



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Heidi Lindberg

# LVI-suunnittelupoikkeamien minimointi

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

06.09.2019

Tekijä Otsikko	Heidi Lindberg LVI-suunnittelupoikkeamien minimointi
Sivumäärä Aika	25 sivua + 2 liitettä 06.09.2019
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	LVI-suunnittelu
Ohjaajat	osastopäällikkö Jussi Jaakola lehtori Aamos Lemström
<p>Tämä opinnäytetyö tehtiin suunnittelutoimistolle, ja tavoitteena oli tuoda yritykselle ja suunnittelijoille esille kehitysehdotuksia ja ideoita siihen, kuinka suunnitelmissa esiintyvät suunnittelupoikkeamat saataisiin minimoitua.</p> <p>Kirjallisessa osuudessa perehdyttiin suunnitteluprosessiin ja sen vaiheisiin sekä LVI-suunnitelmiin. Suunnitteluprosessin vaiheet käytiin läpi siltä osin, kuin se palvelee suunnittelutoimistoa. Suunnittelupoikkeamien kartoitus tapahtui haastatteluilla, johon osallistuivat projektipäälliköt, LVI-valvojat ja LVI-suunnittelijat.</p> <p>Lopputuloksena syntyi kehitysehdotuksia ja ideoita siihen, kuinka suunnittelupoikkeamien määrää saataisiin vähennettyä. Jotta nämä saataisiin mahdollisimman toimivaksi osaksi suunnitteluprosessia, tämä vaatii useita kokeiluja eri käyttäjien kesken ja mahdollisesti myös ideoiden eteenpäin viemistä.</p>	
Avainsanat	LVI-suunnittelu, suunnitteluprosessi, suunnittelupoikkeama

Author Title	Heidi Lindberg Minimizing Deviation in HVAC Design
Number of Pages Date	25 pages + 2 appendices 06 September 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	HVAC Design
Instructors	Jussi Jaakola, Project Manager Aamos Lemström, Senior Lecturer
<p>This bachelor's thesis aimed to present development suggestions and ideas on how to minimize design deviations in HVAC design. The intended readers were the designers of a planning company.</p> <p>The thesis introduced the design process and its stages, as well as HVAC plans. The stages of the design plan were covered as to the extent necessary for the commissioning company. Design deviations were mapped by conducting interviews with the project managers, HVAC supervisors and HVAC planners of the company.</p> <p>As a result of the mapping, the thesis was able to present some development propositions and ideas on how to minimize the number of design deviations. In order to integrate the suggestions as a functional part of the design process, there will have to be several test runs with different users. It may also be necessary to develop the suggested procedures further to reach ideal results.</p>	
Keywords	HVAC design, design process, planning deviation

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	LVI-suunnitelmat	2
2.1	Asemapiirros	2
2.2	KVV-piirustukset	2
2.3	Lämmityspiirustukset	2
2.4	IV-piirustukset	3
2.5	LVI-asiakirjat	3
3	LVI-suunnittelu	4
3.1	Tarveselvitys ja hankesuunnittelu	5
3.2	Suunnittelun valmistelu	6
3.3	Luonnossuunnittelu	7
3.4	Toteutussuunnittelu	7
3.5	Rakentamisen valmistelu ja rakentaminen	8
3.6	Käyttöönotto ja takuu aika	8
4	Suunnittelijoille asetetut vaatimukset	9
4.1	Suunnittelijoiden tehtävät	9
4.2	Suunnittelijoiden kelpoisuus	9
4.3	Suunnittelutehtävien vaativuusluokat	12
5	Tutkimusmenetelmät	13
6	Suunnittelupoikkeamat	14
6.1	Suunnitteluvirheen ja -puutteen määrittely	14
6.2	Haastatteluiden tulokset	15
6.3	Poikkeamien yleisyys ja toistuvuus	17
6.4	Poikkeamien vaikutukset	18
6.5	Kyselyn tulokset	19
7	Päätelmät	20

8	Yhteenveto	23
	Lähteet	24
	Liitteet	
	Liite 1. Haastatteluiden kysymysrungot	
	Liite 2. Kyselyn tulokset	

## Lyhenteet ja käsitteet

3D-malli Tietokoneella tehty kolmiulotteinen malli LVI-järjestelmästä

ARK Arkkitehtiala

ARSKA Rakennusvalvonnan sähköinen arkistointipalvelu rakennuspiirustuksille

CADS Hepac

Tietokoneavusteinen suunnittelujärjestelmä LVI-suunnitteluun

IV Ilmanvaihto

KSE 2013 Konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot

kvalitatiivinen tutkimus

Laadullinen tutkimus, joka toteutetaan ilman tilastollisia tai määrällisiä menetelmiä

KVV Kiinteistön vesi- ja viemärintijärjestelmä

LVI Lämmitys, vesi ja viemäri, ilmanvaihto

PILP Poistoilmalämpöpumppu

puolistrukturoitu

Teema ja kysymykset etukäteen määritelty. Asiajärjestystä ja kysymyksiä voidaan muuttaa ja tarkentavia kysymyksiä voidaan esittää.

## 1 Johdanto

Opinnäytetyö toteutettiin suunnittelutoimiston sisäiselle yksikölle, joka on erikoistunut korjausrakentamiseen ja linjasaneeraushankkeisiin. Työssä perehdytään suunnittelutoimiston LVI-suunnitteluprosessin (lämmitys-, vesi- ja viemäri- ja ilmanvaihtoalan) eri vaiheisiin, suunnittelussa tapahtuneisiin poikkeamiin, niiden vaikutuksiin ja siihen, kuinka nämä olisivat olleet estettävissä. Poikkeamalla tarkoitetaan suunnittelussa tapahtunutta virhettä tai puutetta.

Suunnittelutoimiston tavoitteena on parantaa suunnittelun laatua ja vähentää suunnitteluvirheistä aiheutuneita reklamaatioita. LVI-suunnittelijoiden tehtävänä on luoda teknisesti toimivat ja toteutettavat suunnitelmat. Suunnittelijoiden tulee ottaa huomioon mm. järjestelmien kestävyys ja meluhaitat, niiden soveltuvuus eri käyttötarkoituksiin ja tilaajan vaatimukset ja toiveet. Suunnitelmat ovat sopimusasiakirjoja, joiden tulee täyttää myös viranomaismääräykset. Myös suunnittelijan rooliin liittyy viranomaisvastuita, joita käsitellään myöhemmin tässä työssä.

Tavoitteena on kehittää ideoita ja keinoja siihen, kuinka suunnittelupoikkeamia suunnitelmissa voitaisiin vähentää. Työssä käsitellään ainoastaan suunnittelutoimiston sisäisessä yksikössä tapahtuneita LVI-suunnittelupoikkeamia. Tässä työssä esitetyt ideat ja keinot on mietitty sisäisen yksikön toimintatapoja tarkastellen. Suunnittelupoikkeamat kartoitettiin haastatteluilla.

## 2 LVI-suunnitelmat

LVI-piirustuksista on käytävä ilmi sisäolosuhteiden tavoitetasot ja niiden ylläpitämiseen käytettävät toiminnot, kanavat, putkistot, laitteistot ja mitoitukset. Suunnitelmat osoittavat lainsäädännössä asetettujen vaatimuksien täyttymisen. LVI-suunnitelmiin kuuluvat asemapiirros, vesi- ja viemäripiirustukset, lämmityspiirustukset, ilmanvaihtopiirustukset sekä LVI-asiakirjat, joita ovat piirustusluettelo, kalusteluettelo ja työselostukset. LVI-piirustukset voidaan esittää tasopiirustuksina, leikkauspiirustuksina tai yksityiskohtaisina piirustuksina, joita ovat detalji- ja leikkauspiirustukset. [1, s. 13.]

### 2.1 Asemapiirros

Asemapiirroksessa esitetään kiinteistöä palvelevat liittymät, kuten tonttivesijohto ja tonttviemärit yleiseen liitoskohtaan asti. Viemäreiden liitoskohdista tulee ilmoittaa padotuskorkeus. Piirroksessa tulee ilmoittaa kiinteistön vesimittarin sijainti ja alimman viemäripisteen korkeusasema sekä kaikki tontilla sijaitsevat kaivot, erottimet ja pumppaamot, myös ne, jotka eivät ole kiinteistön omassa käytössä. [1, s. 5.]

### 2.2 KVV-piirustukset

KVV-piirustuksissa (vesi- ja viemäripiirustuksiin) esitetään vesijohtojen ja viemäreiden reititykset, eristykset, koot, materiaalit, tilantarve sekä viemäripisteet ja vesikalusteet. Linjakaaviossa esitetään korkeusasemat, kalusteiden normivirtaamat ja vesi- ja viemärijohtojen mitoitus. Linjakaaviossa esitetyt asiat voidaan esittää myös tasopiirustuksissa, kun kyseessä on yksi- tai kaksikerroksinen asuinrakennus. [1, s. 14.]

