



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Arto Huhtanen

Suunnittelijoiden yhteistyö rakennushankkeessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Tutkinto-ohjelman nimi

Mestarityö

11.11.2019

Tekijä Otsikko	Arto Huhtanen Suunnittelijoiden yhteistyö rakennushankkeessa
Sivumäärä Aika	36 sivua 11.11.2019
Tutkinto	Rakennusmestari (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennusalan työnjohto
Ammatillinen pääaine	Talonrakennus
Ohjaajat	Ohjaaja Anne Pietilä Rakennusinsinööri Arto Laakkonen
<p>Tässä opinnäytetyössä perehdyttiin suunnittelijoiden väliseen yhteistyöhön rakennushankkeessa. Opinnäytetyössä tutkittiin, kuinka suunnittelijoiden välistä yhteistyötä voitaisiin rakennushankkeessa parantaa ja syventää.</p> <p>Opinnäytetyössä käytiin läpi esimerkisuunnitteluhanketta, jonka suunnittelu on ollut käynnissä samanaikaisesti opinnäytetyöprosessin aikana. Opinnäytetyön tavoitteena oli löytää keinoja suunnittelun sekä suunnitelmien yhdistämisen tehostamiseksi. Aihe on kiinnostava ja keskeinen jokaisen rakennushankkeen onnistumisen kannalta.</p> <p>Työssä käytiin läpi tällä hetkellä yleisesti käytössä olevia suunnitteluohjelmistoja sekä kommunikointitapoja ja niiden hyviä ja huonoja puolia. Lisäksi tutkittiin käytäntöjä ja toimintatapoja, joiden avulla kommunikointi rakennushankkeessa olisi joustavaa.</p> <p>Suunnitelmien yhteensovittaminen on usein haastavaa ja vaatii monen eri alan osaajan saumatonta yhteistyötä. Sujuva yhteistyö ja toimivat kommunikointikeinot sekä tehokas keskinäinen tiedottaminen ovat hyvän suunnittelu-yhteistyön kannalta äärimmäisen tärkeitä asioita, joihin ei aina kiinnitetä riittävästi huomiota.</p> <p>Erilaiset rakennushankkeet ovat myös suunnitteluvaiheen osalta hyvin erilaisia. Työssä käytiin läpi yleisiä toimintamalleja, jotka toimisivat niin isoissa kuin pienissäkin rakennushankkeissa. Lisäksi myös pyrittiin tuomaan esiin seikkoja, jotka rakennus- ja rakennesuunnittelijan on tiedettävä talotekniikasta suunnitteluvaiheessa, jotta päästäisiin hyvään lopputulokseen.</p>	
Avainsanat	Suunnitelmien yhteensovittaminen, rakennushankkeen yhteistyö

Author Title	Arto Huhtanen Designers' Co-Operation in a Construction Project
Number of Pages Date	36 pages 11 November 2019
Degree	Bachelor of Construction Management
Degree Programme	Construction Management
Professional Major	House Building
Instructors	Arto Laakkonen: Project Manager Anne Pietilä: Principal Lecturer
<p>The goal of this thesis was to find out, how to improve co-operation between the designers in a construction project. Different methods of improving communication and standardization of the file formats have been studied.</p> <p>It has been clearly pointed out in many researches, that a successful planning phase is a key to minimize construction costs. This is because, it is much easier to affect construction costs while planning than while building. A fluent co-operation between designers in the planning phase of the construction project is extremely important and often it has not been paid enough attention.</p> <p>Even in the smallest house building projects there are usually at least four different designers who are dependable of each other's decisions. Constructional design cannot be done without the knowledge of HEPAC and electric plans.</p> <p>Electric and HEPAC designers should be involved in a constructional planning phase as early as possible. Usually this enables and facilitates the planning project and helps to understand the entity. All plans should be compatible. This is not possible without a functional co-operation throughout the planning phase of a construction project.</p> <p>An ongoing designing process of a detached house has also been studied during the thesis project. It has been demonstrated as an example of a fluent co-operation of designers in a planning phase of a detached house building process.</p>	
Keywords	Co-operating in a constructional designing

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Yhteistyön tärkeys rakennushankkeessa	5
2.1	Tiedonkulun tärkeys rakennushankkeessa	5
2.2	Keinoja kommunikoinnin tehostamiseksi	5
2.2.1	Sähköpostiviestiketjut	6
2.2.2	Puhelin ja tekstiviestit.	7
2.2.3	WhatsApp-viestiketjut	7
2.2.4	IFC ja BIM -tietomallit ja -ohjelmistot	8
2.2.5	Yhtenevät tiedostoformaattit	9
2.2.6	Pilvipalvelut	9
2.2.7	Lupapiste	10
3	Yhteistyötä helpottavat sovellukset ja toimintatavat	11
3.1	Tietomallit ja niiden hyödyntäminen	12
3.2	Sovitut viestintäkäytännöt	13
3.3	Suunnittelukokoukset	14
3.4	Tasot CAD-suunnittelussa	15
3.5	Kuvakaappaukset	16
4	Suunnitelmien keskinäinen riippuvuus	16
4.1	Talotekniikan vaatima tila ja sen huomioiminen rakennussuunnittelussa	17
4.1.1	Tekninen tila	17
4.2	LVI-suunnittelussa huomioitavat rakennetekniset asiat	18
4.2.1	Paloeristykset ja paloalueiden rajat	18
4.2.2	Viemäri- ja ilmanvaihtokanavien reiät rakenteissa	18
4.2.3	Putkinousut ja -kanalit	18
5	Esimerkkihanke	19

5.1	Suunnittelun lähtökohdat	20
5.2	Suunnitelmien yhdistäminen	21
5.3	LVI-suunnitelmat	21
5.3.1	Ilmanvaihtosuunnitelmat	22
5.3.2	Vesi- ja viemärisuunnitelmat	25
5.3.3	Lämmityssuunnitelmat	28
5.4	Rakennussuunnitelmat	29
5.4.1	Asemapiirustuksen sisältö	31
5.4.2	Pohjapiirroksessa esitettävät asiat	31
5.4.3	Leikkauspiirroksissa esitettävät asiat	32
5.4.4	Julkisivupiirrokset	33
5.5	Sähkösuunnitelmat	34
6	Yhteenveto	36
	Lähteet	37

Lyhenteet

BCC	Blind Carbon Copy on sähköpostissa osoitekenttä, jonka avulla voi lisätä viestiin piilokopion, joka ei näy muille ketjun vastaanottajille.
BIM	Rakennuksen tietomalli (myös rakennuksen tuotetietomalli tai rakennuksen tuotemalli, englanniksi (Building Information Model) on rakennuksen ja rakennusprosessin koko elinkaaren aikaisten tietojen kokonaisuus digitaalisessa muodossa.
CAD	On lyhenne sanoista Computer Assisted Drawing. Tietokoneavusteinen tekninen piirtäminen.
CADS	Suomalainen KymData Oy:n luoma suunnitteluohjelmisto, jossa on saatavilla sekä HEPAC, Electric ja Construction sovellukset.
CC	Carbon Copy sähköpostissa osoitekenttä, jonka avulla voi lisätä viestiin kopion, joka näkyy muille ketjun jäsenille, mutta cc vastaanottaja näkee ainoastaan viestin lähettäjän, eikä muita viestiketjussa mukana olevia.
DWG	Teknisessä piirtämisessä käytetty yleinen tiedostoformaatti, joka on yhteensopiva useimpien suunnitteluohjelmien kanssa.
HEPAC	Heating, Plumbing, Air-Conditioning, LVI englanniksi.
IFC	IFC (<i>Industry Foundation Classes</i>) on kansainvälinen ja jatkuvasti kehitettävä rakennusalan ISO/PAS 16739 standardi oliopohjaisen tiedonsiirtoon tietokonejärjestelmästä toiseen. IFC-standardia kehittää järjestö (<i>International Alliance for Interoperability</i>). Lyhennetään IAI, ja se tunnetaan nykyisin myös markkinointinimellä <i>buildingSMART</i> .

ISO	International Organization for Standardization on kansainvälinen standardisointijärjestö. Se on perustettu vuonna 1947 ja se tuottaa kansainvälisiä standardeja.
LTO	Lämmöntalteenotto, yleensä ilmanvaihtokoneissa.
LVI	Lämpö, vesi ja ilmanvaihto.
LVISA	Lämpö, vesi ja ilmanvaihto. Sähkö ja automaatio. Usein puhutaan nykyään talotekniikasta tarkoittaen kaikkea rakennuksessa olevia laitteita, johtoja, putkia tai kanavia sekä automaatiota.
PDF	Portable Document Format on tiedostomuoto, jota käytetään dokumenttien luotettavaan esittämiseen ja vaihtoon ja joka on riippumaton ohjelmistosta, laitteistosta tai käyttöjärjestelmästä. PDF on Adoben kehittämä ja nyt ISO-standardointijärjestön (International Organization for Standardization) avoimella standardilla ylläpitämä tiedostoformaatti.
XLS	Yleinen taulukkolaskentaformaatti.

1 Johdanto

Opinnäytetyöntekijä on opiskellut Rovaniemen Teknillisessä Oppilaitoksessa LVI-tekniikkaa 1994-1997. Valmistumisen jälkeen hän on suunnitellut ilmanvaihto- sekä vesi- ja viemärijärjestelmiä pääasiallisesti pientaloihin ja tehnyt yhteistyötä rakennus- ja taloteknisissä töissä Insinööritoimisto Arto Laakkonen Oy:n kanssa vuodesta 2010.

Usein ongelmat rakennushankkeissa johtuvat puutteellisista lähtötiedoista. Puutteellisten lähtötietojen vuoksi voi pahimmassa tapauksessa koko suunnittelutyö mennä hukkaan. Tällöin suunnittelu on mahdollisesti aloitettava uudelleen alusta, kun selviää jokin seikka, jonka vuoksi suunnitelmaa ei voidakaan enää toteuttakaan tavalla, jota alun perin oli ajateltu.

Turhan työn tekeminen on turhauttavaa ja aikaa vievää. Tämän lisäksi se viivästyttää aikataulua ja kasvattaa hankkeen kustannuksia. Usein myös puutteelliset lähtötiedot tai muutokset, joista ei tiedoteta kaikkia osapuolia riittävästi, voivat aiheuttaa suunnittelijoille lisätyötä, joka voitaisiin välttää paremmalla tiedottamisella.

Opinnäytetyön esimerkkisuunnitteluhanke on Espooseen rakennettava kaksikerroksinen 250 m² HEVI Kivitalo, johon opinnäytetyöntekijä on tehnyt vesi- ja viemäri- sekä ilmanvaihtosuunnitelmat. Opinnäytetyön ohjaaja, rakennus- ja talotekniikkainsinööri Arto Laakkonen on hankkeen pääsuunnittelija ja Hannu Rantanen on sähkösuunnittelija. Pitkäaikainen kaikkien osapuolten aiempi yhteistyökokemus helpottaa suunnittelun toteuttamista sekä suunnitelmien yhteensovittamista.

Suunnittelun alkaessa pidettiin ensin tapaaminen suunnittelijoiden kesken ja sen jälkeen rakennuttajan kanssa. Rakennuttaja esitti omat erikoistoiveensa, jonka jälkeen ryhdyttiin suunnittelijoiden kesken pohtimaan toteutusta. Tapaamisessa rakennuttajan kanssa oli myös mahdollista neuvoa ja ohjeistaa rakennuttajaa eri vaihtoehdoista, niiden kustannuksista sekä eri ratkaisujen hyvistä ja huonoista puolista.

Usein joudutaan suunnitellessa tekemään turhaa työtä puutteellisten lähtötietojen vuoksi. Tässä hankkeessa oli hyvin toimiva yhteistyö eri osapuolten välillä alusta alkaen sekä hyvät lähtötiedot suunnittelun toteuttamiseksi. Lisäksi päätettiin jo hankkeen alussa

pitää säännöllisin välein suunnittelukokouksia, joissa voitaisiin läpikäydä eri suunnitelmia sekä niiden yhteensovittamista.

Tästä suunnitelmien yhdistämisestä ja suunnittelijoiden välisestä yhteistyöstä, jossa usein on puutteita ja ongelmia, syntyi idea tähän opinnäytetyöhön. Opinnäytetyössä tarkastellaan suunnittelu-yhteistyötä sekä esimerkkihankkeessa, että rakennushankkeissa yleensä. Aihe vaikutti sopivalta opinnäytetyön kohteeksi, eikä siitä tuntunut olevan kovinkaan paljon tutkittua tietoa. Kyseessä on kaikesta huolimatta rakentamisen kannalta äärimmäisen tärkeä asia, joten tutkimustyölle näytti olevan tilausta.

1.1 Opinnäytetyön tavoite ja rajaus

Opinnäytetyössä keskitytään pääasiallisesti suunnittelijoiden väliseen yhteistyöhön ja siihen, kuinka yhteistyötä ja tiedottamista eri osapuolten välillä voitaisiin parantaa rakennushankkeessa. Soveltuvilta osin opinnäytetyössä käydään läpi tilannetta myös rakennuttajan sekä rakennusvalvontaviranomaisen osalta. Opinnäytetyössä läpikäydään myös esimerkkikohdetta, jonka suunnittelu on käynnissä samanaikaisesti opinnäytetyötä tehtäessä.

