



TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

# TUOTANNON PALAUTTEET SUUNNITTELULLE

Aino Rantanen

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2016  
Rakennustekniikka  
Talonrakennustekniikka



## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikka  
Talonrakennustekniikka

RANTANEN AINO  
Tuotannon palautteet suunnittelulle

Opinnäytetyö 34 sivua, joista liitteitä 2 sivua  
Toukokuu 2016

---

Opinnäytetyön tavoitteena oli perehtyä Skanska Talonrakennus Oy:n tuotannon suunnittelulle antamaan palautteeseen ja kehittää toimiva lomakepohja palautteen antamista varten. Yrityksen tämänhetkinen palautteen satunnainen antaminen ja palautteen vaihteleva muoto vaikeuttavat suunnittelunohjauksen työtä. Saadun palautteen pohjalta suunnittelunohjauksen on mahdollista kehittää toimintaansa ja parantaa suunnitelmien laatua. Työn tarkoituksena oli kehittää ja parantaa tuotannon ja suunnittelunohjauksen välistä yhteistyötä.

Työ koostuu teoriaosuudesta ja lomakepohjan kehittämisestä. Teoriaosuudessa perehdyttiin suunnittelun merkitykseen rakennushankkeessa ja suunnittelun ohjeistukseen sekä yleisesti että Skanska Talonrakennus Oy:ssä. Teoriaosuudessa keskityttiin myös tietomallinnuksen käyttöön ja sen tuomiin etuihin sekä tuotannossa yleisesti esiintyviin suunnitelmavirheisiin ja niiden aiheuttamiin vaikutuksiin. Opinnäytetyössä käsiteltiin myös sitä, miten saatua palautetta käsitellään suunnittelunohjauksessa ja miten suunnittelua pyritään kehittämään saadun palautteen pohjalta. Lomakepohjan kehittämisessä keskityttiin toimivan, helppokäyttöisen pohjan luomiseen. Pohjasta pyrittiin muotoilemaan selkeä, vain olennaisen tiedon sisältävä kokonaisuus.

Opinnäytetyön tulokset ja aiheeseen perehtyminen osoittivat, että suunnitelmista löytyy monia useasti toistuvia virheitä, joiden määrää olisi mahdollista vähentää palautelomakkeen säännönmukaisella käytöllä. Kehitetyn lomakkeen avulla suunnittelunohjauksen on tehokkaampi ja selkeämpi kerätä tietoa suunnitelmavirheistä ja siten parantaa suunnitelmia vastaisuudessa.

Työn tuloksena saatiin kehitettyä toimiva palautelomakepohja, joka sisältää suunnittelunohjausta ajatellen tarvittavat tiedot, ja jonka täyttäminen on tuotannolle mahdollisimman helppoa ja nopeaa. Luotua palautelomakepohjaa tullaan testaamaan ja kehittämään käyttökokemusten perusteella, ja vähitellen palautteen antaminen pyritään tuomaan osaksi jokaisen rakennushankkeen toteuttamista.

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Construction Engineering  
Building Construction

RANTANEN AINO  
Production's feedback to design

Thesis 34 pages, appendices 2 pages  
May 2016

---

The aim of this study was to familiarize myself with the feedback of production of Skanska Talonrakennus Oy given to the design management and to develop a practical template for giving such feedback. Company's current feedback being neither regular nor comparable complicates design management's job. Based on received feedback it is possible for the design management to develop its activities and to make the quality of design better. The purpose of this study was to develop and improve cooperation between production and design management.

This study consists of two parts, theory part and developing a feedback template. In the theory part I familiarized myself with the meaning of planning in a construction project and guidance given to planning in general and in Skanska Talonrakennus Oy. In theory part I also concentrated on building information modelling and its advantages and also on design defects appearing regularly in production and consequences caused by such defects. In this study I also examined how the feedback received is taking into consideration in design management and how the design has been trying to be developed based on such feedback. In creating a template I concentrated on creating a practical form which would be easy to use. It was important to formulate the template so that it is as clear as possible and consist only the relevant information.

The results of this study and familiarizing myself with this issue showed that there are many frequent defects in design and that the amount of such defects is possible to be reduced by using feedback templates regularly. By using the template I developed it is more efficient and easy to collect information concerning design defects and thus to improve designs in the future.

As a result of this study it was possible to develop a functional feedback template which includes needed information for design management and which is easy to fill in by the production team. The feedback template I created will be tested and developed in the future based on experience getting of its use. Gradually, the aim is to have a feedback as an important part of each construction project.

---

Key words: defects in planning, design, design management

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
1.1	Työn tavoitteet .....	6
1.2	Työn rajaus ja tutkimusmenetelmät .....	7
2	SUUNNITTELU RAKENNUSHANKKEESSA.....	8
2.1	Suunnittelun rakennushankkeen eri vaiheissa .....	8
2.2	Suunnittelun ohjeistus.....	10
3	SUUNNITELMAVIRHEIDEN KERÄYS .....	11
3.1	Suunnittelun arviointi .....	11
3.2	Puutteiden systemaattinen keräys rakennusaikana .....	12
3.3	Keräyslomakkeen kehittäminen.....	13
3.4	Keräyslomakkeen testaus.....	15
4	PALAUTE SUUNNITELMAVIRHEISTÄ.....	16
4.1	Suunnittelualoittain koottu palaute .....	16
4.1.1	Yleiset ongelmat suunnittelussa.....	16
4.1.2	Arkkitehtisuunnittelu .....	18
4.1.3	Rakennesuunnittelu .....	19
4.1.4	LVIA-suunnittelu .....	19
4.1.5	Sähkösuunnittelu .....	19
4.2	Virheiden analysointi .....	20
5	SUUNNITELMAVIRHEIDEN VAIKUTUKSET .....	21
5.1	Kustannusvaikutukset .....	21
5.2	Laatuvaikutukset .....	21
5.3	Aikatauluvaikutukset .....	22
5.4	Vaikutukset vuosikorjauksiin.....	22
5.5	Muut vaikutukset .....	23
5.6	Vastuut .....	23
6	TIETOMALLINNUKSEN KÄYTTÖ JA TOIMIVUUS .....	26
6.1	Suunnittelu .....	26
6.2	Tuotanto .....	28
7	PALAUTTEEN KÄSITTELY SUUNNITTELUNOHJAUKSESSA .....	30
8	POHDINTA.....	31
	LÄHTEET.....	32
	LIITTEET .....	33
	Liite 1. Suunnitteluarviointi .....	33
	Liite 2. Palaute suunnitelmapvirheestä.....	34

**ERITYISSANASTO**

detalji	yksityiskohta, piirustuksessa tarkempi kuva jonkun yksityiskohdan toteuttamisesta
BIM	Bulding Information Model eli tietomalli
LVIA	lämmitys, vesi, ilmanvaihto ja automaatio
tuotantokuva	rakennuspiirustus, jota käytetään työmaalla jonkin asian toteuttamiseen
yhdistetty malli	tietomalli, johon on yhdistetty eri suunnittelualojen tuottamat mallit
törmäys	yhdistetystä mallista saatu tieto, mikäli eri suunnittelualojen suunnitelmat törmäävät keskenään
KSE 2013	konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot KSE 2013
RT-kortisto	Rakennustiedon ylläpitämä ohjekortisto
konsultti	asiantuntija, joka tarjoaa tietämystään yrityksen käyttöön, rakennushankkeessa yleisesti suunnittelijoista käytettävä nimitys
YTV 2012	Yleiset tietomallivaatimukset 2012

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehtiin Skanska Talonrakennus Oy:n Pirkanmaan alueyksikölle. Skanska Talonrakennus Oy on keskittynyt asunto- ja toimitilarakentamisen uudis- ja korjausrakentamiseen. Tilaajan ohjaajana toimi alueyksikön työpäällikkö Pasi Taatila ja Tampereen ammattikoulun puolesta ohjaajana toimi lehtori Tero Markkanen. Alkuperäinen idea opinnäytetyön aiheesta tuli Skanska Talonrakennus Oy:n suunnittelunohjauksen tarpeesta saada yhdenmukaisesti koottua, selkeää palautetta tuotannosta.

Suunnitelmien ollessa rakentamisen pohjana niiden puutteista ja virheistä raportoiminen on ensiarvoisen tärkeää jatkotoimenpiteitä ja tulevaisuutta ajatellen. Mitä enemmän tietoa suunnitelmavirheistä ja -puutteista saadaan, sitä helpompaa on tulevaisuudessa kiinnittää huomiota siihen, ettei ainakaan samoja virheitä toisteta. Nykytilanteesta poiketen olisi Skanska Talonrakennus Oy:lle ja erityisesti suunnittelunohjaukselle tärkeää, että tietoa virheistä ja puutteista kerättäisiin kattavasti. Keräyksen tulisi olla järjestelmällistä koko rakennushankkeen ajan, jolloin palautteesta saadaan mahdollisimman monipuolista ja tarkkaa.

### 1.1 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena oli tutkia tuotannon suunnittelulle antamaa palautetta ja perehtyä yleisimpiin ja toistuvimpiin suunnitelmavirheisiin. Opinnäytetyön tarkoituksena oli myös perehtyä palautteen antamiseen ja kehittää toimiva lomakepohja palautteen antamista ja tiedon keräämistä varten. Kehittämällä helppokäyttöinen ja selkeä palautelomake pyritään lisäämään tuotannosta saatavaa informaatiota suunnitelmavirheistä ja -puutteista. Saatavan informaation avulla suunnittelunohjauksen on mahdollista kehittää toimintaansa ja kohdistaa huomiota sitä vaativiin kohtiin.

