



Olli Eloranta

# LVI-suunnittelun malliprojektipohja uudisrakentamisen asuinrakennushankkeisiin

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (YAMK)

Talotekniikka

Opinnäytetyö

31.10.2022

# Tiivistelmä

Tekijä: Olli Eloranta  
Otsikko: LVI-suunnittelun malliprojektipohja asuinrakennushankkeisiin  
Sivumäärä: 38 sivua + 2 liitettä  
Aika: 31.10.2022

Tutkinto: Insinööri (YAMK)  
Tutkinto-ohjelma: Talotekniikka  
Ammatillinen pääaine: LVI-tekniikka  
Ohjaajat: Yliopettaja Aki Valkeapää

---

Tutkimustyön tarkoituksena oli selvittää tilaajien ja suunnittelijoiden tarpeet ja tahtotilat projektin aloitusvaiheesta ja käydä läpi niin sanotut toistuvat puutteet/virheet, jotka syntyvät jo projektin alkumetreillä.

Työssä teetettiin kyselytutkimus, jolla selvitettiin tilaajien ja työntekijöiden näkemyksiä suunnitelmien laadusta.

Työssä muodostettiin tilaajakohtaiset peruserrosmallit, jotka oli räätälöity juuri heidän suunnitteluohjeistusten ja omien intressien mukaisiksi. Mallien lisäksi tehtiin lyhyt kirjallinen ohjeistus sekä PDF-tiedostot.

Tavoitteena oli myös saada aikaan uudenlainen kehitysympäristö, johon sekä suunnittelija että tilaajat pääsevät vaikuttamaan. Samaista ympäristöä pyritään jatkossa käyttämään uusien työntekijöiden perehdyttämiseen

Tärkeänä osana työtä oli etsiä vakioituja ratkaisuja peruserrokseen yhteistyössä tilaajan kanssa.

Avainsanat: talotekniikka, LVI-suunnittelu, laatu, malliprojekti, tietomallintaminen, kehittäminen

## Abstract

Author: Olli Eloranta  
Title: Project Template for HVAC Design for Residential Buildings  
Number of Pages: 38 pages + 2 appendices  
Date: 31 October 2022

Degree: Master of Engineering  
Degree Programme: Building Services Engineering  
Supervisors: Aki Valkeapää, Principal Lecturer

---

The goal of this thesis was to study the needs and desires of both clients and designers in the early stages of a planning process. The aim was to find and recognize frequent faults and mistakes that appear in the early stages of planning work. Furthermore, a goal was to create a new design environment for the new employee introduction process, and to innovate new ideas with the customers.

A survey was made to collect the opinions of the designers and clients about the current quality of the HVAC plans. The key point was to collaboratively create better model solutions for the design of basic floor models with the customers.

The customer specific basic floor BIM models were tailored to meet their planning guidelines and other interests. Naturally, the models need to be updated regularly. In addition, a PDF prints and a short design manual were produced. The documents are used to train new employees.

Keywords: HVAC, HVAC of residential apartment buildings, quality

# Sisällys

## Lyhenteet

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | Johdanto  | 1  |
| 2     | Prosessiajattelu  | 2  |
| 3     | Laadunvarmistus   | 3  |
| 3.1   | Perehdyttäminen   | 5  |
| 3.2   | Kouluttaminen   | 6  |
| 3.3   | Testialusta   | 6  |
| 3.4   | Määräykset ja ohjeet  | 7  |
| 3.5   | Nykytilanteen selvittäminen   | 8  |
| 4     | Tutkimusmenetelmät  | 9  |
| 4.1   | Työntekijöiden kyselytutkimus                                       | 9  |
| 4.2   | Tilaaajien kyselytutkimus   | 10 |
| 4.3   | Kyselyiden johtopäätökset   | 12 |
| 5     | Järjestelmäkuvaukset, lähtötiedot, pilottihankkeet ja ongelmakohdat | 14 |
| 6     | Projektien lähtötiedot  | 16 |
| 6.1   | Suunnitteluohjeet   | 16 |
| 6.2   | Järjestelmäkuvaukset  | 16 |
| 6.3   | Lähtötietolomakkeet   | 16 |
| 6.4   | Pilottihankkeet   | 17 |
| 6.5   | Tietomallit ja tietomalliohjeet                                     | 17 |
| 7     | Vakioidut ratkaisut   | 19 |
| 7.1   | Materiaalit   | 19 |
| 7.2   | LVI-Suunnitelmat  | 19 |
| 7.2.1 | Ilmanvaihto   | 20 |
| 7.2.2 | Lämmitys  | 20 |
| 7.2.3 | Vesijohdot ja viemärit  | 20 |
| 7.2.4 | Hormit, nousureitit, rakenteet                                      | 21 |
| 7.2.5 | Tekstiosat, kaluste- ja materiaaliluettelot ja työselostus          | 23 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 8     | Malliprojektit                         | 24 |
| 8.1   | Tilaaaja A                             | 24 |
| 8.1.1 | Rakenteet                              | 24 |
| 8.1.2 | Lämmitysjärjestelmä                    | 25 |
| 8.1.3 | Vesi- ja viemärijärjestelmä            | 25 |
| 8.1.4 | Ilmanvaihtojärjestelmä                 | 27 |
| 8.1.5 | Hornit                                 | 27 |
| 8.1.6 | Suunnitteluohjeet                      | 28 |
| 8.2   | Tilaaaja B                             | 29 |
| 8.2.1 | Rakenteet                              | 29 |
| 8.2.2 | Lämmitysjärjestelmä                    | 29 |
| 8.2.3 | Vesi- ja viemärijärjestelmä            | 30 |
| 8.2.4 | Ilmanvaihtojärjestelmä                 | 31 |
| 8.2.5 | Hornit                                 | 32 |
| 8.2.6 | Suunnitteluohjeet                      | 32 |
| 9     | Lopputuote                             | 33 |
| 9.1   | Kirjallinen osuus                      | 33 |
| 9.2   | Mallipohjat                            | 34 |
| 9.3   | Tietomalli                             | 34 |
| 9.4   | Kehitysalusta                          | 35 |
| 10    | Projektin tulevaisuus                  | 35 |
| 11    | Yhteenveto                             | 36 |
|       | Lähteet                                | 38 |
|       | Liitteet                               |    |
|       | Liite 1: Kyselytutkimus työntekijöille |    |
|       | Liite 2: Kyselytutkimus tilaajille     |    |

## Lyhenteet/Käsitteet

IFC: *Industry Foundation Classes*. Rakennusalan standardi oliopohjaisen tiedon siirtoon tietokonejärjestelmästä toiseen

Tietomalli: Tietomallilla tarkoitetaan digitaalisessa muodossa olevan rakennelman 3-ulotteista esittämistä ominaisuustietoineen. Ideaalitulanteessa yhden mallin avulla pyritään hallinnoimaan rakennelman elinkaarta aina suunnittelusta toteutukseen ja ylläpidon kautta purkamiseen.

Peruskerros: Rakennuksessa toistuvasti esiintyvä kerrostyyppi.

KPH: Kylpyhuone

VAK: Rakennusautomaatiojärjestelmän valvonta-alakeskus

LVI: Lämmitys-, vesijohto- ja ilmanvaihtotekniikka

# 1 Johdanto

Rakennusala on jatkuvassa kehityksessä muuttuvien määräyksien ja vaatimusten takia. Tämä vaatii suunnitteluprosessien jatkuvaa kehitystä ja suunnittelijoiden aktiivista kouluttautumista.

Tilaaajien tahtotilat muuttuvat, kun aiemmat hankkeet valmistuvat, ja halutaan aina hieman parantaa tai tehostaa toimintatapoja seuraaviin hankkeisiin. Myös rakentamiseen liittyvät asetukset, ohjeet ja standardit tuntuvat olevan jatkuvassa myllerryksessä, kun rakennuksista halutaan energiatehokkaampia ja käyttäjäystävällisempiä. Samalla markkinoille tulee uusia, entistä parempia tuotteita ja vanhat tuotteet poistuvat markkinoilta mikä aiheuttaa luonnollisesti muutoksia suunnitteluun.

Tutkimustyön tarkoituksena on selvittää tilaajien ja suunnittelijoiden tarpeet ja tahtotilat projektin aloitusvaiheesta ja käydä läpi niin sanotut toistuvat puutteet ja virheet, jotka syntyvät jo projektin alkumetreillä. Tavoitteena on myös saada aikaan uudenlainen kehitysympäristö, johon sekä suunnittelija että tilaajat pääsevät vaikuttamaan. Tärkeänä osana työtä on etsiä vakioituja ratkaisuja peruserroksen yhteistyössä tilaajan kanssa.

Tämän työn tavoitteena on saada aikaan malliprojekti, joka toimisi työkaluna:

- Nykyisten työntekijöiden kouluttamiseen
- Uusien työntekijöiden perehdyttämiseen
- Tilaajien tahtotilojen toteuttamiseen
- Uusien ratkaisuiden kokeilualustana
- Tilaajan ja suunnittelijan yhteisymmärryksen löytämiseen
- Vakioitujen ratkaisuiden löytämiseen

Malliprojekti pitää sisällään:

- Peruserroksen LVI-suunnitelmat
- Lyhyt kirjallinen ohjeistus
- Peruserroksen tietomalli

Työ tehdään Insinööritoimisto Entalconille yhteistyössä sen kahden tilaajan sekä Entalconin työntekijöiden kanssa. Insinööritoimisto Entalcon on perheyritys, joka on toiminut alalla 40 vuotta.

Työ tullaan rajaamaan LVI-suunnitteluun ja asuinrakentamiseen. Tästä työstä rajataan pois korkearakentaminen ainakin toistaiseksi. Työssä käsitellään siis alle 10-kerroksisia asuinrakennuksia ja niiden vakioituja ratkaisuja. Työssä on myös tarkoitus selvittää Entalconin toimintamalleja ja prosesseja.

## 2 Prosessiajattelu

Mikä tahansa muutos tai kehitys voidaan luokitella prosessiksi. Prosessi voi olla yksittäinen asia tai monimutkainen monista prosesseista muodostuva kokonaisuus.