### 2.3 Lämmityspiirustukset

Lämmityspiirustuksista tulee käydä ilmi lämmitysverkoston reititys ja tilantarve, verkostoon kuuluvat laitteet, mitoitukset ja energia- ja tehontarvelaskelmat. Toiminta- ja säätökaavioissa esitetään lämmityslaitteiden toiminta. [1, s. 14.]



## 2.4 IV-piirustukset

IV-piirustuksissa (ilmanvaihtopiirustuksissa) esitetään koneelliseen ilmanvaihtojärjestelmään sekä painovoimaiseen ilmanvaihtoon kuuluvat laitteet, kuten päätelaitteet, palopellit, äänenvaimentimet, puhdistusluukut ja muut ilmanvaihtojärjestelmään kuuluvat osat. Piirustuksissa tulee myös esittää kanavien reititys, eristys ja mitoitus. IV-piirustuksiin kuuluvat myös toiminta- ja säätökaaviot, joissa esitetään ilmanvaihtojärjestelmän ja siihen kuuluvien laitteiden toiminta. [1, s. 13.]

## 2.5 LVI-asiakirjat

Hankkeen asiakirjat on jaoteltu kaupallisiin ja teknisiin asiakirjoihin kuin myös yleisiin, hankekohtaisiin ja aina voimassa oleviin asiakirjoihin [2]. Taulukossa 1 on esitetty, mihin kukin asiakirja kuuluu.

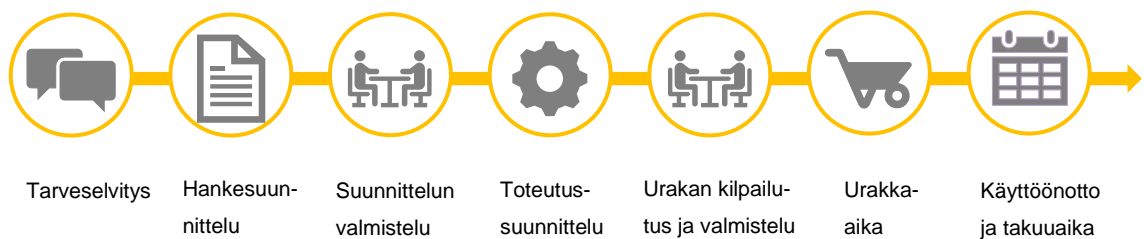
Taulukko 1. Rakennushankkeen asiakirjat [2].

	Yleiset asiakirjat	Hankekohtaiset asiakirjat	Aina voimassa
Kaupalliset asiakirjat	Lomakkeet Alistamissopimus YSE 1998	Määrälaskelma Urakkarajaliite Urakkatarjous Urakkaohjelma Urakkasopimus	Hyvä rakentamistapa Viranomaismääräykset Säädökset
Tekniset asiakirjat	Ohjeet RYL Normit Standardit	Piirustukset Työselostukset Laatuvaatimukset	

Taloyhtiöiden korjausrakennussuunnitelmat tehdään lähes aina konsulttitoiminnan yleisten sopimusehtojen (KSE 2013) alaisin sopimuksin, jossa määritellään myös reklamatiot ja niiden enimmäiskorvaukset [3]. Suunnittelutoimiston sisäisen yksikön käytäntönä on luoda yhteinen työselostus suunnittelualojen omien selostuksien rinnalle. Yhteiseen työselostukseen kootaan kaikkien alojen pääpiirteet hankkeessa, se mitä tehdään ja mitä ei.

### 3 LVI-suunnittelu

Korjausrakentaminen eroaa hieman uudisrakentamisen suunnittelusta. Korjausrakentamisessa tulee ottaa huomioon olemassa olevat talotekniset järjestelmät ja käytöstä poistetut järjestelmät. Uusittavan järjestelmän tulee täyttää korjausajankohdan vaatimukset, kun työn laajuus sitä edellyttää. Myös asiakirjat eroavat uudisrakentamisessa käytetyissä asiakirjoista. Korjausrakentamisessa asiakirjat ovat hieman kevyempiä sisällöltään, sillä kaikkea tekniikkaa ei välttämättä rakenneta kokonaan uusiksi. Kuvassa 1 on esitetty linjasaneeraushankkeen perinteinen suunnitteluprosessi ja kuvassa 2 yhteistoimintamallin mukainen suunnitteluprosessi.



Kuva 1. Perinteisen linjasaneerausprosessin kuvaus.

Suurin osa suunnittelutoimiston linjasaneeraushankkeista toteutetaan perinteisellä suunnitteluprosessilla, mutta yhä etenevässä määrin hankkeita on ruvettu suunnittelemaan erilaisilla yhteistoimintamalleilla.



Kuva 2. Esimerkki yhteistoimintamallin mukaisesta linjasaneerausprosessista.

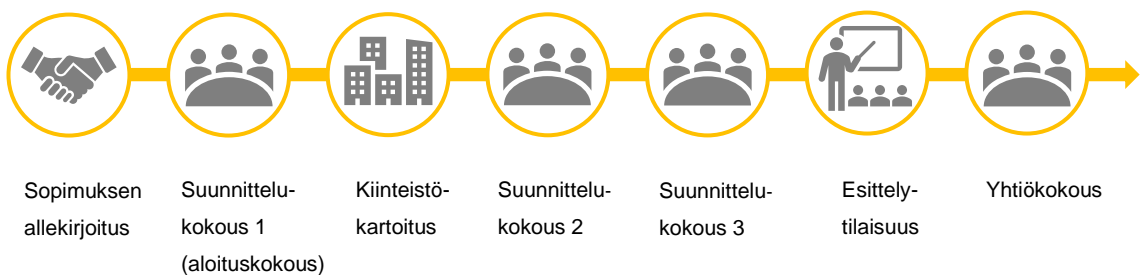
Yhteistoimintamalleissa hanke voidaan esimerkiksi kilpailuttaa urakoitsijoilla jo luonnos-suunnitelmilla ja toteutussuunnittelu toteutetaan yhdessä urakoitsijan kanssa.

### 3.1 Tarveselvitys ja hankesuunnittelu

Rakennushanke käynnistyy yleensä tarveselvityksellä tai hankesuunnitelmalla. Tarveselvityksessä kartoitetaan tilojen eri käyttömahdollisuudet sekä arvioidaan kustannukset eri ratkaisuille. Tässä vaiheessa ei vielä varsinaisesti päästä suunnittelemaan. Tehtäviin sisältyy nykyisen tekniikan soveltuvuuden selvittäminen käyttäjän tarpeisiin talotekniikan kannalta: kuinka laajasti järjestelmät tulee kunnostaa tai uusia? Teknisten pääjärjestelmien tilantarve selvitetään karkealla tasolla samoin kuin tiloihin kohdistuvat olosuhteet ja toiminnallisuus. [4, s. 3.]

Hankesuunnittelussa asetetaan hankkeen laajuudelle, toimivuudelle, laadulle, kustannuksille, ajoitukselle sekä ylläpidolle yksityiskohtaiset tavoitteet. Lähtötietoina toimivat käyttäjien ja omistajien tavoitteet sekä viranomaisten vaatimukset. Hankesuunnitelman aikana tulee selvittää kiinteistön nykyisten taloteknisten liittymien käyttö ja laajennettavuus. Tässä vaiheessa tulisi myös suorittaa kuntokartoitukset järjestelmien nykytilanteesta, jotta järjestelmien kunto pystytään ottamaan paremmin huomioon jo hankesuunnitteluvaiheessa [5]. Korjausrakentamisessa tulee myös huomioida käytössä olevien tilojen toiminnan varmistamisesta rakentamisen aikana [4, s. 4–5].

Hankesuunnitelman tarkoituksena on luoda kokonaiskuva kiinteistön tarpeista ja tuottaa tarvittava materiaali suunnittelun kilpailuttamista varten. Siinä kuvataan kiinteistön nykytilanne sekä tekninen nykytaso ja vertaillaan eri vaihtoehtoja linjasaneerauksen toteuttamiseen ja näistä syntyvät kulut. Suunnittelijat esittävät toimenpide-ehdotukset, joiden perusteella määritellään kiinteistön linjasaneerauksen perustaso. [5.] Hankesuunnittelun prosessi on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Linjasaneerauksen hankesuunnittelun prosessi.

Ensimmäisessä suunnittelukokouksessa sovitaan hankkeelle suunnittelu-aikataulu, se, kuinka viestintä hoidetaan, kartoitetaan tilaajan tavoitteet sekä osakkaiden mielipiteet. Kiinteistökartoituksella kartoitetaan kiinteistön taloteknisten järjestelmien kunto sekä arvioidaan niiden jäljellä oleva käyttöikä. Kartoituksen aikana myös arvioidaan tarvittavat lisäselvitykset, kuten mm. hormikartoitus, viemärikuvaus ja haitta-ainekartoitus. [6.]