Rakentamisen perustuessa selkeisiin ja monipuolisiin suunnitelmiin, joiden mukaan kaikki tuotannossa tapahtuvat työvaiheet toteutetaan, olisi ensiarvoisen tärkeää saada tuotetuista suunnitelmista mahdollisimman virheettömiä. Virheettömyys edesauttaa myös hankkeen toteuttamista tilaajan kustannus- ja laatuavoitteiden mukaisesti. Kuten tiedetään, täydelliseen virheettömyyteen pääseminen on lähestulkoon mahdotonta, mutta kuitenkin tavoittelemisen arvoista.

Tämän opinnäytetyön päätelmät ja tulokset sekä palautelomake tulevat olemaan suuntaa antavia ja niiden käyttö sekä muoto tulevat todennäköisesti vielä muokkautumaan tulevaisuudessa. Myös opinnäytetyössä esitetyt ratkaisut ja toimintamallit ovat vain ehdotuksia, joiden toimivuudesta saadaan tietoa vasta käytännön kokemuksen myötä.

## **1.2 Työn rajaus ja tutkimusmenetelmät**

Suunnittelunohjaus sekä tuotannon ja suunnittelun välinen yhteistyö ovat paljon muuta kuin virheiden ja puutteiden käsittelyä. Virheiden käsittely on kuitenkin jatkon ja toimivuuden kannalta yksi merkittävimmistä tuotannon antamista palautteista ja sen vuoksi opinnäytetyössä keskityttiin suunnitelmavirheiden ja -puutteiden pohtimiseen.

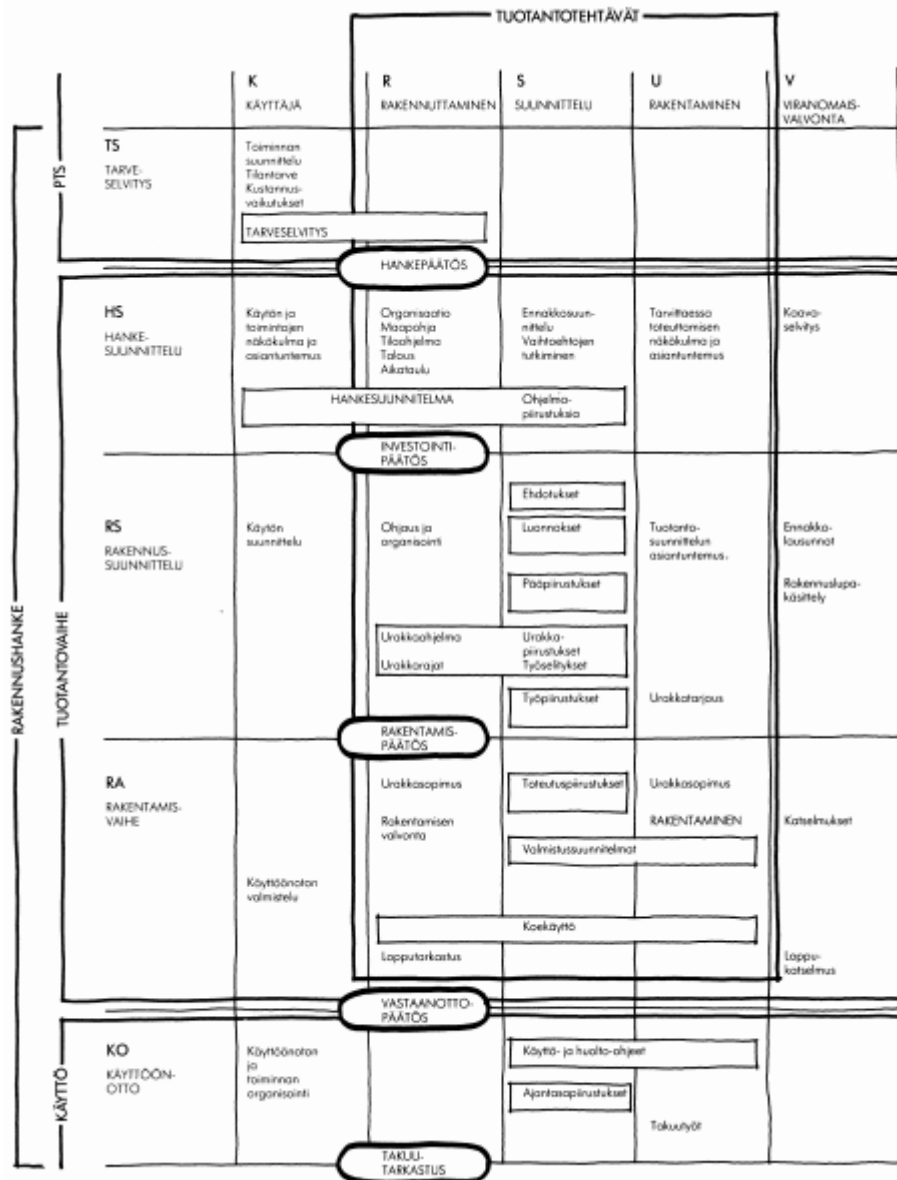
Opinnäytetyössä keskityttiin lähinnä yleisimpiin suunnittelualoihin eli arkkitehti-, rakenne-, LVIA- ja sähkösuunnitteluun. Edellä mainittujen alojen lisäksi opinnäytetyössä käsitellään jonkun verran myös tietomallinnusta sen tulevaisuudessa jatkuvasti korostuvan roolin vuoksi.

Tietoa suunnitelmavirheistä ja -puutteista kerättiin useasta eri lähteestä. Suurin osa tiedosta saatiin haastattelemalla tuotannon ja suunnittelun parissa työskenteleviä henkilöitä. Osa tiedosta pohjautuu opiskelijan omiin kokemuksiin ja työkokemuksen tuomiin tietoihin sekä keskusteluihin, joita on käyty työhistorian aikana niin työmaalla kuin toimistosakin.

## 2 SUUNNITTELU RAKENNUSHANKKEESSA

### 2.1 Suunnittelun rakennushankkeen eri vaiheissa

Suunnittelu kulkee kuvan 1 esittämällä tavalla mukana koko rakennusprosessin ajan. Huomattaessa kuinka suurena osana suunnittelu on koko hankkeen ajan, ymmärtää, kuinka tärkeää on kiinnittää huomiota suunnittelun toimivuuteen ja virheetömyyteen. Suunnitelmien onnistuminen heti hankkeen alusta asti olisi tärkeää, sillä alussa tehdyt virheet heijastuvat helposti myös loppuvaiheen suunnitelmiin. Keräämällä tietoa ja palautetta suunnitelmavirheistä ja -puutteista pyritään ennakoimaan tulevaisuuden hankkeissa mahdollisesti syntyviä virheitä.



KUVA 1. RT 10-10387. Talonrakennushankkeen kulku. Sivu 4



Tarveselvityksessä suunnitellaan tulevan rakennuksen toimintaa ja tilantarvetta. Virallinen suunnitteluosuus alkaa hankesuunnittelussa, jossa pohditaan käytön ja toimintojen näkökulmia. Tässä vaiheessa mukaan tulee virallisesti myös suunnittelu, joka tekee ennakkosuunnittelua ja esittää erilaisia suunnitteluvaihtoehtoja. Vielä selkeämmin suunnittelu ja suunnittelijat astuvat esiin seuraavassa eli rakennussuunnitteluvaiheessa. Kyseisessä vaiheessa suunnittelijat esittävät ehdotuksia ja luonnoksia kohteesta, minkä tuloksena syntyvät pääpiirustukset. Rakennussuunnitteluvaiheessa tuotetaan myös urakkapiirustukset, työselitykset ja työpiirustukset. Näiden kaikkien suunnitelmien pohjalta syntyy rakentamispäätös. (RT 10-10387. Talonrakennushankkeen kulku. 1989. RT-kortisto. Rakennustieto Oy.)

Rakennussuunnittelussa pyritään edellisissä vaiheissa määriteltyjen tavoitteiden ja puitteiden mukaan suunnittelemaan ympäristöön soveltuva, arkkitehtoninen ja toiminnallinen ratkaisu, joka täyttää kohteelle asetetut tekniset ja laadulliset vaatimukset. Tämä vaihe alkaa suunnittelijoiden valinnalla, ja valintaan vaikuttavat kohteen laajuus ja vaativuus. Rakennussuunnittelun merkitys koko rakennushankkeen onnistumisen kannalta on merkittävä, ja siksi pääsuunnittelijan ja suunnittelijaryhmän valintaan tulee kiinnittää erityistä huomiota. Rakennussuunnittelun ohjeena on hankesuunnitelma, jonka pohjalta edetään ehdotussuunnitteluvaiheeseen ja sitä kautta luonnospiirustuksiin. Luonnossuunnitelmien hyväksymisen jälkeen voidaan jatkaa toteuttamaan työpiirustuksia ja rakennuslupa-asia-kirjoja, joissa rakennuksella on jo lopullinen muoto. (RT 10-10387. Talonrakennushankkeen kulku. 1989. RT-kortisto. Rakennustieto Oy.)

Rakentamisen alkaessa, suunnittelu on edelleen vahvasti mukana ja kyseisessä vaiheessa tuotetaan toteutuspiirustukset ja valmistussuunnitelmat. Suunnittelu ja suunnittelijat ovat mukana myös omien suunnittelualojensa koekäytöissä rakentamisvaiheen lopussa. Hankkeen viimeisenä vaiheena on käyttöönotto, johon suunnittelu osallistuu toimittamalla käyttö- ja huolto-ohjeita sekä tekemällä ajantasapiirustukset. (RT 10-10387. Talonrakennushankkeen kulku. 1989. RT-kortisto. Rakennustieto Oy.)