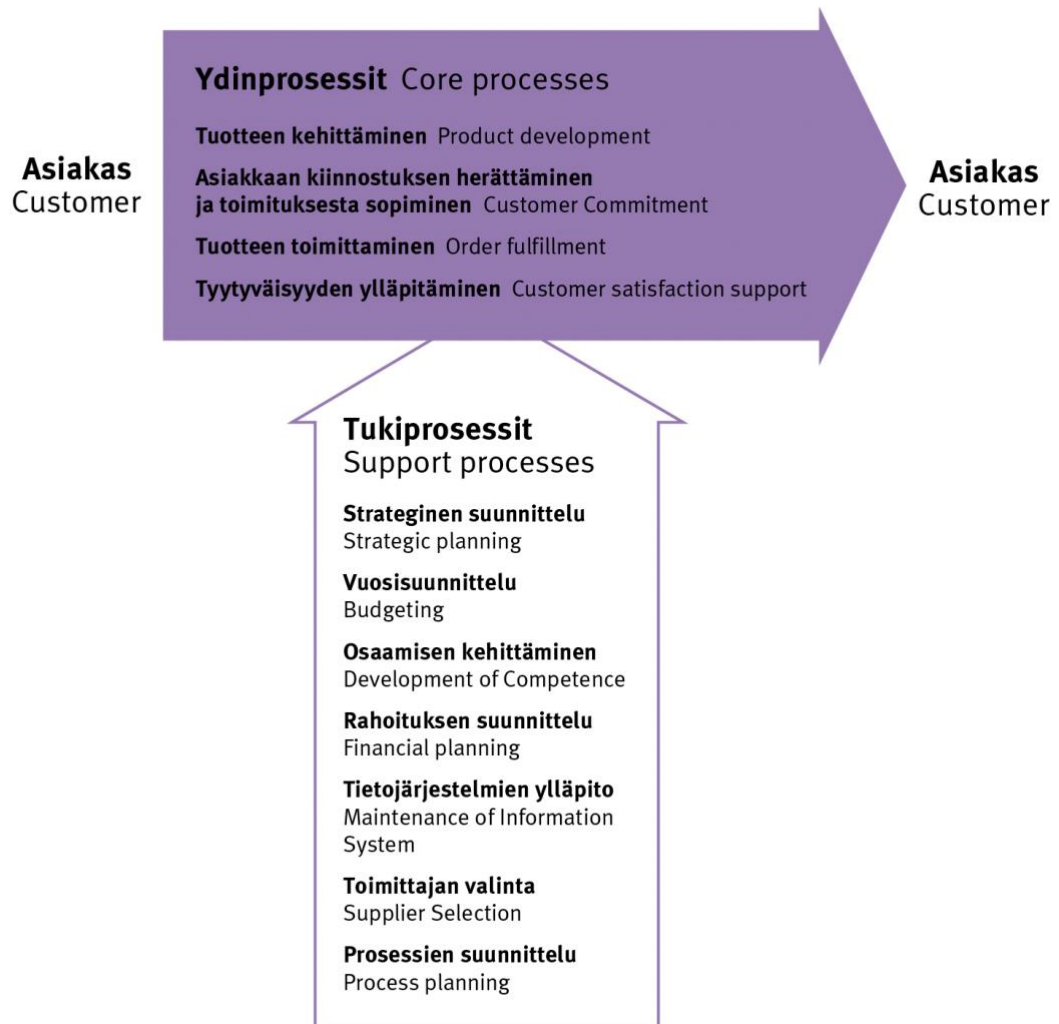
Toimintaprosessi koostuu joukosta loogisesti toisiinsa liittyvistä toiminnoista ja niiden toteuttamiseen tarvittavista resursseista, joiden avulla saadaan aikaan toiminnan tulokset. Toiminnan lisäksi prosessi - käsitteessä tulee huomioida myös resurssit eli toiminnan toteuttajat sekä tuotokseen liittyvä suorituskyky. Prosessiajattelussa palautteen hyödyntäminen on erittäin tärkeää. Se mahdollistaa prosessin jatkuvan parantamisen. [1]

Työelämässä prosessien tunnistaminen ja ymmärtäminen on tärkeää, mutta ne pitää myös saada käytännössä toteutettua. Näitä varten tulee olla hyviä työkaluja, ohjeita ja malleja, joiden avulla saadaan aikaan tekemisen perusta. Prosessin ideana on siis luoda jotain pysyvää ja toistuvaa, jota voidaan sen jälkeen kehittää ja parantaa.

Ydinprosessit ovat koko ketjun läpi menevä prosessi, joka kulkee suoraan tilaajalle tai asiakkaalle. Ydinprosessi alkaa tilaajasta ja päättyy tilaajalle tai sen sidosryhmälle. Ydinprosessit tuottavat tilaajalle heidän haluamiaan tuotteita ja muodostavat kassavirran prosessia suorittavalle yritykselle. [2]

Insinööritoimisto Entalconissa pääprosessi on LVI-suunnitelmien tekeminen tilaajalle. Ydinprosessi on luoda esimerkiksi rakennusosa-arviosuunnitelmat, joka antaa rakennuttajalle kustannusarvion, jotta rakennuttaja voi edetä hankkeensa kanssa urakkalaskentavaiheeseen. Peruskerroksen suunnittelun ja osaamisen kehittäminen

toimii tässä tukiprosessina. Samaan aikaan tuotteen kehittäminen on myös ydinprosessi. Sivun 3 kuvassa 1 on esitetty ajatusmalli ydin- ja tukiprosesseista. Yritys tuottaa ydin- ja tukiprosesseja, jotta asiakas saa haluamansa palvelun tai tuotteen.



Kuva 1. Ydin- ja tukiprosessit [3. s.123].

### 3 Laadunvarmistus

Rakentamisen laatu on ollut otsikoissa viime aikoina. Se puhuttaa paljon. Seppo Mölsä kirjoitti artikkelissaan Laaturvirheet lähtevät jo suunnittelusta [4], joka julkaistiin Rakennuslehdessä 2015, että Ralan 1747 kohteesta keräämä projektipalaute vahvistaa käsitystä, että rakennusprojektin laatuongelmat lähtevät usein jo suunnitteluvaiheesta.

Nykyrakentamisessa hanketta on kiire lähteä rakentamaan jo ennen kuin se on suunniteltu valmiiksi. Suunnittelijat kokevat, että he eivät saa tilaajalta riittävän ajoissa lähtötietoja, mikä näkyy sitten suunnitelmien puutteina ja aikataulun pettämisenä.[4]

ISO-9000-standardi määrittää laatutermin seuraavasti: se, missä määrin luontaiset ominaisuudet täyttävät vaatimukset [5, s. 20]. Laatu käsitteenä sisältää monia eri tarkastelukulmia, jotka ovat toisiaan täydentäviä, ei pois sulkevia. Näitä tarkastelukulmia ovat valmistuslaatu, tuotelaatu, arvolaatu, asiakaslaatu ja ympäristölaatu. LVI-suunnittelutyössä näistä lähes jokainen tarkastelukulma on tärkeä. Valmistuslaadulla käsitetään tavanomaista laadunvalvontaa. Tuotelaatu korostaa suunnittelun osuutta laadun määrittämiseen. Arvolaatu ottaa huomioon kustannushyötysuhteen. Asiakaslaatu tarkoittaa asiakkaan tarpeiden ja odotusten täyttämistä. Ympäristölaatu mittaa laatua ympäristön ja yhteiskunnan kannalta. ”Pitkällä tähtäyksellä laatu merkitsee yrityksen eloonjäämistä ja työpaikkojen säilymistä” [5. s. 25].

Hyvä laatu vaikuttaa yrityksen katteeseen ja kannattavuuteen positiivisesti. Kun yritys ja sen tuotteen laatu täyttää asiakkaan tarpeet, vaatimukset ja odotukset, asiakastyytyväisyys lisääntyy. Lisääntynyt asiakastyytyväisyys lisää mahdollisten uusien asiakkaiden saamista. Hyvä laatu ja tyytyväiset asiakkaat antavat vapauden vapaampaan hinnoitteluun. [6. s. 24]

Laadunvarmistus ja laadunhallintajärjestelmä on tärkeä työkalu, jolla yrityksen toimintaa voidaan seurata ja kehittää. Insinööritoimisto Entalconissa on käytössä laatujärjestelmä, joka on kehitetty vuonna 1991. Laatujärjestelmä käsittää normaalin suunnitteluprosessin, ja se ohjaa myös kustannustehokkaaseen suunnitteluun. Laatukirja on jäänyt ajan saatossa vähälle päivittämiselle, mutta pääperiaatteet ovat pysyneet kuitenkin samoina. Aikataulutilanne sekä resurssointi käsitellään yrityksessä säännöllisillä projektipäällikkökokouksilla, ja yrityksen pitkän tähtäimen strategiaa kehitetään johtoryhmän palavereissa kerran kvartaalilla. Laatujärjestelmän päivittäminen tähän päivään olisi varmasti paikallaan ja hyvä lopputyön aihe.

### 3.1 Perehdyttäminen

Perehdytyksellä on tarkoitus varmistaa, että työntekijä oppii tuleviin työtehtäviin ja sopeutuu mahdollisimman hyvin olemassa olevaan työyhteisöön. Hyvällä perehdytyksellä yrityksen on mahdollista saavuttaa merkittäviä etuja. Se on yksi yrityksen tärkeimmistä ja kalleimmista prosesseista. Sillä voidaan saavuttaa merkittävä kilpailuetu ja saada aikaan positiivinen mielikuva työnantajasta heti töiden alettua. Perehdytyksellä pyritään johtamaan organisaatiota kohti sen tavoitteita ja mahdollistamaan strategian toteuttamisen. [5.s.25–27]

Entalconissa perehdytetään uudet työntekijät perehdyttämissuunnitelman avulla.

Perehdyttämissuunnitelmassa on seuraavat pääotsikot:

- Tavoitekeskustelu esimiehen kanssa
- Organisaatio ja toiminta
- Perehdytysmateriaalin esittely
- Käytännön asiat
- Tietotekniikka
- Koulutusasiat
- Työsuhdeasiat
- Tilat
- Toimistorutiinit
- Turvallisuus ja tietoturva
- Työhyvinvointi, työsuojelu ja työterveys
- Yhteistoiminta
- Työtehtäviin perehtyminen

Perehdytyksessä käydään läpi yrityksen yhteiset pelisäännöt ja käytännön asiat.

Suunnittelutyö on pitkälti ongelmien ratkaisemista ja vanhojen oppien soveltamista, jolloin perehdytyksen jälkeen alkaa kouluttaminen työtehtäviin.

## 3.2 Kouluttaminen

Entalconissa työntekijöiden kouluttaminen on jatkuvaa, koska LVI-suunnittelu on jatkuvassa muutoksessa muuttuvien energiavaatimusten ja määräysten takia.

Kouluttaminen ja kouluttautuminen riippuu paljon yrityksen sisäisestä kommunikaatiosta sekä oma-aloitteisuudesta.

Entalconissa koulutuksia on tehty tietoisuuden, jotka ovat kahvitaukojen tai projektipäällikköpalaverien yhteydessä käytävien ongelmien pohtimista yhdessä. Vuonna 2022 pyritään ottamaan käyttöön case-tyyppinen esitelmä suunnittelun yhteydessä huomattavasta ongelmasta tai muutoksesta. Esitelmien avulla pyritään saamaan kaikkien suunnittelijoiden tietoisuuteen mahdolliset työmaalta tulleet palautteet, muutokset määräyksissä tai tilaajien uudet vaatimukset. Kyseisiä esitelmiä on tarkoitus järjestää kerran kuussa.