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, kuinka rakennushankkeen eri suunnittelijoiden välistä yhteistyötä voitaisiin syventää ja parantaa. Pienimmissäkin rakennushankkeissa on yleensä ainakin neljä eri suunnittelijaa: Pääsuunnittelija/rakennussuunnittelija, rakennus-suunnittelija, LVI-suunnittelija sekä sähkösuunnittelija. Suuremmissa hankkeissa on edellä mainittujen lisäksi usein erikseen palotekninen suunnittelija, valaistussuunnittelija, automaatio-suunnittelija, pihasuunnittelija, sprinklerisuunnittelija, tärinän vaimennus-suunnittelija, akustiikkasuunnittelija, pohjarakennesuunnittelija, sisustussuunnittelija jne.

Yhteistyö eri osapuolten välillä tulisi olla mahdollisimman sujuvaa ja tiedonkulun on toimittava saumattomasti eri osapuolten välillä. Eri suunnittelualat ovat keskinäisesti riippuvaisia toisistaan. Yhtä suunnitelmaa on usein mahdotonta tehdä ilman toisen suunnitelman lähtötietoja. Toisen suunnittelualan muutos voi vaikuttaa moneen eri suunnitelmaan ja vaatia niiden ajan tasalle päivittämistä.

Usein on myös neuvoteltava kyseisen erikoissuunnittelijan kanssa siitä, mikä olisi helpoin tapa toteuttaa kyseinen muutos. Erikoisalan suunnittelijalta on lisäksi varmistettava,

että kyseinen muutos on ylipäättään mahdollista toteuttaa. Usein rakennusmääräykset ja asetukset asettavat tietyt rajaehdot, joita on noudatettava ja ilman huolellista suunnittelua voidaan joutua tilanteeseen, jossa käytetty ratkaisu ei enää täytäkään vaatimuksia asetusten vaatimalla tavalla.

1.2 Tutkimusongelma

Riittämätön tai huono tiedonkulku eri osapuolten välillä rakennushankkeessa aiheuttaa sen, että suunnittelu on vaikeaa tai lähes mahdotonta, kun tarvittavia lähtötietoja ei ole tai suunnittelun lähtötiedot ovat puutteelliset. Aikataulu saattaa viivästyä, jos suunnitelmia ei saada valmiiksi ajallaan puutteellisten tietojen vuoksi.

Esimerkiksi sisäpuolista vesi- ja viemärisuunnitelmaa ei saada valmiiksi, jos sisustus-suunnittelija ei ole toimittanut vesikalusteluettelo. Vesi- ja viemäri asemapiirustusta ei puolestaan saada valmiiksi ennen kuin on tiedossa salaojien korkotiedot pohjarakenteiden suunnittelijalta. Lisäksi ennen kuin rakennuslupa on myönnetty, ei ole tiedossa esimerkiksi tarvitaanko tontilla hulevesien viivytystä. Mikäli hulevesien viivytys vaaditaan, vaikuttaa se luonnollisesti ulkopuoliseen vesi- ja viemärisuunnitelmaan.

Tämän lisäksi voi rakennusluvassa olla muitakin erityisiä vaatimuksia, jotka on huomioitava suunnitelmissa. Näin ollen lupakuvat, joilla rakennuslupa on haettu muuttuvatkin usein moneen kertaan lupaprosessin aikana, ennen rakennusluvan myöntämistä.

Rakennesuunnittelijan on tiedettävä, mihin kohtaan tulevat ilmanvaihto- ja viemäriputkien läpiviennit. Sähkösuunnittelijan on tiedettävä, minkälaisia sähköä tarvitsevia laitteita kohteeseen tulee, ja mikä on niiden tehon tarve yms. Rakennushankkeen suunnittelussa olisi tärkeää olla mukana erikoissuunnittelijat (LVI, sähkö, automaatio yms.) jo mahdollisimman aikaisessa vaiheessa.

Puutteellisilla lähtötiedoilla tehdyt suunnitelmat ovat vaikeammat ja kalliimmat toteuttaa ja niitä joudutaan korjaamaan ja täydentämään jälkeensä. Tämä aiheuttaa ylimääräisiä kuluja ja vaivaa kaikille rakennushankkeen osapuolille. Puutteellisilla suunnitelmissa laadittu urakkatarjous aiheuttaa sen, että lisätöitä tulee yleensä paljon enemmän kuin valmiimmalla suunnitelmalla tehdyllä urakkatarjouksella. Ennalta arvioidut kustannukset voivat muuttua paljonkin alkuperäisestä urakkatarjouksesta, kun puutteellisten

suunnitelmien vuoksi tulee urakoitsijalle paljon lisätöitä. Suunnitelmien muuttaminen ja niiden jatkuva päivittäminen aiheuttavat myös lisäkustannuksia.

Suunnittelukustannuksia kasvattaa jatkuva suunnitelmien muokkaaminen ja uudelleen piirtäminen. Sen sijaan olisi parempi ja suunnittelijoille mielekkäämpi vaihtoehto, että suunnitelmat olisi tehty alusta asti riittäväillä lähtötiedoilla mahdollisimman täydellisiksi ja suunnittelutyön resursseja käytettäisiin luovaan suunnittelutyöhön moninkertaisen uudelleen piirtämisen sijaan.

Suunnittelulle tulisi aina olla riittävän kattavat lähtötiedot ja mahdollisista muutoksista tulisi aina tiedottaa kaikkia osapuolia mahdollisimman nopeasti. Säännölliset suunnittelukokoukset ja jatkuva yhteydenpito rakennushankkeen eri osapuolten välillä tulisi olla luonnollinen ja itsestään selvä osa toimivan rakennushankkeen toimintarutiinia.

1.3 Tutkimusmenetelmä

Aihetta tutkitaan pääasiassa omien sekä kollegojen kokemusten perusteella, joita on kertynyt vuosien saatossa useista eri suunnitteluhankkeista. Lisäksi tutkitaan aiheesta internetissä saatavilla olevia tutkimuksia ja artikkeleita. Osin pyritään myös haastattelemaan aiheen tiimoilta eri suunnittelijoita ja kokoamaan tutkimukseen kattava tietopaketti kyseisestä aiheesta.

Lisäksi raportoidaan myös käynnissä olevan esimerkkisuunnittelukohteen etenemisestä ja läpikäydään yhteistyötä projektissa eri osapuolten välillä. Tätä kirjoittaessa lokakuun lopulla vesi- ja viemäri, sekä ilmanvaihtosuunnitelmat ovat miltei valmiit. Arkkitehtisuunnitelmat ovat valmiit ja ne on toimitettu Espoon rakennusvalvontavirastoon. Rakennuslupa on vielä käsittelyssä.

2 Yhteistyön tärkeys rakennushankkeessa

Rakennushankkeessa on tärkeää, että suunnitteluvaiheessa suunnittelijat ovat riittävän hyvin tietoisia toisten suunnitelmien tilanteesta ja niissä tapahtuvista muutoksista. Suunnitelmien keskinäinen riippuvuus aiheuttaa sen, että muutos yhdessä suunnitelmassa voi vaikuttaa moneen eri suunnitelmaan ja tulisi siksi saattaa kaikkien suunnittelijoiden tietoon mahdollisimman nopeasti.

2.1 Tiedonkulun tärkeys rakennushankkeessa

Yksi tärkeimmistä asioista rakennushankkeen sujuvuuden kannalta on sujuva tiedonkulku eri osapuolten välillä. Usein asiat viivästyvät, kun jotain osapuolta ei tavoiteta tai oleellinen tieto ei syystä tai toisesta välity kaikille osapuolille. Pahinta on oletus: ”Kyllä kai hänen pitäisi se tietää”. Asioista ei tiedetä, jos niistä ei kerrota tai tiedoteta!

Kaikkien rakennushankkeessa olevien osapuolten ollessa riittävän hyvin selvillä tilanteesta ja kaikkia tiedotetaan viipymättä mahdollisista suunnitelmien muutoksista, tulee koko hankkeesta kaikin puolin sujuvampi ja vältetään turhalta ylimääräiseltä työltä, viivästyksiltä ja kustannuksilta. On myös tärkeää tiedottaa muita osapuolia siitä, jos on esimerkiksi lähdössä matkalle tai on lomalla tai ei ole tavoitettavissa. Tosin nykyaikaisin kommunikointikeinoin on kuitenkin mahdollista olla yhteydessä, vaikka toiselta puolelta maailmaa.

2.2 Keinoja kommunikoinnin tehostamiseksi

Keinoja kommunikoinnin tehostamiseksi voi olla rakennushankkeen suunnitteluvaiheessa useita. Edellä läpikäydään yleisimpiä, käytetyimpiä ja toimivimmiksi huomattuja tapoja viestintään eri osapuolten välillä. Hyviä kommunikointikeinoja ovat esimerkiksi sähköposti, puhelin, WhatsApp-viestisovellus sekä tiedostojen jakaminen kaikille hankkeen osapuolille eri pilvipalveluissa.

2.2.1 Sähköpostiviestiketjut

Sähköposti on nopea, edullinen ja vaivaton viestintätapa. Sähköpostiviestiketju on erinomainen työkalu rakennushankkeen osapuolten väliseen yhteydenpitoon. Viestiketjuun lisätään kaikki hankkeen osapuolet tai ainakin hankkeen keskeisimmät osapuolet: suunnittelijat, joiden suunnitelmat ovat keskinäisessä riippuvuussuhteessa, rakennuttaja, tilaaja, rakennushankkeen työnjohtajat ja valvojat sekä pääurakoitsijan edustaja. Näin kaikilla osapuolilla on mahdollista nähdä hankkeessa käytävä keskustelu ja kommentoida viestiketjua.

Viestien nimeämisessä tulee olla huolellinen, jotta jälkepäin on helpompi löytää tiettyyn aiheeseen liittyvät viestit. Sen sijaan, että käyttäisi vain vastaa toimintoa, on syytä miettiä, voiko keksiä viestille uuden aiheen, joka kuvaisi paremmin kyseistä asiaa, jotta viestin jälkepäin löytäminen sen nimen perusteella olisi helpompaa.

Sähköpostiketjuihin on mahdollista myös lisätä piilokopio tai kopio. Näitä toimintoja varten sähköpostissa on osoitekentät BCC (Blind Carbon Copy), joka ei näy muille ketjun vastaanottajille ja CC (Carbon Copy), joka näkyy muille ketjun jäsenille, mutta CC:n vastaanottaja näkee ainoastaan viestin lähettäjän, eikä muita viestiketjussa mukana olevia. Kyseiset työkalut ovat käytännöllisiä silloin kun lähetetään sähköpostia osapuolelle, joka on hyvin vähän tai vain kertaluontoisesti läsnä kyseisessä rakennushankkeessa. [3.]

Sähköpostin hyvä puoli on myös, että se on luettavissa niin tietokoneelta, tabletilta, kuin älypuhelimestakin. Kun sähköposti on mukana kannettavassa tietokoneessa tai älylaitteessa, tulee viestit myös luettua useammin ja vastattua niihin nopeammin.

Lisäksi sähköpostin välityksellä on myös helppo jakaa rakennushankkeeseen liittyviä asiakirjoja, suunnitelmia, valokuvia ym. materiaalia. Lisäksi on hyvä koota kaikki rakennushankkeen keskeinen materiaali yhden pilvipalvelun alle, jossa se on kaikkien hankkeen osapuolten saatavilla.

2.2.2 Puhelin ja tekstiviestit.

Kiireellisissä asioissa on vanha kunnon puhelin kuitenkin paras väline yhteydenpitoon. Neuvotellessa asiat selviävät nopeammin ja helpommin, kuin pitkissä viestiketjuissa. Tämän lisäksi saa puhelimesta myös yleensä vastauksen kysymykseen samanaikaisesti, eikä tarvitse odotella vastausta, kuten sähköposti-, teksti, tai WhatsApp-viestien kanssa.

Lisäksi kannattaa myös lähettää tekstiviesti, mikäli ei tavoita kyseistä henkilöä puhelimella, jotta tavoiteltava henkilö tietää, mitä asiaa koskien häntä on pyritty tavoittelemaan. Nykyisessä puhelinmyyntitulvassa ihmiset eivät välttämättä halua vastata vieraisiin tai tuntemattomiin numeroihin.

Puhelimesta on mahdollista käyttää myös neuvottelupuheluita, jolloin samaan puhelin keskusteluun voidaan lisätä useampia henkilöitä. Tämä on kuitenkin osoittautunut suhteellisen epäkäytännölliseksi tavaksi ja usein on parempi sopia tapaaminen, jossa tavaataan kasvokkain, koska tällä tavoin käyty neuvottelu on yleensä aina parempi, kuin puhelimesta käyty neuvottelu.

2.2.3 WhatsApp-viestiketjut

Älypuhelimissa ja tableteissa käytettävä WhatsApp-viestisovellus mahdollistaa useamman puhelinnumeron lisäämisen samaan viestiketjuun, jota voidaan käyttää rakennushankkeen osapuolten väliseen viestintään. Sovelluksen kautta on myös mahdollista jakaa kuvia ja tiedostoja. Sovelluksen ongelma on se, että se on kytköksissä tiettyyn puhelinnumeroon, eikä sovellusta voi käyttää vanhan mallisissa puhelimissa. Sähköpostia kun voidaan puolestaan käyttää niin tietokoneella, tabletilla, kuin älypuhelimellakin, eikä sen käyttö vaadi erikseen puhelinliittymää. Pitkissä viestiketjuissa voi yksittäisten viestien löytäminen olla myös vaikeaa. [4.]

2.2.4 IFC ja BIM -tietomallit ja -ohjelmistot

Nykyään on yleistymässä yhä enemmän kolmiulotteiset tietomallit, joissa on kaikki tieto rakennuksen materiaaleista, tiloista, korkotasoista, sijainnista jne. Tietomallin avulla on myös helppo tehdä törmäystarkastelua esimerkiksi siitä, kuinka putket, viemärit ja sähköjohdot mahtuvat kulkemaan nousuissa tai alaslaskuissa. Lisäksi mallit helpottavat materiaalien määrälaskennassa. [5.]