Toisessa suunnittelukokouksessa käydään läpi teknisten järjestelmien nykytilaa, osakaskyselyn tuloksia (mikäli taloyhtiö on halunnut tämän toteutettavaksi), kartoituksen tuloksia sekä alustavia korjausvaihtoehtoja. Kolmannessa suunnittelukokouksessa katsotaan hankesuunnitteluluonnokset ja korjausvaihtoehdot läpi, päätetään jatkotoimenpiteistä ja valmistellaan esittelytilaisuus. Esittelytilaisuudessa esitellään hankesuunnittelun pääkohdat sekä jatkoaikataulu. Yhtiökokouksessa hyväksytään hankesuunnittelu ja päätetään toteutussuunnittelun käynnistämisestä ja rahoituksesta [6].

### 3.2 Suunnittelun valmistelu

Suunnittelun valmistelu käsittää suunnittelun organisoinnin. Suunnittelijoiden kilpailutuksen jälkeen käydään tarvittavat neuvottelut ja allekirjoitetaan suunnittelusopimukset. Hankkeen lähtötiedot ja vaativuus tulee määrittellä mahdollisimman tarkasti, jotta suunnitteluun tarvittava työmäärä, resurssit ja kustannukset pystytään arvioimaan. LVI-suunnittelija perehtyy hankkeen lähtötietoihin ja selvittää suunnittelutehtävien laajuuden ja vaativuuden [4, s. 5].

Ennen suunnittelun aloittamista tulee selvittää kiinteistön ominaispiirteet, tehdyt muutokset ja korjaukset [7]. Kiinteistöjen vanhat suunnitelmat tilataan kaupungin Arska-palvelusta, joka on rakennusvalvonnan sähköinen arkistointipalvelu rakennuspiirustuksille. Helsingin Arska-palveluun tallennetaan IV- ja KVV-piirustukset, mutta ei lämmityspiirustuksia. Lämmityspiirustusten arkistointivastuu ei myöskään kuulu kiinteistön haltijalle. [8.] Arska-palvelu on kaupunkikohtainen.

### 3.3 Luonnossuunnittelu

Luonnossuunnittelua tehdään yhteistoimintamallissa, joissa esitetään vesijohtojen ja viemäreiden runkoreitit sekä nousupaikat. Luonnossuunnitelmiin ei ole määritelyä, millä tasolla suunnitelmien tulisi olla. LVI-suunnittelijat ovat tehneet luonnossuunnitelmat sille tasolle, kuin projektipäällikkö on suunnitelmat halunnut laadittavaksi.

### 3.4 Toteutussuunnittelu

Toteutussuunnittelussa yleissuunnitelmista kehitetään mitoitettuja suunnitelmat. Vesijohdot ja lämmitysverkosto mitoitetaan ja tasapainotetaan, jotta linjasäätöventtiileille ja muille säätöventtiileille saadaan säätöarvot ja verkostolle mitoitusvirtaama ja painehäviöt. [4, s. 18–19.] Kuvassa 4 on esitetty linjasaneerauksen toteutussuunnittelun prosessi.



Kuva 4. Linjasaneerauksen toteutussuunnittelun prosessi.

Ensimmäisessä suunnittelukokouksessa sovitaan suunnitteluajataulusta, siitä, kuinka viestintä hoidetaan, tarvittavat lähtötiedot ja mahdolliset lisäselvitystarpeet. Kiinteistökartoituksen tarkoituksena on suunnittelijoiden perehtyminen kohteeseen. Kiinteistökartoituksella käydään läpi kaikki yhteiset tilat ja tyyppiasuinhuoneistot. Tarvittaessa käydään kaikissa huoneistoissa. Kiinteistökierröksellä kartoitetaan mahdollisia uusia reitityksiä ja nousuhormeja ja tarkennetaan IV-venttiileiden sijainnit. Lämmityssuunnitelmien puuttuessa joudutaan jokaisesta asuinhuoneistosta mittaamaan patterit, mikäli lämmitysverkoston säätö ja tasapainotus kuuluu urakkaan. [9.]

Seuraavassa suunnittelukokouksessa käydään työselostuksen yhteinen osa läpi ja esitellään eri suunnittelualojen luonnokset. Ensimmäisessä esittelytilaisuudessa asukkaille esitetään talotekniikan runkojohtojen ja nousujen reititys. Tilaisuudessa kerrotaan osaksmuutosten mahdollisuudesta ja kuinka näiden kanssa tulee edetä. Suunnittelutoimiston puolelta tilaisuuteen osallistuu yleensä yksi LVI-, ARK- (arkkitehti) ja sähköpuolen asiantuntija. [9.]

Kolmannessa suunnittelukokouksessa hyväksytetään luonnossuunnitelmat ja viimeistellään tilaratkaisut. Valmiit suunnitelmat lähetetään tilaajalle kommentoitavaksi ennen viimeistä suunnittelukokousta, jossa suunnitelmat käydään läpi ja hyväksytetään ja valmistellaan urakan kilpailuttamista. Viimeisempänä esitellään valmiit suunnitelmat asukkaille. [9.]

### 3.5 Rakentamisen valmistelu ja rakentaminen

Rakentamisen valmistelussa valmistaudutaan korjaushankkeeseen organisoimalla rakentaminen. Ensin kilpailutetaan urakoitsija, jonka jälkeen käydään tarvittavat neuvottelut ja allekirjoitetaan urakka- ja hankintasopimukset. Työnaikaiset suunnittelutehtävät voivat olla suunnittelua täydentävää suunnittelemista tai lähtötietomuutoksista johtuvaa suunnittelua. Näiden muutoksien teettäminen suunnittelijalla on tarpeen, kun paikalla ei ole erillistä LVI-valvojaa. [4, s. 23–24.] Korjausrakentamisessa etenkin lähtötietomuutoksista johtuva työnaikainen suunnittelu on tyypillistä.

### 3.6 Käyttöönotto ja takuu aika

Järjestelmien tekninen toiminta tulee varmistaa käyttöönotossa ja käyttäjille annetaan käytönopastus. Urakoitsijat toimittavat suunnittelijoille luovutuspiirustukset, eli punakynäpiirustukset, ja näiden pohjalta suunnittelija laatii puhtaat piirustukset. Takuuajana seurataan järjestelmien toimivuutta, tehdään tarvittavat säädöt ja korjataan mahdolliset viat ja puutteet [4, s. 26–28.]

## 4 Suunnittelijoille asetetut vaatimukset

### 4.1 Suunnittelijoiden tehtävät

Suunnittelijoiden tehtävänä on huolehtia suunnittelemiensa ratkaisujen kestävyden, toiminnallisuuden ja toteutettavuuden oikeellisuudesta, laatia mahdolliset muutokset rakennustyön aikana sekä tarvittavat käyttö- ja huolto-ohjeet oman suunnittelualan osalta [7]. Korjausrakentamisessa suunnittelijoiden tulee ottaa huomioon myös mm. tilaajan toiveet, nykyisen järjestelmän elinikä sekä sen toimintamahdollisuudet, mahdolliset vauriot rakenteissa, tekniikan vaatima tila, järjestelmien äänitasot ja varauduttava vanhojen suunnitelmien ristiriitaisuuteen.

LVI-suunnittelija voi toimia myös pääsuunnittelijana, jolloin sen tulee huolehtia eri alojen suunnitelmien kokonaisuudesta siten, että rakentamista koskevat säännökset ja määräykset täyttyvät. Pääsuunnittelijan tehtäviin kuuluu huolehtia myös

- tarvittavista lähtötiedoista
- vastuun ja ajan resursoinnista
- asioiden esiintuominen suunnittelussa
- muutosten edellyttämän hyväksynnän tai rakennusluvan hakemisesta
- suunnitelmien toimittamisesta rakennusvalvontaan
- tilaajan informoinnista suunnittelua koskevista asioista
- vaadittujen suunnitelmien yhteensopivuudesta ja ristiriidattomuudesta.

Pääsuunnittelijan vastuu kestää koko hankkeen ajan. [7.]

### 4.2 Suunnittelijoiden kelpoisuus

Suunnittelijoiden kelpoisuus on määritelty maankäyttö- ja rakennuslaki 120 d §:ssa sekä ympäristöministeriön ohjeessa ”Ympäristöministeriön ohje rakennusten suunnittelijoiden kelpoisuudesta”. Kelpoisuus määritellään koulutuksen ja kokemuksen perusteella suunnittelutehtävistä. Kelpoisuuden arvioi rakennusvalvontaviranomainen, ja kelpoisuus on aina hankekohtainen. Kuten suunnittelutehtävien vaativuusluokat, myös

suunnittelijoiden kelpoisuudet jaetaan erikseen uudisrakentamiseen ja korjausrakentamiseen sekä ilmanvaihdon ja vesi- ja viemärlaitteiston suunnitteluun. [10; 11.]