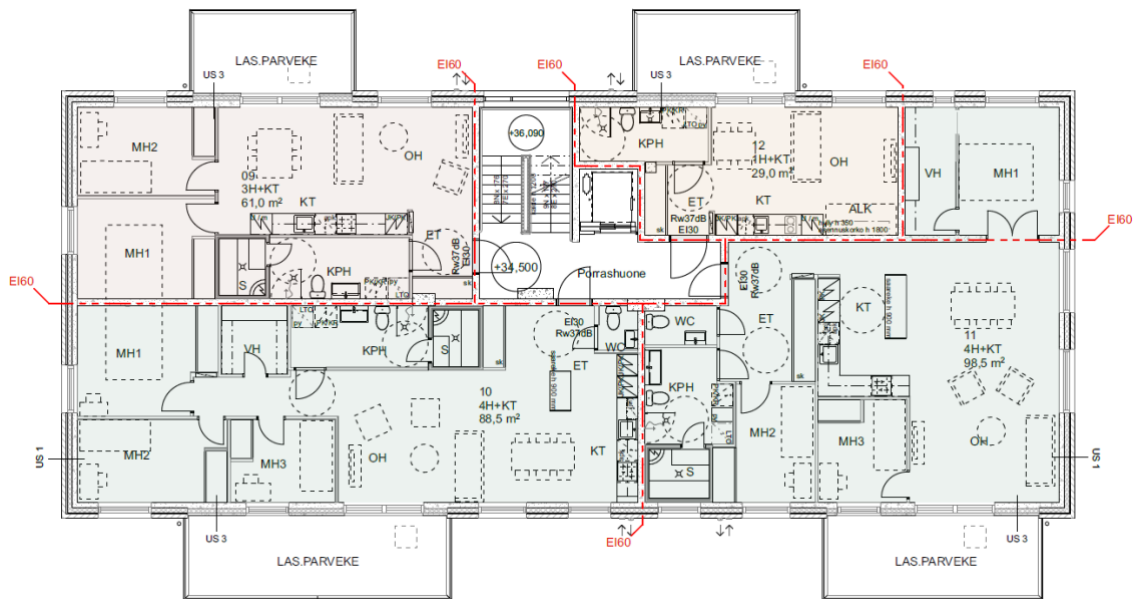
## 3.3 Testialusta

Entalconilla ei ole tällä hetkellä käytössä varsinaista testialustaa, joka toimisi ns. ”nollaprojektina”. Nollaprojekti toimisi suunnittelualustana, jossa uusia ideoita ja suunnittelutapoja voitaisiin kokeilla. Ympäristö olisi myös erittäin kätevä perehdyttämiseen, yrityksen sisäisen kouluttamisen ja laadunparannukseen.

Nollaprojektin tarve koettiin sekä suunnittelijoiden, että tilaajien puolesta olennaisena ja tarpeellisena ympäristönä. Nollaprojektissa voidaan mennä detaljitason suunnitteluun tarkemmin kuin mitä normaalissa suunnitteluprojektissa mennään. Ympäristössä on helppo tutkia esimerkiksi, kuinka paljon suunnittelu-aikaa kuluu enemmän, jos suunnittelun viimeistelyn tasoa lisätään, tai millaisia tilavarauksia toistenlaisten eristeiden tai tuotteiden käyttö vaatii. Nollaprojektissa voidaan todeta joku ratkaisu toimivaksi detaljitasolla niin ettei sitä tarvitse erikseen tutkia käynnissä olevan projektin aikana.

Nollaprojektien pohjiksi valitsin arkkitehtitoimisto Ark7:n kaksi erilaista, mutta silti saman tyylistä asuinkerrostaloa ja niiden peruserrosta. Peruserros on rakennuksessa

esiintyvä kerros, joka toistuu monessa kerroksessa. Sivun 7 kuvassa 2 on esitetty toinen valituista peruskerroksista.



Kuva 2. Asuinkerrostalon peruskerroksen arkkitehtipohja [7].

### 3.4 Määräykset ja ohjeet

Talotekniikan vanhat rakentamismääräyskokoelmat ovat pitkälti poistuneet käytöstä ja tilalle on tullut Talotekniikkainfo, jonka on tarkoitus korvata kumotut rakentamismääräykset.

Talotekniikkainfosta löytyy seuraavat oppaat sekä oppaita tukevia esimerkkejä [8]:

- Sisäilmasto ja ilmanvaihto -opas (11.6.2021)
- Vesi- ja viemärilaitteistot -opas (11.6.2021)
- Ilmanvaihdon mitoituksen perusteet (Finvac) (28.1.2020)
- Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus -opas (11.6.2021)
- Rakennuksen koneellisen savunpoiston suunnitteluopas (ei päivystä) [8]

Talotekniikkainfossa olevat tekstit sisältävät asetustekstejä sekä niistä johdettuja ohjeita. Nykyinen järjestelmä, jossa ympäristöministeriö laatii asetustekstin ja talotekniikkainfo kirjoittaa siitä opastavan tekstin, on hieman hankala käyttäjälle. Talotekniikkainfon

kommenttikentistä voi aistia suunnittelijoiden turhautumista asetusten epämääräisyydestä. Useat asetustekstit eivät ota tarkasti kantaa siihen, onko jokin asia välttämätön vai ei, ja tämä jää monesti suunnittelijan päätettäväksi. Suunnittelija esittää oman näkemyksensä paikalliselle rakennusvalvonnalle, joka joko hyväksyy tai hylkää suunnittelijan tulkinnan.

Talotekniikkainfon lisäksi on myös paikallisten rakennusvalvontojen ohjeita, kuten toptenrava.fi, joka on useiden suomalaisten kuntien palvelu, johon on koottu useiden rakennusvalvontojen ja toimijoiden yhteisiä käytäntöjä. Tältä sivustolta löytyy muun muassa suunnittelijan pätevyysiin liittyviä ohjeita sekä rakentamisen aikana tarvittavia malliasiakirjapohjia. [9] Näiden lisäksi eri kaupungeilla on myös omia ohjeita ja lomakkeita omilla sivuillaan.

Työtä tehdessä yksi paikallinen rakennusvalvonta päätti muuttaa tulkintaa huoneistokohtaisen ilmanvaihtojärjestelmän ulospuhalluksen osalta. Aiemmin talotekniikkainfon ilmanvaihto-osion kaaviota, jossa määritetään vaatimukset huoneistokohtaisille jäteilman ulospuhalluksille, tulkittiin niin, ettei ylä- tai alapuolisia parvekkeille tarvitse huomioida varoetäisyyksiä. Nyt kyseinen viranomaisen kuitenkin vaatii kolmen metrin varoetäisyyden kaikkiin ympäröiviin parvekkeisiin Talotekniikkainfon taulukon 14.3. mukaisesti [8]. Kyseinen muutos oli tehty vuonna 2020 talotekniikkainfoon, mutta se ei ollut selkeästi saavuttanut kaikkia suunnittelijoita.

### 3.5 Nykytilanteen selvittäminen

Ongelman tai kehityksen tarpeen määrittelyssä on olennaista selvittää nykytilanne. Ennen ongelmaan perehtymistä on tärkeää selvittää mikä nykytilanne on, ja miten mahdollinen ongelma nähdään yrityksen sisällä sekä sen ulkopuolella.

Entalcon ei ole kerännyt kirjallista asiakastyytyväisyys dataa vuosien varrelta, jota olisi voinut lähteä analysoimaan, joten päätin lähteä selvittämään tilannetta kyselytutkimuksella.

## 4 Tutkimusmenetelmät

Kyselytutkimuksia tehtiin kaksi, yksi työntekijöille ja yksi tilaajille. Kyselytutkimuksen otanta työntekijöiden osalta on 13 henkilöä ja tilaajien edustajilta 17 henkilöä.

Kyselytutkimuksen kysymykset ja vastausvaihtoehdot löytyvät liitteistä 1 ja 2.

Kyselytutkimus toteutettiin käyttämällä Microsoftin Forms-ohjelmaa, joka on osa Office 365:tä.

### 4.1 Työntekijöiden kyselytutkimus

Työntekijöiden kyselytutkimuksella oli tarkoitus selvittää:

- Työntekijöiden näkemys nykyisestä suunnittelun laadusta
- Vaikuttaako aikataulu suunnitelmien laatuun
- Missä vaiheessa projektia laatu kärsii eniten?
- Ovatko ongelmat toistuvia
- Onko lähtötietoja tarpeeksi saatavilla sekä niihin liittyviä puutteita
- Saako työntekijä tarpeeksi ohjausta yrityksen sisältä ja tilaajan edustajalta
- Olisiko malliprojektipohjasta hyötyä suunnittelun laadunparantamiseksi

Työntekijöiden kyselytutkimusten vastaukset:

Työntekijöiden kyselytutkimukseen osallistui 13 työntekijää. Toimistossa oli kyselyä tehdessä 19 työntekijää, joista suunnittelutyötä tekee 17 henkeä, joten otanta on 81 % työntekijöistä, kun allekirjoittanut jätetään pois laskuista.

Työntekijöiden kyselytutkimusten perusteella voi päätellä, että Entalconin työntekijät pitävät suunnitelmia hyvinä (67 %) tai välttävinä (33 %).

Laadunparantamiseen pitäisi panostaa koko projektin ajan tai urakkalaskentavaiheessa. 15 % vastaajista koki, että laatuun kannattaa panostaa peruserosvaiheessa.

Suurin osa vastaajista koki, että suunnitelmissa esiintyvät ongelmat toistuvat osittain projekteista toiseen.

Aikataulujen suhteen vastaukset jakautuivat tasan. Osa oli sitä mieltä, että aikataulut ovat sopivia, kun osa piti niitä liian tiukkoina. Tämä voi selittyä sillä, että tilaajien aikataulut vaihtelevat melko paljon. Osalla projekteista tai tilaajista on selkeästi kireämmät aikataulutavoitteet kuin toisilla.

69 prosenttia työntekijöistä oli sitä mieltä, että heillä on vain osittain tarvittavat lähtötiedot hyvien suunnitelmien tekemiseen. Avoimien vastausten perusteella puutteet tuntuivat painottuvan keskeneräisiin arkkitehtipohjiin sekä epäselvyyteen halutuista tuotteista tai järjestelmistä. 31 % oli sitä mieltä, että heillä oli tarvittavat lähtötiedot hyvien ja laadukkaiden suunnitelmien tekemiseksi.

Työntekijät tuntuivat olevan herkemmin yhteydessä työkavereihin kuin tilaajanedustajiin. Työntekijöillä on selkeästi kova luotto työkavereiden osaamiseen, mikä kertoo yrityksen hyvästä yhteishengestä. Lisäksi kaikki kyselyyn vastaajista kokivat, että ovat saaneet työtovereiltaan riittävästi tukea ja ohjeistusta.