The Industry Foundation Classes (IFC) tietomalli on tarkoitettu käytettäväksi kokoamaan ja kuvaamaan rakennusteknistä, arkkitehtuurillista ja teollista tietoa. Se on avoin tietomalli, joka ei ole kaupallisten jakelijoiden hallussa. IFC on yksittäisiin objekteihin perustuva tietomallinen tiedostoformaatti, jonka on kehittänyt Building SMART. Aiemmin tietomallin kehittäjä tunnettiin nimellä IAI (International Alliance for Interoperability) keskinäisen toimivuuden kansainvälinen yhteisö. [5.]

Tehtävänä oli helpottaa yhteensopivuutta ja luoda yhteisesti käytössä oleva avoin tietomalli, jota käytetään rakentamisessa ja arkkitehtonisessa suunnittelussa. IFC-standardia käytetään usein yhdessä BIM-standardin kanssa. Lähdekoodi on avoin ja saatavilla vapaasti. Se on rekisteröity standardilla ISO 16739-1:2018. Tanskan hallitus on määrännyt IFC-mallien käytön pakolliseksi kaikkiin julkisiin rakennushankkeisiin sen helppokäyttöisyyden ja yhteensopivuuden vuoksi. Samoin Norjan hallitus vaatii nykyään IFC-mallien käyttöä julkisissa hankkeissa. [5.]

Tarkoituksena on tietysti, että kaikilla olisi käytettävissä avoimen lähdekoodin, ilmainen eri ohjelmistojen kanssa yhteensopiva standardi. Tämä on tietysti omiaan helpottamaan eri osapuolten välistä yhteistyötä rakennushankkeessa. [5.]

Vantaan ja Espoon kaupungit ovat mallintaneet pitkälti kaikki uudet rakennusalueet tietokantaansa niin, että valmiin talon kolmiulotteisen tietomallin voi sijoittaa suoraan tulevalle tontille ja tarkastella sen sopivuutta ympäristöön. Tietomallit auttavat myös rakennuksen valmistuttua rakennuksen huolto ja ylläpitotoiminnassa. [5.]

BIM on rakennuksen tietomalli, myös rakennuksen tuotetietomalli, englanniksi (Building Information Model) on rakennuksen ja rakennusprosessin koko elinkaaren aikaisten tietojen kokonaisuus digitaalisessa muodossa. [6.]

BIM-teknologialla luodaan rakennuksesta digitaalisesti tietomalli tai -malleja, yksi tai useampi todellisuutta vastaava virtuaalimalli. Nämä mallit tukevat rakennuksen ja rakentamisen suunnittelua kaikissa vaiheissa ja mahdollistavat paremman analytiikan ja hallinnan kuin manuaaliset prosessit. Digitaalisesti koostetut mallit sisältävät rakennuksen täsmälliset mitat sekä materiaali-, sijainti- ja korkotiedot, joita voidaan käyttää rakentamisen osien valmistuksen ja hankintatoimen tukena rakennusvaiheessa. [6.]

2.2.5 Yhtenevät tiedostoformaattit

Välillä ongelmia voi suunnittelussa aiheuttaa se, että eri suunnittelijoilla on käytössään keskenään eri suunnitteluohjelmia ja tiedostoformaatteja, jotka eivät ole yhteensopivia keskenään. Ideaalitalanne on, jos kaikilla on käytössä yhteinen kolmiulotteinen tietomalli, jossa törmäystarkastelu on helppoa. Tällöin voi konkreettisesti nähdä, esimerkiksi sopiiko jokin laite tai putki johonkin tilaan.

Tietomalliin voi myös lisätä viestin ja osoittaa viestiin, mitä suunnittelijaa kyseinen ongelmakohta koskee. Kun yhteinen tietomalli tallennetaan aina muokkauksen jälkeen pilvipalveluun, johon kaikilla suunnittelijoilla on pääsy, pysyvät kaikki suunnittelijat ajan tasalla tapahtuneista muutoksista. [5.];[6.];[7.]

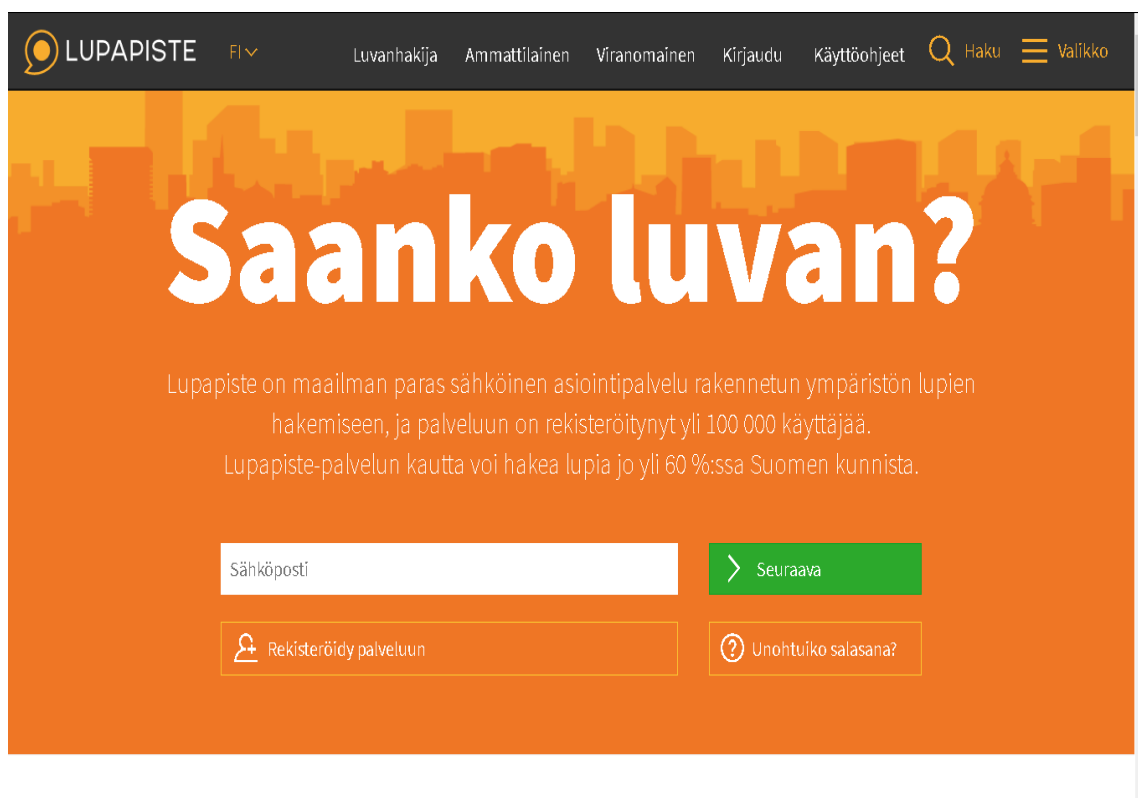
Lisäksi tulisi huomioida, että mitä tahansa suunnitteluohjelmaa käyttäekin, olisi suotavaa tallentaa lopuksi suunnitelmat johonkin yleiseen tiedostoformaattiin, kuten (PDF, DWG, XLS), jonka kaikki osapuolet pystyvät avaamaan ilman erikoisohjelmistoja.

2.2.6 Pilvipalvelut

Nykyisin on käytössä useita maksuttomia ja maksullisia pilvipalveluita, joista tunnetuimpia ovat Googlen Google Drive, Microsoftin One Drive sekä Dropbox. Kyseisiin palvelimiin on rekisteröidyttävä, jonka jälkeen on mahdollista luoda palvelimelle kansioita, joihin voi tallentaa tiedostoja. Tämän jälkeen on mahdollista jakaa kansio muiden osapuolten kanssa. Tämä on erinomainen työkalu, kun kaikki hankkeen tiedostot ovat aina saatavilla missä tahansa, kunhan on toimiva internetyhteys. Pienemmät tallennustilat ovat ilmaisia ja isommat tallennustilat maksavat tietyn vuosi- tai kuukausimaksun. Esimerkiksi Dropbox 2 Gb tallennustilaa maksaa 99,00 € vuodessa. [7.]

2.2.7 Lupapiste

Lupapiste.fi on rakennusvalvontavirastojen yhteinen palvelu, jota käytetään rakennuslu-
paan liittyvään asiointiin. Palveluun on liittynyt hieman yli puolet Suomen kuntien raken-
nusvalvontavirastoista. Palvelu on ollut käytössä noin neljä vuotta.



Kuva 1. lupapiste.fi-sivusto [8.]

Palvelun kautta hoidetaan kaikki rakennuslupamenettelyä koskevat asiat. Rakennuttaja tekee hankkeessa valtuutuksen muille hankkeen osapuolille sähköpostikutsulla. Tämä helpottaa myös työnjohtajien ja suunnittelijoiden työtä, koska enää ei tarvitse toimittaa joka kuntaan erikseen todistuksia ja referenssilistoja pätevydestä, vaan kerran tallennetut CV, todistukset ja referenssiluettelot säilyvät palvelussa. Tämä jälkeen tarvitsee vain siirtää kerran palveluun tallennetut omat tiedot ja pätevyystodistukset uudelle hankkeelle. Palvelussa näkyvät myös kaikki rakennushankkeet, joissa kyseinen suunnittelija tai työnjohtaja on ollut tai on osallisena. [8.]

Lisäksi palvelu tuo helpotusta, kun suunnittelijoiden ei tarvitse enää käydä erikseen viemässä suunnitelmia rakennusvalvontavirastoon, jossa ne leimataan/hyväksytään, vaan

viranomainen voi hyväksyä/leimata suunnitelmat palvelussa sähköisesti ja myös huomauttaa mahdollisista puutteista suunnitelmassa sähköisesti. Tämä on huomattava parannus verrattuna vanhaan käytäntöön, jossa isot A1-kokoiset suunnitelmat piti aina tulostaa uudestaan, mikäli niissä oli jotain puutteita. Tämän lisäksi täytyi aina varata uusi aika rakennusvalvontaviranomaiselta kuvien esitystä varten, kun nykyisin korjatun kuvan voi ladata palveluun, jossa viranomainen voi sen käydä tarkastamassa. Lupapisteessä käydyssä keskustelussa voidaan myös läpikäydä muita hankkeeseen liittyviä asioita ja se toimii näin myös yhtenä rakennushankkeen viestintäkanavana. [8.]

Lisäksi sähköisten kuvien katselu tai tutkiminen työmaalla tabletista on usein kätevämpää, kun isojen paperisten kuvien levittely työmaalla. Sähköiset kuvat pysyvät tallessa, ne eivät rypisty, pölyynny tai repeä ja niiden avulla on helppo tutkia yksityiskohtia suunnitelmassa, koska niissä on aina mahdollista suurentaa haluttu yksityiskohta piirustuksesta.

3 Yhteistyötä helpottavat sovellukset ja toimintatavat

Yhteistyötä voidaan rakennushankkeessa helpottaa monin eri tavoin. Esimerkiksi se, että kaikki käyttävät samaa suunnitteluohjelmistoa voi monesti helpottaa asioita. Yhteinen pilvipalvelu, jossa tiedostot ovat jatkuvasti kaikkien saatavilla auttaa rakennushankkeen eri osapuolia. Usein voi olla, että eri suunnittelijat käyttävät eri tallennusaloja, mutta olennaisinta lienee, että kaikki jakavat muille hankkeen osapuolille pääsyn omiin pilvikansioihinsa.

Lisäksi on hyvä sopia ennalta toimintatapoja, joita noudatetaan koko rakennushankkeen tai ainakin suunnitteluvaiheen ajan. Tällaisia voivat olla esimerkiksi: säännölliset määräajoin pidettävät suunnittelupalaverit, kaikille jaettava rakennushankkeen yhteystietolista, jota pidetään ajan tasalla, uusimman suunnitelmaversioiden jakaminen kaikille sähköpostilla aina, kun suunnitelmia päivitetään. Tähän liittyen on myös hyvä lisätä nimiöön revisiotiedot, joista käy ilmi päivämäärä, milloin muutos on tehty ja mitä muutos koskee. Lisäksi nimiössä on hyvä säilyttää myös aiempien suunnitelmaversioiden revisiotiedot.

Suunnittelijan kannattaa myös säilyttää vanhemmat versiot suunnitelmista varmuuden vuoksi, koska joskus niitäkin saatetaan tarvita. Koska suunnitelmaversioita voi hankkeen aikana tulla useita, on syytä luoda erilliset kansiot eri päivinä tehdyille revisioille.

3.1 Tietomallit ja niiden hyödyntäminen

Mikäli kaikilla suunnittelijoilla on käytössä sama yhteinen huolellisesti laadittu tietomalli, helpottaa se yhteistyötä eri suunnittelijoiden välillä merkittävästi. Tämän lisäksi mallin tulisi olla pilvipalvelussa, johon kaikilla suunnittelijoilla on pääsy. Näin kaikilla olisi jatkuvasti pääsy päivitettyyn tietomalliin. Tietomalli ja pilvipalvelun jakamistoiminnot tulisikin tehdä niin, että samaa mallia on mahdollista myös työstää samanaikaisesti useammasta paikasta.

Tietomallit ovat yleistyneet yhä enemmän rakentamisen suunnittelussa ja muutamat kaupungit, esimerkiksi Espoo ja Vantaa ovat mallintaneet kaupunkiympäristöstä ja rakennuksissa kolmiulotteisia malleja. Rakennettavan talon kolmiulotteisen tietomallin voi sijoittaa tulevalle paikalleen ja tutkia, kuinka se siihen sopii. [5.];[6.];[7.]

