystyrakenteiden yhdistetyssä piirustuksessa kuvaussuunta on alhaalta ylöspäin eli peilikuvauksena. Leikkaustason sijoittaminen tulee tehdä siten, että piirustukseen jää näkyviin kaikki tarkoituksenmukaiset asiat. (RIL 229-1-2013 2013, 107-108.)



KUVA 4. Tasopiirustuksen normaali- ja peilikuvasuunnat (RIL 229-1-2013 2013, 108).

Leikkauspiirustukset ovat tasopiirustuksia täydentäviä rakenneleikkauksia tai yleisleikkauksia. Rakenneleikkauksessa esitetään suuremmissa mittakaavassa kokonaisuus kohdasta, jota ei pystytä muuten selkeästi esittämään. Yleisleikkaus on piirustus, jossa esitetään koko rakennuksen leikkaus perustuksista vesikattoon. Leikkauspiirustuksilla muun muassa selkeytetään kokonaiskuvaa rakennuksen rakenteista ja havainnollistetaan esimerkiksi rakenteiden lämmön-, kosteuden- ja ääneneristysratkaisuja sekä palosuojauksia. (RIL 229-1-2013 2013, 108-109, 122.)

Detaljipiirustukset ovat täydentäviä piirustuksia, jotka esittävät muissa piirustuksissa esitettyjen rakenteiden yksityiskohtia. Tyypillisesti detaljipiirustuksissa esitetään rakenteiden välisiä liitoksia, raudoituksia sekä lämpö-, kosteus- ja ääneneristysratkaisuja. Detaljipiirustuksista tehdään usein yksi tiedosto, johon kootaan

kaikki kohteen detaljit, mutta yksittäinen detaljipiirros voidaan esittää myös muiden piirustusten yhteydessä. (RIL 229-1-2013 2013, 109.)

Rakenneosapiirustukset laaditaan rakennuksen rakennusosista joita ovat pilarit, palkit, laatat, seinät, ristikot ja muut vastaavat rakenteet. Piirustukseen merkitään kaikki osan kokoamista tai valmistamista varten tarvittavat laatu- ja mittatiedot, joita ovat esimerkiksi kaikki osan raudoitukseen liittyvät tiedot. Lisäksi rakennusosan yhteydessä tulee esittää riittävä määrä leikkaus- ja detaljipiirroksia selvittämään rakennusosan muotoa ja yksityiskohtia. Jos rakenneosaan liittyy erillisiä osia, tulee niistä tehdä osapiirustukset, joissa esitetään kyseisten osien laatu- ja mittatiedot. (RIL 229-1-2013 2013, 126-128.)

Rakennuskohteesta tehdään yleensä myös perspektiivikuvia eli havainnepiirustuksia. Niiden tarkoituksena on havainnollistaa monimutkaisia rakenteita sekä niiden välisiä liitoksia. Havainnekuvia saatetaan käyttää hyödyksi myös asennussuunnitelmaa ja asennusjärjestystä suunniteltaessa. (RIL 229-1-2013 2013, 109.)

3.4.2 Työselostukset ja muut kirjalliset asiakirjat

Rakennesuunnittelijan tehtäviin kuuluu useiden eri kirjallisten asiakirjojen laadinta, joiden tehtävä on esimerkiksi koota piirustuksista saatava tieto yhteen ja täsmennetään sellaisia asioita, joita ei piirustuksissa ole tarkoituksen mukaista ilmaista. Asiakirjoja laatiessa on tärkeää, että ne eivät sisällä ristiriitoja piirustusten kanssa, sillä moni asiakirjoista priorisoidaan piirustusten edelle. Laadittavia asiakirjoja ovat rakennusselostus, rakennustapaselostus, työselostukset, rakennuksen suunnittelun ja toteutuksen perusteet -asiakirja, huoltokirja, rakennuksen elinkaarisuunnitteluun liittyvät selostukset ja asiakirjat sekä muut kirjalliset dokumentit. Osa asiakirjoista laaditaan yhteistyössä hankkeen muiden osapuolten kanssa, mutta esimerkiksi työselostusten laadinta kuuluu rakennesuunnittelijalle. (RIL 229-1-2013 2013, 43-63.)

Rakennustapaselostus on yleissuunnitteluvaiheeseen kuuluva asiakirja, jonka tarkoitus on kuvata yleissuunnitteluvaiheen vaatimalla tarkkuudella taloteknistä

ja rakennusteknistä toteutumista. Asiakirja laaditaan yhdessä hankkeen muiden osapuolten kanssa, ja rakennesuunnittelijan tehtävänä on täydentää siihen tiedot kantavista rakenteista. Rakennustapaselostusta käytetään projektin päätöksenteossa, kustannusohjauksessa sekä hankkeen markkinoinnissa. Rakennustapaselostuksen laadintaohje löytyy ohjekortista RT 15-10762. (RIL 229-1-2013, 43-44.)

Rakennusselostus on yhteistoiminnassa laadittava hankekohtainen asiakirja, joka muodostaa yhteensopivan kokonaisuuden hankkeen muiden asiakirjojen kanssa. Se on tarkoitettu täsmentämään erityisesti sellaisia kohteen laadullisia ominaisuuksia, joita ei voida täsmällisesti esittää piirustuksissa. Tämän lisäksi rakennusselostuksessa kuvataan projektin aikana suoritettavat työt, ja se sisältää kootusti suunnittelijoiden pätevyudet sekä yhteystiedot. Rakennusselostus on hankintoja palvelevien suunnitelmien kannalta erittäin tärkeä asiakirja, ja se toimii toteutussuunnittelun suunnitteluohjeena, rakennustyön toteutuksen ohjeena sekä valvonta-asiakirjana. Rakennusselostuksen laadintaohje löytyy ohjekorteista RT 15-10822 ja RT 15-10723. (RIL 229-1-2013 2013, 44-45.)

Työselostukset ovat kokoavia asiakirjoja, joiden tehtävä on koota yhteen piirustuksissa esitetty kokonaisuus ja tuoda esille vaatimukset, ominaisuudet, oikeat toimintatavat sekä laadunvarmistus. Selostus muodostaa piirustusten kanssa toimivan kokonaisuuden, jossa osa asioista esitetään pelkästään työselostuksessa ja osa piirustuksissa. Suunnittelija saa itse määrittää onko asiat tai vaatimukset tarkoituksenmukaisempaa esittää selostuksessa vai piirustuksessa. Samojen asioiden tai vaatimusten esittämistä tulee kuitenkin välttää. Työselostukset on jaettu kahteen ryhmään, jotka ovat materiaalikohtaiset runkotyöselostukset ja runkoa täydentävien rakenteiden työselostukset. Runkoa täydentävillä rakenteilla tarkoitetaan muun muassa vesikattoa, märkätiloja, parvekkeita, betonilattioita ja maanvastaisia rakenteita. (RIL 229-1-2013 2013, 43-56.)

Rakennuksen suunnittelun ja toteutuksen perusteet -asiakirja on täydentyvä asiakirja, jonka laadinta aloitetaan mahdollisesti jo ehdotussuunnitteluvaiheessa, mutta yleensä yleissuunnitteluvaiheessa. Asiakirja päivitetään hankkeen edetessä ja lähtötietojen tarkentuessa. Sen tarkoitus on suunnitelmien laadinnan hel-

pottaminen ja suunnittelijoiden välisen yhteistyön tehostaminen sekä kokonaiskuvan selkeyttäminen esimerkiksi rakennusvalvonnalle. Siihen kerätään tärkeimmät lähtökohdat, lähtötiedot ja vaatimukset suunnittelun ja toteutuksen kannalta. Asiakirja toimii myös rakenneselostuksena laskelmille. (RIL 229-1-2013 2013, 56-57.)

Huoltokirjan eli käyttö- ja huolto-ohjeen tarkoituksena on koota kaikki oleelliset tiedot rakennuksen rakenteiden, rakennusosien ja laitteiden oikeaoppisen hoidon, huollon ja kunnossapidon kannalta. Rakennesuunnittelijan osuus koskee yleensä kantavia ja ripustettavia rakenteita, vedenpoistoa, kosteudenhallintaa sekä rakennuksen tiiveyttä. Huoltokirjan laadinta aloitetaan jo suunnittelun aikana, mutta sen viimeistely tapahtuu yleensä vasta käyttöönoton yhteydessä. Huoltokirjan rakenne ja sisältö on esitelty tarkemmin ohjekortissa RT 18-10609. (RIL 229-1-2013 2013, 58-59.)

Rakennuksen elinkaarisuunnitteluun liittyvät tiedot esitetään osana normaaleja suunnitteluasiakirjoja tai erilliselostuksissa. Rakennuksen elinkaarisuunnittelun tulisi olla osa normaalia rakennesuunnittelua. Kaikkien suunnitteluratkaisujen tulisi perustua asetettuihin rakenneosien ja rakennuksen käyttökatavoitteisiin, ja niitä tulisi vertailla talouden, käytettävyyden, toimivuuden, ekologisuuden ja kulttuurillisuuden näkökulmista. (RIL 229-1-2013 2013, 59-60.)

Rakennushankkeessa muut rakennesuunnittelijan tehtäviin liittyvät kirjalliset dokumentit ovat työturvallisuuden asiakirjat, urakkarajaliite, elementtien asennussuunnitelma, kosteudenhallintasuunnitelma sekä hankkeen riskihallinta-asiakirjat. Rakennesuunnittelija osallistuu näiden asiakirjojen laadintaan lähinnä tarkastamalla ja hyväksymällä ne sekä antamalla tarvittavat lähtötiedot dokumenttien laadintaa varten. Tarvittaessa rakennesuunnittelija voi myös osallistua asiakirjojen tiettyjen osien laadintaan. (RIL 229-1-2013 2013, 60-63.)

3.4.3 Laskelmat

Eri tyyppiset laskelmat ovat oleellinen osa rakennesuunnittelua. Ne pitävät sisälleen rakennuksen kuormitus- ja stabiiliteettilaskelmat, rakenneosien ja niiden välisten liitosten mitoituslaskelmat, rakennusfysikaaliset laskelmat, elinkaarilaskelmat sekä palotilanteen laskelmat. (RIL 229-1-2013 2013, 65-74.)