64 % työntekijöistä koki saaneensa tarvitsemansa tuen tai avun ollessaan yhteydessä tilaajan edustajaan, mutta 36 % oli kuitenkin sitä mieltä, ettei tilaajalta saatu tarvittavaa apua.

85 % vastaajista koki, että tilaajakohtainen projektipohja ja mallikerros voisivat parantaa suunnitelmien laatua ja edesauttaisi kehitystä.

Kysymyksissä, joihin vastaajat saattoivat vastata vapaamuotoisesti, kysyttiin, missä Entalcon onnistuu ja missä olisi parantamisen varaa. Vastauksissa korostuivat oman työn tarkastuksen lisääminen, liian kunnianhimoiset hankkeet ja heikko aikataulutus toimiston sisällä.

## 4.2 Tilaaajien kyselytutkimus

Tilaaajien kyselytutkimuksella on tarkoitus selvittää:

- Kuinka laadukkaina he pitävät Entalconin suunnitelmia

- Vaikuttaako aikataulu suunnitelmien laatuun
- Missä vaiheessa projektia laatu kärsii eniten
- Miten laatua voisi parantaa
- Toistuvatko ongelmat projektista toiseen
- Käyttääkö tilaajaorganisaatio vakioituja ratkaisuita
- Onko yhteydenpito tilaajan ja suunnittelijan välillä riittävää
- Onko tilaajan suunnitteluohjeet yksiselitteisiä ja suunnittelijan helposti saatavilla
- Olisiko malliprojektipohjasta hyötyä suunnittelun laadun parantamiseksi

Tilajille esitetyt kyselytutkimukset lähetettiin tilaajakohtaisesti, mutta opinnäytetyössä vastauksia käsitellään yhtenä kokonaisuutena.

Kyselyyn vastasi yhteensä 17 yhteistyökumppania. Kyselyt lähetettiin tilaajien projektipäälliköille, TATE-asiantuntijoille sekä vastaaville mestareille.

Tilajan edustajat pitivät Entalconin suunnitelmia pääosin hyvinä. 82 % vastaajista oli sitä mieltä, että suunnitelmat ovat hyviä.

Projektien laadunparantamiseen vastaajat jakaantuivat kahteen leiriin. 41 % vastaajista panostaisi luonnoksiin ja 53 % urakkalaskentaan.

Suunnitteluajataulut koettiin joko liian tiukkoina (29 % vastaajista), tai sopivina (59 % vastaajista).

94 % vastaajista oli sitä mieltä, että heidän yritykseltään löytyy vakioituja ratkaisuja; 7 % vastaajista kuitenkin oli sitä mieltä, että niistä poiketaan säännöllisesti. Tästä kysymyksestä olisi pitänyt tehdä kyselyssä vastakysymys suunnittelijoiden puolelta.

Yli puolet vastanneista oli sitä mieltä, että suunnittelijat tai projektipäälliköt ovat liian vähän yhteydessä tilaajaan tai tilaajan edustajaan ongelmatilanteissa. Kukaan vastanneista ei ollut sitä mieltä, että heihin oltaisiin liikaa yhteydessä. Tämä korreloi hyvin työntekijöiden kyselyyn, jossa 70 % työntekijöistä vastasi, että ongelmatilanteissa ollaan yhteydessä työkaverihin.

Vain 12 % kyselyyn vastanneista oli sitä mieltä, että ongelmat eivät toistu projektista toiseen. Tämä on selkeästi ongelma. 59 % vastanneista vastasi, että ongelmat toistuvat osittain projektista toiseen, ja 29 % vastasi ”kyllä”- ongelmat siirtyvät projektista toiseen.

Kysymyksessä, jossa selvitettiin, ovatko yrityksenne suunnitteluohjeet yksiselitteisiä, selkeitä, ja ovatko ne suunnittelijan helposti löydettävissä, vastaukset jakaantuivat melkoisesti. 59 % vastaajista vastasi ”osittain kyllä”, 23 % ”kyllä” ja 18 % ”ei”.

Vastaukset ovat pitkälti yhteneväisiä suunnittelijoiden vastausten kanssa.

Suunnittelijoista 70 % oli sitä mieltä, että heillä on vain osittain tarvittavat lähtötiedot hyvien suunnitelmien tekemiseen.

Viimeisenä kysymyksenä oli: ”Koetko, että tilaajakohtainen projektipohja ja mallikerros parantaisi LVI-suunnitelmien laatua ja edesauttaisi kehitystä?”. Tähän suurin osa vastaajista vastasi kyllä.

Vapaamuotoisissa kysymyksissä kysyttiin missä Entalcon onnistuu ja missä olisi parantamisen varaa. Vastauksissa korostui hyvä ongelmanratkaisukyky ja ammattitaitoinen henkilökunta. Oman työn tarkastus, selkeä yhteydenpito sekä huolellisuuteen panostaminen toistui useamman kerran.

### 4.3 Kyselyiden johtopäätökset

Kyselyn suurin etu oli ehdottomasti saada palautetta Entalconin toiminnasta.

Kysymykset herättivät selkeästi mielenkiintoa vastaajien keskuudessa ja palautetta tuli hyvin.

Tämän työn kannalta tärkeimpänä huomiona on kuitenkin se, että suurin osa vastaajista koki, että tilaajakohtaiselle projektipohjalle olisi käyttöä ja sitä kautta laatua saataisiin parannettua. Ympyrädiagrammissa (Kuva 3, s.13) on havainnollistettu, kuinka vastaukset jakaantuivat ”Kyllä” (86 % vastaajista) ja ”Ei” (14 % vastaajista).



Kuva 3. Kyselytutkimuksen tulos esitetty ympyrädiagrammina.

Toinen huomion arvoinen asia oli, että tilaajat kokivat, että heihin ollaan liian vähän yhteydessä ongelmatilanteissa. Kysymyksen vastausprosentit ovat esitetty ympyrädiagrammina (kuva 4). Vastaukset jakaantuivat ”Liikaa” (0 % vastaajista), ”Sopivasti” (41 % vastaajista), ”Liian vähän” (53 % vastaajista) ja ”Ei ollenkaan” (6 % vastaajista).



Kuva 4. Kyselytutkimuksen tulos esitetty ympyrädiagrammina.

## 5 Järjestelmäkuvaukset, lähtötiedot, pilottihankkeet ja ongelmakohdat

RT-kortti 10–10827 määrittää asuntosuunnittelun tehtävät. Tehtävät voidaan jakaa kahdeksaan eri osaan [10]:

- Tarveselvitys
- Hankesuunnittelu
- Luonnossuunnittelu
- Toteutussuunnittelu
- Rakennusaikaiset tehtävät
- Käyttöön- ja vastaanottoon liittyvät tehtävät
- Käytön aikaiset tehtävät
- Erillistehtävät

Näistä luonnossuunnittelu, toteutussuunnittelu, rakennusaikaiset tehtävät sekä käyttöön- ja vastaanottoon liittyvät tehtävät liittyvät LVI-suunnittelijan normaaleihin tehtäviin. Tarveselvitys ja hankesuunnittelu kuuluu yleensä tilaajalle. Luonnossuunnittelussa LVI-suunnittelija tekee ehdotuksen tilaajalle LVIA-järjestelmävaihtoehdoista. Valveutunut tilaajaorganisaatio tekee jo hankesuunnitteluvaiheessa itselleen näkemyksen LVIA-järjestelmästä, ja luonnossuunnitteluvaiheessa niille pyydetään hyväksyntä LVI-suunnittelijalta.

Luonnossuunnitteluun kuuluu LVIA-järjestelmäehdotuksen lisäksi luonnosten laatiminen. Luonnoksissa pyritään saamaan arkkitehdille ja tilaajalle tieto teknisten tilojen sijainnista ja pinta-aloista sekä kunnallisteknisistä liitospisteistä.

Toteutussuunnittelun ensimmäisessä vaiheessa tehdään alustavat tekniset suunnitelmat kuten hormiluonnokset, tekniset tilavaraukset (kotelot, LVI pääreitit, alakatot jne.), varustetason määrittäminen ja asemapiirros. Tässä vaiheessa tehdään myös ”peruskerros”.

Peruskerros on monesti rakennusmassan keskeltä valittava kerros, joka toistuu talossa. Peruskerroksen suunnittelussa pyritään selvittämään mahdolliset ongelmakohdat ennen kuin kyseinen kerros on monistettu läpi talon. Kyseisen suunnitteluvaiheen aikana tilaaja myös kommentoi ensimmäisiä kertoja suunnitelmia. Peruskerros on osa tilaajan

tekemää rakennusosa-arvio-suunnitelmapakettia, jolla tilaaja koittaa saada laskelman, minkä hintaisesta kohteesta on kyse. Jos peruserros tuntuu tilaajasta liian kalliilta, tässä vaiheessa on helppo etsiä halvennuskohteita.

Kun alustavat tekniset suunnitelmat on saatu valmiiksi, aletaan kasaamaan rakennuslupa- ja markkinointiasiakirjoja. Rakennuslupa-asiakirjat ovat hieman viranomaisesta riippuvaisia, mutta esimerkiksi Helsingissä tämä paketti tarkoittaa LVI-suunnittelijan osalta:

- LVI-suunnittelun ja toteutuksen sekä käyttöönoton perusteet -asiakirja
- Alustavaa asemakuva
- Liitoskohtalausuntoa

Näiden jälkeen siirrytään urakkalaskenta-aineiston kasaamiseen. Urakkalaskenta-aineistossa valmistetaan suunnitelmapaketti, jolla suunnitelmat voidaan lähettää urakoitsijoille urakkalaskentaan. Ennen urakoitsijoille lähettämistä tilaaja yleensä tarkastaa suunnitelmat ja tekee niistä oman kustannusarvion. Urakkalaskentaa seuraa monesti täydentävää suunnittelua, joka sisältää detaljien tekemistä sekä reikävarausuunnittelua. Urakkalaskenta-aineiston jälkeen LVI-suunnittelija hyväksyttää suunnitelmansa viranomaisilla.

Rakennusaikaiset tehtävät ovat suunnittelijan osalta materiaalien hyväksyntöjen tekeminen, urakoitsijoiden muutos suunnitelmien tekeminen, työmaakokouksiin ja katselmuksiin osallistuminen sekä rakennusvalvonnan aloitus-, seuranta ja käyttöönottopalaveriin osallistuminen.

Rakennustöiden valmistuttua siirrytään käyttöön- ja vastaanottoon liittyviin tehtäviin.