Kuvassa 2. on nähtävillä kolmiulotteinen kuvakaappaus esimerkikohteemme kolmiulotteisesta tietomallista.



Kuva 2. Kuva kolmiulotteisesta HEVI Kivitalon tietomallista. Insinööritoimisto Arto Laakkonen Oy [19.]

Tietomallissa on helppo tehdä törmäystarkastelua siitä, kuinka eri putket ja kanavat mahduttavat kanaaleihin tai nousuihin. Tietomallin hyvä puoli on myös se, että sinne voi jättää kommenttikenttään kysymyksen tiettyyn kohtaan mallissa ja osoittaa sen kyseiselle suunnittelijalle. Tilojen hahmottaminen on siis kaikin puolin huomattavasti helpompaa, kuin perinteisistä tasokuvista ja leikkauksista.

3.2 Sovitut viestintäkäytännöt

Hankkeen alussa on syytä sopia tietyt viestintäkäytännöt, joita käytetään hankkeen aikana. Rakennushankkeen alussa tulisi jakaa kaikille osapuolille ajan tasalla oleva yhteystietoluettelo, jossa on kaikkien hankkeen osapuolten puhelinnumerot, sähköpostit ja osoitteet.

Lisäksi on sovittava, kuinka usein tai milloin pidetään suunnittelukokouksia, ja mitä asioita niissä käydään läpi. Suunnittelukokouksen ajankohdan sopiminen asettaa samalla suunnittelijoille takarajan, johon mennessä alustavien suunnitelmien tulee olla valmiina.

Hankkeen alusta asti tulisi painottaa kaikille osapuolille sitä, että kun muutoksia yleensä aina hankkeessa tulee, niin niistä tiedotetaan kaikkia osapuolia välittömästi.

3.3 Suunnittelukokoukset

Suunnittelukokouksia pidetään yleensä silloin, kun on yhteensovittettava useamman eri suunnittelualan välisiä suunnitelmia. Kokouksessa läpikäydään suunnitelmissa keskenään sidoksissa olevia toisiinsa vaikuttavia seikkoja. Eri alojen suunnittelijat tuovat tässä kohtaa oman näkemyksensä eri suunnitteluratkaisuista sekä niiden vaikutuksista.

Kokouksiin tulisi osallistua kaikki ne suunnittelijat, joita kyseiset suunnitteluasiat koskevat. Suunnitelmakokouksissa sovitaan, mitä tietoja tai dokumentteja kunkin suunnittelualan edustaja tarvitsee toisilta edetäkseen omassa suunnitelmassaan. Lisäksi sovitaan alustava aikataulu siitä, kuinka suunnittelussa edetään.

Erikoissuunnittelijoiden ammattitaidon hyödyntäminen jo suunnittelun varhaisessa vaiheessa takaa tehokkaat suunnitteluratkaisut ja hyvän suunnittelualojen yhteen sovittamisen. Aikaisen luonnossuunnitteluvaiheen kommentoinnilla voidaan taata se, että rakentamisen alkaessa suunnitelmat sisältävät mahdollisimman vähän erikoisratkaisuja, jotka voisivat nostaa kustannuksia ja pidentää rakennusaikaa. [1.]

Suunnittelukokousten lisäksi ulkopuolisten suunnittelupalaverien on yleensä havaittu toimivan hyvin ideointiin, karkeaan luonnosteluun ja yhteensovittamiseen. Palaverien avulla voidaan luoda tilaajalle lisäarvoa tuottavia innovatiivisia ja tehokkaita ratkaisuja esille. Lisäksi voidaan varmistua, että varsinaisessa piirtämistyössä piirretään jo kertaalleen valmiiksi mietittyjä ratkaisuja ja resurssi moneen kertaan piirtämisestä siirtyy suunnittelun luovaan vaiheeseen. Palaverien väli on hyvä sovittaa sopivaksi hankkeen eri vaiheisiin nähden. Palavereja voidaan myös järjestää suuremmissa hankkeissa eri alojen edustajien omina kokoontumisina, jolloin palaverin asiasisältö on relevanttia kaikille kokouksen osallistujille. [1.]

Suunnittelukokoukset toimivat erittäin hyvänä alustana asioiden päättämiseen ja sopimiseen. Ne ovat tärkeitä myös tiedottamisen kannalta. Niiden avulla voidaan varmis-

tua siitä, että hankkeen suunnittelijat tietävät, missä vaiheessa suunnitelmien tulisi olla ja millaista edistymistä odotetaan seuraavaan kokoukseen mennessä. [1.]

Suunnittelukokoukset ovat teknisiä palavereja ja niiden aikaväli on syytä sovittaa hankkeen vaiheisiin sopivaksi. Luonnos- ja toteutussuunnitteluvaiheessa toimii lyhempi kokousväli yleensä hyvin. Päätöksiä pystytään virallistamaan tiheämmin ja tämä toimii yleensä suunnitteluajataulun pitävyyttä tukevana ja parantavana tekijänä. [1.]

Suunnitelmien valmiusasteen optimointi eri vaiheessa hanketta on hyvä työkalu turhan työn välttämiseksi suunnittelussa. Liian pitkälle hankkeen vaiheeseen nähden tehdyt suunnitelmat vaativat usein muokkausta eri tekijöiden ja suunnitelmien tarkentuksessa. Tämä aiheuttaa kustannuksia ja paikoin voi myös hidastaa suunnittelua muutosten ilmetessä. Jos tällaisilta muutostöiltä voidaan välttyä, paranee suunnittelun tehokkuus ja suunnitteluresurseja jää enemmän luovaan suunnitteluun. [1.]

Hyvä käytäntö suunnittelutiimin kesken voisi olla pienemmissäkin projekteissa kokoontua myös rakennusvaiheen jälkeen ja pohtia, mitä tuli tehtyä oikein ja mitkä sudenkuopat pystyttäisiin, mahdollisesti välttämään seuraavassa yhteisessä projektissa paremmin tai ainakin varautumaan yllätyksiin paremmin. [20.]

3.4 Tasot CAD-suunnittelussa

Kaikki suunnitelmien tasopiirustukset piirretään aina arkkitehdin tai pääsuunnittelijan tekemän pohjakuvan päälle. Muita suunnittelualoja ei siis voida aloittaa, ennen kuin on ajantasainen oikeassa mittakaavassa oleva pohjapiirustus, jossa on merkitty tulevat sähkö- sekä vesi- ja viemäri-laitteet oikeille paikoilleen. [26.]

LVI- tai sähkösuunnittelijan saadessa uuden pohjakuvan, johon hän ryhtyy suunnittelemaan omaa suunnitteluosuuttaan, on tärkeää saada kuvasta poistettua ylimääräiset tiedot ja merkinnät, jotka vain sekoittaisivat tai vaikeuttaisivat kuvien tulkittamista. [26.]

Usein taloteknisissä pohjakuvissa joudutaan mahduttamaan paljon tietoa pieneen tilaan, joten on äärimmäisen tärkeää, että pohjakuvista saa poistettua kaiken esimerkiksi LVI-suunnitelmien kannalta ylimääräisen tiedon. Tämä onnistuu niin, että CAD-

suunnittelussa käytetyissä DWG-tiedostoissa on aina eri tasoja (englanniksi layer), joita saa tarpeen mukaan sammutettua ja laitettua uudelleen päälle. Tämä on erittäin käytännöllistä silloin, kun alkuperäisessä pohjakuvassa on paljon tietoa, jota ei tarvitse esittää esimerkiksi LVI- tai sähkösuunnitelmassa. [14.];[26.]

Pääsuunnittelijan tai arkkitehdin eli henkilön, joka tekee pohjapiirustukset, tulisikin olla huolellinen pohjakuvaa tehdessään siitä, että eri asiat on riittävästi eritelty eri tasoille, jotta niitä voi tarvittaessa poistaa näkyvistä eli sammuttaa kyseisen tason näkyvistä. Huonosti tehdyn DWG-tiedoston siivoamiseen voi kulua paljonkin aikaa sähkö- tai LVI-suunnittelijalta ja kaikki tämä aika on pois varsinaiselta luovalta suunnittelutyöltä. [26.]

3.5 Kuvakaappaukset

Nykyisillä älylaitteilla on helppo ottaa kuvakaappauksia. Tietokoneissa on yleensä tätä varten näppäin Print Screen. Kuvakaappaus on valokuva näytön sen hetkisestä näkymästä. Sitä voidaan hyödyntää esimerkiksi tiedusteltaessa jotain yksityiskohtaa suunnitelmasta. Suunnitelmasta suurennetaan haluttu yksityiskohta, josta otetaan kuvakaappaus. Tämän jälkeen voidaan vielä kyseiseen kuvaan tehdä merkintöjä ja lähettää se sen jälkeen suunnittelijalle. Kuvaan voi myös piirtää vaihtoehdoisen toteutuksen. Tätä voidaan käyttää myös siinä vaiheessa, jos asennustyön toteutus on muuttunut ja suunnittelijalle on lähetettävä piirustusten päivittämistä varten kuva, josta käy ilmi, kuinka asennukset ovat muuttuneet alkuperäisestä suunnitelmasta. [25.]

4 Suunnitelmien keskinäinen riippuvuus

Rakennuksen suunnittelussa eri suunnittelualat ovat aina keskinäisessä riippuvuussuhteessa. Eri suunnitelmien yhdistäminen vaatii suunnittelijoilta sujuvaa ja saumatonta yhteistyötä. Suunnitelmissa hankkeen aikana tapahtuvat muutokset tulisi saattaa aina mahdollisimman pian kaikkien suunnittelijoiden tietoon.

Taloteknisten laitteiden määrä ja merkitys rakentamisessa korostuu tiukentuneiden energiavaatimuskriteerien vuoksi yhä enemmän ja enemmän. Energian kulutukseen tulee

kiinnittää huomiota, sillä kalliimpi energiateknisesti tehokkaampi ratkaisu maksaa itsensä ennen pitkää takaisin. Lisäksi energiataloudellinen rakennus on ympäristöystävällinen.

4.1 Talotekniikan vaatima tila ja sen huomioiminen rakennussuunnittelussa

Talotekniset laitteet, kojeet ja putkistot vaativat aina oman tilansa rakennuksessa. Rakennusta suunniteltaessa tulisikin alusta asti varata riittävä tila taloteknisille järjestelmille. Valitettavan usein on niin, että vaikka tekniikan määrä jatkuvasti rakentamisessa lisääntyy, sille varattu tila ei kuitenkaan lisäännä samassa suhteessa.

4.1.1 Tekninen tila

Koska erilaisia taloteknisiä laitteita on nykyrakentamisessa paljon, tulisi suunnittelussa alusta asti kiinnittää huomiota siihen, että niille varataan riittävästi tilaa. Yleensä talotekniset laitteet pyritään sijoittamaan tekniseen tilaan. Teknisen tilan tulisi olla riittävän iso, jotta sinne mahtuvat kaikki talotekniset laitteet: ilmanvaihtokone, lämpöpumppu, lämminvesivaraaja, käyttöveden jakotukit, lattialämmityksen jakotukit, sähkökeskus jne.

Suunnittelussa on alusta asti tiedettävä, mitä taloteknisiä laitteita on mahdutettava tekniseen tilaan ja mitoitettava tekninen tila laitteiden vaatiman tilan mukaan. Valitettavan usein laitteiden määrän lisääntyessä niille varattu tila ei lisäännä tai pääsuunnittelija ei ole riittävän tietoinen laitteiden tilan tarpeesta. Riittävän tilava tekninen tila helpottaa ja nopeuttaa laitteiden asennustyötä sekä jälkeenpäin tehtäviä laitteiden huoltotöitä. Lisäksi tulee kiinnittää huomiota teknisen tilaan sijoittamiseen rakennuksessa. Tekninen tila tulisi sijoittaa mahdollisimman keskeiseen paikkaan rakennuksessa, koska sen sijainti vaikuttaa suoraan siihen, kuinka pitkiä ovat ilmanvaihtokanavat ja vesiputkilinjat. Mitä pitemmät putkilinjat ovat, sen enemmän tulee painehäviöitä, pumpun ja ilmanvaihtokoneen tehon tarve kasvaa ja lisäksi joudutaan siirtymään isompiin putkikokoihin. Pitkät putkilinjat ja isot putkikoot taas omalta osaltaan pidentävät esimerkiksi lämpimän veden odotusaikaa. Lisäksi pitempien putkilinjojen asennuskustannukset ovat suuremmat. [9.];[10.]

4.2 LVI-suunnittelussa huomioitavat rakennetekniset asiat

LVI-suunnittelija joutuu aina miettimään yhdessä rakennesuunnittelijan ja pääsuunnittelijan kanssa, mihin sijoitetaan putkinousut ja putkien vaatimat läpiviennit. Yleensä on helpointa, että rakennuksessa on yksi keskeinen kohta, jossa kaikki putkinousut tuodaan ylös. Kerrostaloissa on yleensä yksi nousu jokaista porrashuonetta kohden.

Kyseiseen nousuun on myös mahdollista sijoittaa sähkönousuja. Vaakavetoja on puolestaan helpointa sijoittaa alas laskettuihin kattoihin. Näissä on huomioitava putkien ja laitteiden tarvitsemat puhdistus-, huolto- ja tarkastusluukut. Huoltoluukkujen on myös oltava riittävän isoja, jotta niiden kautta on mahdollista huoltaa laitteita, ei vain katsella.