Laskelmat tulee tehdä lakien, määräysten, standardien ja yleisten ohjeiden määrittelemällä tavalla sekä niiden mukaisessa laajuudessa kohteen vaatimustaso huomioiden. Erityisen tarkkana tulee olla toimivuuden ja turvallisuuden kannalta kriittisissä laskelmissa. Peruslähtökohdat laskelmien tekemistä varten saadaan rakenteiden suunnittelun ja toteutuksen perusteet -asiakirjasta. (RIL 229-1-2013 2013, 65.)

4 RAKENNESUUNNITTELUN TEHTÄVÄLUETTELO

Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo on Rakennustieto Oy:n julkaisema ohjekortti. Ohjekortista on julkaistu kolme versiota, joista ensimmäinen on RAK95 (1995), toinen RAK12 (2013) ja kolmas sekä viimeisin on RAK18 (2019).

Tehtäväluetteloä käytetään talonrakennushankkeissa rakennesuunnittelun tehtävien laajuuden ja sisällön määrittämiseen, suunnittelukokonaisuuden hallintaan sekä osana suunnittelun laadunvarmistusta. Luetteloä voidaan käyttää kaikenlaisissa kohteissa riippumatta siitä, millaista hankinta- ja palkkiomuotoä käytetään. Tehtäväluettelo liitetään osaksi suunnittelusopimusta. (RT 103087 2019.)

Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo sisältää rakennesuunnittelun tehtävät ja niiden tuotokset tavanomaisen rakennushankkeen eri vaiheiden aikana. Uusimassa tehtäväluettelossa vaiheiden tehtävät on jaoteltu kuuteen kokonaisuuteen, jotka ovat edellytyksen toteaminen, valmistelu, käynnistäminen, suoritus, sopimuksen mukaisuuden toteaminen sekä erikseen tilattavat tehtävät. Itse tehtävät on jaoteltu perustehtäviin, erikseen tilattaviin tehtäviin ja tilaajan erillishankintoihin. (RT 103087 2019.)

Perustehtäviin on sisällytetty sellaisia tehtäviä, jotka yleisesti sisältyvät tavanomaiseen talonrakennushankkeeseen ja joiden suunnittelun työmäärä sekä hinta ovat arvioitavissa. Erikseen tilattavat tehtävät eivät sisälly suunnittelutoimeksiantoon, ellei siitä erikseen sovita. Erikseen tilattavat tehtävät ja tilaajan erillishankinnat ovat sellaisia, joiden laajuus ja sisältö ovat vaikeasti määriteltävissä, ja ne voivat poiketa hyvinkin paljon toisistaan eri hankkeissa. Tämän vuoksi niiden suorituksesta, toteutustavasta ja laajuudesta on neuvoteltava aina erikseen. (RT 103087 2019.)

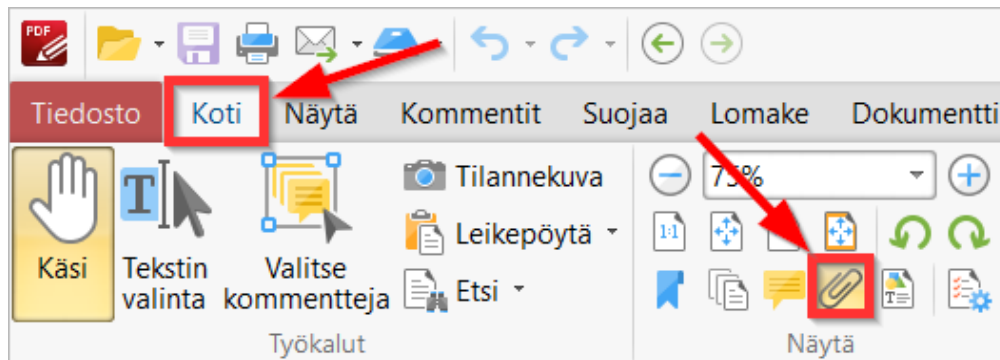
Tehtäväluetteloä käytettäessä on oltava tarkka siitä, että minkä luettelon mukaan suunnittelutarjouspyyntö on laadittu. Tehtäväluetteloiden sisältö ei ole täysin sama, ja näin ollen tarjouksiin saattaa tulla virheitä, jos tehtäväluetteloita käytetään ristiin. Suurin osa tarjouspyynnöistä ja tarjouksista on tehty vielä tehtävä-

luettelon RAK12 mukaan. Lisäksi joissakin tarjouspyynnöissä saattaa olla käytössä asuntosuunnittelun tehtäväluettelo RT 10-10827, joka pohjautuu tehtäväluetteloon RAK95. (Ronkainen 2020; Hankaniemi 2020.)

4.1 RAK18 liitetiedostot

Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo RAK18 sisältää kymmenen Excel-muotoista liitettä. Nämä liitteet sisältävät valmisosa- ja tuoteosasuunnittelun sekä rakennusfysikaalisen suunnittelun tehtäviä. Osa liitteiden sisältämistä tehtävistä on rakennesuunnittelun perustehtäviä, ja osa erikseen tilattavia tehtäviä.

Pitkänen (2020) totesi haastattelussaan, että liitetiedostojen käytössä on ilmennyt ongelmia, jonka vuoksi niiden käyttö vaatii suurta tarkkuutta. Ne aiheuttavat monesti epäselvyyksiä tarjouspyynnöissä, sillä tilaaja ei aina muista/osaa laittaa liitteitä mukaan tarjouspyyntöaineistoon. Lisäksi osa vanhemmista suunnittelijoista ei tiedä, miten kyseiset liitteet saa avattua. Liitteet saa auki esimerkiksi PDF-XChange Editorilla painamalla CTRL+Shift+A, tai vaihtoehtoisesti kuvan 5 mukaisesti.



KUVA 5. Tehtäväluettelon liitetiedostojen avaaminen.

Liitteet 1 ja 10 sisältävät erikseen tilattavien tehtävien lisäksi myös rakennesuunnittelun perustehtäviä. Liite 1 käsittelee paikallavalettavien julkisivu- ja betonirunkorakenteiden toteutus suunnittelua, ja liite 10 rakennusfysikaalista suunnittelua. (RT 103087 2019.)

Liitteet 2-9 sisältävät valmisosa- ja tuoteosasuunnittelun tehtäviä, jotka koskevat betonielementtirunko- ja betonielementtijulkisivurakenteita, teräsrunkorakenteita, metallijulkisivuelementtirakenteita, puurunko- ja puujulkisivurakenteita, muurattuja julkisivurakenteita sekä lasijulkisivu- ja lasikattorakenteita. Kyseiset tehtäväkokonaisuudet ovat erikseen tilattavia tehtäviä, ja niiden kuuluminen suunnittelu-toimeksiantoon määritellään tehtäväluettelon kohdassa C6. Valitut liitteet tulostetaan täsmennetyn tehtäväluettelon liitteeksi. (RT 103087 2019.)

Rakennesuunnittelijan on hyvä tiedostaa, että kaikki liitteen sisältämät tehtävät eivät aina kuulu suunnittelutoimeksiantoon, vaan tilaaja voi valita vain osan liitteen sisältämistä tehtäväkokonaisuuksista osaksi rakennesuunnittelua (RT 103087 2019). Valitut tehtävät voidaan merkitä monella eri tavalla, ja epäselvissä tilanteissa rakennesuunnittelijan tulee varmistaa tilaajalta, miten valitut tehtävät on merkitty kyseissä tarjouspyynnössä.

4.2 Rakennesuunnittelun tehtäväluettelon muutokset

Rakennesuunnittelun tehtäväluettelon sisältö on muuttunut hieman vuosien aikana. Suurin muutos on tapahtunut ensimmäisen päivityksen aikana, mutta myös uusimpaan versioon on tullut hieman päivityksiä edeltäjäänsä verrattuna. Tehtäväluettelon päivitysten tarkoitus on ollut lähinnä rakennesuunnittelun tehtävien tarkempi määrittäminen, tehtäväluettelon selkeyttäminen sekä suunnittelun hallinnan parantaminen. Nykyaikainen tehtäväluettelo toimii oikein käytettynä rakennesuunnittelijan tehtävien tarkistuslistana.

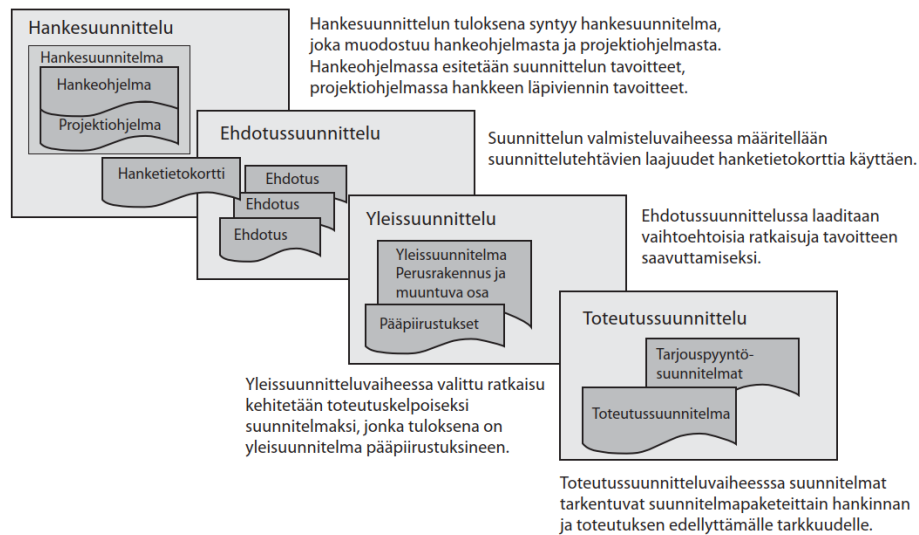
Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo RAK95 ei jaottele rakennushanketta nykyaikaisten suunnitteluvaiheiden mukaisesti, vaan siinä suunnitteluvaiheet ovat tarveselvitys, hankesuunnittelu, luonnossuunnittelu, toteutussuunnittelu, rakentaminen ja käyttöönotto. Vanha luonnossuunnitteluvaihe pitää käytännössä sisällään sekä ehdotussuunnittelun että yleissuunnittelun. Osa vanhoista suunnittelijoista saattaaakin kutsua ehdotus- ja yleissuunnitteluvaiheita edelleen luonnossuunnitteluvaiheeksi. Lisäksi RAK95 ei erottele suunnittelun valmistelua, rakennuslupa-tehtäviä, rakentamisen valmistelua sekä takuu-aikaa omiksi vaiheikseen kuten RAK12 ja RAK18.