Näihin tehtäviin kuuluu:

- Loppukuvamateriaalin kasaaminen, jossa suunnitelmat päivitetään vastaamaan työmaatoteutusta.
- Huoltokirja-aineiston täydentäminen oman suunnittelualan osalta
- Urakoitsijoiden luovutusmateriaalin tarkastaminen
- Osallistuminen vastaanottotarkastuksiin sekä toimintakokeisiin
- Vika- ja puutelistojen tekeminen

## 6 Projektien lähtötiedot

### 6.1 Suunnitteluohjeet

Lähes jokaisella rakennuttajalla on olemassa jonkinlainen suunnitteluohje, jossa määritetään, miten heille halutaan suunnitella. Suunnitteluohjeissa pyritään luomaan kokonaiskäsitys siitä, millainen laatutaso heillä on vaatimuksena ja minkä tyyppisiä järjestelmiä tulisi käyttää. Suunnitteluohje on monesti pituudeltaan 10–20 sivua ja se käy melko tarkasti detaljitasolla läpi suunnittelun perusteet.

Suunnitteluohjeet jäävät kuitenkin päivittämättä alati muuntuvien tahtotilojen, asetusten ja ohjeiden päivittyessä. Suunnitteluohje sisältää monesti järjestelmäkuvauksen tai ohje on korvattu kokonaan järjestelmäkuvauksella.

### 6.2 Järjestelmäkuvaukset

Suunnitteluohje korvataan joskus järjestelmäkuvauksella, jolla muodostetaan karkea näkemys siitä, minkälainen kohde on kyseessä ja mitä LVIAS-järjestelmiä ja laitteita kohteessa tullaan käyttämään.

Kyseinen dokumentti on pituudeltaan viidestä kahteenkymmeneen sivua riippuen siitä, kuinka tarkasti kohteen järjestelmät on haluttu määritellä. Järjestelmäkuvaukset jäävät kuitenkin päivittämättä, ja ne herkästi kopioidaan aiemmasta projektista, jolloin ne eivät välttämättä pidä täysin paikkaansa.

Tämän lisäksi LVI-suunnittelija laatima LVI-suunnittelun ja -toteutuksen sekä käyttöönoton perusteet -asiakirjan tilaajan dokumentaation pohjalta.

### 6.3 Lähtötietolomakkeet

Kun tilaajilla on käytössään järjestelmäkuvaukset tai suunnitteluohjeet, niin vastaavasti Entalconilla on ollut käytössä ns. lähtötietolomake, johon summataan pääasiat järjestelmäkuvauksesta sekä huomiot, jotka nousevat esiin ensimmäisissä

suunnittelukokouksissa ja LVI-suunnittelun aloituspalaverissa. Tämä lähtötietolomake jää kuitenkin monesti täyttämättä ja edetään tilaajan ohjeistuksilla tai vanhoilla muistikuvilla.

Mikäli tilaajalla ei ole omaa järjestelmäkuvausta, niin edetään voimassa olevien asetusten mukaan ja tiedustellaan tilaajan tahtotiloja jatkuvasti suunnittelun edetessä.

## 6.4 Pilottihankkeet

Asuinrakennukset eivät ole keskenään samanlaisia, ja aina aika-ajoin halutaan kokeilla uusia järjestelmiä sekä laitteita. Nämä kohteet ovat ns. pilottihankkeita, joissa uusia suunnitteluratkaisuja lähdetään kokeilemaan tiedostaen, että järjestelmä on uusi, ja siihen liittyy ongelmakohtia ja ns. sudenkuoppia.

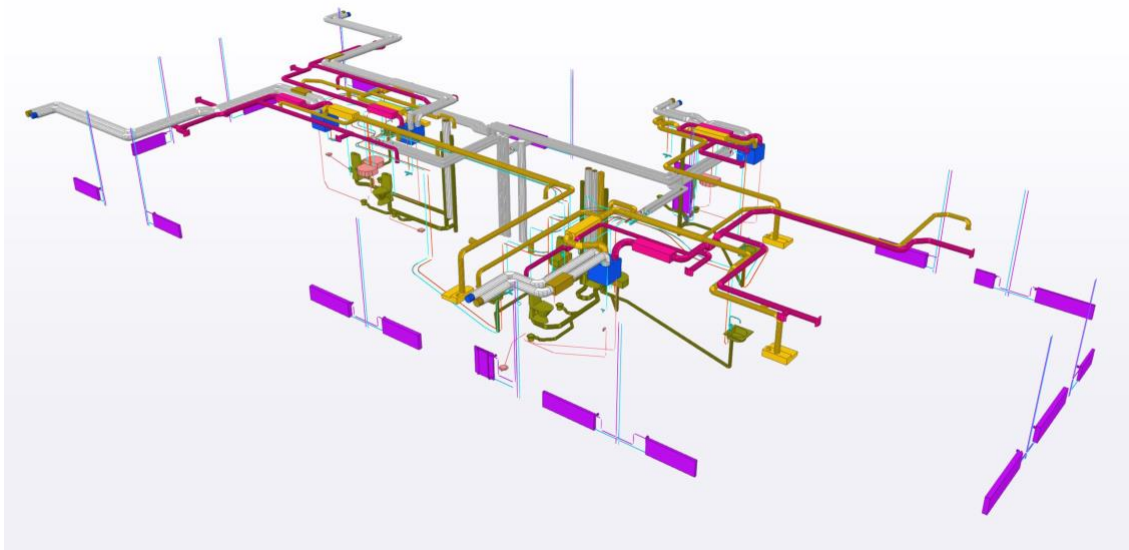
Tämän kaltaisilla projekteilla pyritään hankkimaan arvokasta tietoa ja osaamista innovaatioiden ja uusien järjestelmien kokeiluun. Pilottihankkeita ei pitäisi kuitenkaan olla liian montaa samaan aikaan rakenteilla, jolloin ongelmat työmaalla kertaantuvat.

Rakennusprojektin aikajana on hieman liian pitkä pilottihankkeiden vetämiseksi ja niistä oppiminen lykkääntyy pitkälle tulevaisuuteen. Ongelmien ilmaantuminen saattaa kestää kuukausia tai jopa vuosia suunnittelun jälkeen. Lisäksi on hyvä tehdä vain pieniä muutoksia pilottihankkeessa. Pilotoinnin tarvetta on vähentänyt tietomallintamisen lisääntyminen asuinrakennushankkeissa, jolloin kaikkea kokeilua ei tarvitse enää viedä työmaalle, vaan ongelmia voidaan tutkia kolmiulotteisessa maailmassa ennen rakennustöiden aloittamista.

## 6.5 Tietomallit ja tietomalliohjeet

Entalconin tekemistä suunnitelmista lähes kaikki mallinnetaan tänä päivänä.

Tietomallintaminen ajaa suunnittelua uuteen suuntaan ja sillä saadaan tarkasteltua aiempaa 2D-suunnittelua tarkemmin mahdolliset törmäilyt ja yhteensovitukset tekniikoiden ja rakenteiden kesken. Sivun 18 kuvassa 5 on esitetty peruskerroksen LVI-tietomalli peruskerroksen osalta.



Kuva 5. Havainnekuva peruskerroksen LVI-tietomallista.

Tietomalli on kolmiulotteinen rakennelma, jonka tavoite on suunnittelun ja rakentamisen laadun, tehokkuuden, turvallisuuden ja kestävä kehityksen mukaisen hanke- ja elinkaari-prosessin tukeminen [11.s.5]. LVI-suunnittelussa keskitytään tällä hetkellä vain suunnittelun visuaaliseen tarkasteluun sekä törmäystarkastelujen tekemiseen. Uskon, että jatkossa tietomallinnusta tullaan käyttämään enemmän ja enemmän. Rakennesuunnittelupuolella tietomallipohjaista määrälaskentaa on ollut jo käytössä.

Hankkeen alussa tilaaja pitää tietomallinnuksen aloituspalaverin, jossa käydään läpi tietomallinnuksen vaatimukset, ohjeet sekä määritetään, kuinka usein tietomallia pitää päivittää ja kuinka usein tietomallipalavereita tullaan pitämään. Tietomallipalavereista sekä niiden yhteensovittamisen tarkastuksista vastaa tietomallikoordinaattori. Tämä henkilö on yleensä eri kuin tilaajan talotekninen asiantuntija. Tietomallikokouksissa tarkastellaan visuaalisesti ongelmakohtia sekä saadaan kaikille selkeä näkemys miltä rakennus ja sen sisätilat tulevat näyttämään, kun se on valmis.

## 7 Vakioidut ratkaisut

Vakioidut ratkaisut mahdollistavat hyväksi havaittujen suunnitteluratkaisuiden monistamisen työmaalta toiselle. Vakioidut ratkaisut luovat myös projekteille ennustettavuutta sekä kustannusten hallintaa. Kun tarpeeksi moni asia on ennalta mietitty toimivaksi ja kyseisen ratkaisun kustannukset ovat tiedossa, niin ei tule yllätyksiä eikä jouduta muuttamaan suunnitelmia kustannuspaineiden takia.

Vakioratkaisuja LVI-tekniikassa on esimerkiksi vakioidut kylpyhuonepohjat, jotka palvelevat kaikkia suunnittelualoja. Muita hyviä vakioratkaisuja ovat lämmitysmuotoon sidottu välipohjarakenne, kerroskorkeus sekä ilmanvaihtojärjestelmä.

### 7.1 Materiaalit

Kuten suunnitteluratkaisuiden kanssa käytettävien materiaalien suhteen kannattaa käyttää mahdollisimman samoja ratkaisuja. Yrityksen kannattaa tehdä perustavia linjauksia esimerkiksi vesijohtojen materiaaleista ja vesikalusteista.

### 7.2 LVI-Suunnitelmat

LVI-suunnitelmien tarkoitus on saada aikaan energiatehokas, turvallinen ja terveellinen rakennus mahdollisimman kustannustehokkaasti [12]. Tilaajan kanssa tehdyn haastattelun perusteella kustannustehokkaan ja -tehottoman suunnittelun vaikutus rakennuksen LVI-urakkahintaan voi vaihdella 10–20 %:n välillä. Putkimetrit, putkistojen osat sekä hormit ovat isossa roolissa, kun lähdetään tekemään kustannustehokkaita suunnitelmia.

Vaikka rakentamista halutaan tehostaa ja kustannuksia karsia, ei pidä unohtaa, että lopputuotteen pitää olla myös turvallinen ja terveellinen. Pitää muistaa, että suunnitellaan koteja ihmisille.

### 7.2.1 Ilmanvaihto

Ilmanvaihdon vakioratkaisut lienevät rakennuttajan päätös, suunnitellaanko heidän kohteensa lähtökohtaisesti huoneistokohtaisilla koneilla vai keskitetyllä ilmanvaihdolla. Lisäksi hyvä vakioitusratkaisu voisi olla päätös, että suunnitellaanko kohteet lähtökohtaisesti ulospuhallus yhdistelmälaitteilla vai viedäänkö jäteilmat lähtökohtaisesti katolle mahdollisuuksien mukaan.