Vähäiseen suunnittelutehtävään riittää riittävä osaaminen samantapaisista suunnittelu-tehtävistä. Tähän ei vaadita työkokemusta ollenkaan. Tavanomainen suunnittelutehtävä edellyttää suunnittelijalta suunnittelutehtävään soveltuvaa tai tekniikan tai rakennusalan tutkintoa. Työkokemusta tulee olla järjestelmän avustavista suunnittelutehtävistä kolme vuotta, joista vähintään vuosi korjaus- ja muutostöiden suunnittelutehtävistä. Jotta pystyisi suunnittelemaan vaativia suunnittelutehtäviä, tulee suunnittelijalla olla suunnittelu-tehtävään soveltuvaa tai tekniikan tai rakennusalan korkeakoulututkinto sekä neljän vuoden kokemus tavanomaisista suunnittelutehtävistä ja kaksi vuotta avustavista tehtävistä. Neljästä vuodesta kahden vuoden tulee olla korjaus- ja muutostöiden suunnittelutehtävistä. Poikkeuksellisen vaativassa suunnittelussa vaaditaan ylempää korkeakoulututkintoa ja kuuden vuoden kokemusta vaativista suunnittelutehtävistä, joista kolme vuotta ovat korjaus- ja muutostöiden suunnittelutehtävistä. Suunnittelijoilta vaadittujen tutkintojen tulee sisältää tietyn verran opintopisteitä tietyistä opintosuorituksista. [10.] Nämä on esitetty seuraavalla sivulla taulukossa 2.



Taulukko 2. Suunnittelualaan sisältyvien opintojen pakolliset opintosuoritukset [10].

Tavanomainen suunnittelutehtävä		
Ilmanvaihtosuunnittelu	30 op	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ ilmanvaihto- ja ilmastointitekniikka</li> <li>○ lämmitys- ja energiankäyttökniikka</li> <li>○ säätökniikka</li> <li>○ LVI-suunnittelu</li> <li>○ LVI-järjestelmien mitoitus ja dokumentointi</li> </ul>
Vesi- ja viemäri-laitteiston suunnittelu	30 op	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ vesi- ja viemäritekniikka</li> <li>○ LVI-suunnittelu</li> <li>○ LVI-järjestelmien mitoitus ja dokumentointi</li> </ul>
Vaativa suunnittelutehtävä		
Ilmanvaihtosuunnittelu	40 op	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ ilmanvaihto- ja ilmastointitekniikka ja sisäil- masto-olosuhteet</li> <li>○ jäähdytstekniikka</li> <li>○ lämmitys- ja energiankäyttökniikka</li> <li>○ lämmönsiirto- ja virtaustekniikka</li> <li>○ säätökniikka ja kiinteistöautomaatio</li> <li>○ LVI-suunnittelu</li> <li>○ LVI-järjestelmien mitoitus ja dokumentointi</li> </ul>
Vesi- ja viemäri-laitteiston suunnittelu	40 op	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ vesi- ja viemäritekniikka</li> <li>○ virtaustekniikka</li> <li>○ säätökniikka</li> <li>○ LVI-suunnittelu</li> <li>○ LVI-järjestelmien mitoitus ja dokumentointi</li> </ul>
Poikkeuksellisen vaativa suunnittelutehtävä		
Ilmanvaihtosuunnittelu	45 op	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ ilmanvaihto- ja ilmastointitekniikka ja sisäil- masto-olosuhteet</li> <li>○ jäähdytstekniikka</li> <li>○ lämmitys- ja energiankäyttökniikka</li> <li>○ lämmönsiirto- ja virtaustekniikka</li> <li>○ säätökniikka ja kiinteistöautomaatio</li> <li>○ LVI-suunnittelu</li> <li>○ LVI-järjestelmien mitoitus ja dokumentointi</li> </ul>
Vesi- ja viemäri-laitteiston suunnittelu	45 op	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ vesi- ja viemäritekniikka</li> <li>○ virtaustekniikka</li> <li>○ säätökniikka</li> <li>○ LVI-suunnittelu</li> <li>○ LVI-järjestelmien mitoitus ja dokumentointi</li> </ul>

Työkokemuksen tulee kuitenkin olla hankittu pääosin tutkinnon suorittamisen jälkeen [10].

### 4.3 Suunnittelutehtävien vaativuusluokat

Suunnittelutehtävien vaativuusluokkia ovat vähäinen suunnittelutehtävä, tavanomainen suunnittelutehtävä ja vaativa suunnittelutehtävä, jotka jaetaan erikseen uudisrakentamiseen ja korjausrakentamiseen sekä ilmanvaihdon suunnittelutehtäviin ja vesi- ja viemärlaitteiston suunnittelutehtäviin. Suunnittelutehtävien vaativuusluokkien määräytyminen kuvataan maankäyttö- ja rakennuslaissa seuraavasti:

Vaativuusluokka määräytyy suunnittelutehtävän arkkitehtonisten, toiminnallisten ja teknisten vaatimusten, rakennuksen ja tilojen käyttötarkoituksen, rakennuksen terveellisyyteen ja energiatehokkuuteen liittyvien sekä rakennusfysikaalisten ominaisuuksien, rakennuksen koon, rakennussuojelun sekä kuormitusten ja palokuormien, suunnittelu-, laskenta- ja mitoitusmenetelmien, kantavien rakenteiden vaativuuden ja ympäristöstä ja rakennuspaikasta aiheutuvien vaatimusten perusteella. [11, s. 2.]

Jos jokin yllä mainituista vaatimuksista tai ominaisuuksista on poikkeuksellinen, myös suunnittelutehtävä on poikkeuksellisen vaativa. Hankkeessa voi esiintyä eri vaativuusluokkiin kuuluvia suunnittelutehtäviä. [11.]

Vähäinen suunnittelutehtävä on yksinkertainen ylläpitokorjaus, josta ei synny vaikutuksia järjestelmän teknisiin ja toiminnallisiin ominaisuuksiin eikä vaikuta rakennuksen ulkonäköön. Tavanomainen suunnittelutehtävä pystytään suunnittelemaan yleisiä suunnitteluohjeita ja vakiintuneita ratkaisuja käyttäen, sekä tekniset ja toiminnalliset vaatimukset ovat yksinkertaisia. Suunnittelutehtävä luetaan vaativaksi, kun suunnitteluun kohdistuu erityisiä vaatimuksia, kuten järjestelmän toimintaperiaatteiden muuttaminen, rakennuksen laaja kosteusvaurio tai se, että tekniset ja toiminnalliset vaatimukset ovat korkeita. Poikkeuksellisen vaativa suunnittelutehtävä eroaa vaativasta suunnittelutehtävästä siten, että teknisille ja toiminnallisille vaatimuksille tai järjestelmän vaatimukset ovat korkeammat kuin vaativan suunnittelun vaatimukset. Esim. suojellun rakennuksen vesi- ja viemärlaitteiston tai ilmanvaihdon suunnittelu luetaan vaativaksi suunnittelutehtäväksi, kun suunnittelu ei vaikuta suojeltuihin ominaispiirteisiin. Jos suunnittelu vaikuttaa suojeltuihin ominaispiirteisiin, suunnittelutehtävästä tulee poikkeuksellisen vaativa suunnittelutehtävä. [12, s. 13–18.]

## 5 Tutkimusmenetelmät

Valitsin tutkimustavaksi kvalitatiivisen eli laadullisen tutkimuksen, jolla pyritään ymmärtämään ja kuvaamaan tutkimusongelmaa. Käytetyimmät aineistonkeruumenetelmät laadullisessa tutkimuksessa ovat haastattelut, havainnointi, kysely ja kirjallinen materiaali. [13.] Näistä menetelmistä valitsin haastattelun ja tarkemmin eriteltynä puolistrukturoidun haastattelun eli teemahaastattelun, jossa haastateltavat saivat omin sanoin kertoa näkemyksensä ja kokemuksensa asiasta.

Teemahaastattelussa edetään keskeisten aihepiirien eli teemojen ja niihin liittyvien kysymysten varassa. Kysymysten muotoa ja järjestystä voidaan muuttaa ja haastattelun aikana voidaan tehdä tarkentavia ja syventäviä kysymyksiä. [13.] Aineiston määrä on usein tapauskohtainen, jolloin määrällä ei ole suoranaista vaikutusta tai merkitystä tutkimuksen onnistumiseen [14]. Haastateltavilla tulee olla tietoa ja kokemusta tutkittavasta aiheesta mahdollisimman paljon, jotta haastatteliija saa mahdollisimman paljon tietoa. Tällöin haastateltavia ei valita satunnaisesti, vaan heidät tulee valita tarkoituksenmukaisesti. [13.]