RAK95 on myös tehtäväsisällöltään suppeampi kuin uudistetut tehtäväluettelot, ja se määrittelee suunnitteluvaiheiden sisältämät tehtävät vain pääpiirteittäin. Tehtäväluetteloissa RAK12 ja RAK18 tehtävät on pilkottu paljon pienempiin kokonaisuuksiin, ja ne sisältävät paljon tehtäviä joille ei löydy vastaavuutta RAK95:stä. RAK95 käsittelee lähinnä uusien tehtäväluetteloiden mukaisia suoritusvaiheen tehtäviä, eikä esimerkiksi tietomallintamiseen liittyviä tehtäviä ole RAK95:ssä ollenkaan.

RAK12 ja RAK18 ovat ulkoasultaan, rakenteeltaan ja sisällöltään hyvin samankaltaiset. Muutokset koskevat lähinnä tehtäväluettelon rakennetta ja tehtävien esitystapaa, mutta myös tehtäväsisältöön on tullut hieman muutoksia. Esimerkiksi tehtävien jaottelu erikseen tilattaviin tehtäviin sekä perustehtäviin on muuttunut joiltain osin, eikä aivan jokaiselle tehtävälle löydy vastinetta vanhasta luettelosta. Uusinta tehtäväluettelo on pyritty myös selkeyttämään keskittymällä itse tehtävien määrittämiseen, eikä esimerkiksi piirustusten sisältöön oteta kantaa samalla tavalla kuin RAK12:ssa. Piirustusten sisältö on esitetty kattavasti Suomen Rakennusinsinöörien Liiton julkaisemissa kirjoissa RIL 229-1-2013 ja RIL 229-2-2013, eikä sitä näin ollen ole tarvetta käydä läpi tehtäväluettelossa.

5 RAKENNESUUNNITTELUN TEHTÄVÄT

Tavanomaisessa rakennushankkeessa rakennesuunnittelun tehtävien pääpaino sijoittuu ehdotussuunnittelusta rakentamisvaiheeseen, mutta myös hankesuunnitteluvaihe sisältää rakennesuunnittelun perustehtäviä. Rakennushankkeen tarveselvitys- ja käyttöönottovaihe sekä takuu-aika ovat vaiheita, joissa rakennesuunnittelija ei ole yleensä aktiivisesti mukana, eivätkä kyseiset vaiheet sisällä rakennesuunnittelulle määriteltyjä perustehtäviä. Tämän vuoksi näiden vaiheiden tehtäväsisältöä ei käsitellä tässä opinnäytetyössä.



KUVA 6. Hankevaiheiden tulokset – hankesuunnittelusta toteutussuunnitteluun (RT 10-11105 2013).

Rakennesuunnittelun tehtäväluettelon mukaisia tehtäviä tarkasteltaessa on syytä huomioida, että tehtävät eivät ole joka hankkeessa samat. Tilaaja voi lisätä tehtäväluettelon tehtäviä tai vaihtoehtoisesti poistaa joitain tehtäviä, jotka eivät kuulu hankkeeseen tai ovat muuten tarpeettomia. (RT 103087 2019.) Lisäksi monesti hankkeiden aikana tulee vastaan tilanteita, joissa vaaditaan tehtäväksi sellaisia tehtäviä, jotka eivät kuulu rakennesuunnittelijalle tai niistä ei ole sovittu. Rakennesuunnittelijan tulee olla tietoinen siitä, että mitkä tehtäväluettelon tehtävistä kuuluvat mukaan suunnittelutoimeksiintoon, sillä toimeksiannon ulkopuolisten tehtävien tekeminen saattaa aiheuttaa taloudellisia sekä aikataulullisia haasteita. Epäselvissä tilanteissa onkin hyvä aina tarkistaa suunnittelutarjouspyynnön ja

suunnittelusopimuksen sisältö ennen kuin aloittaa tehtävän suorittamisen. (Ronkainen 2020; Hankaniemi 2020.)

Rakennesuunnittelijan on hyvä huomioida myös se, että eri hankevaiheet täydentävät toisiaan. Tehtävät eivät aina etene täysin tehtäväluettelon osoittamassa järjestyksessä, vaan eri tehtäviä voidaan tehdä samanaikaisesti, eikä niitä tehdä aina samalla tarkkuudella eri hankkeissa. Esimerkiksi yleissuunnitteluvaiheessa osa suunnitelmapaketeista voidaan viedä jo hankintoja palvelevien suunnitelmien tai toteutussuunnitelmien vaatimaan tarkkuuteen, jos hankintakyselyt tehdään yleissuunnitelmien pohjalta. (RT 10-11105 2013.)

Myöskään tietomallin sisältö ei ole jokaisessa hankkeessa sama. Ennen suunnittelutyön aloittamista tulisi sopia tietomallintamisen tarkkuudesta sekä hyödyntämisestä hankkeen aikana, ja kirjata päämäärät, tavoitteet ja käyttötarkoitus tietomallinnussuunnitelmaan. Hankkeen aikana saattaa ilmetä projektinhallinnallisia haasteita, jos hankkeen osapuolet eivät ymmärrä tietomallintamiseen liittyviä tehtäviä, resursseja, rooleja sekä vastuita. (RT 10-11076 2012.)

5.1 Hankesuunnittelu (B)

Hankesuunnitteluvaiheen aikana laaditaan projektiohjelma ja hankeohjelma, joissa esitetään tavoitteet hankkeen läpiviennin ja suunnittelun osalta. Vaiheesta vastaa tilaaja/rakennuttaja, joten rakennesuunnittelun osallistumisesta vaiheeseen täytyy sopia aina erikseen. (RT 103087 2019.)

Vaikka rakennesuunnittelu ei ole yleensä mukana vielä tässä vaiheessa hanketta on sille määritetty tehtäväluettelossa muutamia perustehtäviä. Perustehtävät ovat lähinnä selvityksien tekemistä ja muistiokirjauksia, eikä tässä vaiheessa ole syytä ottaa esimerkiksi mallintamista mukaan suunnitteluun.

5.1.1 RAK18 mukaiset perustehtävät ja tuotokset

Rakennesuunnittelijan tulee määrittää lähtötietojen riittävyys, ja tehdä lähtötietoluettelo sekä tarvittaessa luettelo puuttuvista lähtötiedoista. Lisäksi rakennesuunnittelija avustaa hankeaikataulun määrittämisessä ja tekee rakennettavuus- ja elinkaariselvitykset, toteutustavan valintaan liittyvät selvitykset sekä vertailututkimusraportin. Selvityksissä ja raportissa arvioidaan eri rakennuspaikkojen rakennettavuutta ja kustannuksia sekä niiden vaikutuksia rakennuksen käyttöikäen, elinkaareen ja ympäristöön. (RT 103087 2019.)

Oleellisena osana hankesuunnittelua on myös rakenneteknisten tavoitteiden määrittäminen. Rakennesuunnittelijan tulee määrittellä eri rakennusjärjestelmien ja rakennusosien rakennetekniset suunnittelutavoitteet sekä osallistua tavoitteiden määrittelyyn muun muassa rakenteiden laadun, toiminnallisuuden ja rakennusfysikaalisten ominaisuuksien osalta. (RT 103087 2019.)

5.2 Suunnittelun valmistelu (C)

Suunnittelun valmistelu on rakennesuunnitteluprojektin onnistumisen kannalta erittäin tärkeä vaihe, sillä sen aikana organisoidaan suunnitteluprojekti (RT 103087 2019). Vaiheen aikana tulee kiinnittää erityistä huomiota hankkeen erityisvaatimukseen ja ehtoihin, jotka saattavat vaikuttaa hankkeen kulkuun, sisältöön ja aikatauluun (Ronkainen 2020).

Myös rakennushankkeen urakkamuodolla saattaa olla vaikutuksia, jotka on hyvä huomioida heti suunnittelua valmisteltaessa. Urakkamuodolla on vaikutuksia muun muassa hankintoja palvelevan suunnitteluvaiheen sisältöön ja aikatauluun. Esimerkiksi KVR-urakka saattaa olla rakennesuunnittelijan kannalta paljon nopeampoisempi kuin perinteisellä urakatoteutuksella toteutettu hanke. On myös syytä huomioida, että mitä pidempi projekti on, sitä enemmän aikaa menee yleensä myös projektinjohtoon. (Ronkainen 2020; Hankaniemi 2020.) Projekti-päällikön on hyvä kertoa ennen suunnittelun aloittamista suunnittelijoille millä tavalla urakkamuoto vaikuttaa hankkeen kulkuun (Ronkainen 2020).

5.2.1 RAK18 mukaiset perustehtävät ja tuotokset

Suunnittelun valmistelu tulee aloittaa tarkistamalla rakennesuunnittelulle asetetut tavoitteet hankkeessa ja myös se, että urakkamuoto sekä hankintamuodot on määritelty oleellisten rakenneosien osalta. Hankintamuotoja on neljä. Hankinnat voidaan tehdä työpiirustuksin, täydentyvin työpiirustuksin, ohjeellisin suunnitelmin (viitesuunnitelmien avulla) tai tuoteosakaupalla. (RT 103087 2019.)