Voimassa olevien määräysten mukaan lähtökohtaisesti asuntojen jäteilmat voidaan johtaa ulos julkisivusta. Asuinkerrostalossa yleisesti esiintyvien muiden yhteiskäyttötilojen, kuten kerhotilat sekä pesulat, tulee lähtökohtaisesti johtaa rakennuksen vesikatolle, jos se on mahdollista. Teknisten tilojen sekä porrashuoneiden jäteilmat voidaan myös puhalttaa ulos julkisivusta. [8]

### 7.2.2 Lämmitys

Lämmityksen osalta vakioidut ratkaisut ovat päättää suunnitellaanko rakennusten lämmitys pattereilla vai lattialämmityksellä. Myös ilmalämmitys on mahdollinen, mutta vielä tällä hetkellä melko harvinainen ratkaisu asuinkerrostaloissa. Lämmitysmuodon valintaan vaikuttavat monesti arkkitehtoniset ratkaisut. Rakennettavan tontin lupaehdoissa voi olla vaateita esimerkiksi ikkunoiden alareunan korolle, mikä tekee patterilämmittämisen mahdottomaksi, jolloin ainoaksi vaihtoehdoksi jää lattialämmitys tai ilmalämmitys.

Toinen vakioitava ratkaisu on päätös, liitetäänkö kohde kaukolämpöön vai esimerkiksi maalämpöön. Lisäksi pitää myös päättää, millä toisiopuolen lämpötiloilla rakennusta halutaan lämmittää.

### 7.2.3 Vesijohdot ja viemärit

Vesijohtojen ja viemäreiden osalta vakioitavia ratkaisuja LVI-tekniikan puolelta on hankalampi saada. Vakioitavia ratkaisuita voisivat olla vakioitavat kylpyhuoneiden pohjat. Rakentaja voisi muodostaa heidän mallikylpyhuoneensa, jotka toistuvat

hankkeesta toiseen. Tietenkään yksi kylpyhuonetyyppi ei käy kaikkiin arkkitehdin asuntopohjiin, mutta se voisi ohjata arkkitehtisuunnittelua tiettyyn suuntaan. Näitä KPH-tyyppjä voisi olla vaikka viisi eri tyyppiä ja niiden peilikuvat.

Kylpyhuone-elementit edustavat omalla tavallaan vakioituja ratkaisuja. Kylpyhuone-elementitöimittajalle on suuri etu, jos samaa kylpyhuonetyyppiä pystyy käyttävään samassa talossa monessa eri pystylinjassa. Tämä myös helpottaa työmaata asennusvaiheessa, koska kylpyhuoneen sisätyöt ovat jo valmiina, kun elementti tuodaan työmaalle.

Vesijohdoissa merkittävin vakioitu ratkaisu on päätös, tehdäänkö vesijohdot pinta-asennuksena kromatulla kupariputkella vai tehdäänkö ne seinän sisällä muoviputkella suoja-putkessa, tai tehdäänkö vesijohdot kuparista vai komposiitista.

#### 7.2.4 Hormit, nousureitit, rakenteet

Nykypäivänä asuntojen uudistuotannossa suurin osa hormeista tehdään tehdasvalmiilla betonielementtihormeilla. Toinen vaihtoehto on tehdä hormit paikallatehtävinä levyrakenteisina. Jos kohteessa on KPH-elementit, niin nousuhormit voivat olla myös osana KPH-elementtiä (kuva 6).

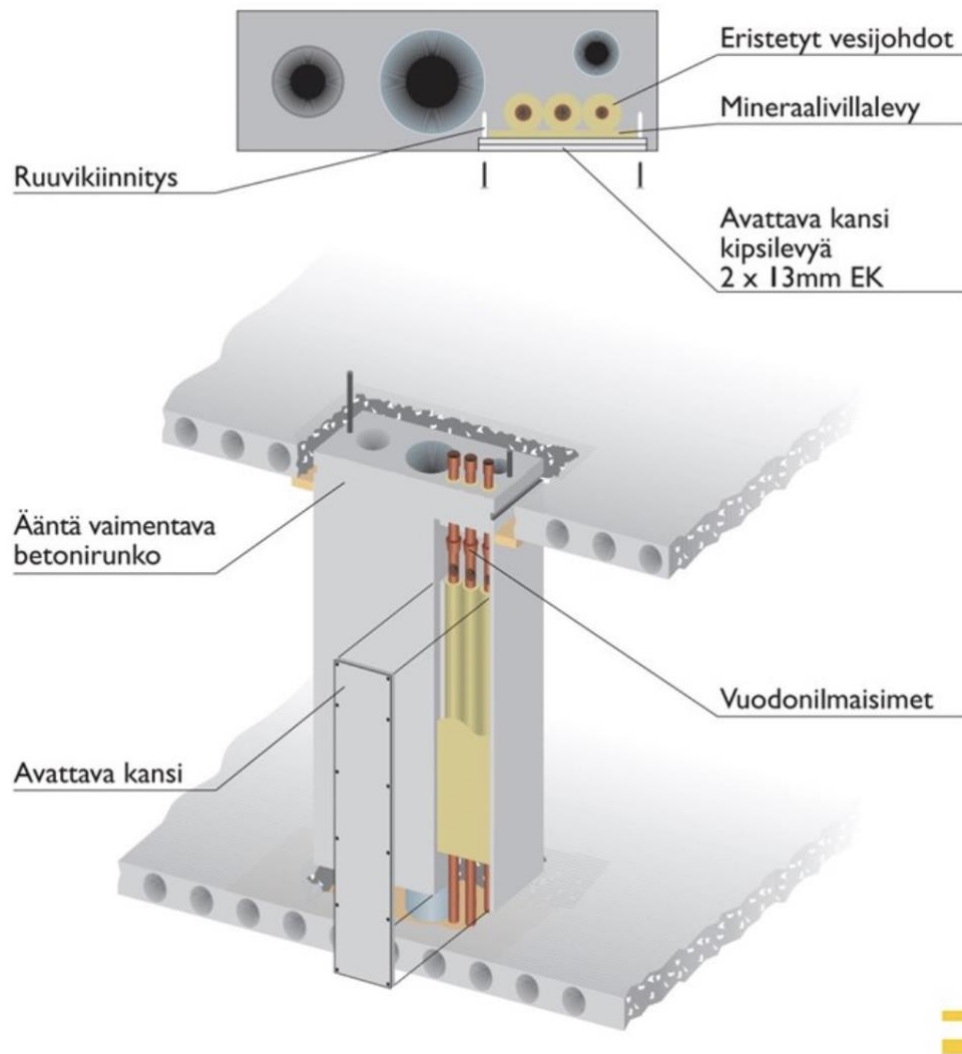


Kuva 6. Havainnekuva KPH-elementistä, jossa on nousuhormi mukana [13].

Vakioratkaisu näiden osalta on päätös:

- Tehdäänkö hormit paikalla vai tehdasvalmiista elementeistä
- Suunnitellaanko vesijohtonousut keskitetysti käytävään vai asuntokohtaisesti
- Suunnitellaanko kohteet KPH-elementeissä olevissa horneilla.

Kuvassa 7 on esitetty tyypillinen tehdasvalmis betonielementtihormi.



Kuva 7. Ruduksen tehdasvalmis betonielementtihormi [14].

Hormien, tarkemmin viemäreiden, sijoittelussa hyvä vakioitava lähtötieto voisi olla maksimi etäisyys keittiöltä hormille sekä pisimmät mahdolliset viemäriverdot valitussa välipohja rakenteessa. Tämä vaihtelee, koska paikalla valettuja välipohjarakenteet vaihtelevat paksuudeltaan 240–280 mm. Paikalla valetun välipohjan vaihtoehtoinen ratkaisu on käyttää ontelovälipohjaa sekä ”kololaattaa”, jossa viemärit kulkevat.

### 7.2.5 Tekstiosat, kaluste- ja materiaaliluettelot ja työselostus

Suunnitelmien reunasta löytyy usein tekstiosa, jossa on yleisiä mainintoja suunnitelmista ja tarkennuksia, joita ei välttämättä pysty tekstittämään itse

suunnitelmaan joita on hankala esittää tasokuvissa. Nämä samat maininnat löytyvät usein myös työselostuksesta.

Entalconin suunnitelmissa on tekstiosan ylä- tai alapuolella kaluste-/päätelaiteluettelo, jossa on listattuna tilaajan toivomat vesi- ja viemärikalusteet sekä yleisimpien päätelaitteiden ja osien tiedot.

Työselostus on suunnitelma-asiakirjojen tärkeimpiä dokumentteja. Monella tilaajalla on oma työselostuspohja, jota lähdetään muokkaamaan kohteeseen sopivaksi. Tämä on mielestäni hieno vakioitu ratkaisu, joka on jo lähes kaikilla isommilla rakennuttajilla käytössä.

## **8 Malliprojektit**

Työssä lähdettiin tekemään kahden tilaajan kanssa yhteistyössä suunnitteluohjetta, peruskerroksen vakioituja ratkaisuja sekä mallisuunnitelmia. Suunnitelmia lähdettiin tekemään arkkitehtipohjille, jotka ovat heidän ns. vakiotuotantoaan. Tilaajien lähtökohdat ovat hyvin samanlaiset: kustannus- ja energiatehokkaat suunnitelmat. Vaikka tilaajien lähtökohdat ovat samat, heidän suunnitteluohjeensa eroavat melko paljon toisistaan.