Jotta haastateltavilta saastaisiin mahdollisimman paljon tietoa halutusta aiheesta, on perusteltua antaa haastattelukysymykset etukäteen haastateltaville. Haastateltavat valitsin eliittiotannalla, eli haastateltaviksi valittiin vain henkilöt, joilta uskotaan saavan parasta tietoa tutkittavasta asiasta. [13.] Tutkimuksessa olen keskittynyt suunnittelutoimiston sisäisessä yksikössä tapahtuneisiin suunnittelupoikkeamiin, minkä takia tutkimuksessani keskityn haastattelemaan kyseisessä yksikössä toimivia henkilöitä. Haastateltaville lähetin etukäteen kysymysrungot (liite 1), jotka olin koonnut tutkimuksen aiheen mukaisesti. Ensimmäinen haastattelu toteutettiin koehaastatteluna, jossa samalla katsottiin kysymysrungon toimivuutta. Ensimmäisen haastattelun jälkeen teemat pysyivät samoina. Tarkentavia kysymyksiä nousi esiin useakin, mitkä kirjasin itselleni muistiin seuraavia haastatteluita varten. Haastatteluissa käytin muistiinpanovälineitä ja haastattelut äänitettiin.

Haastatteluiden teemat käsittelivät suunnittelupoikkeamia, näiden toistuvuutta ja sitä, mikä oli poikkeamien esiintymisen syy. Haastatteluissa käsiteltiin myös haastateltavien omaa työkokemusta alalta. Projektipäälliköiden, LVI-valvojen ja LVI-suunnittelijoiden teemat olivat kesken hieman erilaiset, mutta pääpiirre teemoissa pysyi samana.

Haastatteluilla pyrittiin kartoittamaan suunnittelussa esiintyneitä poikkeamia ja sitä, miksi nämä ovat tapahtuneet.

Ensimmäiseksi valitsin haastatteluihin yksikössä toimivia projektipäälliköitä. Projektipäälliköiden haastatteluiden perusteella valikoituivat haastateltaviksi tulevat LVI-suunnittelijat ja LVI-valvojat. Haastatteluihin kutsuttiin kuusi projektipäällikköä, kaksi valvojaa ja kolme suunnittelijaa, eli yhteensä 11 henkilöä. Haastatteluun osallistuminen oli vapaaehtoista. Projektipäälliköiden työkokemukset projektipäällikön tehtävistä vaihtelivat viidestä vuodesta kymmeneen vuoteen. LVI-valvojen työkokemus valvojan työstä on yli kolme vuotta. Suunnittelijoiden työkokemus suunnittelutehtävistä vaihteli kolmesta vuodesta 30 vuoteen. Haastatteluihin osallistuneet ovat koulutukseltaan insinöörejä, ja yhdellä LVI-tekniikan koulutus. Kahdella on myös diplomi-insinöörin todistus.

Haastatteluiden lisäksi tein kaikille yksikön LVI-suunnittelijoille kyselyn, eli yhteensä kahdeksalle suunnittelijalle. Kyselyn kysymykset tehtiin haastatteluiden pohjalta. Kyselyn avulla pyrittiin tarkentamaan suunnittelijoiden yleisiä käytäntöjä ja sitä, löytyykö näistä vastausta työssä esitettyihin suunnittelupoikkeamiin. Kysely muodostui kysymyksistä, joihin oli valmiit vastausvaihtoehdot ja osassa kysymyksiä vastausta tuli täydentää omin sanoin. Kyselyn tuloksia tarkastellaan luvussa "6.5 Kyselyn tulokset".

## 6 Suunnittelupoikkeamat

### 6.1 Suunnitteluvirheen ja -puutteen määrittely

Suunnitteluvirheeksi lasketaan suunnitelmassa tai asiakirjassa ilmennyt virhe tai puute, joka ei täytä asetettuja vaatimuksia. Virheeksi luetaan myös puutteet ja haitat. [15.] KSE 2013:ssa ei määritellä suunnittelupuutteita, vaan kaikki katsotaan aina suunnitteluvirheiksi [3]. Puutteeksi voidaan katsoa suunniteltu asia, joka täyttää kaikki sille esitetyt vaatimukset, mutta on silti puutteellinen. Tällaisia voivat olla mm. unohtuneet merkinnät, kuten putkikoot ja -materiaalit.

Näkemykset tästä asiasta jakautuivat projektipäälliköiden kesken melko tasaisesti. Noin puolet haastateltavista olivat sitä mieltä, että suunnitteluvirheeksi luetaan ne poikkeamat, jotka aiheuttavat lisäkustannuksia, ja puutteisiin ne poikkeamat, jotka keretään

huomaamaan tarpeeksi ajoissa, jotta eivät aiheuta kustannuksia. Toinen näkemys asiaan oli, että myös puutteet lasketaan suunnitteluvirheiksi.

## 6.2 Haastatteluiden tulokset

Suunnittelupoikkeamat käsitellään tässä työssä yleisluontoisesti, jotta hankkeiden yksityisyys voidaan turvata. Haastatteluissa ilmenneet suunnittelupoikkeamat on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Projektipäälliköiden haastatteluissa esiintyneet suunnittelupoikkeamat.

Suunnittelupoikkeama	Poikkeaman kuvaus
Nousuhormin tilantarpeen huomiotta jättäminen	Ei ollut otettu huomioon rakenteellisia ominaisuuksia tai uuden tekniikan vaatimaa tilaa. Lähtötietoihin ei ollut perehdytty huolellisesti.
Reitti toteutuskelvoton	Runkojohtojen reititys toteutuskelvoton.
Ristiriitaisuus asiakirjoissa	Asiakirjoissa mainittiin kaksi eri venttiilimallia, jonka seurauksena suunnittelussa oli käytetty yhtä mallia ja asennuksissa toista mallia.
Ilmanvaihdon puuttuminen	Tilamuutoksen seurauksena tilasta jäi uupumaan ilmanvaihto.
Väärin mitoitettu verkosto	Vesijohtoverkosto oli mitoitettu väärillä arvoilla.
IV-suunnittelun huomiotta jättäminen	Ilmanvaihtoa ei aina muisteta ottaa huomioon putkiremontin yhteydessä.
Väärät kalustetunnukset	Osaan suunnitelmista jäänyt väärät kalustetunnukset.
Alimitoitettu pumppu	Laskennallisesti (ohjelmistolla) todettu riittäväksi, mutta todellisuudessa paineet jäivät liian vähäisiksi.
Suunnitelmien laatu	Suunnitelmien laatu ei ollut vastannut odotuksia. Suunnitelmista oli puuttunut kokonaan yksi kokonaisuus. Oleellisten lähtötietojen lisääminen suunnitelmiin.

Suurimmaksi ongelmaksi projektipäälliköiden haastatteluissa nousi lähtötietoihin perehtyminen. Tämä kävi ilmi varsinkin nousuhormien ja runkojohtoreittien suunnittelussa. Nousuhormien suunnittelussa muutamat suunnittelijat olivat olettaneet uusien putkien mahtuvan nykyisiin hormoneihin. Näissä ei ollut huomioitu, että nykyiset eristeet ovat eristepaksuudeltaan paljon paksumpia kuin ennen käytetyt eristeet. Projektipäälliköiden mukaan tämä olisi joissakin tapauksissa voitu välttää perehtymällä vanhoihin suunnitelmiin, joista olisi käynyt ilmi viemärin sijaitsevan seinän sisässä eikä hormissa. Runkoreittien suunnittelussa ei ollut mietitty, kuinka tämä tullaan toteuttamaan. Reittejä ei voitu toteuttaa suunnitelmien mukaan, koska runkojohtojen reitti oli suunniteltu tilaan, joka oli osittain kalliota.

Ristiriitaisuus asiakirjoissa saattaa johtaa vääriin asennuksiin, jotka joudutaan purkamaan ja asentamaan uudelleen. Tässä tapauksessa lämmityssuunnitelmissa ja työselostuksessa oli mainittu kaksi eri patteriventtiiliä. Suunnittelijat olivat tasapainottaneet verkoston toisella venttiilimallilla, mutta urakoitsijat olivat asentaneet toisen patteriventtiilimallin. Kun tasapainotus oli tehty, olivat asukkaat kommentoineet, etteivät patterit lämpene kunnolla. Tämän jälkeen huomattiin ristiriitaisuus venttiileiden kesken. Suunnittelija tasapainotti verkoston uudestaan urakoitsijan asentaman venttiilimallin mukaan, minkä jälkeen verkosto saatiin tasapainoon.

LVI-suunnittelijan mukaan väärät kalustetunnukset ja väärin mitoitettu verkosto johtuivat mahdollisesti huolimattomuudesta. Tähän ei saatu haastatteluissa varmaa vastausta, koska suunnitelmissa mukana olleet suunnittelijat eivät ole enää kyseisellä yrityksellä töissä. Haastateltu suunnittelija oli tietoinen projektista, sillä tämä oli siirtynyt hänelle hoidettavaksi. Suunnittelijoita haastateltaessa selvisi, että kerrostaloja suunniteltaessa suunnitellaan usein yksi kerros täysin valmiiksi ja tämän jälkeen tiedot kopioidaan muihin kerroksiin. Tällöin johonkin saattaa unohtua muuttaa kalustetunnukset. LVI-valvojan mukaan on ollut myös tapauksia, joissa kalustetunnuksiin on määritetty kalusteet, joiden tuotanto oli jo lopetettu.