Rakennesuunnittelijan on tutustuttava tarjouspyyntöaineistoon, varmistettava lähtötietojen riittävyys sekä selvitettävä oman organisaation kelpoisuus ja resursien riittävyys suunnittelutoimeksiantoon. Tarkasteltavia asioita ovat hankkeen tavoitteet, aikataulut sekä vastuujat. (RT 103087 2019.) Projektin onnistumiseksi aikatauluun on kiinnitettävä huomiota myös tehtäväkohtaisella tasolla (Hankaniemi 2020). Näiden varmistusten ja selvitysten jälkeen laaditaan alustava projektisuunnitelma. Lisäksi suunnittelun valmistelun aikana tehdään täsmennetty tehtäväluettelo sopimalla tehtäväluettelon liitteiden kuulumisesta toimeksiantoon ja suunnittelutehtävän laajuudesta. (RT 103087 2019.)

Tärkeimpänä osana suunnittelun valmistelua on suunnittelusopimuksen solmiminen. Vaiheen aikana sovitaan myös suunnittelu- ja tiedonvaihtoaikatauluista, suunnittelukatselmuksista, tietomallipohjaisen suunnittelun hyödyntämisestä ja laajuudesta sekä suunnittelu- ja rakentamisvaiheen kokouksista, yhteistyöstä ja viestinnästä. Jos rakennusprosessin aikana ilmenee mahdollisia erityismenettelyitä, selvitetään niistä aiheutuvat vaatimukset ja tehtävät. (RT 103087 2019.)

5.3 Ehdotussuunnittelu (D)

Ehdotussuunnitteluvaihe ei aina kuulu mukaan suunnittelutoimeksiantoon selkeästi omana vaiheenaan, vaan ehdotussuunnittelu saatetaan hoitaa osana yleissuunnitteluvaihetta. (Hankaniemi 2020.) Tehtäväluettelossa on kuitenkin määritetty myös ehdotussuunnittelu omaksi vaiheekseen, ja se pitää sisällään useita perustehtäviä rakennesuunnittelulle.

Ehdotussuunnitteluvaiheessa rakennesuunnittelijan tulee laatia suunnittelutehtävien ratkaisemiseksi vaihtoehtoisia suunnitelmia ja arvioida eri vaihtoehtojen toteutettavuutta. Tämän lisäksi rakennesuunnittelijan tulee varmistaa osaltaan hankkeelle asetettujen tavoitteiden täyttyminen valitun ehdotuksen osalta. (RT 103087 2019.) Ehdotussuunnitteluvaiheesta pyritään siirtymään melko nopeasti yleissuunnitteluvaiheeseen, eikä näin ollen siihen käytetä suurta osuutta koko rakennusprojektiin varatusta ajasta (Hankaniemi 2020).

Ennen ehdotussuunnittelun aloittamista laadittuna tulee olla hankesuunnitelma tai vastaava kuvaus, josta selviävät hankkeen vaatimukset. Lisäksi tiedossa ja/tai laadittuna tulee olla suunnittelupäätös, suunnittelusopimukset, suunnittelun yhteistyömenettelyt ja tavoitteet. (RT 103087 2019.)

5.3.1 RAK18 mukaiset perustehtävät ja tuotokset

Ehdotussuunnitteluvaihe käynnistetään varmistamalla lähtötietojen riittävyys sekä rakennetekniset suunnittelutavoitteet. Tämän lisäksi tulee täsmentää ehdotussuunnitteluvaiheessa laadittavien ratkaisuvaihtoehtojen määrä, laajuus ja aikataulu sekä CAD- ja tietomallipohjaisen suunnittelun sisältö ja laajuus. (RT 103087 2019.)

Itse suunnitelmien laadinta alkaa rakennesuunnittelussa käytettävien kuormitusten määrittämisellä, jonka jälkeen siirrytään rakenneteknisten ratkaisuvaihtoehtojen määrittämiseen. Rakennesuunnittelijan tulee tehdä rakennettavuusselostus sekä rakenteellisen turvallisuuden ja paloturvallisuuden riskiarvio, joissa eri ratkaisuvaihtoehtoja vertaillaan rakennettavuuden sekä turvallisuuden näkökulmista. Lisäksi eri vaihtoehtojen rakennusfysikaaliseen toimivuuteen sekä kosteudenhallintaan liittyviä riskejä tulee arvioida. (RT 103087 2019.)

Tehtäväluettelon liitteen 10 mukaiset rakennusfysikaalisen suunnittelun perustehtävät tulee myös suorittaa. Perustehtäviin kuuluu ehdotusten laatiminen maanvastaisten rakenteiden vedeneristystavoista ja märkätilojen vedeneristysratkaisuista sekä maanvastaisten rakenteiden kosteusolosuhteiden arvioiminen. (RT 103087 2019.)

Ehdotussuunnitteluvaiheen lopussa täydennetään rakenteiden suunnittelun ja toteutuksen perusteet -asiakirja ja suoritetaan suunnitelmien ristiin tarkastus sekä yhteensovittaminen. Suunnitelmille hankitaan kirjallinen hyväksyntä, ja tehdään esitys ehdotuksesta yleissuunnittelun pohjaksi. (RT 103087 2019.)

5.3.2 Rakennepiirustusten ja tietomallin sisältö

Ehdotussuunnittelun aikana laaditaan karkeat ehdotukset muun muassa kohteen rakennejärjestelmistä ja rakennetyypeistä (RT 103087 2019). Rakennejärjestelmistä tehdään periaatteelliset rakennejärjestelmäkaaviot, joista selviävät rakenteiden päädimensiot ja ominaisuudet sekä käyttöikään vaikuttavat tekijät (RT 10-11128 2013).

Rakennesuunnittelijalla ei ole varsinaisia mallinnusvaatimuksia ehdotussuunnitteluvaiheessa. Esimerkiksi kustannusten selvittämiseksi rakennesuunnittelija voi kuitenkin erikseen sovittaessa mallintaa erilaisia runkovaihtoehtoja. Mikäli mallintaminen otetaan mukaan hankkeen tässä vaiheessa, mallinnustarkkuus on yleissuunnitteluvaiheen mukainen. (RT 10-11070 2012.)

5.4 Yleissuunnittelu (E)

Yleissuunnitteluvaiheessa rakennesuunnittelun rooli on jo hieman suurempi kuin ehdotussuunnitteluvaiheessa. Yleissuunnitteluvaiheen suunnittelu tehdään sillä tarkkuudella ja siinä laajuudessa, että rakennusosien ja kohteen määrät, laajuus, laatutaso ja työtavat voidaan määrittää suunnitteluvaihe huomioon ottaen toteutuskustannusten edellyttämällä tarkkuudella. Rakennesuunnittelijan on tarkastettava, että yleissuunnitelma täyttää asetetut tavoitteet ja vaatimukset sekä sen, että suunnitelma on toteuttamiskelpoinen. Ennen yleissuunnittelun aloittamista ehdotussuunnitelman tulee olla valittu ja hyväksytty. (RT 103087 2019.)

Yleissuunnitteluvaiheessa selvitetään rakennuksen runkojärjestelmä, perustamistapa, kantavat ja jäykistävät rakenteet sekä materiaalit. Myös rakennuksen routa- ja palosuojausperiaatteiden tulee olla selvillä. (RIL 229-1-2013 2013, 111.)

Suunnittelussa on kuitenkin hyvä muistaa, että hankkeeseen saattaa tulla vielä muutoksia tässä vaiheessa hanketta (Ronkainen 2020).

5.4.1 RAK18 mukaiset perustehtävät ja tuotokset

Yleissuunnitteluvaihe aloitetaan tarkistamalla lähtötietojen riittävyys, ja tekemällä tarvittavat päivitykset lähtötietoluetteloon sekä mahdollisesti luettelo tarvittavista lähtötiedoista. Alussa tulee myös osallistua yleissuunnitteluvaiheen hankepaket-tijaon laatimiseen. Hankintapakettien sisältö, tarkkuus ja ajankohdat tulee olla määriteltynä ennen suunnittelutyön aloittamista. (RT 103087 2019.)

Rakennesuunnittelijan tulee varmistaa kosteudenhallintaselvityksen vaatimukset suunnittelulle sekä täsmentää rakennesuunnitteluun kohdistuvia tavoitteita ja kir-jata täsmennetyt tavoitteet ylös muistioihin. Mikäli ilmenee tarve lisätutkimuksille, -investoinneille ja/tai -mittauksille, tulee ne määrittää tässä vaiheessa hanketta ja tehdä tutkimus- ja investointiohjelma. (RT 103087 2019.)

Yleissuunnittelun aikana rakennesuunnittelijan tulee osallistua kiinteän perusra-kennuksen ja muuntuvien tilaosien määrittämiseen sekä varmistaa rakenteiden käyttöikä- ja elinkaaritavoitteiden toteutuminen. Rakennesuunnittelija täsmentää rakennesuunnittelussa käytettävät kuormitukset ja laatii rakennuksen perustus-, runko-, julkisivu- ja vesikattorakenteiden yleissuunnitelmat sekä rakennetyypit ja tietomallin. (RT 103087 2019.)

Rakeneratkaisujen rakennusfysikaalinen toimivuus tulee varmistaa sekä suorit-taa rakennusfysikaalisen suunnittelun perustehtävät, jotka on esitetty tehtävä-luettelon liitteessä 10. Yleissuunnitteluvaiheen rakennusfysikaalisiin perustehtä-viin kuuluu muun muassa tuuletusten, ilman- ja höyrynpitävyyksien sekä veden- ja kosteudeneristyksien riittävyyden ja toimivuuden arvioiminen. Lisäksi rakenne-suunnittelijan on tarkasteltava mahdollisten kylmäsiltojen vaikutukset. (RT 103087 2019.)

Yleissuunnitteluvaiheen aikana laaditaan myös täydentävien rakenteiden yleis-suunnitelmat sekä tehdään selostuksia ja asiakirjoja, jotka liittyvät muun muassa

rakenteellisiin riskeihin, turvallisuuteen ja kosteudenhallintaan. Täsmennetyt tiedot rakenteiden suunnittelusta ja toteutuksesta kirjataan ylös, ja suoritetaan suunnitelmien ristiin tarkastus sekä yhteensovittaminen. (RT 103087 2019.)