### **8.1 Tilaaja A**

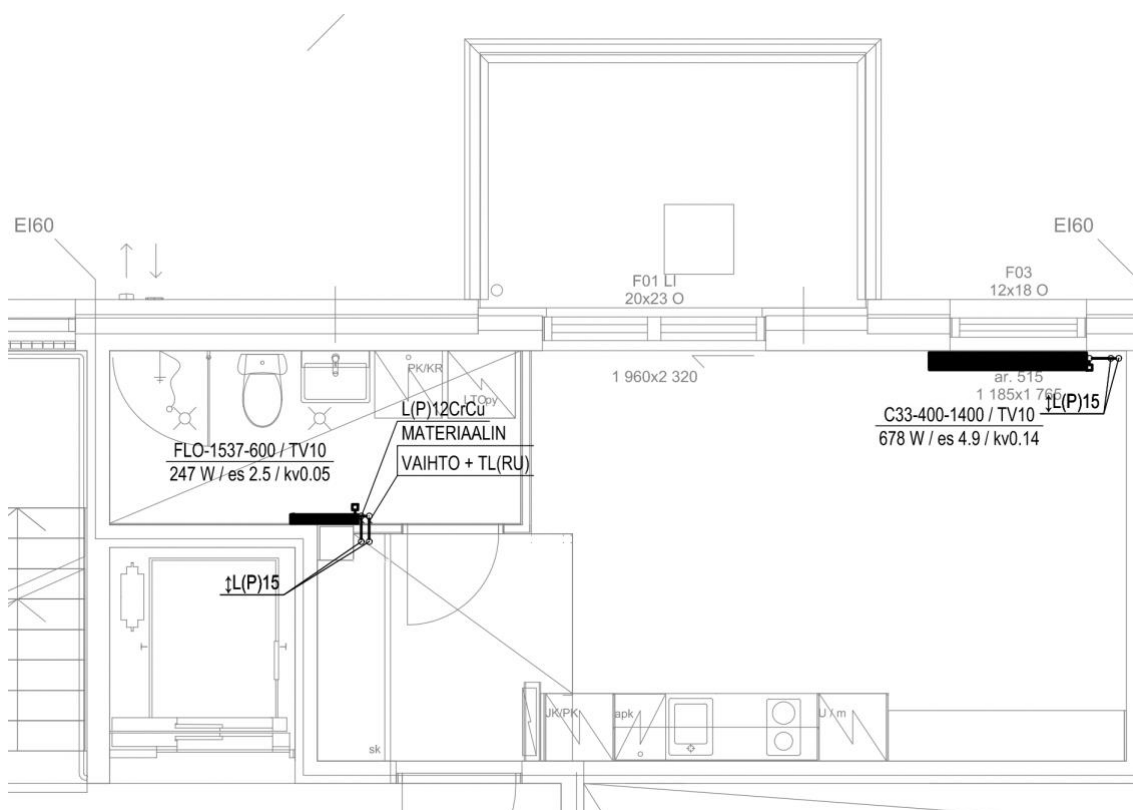
Tilaaja A:lla on tyyppitalokonsepti, jossa on esitetty heille tyyppilliset ratkaisut. Tämä konsepti sisältää ison kirjaston malliratkaisuja. Tilaaja A hakee kohteilleen myös Joutsenlippu-sertifikaatin.

#### **8.1.1 Rakenteet**

Tilaaja A tekee lähtökohtaisesti kaikki hankkeensa paikalla valetuilla välipohjilla. Alapohjalle ei ole vakioitua ratkaisua, se on joko maanvarainen tai tuulettuva.

### 8.1.2 Lämmitysjärjestelmä

Lämmitysjärjestelmänä käytetään lähtökohtaisesti patterilämmitystä. Ensisijaisesti kohteet liitetään kaukolämpöverkkoon. Märkätiloissa on sähköinen mukavuuslattialämmitys. Ylimmän kerroksen asuntojen märkätilat varustetaan vesikiertoisella patterilla. Sama koskee märkätiloja, jotka sijaitsevat rakennuksen ulkoseinustalla tai muita märkätiloja, joissa on lämpöhäviöitä. Nousulinjojen määrä tulee pitää mahdollisimman pienenä kustannusten optimoimiseksi. Kuvassa 8 on esitetty tilaajan A lämmitysjärjestelmä yhden asunnon osalta.



Kuva 8. Pohjakuva tilaajan A lämmitysjärjestelmästä.

### 8.1.3 Vesi- ja viemärijärjestelmä

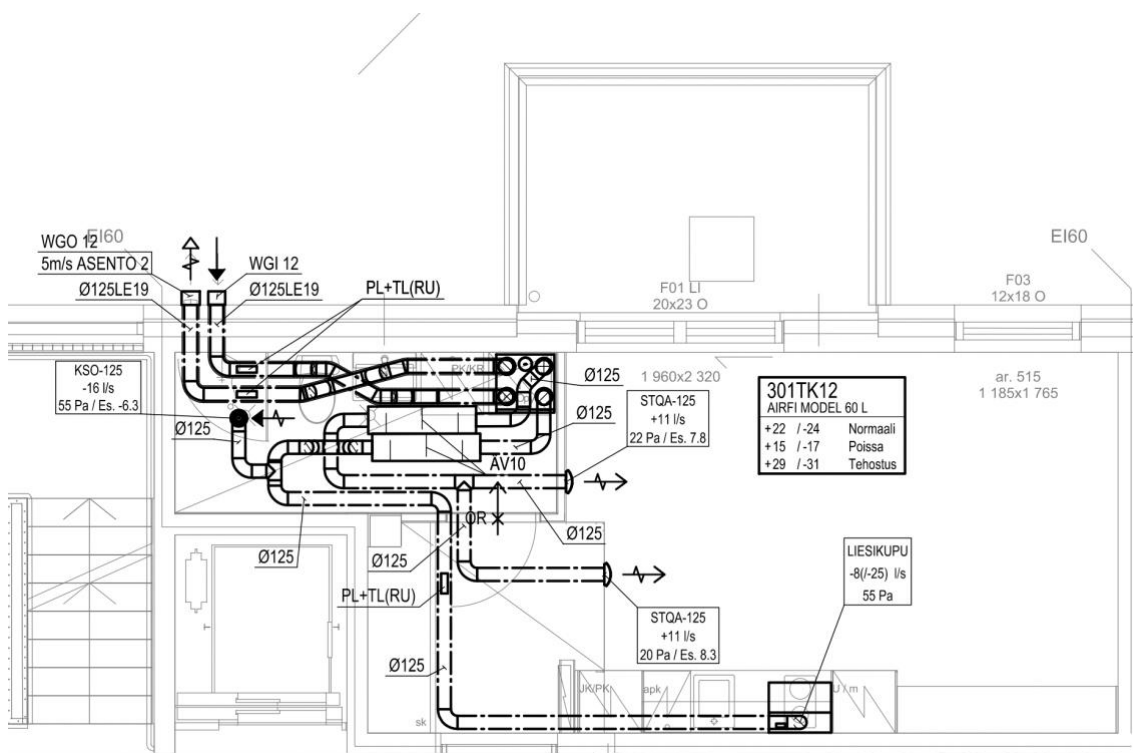
Joutsenlippu-vaatimus sanelee ainakin toistaiseksi käyttövesijohtojen materiaaliksi komposiitin ja muovin. Kuparia ei toistaiseksi saa käyttää Joutsenlippu-hankkeissa muualla kuin konehuoneissa tai asuntojen pintavedoissa [15]. Lisäksi eristeenä saa



### 8.1.4 Ilmanvaihtojärjestelmä

Ensisijaiseksi ilmanvaihtojärjestelmäksi tilaaja on valinnut huoneistokohtaiset hajautetun ilmanvaihtojärjestelmän, eli huoneisto-/tilakohtaiset ilmanvaihtokoneet. Hajautetussa järjestelmässä pyritään käyttämään raitis- ja jäteilman ulospuhallusta julkisivusta, mikäli kaavamääräykset ja arkkitehtuuri sen sallivat.

Huoneistokohtaiset ilmanvaihtokoneet pyritään suunnittelemaan aina niin, että ne sijaitsevat pesutornin päällä. Ilmanvaihtokoneen tyyppi tulee valita niin, että sen äänivaatimukset täyttävät voimassa olevat määräykset. Kuvassa 10 on esitetty tilaajan A ilmanvaihtojärjestelmä yhden asunnon osalta.



Kuva 10. Pohjakuva tilaajan A ilmanvaihtojärjestelmästä.

### 8.1.5 Hormit

Vesijohtonousut suunnitellaan käytävään, paikalla tehtävään hormiin. Samaiseen hormiin sijoitetaan sadevesiviemäri. Sadevesiviemärin materiaali sovitaan

kohdekohtaisesti tilaajan TATE-asiantuntijan kanssa. Rakennuksen korkeus ja viemäriin paineenkesto tulee huomioida viemärimateriaalia valitessa.

Viemäriinotukset ja katolle johdettavat ilmanvaihtokanavat sijoitetaan lähtökohtaisesti valmiis betonielementtihormeihin. Sähköinotukset pyritään sijoittamaan huoneistojen sähkökeskukseen, joten hormeihin ei tarvita tilavarauksia hormeihin. Hormeista lähtevät vesijohdot varustetaan aina suluin.

### 8.1.6 Suunnitteluohjeet

Tilaajalla A on käytössään seuraavat suunnitteluohjeet:

- Ilmalämpöpumpun suunnitteluohje
- Huonekuvaus
- Vesi- ja viemärikalusteluettelo
- Elementtidetailit
- Perustusleikkaukset
- Rakennetyypit
- Välipohjaleikkaukset
- Yläpohjaleikkaukset
- Autohallin leikkaukset
- Autohallin rakennetyypit
- Tyypikeittiösuunnitelma
- Tyypit KPH, WC ja kodinhoitotilan suunnitelma
- Sauna suunnitteluohje ja varusteet
- Talo- ja minipesulan koneet ja varusteet
- Energialaskennan lähtötiedot -lomake
- Huoneistokohtaiset ilmanvaihtokoneet
- Hanaopas
- Patteriopas
- Vesimittariopas
- Liiketilän hankintarajataulukko
- LVI-suunnittelun lähtötiedot -lomake RS hankkeisiin
- LVIA-työselostus mallipohja

- Märkätilojen suunnitteluohje
- Tietomallisuunnitelma

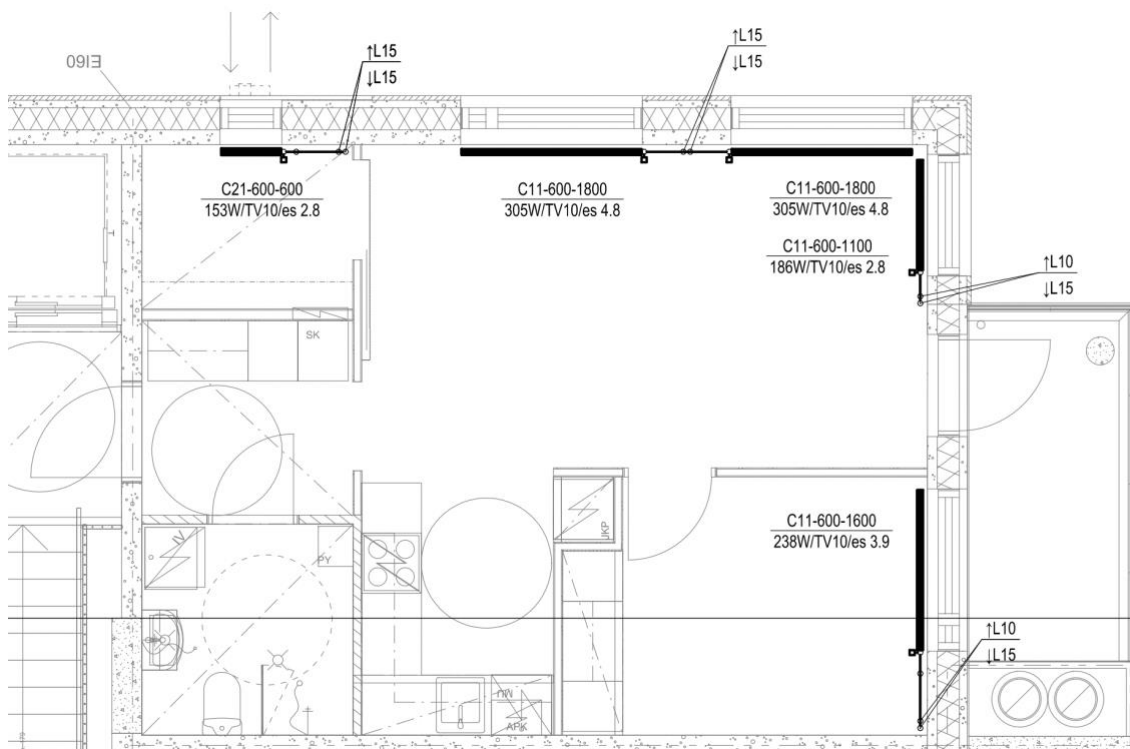
## 8.2 Tilaaja B

### 8.2.1 Rakenteet

Tilaaja B tekee hankeensa lähtökohtaisesti ontelovälipohjalla sekä ”kololaatalla”. Mikäli kyseessä on korkearakentaminen tai muu haastavampi kohde, välipohjat tehdään paikallavalettuina.