Ilmanvaihdon puuttuminen tilasta johtui monesta eri syystä. ARK-suunnitelmat ja LVI-suunnitelmat toteutettiin eri toimistojen kesken. ARK-suunnittelija oli tehnyt tilaan muutoksen, jonka seurauksena sinne suunniteltu ilmanvaihto ei toteutunutkaan. Suunnittelu-toimistot eivät olleet ilmoittaneet toisilleen tai muille osapuolille muutoksista, eikä LVI-

suunnittelija ollut huomannut suunnittelupohjassa muutoksia. Tämä korostaa hyvin, kuinka tärkeää on tiedottaa muitakin suunnittelijoita pienestäkin muutoksesta.

Asiakirjan puuttuminen suunnitelmista oli johtunut asiakirjoihin perehtymättömyydestä. Projektipäällikön mukaan sopimuksissa oli selvästi mainittu kyseisestä asiakirjasta. Kun asiakirjan puuttuminen huomataan ajoissa, ei tästä juuri synny minkäänlaisia ongelmia tai myöhästymisiä. Kun tämä huomataan myöhään, se saattaa johtaa viivästyksiin työmaalla.

Joissakin kohteissa saattaa esiintyä tuplalinjoja, kuten kahden erillisen asunnon yhteinen nousuviemäri keittiöille. Näiden tuplalinjojen merkitseminen suunnitelmiin on tärkeää, jotta urakoitsijat pystyvät laatia aikataulun hankkeeseen. Mikäli tämä unohdetaan merkitä suunnitelmiin eikä asiasta ole millään muullakaan tavalla informoitu, saattaa tästä koitua huomattavia vahinkoja. Toisessa linjassa asuva tilanteesta tietämätön asukas laskee vettä viemäriin, jota ei enää ole. Tästä saattaa syntyä mittava vesivahinko. Asukas myös joutuu etsimään väliaikaisen asunnon kiireellisellä aikataululla, jonka seurauksena syntyy tyytymättömyyttä.

### 6.3 Poikkeamien yleisyys ja toistuvuus

Poikkeamat eivät yleensä esiinny täysin samoista syistä, vaan sama poikkeama on usein johtunut toisesta syystä. Toistuvuutta esiintyi mm.

- asiakirjojen ristiriitaisuuksissa
- lähtötietoihin perehtymisessä
- työmaa-aikaisessa suunnittelussa
- suunnitelmien aikatauluissa
- tiedonkulussa
- uudenlaisessa suunnittelussa.

Vanhat suunnitelmat ovat usein ristiriitaisia keskenään, joten näihin tulisi perehtyä kunnolla. Kuten aikaisemmin tässä työssä huomasimme, tämä koetaan toistuvaksi ongelmaksi. Kun tarkastellaan ainoastaan KVV-suunnitelmia, ne eivät välttämättä vastaa IV- tai RAK-suunnitelmia (rakennesuunnitelmia). Hormien kokojen kannalta oleellimmat ovat juuri IV- ja RAK-suunnitelmat. Poikkeavuuksia suunnitelmiin saattavat aiheuttaa

myös huoneistokohtaiset remontit. Kun suunnitelmat ovat ristiriitaisia, tulisi tämä tuoda tilaajalle ilmi ja kertoa minkä suunnitelmien mukaan suunnittelua aiotaan jatkaa.

Työmaa-aikaisen suunnittelun resursointia hankaloittaa sen vaihtelevuus. Osassa hankkeita työmaa-aikaista suunnittelua ei ole juuri lainkaan, kun joissakin siinä on huomattavasti enemmän työtä. Tästä syystä suunnittelijat eivät aina saman tien pysty käsittelemään työmaa-aikaisia muutoksia, minkä seurauksena saattaa aiheutua aikatauluviivästyksiä. Sopimuksissa ei juurikaan oteta kantaa siihen, kuinka suunnitelmat lähetetään eteenpäin pääurakoitsijoille. Suunnitelmat on päädytty lähettämään yleensä sähköpostitse, mistä aiheutuu viivästystä suunnitelmien saamiseen urakoitsijalle.

Uudenlaista suunnittelua ovat mm. maalämmön suunnittelu, PILP:in (poistoilmalämpöpumpun) suunnittelu ja muu tekninen suunnittelu, jota ei yleensä linjasaneerauksien yhteydessä toteuteta. Tämän takana on suunnittelijoiden vähäinen kokemus vastaavista suunnittelutehtävistä.

#### 6.4 Poikkeamien vaikutukset

Suunnittelupoikkeamien vaikutukset ovat riippuvaisia poikkeaman ominaisuuksista ja laajuudesta. Suurin osa poikkeamista pystytään LVI-valvojen mukaan ratkaisemaan työmaalla ilman suunnittelua, mutta osa poikkeamista vaatii suunnittelijan. Tällaisia poikkeamia voivat olla mm. putkikoon tai materiaalin muutos. Poikkeamat, jotka vaativat työmaa-aikaista suunnittelua, lisäävät suunnittelukustannuksia ja mahdollisesti aikatauluviivästyksiä. Projektipäällikön mukaan suunnittelupoikkeama on pahimmillaan johtanut siihen, ettei kuvia ole pystytty käyttämään kuin urakan kilpailutukseen.

Suunnittelupoikkeamat vaikuttavat aina urakoitsijaan, tilaajaan ja suunnittelijaan. Suunnittelijaan se vaikuttaa lisääntyvänä työmaa-aikaisena suunnitteluna. Urakoitsijalle se vaikuttaa työjärjestelyyn ja mahdollisesti aikatauluun. Tilaajalle poikkeamat voivat mahdollisesti aiheuttaa tyytymättömyyttä ja lisäkustannuksia. Suunnittelupoikkeamasta saattaa syntyä myös reklamaatio.



## 6.5 Kyselyn tulokset

Kyselyn tavoitteena oli tarkentaa suunnittelijoiden yleisiä käytäntöjä ja sitä, löytyykö näistä yhteyttä haastatteluissa esiintyneisiin suunnittelupoikkeamiin. Kyselyssä selvitettiin suunnittelijoiden omia käytäntöjä ja sitä, mitä he pitävät suunnittelussa tärkeänä. Kysely lähetettiin kaikille kahdeksalle LVI-suunnittelijalle, joista seitsemän vastasi kyselyyn. Kyselyn vastausprosentti oli 87,5 %. Kyselyyn vastattiin valitsemalla oikea vaihtoehto, ja osaan kysymyksistä vastausta tuli täydentää omin sanoin.

Haastatteluissa ilmenneiden lähtötietojen perehtymättömyyden vuoksi kyselyssä kysyttiin, kuinka hyvin suunnittelijat perehtyvät vanhoihin suunnitelmiin. Suurin osa vastasi perehtyvänsä niin suunnitelmiin kuin myös muihin lähtötietoihin. Vastausten perusteella suunnitelmissa ei pitäisi esiintyä lähtötietoihin perustuvia poikkeamia, vaikka tämä selvästi on koettu toistuvaksi ongelmaksi. Kysymyksessä ei kuitenkaan otettu kantaa siihen, perehtyvätkö he kaikkiin vanhoihin suunnitelmiin vai ainoastaan LVI-suunnitelmiin. Kiinteistökartoituksille suunnittelijat kirjoittivat ottavansa vain nykyiset KVV-suunnitelmat. Kiinteistöistä harvemmin löytyy vanhoja lämmityspiirustuksia, minkä takia nykyiset reitit joudutaan osittain olettamaan rakenteiden sisällä. Nousuhormien sijaintia ei kuitenkaan pitäisi joutua olettamaan, kun kaikkiin lähtötietoihin on tutustuttu ja kiinteistökartoituksella tämä on pystytty varmentamaan. Kyselyssä kuitenkin selvisi, että toisinaan nämä joudutaan olettamaan. Oletuksia tehdään myös putkireitityksistä ja rakenteista.

Osassa kohteita on enemmän epäselvyyksiä kuin toisissa, tai työtä on oletettua enemmän. Tällöin suunnittelija joutuu mahdollisesti valitsemaan, käyttääkö hän enemmän tunteja suunnitteluun, jotta suunnitelmat ovat laadullisia, vai pysyykö käytettävissä olevissa tunneissa ja suunnitelmien laatu ei välttämättä ole paras mahdollinen. Tästä syystä kysyin suunnittelijoilta, kumpi on heille tärkeämpi kriteeri: suunnitelmien laatu vai käytettävissä olevien tuntien sisällä pysyminen. Suurin osa suunnittelijoista pitää suunnitelmien laatua tärkeämpänä. Kun etusijalle valitaan laatu, saadaan käsitys siitä, kuinka paljon tunteja tulee suunnittelulle laskea, jotta suunnitelmien laadusta ei tarvitse tinkiä. Tähän kuitenkin vaikuttaa myös aikataulu. Vaikka tunteja olisikin käytettävissä, aikataulu saattaa olla tiukka, minkä seurauksena suunnitelmien laatu saattaa kärsiä. Aikataulun ollessa tiukka suunnitelmien valmistuminen jää usein viimeiselle viikolle. Toinen vaikuttava tekijä on suunnitteluun määritetty aika. Suunnittelu tehdään yleensä kiinteähintaisena,

mikä määrittää käytettävissä olevan tuntimäärän. Kyselyn tulokset ovat kokonaisuudessaan tämän työn liitteenä 2.