4.2.1 Paloeristykset ja paloalueiden rajat

Putkien vaatiman tilan ja putkien sijoittelun lisäksi on niin rakenne-, kuin LVI- suunnittelijan huomioitava paloalueiden rajat. Eri paloalueelta toiselle kulkevilla putkilla on samat palotekniset vaatimukset, kuin ympäröivällä rakenteella. Näin ollen esimerkiksi paloalueelta toiselle kulkeva viemäriputki on oltava joko teräsputki tai se on varustettava palomansetilla tai sen ympärille voidaan rakentaa kotelo, joka täyttää ominaisuuksiltaan ympäröivän rakenteen palovaatimusluokan. Putkia eristettäessä on huomioitava eristeen vaatima tila putken vaatiman tilan lisäksi. [15.]

4.2.2 Viemäri- ja ilmanvaihtokanavien reiät rakenteissa

Rakennesuunnittelijan on varmistettava, että rakenteisiin tehtävät reiät eivät aiheuta sortumavaaraa. Isojen ilmanvaihtokanavien tai viemäriputkien ympärille voidaan tarvittaessa rakentaa kuilu, johon nousut sijoitetaan tai vaihtoehtoisesti voidaan tehdä erillinen tekniikkakanaali, jossa voidaan viedä ilmanvaihtokanavia, viemäreitä, vesiputkia ja sähköputkia.

4.2.3 Putkinousut ja -kanaalit

Putkinousuissa on aina huomioitava putkille riittävä tila. Nousuihin on mahdollista tulevat putket, niiden eristeet sekä lisäksi mahdolliset sähkönousut. Yleensä on suotavaa

käyttää vaikeissa ahtaissa paikoissa valmiiksi eristettyä kanavaa, koska sen asentaminen on ahtaissa tiloissa helpompaa. Lisäksi on usein helpointa tehdä asiat siinä järjestyksessä, että putket asennetaan ja eristetään ensin ja vasta sen jälkeen rakennetaan niiden ympärille kuilu tai kanaali. [15.]

LVI-suunnittelija määrittelee, mitä putkia nousuun tulee ja sähkösuunnittelija puolestaan määrittelee nousuun asennettavat sähkönousut. Tämän jälkeen rakennesuunnittelijan on mietittävä nousun rakenteelliset ratkaisut. Joskus voi olla helpompaa toteuttaa paloeristys rakenteen keinoin, kuin eristää kaikki putket. Esimerkiksi paloluokkavaatimus EI30 vaatii 50 mm palovillaa, mutta se voidaan toteuttaa myös 2x13 mm kipsilevykoteloinnilla. Jos nousussa menee useita isoja putkia, voi kipsilevykotelointi olla helpompi toteuttaa, kuin jokaisen ison putken erillinen palovillaeristys. [10.]

5 Esimerkkihankke

Opinnäytetyön esimerkkiprojekti on Espooseen rakennettava kaksikerroksinen 250 m² HEVI Kivitalo. Lämmitykseen käytetään vesi-ilmalämpöpumppua. Taloon asennetaan vesikiertoinen lattialämmitys, jonka hyötysuhde on hyvä juuri lämpöpumppujen kanssa. Lämpöpumppujen hyötysuhde ei ole yhtä hyvä patterilämmityksessä johtuen siitä, että patterilämmityksessä meno- ja paluuvien lämpötilaero on suurempi, kuin lattialämmityksessä. Kohteeseen asennetaan myös koneellinen ilmanvaihto ja lämmöntalteenotto.

Alakerrassa on olohuone, keittiö, kodinhoitohuone, työhuone, tekninen tila, TV-huone, pesuhuone, pukuhuone, sauna, WC ja autotalli. Yläkerrassa on kolme makuuhuonetta, kaksi kylpyhuonetta, vaatehuone ja aula. Portaat nousevat olohuoneesta yläkerran aulaan. Olohuoneen ja ruokailutilan kohdalta koko tila on ylös asti avoin. Rakentaminen aloitettaneen vuoden 2019 lopulla. Rakennuslupakäsittely on vielä kesken. Kuvassa 2. on esimerkkikohde ulkoapäin.



Kuva 3. Esimerkkikohde HEVI Kivitalo. [19.]

5.1 Suunnittelun lähtökohdat

Lähtökohdat hankkeen suunnittelua ja suunnittelu yhteistyötä ajatellen olivat todella hyvät, esimerkkihankkeen suunnittelijoiden ollessa jo ennestään tuttuja keskenään. Lisäksi he ovat työskennelleet yhdessä useissa suunnitteluhankkeissa aiemminkin.

Lähtökohtana suunnittelulle toimivat aina tilaajan/rakennuttajan toiveet, käytettävissä oleva budjetti sekä voimassa olevat rakentamismääräykset, asetukset ja lainsäädäntö. Nykyään suunnittelulle oman haasteen asettavat myös tiukentuneet energiavaatimukset. Käytännössä joudutaan tekemään kompromisseja edellä mainittujen seikkojen määrittämissä rajoissa.

Esimerkkikohteessa oli suunnittelun lähtökohtana, että pyritään tekemään mahdollisimman käytännöllisiä ja asumismukavuutta parantavia ratkaisuja hyödyntävä kokonaisuus. Yleisenä ajatuksena pyrittiin pitämään, että rakennusaikainen lisäsijoitus maksaa itsensä takaisin pitkässä juoksussa. Tämä pitää paikkansa monessa asiassa. Esimerkiksi

maalämpöpumpun tai vesi-ilmalämpöpumpun kallis hankintahinta maksaa itsensä takaisin ajan mittaan, verrattuna kalliimpiin lämmitysmuotoihin, joiden hankintahinta on halvempi.

Usein halvempien ja helpompien ratkaisujen korjaus- ja huoltokustannukset tulevat pitkässä juoksussa kalliimmiksi, kuin asennusvaiheessa vaativammat ja kalliimmat ratkaisut. Rakennushankkeessa kannattaakin aina miettiä tarkkaan, missä asioissa pyrkii säästämään, sillä väärissä asioissa säästäminen kostautuu yleensä aina ennen pitkää.

5.2 Suunnitelmien yhdistäminen

Eri suunnitelmien yhteensopivuus rakennushankkeessa on pääsuunnittelijan vastuulla. Usein pääsuunnittelijana toimii arkkitehti. Arkkitehdeillä on kuitenkin harvoin sitä tietoutta LVI- ja sähkötekniikasta, automaatiosta yms., jota vaadittaisiin kokonaisuuden täydelliseen ymmärtämiseen. Tämänkin takia sujuva yhteistyö eri suunnittelijoiden välillä on välttämätöntä. Esimerkkihakkeessa on suunnitteluvaiheessa pidetty suunnittelijoiden kesken useita kokouksia, joissa on läpikäyty sitä, kuinka eri asiat olisi helpointa toteuttaa kunkin suunnittelijan näkökulmasta.

5.3 LVI-suunnitelmat

Rakennushankkeen LVI-suunnitelmissa on yleensä neljä erillistä suunnitelmaa:

- Asemapiirustus, jossa esitetään vesijohdot, viemärit ja kaivot rakennuksen ulkopuolella. Isoissa kohteissa voidaan laatia myös erillinen piirustus kohteessa käytettävistä kaivoista. Mittakaava asemapiirustuksessa on yleensä 1:200 tai 1:500.
- Tasopiirustus, jossa esitetään vesijohdot, viemärit ja vesikalusteet rakennuksen sisäpuolella. Mikäli vesijohtoja ja viemäreitä on paljon, voidaan molemmista tehdä oma erillinen tasopiirustus.
- Tasopiirustus, jossa esitetään rakennuksen ilmanvaihto, kanavisto, päätelaitteet sekä tiloihin suunnitellut ilmamäärät l/s.

- Tasopiirustus, jossa esitetään rakennuksen lämmitysverkosto. Patterien sijainti ja teho tai vaihtoehtoisesti lattialämmityksessä lattialämmityspiirit, jakotukkien paikat sekä niiden vaatimat lämmitystehot. LVI-Tasopiirustuksissa mittakaava on yleensä 1:50.

Näiden lisäksi on isommissa kohteissa yleensä erikseen automaatio suunnittelija, jonka suunnitelmat ovat sidoksissa sekä sähkö-, että LVI-suunnittelijan suunnitelmien kanssa.

Yleensä jokaisesta kerroksesta tehdään oma tasokuvansa. Lisäksi voidaan tehdä erillisiä leikkauksia selventämään esimerkiksi teknisen tilan putkiasennuksia. Lisäksi laaditaan yleensä erilliset työselostukset sekä mitoitus taulukot suunnitelman liitteeksi.

5.3.1 Ilmanvaihtosuunnitelmat

Peruseriaatteena on, että likaisista tiloista: Keittiö, WC, pesuhuone, vaatehuone, kodinhoituhuone poistetaan likaista ilmaa, ja puhtaisiin tiloihin: Olohuone, makuuhuone, vierashuone tuodaan puhdasta ilmaa. Tilojen välillä tulee olla korvausilmareitit, jotta korvausilma siirtyy puhtaista tiloista likaisiin. Yleensä tulo- ja poistoilmamäärät pyritään mitoittamaan suunnilleen yhtä suuriksi.

Ilmanvaihdon suunnittelu alkaa yleensä aina ilmamäärien mitoittamisella. Mitoituksessa valitaan kuhunkin tilaan riittävä ilmamäärä l/s ja lopuksi lasketaan kokonaisilmamäärät yhteen. Ilmanvaihtosuunnitelmiin merkitään yleensä päätelaitteen koko, malli ja normaalitilanteen ilmamäärä l/s. Tämän lisäksi on huomioitava ns. tehostusilmavirta, joka on 30% normaalitilanteen ilmavirtaa suurempi. Tehostusta käytetään esimerkiksi silloin, kun tiloissa on enemmän henkilöitä, kuin normaalisti.

Kanavakokojen mitoitusperusteena käytetään tehostustilanteen ilmamääriä. Myös ilmanvaihtokone valitaan tehostusilmamäärien perusteella yleensä niin, että koneen tulisi saavuttaa tehostusilmavirta noin 95% tehoilla konetta käytettäessä. Käytännössä tämä tarkoittaa, että ilmanvaihtoa säädettäessä tulisi normaalitilanteen ilmavirrat saada ulos venttiileistä noin 60% konetehoilla.

Ilmanvaihdon säätö tehdään yleensä normaalitilanteen ilmavirroilla. Ilmanvaihdon säätötyössä ilmavaihtojärjestelmä tasapainotetaan ja venttiilit säädetään niin, että kustakin

päätelaitteesta saadaan suunniteltu ilmavirta. Lopuksi venttiilit lukitaan. Näin ollen ilmavirtoja on käyttäjällä mahdollista muuttaa ainoastaan koneen nopeutta säätämällä. Mikäli venttiilejä avallaan mielivaltaisesti, katoaa järjestelmästä eri tilojen välinen tasapaino, eikä ilmanvaihto enää toimi suunnitellulla tavalla.

Kun kokonaisilmamäärät on laskettu yhteen, kerrotaan kyseinen ilmamäärä 1,3:lla = (+30% tehostusilmavirta) ja näin saadaan mitoitusilmavirta, joka on 250m² omakotitalossa yleensä noin 150l/s. Esimerkkikohteessa ilmamäärät olivat tehostuksella: Tuloilma 156 l/s ja poistoilma 159l/s. Kuvassa 4. on esitetty esimerkkikohteen ilmamäärämitoitus. Ilmamäärämitoitus toimii suunnittelun ilmanvaihdon suunnittelun lähtökohtana.

Huone/Tila	TULOILMA l/s					POISTOILMA l/s				
	Tuloilmaventtiili	Paine-ero Pa	Venttiilin asento	Mitattu	Suunniteltu	Poistoilmaventtiili	Paine-ero Pa	Venttiilin asento	Mitattu	Suunniteltu
1.Krs										
Tekninen tila	KTS-100				5	KSO-100				5
WC						KSO-125				10
Sauna	KTS-100				7	KSO-125				7
KPH						KSO-125				15
Keittiö						KSO-125				12
Pukuhuone	KTS-125				8					
TH/VIERAS	KTS-125				8	KSO-125				8
Eteinen						KSO-125				8
Olohuone	STQA-125				12					
Ruokailu	STQA-125				12					
TV-HUONE	STQA-125				10	KSO-100				8
TV-HUONE	STQA-125				10					
KHH	KTS-100				8	KSO-100				8
Yht. 1.Krs					80				0	81
2.Krs										
Aula	KTS-125				8					
MH1	KTS-125				10	KSO-100				
MH2	STQA-125				12	KSO-100				
MH3	STQA-125				10	KSO-125				8
KPH/WC PIENI						KSO-125				12
VH						KSO-100				6
KPH/WC ISO						KSO-125				15
Yht. 2.Krs				0	40				0	41
YHTEENSA KAIKKI				0	120				0	122
TEHOSTUS ILMAMÄÄRÄT					156					158,6
VAHIMMAISILMAMÄÄRÄ TILAN OLLESSA TYHJÄNÄ					48					48,8

Kuva 4. Ilmamäärämitoitustaulukko esimerkkikohteesta. [21.]