## 2.2 Suunnittelun ohjeistus

Viranomaistasolla suunnittelua ohjeistaa maankäyttö- ja rakennuslain lisäksi esimerkiksi ympäristöministeriön asetus rakennuksen suunnittelijoista ja suunnitelmista. Asetuksen tavoitteet on määritelty alla esitetyllä tavalla.

Näiden määräysten ja ohjeiden tavoitteena on täydentää maankäyttö- ja rakennuslain ja sen nojalla annettujen säännösten asettamia vaatimuksia rakennushankkeen suunnittelussa ja viranomaisvalvonnassa. (A2 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Rakennuksen suunnittelijat ja suunnitelmat A2. Määräykset ja ohjeet 2002)

Skanska Talonrakennus Oy:n suunnittelijoita ohjaavat viranomaismääräysten ja ohjeiden lisäksi yrityksen valitsemat suunnitteluperiaatteet ja linjaukset. Skanska Suomea koskevat yleiset ja yhteiset suunnitteluohjeet on koottu omiksi suunnittelukansioiksi, jotka annetaan kaikkien Skanska Talonrakennus Oy:n käyttämien suunnittelijoiden käyttöön. Näiden ohjeiden lisäksi on alueellisissa yksiköissä kuten Pirkanmaalla tehty yleisten Skanska Suomen ohjeiden puitteissa tiettyjä, tuotannon kanssa sovittuja tarkennuksia, joilla pyritään yhtenäistämään ja vakioimaan alueen tuotantoa.

### 3 SUUNNITELMAVIRHEIDEN KERÄYS

#### 3.1 Suunnittelun arviointi

Skanska Talonrakennus Oy:llä on olemassa lomakepohja suunnittelun arviontiin (liite 1). Lomakkeen käyttö on kuitenkin nykyisin melko vähäistä. Lomakkeessa työmaan vastaava mestari ja suunnittelun vastuuhenkilö arvioivat suunnittelun toimivuutta (kuva2; kuva 3).

Vastaava Mestari täyttää

1. Suunnittelijan tavoitettavuus
2. Yhteydenpito työmaahan, asiakaspalvelu
3. Piirustusluetteloiden ylläpito
4. Rakennettavuus ja toteutettavuus
5. Suunnittelijaratkaisujen virheettömyys
6. ~~Suunn.asiakirjojen~~ esitystavan selkeys
7. Tietojen riittävyys ~~suunn.asiakirjoissa~~
8. Suunnitelma-asiakirjojen virheettömyys
9. Suunnitelmien oikea-aikaisuus
10. Ympäristökäytöiden huomiointi
11. Työterveys- ja turvallisuustekijöiden huomiointi

**Keskiarvo**

Arvosana (arvostelee kouluarvosanoilla 4-10):


~~Allekirj.~~ \_\_\_\_\_ Päiväys: \_\_\_\_\_

KUVA 2. Vastaavan mestarin antama arviointi

Suunnittelun vastuuhenkilö täyttää

1. Asiakaspalvelu, yhteistyökyky, aktiivisuus
2. Innovatiivisuus ja ideointi
3. Suunnittelijan kustannustietous
4. Rakennuttajan toiveitten hahmottaminen
5. Ohjeiden ja mallien noudattaminen
6. Suunnitteluratkaisun vaatimustenmukaisuus
7. Suunnitteluratkaisun virheettömyys
8. ~~Suunn.asiakirjojen~~ vaatimustenmukaisuus
9. Suunnitteluajataulun noudattaminen
10. Ympäristökäytöiden huomiointi
11. Työterveys- ja turvallisuustekijöiden huomiointi

**Keskiarvo**

Arvosana (arvostelee kouluarvosanoilla 4-10):


~~Allekirj.~~ \_\_\_\_\_ Päiväys: \_\_\_\_\_

KUVA 3. Suunnittelun vastuuhenkilön antama arviointi

Arviointi antaa hyvää kuvaa suunnittelun- ja suunnitteluratkaisujen yleisestä huomiointista ja arviointilomake on nopea ja helppo täyttää. Kyseistä lomaketta käytettäessä saadaan samaan paperiin niin työmaan kuin myös suunnittelun ohjauksen mielipide suunnittelusta. On kuitenkin huomion arvoista, että kyseinen arviointi ei anna vastausta siihen, minkälaisia virheitä esiintyy eikä siihen, missä niitä esiintyy. Lomake ei myöskään anna minkäänlaista tietoa virheen vaikutuksista kustannuksiin tai aikatauluun. Tämä kaltaista arviointilomaketta täytettäessä on aina muistettava, että annettu arvosana perustuu arvioijan kokemuksiin ja omiin mielipiteisiin, eivätkä eri työmaista, eri arvioijien täyttämät lomakkeet ole täysin vertailukelpoisia. On myös huomioitavaa, että jonkun suunnittelutoimiston mainetta merkitsevämpää suunnittelun onnistumisen kannalta on yksittäisen suunnittelijan sitoutuneisuus ja panostus suunnitteluun.

Kyseisen lomakkeen käsittely arvioitavan suunnittelijan kanssa lisää lomakkeen täytön hyötyä. Vastaava mestari, suunnittelun vastuuhenkilö ja suunnittelija/-suunnittelijat voisivat keskustella lomakkeesta ja näin pohjustaa suunnittelun toimivuutta tulevia projekteja ajatellen. Kyseisessä palautekeskustelussa voisi myös käsitellä työmaan aikana kerättyjä suunnitelmavirheitä ja -puutteita sekä toimintaa niiden korjaamiseksi. Suunnittelijan kanssa keskusteltaessa voisi myös Skanska Talonrakennus Oy saada palautetta siitä miten toiminta ja yhteistyö suunnittelijan kanssa olisi mahdollisimman tehokasta ja mieluista.

### **3.2 Puutteiden systemaattinen kerääminen rakennusaikana**

Nykytilanteessa suunnitelmapuutteiden kerääminen ja niistä raportoiminen suunnittelunohjaukseen on liian vapaamuotoista, eikä siihen ole selkeää, yhdenmukaista tapaa. Tästä johtuen työmaiden palaute tulee erilaisissa muodoissa ja eri tiheydellä. Yksi työmaa saattaa raportoida virheistä kattavasti kirjallisesti kun taas toinen työmaa saattaa vain ohimennen ilmoittaa suunnittelunohjaukseen työmaalla havaituista suunnitelmapuutteista.

Raportoinnin kirjavuus vaikeuttaa palautteen keräämistä, käsittelyä ja analysointia juuri-syyn löytämiseksi, minkä vuoksi koko prosessista on pyrittävä tekemään entistä tehokkaampaa. Yhdenmukaisen raportointitavan lisäksi olisi myös tärkeää, että tietoa suunnitelmavirheistä kerättäisiin systemaattisesti koko rakennusajan. Kirjaamalla suunnittelu-

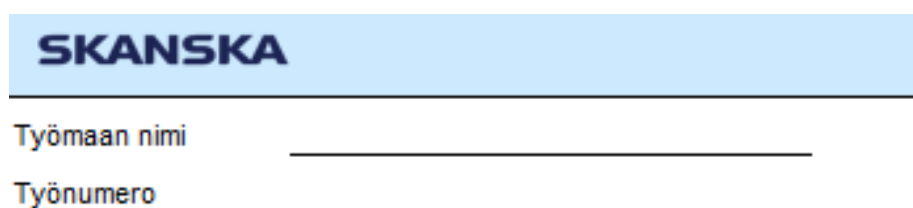
virheet ja -puutteet niiden tullessa esiin välttyy työmaan johto unohduksilta ja epäselvyyksiltä, sillä asioiden ollessa hyvin mielessä niiden kirjaaminen on nopeaa ja yksinkertaisempaa.

Yhtenä suurena ongelmana kerätessä tietoa suunnitelmavirheistä ja –puutteista näen työmaiden asenteen ja viitseliäisyyden. Kehitetyistä keräystavoista ja lomakkeista ei ole todellista hyötyä, mikäli kaikki työmaat eivät ota tapaa käyttöönsä ja noudata systemaattista toimintaa myös jatkossa. Jotta suunnitelmavirheiden ja –puutteiden keräys toimisi hyvin, olisi työmaille iskostettava asenne, jossa kaikista virheistä ilmoitetaan ja virheen tiedot ja vaikutukset kirjataan ylös niiden ollessa vielä hyvin muistissa.

### 3.3 Keräyslomakkeen kehittäminen

Keräyslomakkeen kehittäminen aloitettiin valitsemalla lomakkeelle hyvä pohja. Lomakkeen pohjaksi valittiin Excel-tiedosto sen monipuolisuuden ja muokattavuuden vuoksi. Kyseiseen pohjaan pystyy tekemään yksinkertaisen ja selkeän lomakkeen, jonka käyttäminen on nopeaa ja helppoa. Muokkauksien jälkeen syntyi tällä hetkellä toimivin versio palautelomakkeesta (liite 2). Työmaakäytössä lomakepohja toimii sekä sähköisenä versiona että myös tulostettavana versiona, mikäli tietojen kirjaaminen käsin on mieluisampaa. Mikäli lomake täytetään sähköisenä, voisi sen tallentaa työmaan kansioon luotuun alakansioon. Tällöin työmaalla täytetty virhelomake olisi tallessa tiedetyssä paikassa. Mikäli tietoa virheistä halutaan kirjata käsin, kannattaa täytetyt lomakkeet kerätä esimerkiksi niille varattuun kansioon, ja työmaan lopussa tiedot voi skannata talteen ja mahdollisuuksien mukaan siirtää myös sähköiseen muotoon jatkon helpottamiseksi.