## 7 Päätelmät

Keskeisimmäksi kehitykseksi nousi suunnittelijoille laadittu aikataulu. Nykyisessä aikataulussa on esitetty, milloin suunnitelmien tulisi olla valmiit sisäiseen tarkistukseen ja milloin ne lähtevät tilaajalle. Sisäisessä tarkistuksessa eri suunnittelualueiden suunnitelmat yhteensovitetaan, jotta mahdolliset päällekkäisyydet huomataan. Eri alojen suunnitelmat ovat kuitenkin yleensä eri vaiheessa, jolloin yhteensovituksen hyöty katoaa. Haastatte- luissa kuitenkin selvisi, että suunnitelmia ei aina keretä tarkistamaan sisäisesti kiireelli- sen aikataulun vuoksi. Osa suunnitelmista valmistuu vasta sinä päivänä, kun ne lähtevät tilaajalle. Jotta aikataulusta saataisiin mahdollisimman hyödyllinen, tulisi tarkastella, kuinka kauan suunnittelijoilla menee keskimäärin jonkin osakokonaisuuden tekemiseen. Aikataulu voitaisiin luoda pilvipalvelimeen jaettavaksi hankkeessa mukana oleville. Teh- täessä muutoksia aikatauluun siitä lähtisi automaattisesti sähköposti-ilmoitus muille osa- puolille. Aikatauluun olisi hyvä merkitä ajankohdat, kuten

- suunnittelukokoukset
- kiinteistökartoitus
- yhteensovitus
- suunnitelmien lähteminen tilaajalle
- osakokonaisuuksien valmistumisajankohdat.

Seuraaville vaiheille tulisi laatia päivämäärät, jolloin kyseisen osuuden tulisi olla valmis:

- asiakirjojen tilaus (liitoskohtalausunto, vanhat suunnitelmat ym.)
- vanhoihin suunnitelmiin perehtyminen
- lisäkartoitusten tilaaminen
- kokousmateriaalien laadinta
- nousu- ja runkoreittien ehdotukset
- työselostuksien laatiminen
- sähkösuunnittelijalle ilmoitettavat järjestelmät
- kytkentäkaavion laadinta ja toimittaminen hyväksyttäväksi.

Aikataulusta laadittaisiin valmis pohja, jota täydennetään hankkeen kannalta oleellisilla osilla. Aikataululle tulisi myös laatia määritelmät, kuinka se päivittää muiden tehtävien päivämäärät siten, että kaikki olisi aina ajallaan tehty. Kaikkia suunnittelukokouksia ei aina päätetä ensimmäisessä suunnittelukokouksessa. Kun aikatauluun lisätään myöhemmin tietoon tullut aika kokouksesta, aikataulun tulisi päivittyä automaattisesti siten, että sitä ennen määritettyjen tehtävien päivämäärät päivittyvät. Tällöin pysytään tietoisina aikataulumuutoksista ja siitä, kuinka se vaikuttaa omaan aikatauluun. Tästä saadaan myös apua siihen, ettei suunnittelu painottuisi loppuun, vaan saataisiin jaettua tasaisemmin koko aikajaksolle. Aikataulun laadinnassa tulee kuitenkin ottaa huomioon muiden suunnittelualojen vaatimat ajat. LVI-suunnitteluun eniten vaikuttaa ARK-suunnitelmien valmistuminen. ARK-suunnittelijoiden tulee laatia suunnitteluun tarvittavat pohjat, ennen kuin LVI-suunnittelijat pääsevät aloittamaan itse suunnittelun.

Aikataulu voitaisiin myös mahdollisesti linkittää toiseen asiakirjaan kuten LVI:lle tehtyyn tarkistuslistaan. Aikataulun osuudet voitaisiin jakaa tehtävittäin, ja näiden päivämäärät päivittyvät automaattisesti aikataulun mukaan. Tätä tulisi kuitenkin täsmentää enemmän suunnittelijoita palvelevaksi. Jotta siitä saataisiin toimiva ja käyttöön haluttava, tulee se rakentaa suunnittelijoiden kanssa yhdessä.

Suunnittelupoikkeamat ovat usein myös unohduksia, minkä takia tarkastuslistan käyttö olisi suositeltavaa suunnittelussa ja suunnitelmien tarkastamisessa. Suunnittelutoimiston yksiköllä on tarkastuslista, joka on helposti muokattavissa suunnittelijoiden omaan tarpeeseen.

Kun hankkeessa toimii useampi suunnittelutoimisto, tulisi viestintään suunnittelutoimistojen välillä kiinnittää erityistä huomiota. Tätä varten voitaisiin luoda oma kanava, kuten pilvipalvelimeen jaettu tiedosto, johon suunnittelijat kirjoittavat, mitä on jouduttu muuttamaan ja miksi. Sieltä suunnittelijat pystyvät itse käydä katsomassa tapahtuneet muutokset. Tiedosto myös kertoo, mitä muutoksia siellä on tapahtunut viimeisen käynnin jälkeen. Tällä saataisiin parannettua suunnittelijoiden välillä käytävää tiedonkulkua. Sähköpostien lähettäminen on paljon käytetty menetelmä eri osapuolien tiedottamiseen, mutta se on melko raskas tapa, joka ei välttämättä aina tavoita kaikkia osapuolia. Suunnittelijan ollessa lomalla viestin tulisi tavoittaa tuuraaja, joka ei välttämättä ole kaikkien suunnittelijoiden tietoisuudessa.

Vanhoihin suunnitelmiin olisi hyvä perehtyä ennen kartoitusta. Kun tiedetään, mitä kiinteistössä on korjattu aikaisemmin, osataan huomio kiinnittää oleellisiin asioihin. Kiinteistökierröksellä olisikin hyvä huomioida ainakin seuraavat asiat:

- IV- ja KVV-suunnitelmien paikkansapitävyys
- runkojohtojen reititys
- nousuhormien sisämitat (jos mahdollista)
- IV-venttiileiden (tulo ja poisto) sijainnit
- muun tekniikan reititys (jotta risteilyt pystytään pitämään minimissä)
- lämmitysverkoston reititys, pattereiden koot ja linjasäätöventtiileiden koot (jos vanhoja lämmityskuvia ei löydy ja kuuluu urakkaan).

Kiinteistökartoituksen jälkeen tiedetään kohteesta jo melko paljon paikalla tehtyjen havaintojen perusteella. Tämän jälkeen tulisi katsoa, onko jollekin muulle kiinteistössä tehtävälle kartoitukselle tarvetta, kuten hormikartoitukselle tai viemärikuvaukselle, mikäli näitä ei ole aiemmin teetetty, jotta suunnittelun aikana ei tarvitse tehdä oletuksia. Mitä enemmän suunnitellaan perustellusti ja oletetaan vähemmän, sitä varmemmin vältytään suunnittelupoikkeamilta. Sopimuksissa tulisi tuoda tilaajalle ilmi, minkä laatuista suunnitelmia yhteistoimintamallissa ja perinteisessä suunnitteluprosessissa tehdään. Sana luonnossuunnitelma ei kerro tilaajalle, mitä kaikkea se pitää sisällään. Näin pystytään varmistamaan, että jokainen hankkeessa mukana oleva on samalla tasolla muiden hankkeissa mukana olevien kanssa.

Uusiin teknillisiin suunnitteluihin, joita harvemmin toteutetaan putkiremonttien yhteydessä, tulisi varata tarpeeksi aikaa siihen perehtymiseen. Kun on saatu selville, kuinka se tulisi suunnitella, olisi se hyvä tuoda muillekin suunnittelijoille esille. Tällä pystyttäisiin parantamaan suunnittelijoiden kykyä suunnitella erilaisia teknillisiä ratkaisuja. Myös huonoksi koetut ratkaisut tulisi tuoda kaikille suunnittelijoille esille, jotta näin ei tapahtuisi uudestaan. Suunnittelijoita olisikin hyvä kouluttaa uusien suunnittelujärjestelmien suunnitteluun, kuten PILP-järjestelmän ja maalämmön suunnitteluun.