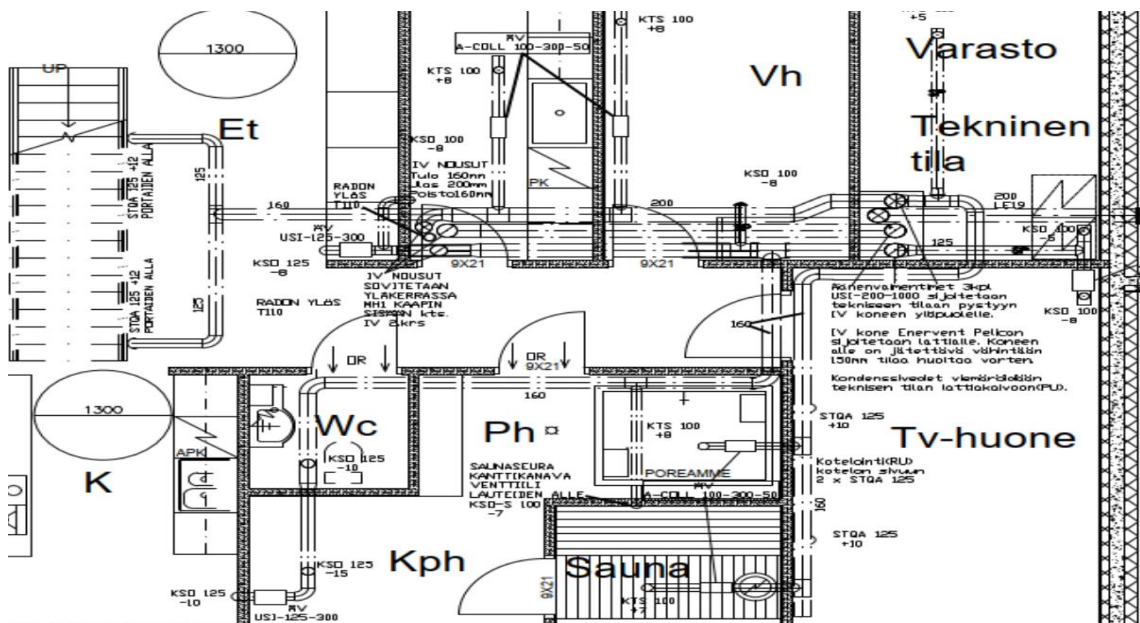
Aiemmin voimassa ollut Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 suositus oli, että ilmanvaihto mitoitettaisiin hieman alipaineiseksi, niin, että poistoilmavirta on noin 5% isompi, kuin tuloilmavirta. Vuoden 2018 alusta voimaantulleissa rakentamismääräyskoelman korvanneissa asetuksissa suositetaan, että tulo- ja poistoilmavirrat olisivat yhtä

suuret. Kohteeseen suunniteltu mitoitus on siis sopiva niin vanhojen, kuin uusien määräysten osalta, kun poisto- ja tuloilmavirtojen ero on vain noin 2%. [10.];[12.];[13.]

Tilaaajan toiveena oli, että ilmanvaihtoon liitettäisiin myös viilennys. Ilmanvaihtokoneeksi valittiin Enervent Pelican, jonka ilmamäärät olivat kohteeseen sopivat. Lisäksi koneessa on valmiina sekä esilämmitys, että viilennys. Viilennys rajataan niin, että lämpötila on viilennetyssä ilmassa alhaisimmillaan +17°C. Tämä sen vuoksi, että vältytään kondensio-ongelmilta kanavistossa, eikä koko kanavistoa tarvitse eristää. [18.]

Ilmavaihtokone päätettiin sijoittaa teknisen tilan nurkkaan ja äänenvaimentimet koneen päälle pystyyn. Raitisilma otettiin luonnollisesti lähimmältä ulkoseinältä ja kanava eristetään kondensoitumisen estämiseksi. Keskelle taloa kodinhoitohuoneeseen suunniteltiin yhdessä pääsuunnittelijan ja sähkösuunnittelijan kanssa kanavanousu, jossa ilmanvaihto-, vesi- ja sähköputket tuodaan toiseen kerrokseen. Toisessa kerroksessa putket tulevat noususta makuuhuoneessa sijaitsevan vaatekaapin sisään. Ilmanvaihtokoneen kondenssivedet päätettiin viemäroidä teknisen tilan lattiakaivoon, joka yhdistetään tonttiviemäriin.

Ääniteknisesti pyrittiin tekemään mahdollisimman hiljainen ilmanvaihto. Tämän vuoksi valittiin muoviset ilmanvaihtokanavat ja sijoitettiin kanavistoon äänenvaimentimet eri tilojen välisille kanavaosuuksille. Muovinen kanavisto on myös helpompi puhdistaa sekä työstää. Kuvassa 5. on esitetty esimerkkikohteen ilmanvaihtopiirustus.



Kuva 5. esimerkkikohteen ilmanvaihto [21.]

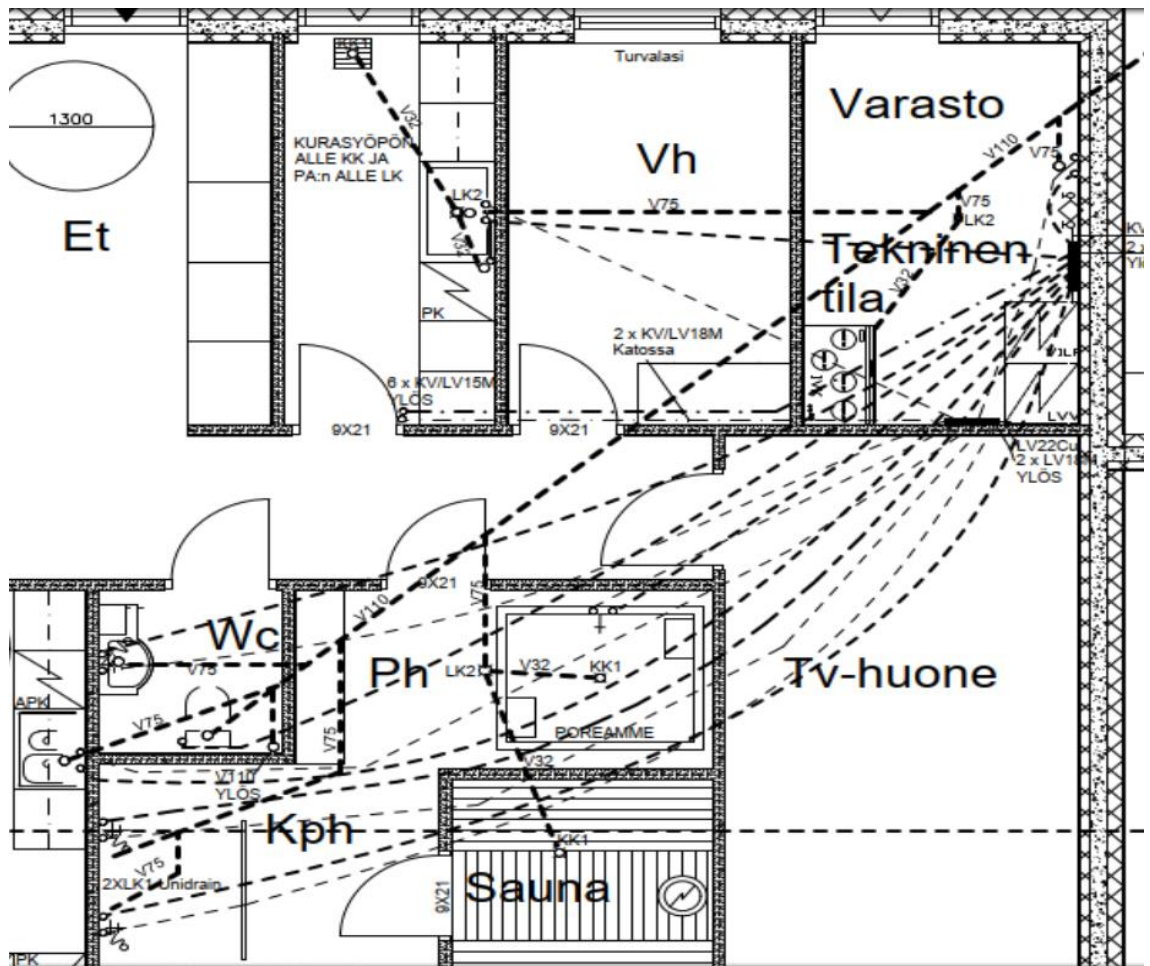
Koska talon päähän tehtävä autotalli on eri paloaluetta, päätettiin sen ilmavaihto toteuttaa erillään muusta talosta. Autotallista viedään poistoputki katolle, jonne asennetaan huippuimuri Vilpe E120P. Huippuimurin ohjausyksikkö sijoitetaan autotallin seinälle. Autotallin nosto-ovien alaosaan asennetaan korvausilmaventtiilit. Näin vältetään turhilta rakenteiden läpimenoilta.

5.3.2 Vesi- ja viemärisuunnitelmat

Vesi- ja viemärisuunnitelmissa päädyttiin siihen, että alakerrassa on helpointa asentaa muoviset vesijohdot suojaputkissa lattian eristelevyihin. Levyihin koverretaan putkille sopivat urat. Kylmävesijohdot sijoitetaan alempaan ja lämminvesijohdot ylempään eriste-kerrokseen.

Päällimmäiseksi valun alle tulevat lattialämmityspotket. Molemmat putkistot paineistetaan ennen lattiavalua niiden tiiveyden varmistamiseksi. Näkyviin jäävät vesijohtoasennukset tehdään kupariputkillä.

Yläkerrassa vesijohdot asennetaan kattoon. Yläkerran kylpyhuoneet ovat märkätiloja, joten putket on tuotava kalusteille väliseinien sisällä ja näin vesieriste tarvitsee lävistää ainoastaan hanakulmarasioiden kohdalta. Lisäksi WC-istuimien vesijohdot haaroitetaan pinta-asennuksena pesualtaalta ja näin myös minimoidaan tarve rikkoa vesieristystä hanakulmien kohdalla. Kuvassa 6. on esitetty esimerkkikohteen vesi- ja viemärisuunnitelma.



Kuva 6. Esimerkkikohteen vesi- ja viemärisuunnitelma [21.]

Vesikalusteet kytketään hanakulmarasioita käyttäen. Allaskaapeissa voidaan liitos muoviputkista kupariputkiin tehdä myös ilman hanakulmarasioita, mutta tällöin on putket kannakoitava riittävän tukevasti liitoksen molemmilta puolin. [10.];[11.]

Kuvassa 7. on esitetty esimerkkikohteen vesikalusteluettelo, jossa on myös laskettu vesisijoitojen normivirtaamien summat. [10.]

				Virtaama	
Tila	Vesikaluste	Malli	LVI numero	KV	LV
1.kerros					
WC	Pesuallashana	Oras Optima - Pesuallashana	8110147	0,1	0,1
WC	Pesuallas	Pesuallas Ido Glow 560mm	5611062		
WC	WC-istuin	WC-laite Ido Glow 60	5650181	0,1	0,1
KHH	Pesukonehana	Laskuhana G3/4X1/2 ORAS	6219430	0,2	
KHH	Pesuallashana	Oras Optima - Pesuallashana	8110147	0,1	0,1
KHH	Pesuallas	Pesuallas Ido Glow 560mm	5611062		
KHH	Lattiakaivo	Vieser One pystykaivo/Kurasyöppö	3315935		
SAUNA	Kuivakaivo	Vieser One kuivakaivo	3315942		
KPH	Lattiakaivo	Unidrail	3315935		
PH	Suihku1	Kylpyhana Suihkusetti Oras Optima	6318050	0,2	0,2
PH	Suihku2	Kylpyhana Suihkusetti Oras Optima	6318050	0,2	0,2
KEITTIÖ	Keittiöhana	Oras Optima keittiöhana autom. pesukoneventtiili	6219072	0,2	0,2
KEITTIÖ	Astianpesuallas	Upotettava allas Euroform EFX 620	5923606		
TEKNINEN	Lattiakaivo	Vieser One pystykaivo	3315935		
TEKNINEN	Pesuallas		3315942	0,1	0,1
				1,2	1,0
Yhteensä				KV	LV

2. Kerros					
KPH Iso	WC-istuin			0,1	
KPH Iso	Kattosuihku			0,2	0,2
KPH Iso	Ammesuihku	Kylpyamme		0,2	0,2
KPH Iso	PA1			0,1	0,1
KPH Iso	PA2			0,1	0,1
KPH Pieni	WC-istuin			0,1	
KPH Pieni	PA1			0,1	0,1
KPH Pieni	PA2			0,1	0,1
KPH Pieni	Suihku			0,2	0,2
				1,2	1,0
Yhteensä				KV	LV

Yhteensä AK ja YK

2,4 2,0

Kuva 7. Esimerkkikohteen vesikalusteluettelo ja normivirtaamat [21.]

Käyttöveden ja vesikiertoisen lattialämmityksen jakotukit päätettiin sijoittaa tekniseen tilaan alas ja yläkerran käyttöveden jakotukit päätettiin sijoittaa teknisen tilan kattoon. Jokaiselle vesilaitteelle tuodaan omat putkensa suojaputkissa. Tämä helpottaa myöhemää vian määrittystä, tai mahdollisia putken korjaus- tai vaihtotöitä.

Autotalliin sijoitetaan lattiakaivo, johon viemäroidään vesi-ilmalämpöpumpun ulkoyksikön kondenssivedet. Lisäksi autotallin keskelle sijoitetaan öljynerotuskaivo, jonka purkuputki liitetään tonttiviemäriin. Vesi-ilmalämpöpumpun sisäyksikkö sijoitetaan tekniseen tilaan.