Ensimmäiseksi lomakkeeseen kirjataan työmaan perustiedot kuvan 4 osoittamiin kohtiin. On mahdollista kirjata työmaan perustiedot Excelissä ja tulostaa sen jälkeen lomake käsin kirjaamista varten, jolloin se toimii valmiina, nopeasti täytettävänä pohjana koko työmaan ajan.



**SKANSKA**

Työmaan nimi \_\_\_\_\_

Työnumero \_\_\_\_\_

KUVA 4. Työmaan perustiedot

Lomakkeen ensimmäiseen sarakkeeseen täytetään itse virhe ja seuraavaan sarakkeeseen virheen kirjaajan nimi tai nimikirjaimet. Lomakkeen ollessa yhteisessä käytössä nimen kirjaaminen helpottaa lisätietojen kysymistä jatkossa. Kolmanteen sarakkeeseen valitaan suunnittelualue kuvan 5 kaltaisesta pudotusvalikosta. Suunnittelu-alaa kirjatessa päädyttiin pudotusvalikon käyttöön, jolloin vaihtoehtojen ja kirjoitusmuotojen ollessa rajalliset on eri suunnittelu-aloja koskevien virheiden suodattaminen helpompaa. Suunnittelunohjauksen analysoidessa ja tutkiessa saatua palautelomaketta on siis tuloksia mahdollista rajata kuvan 6 esittämällä tavalla.

	Kirjasi	Suunnit- telu-ala	Piiri Piiri
	A.Rantanen	ARK	AR
		ARK	
		RAK	
		LVI	
		S	
		A	
		Spr	
		Geo	
		Muu	

KUVA 5. Suunnittelu-alueen valinta

Virhe	Kirjasi	Suunnit- telu-ala	Piiri Piiri
Lajittelija A ↓	Lajittelu A - Ö		AF
Lajittelija Ö ↓	Lajittelu Ö - A		
	Lajittelu värin mukaan		
	Poista suodatin kohteesta Suunnit- telu-ala		
	Suodatus värin mukaan		
	Tekstisuodattimet		
	Haku		
	<input checked="" type="checkbox"/> (Valitse kaikki)		
	<input checked="" type="checkbox"/> A		
	<input checked="" type="checkbox"/> ARK		
	<input checked="" type="checkbox"/> Geo		
	<input checked="" type="checkbox"/> RAK		
	<input checked="" type="checkbox"/> S		
	<input checked="" type="checkbox"/> Spr		

KUVA 6. Tulosten suodattaminen

Seuraavaksi lomakkeessa on kohta piirustuksen tai piirustusten kirjaamiselle. Tähän kohtaan kirjataan virheellisen piirustuksen nimi sekä revisio. Viimeisimpinä kohtina lomakkeessa ovat mahdollisten lisätietojen kirjaaminen sekä kustannusvaikutuksien arvioiminen. Kustannustietojen arviointiruutuun on mahdollista kirjata laskelma tai kertoa, mistä erillinen laskelma kustannusvaikutuksista löytyy.

Lomake on muotoiltu siten, että sen käyttäminen sähköisesti on helppoa. Tämän lisäksi myös mahdollinen käsin täyttö on huomioitu esimerkiksi rivien korkeudessa. Lomakkeen alkuun on tarkoitus jättää kuvan 7 mukainen esimerkkirivi, joka osoittaa, miten tiedot on tarkoitus lomakkeeseen kirjata.

SKANSKA					
Työmaan nimi _____					
Työnumero _____					
Virhe	Kirjasi	Suunniteluuala	Piirustus/ Piirustukset	Muuta huomioitavaa	Kustannusvaikutukset
Mittajanat puuttuvat	A.Rantanen	ARK	ARK 508/A 20.2.2016	Mittojen tarkistaminen mahdotonta. Ei kiintopistettä	Erillinen laskelma/P.Taatila

KUVA 7. Esimerkkirivi

### 3.4 Keräyslomakkeen testaus

Palautelomakkeesta ei opinnäytetyön valmistumiseen mennessä ehditty kerätä todellista käyttäjäpalautetta. Kun tietoa työmaiden käyttökokemuksista saadaan, pystytään lomaketta kehittämään vielä käyttäjäystävällisempään muotoon.

Alkuun lomaketta voisi olla järkevää testata yhdellä tai kahdella työmaalla ja kiinnittää erityistä huomiota lomakkeesta saatuihin kommentteihin ja mielipiteisiin. Saadun käyttäjäpalautteen avulla palautelomaketta voidaan muokata mahdollisesti vielä toimivammaksi. Tämän jälkeen lomakkeen käyttö pyritään tuomaan osaksi jokaisen rakennushankkeen toteutusta.

## **4 PALAUTE SUUNNITELMAVIRHEISTÄ**

### **4.1 Suunnittelualoittain koottu palaute**

Työmailta saatu palaute kootaan suunnittelualoittain. Palautteen jäsentely selkeyttää sen käsittelyä ja helpottaa tuloksien hyödyntämistä. Palautteen avulla saadaan myös tilastoitua tietoa suunnitteluvirheistä, ja tämän tiedon avulla on virheiden määrän ja kehityksen seuraaminen helppoa. Pelkän virheestä kertomisen lisänä tuotannon on toivottavaa esittää myös parannusehdotuksia omien kokemuksiensa pohjalta.

Perehtyäkseni aiheeseen tutkin eri suunnittelualojen yleisimpiä virheitä ja puutteita ja keskustelin tuotannon henkilöiden kanssa ongelmista.

Eniten tietoa yleisimmistä suunnitelmavirheistä ja -puutteista sain Skanska Talonrakennus Oy:n työnjohtajille lähetetyn sähköpostikyselyn muodossa. Viestissä pyysin työnjohtajia ja vastaavia työnjohtajia sekä tuotantoinsinöörejä kertomaan eri suunnittelualojen yleisimmistä suunnitteluvirheistä ja kyseisten virheiden vaikutuksista esimerkiksi kustannuksiin tai laatuun. Kyselyssä tiedustelin myös, onko vastanneilla kehitysehdotuksia suunnittelunohjaukseen. Saatujen vastausten perusteella keräsin yhteen yleisimmät ja merkittävimmät virhetyypit ja niiden vaikutukset tuotantoon.

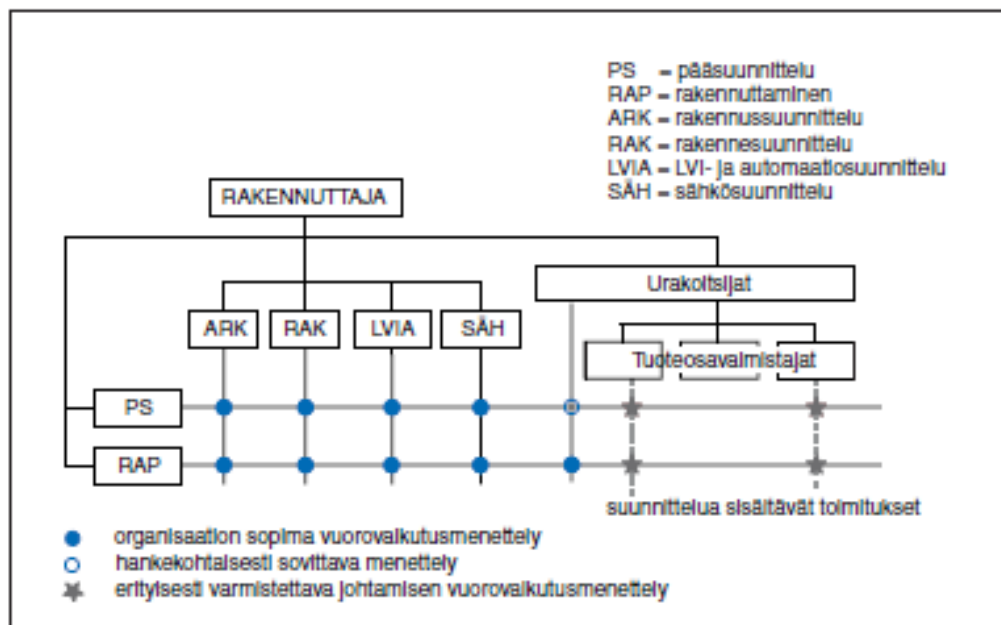
#### **4.1.1 Yleiset ongelmat suunnittelussa**

Yhtenä suurimpana ongelmana koettiin olevan suunnitelmien yhteensovitus muiden suunnittelualojen kanssa. Suunnittelijoiden itse tekemä tarkastelu jäi haastateltujen mielestä liian vähiin, ja Skanska Talonrakennus Oy:n luotettiin hoitavan kyseinen tarkastelu ja yhteensovitus. Edellä kertomaani liittyen pääsuunnittelijan rooli jää kohteen koordinoijana ja yhteyshenkilönä yleensä liian pieneksi, jolloin tehtävä jää liikaa Skanska Talonrakennus Oy:n vastuulle.