Yleissuunnitteluvaiheen aikana tehtävien laskelmien tarkoituksena on lähinnä selvittää rakenteiden riittävyys ja dimensiot sekä rakennuksen pystyssä pysyminen. Vaiheen aikana tehdään muun muassa rakenteiden ja liitosten periaatteelliset rakennelaskelmat, kokonaisvakavuuslaskelmat sekä alustavat värähtelytarkastelut. Erityisen tarkka tulee olla kohteen stabiliteettilaskelmista, sillä ylimäärien jäykistävien rakenneosien lisääminen myöhemmissä vaiheissa saattaa olla haastavaa. (Ronkainen 2020; Lampinen 2020; Pitkänen 2020.) Laskelmissa tulee tarkastella murto-, käyttö- ja onnettomuusrajatilojen mukaiset tilanteet. (RT 103087 2019.)

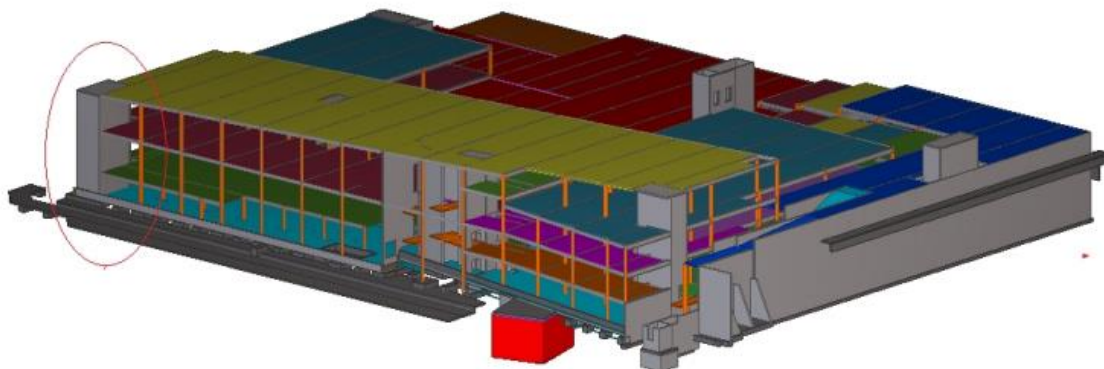
5.4.2 Rakennepiirustusten sisältö

Vaiheen aikana tehtävät eri rakenteiden yleissuunnitelmat sisältävät pääasiassa tasokaavioita, yleisleikkauksia, eri rakenneosien periaatepiirustuksia, tartuntapiirustuksia sekä tyypillisiä liittymädetaljeja (RT 10-11128 2013). Suunnitelmat ovat periaatteellisia, eikä yksityiskohtaista suunnittelua ole tarpeellista tehdä (Hankaniemi 2020).

Vaiheen aikana tehtävissä piirustuksissa on oleellista, että rakennuksen ja kantavien sekä jäykistävien rakenteiden dimensiot, korkeusasemat, materiaalit sekä yleisimpien leikkausten ja detaljien merkinnät ovat näkyvissä. Raudoitukset tulee esittää karkealla tasolla, ja ilmoittaa niiden alustavat määrät. Myös esimerkiksi paalutyypit, alustavat paalumäärät ja paalupituudet tulee esittää suunnitelmissa, mikäli kohde paalutetaan. (RIL 229-1-2013 2013, 111, 117, 126.)

Lisäksi rakennesuunnittelijan on laadittava rakennuksen rakennetyyppi- ja piirustukset, joista selviävät rakennepaksuudet, palonkestoluokat, eristävyys ilman, äänen ja lämmön osalta sekä mahdolliset rajoitukset. (RIL 229-1-2013 2013, 114.)

5.4.3 Tietomallin sisältö



KUVA 7. Tietomalli yleissuunnitteluvaiheessa (RT 10-11070 2012).

Yleissuunnitteluvaiheessa rakennesuunnittelija aloittaa tietomallin luomisen ehdotussuunnitteluvaiheessa valittuja perusratkaisujen ja arkkitehdin tietomallin pohjalta, tai vaihtoehtoisesti kehittää jo ehdotussuunnitteluvaiheessa aloitettua tietomalliaan (RT 10-11066 2012).

Yleissuunnitteluvaiheen tietomallin pääasiallinen tarkoitus on rakennuskohteen ja sen rakenneratkaisujen havainnollistaminen. Lisäksi se auttaa eri suunnitelmien yhteensovittamisessa ja sen avulla voidaan tehdä alustavaa määrä- ja kustannuslaskentaa. (RT 10-11070 2012.)

Yleissuunnitteluvaiheessa rakennesuunnittelijan tulee mallintaa rakennuksen perustus- ja runkorakenteiden perusgeometriat ja sijainnit oikein. Mallinnus ei ole yksityiskohtaista ja esimerkiksi liitoksia tai ontelolaatastoja ei ole syytä mallintaa tarkasti. (Lampinen 2020; Pitkänen 2020.) Projektikohtaisesti voidaan kuitenkin sopia, että yleissuunnitteluvaiheen tietomalliin lisätään esimerkiksi liitoksia, ei-kantavia seiniä, katoksia, ulkotasoja, julkisivurakenteita, alapohjan lämmöneristeitä ja paalutuksia (RT 10-11070 2012).



KUVA 8. Esimerkki porrashuoneen mallitarkkuudesta yleissuunnitteluvaiheessa (RT 10-11070 2012).

5.5 Rakennuslupatehtävät (F)

Rakennuslupatehtäviin kuuluu rakennesuunnittelijan osalta rakennusluvan edellyttämien tietojen täydentäminen sekä yleissuunnitelman hyväksyttävyyden tarkistaminen. Tämän lisäksi on laadittava tarvittavat rakennusluvan edellyttämät suunnitelmat ja muut asiakirjat, jotka kuuluvat rakennesuunnittelijan tehtäväkokonaisuuteen. (RT 103087 2019.)

Rakennuslupatehtävät voidaan aloittaa heti kun yleissuunnitelma on tarvittavilta osin valmis, ja siitä saadaan riittävästi tietoa tehtävien suorittamista varten. (RT 103087 2019.)

5.5.1 RAK18 mukaiset perustehtävät ja tuotokset

Rakennesuunnittelijan tulee selvittää paikkakuntakohtaiset rakennusvalvonnan erityisvaatimukset suunnittelulle. Lisäksi rakennesuunnittelija kokoaa tarvittavat ennakkolausunnot viranomaisilta ja tarvittaessa osallistuu rakennusvalvonnan ennakkoneuvotteluihin. (RT 103087 2019.)

Rakennesuunnittelijan tulee arvioida rakenteellista turvallisuutta ja riskejä, sekä osallistua riskiarvion ja riskianalyysin laadintaan. Lisäksi rakennesuunnittelijan on laadittava rakennesuunnitelmien tarkastussuunnitelma, joka sisältää kuvauksen tarkastusmenettelyistä ja tarkastuksen vastuuhenkilöistä. (RT 103087 2019.)

Vaaditut rakennesuunnitelmat ja selvitykset toimitetaan rakennusvalvontaviranomaiselle ennen rakennustyön aloittamista (RT 103087 2019). Vaadittuihin suunnitelmiin kuuluvat esimerkiksi kohteen rakennetyypit (Lampinen 2020; Pitkänen 2020). Lisäksi viranomaisille on esitettävä kohteen kuormitus, stabiliteetti ja mitoituslaskelmat, joista käy ilmi rakennejärjestelmä, käytetyt laskentamenetelmät, saadut tulokset ja laskelmien kattavuus. Jos käytetyt rakennejärjestelmät ovat tavallisesta poikkeavia, voidaan lisäksi vaatia toimitettavaksi selvitys rakenteen toiminnasta. (RIL 229-1-2013 2013, 66.)

Rakennuslupa-asiakirjojen ollessa valmiit rakennesuunnittelijan tulee hankkia niille kirjallinen hyväksyntä, ja jättää ne käsiteltäviksi rakennusvalvontaviranomaisen ohjeiden mukaan (RT 103087 2019).

5.6 Toteutussuunnittelu (G)

Toteutussuunnitteluvaihe jakautuu kahteen eri vaiheeseen. Hankintoja palvelevan suunnittelun tarkoitus on viedä suunnitelmat sille tasolle, että niiden avulla voidaan laskea kustannukset tarjouksia ja toimitussopimuksia varten. (RIL-229-1-2013 2013, 36.) Suunnittelukokonaisuus tulee tehdä sillä tarkkuudella ja siinä laajuudessa, että kohteen ja sen rakennusosien määrät, laajuus, laatutaso ja työtavat pystytään määrittämään riittävällä tarkkuudella (RT 103087 2019). Halutun tarkkuuden määrittää tilaaja, ja siitä on sovittava aina erikseen. (Pitkänen 2020.)

Hankintoja palvelevat suunnitelmat tai vaihtoehtoisesti yleissuunnitelmat täydennetään ja kehitetään toteutussuunnitteluvaiheen toisessa osassa toteutusta ja rakentamista palveleviksi mitoitetuiksi tuotemäärittelyiksi ja suunnitelmiksi. Toteutusta palvelevat suunnitelmat pitävät sisällään muun muassa täydentävät detajisuunnitelmat sekä järjestelmä- ja tuoteosasuunnitelmat, jotka tehdään joko päärakennesuunnittelijan laatimien hankintoja palvelevien suunnitelmien tai toteutusta palvelevien suunnitelmien perusteella riippuen kohteen toteutustavasta. (RT 103087 2019.)

Rakennesuunnittelijan työmäärän kannalta toteutussuunnitteluvaihe on rakennushankkeen suurin vaihe. Hankintoja ja toteutusta palvelevat suunnitelmat vievät yhteensä projektiin varatusta ajasta yleensä yli puolet. Jos järjestelmä- ja tuoteosasuunnitelmien laadinta kuuluu mukaan suunnittelutoimeksiantoon, on pelkästään toteutusta palvelevan vaiheen osuus usein yli puolet koko projektista. (Hankaniemi 2020; Ronkainen 2020; Lampinen 2020; Pitkänen 2020.)

Ennen toteutussuunnittelun aloittamista suoritetaan tehtäväluettelon kohdan C1 mukaiset tehtävät, jotka ovat rakennesuunnittelulle asetettujen tavoitteiden tarkistaminen sekä sen tarkistaminen, että urakkamuoto ja hankintamuodot oleellisten rakenneosien osalta on määritelty. (RT 103087 2019.)