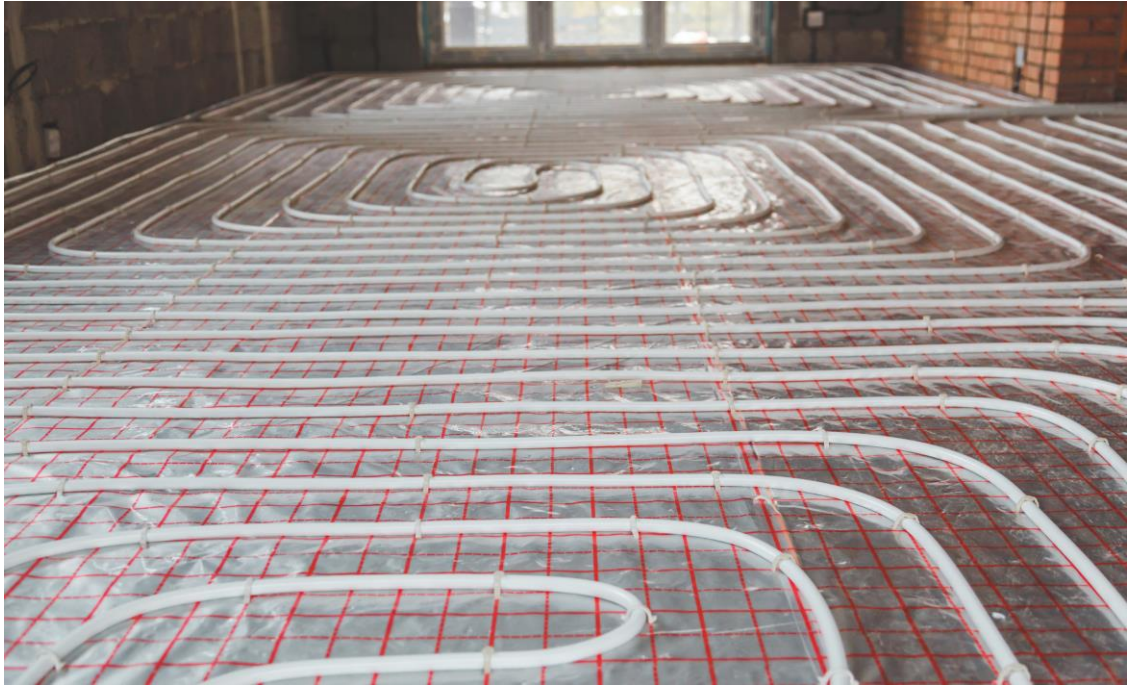
5.3.3 Lämmityssuunnitelmat

Lämpimän käyttöveden tuotantoon sekä lämmitysveden tuotantoon käytetään Vesi-ilma-lämpöpumppua NIBE Polar. Lisäksi kohteeseen asennetaan varaava takka ja myös ilmanvaihtokoneessa on ilman esilämmitys vastus. Ilmalämmitys on hyvä etenkin silloin, jos halutaan ilman lämpiävän erityisen nopeasti.

Lämmityssuunnitelmia ei yleensä vaadita rakennusluvassa erikseen ja nykykäytäntö onkin, että LVI-suunnittelija tekee ainoastaan vesi- ja viemäri- sekä ilmanvaihtosuunnitelmat, jotka yleensä vaaditaan rakennusluvassa. Lattialämmityksen suunnittelee ja asentaa yleensä siihen erikoistunut yritys. Esimerkkikohteen suunnittelutyötä aloitettaessa todettiin, että näin olisi myös helpointa menetellä tässä hankkeessa.

Lattialämmityksen suunnittelussa on huomioitava riittävä pumpputeho, jotta kuhunkin lattialämmityspiiriin saadaan riittävästi lämmintä vettä. Järjestelmän tasapainotus on tärkeää ja putket on välillä ilmattava, jotta järjestelmä toimii suunnitellulla tavalla.

Kylpyhuoneisiin päätettiin asentaa lisäksi erillinen sähköinen lattialämmitys. Tämä sen vuoksi, että esimerkiksi kesäaikaan vesikiertoinen lattialämmitys ei välttämättä ole päällä, kun lämmönsäätelytermostaatti katkaisee lämmityksen tietyn tavoitelämpötilan saavuttamisen jälkeen. Mukavuuden kannalta sekä kosteuden nopeamman haihtumisen vuoksi on kuitenkin suotavaa, että kylpyhuoneessa on erikseen sähköinen lattialämmitys, joka on helppo kytkeä päälle ja pois tarpeen mukaan. Esimerkki vesikiertoisesta lattialämmityksestä on esitetty kuvassa 7.



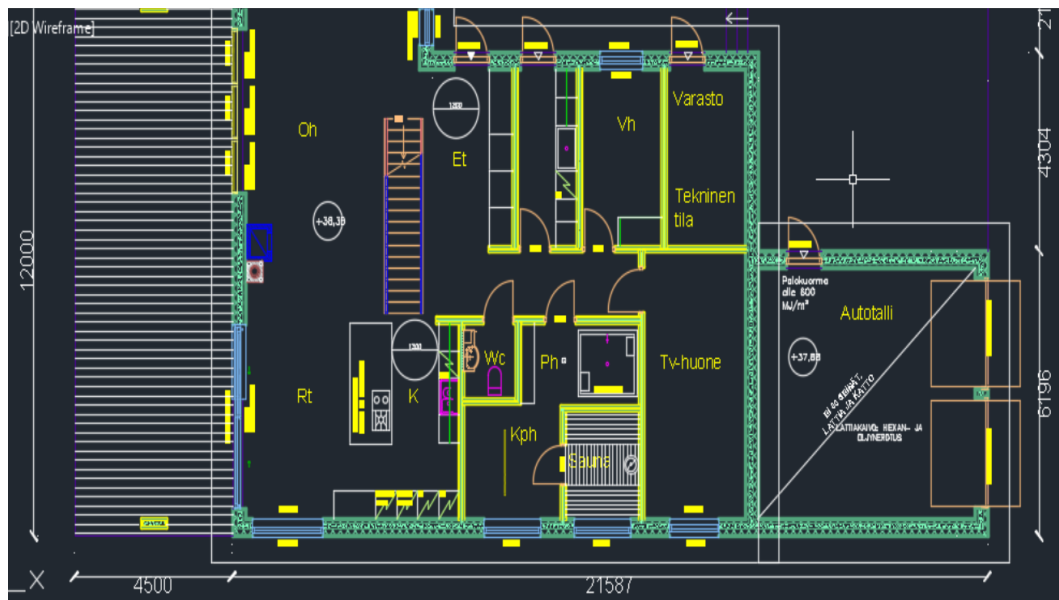
Kuva 7. Vesikiertoisen lattialämmityksen putkisto. Etelä Päijänteen LVI Oy [22.]

Peruseriaate lattialämmityksen suunnittelussa on, että kuhunkin tilaan tulee omaa lattialämmityspiirinsä. Näin jokaisen tilan lämpötilaa voidaan myös säädellä erillisesti. Putkien väli on yleensä keskellä rakennusta 200-300 mm ja ulkoseinien lähellä 150 mm.

Hyvä puoli lattialämmityksessä verrattuna patterilämmitykseen on sen parempi hyötysuhde. Tämä johtuu siitä, että meno- ja paluuveden lämpötilaero on pienempi, kuin perinteisessä patterilämmityksessä ja lämmitettävä pinta-ala on suurempi. Lisäksi lattian alla kulkevat putket eivät vie turhaa tilaa seinien läheltä, kuten patterit. [17.]

5.4 Rakennussuunnitelmat

Rakennussuunnitelmissa määritetään käytettävät rakennusmateriaalit, rungon malli, ovien ja ikkunoiden sijainti sekä huoneiden ja sähkölaitteiden sekä kiintokalusteiden, kuten kaappien sijainti pohjakuvassa. Kuvassa 8. on esitetty esimerkkikohteen pohjapiirustus.



Kuva 8. Esimerkkikohteen pohjapiirustus [19.]

Esimerkkikohte on HEVI Kivitalo, jonka betonielementit valmistetaan tehtaalla ja toimitetaan paikalle määrämittäisinä.

Rakennussuunnitelmat sisältävät yleensä seuraavat piirustukset:

- Asemapiirustus, jossa esitetään rakennuksen sijoittuminen tontille sekä maaston ja talon korkoasemat.
- Julkisivupiirustukset, jossa esitetään rakennuksen kaikki julkisivut
- Pohjapiirustus, jossa esitetään huoneiden sijoittuminen rakennuksessa sekä pääasiallisten kalusteiden paikat
- Pohjarakenne/perustussuunnitelma, jossa esitetään salaojat ja rakennuksen perustukset.
- Leikkauspiirustukset, joissa esitetään tila leikattuna esimerkiksi keskeltä.

5.4.1 Asemapiirustuksen sisältö

Piirustuksessa on esitettävä tontin rajat mittoineen, kiinteistön ja sitä rajoittavien alueiden tunnuksot, kortteleita ja tonttia koskevat kaavamerkinntät, katujen rajat ja teiden nimet, lähiympäristön kiinteistöjen rajat ja korkeussuhteet riittävän laajasti tontin tai rakennuspaikan ulkopuolella.

Lisäksi esitetään asemapiirustuksessa lähiympäristön rakennukset riittävän laajasti sekä tontille tai rakennuspaikalle rakennettavat sekä siinä olevat ja purettavat rakennukset, rakennuksen etäisyys rajoista, päämitat ulkoseinien ulkopinnoista mitattuina sekä rakennuksen kerrosluku korkeusluvin.

Lisäksi esitetään pääsy piha-alueelle, kiinteistön jalankulku- ja ajoneuvoliikennejärjestelyt sekä auto-paikkajärjestelyt, pelastustiet, luiskat, portaat, tukimuurit ja aidat, väestönsuojan uloskäynnit, kiinteistön käyttöön sekä huoltoon kuuluvat tilat ja rakennelmat sekä niiden paikat piha-alueella. Piirustuksessa esitetään myös säilytettävät istutukset ja puusto, poistettavat puut sekä istutettavat alueet, leikkipaikat, oleskelualueet ja autopaikat.

Kerrosalalaskelma esitetään tekstiosassa tai niistä laaditaan erillinen selvitys. Mittakaava asemapiirustuksessa on yleensä 1:200 tai 1:500.

LVI-asempiirustuksessa esitetään yleensä alimman viemäroidyn tason korkeusasema sekä, yleisen viemärin padotuskorkeus ja kiinteistön vesimittarin sijainti, vesijohdot ja viemärit kaivoineen, viemärien johtaminen kiinteistön rajalta yleiseen viemäriin. [23.]

5.4.2 Pohjapiirroksessa esitettävät asiat

Pohjapiirustuksessa tulee esittää rakenteet sekä niissä olevat aukot, kuilut ja roilot sekä tarvittaessa alakattojen alueet. Piirustuksessa esitetään myös vaipan ulkopuoliset ja alapohjan alaiset rakenteet ja laitteet, ovien aukeamissuunta sekä tarvittavat kynnykset sekä pääasialliset kiinteät kalusteet ja varusteet, vesipisteet ja lattiakaivot. Lisäksi ilmoitetaan huoneiden ja tilojen käyttötarkoitus, palo-osastojen rajat ja osastovien

rakennusosien paloluokat, rakennuksen osien päämitat sekä lisäksi lähelle rakennettaessa ulkoseinän ja tarvittaessa muiden rakenteiden etäisyys lähirakennuksista.

Lisäksi on esitettävä kerroksien ja tasojen korkeusasemat, sekä rakennuksen esteettömyyteen liittyen uloskäytävien ja porrashuoneiden leveys, porrassyöksyjen ja tasanteiden mitoitus, luiskien kaltevuus ja mitoitus, liikkumis- ja toimimisesteisille soveltuvien hissien mitat ja vapaa tila hissien edessä sekä liikkumis- ja toimimisesteisille tarkoitettujen WC- ja pesutilojen mitoitus. [23.]

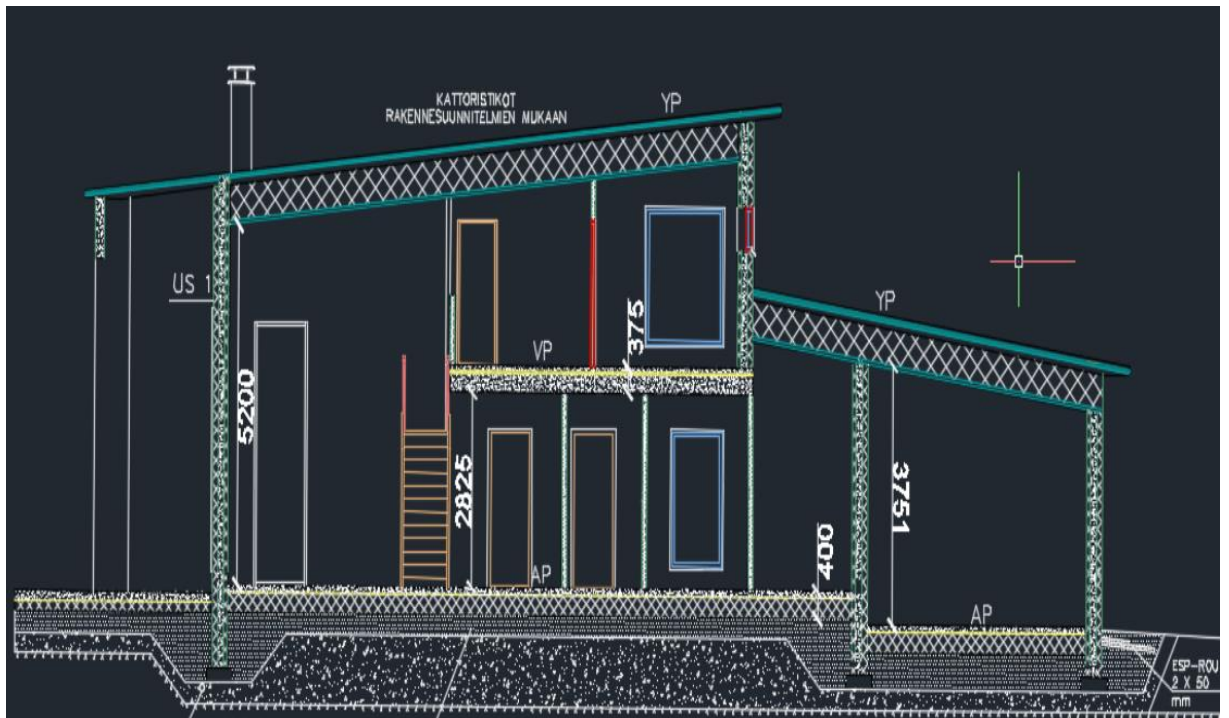
5.4.3 Leikkauspiirroksissa esitettävät asiat

Leikkauspiirroksissa esitetään rakenteet ja rakennusosat sekä niissä olevat aukot ja ulkonemat, portaat, luiskat, hissi- ja muut kuilut sekä parvet. Lisäksi esitetään tarvittaessa alakatot sekä vaipan ulkopuoliset rakenteet ja rakennusosat kuten räystäät. Leikkauspiirustuksesta tulee käydä ilmi rakennuksen ja sen osien sekä rungosta ulkonevien osien pysty- ja vaaka suuntaiset päämitat, kerroskorkeudet ja tarvittavat kerrosten ja tasojen korkeusasemat, vapaa korkeus ulkonemien alla sekä ajo- ja kulkuaukkojen vapaa korkeus.