Maankäyttö- ja rakennuslaki 120§ 1 ja 2 mom: Rakentamista koskeva suunnitelma on laadittava siten, että se täyttää tämän lain ja sen nojalla annettujen säännösten ja määräysten sekä hyvän rakennustavan vaatimukset. Rakennuksen suunnittelussa tulee olla suunnittelun kokonaisuudesta ja sen laadusta vastaava pätevä henkilö, joka huolehtii siitä, että rakennussuunnitelma ja erityissuunnitelmat muodostavat kokonaisuuden, joka täyttää sille asetetut vaatimukset (pääsuunnittelija). (A2 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Rakennuksen suunnittelijat ja suunnitelmat A2. Määräykset ja ohjeet 2002)

Yllä olevassa ympäristöministeriön asetuksessa suunnittelijoista ja suunnitelmista kuvataan hyvin pääsuunnittelijan roolia. Tietoa toimivasta pääsuunnittelijan roolista löytyy Suunnittelun johtaminen rakennushankkeessa –nimisessä RT-kortissa. Suunnittelun ohjaus on suunnittelijoiden aktiivista opastamista tavoitteiden mukaisten ja keskenään yhteensopivien suunnitteluratkaisujen saavuttamiseksi.(RT 13-10860. Suunnittelun johtaminen rakennushankkeessa. 2005. RT-kortisto. Rakennustieto oy.). Edellä mainitusta RT-kortista löytyy myös mallikaavio, joka selkeästi esittää, miten pääsuunnittelijan tulisi pitää yhteyttä toimivassa hankkeessa (kuva 8). Pääsuunnittelijan tulisi tehdä siis yhteistyötä sekä rakennuttajan että myös kaikkien suunnittelijoiden kanssa ja näin pitää koko hankkeen suunnittelun langat käsissään.



KUVA 8. RT 13-10860 Suunnittelun johtaminen rakennushankkeessa. Sivun 2

#### 4.1.2 Arkkitehtisuunnittelu

Useimmiten ongelmia arkkitehtisuunnittelussa aiheuttavat dokumenttien väliset ristiriidat. Selostuksissa saattaa lukea eri tietoja kuin kuvissa ja sovitut muutokset on tehty vain yhteen dokumenttiin, jolloin loppuihin dokumenteista jää virheellistä tietoa. On myös yleistä, että piirustuksista puuttuu merkintöjä ja määrittelyjä esimerkiksi värisävyistä tai pintamateriaaleista. Usein suunnittelijat yrittävät päästä hieman helpommalla ja jättävät niin sanotut vaikeat paikat ratkaisematta. Detaljikuva tehdään tällöin tavanomaisista helpommista kohdista, vaikka detaljeja tarvittaisiin juuri niistä erikoisemmista ja vaikeammista paikoista. Tällöin vaikeiden kohtien toteuttamisen suunnittelu jää pelkästään tuotannon vastuulle, jolloin virheiden mahdollisuus kasvaa.

Haastattelussa ilmeni myös, että paperikuvien luettavuuteen tulisi kiinnittää enemmän huomiota. Vaikka tietokoneella katsottaessa asiat olisivatkin kunnossa, pitäisi myös tulosteen olla senkaltainen, että siitä olisi hyötyä työmaalla. Toisena ongelmana piirustuksissa havaittiin myös se, että ne eivät sovellu tuotantokuviksi. Tuotannossa käytettävän kuvan pitäisi olla sellainen, että sen pohjalta asian pystyy toteuttamaan työmaalla, esimerkiksi mitoituksen pitäisi olla merkitty siten, että mitan pystyy oikeasti asettamaan työmaalla mittaviivan lähtöpisteeseen.

Tärkeänä huomiona tuli esille myös se, että virheitä valitettavan usein kopioidaan seuraaviin kohteisiin. Vaikka joku kohteessa havaittu virhe korjattaisiinkin juuri sen kohteen piirustuksiin, saattaa sama virhe kuitenkin kopioitua seuraavan kohteen kuviin virheellisenä, jolloin koko korjaustyö joudutaan tekemään uudestaan.

### **4.1.3 Rakennesuunnittelu**

Rakennesuunnittelun suurena ongelmana nähtiin puuttuvat leikkaukset ja detaljit tai se, että ne on tehty helposta kohdasta. Tällöin vaikeiden, erityisten kohtien miettiminen ja suunnittelu jää kokonaan työmaan hartioille. Rakennesuunnitelmissa on myös valitettavan usein ristiriitoja arkkitehtien kuviin, mikä hankaloittaa työtä, kun asioita täytyy selvittää tai pahimmassa tapauksessa asia toteutetaan juuri sen väärän kuvan mukaan.

### **4.1.4 LVIA-suunnittelu**

LVIA-suunnittelussa ongelmaksi ovat nousseet kuvien väliset ristiriidat ja puutteelliset merkinnät piirustuksissa. Isona ongelmana on myös lämpö-, vesi- ja ilmavetojen törmäykset eli eri linjojen törmäily suunnittelijan oman suunnittelualan sisällä. Mikäli linjojen törmäykset huomataan vasta työmaalla linjaa tehdessä, lisääntyy työhön kuluva aika, koska linjaa joudutaan siirtämään tai siihen joudutaan tekemään mutka. Linjoja vedettäessä myös putkien mahtuminen rakenteisiin tai alakaton sisälle aiheuttaa usein ongelmia, jolloin alakattoa saatetaan joutua laskemaan tai putkelle joudutaan etsimään vaihtoehtoinen sijainti. Näiden lisäksi myös putkien ja laitteiden asennuksiin tarvittavat tilat tulisi huomioida paremmin. Ei riitä, että laite mahtuu omalle paikalleen, jos sen asentaminen sinne on tilanpuutteen vuoksi mahdotonta.

### **4.1.5 Sähkösuunnittelu**

Haastatteluissa yhdeksi sähkösuunnittelun ongelmaksi nousi esimerkiksi valaisimien tai kaapelihyllyjen mahtuminen rakenteisiin. Kun kyseistä asiaa ei suunnitelmissa ole tarpeeksi ennakoitu, saatetaan työmaalla joutua tekemään kyseenalaisia ratkaisuja jolloin lopputuloksen laatu saattaa kärsiä. Myös asennuspohjan huomioimiseen tulisi kiinnittää huomiota, ettei uppoasennukseen tarkoitettua valaisinta sijoiteta ritiläseinään.

Kaapeleiden reitteihin tulisi kiinnittää huomiota erikoisissa paikoissa ja yleisissä tiloissa siten, että kaapelit saataisiin vietyä toimivasti ja huomaamattomasti paikasta toiseen. Elementtivarauksien virheet esimerkiksi läpivientien korkeuksissa aiheuttavat ylimääräistä työtä työmaalla, joten myös näiden virheiden syntymistä tulisi välttää.

## 4.2 Virheiden analysointi

Työmaalta tulevaan tietoon suunnitelmavirheistä tulee perehtyä ja sitä pitää analysoida. Tutkimalla virhettä tarkemmin ja tekemällä lisäselvityksiä pyritään selvittämään virheen juurisyy. Virheiden analysoinnin tulee perustua havaittuihin virheisiin, objektiiviseen tarkasteluun sekä rakennusfysiikan ja teknisten ominaisuuksien tuntemukseen. Virhettä analysoitaessa tulee pohtia syytä virheen tapahtumiseen ja miettiä, johtuuko virhe esimerkiksi väärästä rakentamistavasta tai vääristä materiaaleista. On myös tärkeää muistaa että ns. hyvä rakentamistapa on jatkuvasti muuttuva käsite, joka liittyy aikaan ja sen hetken käytössä oleviin tutkimuksiin ja selvityksiin.

## 5 SUUNNITELMAVIRHEIDEN VAIKUTUKSET

### 5.1 Kustannusvaikutukset

Lähes kaikilla suunnitelmavirheillä on kustannuksia nostava vaikutus. Kustannusvaikutusten määrä riippuu tehdyn virheen suuruudesta, siitä milloin virhe huomataan ja siitä, kuinka suuri työ tarvitaan virheen korjaamiseksi. Esimerkkejä kustannusvaikutusten suuruudesta on vaikeaa, lähes mahdotonta antaa, sillä kustannukset ovat täysin kohteesta ja virheestä riippuvaisia. Sama virhe saattaa aiheuttaa eri kohteissa erisuuruiset kustannukset, koska sen korjaaminen saattaa vaatia eri toimenpiteitä.

Ajoissa huomattavat virheet voidaan onnistua korjaamaan melko pienin kustannuksin pelkästään suunnitelmia muuttamalla. Virheiden huomaamiseksi tarvitaan kokeneita työntekijöitä, jotka osaavat katsoa suunnitelmia kriittisesti ja huomata mahdollisia ongelmakohtia. Suurimmat kustannukset syntyvätkin silloin, jos työ on ehditty toteuttaa virheellisen suunnitelman pohjalta. Mikäli työ on ehditty jo tekemään, saattaa se vaatia lisätyötä, muutoksia tai pahimmassa tapauksessa koko työvaiheen uudestaan tekemistä. Kuten tiedetään, kaikki vaihtoehdot maksavat ja saattavat kasvattaa rakennushankkeen kustannuksia suurillakin summilla.

Suunnitelmia tulisi tarkastella virheiden osalta kriittisesti heti alusta alkaen. Esimerkiksi virheellisten suunnitelmien pohjalta laskettu ja hyväksytty tarjous saattaa vääristää hankkeen kustannuksia.

### 5.2 Laatuvaikutukset

Virheelliset suunnitelmat saattavat vaikuttaa myös tehdyn työn laatuun. Mikäli työ toteutetaan virheellisten suunnitelmien perusteella, saattaa työn jälki näyttää vaadittua huonommalta tai pahimmassa tapauksessa täysin väärältä. Tämän kaltaisissa tapauksissa joudutaan pohtimaan, tyydytäänkö pieniin laaturvirheisiin vai joudutaanko työn jälki korjaamaan kokonaan. Työn korjaamista suunniteltaessa palataan taas virheen kustannus- ja aikatauluvaikutuksiin.