5.6.1 RAK18 mukaiset perustehtävät ja tuotokset

Toteutussuunnittelun alussa tulee tarkistaa tarjouspyyntöaineiston sisältö sekä varmistaa oman organisaation kelpoisuus ja resurssien riittävyys suunnittelutoimeksiantoon. Tämän lisäksi sovitaan suunnittelukäytännöistä, huolehtimis- ja vastuurajoista rakennesuunnittelun osalta sekä suunnittelukatselmuksista. (RT 103087 2019.)

Suunnittelu käynnistyy tehtäväluettelon kohdan C3 mukaisilla tehtävillä. Rakennesuunnittelijan tulee tarkastella hankkeen aikatauluja, vastuujakoa ja lähtötietojen riittävyyttä. Lähtötietoluettelo päivitetään ja tehdään tarvittaessa luettelo puut-

tuvista lähtötiedoista. Lisäksi on tarkistettava ja täsmennettävä suunnittelutehtävän laajuus sekä tietomallipohjaisen suunnittelun laajuus ja hyödyntäminen toteutussuunnittelun aikana. (RT 103087 2019.)

Hankintoja palvelevaa suunnittelua varten on tarkennettava hankintoja palvelevien suunnitelmien hankintamuoto ja valmiusaste sekä sovittava mahdollisten hankintamuotomuutosten vaikutuksista suunnittelutoimeksiantoon. Hankintamuodot on käyty läpi luvussa 5.2.1. Suunnitelmat laaditaan valitun hankintamuodon mukaisesti. (RT 103087 2019.)

Toteutussuunnittelu pitää sisällään myös purkuihin, tuentoihin ja väliaikaisiin rakenteisiin liittyviä perustehtäviä. Tehtävät liittyvät muun muassa purkujärjestykseen, työturvallisuuteen, jätteiden käsittelyyn/kierrätykseen, purettavien rakenteiden laajuuden määrittämiseen sekä purkusuunnitelman tarkastamiseen. Tarkastelujen pohjalta rakennesuunnittelija tekee purkutyöselostuksen ja purkutyökaaviot. (RT 103087 2019.)

Perustus- ja alapohjarakenteiden toteutussuunnitteluvaiheen mukaiset rakennesuunnitelmat pitävät sisällään itse rakenteiden suunnittelun lisäksi liittymien, rautasuojauksen sekä lämmön-, veden-, kosteuden- ja radoneristysten suunnittelun. Tämän lisäksi myös paalutukset tulee suunnitella, ja laatia paaluluettelot. Rakennesuunnittelijan tulee varmistua perustus- ja alapohjarakenteiden rakennusfysikaalisesta toimivuudesta, ja laatia tarvittavat toteutusasiakirjat kyseisten rakenteiden osalta. (RT 103087 2019.)

Runkorakenteiden rakennesuunnitelmat pitävät sisällään kantavien ja jäykistävien runkorakenteiden suunnittelun hankkeeseen valitun hankintamuodon mukaisesti sekä runkorakenteisiin liittyvät lämmön-, veden- ja kosteudeneristykset. Eristyksiä suunniteltaessa tulee varmistua niiden rakennusfysikaalisesta toimivuudesta. Tämän lisäksi tulee laatia puu-, betonielementti-, liitto- ja teräsrunkorakenteiden toteutusasiakirjat hankkeeseen soveltuvassa laajuudessa sekä ottaa huomioon liittyvien valmisosa-, tuoteosa- ja järjestelmätoimitusten vaikutukset runkorakenteisiin. Rakennesuunnittelijan tulee myös suunnitella tehtäväluettelon liitteen 1 mukaisesti paikallavalettavat rakenteet. (RT 103087 2019.)

Julkisivu- ja ulkotasarakenteita suunniteltaessa rakennesuunnittelijan tulee huolehtia rakenteellisen kokonaisuuden toteutumisesta. Suunnittelun laajuus määräytyy valitun hankintamuodon mukaan. Suunnitelmat pitävät sisällään julkisivu- ja ulkotasarakenteiden veden-, kosteuden- ja lämmöneristysten sekä tuuletuksen, liittymien, lävistyksien ja tiivistyksien suunnittelun, ellei kyse ole tuoteosa-kaupasta. Tämän lisäksi tulee suunnitella paikallavalettavat julkisivurakenteet, aukotusten tukirakenteiden periaatteet, erikoisovien ja -ikkunoiden kiinnitykset sekä täydentävien rakenteiden tyypilliset liitokset ja päädimensiot. Kohteen täydentäviä rakenteita ja liitoksia voivat olla esimerkiksi katokset sekä kaiteet kiinnityksineen. (RT 103087 2019.)

Vesikaton rakenteiden, liittymien, lävistyksien ja detaljien sekä lämmön-, veden, kosteudeneristysten, tuuletuksen ja höyrynsulkujen suunnittelu kuuluu mukaan toteutussuunnitteluun. Tämän lisäksi vesikaton rakennesuunnitelmiin sisältyy täydentävien rakenteiden kuten kattopollareiden ja kulkusiltojen päädimensioiden sekä tyypillisten liittymien, kiinnitysten ja läpivientien suunnittelu. Myös lasikattorakenteiden kiinnitykset, kuormitukset ja muut periaatteet tulee määrittellä sekä suunnitella sadeveden poistojärjestelmä kattokaivojen sijoittelun ja kaatojen osalta. Vesikatto- ja pihakansirakenteiden rakennusfysikaalisesta toimivuudesta tulee varmistua, ja ottaa huomioon kaikkien liittyvien valmisosa-, tuoteosa- ja järjestelmäosatoimitusten vaikutukset. (RT 103087 2019.)

Kiinteän perusrakennuksen ja muuntuvan tilaosan täydentävistä rakenteista tulee tehdä rakennesuunnitelmat. Täydentävien rakenteiden päädimensiot ja rakennusjärjestelmäperiaatteet sekä keskeiset detaljit, liitokset ja liittymät runkorakenteisiin tulee esittää suunnitelmissa. Lisäksi näihin rakenteisiin liittyvät veden-, kosteuden- ja lämmöneristykset ja niiden liittymät, liitokset, tiivistykset ja lävistykset tulee suunnitella sekä varmistua niiden rakennusfysikaalisesta toimivuudesta. Myös liittyvien tuoteosatoimitusten vaikutukset rakenteisiin tulee huomioida. (RT 103087 2019.)

Myös varaussuunnittelu on osa toteutussuunnittelua. Rakennesuunnittelijan tulee sopia varaus- ja reikäpiirustusten hyväksymis- ja kierrätysmenettelyistä, aikatauluista ja vastuista sekä tehdä näiden pohjalta varausmenettelyohje. Lisäksi

tulee tarkastaa rakenteiden kannalta oleellisten järjestelmien ja reititysten tilantarpeet sekä muiden suunnittelijoiden ja toimittajien suunnittelemat varaukset rakenteiden toiminnan kannalta. Varaussuunnittelun tuotoksena on reikä- ja varauspiirustukset. (RT 103087 2019.)

Osana toteutussuunnittelua on tehtävä selostuksia ja muita tehtäviä, jotka liittyvät muun muassa suunnitelmien yhteensovittamiseen, suunnittelukatselmuksiin, rakennustuotteiden teknisiin vaatimuksiin, työturvallisuuteen ja rakenteelliseen turvallisuuteen. Lisäksi on täydennettävä rakennusselostus ja suoritettava toteutussuunnitteluvaiheen rakennusfysikaalisen suunnittelun perustehtävät, jotka on esitetty tehtäväluettelon liitteessä 10. Rakennusfysikaalisiin perustehtäviin kuuluu märkätilojen kaltevuuksien tarkistaminen sekä rakenteiden tuuletusvälien suunnittelu. Rakennesuunnittelijan tulee varmistua siitä, että laadittujen rakennus- ja tuoteosasuunnitelmien muodostama kokonaisuus toteuttaa rakenteellisen kokonaisuuden vaatimukset. (RT 103087 2019.)

Rakennesuunnittelijan on laadittava hankintamuodon mukaisessa laajuudessa suunnittelutoimeksiannon edellyttämät rakennelaskelmat. Laskelmat tulee tehdä siten, että ne sisältävät käyttö-, onnettomuus- ja asennusaikaiset tilanteen tarkastelut. (RT 103087 2019.) Toteutussuunnitteluvaiheen laskelmat käsittelevät pääosin tyyppirakenteita ja tyyppielementtejä, liitoksia sekä raudoituksia (Ronkainen 2020).

Valmisosa-, tuoteosa- ja järjestelmäosasuunnitteluun liittyviä perustehtäviä ovat muun muassa hankintaan liittyvän suunnittelun tehtäväjaosta sopiminen, aikataulun laadintaan osallistuminen, teknisten vaatimusten määrittäminen sekä toteutussuunnitelmien suunnittelukatselmuksiin ja yhteensovittamiseen osallistuminen. Lisäksi rakennesuunnittelijan tulee tarkastaa toimittajien sopimus- ja tarjoussuunnitelmien hyväksyttävyyttä sekä alakattosuunnitelmien, muiden järjestelmä- ja tuoteosasuunnitelmien ja työmenetelmien yhteensopivuus. (RT 103087 2019.)

5.6.2 Rakennepiirustusten sisältö hankintoja palvelevassa vaiheessa

Hankintoja palvelevat suunnitelmat sisältävät saman tyyppisiä piirustuksia kuin yleissuunnitteluvaiheen suunnitelmatkin, mutta niistä tehdään yksityiskohtaisempia. Suunnitelmissa on oleellista, että näkyvissä ovat kaikki ei-kantavat betonirakenteet, kantavat ja jäykistävät vaaka- ja pystyrakenteet sekä eri rakennusosat määrä ja laatutietoineen (RIL 229-1-2013 2013, 112). Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että piirustuksissa tulee näyttää esimerkiksi ontelolaatatot ja elementtien alustavat saumat. Myös liittyvät rakenteet ja päärakenteiden liitokset tulee esittää piirustuksissa tässä vaiheessa suunnittelua. (Pitkänen 2020.)