Edellä mainitun lisäksi esitetään leikkauksissa usein myös tilojen ja kulkuväylien vapaa korkeus, ylä-, väli- ja alapohjien rakenteiden kokonaismitat, maanpinnan ja julkisivupinnan leikkauskohdan, julkisivupinnan ja vesikaton pinnan leikkauskohdan, sokkelin, räystäätään, vesikaton harjan tai muun ylimmän osan korkeusasemat korkeuslukuina tai tarvittaessa korkeusmittoina maanpinnasta, lisäksi ilmoitetaan myös vesikaton kaltevuus;

Leikkauksessa voidaan esittää tarvittaessa myös maanpinnan nykyinen ja suunniteltu taso sekä rakenteen ulkonemat, kuilut ja tukimuurit sekä salojien sijainti rakennuksen välittömässä läheisyydessä ja piha-alueen pinta korkeusasemineen. [23.]

Kuvassa 9. on esitetty esimerkkihankkeen leikkauspiirustus.



Kuva 9. Esimerkkikohteen leikkauspiirustus [19.]

Kolmiulotteinen tietomalli on tässäkin suhteessa hyvä, koska siitä on helppo tulostaa tai ottaa kuvakaappauksia erilaisista leikkauksista.

5.4.4 Julkisivupiirrokset

Julkisivupiirustukset laaditaan kohtisuorina projektiaina, joissa ilmoitetaan ilmansuunta, johon julkisivu näkyy. Piirroksien havainnollistamiseen soveltuu pintojen tasoeroja selkeyttävä läpikuultava varjostus. Julkisivupintojen materiaalit ja värit merkitään tekstein ja niitä voidaan tarvittaessa havainnollistaa mallein. [23.]

5.5 Sähkösuunnitelmat

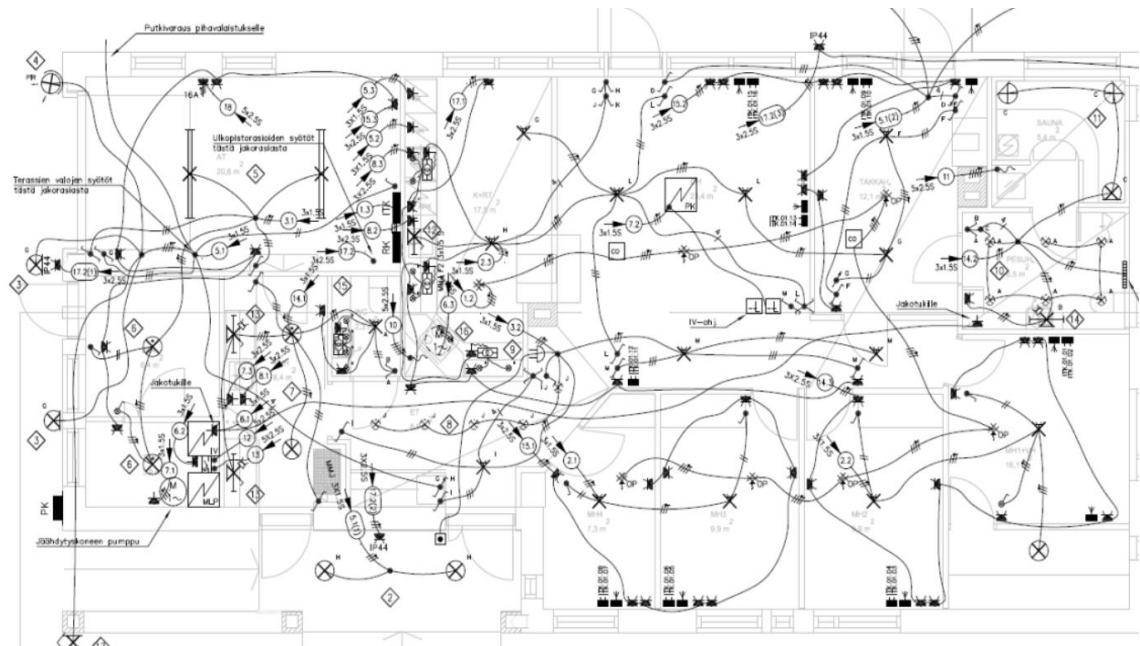
Sähkösuunnitelmat sisältävät yleensä seuraavat piirustukset:

- Asemapiirustus, jossa esitetään rakennuksen sijoittuminen tontille ja ulkona olevat aluesähköistykset: ulkona sijaitsevan keskuksen paikka ja maahan asennettavien sähkö- ja telekaapelien paikat, ulkovalaisimet, auton lämpötolpat sekä liitoskohdat sähköverkkoon ns. katujakokaappi.
- Tasopiirustukset, joissa esitetään johdotukset ja valaisimien sekä pistorasioiden sekä sähkölaitteiden paikat ja tehon tarpeet. Kutsutaan myös asennus- ja ryhmityspiirustukseksi, jonka mittakaava on yleensä 1:50, kuten LVI-tasokuvissa. Tarvittaessa eri järjestelmistä esimerkiksi tietotekniikan kaapeloinnista tehdään oma tasokuvansa.
- Järjestelmäkaaviot
- Valaistussuunnitelma, jonka saattaa usein tehdä myös sisustussuunnittelija. Sähkösuunnittelija vastaa teknisestä toteutuksesta.
- Työselostus, jossa kerrotaan, mitä materiaaleja käytetään ja kuinka asennustyö tulisi suorittaa. [23.]

Sähkösuunnittelijan rooli LVI-rajapinnassa on sellainen, että LVI-suunnitelmista tutkitaan, mitä laitteita kentällä tarvitaan ja mitkä ovat niiden syöttöjen ja kaapelointien tarpeet. Tämä voi toisinaan vaatia paljon vuorovaikutusta sekä LVI-suunnittelijoiden, että laitetoimittajien kanssa. [20.]

Sähkösuunnittelijan tulisi sovittaa LVI-kuva sähkötasokuvaan ja tehdä törmäystarkastelua 2D-tasolla. Joskus isommissa kohteissa myös kolmiulotteisena, mikäli kolmiulotteinen tietomalli kohteesta on olemassa. Tämän lisäksi sähkösuunnittelun vastuulle on usein tullut myös talotekniikan ohjausten suunnittelu ja toteutus sekä erilaisten järjestelmien yhteensopivuuden varmistukset. Lisäksi sähköpuolella, kuten LVI-puolellakin joutuu usein tekemään myös loppukäyttäjälle jonkinlaista ohjeistusta, joka sisältää myöslotekniikan LVI-puolen asioita. [20.]

Kuvassa 10. on esimerkki sähkötasopiirustuksesta.



Kuva 10. Sähkötasopiirros. [24.]

Sähkösuunnittelijan olisi hyvä koostaa sähköistä talokansiota, joka sisältää sähköisten laitteiden asennus- ja käyttöohjeet, joskus myös huolto- ja takuuasiat. Tähän voi sisällyttää myös kodinkoneet.

Kohteen sähkösuunnitelmista muodostui työläs urakka johtuen hankkeen monipuolisuu-
desta, sekä tilaajan kovasta vaatimustasosta. Lisäksi ongelmia aiheuttivat osittain muu-
tokset kesken suunnittelun. Usein ongelmana on myös se, että maallikkorakentaja mie-
lipide muuttui kuin tuuliviiri. Rakennuttajaa tulisikin tiedottaa hankkeen alussa tietyistä
reunaehdoista ja ratkaisuista suunnittelussa. [20.]

6 Yhteenveto

Tässä opinnäytetyössä on tutkittu, kuinka suunnittelijoiden välistä yhteistyötä voitaisiin parantaa, syventää ja helpottaa. Tärkeäksi ovat osoittautuneet yhteiset ennalta sovitut toimintatavat sekä yhteensopivat ohjelmistot ja tiedostoformaattit.

Riittävän tehokas kommunikointi ja eri osapuolten jatkuva tiedottaminen ovat välttämättömiä, jotta yhteinen suunnitteluhanke etenisi. Yksittäisen suunnittelijan kannalta on erittäin turhauttavaa, jos oma työ seisoo keskeneräisenä, kun puuttuvia tietoja ei syystä tai toisesta saa toiselta suunnittelijalta, tilaajalta, viranomaiselta tms. taholta.

Väärillä tai puutteellisilla lähtötiedoilla tehtyä suunnitelmaa joudutaan jälkeempään korjaamaan. Turhan huonosta tiedottamisesta johtuvan työn tekeminen on turhauttavaa, aikaa vievää ja siitä aiheutuu turhia kustannuksia ja viivästyksiä koko hankkeelle.

Koko rakennushankkeen kannalta on äärimmäisen tärkeää, että suunnittelijoiden sekä muiden hankkeen keskeisten osapuolten välillä on sujuva yhteistyö ja kommunikointi. Vanha sanonta, ”Hyvin suunniteltu on puoliksi tehty” pitää edelleen paikkansa.

Lisäksi on huomioitava, että hankkeen suunnitteluvaiheessa saataisiin kaikki erikoissuunnittelijat mukaan hankkeeseen mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Ilman erikoissuunnittelijoiden taloteknistä asiantuntemusta voivat LVISA asiat jäädä vaille riittävää huomiota arkkitehtisuunnittelussa.

Myös tilaajan ja rakennuttajan toiveita ja näkemyksiä tulisi kuunnella mahdollisimman tarkasti. Usein isommissa hankkeissa olisi hyvä olla projektipäällikkö, joka ohjaa rakennushankkeen suunnittelua ja koordinoi suunnittelijoiden välistä yhteistyötä, sekä suunnitelmien yhteensovittamista.

Lähteet

- 1 Santeri Naumanen, Diplomityö. Hyvän suunnittelun vaikuttavuus rakennushankkeen onnistumiseen. 2015.
- 2 Designing to reduce construction costs, Paulson Jr 1976.
- 3 Wikipedia Foundation. Ilmainen tietosanakirja internetissä www.fi.wikipedia.org/wiki/Sähköposti, luettu 20.10.2019
- 4 Whatsapp Inc verkkosivut, www.whatsapp.com, luettu 05.11.2019
- 5 Wikipedia Foundation. Ilmainen tietosanakirja internetissä IFC, BIM tietomallit, luettu 29.10.2019
- 6 Tekla Oyj verkkosivut, www.tekla.com/fi/tietoa-meistä-bim, luettu 06.11.2019
- 7 Dropbox Inc. verkkosivut, <http://www.dropbox.com>, luettu 20.10.2019
- 8 Evolta Oy:n ylläpitämä kuntien rakennusvalvontavirastojen käytössä oleva sähköinen palvelu, www.lupapiste.fi , luettu 15.10.2019
- 9 Suomen Rakentamismääräyskokoelman osa D1 Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot. Määräykset ja ohjeet 2007.
- 10 Suomen Rakentamismääräyskokoelman osa D2 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2003.
- 11 1047/2017 Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistosta
- 12 FINVAC Ry Opas asuinrakennuksen Ilmanvaihdon mitoitukseen 2017.
- 13 RT21778/LVI 00644 Rakentamismääräysten tärkeimmät muutokset 2019.
- 14 AutoCAD Pikaopas 2011 AN-CADSOLUTIONS
- 15 LVI-kortti. LVI 03-10522. Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo RAK12.
- 16 Uponor PEX- Käyttövesijärjestelmä. Suunnittelu- ja asennusohje
- 17 Uponor Lattialämmitys. Asennus- ja käyttöohje

- 18 Pelican Enervent. Suunnittelu-asennus- ja käyttöohjeet.
- 19 Insinööritoimisto Arto Laakkonen Oy
- 20 Tmi Sähköinen Suunnittelu Rantanen
- 21 Arto Huhtasen valokuvat ja taulukot
- 22 Etelä Päijänteen LVI Oy:n verkkosivut, www.paijanteenlvi.fi Kuva 7. Vesikiertois-
sen lattialämmityksen putkisto. Luettu 5.11.2019
- 23 Suomen Rakentamismääräyskokoelman osa A2, Rakennuksen suunnittelijat ja
suunnitelmat
- 24 Sähkösuunnitelman sisältö ja piirustusten tietosisällöt, Jarno Nurmio
- 25 Wikipedia Foundation. Ilmainen tietosanakirja internetissä, [www.fi.wikipe-
dia.org/wiki/näyttökuva](http://www.fi.wikipedia.org/wiki/näyttökuva) 10.11.2019
- 26 Jaakko Aumala, Diplomityö; CAD-informaation kulku ja sen haasteet rakennus-
suunnittelussa