### 5.3 Aikatauluvaikutukset

Mikäli väärin suunniteltu työ joudutaan korjaamaan tai tekemään uudestaan, vaikuttaa se olennaisesti myös rakennushankkeen aikatauluun. Aikatauluvaikutukset myös moninkertaistuvat helposti, sillä jonkun työvaiheen korjaaminen vie työvoimaa muilta työtehtäviltä. Virheen korjaaminen saattaa viivästyttää myös jonkin toisen työvaiheen aloittamista, mikäli työt ovat toisiinsa sidonnaisia. Tämän takia suunnitelmavirheistä johtuvat ongelmat tulisi pyrkiä korjaamaan mahdollisimman nopeasti. Aikatauluvaikutuksia lisää myös se, että virheistä ja puutteista johtuvat muutokset tulee aina sopia ja hyväksyttää hankkeen osapuolien kanssa.

Esimerkkinä voidaan kuvitella elementtisuunnitelmassa oleva virhe. Kun virhe huomataan, joudutaan elementti suunnittelemaan uudestaan eikä rakennukseen voi lisätä kerroksia ennen kuin alemman kerroksen elementit ovat paikoillaan. Elementin suunnittelemisen uudestaan kestää noin päivän, uuden elementin tekeminen toisen päivän. Kun mukaan lasketaan kuivuminen, kuljettaminen työmaalle ja asentaminen paikoilleen, saattaa työmaa lähestulkoon seisoa pari viikkoa.

### 5.4 Vaikutukset vuosikorjauksiin

Suunnitelmavirheillä on vaikutuksia myös tuleviin vuosikorjauksiin. Osa virheiden vaikutuksista voidaan huomioida jo ennalta. Esimerkiksi jos laatu on kärsinyt jo rakennusvaiheessa suunnitelmavirheen takia, joudutaan kyseinen asia luultavasti korjaamaan aikaisemmin kuin silloin, jos se olisi toteutettu virheettömän suunnitelman pohjalta. Suurimmat vaikutukset vuosikorjauksiin tuovat kuitenkin suunnitelmavirheistä ja –puutteista johtuvat ongelmat, joita ei huomata rakennusaikana. Vasta talon valmistumisen jälkeen tulevat virheet saattavat aiheuttaa isoja ongelmia ja niiden korjaaminen voi vaatia laajoja muutos- tai purkutöitä.

## 5.5 Muut vaikutukset

Yhtenä suurena vaikutuksena ovat myös tyytymättömät asiakkaat, jotka voivat julkisuudessaan tai puheillaan luoda ennakkoluuloja ja vaikuttaa siten tulevien kohteiden myyntiin ja kiinnostukseen. Suunnitteluvirheet ja –puutteet saattavat vaikuttaa myös yrityksen suunnittelusuhteisiin. Mikäli saman yrityksen suunnitelmissa on jatkuvasti virheitä, tulee miettiä kyseisen suunnittelutoimiston tai suunnittelijan käyttöä jatkossa.

## 5.6 Vastuut

Suunnitelmavirheitä ja niiden vaikutuksia käsitellessä tulee käsitellä myös sitä, kenen vastuulla tehty virhe on ja kuka siten on velvollinen vastaamaan esimerkiksi virheestä syntyneistä lisäkustannuksista. Vastuiden jakautuminen ja käytettävät sopimusasiakirjat määritellään aina sopimusta tehdessä. Skanska Talonrakennus Oy:n yleisesti käyttämässä suunnittelusopimus pohjassa sopimusasiakirjat on lueteltu pätevyysjärjestyksen mukaisesti (kuva 9). Pätevyysjärjestys kertoo, mitä sopimusasiakirjaa katsotaan ensimmäisenä, mikäli ristiriitoja tai erimielisyyksiä ilmenee.

### 3

#### Sopimusasiakirjat lueteltuina niiden pätevyysjärjestyksessä

1. Tämä suunnittelusopimus liitteineen	liite:
2. Suunnittelu aikataulu	<input checked="" type="checkbox"/>
3. Rakennemallin sisältö	<input checked="" type="checkbox"/>
4. Suunnittelun tehtäväluettelo	<input checked="" type="checkbox"/>
5. Suunnittelun maksuerä taulukko	<input checked="" type="checkbox"/>
6. KSE 2013	<input checked="" type="checkbox"/>
7. Code of Conduct	<input checked="" type="checkbox"/>
8. Kielletyt ja haitalliset aineet	<input checked="" type="checkbox"/>
9. Rajoitetut haitalliset aineet	<input type="checkbox"/>
10. Skanskan ympäristöperiaatteet	<input checked="" type="checkbox"/>
11. Työturvallisuus- ja ympäristöliite	<input checked="" type="checkbox"/>
12. Tarjous	<input type="checkbox"/>

KUVA 9. Sopimusasiakirjat lueteltuina niiden pätevyysjärjestyksessä. Skanskan suunnittelusopimus pohja

Yleisesti ottaen sopimusehdot ja niiden määräämät vastuut perustuvat Konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot KSE 2013 –nimiseen RT-korttiin. Kyseistä RT-korttia sekä muita sopimusasiakirjoja ja määräyksiä tarkastelemalla pystytään selvittämään kenen vastuulla tehty virhe on.

Tilaaajan vastuita käsiteltäessä mainitaan esimerkiksi, että tilaaja vastaa konsultille antamistaan perustiedoista ja myös siitä, että sähköisesti luovutettavat lähtötiedot ovat virheettömiä. Tilaaajan tulee myös ilmoittaa konsultille välittömästi havaittuaan syntymässä olevan tai syntyneen vahingon. Vastaavasti myös konsultin tulee välittömästi ilmoittaa syntyvästä tai syntyneestä virheestä tilaajalle ja ryhdyttävä tarpeellisiin toimenpiteisiin. Virhettä selvitetäessä on siis tutkittava, onko tilaaja antanut suunnittelijalle virheellistä tietoa ja voiko tilaaja siitä johtuen olla vastuussa suunnittelijan virheestä. (Konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot KSE 2013)

Mikäli konsultin laatimissa suunnitelmissa tai muissa asiakirjoissa havaitaan virheitä tai puutteita, konsultilla on oikeus ja velvollisuus korjata virheet ja puutteet. Ellei konsultti tilaaajan kirjallisesta kehotuksesta huolimatta korjaa edellä mainituissa suunnitelmissa tai asiakirjoissa esiintyviä virheitä tai puutteita kohtuullisessa ajassa, tilaajalla on oikeus korjauttaa ne konsultin kustannuksella. Näiden kustannusten lisäksi konsultti on velvollinen korvaamaan aiheuttamansa vahingon kohtien 3.2.2 ja 3.2.3 mukaisesti. Konsultti vastaa siitä, että tilaajalle tai muille osapuolille sähköisesti luovutettavat aineistot ovat tietoteknisesti virheettömiä. (Konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot KSE 2013)

Kuten yllä käsitellyistä kohdista huomataan, rakennushankkeen onnistumisen ja virheiden välttämisen edellytyksenä on siis avoin tiedonvaihto ja jatkuva yhteistyö, jossa ongelmista kerrotaan rehellisesti, toivottavasti jo ennen suurten virheiden syntymistä. Skanska Talonrakennus Oy:n määritelmässä vastuita käytetään suurimmalta osalta KSE 2013 määrittelemiä ehtoja muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta. Skanska Talonrakennus Oy:n määrittely poikkeaa KSE 2013 määrittelystä ainakin vahingonkorvauksen ylärajaa määritelmässä (kuva 10).



12

**Konsultin vastuu toimeksiannoista**

Konsultin vastuu on määritelty KSE 2013 -ehdoissa. Ehtojen kohdassa 3.2.3 tarkoitettu vahingonkorvauksen yläraja on kuitenkin kulloisenkin erillisen toimeksiannon palkkion määrä kaksinkertaisena.

13

**Konsultin vastuuvakuutus (valitaan toinen)**

Konsultilla on KSE 2013:n mukainen tilaajalle toimitettu konsulttivastuuvakuutus, jonka vakuutusmäärä on \_\_\_\_\_ euroa.  
Vakuutusnumero \_\_\_\_\_

KUVA 10. Konsultin vastuu ja vastuuvakuutus. Skanskan suunnittelusopimus pohja.