Eri rakennusosat esitetään tunnuksineen, ja niiden sijainti tulee sitoa moduulilinjoihin. Piirustuksissa tulee myös esittää rakenteiden kuormitustiedot, palonkestoluokat, ympäristön aiheuttamat rasitukset, pintojen laatuvaatimukset, toleranssiluokat, materiaalien erityisvaatimukset sekä mahdolliset liikunta- ja työsaumat. Myös kaikki varaustiedot tulee esittää piirustuksissa, joilla on merkitystä kantavien rakenteiden suunnittelun kannalta. (RIL 229-1-2013 2013, 112.)

Rakennetyypit tulee tarkentaa vastaamaan hankintoja palvelevan suunnitteluvaiheen vaatimuksia. Rakennetyypeistä tulee käydä ilmi yleissuunnitteluvaiheessa mainittujen asioiden lisäksi rakenteisiin liittyvät laatuvaatimukset sekä työmenetelmiin ja toteutukseen liittyvät vaatimukset. Myös rakennetyyppien ohje- ja selitystekstit tulee olla määriteltynä oikein tässä vaiheessa. (RIL 229-1-2013 2013, 114.)

Vaiheen aikana laadittavien tyyppielementtien piirustukset laaditaan samalla tarkkuudella kuin toteutussuunnitteluvaiheen aikana laadittavat elementtien valmistuspiirustukset. Piirustus sisältää elementin mitat, sivupiirroksen, vaaka- ja pystyleikkaukset, detaljit, raudoituksen sekä kiinnikkeet ja muut tarvikkeet. (RIL 229-1-2013 2013, 133, 150.) Tämän opinnäytetyön liitteessä 1 on esitetty hankintoja varten tuotetun elementin piirustus.

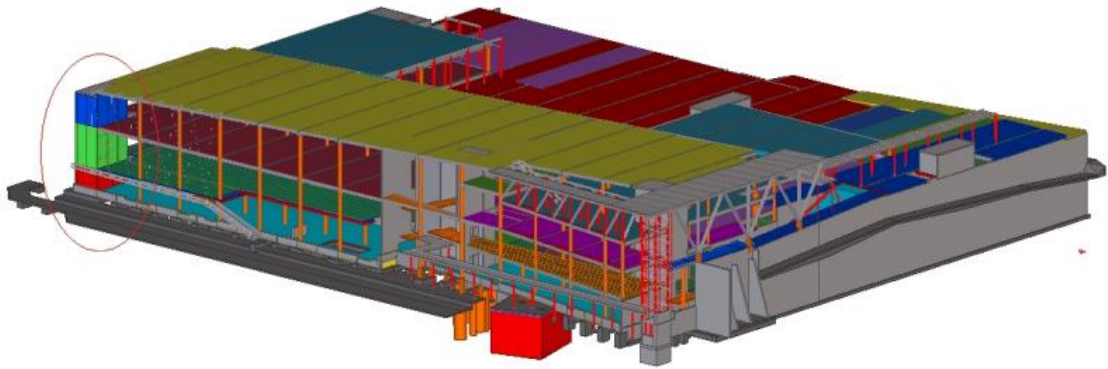
5.6.3 Rakennepiirustusten sisältö toteutusta palvelevassa vaiheessa

Rakennepiirustukset tarkennetaan valmiiksi toteutussuunnitelmiksi. Tarkennuksia tulee yleensä muun muassa raudoitusten osalta. Myös valu- ja asennussuuntaan liittyviä tarkennuksia saatetaan lisätä suunnitelmiin. Lisäksi suunnitelmiin on täydennettävä mahdolliset hankintoja palvelevan suunnitteluvaiheen jälkeen tulleet muutokset, jotta suunnitelmat vastaisivat lopullista toteutuvaa rakennusta. Muutokset johtuvat yleensä suunnitelmamuutoksista, rakentamistavan muutoksista ja/tai toleranssiylityksistä. (RIL 229-1-2013 2013, 112, 123.) Tämän opinäytetyön liitteessä 2 on esitetty toteutussuunnitteluvaiheen mukaisen tason mittapiirustuksen osa.

Myös rakennetyypit tarkennetaan vastaamaan lopullisia rakenteita. Niissä tulee esittää rakenteiden lopulliset mittatiedot ja rakennepaksuudet sekä käytön rajoitukset ja huomautukset. Lisäksi tarkat lasketut arvot palonkestävyydelle sekä äänen- ja lämmöneristävyydelle tulee merkitä rakennetyyppiin. (RIL 229-1-2013 2013, 115.)

Muidenkin suunnitteluvaiheiden piirustuksissa on tärkeää, että viivatyypit ja viivapaksuudet sekä muut piirustusmerkinnät on esitetty oikein, mutta erityisen tärkeää se on toteutussuunnitteluvaiheen piirustuksissa, sillä niiden avulla on tarkoitus rakentaa kyseinen rakennus. Mikäli edellä mainitut asiat ovat piirustuksessa väärin, on esimerkiksi raudituspiirustuksista vaikea saada selvää työmaalla. (Lampinen 2020.)

5.6.4 Hankintoja palvelevan tietomallin sisältö

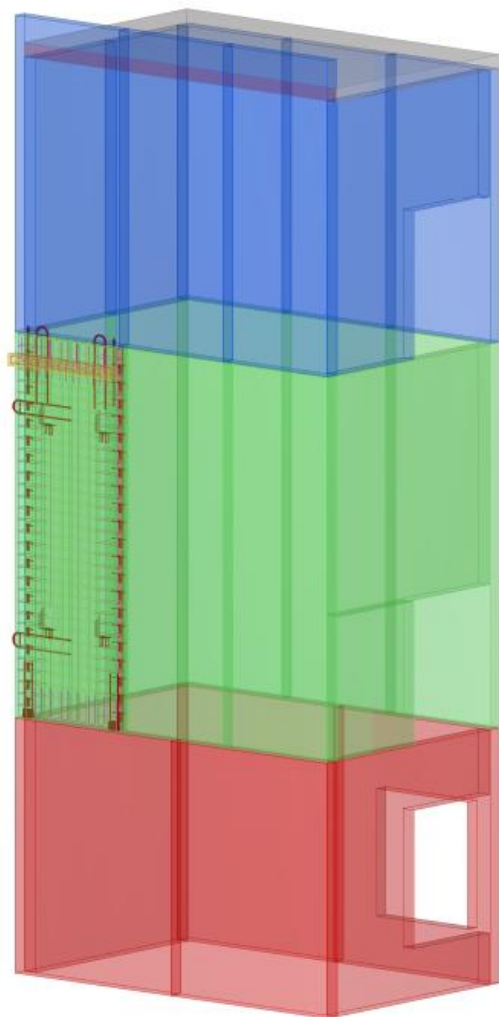


KUVA 9. Tietomalli hankintoja palvelevassa suunnitteluvaiheessa (RT 10-11070 2012).

Tietomalli kehitetään yleissuunnitteluvaiheen tietomallin pohjalta palvelemaan rakennushankkeen hankintoja (RT 10-11070 2012). Tilaaja määrittää hankintoja palvelevan tietomallin sisällön ja tarkkuuden. Määrittämisen helpottamiseksi on julkaistu ohjekortti RT 10-11209, joka sisältää taulukkomuotoisen ohjeistuksen tietomallin sisällöstä, mallinnustavasta ja tarkkuudesta hankintoja palvelevassa suunnitteluvaiheessa (RT 10-11209 2016).

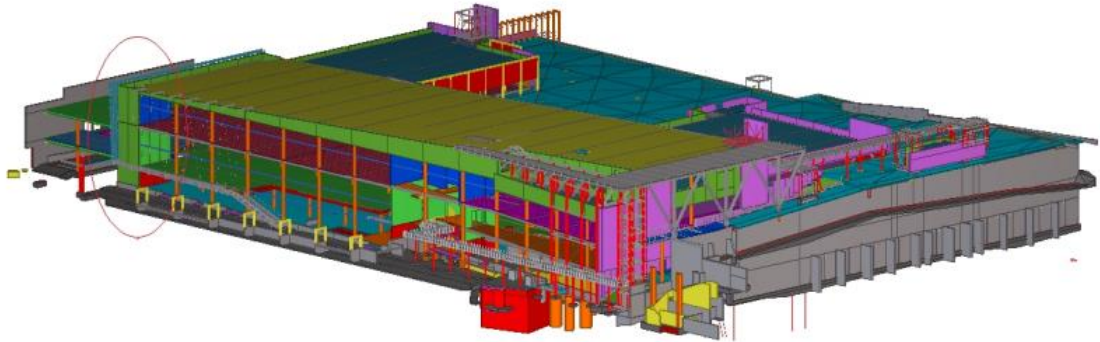
Hankintoja palvelevan suunnittelun tietomalli auttaa kohteen havainnollistamisessa ja suunnitelmien yhteensovittamisessa. Mallin avulla voidaan tehdä määrälaskentaa sekä suunnitella rakentamisaikataulua, työturvallisuutta, alueen käyttöä, asennusjärjestystä ja työjärjestystä. (RT 10-11070 2012.)

Mallissa tulee olla nähtävillä kantavien- ja ei kantavien betonirakenteiden koko, laajuus, määrät sekä tarkka sijainti. Vaiheen aikana tehdään tyyppirakenteet, mallielementit ja mallikokoonpanot sekä reikä- ja varaussuunnitelmat. Tyyppiratkaisut ja mallielementit tulee mallintaa raudoitteineen, liittymineen ja valutarvikkeineen oikein. Muut rakenteet ja elementit mallinnetaan geometriansa ja sijaintinsa osalta oikein. Tietomalli toimii lähtötietona toteutussuunnittelulle. (RT 10-11070 2012.)



KUVA 10. Esimerkki porrashuoneen mallitarkkuudesta hankintoja palvelevassa suunnitteluvaiheessa (RT 10-11070 2012).