Haastattelut ja kyselyn tulokset eivät täysin ole samassa linjassa. Osaksi tämä johtuu siitä, että haastatteluissa esiintyneiden poikkeamien suunnittelijat eivät ole enää yritykseen töissä eikä heitä ole päästy haastattelemaan eivätkä he täten ole myöskään kyselyiden tuloksissa. Vastausten poikkeavuuteen saattaa vaikuttaa myös tutkimustapa. Kyselyyn vastataan, mikä on realistisin vaihtoehto, kun taas haastatteluissa

haastateltavat pystyvät kertomaan kaiken omin sanoin. Tulosten analysointia ei tässä työssä ole tehty, ja sen hyötyä suunnittelupoikkeamien minimoimiseen tulisi tarkastella usealta vuodelta, sillä hankkeen kesto suunnittelusta urakan loppuun kestää useamman vuoden. Jotta tuloksista saataisiin mahdollisimman paikkansa pitävät, tulisi tähän sisällyttää useita hankkeita. Tuloksiin vaikuttaa myös suunnittelijoiden halukkuus ottaa ideat käyttöön suunnittelussa.

## 8 Yhteenveto

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, kuinka suunnitelmissa esiintyvät poikkeamat pystyttäisiin minimoimaan. Työ rajattiin koskemaan suunnittelutoimiston sisäistä yksikköä. Omakohtaista kokemusta kaikista suunnitteluprosessin vaiheista ja siinä esiintyvistä tehtävistä ei ollut opinnäytetyön tekoaikana.

Työssä kartoitettiin LVI-suunnittelussa tapahtuneita suunnittelupoikkeamia henkilöhaastatteluiden avulla. Tutkittiin, kuinka poikkeamat vaikuttivat urakkaan ja kuinka ne pystyttäisiin minimoimaan. Lopputuloksena syntyi ideoita ja ajatuksia siitä, kuinka suunnitelmien poikkeamia voitaisiin vähentää. Tärkeimmiksi kehitysehdotuksiksi nousivat aikataulun laatiminen, johon tulisi laatia hankkeen oleelliset osakokonaisuudet, sekä ajan resursointi.

Jotta nähtäisiin, vähentyisivätkö suunnittelupoikkeamat ja parantuisiko suunnitelmien laatu, tulisi tässä työssä esitetyt ideat ottaa käyttöön useassa projektissa. Yhdessä projektissa tarkastelu ei kerro totuutta, sillä jokainen projekti on luonteeltaan ja ominaispiirteiltään erilainen. Suunnitelmien laatu voi johtua projektin lähtötiedoista ja selvityksistä, eikä niinkään käyttöön otetuista ehdotuksista. Mitä useammassa projektissa ideat otettaisiin käyttöön, sitä paremmin niitä pystytään myös muokkaamaan palvelukelpoisemmiksi. Tämä kuitenkin vaatii useita vuosia, koska projektien pituudet vaihtelevat muutamista vuosista useaan vuoteen. Parannusmahdollisuudet onnistuvatkin tästä eteenpäin muokkaamalla niitä käytössä.

## Lähteet

- 1 Ympäristöministeriön ohje rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä. 2015. YM3/601/2015. Helsinki. Ympäristöministeriö.
- 2 LVI-selostusohje. 2003. LVI 03-10360. Rakennustieto Oy.
- 3 Konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot KSE 2013. 2014. RT 13-11143. Rakennustieto Oy.
- 4 Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE18. 2017. LVI 03-10620. Rakennustieto Oy.
- 5 Linjasaneerauksen hankesuunnitelma. 2018. Yrityksen sisäinen dokumentti. Luettu: 8.4.2019.
- 6 Putkiremontin hankesuunnittelu -opas. 2019. Yrityksen sisäinen dokumentti. Luettu 31.5.2019.
- 7 Suunnittelijoiden tehtävät ja vastuut. 2018. Verkkoaineisto. Helsingin kaupunki. <<https://www.hel.fi/helsinki/fi/asuminen-ja-ymparisto/rakentaminen/ennakkotieto-rakentamiseen/lupa-hakeminen/#4>>. 30.8.2018. Luettu 10.5.2019.
- 8 Arkistopalvelut. Verkkoaineisto. 2018. Helsingin kaupunki. <<https://www.hel.fi/helsinki/fi/asuminen-ja-ymparisto/rakentaminen/ennakkotieto-rakentamiseen/arkisto-palvelut/arkistopalvelut>>. 30.11.2018. Luettu 10.6.2019.
- 9 Putkiremontin toteutussuunnittelu -opas. 2019. Yrityksen sisäinen dokumentti. Luettu 29.5.2019.
- 10 Ympäristöministeriön ohje rakennusten suunnittelijoiden kelpoisuudesta. 2015. YM2/601/2015. Helsinki. Ympäristöministeriö.
- 11 Maankäyttö- ja rakennuslaki. 2017. Suomen säädöskokoelma 132/1999. RT YM1-21727. Rakennustieto Oy.
- 12 Ympäristöministeriön ohje rakentamisen suunnittelutehtävien vaativuusluokista. 2015. RT YM2-21640. Helsinki. Ympäristöministeriö.
- 13 Tuomi, Jouni & Sarajärvi, Anneli. 2018 Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Uudistettu laitos. Helsinki: Tammi.

- 14 Eskola, Jari & Suoranta, Juha. 1998. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. Tampere: Vastapaino.
- 15 Rakennusurakan yleiset sopimusehdot. 2016. RT 16-10660. Rakennustieto Oy.

## Haastatteluiden kysymysrungot

### Projektipäälliköt

- 1 Missä projekteissa on esiintynyt suunnittelupoikkeamia? Myös poikkeamat, jotka eivät ole johtaneet reklamaatioon.

Suunnittelupoikkeamia ovat mm.

- puuttuvat merkinnät, kokonaisuudet / asiat
  - ristiriidat
  - lähtötietojen huomiotta jättäminen suunnittelussa
  - suunnittelussa ei ole otettu huomioon toteutusta
  - aiheuttanut työnaikaista uudelleen suunnittelua
  - aiheuttanut reklamaation tai lisätyön
  - ym.
- 2 Kuinka poikkeama on huomattu / tullut tietoisuuteen?
  - 3 Poikkeaman tapahtumiseen osallistuneet henkilöt?
  - 4 Kuinka monta poikkeamaa ollut samassa projektissa?
  - 5 Onko samoja poikkeamia toistunut eri projekteissa tai samassa projektissa useaan kertaan?
  - 6 Kuka on tarkastanut suunnitelmat ennen niiden lähtemistä eteenpäin?
  - 7 Onko suunnitelmia lähtenyt ilman tarkastusta? Miksi?
  - 8 Onko suunnitteluun varattu riittävästi tunteja / aikaa?
  - 9 Paljonko poikkeama on aiheuttanut suunnittelutoimistolle syntyviä kustannuksia?



## LVI-valvojat

- 1 Minkälaisia poikkeamia LVI-piirustuksissa on esiintynyt? Myös poikkeamat, jotka eivät ole johtaneet reklamaatioon.

Suunnittelupoikkeamia ovat mm.

- puuttuvat merkinnät, kokonaisuudet / asiat
  - ristiriidat
  - lähtötietojen huomiotta jättäminen suunnittelussa
  - suunnittelussa ei ole otettu huomioon toteutusta
  - aiheuttanut työnaikaista uudelleen suunnittelua
  - aiheuttanut reklamaation tai lisätyön
  - ym.
- 2 Onko piirustuksissa ollut useampikin poikkeama?
  - 3 Kuinka yleisiä poikkeamat ovat?
  - 4 Kuinka poikkeamat on ratkaistu?
  - 5 Keihin mikäkin poikkeama on vaikuttanut ja kuinka laajasti?
  - 6 Poikkeaman vaikutus urakan toteutusaikatauluun?

## LVI-suunnittelijat

- 1 Minkälaisia poikkeamia muistat tehneesi? Suunnittelupoikkeamia ovat mm.
  - puuttuvat merkinnät, kokonaisuudet / asiat
  - ristiriidat
  - lähtötietojen huomiotta jättäminen suunnittelussa
  - suunnittelussa ei ole otettu huomioon toteutusta
  - aiheuttanut työnaikaista uudelleen suunnittelua
  - aiheuttanut reklamaation tai lisätyön
  - ym.
- 2 Minkälaisiin virheisiin olet törmännyt? Kuinka nämä on ratkaistu?
- 3 Ovatko lähtötiedot olleet tarpeeksi tarkat?
- 4 Oliko suunnitteluun varattu tarpeeksi aikaa?
- 5 Olitko tutustunut sopimusmateriaaliin? (sopimukseen, tarjoukseen, tarjouspyyntöön, hankesuunnitelmaan)
- 6 Sen hetkinen työtaakka?
- 7 Tarkastatko itse suunnitelmat ennen niiden laittamista eteenpäin?
- 8 Onko työhönopastus ollut riittävä?
- 9 Onko suunnittelun tavoitteet olleet selkeät?
- 10 Kuinka aktiivinen projektinjohto on ollut?
- 11 Kuinka viestintä on toiminut? (Esim. muiden suunnittelijoiden kanssa)
- 12 Mitkä asiat koet suunnittelussa haasteellisiksi?
- 13 Millainen aikataulutus on ollut?
- 14 Painottuuko suunnittelu tasaisesti suunnitteluajalle? Jos ei, niin mihin?

## Kyselyn tulokset