## 6 TIETOMALLINNUKSEN KÄYTTÖ JA TOIMIVUUS

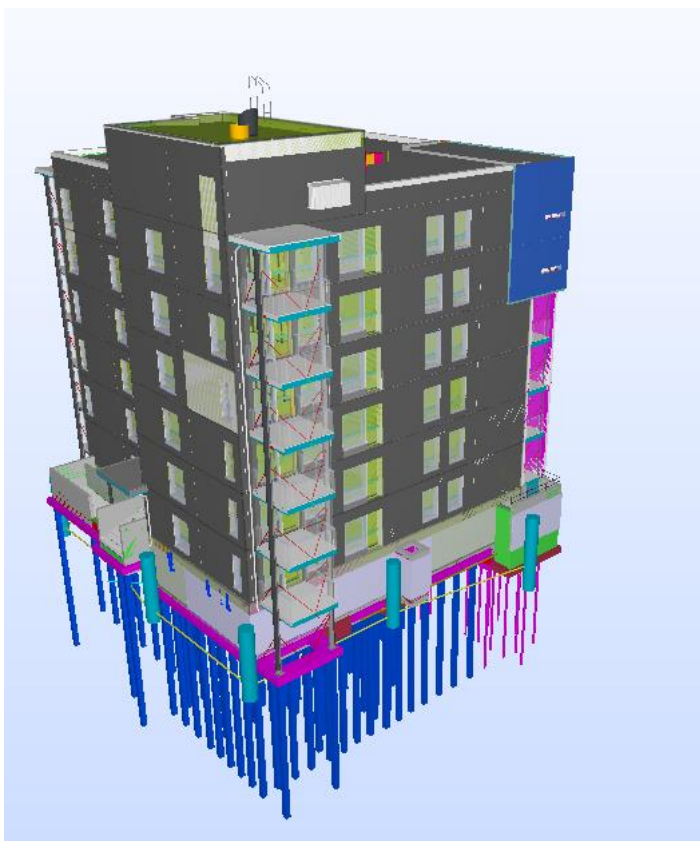
Tieto- eli BIM-mallinnuksen käyttö ja merkitys suunnittelun ja tuotannon tukena lisääntyy jatkuvasti, joten mielestäni sen käsittely kuuluu myös opinnäytetyöhön. Tietomallinnus on suunnittelua mallintaen, ja näen mallin suunnittelun ja kehittämisen todella tärkeänä asiana.

Rakennuksen tietomallintaminen on kokonaisvaltainen tapa hallita rakennushankkeen tietoja virtuaalisessa muodossa. Eri suunnittelijoiden malleja ja niiden yhdistelmiä voidaan hyödyntää tehokkaasti mm. vaihtoehtojen vertailussa, määrä- ja kustannuslaskennassa, tuotannosuunnittelussa, logistiikassa ja markkinoinnissa. (Skanska Intra. Tietomallintaminen)

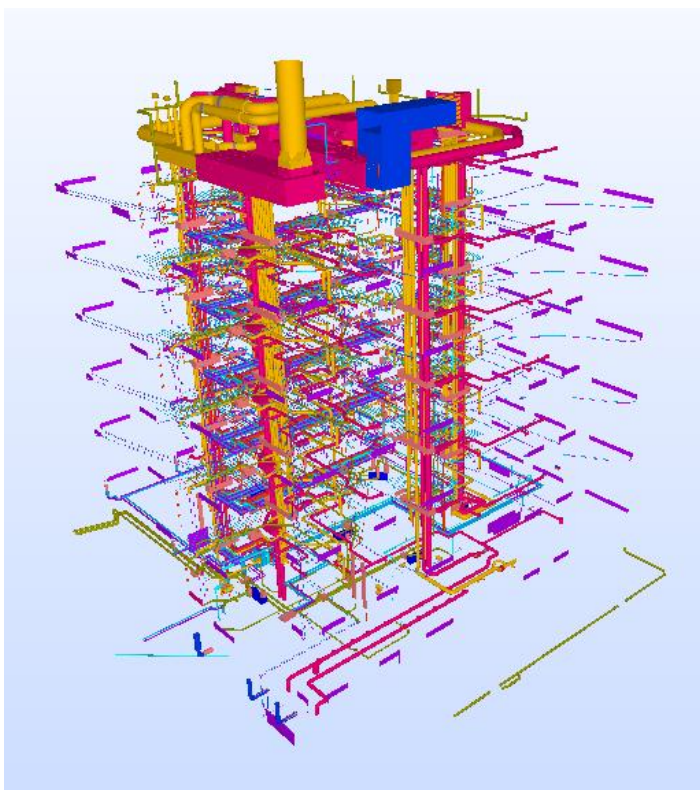
### 6.1 Suunnittelu

Tietomallinnettujen projektien määrä kasvaa jatkuvasti, ja tavoitteena onkin, että Skanskan omassa asunto-, liike- ja toimitilakehityksessä kaikki kohteet mallinnetaan kokonaisuudessa arkkitehti-, rakenne-, LVIS-, Spr- ja Geo-suunnittelun osalta. Suunnitteluvaiheessa tapahtuvalla mallien tarkastuksella pyritään virheettömään suunnitteluun ja sitä kautta myös sujuvaan tuotantoon. (Skanska Intra. Tietomallintaminen. Suunnittelu)

Skanska Talonrakennus Oy:n Pirkanmaan yksikössä esimerkiksi kaikki asuntosuunnittelu vaaditaan tehtäväksi mallintaen arkkitehti-, rakenne-, LVI-, sähkö- ja sprinklerisuunnittelun osalta. Skanska Talonrakennus Oy on määritellyt jokaiselle suunnittelualan mallille tietosisällön ja ohjeet, joista ilmenee, mitä kaikkea mallista pitää löytyä. Nämä perustuvat suoraan YTV 2012 –ohjeisiin eli yleisiin tietomallinnusvaatimuksiin. Kun kaikki mallit tehdään yhtenevien ohjeistuksien mukaan, on niiden yhdistäminen ja tulkitseminen helppoa. Kun kaikkien suunnittelualojen mallit yhdistetään, saadaan kuvan 11 esittämä yhdistetty malli. Tästä yhdistetystä mallista on mahdollista irrottaa tarkastelua varten esimerkiksi LVI-järjestelmät (kuva 12). Lisäksi on ohjeistettu mallien tietosisältöä ja tietosisällön sijaintia tiedostoihin, jotta mallia pystytään hyödyntämään luotettavammin.



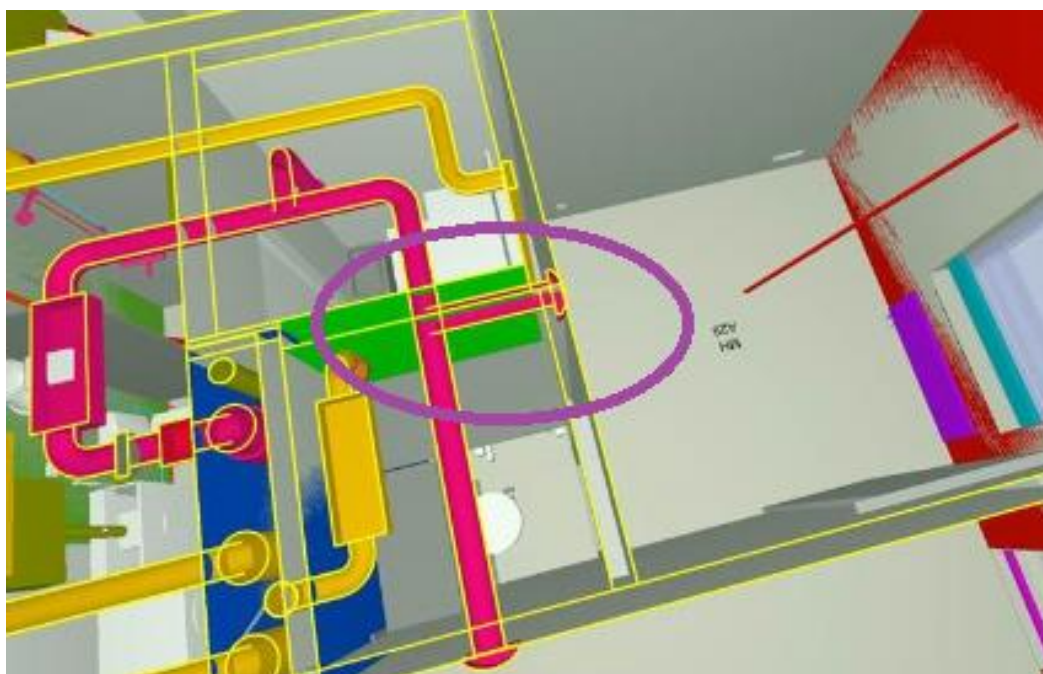
KUVA 11. Yhdistetty malli



KUVA 12. LVI-järjestelmät erotettuna

## 6.2 Tuotanto

Suurin hyöty tuotantoa ajatellen saadaan tällä hetkellä luultavasti törmäystarkasteluista. Eri suunnittelualojen mallit yhdistetään yhteen malliin, jolloin nähdään, jos esimerkiksi vesi- ja ilmanvaihtolinjat eivät mahdu menemään jossain tai törmäävät toisiinsa. Kun tieto törmäyksistä ja ongelmista saadaan ennen asioiden toteuttamista ja se voidaan korjata suunnitelmiin, säästyy tuotantovaiheessa aikaa ja rahaa. Törmäystarkastelua tehdessä pystytään näkemään rakennuksen ongelmat ja niiden sijainti. Opinnäytetyössäni esimerkkinä käytetyssä tarkastelussa löytyi esimerkiksi törmäys, jossa IV-kanava leikkaa vaatehuoneen seinän violetilla ympyröidyssä kohdassa (kuva 13). Kun törmäys pystytään havaitsemaan jo etukäteen, on kanavan liittymän ja näin koko haaran siirtäminen helppoa.



KUVA 13. Törmäys

Tuotannossa tietomalleja voidaan hyödyntää monella muullakin tavalla. On kuitenkin ensiarvoisen tärkeää, että mallit on tehty oikein ja mikäli niitä käytetään esimerkiksi työmaan hankinnoissa ja tuotannonsuunnittelussa, tulee tietomallien olla tarpeeksi tarkkoja. Tietomallien 3D-ominaisuus lisää työmaan havainnollistamista ja helpottaa asioiden ymmärtämistä. Kun tämä 3D-malli pyörii esimerkiksi työmaalle mukaan otettavassa tabletissa, on asioiden havainnollistaminen ja käsittäminen työmaalla paljon helpompaa kuin vain piirustuksia katsomalla.