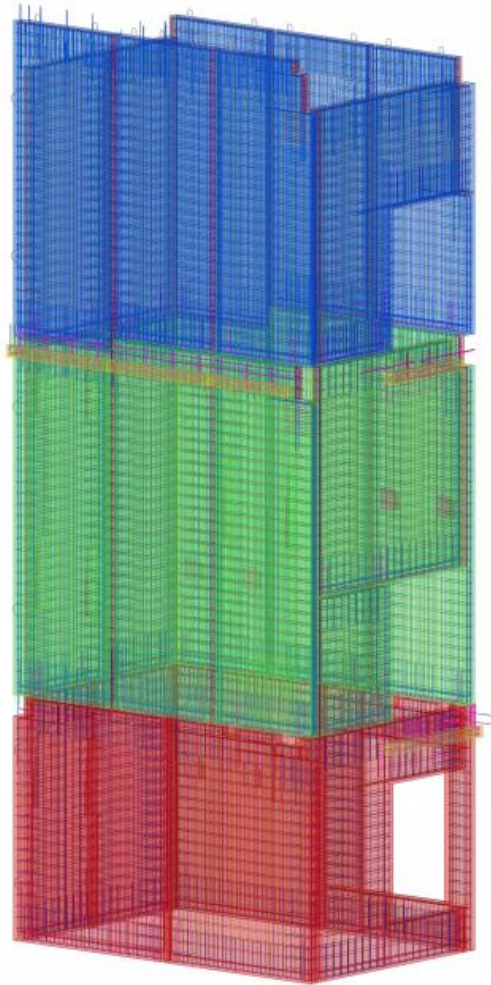
5.6.5 Toteutusta palvelevan tietomallin sisältö



KUVA 11. Tietomalli toteutussuunnitteluvaiheessa (RT 10-11070 2012).

Toteutussuunnitteluvaiheessa tietomallin tietosisältö ja tarkkuus määräytyvät rakennesuunnittelijan tehtävien laajuuden mukaisesti (RT 10-11070 2012). Tehtävien laajuus määritellään suunnittelusopimuksessa.

Vaiheen aikana rakennesuunnittelija jatkaa tietomallin kehittämistä rakenteiden osalta. Tietomalliin mallinnetaan kaikki runkorakenteet ja paikallavalettavat betonirakenteet rakenteiden, liittymien ja valutarvikkeiden osalta oikein. Lisäksi kaikki kokoonpanot ja/tai elementit tulee mallintaa samaan tarkkuuteen kuin edellisen vaiheen mallielementit ja/tai kokoonpanot. Elementtien ja/tai kokoonpanojen mallinnuksen hoitaa joko rakennesuunnittelija itse, tai erillinen konepaja- tai elementtisuunnittelija. (RT 10-11070 2012.)



KUVA 12. Esimerkki porrashuoneen mallitarkkuudesta toteutussuunnitteluvaiheessa (RT 10-11070 2012).

5.7 Rakentamisen valmistelu (H) ja rakentaminen (I)

Rakentamisen valmistelun aikana organisoidaan rakentaminen ja rakentamisvaiheen aikana varmistetaan, että rakennus rakennetaan sopimusten ja suunnitelmien mukaisesti. Vaiheet ovat pääosin tilaajan/rakennuttajan suorittama vaiheita, ja sen vuoksi rakennesuunnittelun tehtävät ovat lähinnä avustavia tehtäviä. (RT 103087 2019.)

Rakentamisen valmistelun aikana rakennesuunnittelija osallistuu tarvittaessa urakoitsijoiden ennakkovalintoihin ja tarkistaa, että tarjoussuunnitelmat täyttävät asetetut tavoitteet. Lisäksi hankkeen tässä vaiheessa tulee viimeistään toimittaa

suunnitelmat projektipankkiin sekä osallistua suunnitelmakatselmuksiin ja urakkarajaliitteen laadintaan. Myös rakennesuunnittelijan työturvallisuusohjeet tulee tarkistaa. (RT 103087 2019.)

Rakentamisvaiheessa rakennesuunnittelijan tulee suorittaa toimeksiantoon kuuluvat selvitys- ja valvontatehtävät. Näistä tehtävistä sovitaan aina erikseen tilaajan ja viranomaisten kanssa. Tehtävät voivat liittyä esimerkiksi suunnitelmakatselmuksiin, asennusurakoitsijoiden suunnitelmien hyväksymiseen sekä raudoitustarkistuksiin. (RT 103087 2019.) Lisäksi tässä vaiheessa hanketta tulee osallistua työmaakokouksiin, joita on yleensä noin kerran kuukaudessa (Hankaniemi 2020; Pitkänen 2020).

Rakennesuunnitelmien ja tietomallin sisältöön ja tarkkuuteen ei enää tässä vaiheessa hanketta tarvitse puuttua, ellei siitä tilaajan kanssa olla erikseen sovittu. Eriksään sovittaessa rakennesuunnittelija voi tehdä niin sanotut toteumasuunnitelmat ja toteumamallin, joihin päivitetään rakennusaikana ilmenneet muutokset ja jotka vastaavat toteutunutta rakennusta. (RT 103087 2019.)

6 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli selkeyttää rakennesuunnittelun roolia ja tehtäviä eri hankevaiheissa tavanomaisen uudispuolen talonrakennushankkeen aikana. Lisäksi opinnäytetyön tarkoitus oli selkeyttää rakennesuunnittelun tehtäväluettelon RAK18 käyttöä rakennesuunnittelijan tehtävämäärittelyssä. Edellä mainituista aihealueista löytyy kattavasti tietoa eri lähteistä, mutta useiden eri lähteiden läpikäyminen on suunnittelijalle hidasta. WSP Finland Oy:n sisäisen ohjeen ja tämän opinnäytetyön avulla rakennesuunnittelija kykenee helposti ymmärtämään rakennushankkeen rakenteen, rakennesuunnittelun roolin sekä rakennesuunnittelun tehtäväluettelon RAK18 sisällön ja käytön rakennushankkeen aikana.

Työn aikana suoritettujen kokoneiden suunnittelijoiden haastattelut onnistuivat hyvin, ja niiden avulla saatiin selville paljon projektin koordinointiin liittyviä huomioita, joiden avulla esimerkiksi aikatauluttaminen helpottuu. Lisäksi opinnäytetyön aikana selvisi, että rakennesuunnittelun tehtäväluettelon uusin versio RAK18 ei ole vielä ollut kokoneiden suunnittelijoiden keskuudessa kovin yleisessä käytössä. Suurin osa tarjouspyynnöistä ja tarjouksista onkin tehty vielä vanhan version mukaan. Myös tehtäväluettelon liitteiden käytössä on ilmennyt ongelmia. Näiden huomioiden vuoksi opinnäytetyöhön lisättiin ohjeistus tehtäväluettelon liitteisiin ja tehtäväluetteloon tulleisiin muutoksiin liittyen.

Opinnäytetyö onnistui sille asetettujen tavoitteiden täyttämiseksi hyvin. Haastateltavien yhtenevät mielipiteet rakennusalalla yleisesti käytössä olevien ohjeiden kanssa lisäsivät työn luotettavuutta. Opinnäytetyö ja WSP:n ohje toimivat kokeuttomien suunnittelijoiden perehdytyksen apuvälineenä, ja ne helpottavat suunnittelijoiden työskentelyä rakennushankkeen aikana. Opinnäytetyön tekeminen vaatii laajaa perehtymistä rakennushankkeen sisältöön ja rakennesuunnittelun rooliin sekä tehtäviin, ja pystynkin hyödyntämään opinnäytetyöprojektin aikana kerättyä tietämystä tulevassa työssäni päivittäin.

LÄHTEET

FISE ry. N.d. Suunnittelijat. Luettu 29.1.2020. <https://fise.fi/patevyyspalvelu/hae-patevyutta/suunnittelijat/>.

Hankaniemi J. Yksikönpäällikkö. 2020. Haastattelu 7.2.2020. Haastattelija Pihlajamäki J. Tampere.

Lampinen S. Johtava asiantuntija. 2020. Haastattelu 10.3.2020. Haastattelija Pihlajamäki J. Tampere.

MRL 5.2.1999/132. Maankäyttö- ja rakennuslaki. Luettu 29.1.2020. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132#L17P120>.

Pitkänen M. Yksikönpäällikkö. 2020. Haastattelu 12.3.2020. Haastattelija Pihlajamäki J. Tampere.

RIL 229-1-2013. Rakennesuunnittelun asiakirjaohje, Tekstiosa. 2013. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

RIL 229-2-2013. Rakennesuunnittelun asiakirjaohje, Mallipiirustukset ja -laskelmat. 2013. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Ronkainen M. Projektipäällikkö. 2020. Haastattelu 26.2.2020. Haastattelija Pihlajamäki J. Tampere.

RT 10-10577. Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo RAK95. 1995. RT-kortisto. Rakennustieto Oy.

RT 10-11066. Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 1. Yleinen osuus. 2012. RT-kortisto. Rakennustieto Oy.

RT 10-11070. Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 5. Rakennesuunnittelu. 2012. RT-kortisto. Rakennustieto Oy.

RT 10-11128. Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo RAK12. 2013. RT-kortisto. Rakennustieto Oy.

RT 10-11209. Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 5. Rakennesuunnittelu. Tilaajan ohje. Mallinnustarkkuus. 2016. RT-kortisto. Rakennustieto Oy.

RT 10-11222. Talonrakennushankkeen kulku, Rakennushankkeen osapuolet. 2016. RT-kortisto. Rakennustieto Oy.

RT 10-11256. Talonrakennushankkeen kulku, Yleistä. 2017. RT-kortisto. Rakennustieto Oy.

RT 103087. Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo RAK18. 2019. RT-kortisto. Rakennustieto Oy.

Ympäristöministeriön ohje rakentamisen suunnittelutehtävien vaativuusluokista YM1/601/2015.

SKOL ry. 2016. Toimialaryhmittely ja -määritelmät. Luettu 24.1.2020. <https://skol.teknologiateollisuus.fi/fi/toimialaryhmittely>.

Tekla. N.d. Mitä on BIM. Luettu 17.3.2020. <https://www.tekla.com/fi/tietoa-meist%C3%A4/mit%C3%A4-bim>.

Liite 2. Tason mittapiirustuksen osa toteutussuunnitteluvaiheessa (RIL 229-2-2013 2013, 23)