Tietomallilla on siis myös työmaakäytössä paljon etuja ja se onkin siksi pidetty ja tärkeä työkalu tuotannossa. Kuten aikaisemminkin mainitsin, 3D-ominaisuuden vuoksi suunnitelmat ovat helpommin käsitettävissä ja myös kohteeseen tutustuminen esimerkiksi perehdytyksessä nopeutuu. Työmaat saavaa tarkoista malleista määrätietoa hankintoja varten, mikä on huomattavasti nopeampi tapa kuin käsin laskeminen. Mallia pystyy hyödyntämään myös työturvallisuuden ja työvaiheiden suunnittelussa. Toistaiseksi mallista on myös pystyttävä tuottamaan perinteiset lupa- ja tuotantopiirustukset selkeinä paperisina tulosteina.

Negatiivista palautetta BIM-mallin käyttö saa lähinnä silloin kun malli on huonosti tehty, eli se sisältää paljon virheitä tai se ei ole tarpeeksi tarkka tuotannon tarpeita varten. Huonoja käyttökokemuksia syntyy myös silloin, kun ohjelman käyttäjällä ei ole tarpeeksi taitoa tietomallin hyödyntämiseen. Hienosta ohjelmasta ei ole hyötyä, jos kukaan ei osaa käyttää sitä. Jotta tietomallinnuksesta saisi myös työmaakäytössä täyden hyödyn, tulisi sen käyttöön järjestää koulutuksia ja tehdä mallista mahdollisimman helppokäyttöinen.

## 7 PALAUTTEEN KÄSITTELY SUUNNITTELUNOHJAUKSESSA

Palautteen tullessa suunnittelunohjaukseen tutkitaan ensimmäiseksi, onko palautteen pohjalla jokin juurisyy, eli pohjautuuko palaute johonkin tutkittuun asiaan vai onko se vain mielipide tai kokemus. Jos palautteesta löytyy todellinen, suunnitelmista johtuva juurisyy virheelle, pohditaan, onko juurisyyn aiheuttama virhe toistuva. Varsinkin jos toistuvuutta löytyy, on ensiarvoisen tärkeää miettiä, mitä voitaisiin tehdä toistuvuuden poistamiseksi.

Ensiksi suunnittelunohjaus käy keskustelua tuotannon kanssa siitä, mikä olisi tuotantoteknisesti järkevin tapa tehdä asia, eli mikä olisi paras vaihtoehto toteuttaa kyseinen asia. Tuotannon ja tuotantovarman tekotavan huomiointi on tärkeää, sillä suunnitteluratkaisujen toimivuus näkyy juuri siinä, kuinka tuotanto pystyy ne toteuttamaan. Kun järkevin tapa asian hoitamiseksi löytyy, sitä pyritään mahdollisuuksien mukaan testaamaan jossakin kohteessa. Testauksen jälkeen kerätään kokemuksia kyseisen toteutustavan toimivuudesta.

Lopulliset päätökset tuotantotavan tai tekniikan muuttamisesta tehdään yhteisenä päätöksenä tuotannon, hankinnan, suunnittelunohjauksen sekä mahdollisesti myös laskentapuolen kanssa. Tällöin päätöstä tehdessä tulee huomioitua monta eri kantaa tuotantotavan toteuttamisessa. Tuotantopalaverissa tehdään siis yhteinen päätös eri näkökulmien pohjalta.

Päätöksen synnyttyä yhteinen päätös viedään suunnitelmiin suunnittelunohjauksen toimesta ja valvotaan ratkaisun toteutumista suunnitelmissa. On kuitenkin muistettava, että suunnittelunohjaus elää 1-3 vuotta eteenpäin, ja tästä johtuen muutokset ja linjapäätökset eivät tapahdu välittömästi. Muutokset toteutetaan välittömästi jopa kesken hankkeen vain jos kyseessä on vakava tai vaaraa aiheuttava ratkaisu.

Rakennusaikaisissa muutoksissa tulee aina huomioida perustajaurakoitsijan ollessa kyseessä asuntokauppalaki ja siihen liittyvät RS-asiakirjat sekä siellä määritelty menettely muutoksiin RS-asiakirjoissa esitettyihin rakennusmateriaaleihin tai muihin teknisiin ratkaisuihin. Nämä muutokset pitää siis hyväksyttää kaikilla kaupan osapuolilla.

## 8 POHDINTA

Suunnittelun ja tuotannon välisen yhteistyön on parhaan mahdollisen tuloksen saavuttamiseksi oltava jatkuvaa. Kehitetyn palautelomakkeen käyttö lisääisi tätä yhteistyötä ja näin ollen mahdollistaisi koko prosessin kehittämistä kohti toimivampaa muotoa. On tärkeää muistaa, että yhteistyö toimii vain silloin, kun kaikki osallistuvat siihen aktiivisesti ja antavat panoksensa. Tällä hetkellä ongelmana ovat varsinkin tuotantopuolen asenteet asiaa kohtaan ja näin ollen heidän toivottua heikompi osallistumisensa tähän yhteistyöhön. Palautejärjestelmän ylläpitäminen vaatii toki hieman lisäpanosta kaikilta, mutta siitä saatavat hyödyt ovat palautejärjestelmän toimiessa tavoittelemisen arvoisia. Käyttökokemusten lisääntyessä lomakepohjaa on mahdollista kehittää toimivampaan suuntaan, mutta tällä hetkellä näen pohjan varsin toimivaksi ja käteväksi vaihtoehdoksi. Lomakepohjaa on myös mahdollista muokata eri käyttökohteiden kuten vuosikorjausten tarvitsemaan muotoon tulevaisuudessa.

Suunnitteluvirheitä ja –puutteita käsitellessä tulee muistaa, ettei virheiden poistaminen ole suunnittelunohjauksen ainoa tehtävä. Virheettömän suunnittelun lisäksi suunnittelunohjauksen tulee huomioida myös viranomais määräykset, asuntotuotannon ja asukkaiden toiveet sekä myös tuotannon toiveet. Näitä asioita yhdistelemällä syntyy ratkaisuja joissa joidenkin asioiden suhteen joudutaan aina tekemään kompromisseja.

Koko suunnittelun ja tuotannon välinen yhteistyö ja palautteen antaminen on jatkuvaa toimintaa, jonka tuloksena suunnitelmat kehittyvät koko ajan paremmiksi ja virheettömimmiksi. Tämän vuoksi jokaisen suunnittelun ja tuotannon parissa toimivan henkilön tulisi mielestäni panostaa nykyistä enemmän kommunikoinnin ja yhteistyön lisäämiseen ja asenteiden muuttamiseen.

## LÄHTEET

A2 Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Rakennuksen suunnittelijat ja suunnitelmat A2. Määräykset ja ohjeet 2002. Ympäristöministeriö. <http://www.finlex.fi/data/normit/10970-a2.pdf>. Käyty 10.3.2016.

RT 10-10387. Talonrakennushankkeen kulku. 1989. RT-kortisto. Rakennustieto Oy.

RT 13-10860. Suunnittelun johtaminen rakennushankkeessa. 2005. RT-kortisto. Rakennustieto Oy.

Konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot KSE 2013. 2014. RT-kortisto. Rakennustieto Oy.

Skanska Intra. Tietomallintaminen. Luettu 25.4.2016

Skanska Intra. Tietomallintaminen. Suunnittelu. Luettu 26.4.2016

Skanskan suunnittelusopimus pohja



# LIITTEET

## Liite 1. Suunnitteluarviointi

Skanska Talonrakennus Oy

1(1)

### SUUNNITTELUARVIOINTI

Kohde: \_\_\_\_\_

Vast. Suunnittelija: \_\_\_\_\_ Suunnitteluala: \_\_\_\_\_

Suunnittelutoimisto: \_\_\_\_\_

Vast. Mestari: \_\_\_\_\_ Suunnittelun vetäjä: \_\_\_\_\_

#### Vastaava Mestari täyttää

1. Suunnittelijan tavoitettavuus
2. Yhteydenpito työmaahan, asiakaspalvelu
3. Piirustusluetteloiden ylläpito
4. Rakennettavuus ja toteutettavuus
5. Suunnittelijaratkaisujen virheettömyys
6. Suunn.asiakirjojen esitystavan selkeys
7. Tietojen riittävyys suunn.asiakirjoissa
8. Suunnitelma-asiakirjojen virheettömyys
9. Suunnitelmien oikea-aikaisuus
10. Ympäristötekijöiden huomiointi
11. Työterveys- ja turvallisuustekijöiden huomiointi

**Keskiarvo**

Arvosana (arvostelee kouluarvosanoilla 4-10):


Allekirj.: \_\_\_\_\_ Päiväys: \_\_\_\_\_

#### Suunnittelun vastuuhenkilö täyttää

1. Asiakaspalvelu, yhteistyökyky, aktiivisuus
2. Innovatiivisuus ja ideointi
3. Suunnittelijan kustannustietous
4. Rakennuttajan toiveitten hahmottaminen
5. Ohjeiden ja mallien noudattaminen
6. Suunnitteluratkaisun vaatimustenmukaisuus
7. Suunnitteluratkaisun virheettömyys
8. Suunn.asiakirjojen vaatimustenmukaisuus
9. Suunnitteluajataulun noudattaminen
10. Ympäristötekijöiden huomiointi
11. Työterveys- ja turvallisuustekijöiden huomiointi

**Keskiarvo**

Arvosana (arvostelee kouluarvosanoilla 4-10):


Allekirj.: \_\_\_\_\_ Päiväys: \_\_\_\_\_