### 8.2.2 Lämmitysjärjestelmä

Lämmitysjärjestelmänä tilaaja B käyttää lähtökohtaisesti patterilämmitystä. Märkätiloissa on sähköinen mukavuuslämmitys, joka on liitetty asukkaan sähköihin. Märkätiloihin, joissa on lämpöhäviöitä, sijoitetaan vesikiertoinen lämmönlähde, esimerkiksi Nysse-patteri. Lämpöjohtonousut tulee numeroida suunnitelmiin. Erillis-WC-tiloihin ei tule mukavuuslattialämmitystä. Sivun 30 kuvassa 11 on esitetty tilaajan B lämmitysjärjestelmä yhden asunnon osalta.



Kuva 11. Pohjakuva tilaajan B lämmitysjärjestelmästä.

### 8.2.3 Vesi- ja viemärijärjestelmä

Vesijohtoverkosto suunnitellaan pääosin kuparista. Keittiön vesijohdot ovat muoviputkea suojaputkessa. Asuntojen pinta-asenteiset vesijohdot ovat kromattua kupariputkea.

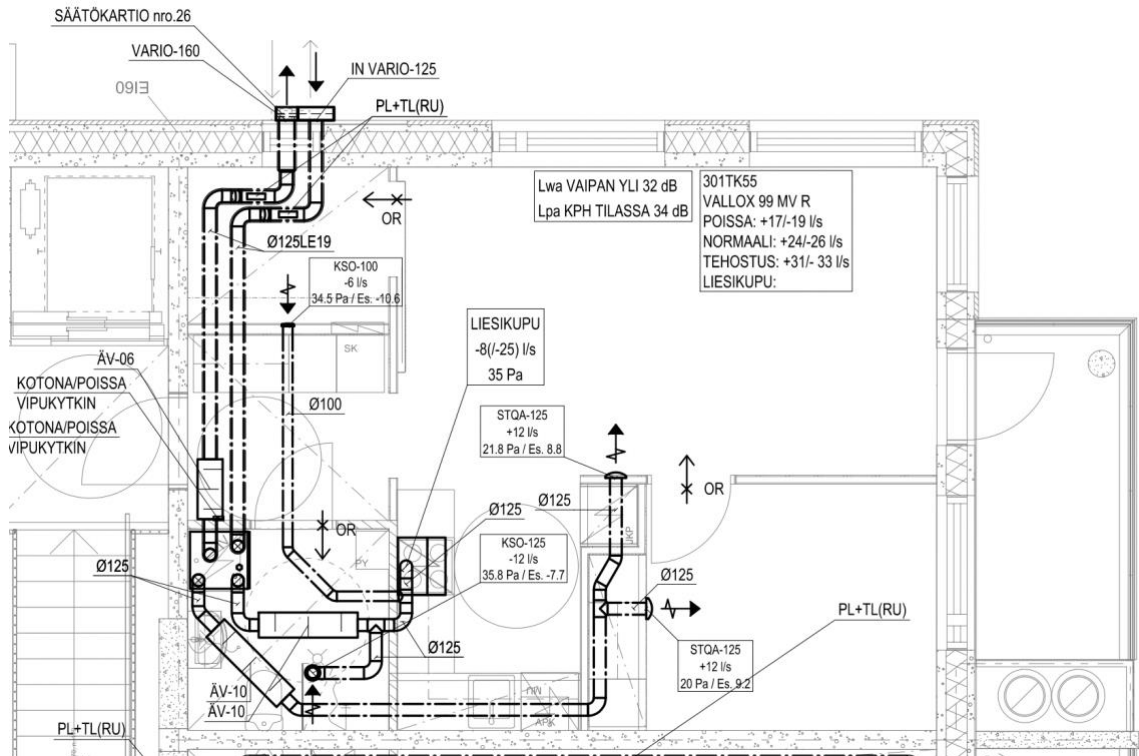
Vesimittarit ovat etäluettavia. Vesimittarin tarkastusluukku täytyy suunnitella sellaiseksi, että se on helposti avattavissa ilman työkaluja.

Sadevesiviemärit sijoitetaan rakennuksen ulkopuolelle, mikäli se on mahdollista, jotta mahdolliset vuodot eivät tule rakennuksen sisälle. Vesikatolla sadevesiviemärit ovat hitsattavaa muovia.

Vesi- ja viemärikalusteet sovitaan erikseen projektin alkuvaiheessa tilaajan tasoluokituksen mukaisiksi. Pesukoneen viemäroinnit suunnitellaan erillisellä



poissa-kytkimellä. Sivun 32 kuvassa 13 on esitetty tilaajan B ilmanvaihtojärjestelmä yhden asunnon osalta.



Kuva 13. Pohjakuva tilaajan B ilmanvaihtojärjestelmästä.

### 8.2.5 Hormit

Vesijohtonousut pyritään sijoittamaan keskitetysti valmiiseen betonielementtihormiin, yksi vesijohtonousu per porras. Viemärinousut ja katolle johdettavat ilmanvaihtokanavat sijoitetaan lähtökohtaisesti valmiisiin betonielementtihormeihin. Hormeihin vartaan LVI-tekniikan lisäksi kahdesta neljään sähkönousua.

Hormit pyritään sijoittamaan aina porrashuonetta vasten oleville seinille. Hormien lukumäärä pitää pyrkiä pitämään mahdollisimman pieninä.

### 8.2.6 Suunnitteluohjeet

Tilaajalla B on käytössään seuraavat suunnitteluohjeet:

- TATE-järjestelmäkuvaus
- Tasoluokitus (sis. mm. vesi- ja viemärikalusteet)
- Mallityöselostus
- Rakennusautomaation mallikaaviot

## 9 Lopputuote

Kun kyselytutkimukset oli saatu valmiiksi ja analysoitua, kävin kummankin tilaajan edustajan kanssa läpi lopputuotteet ja pidimme lyhyen haastattelun lopputyöstä ja sen tuloksista. Työntekijöiden kyselyt tullaan käsittelemään Entalconin johtoryhmässä, jossa haetaan ratkaisuja kyselyistä esille nousseiden asioiden tiimoilta.

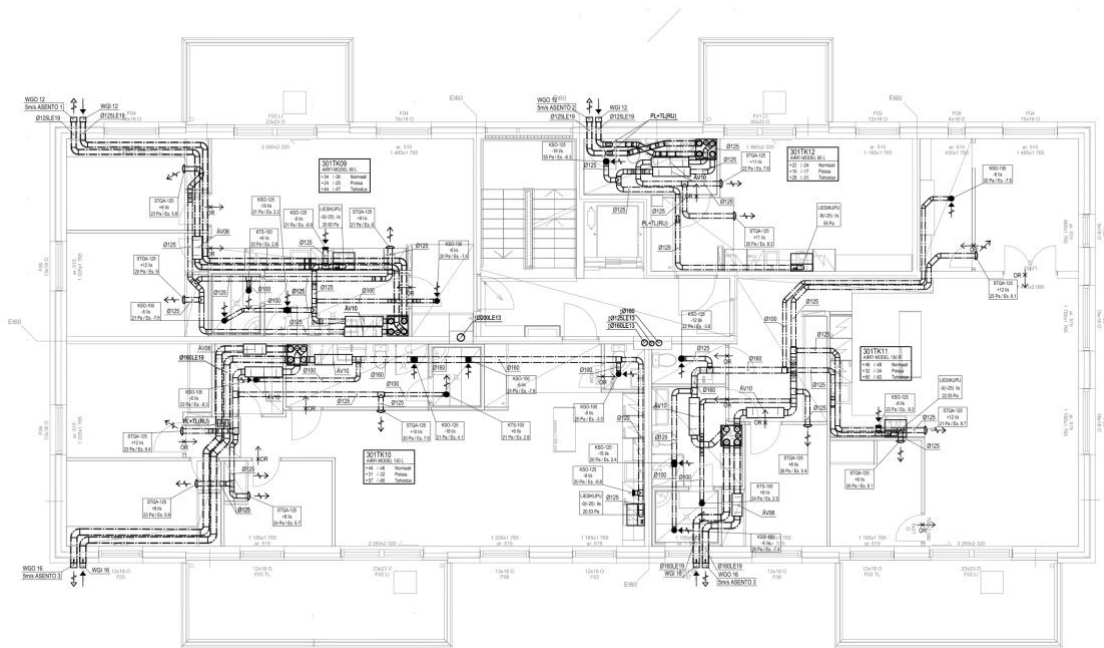
### 9.1 Kirjallinen osuus

Projektin aikana muodostettiin lyhyt kirjallinen ohjeistus, jossa käy ilmi, miten kullekin tilaajalle pitäisi suunnitella asuinrakennuksia. Tämän ohjeen päällimmäinen idea on toimia Entalconissa perehdyttämistä varten. Tällä ohjeella pitäisi pystyä suunnittelemaan perusratkaisut asuinkerrostaloon, vaikka ei olisi aiemmin kyseiselle tilaajalle suunnitellut yhtään kohdetta. Kyseistä ohjetta ei julkaista tämän työn liitteenä.

Tilaajan A yhteenvetopalaverissa tärkeimmäksi asiaksi osoittautui kirjalliseen osuuteen liittyvä kommentti tai idea. Tilaajan mielestä kirjallisten suunnitteluohjeiden tulisi olla tilaajan tekemä sekä ylläpitämä. Tätä kyseistä dokumenttia tulisi ennemmin kehittää ja ideoida tilaajan ja heidän sidosryhmien, tässä tapauksessa muiden LVI-suunnittelutoimistojen, kanssa. Kyseisessä tilaisuudessa ideoita ja asioita voisi pohtia isommassa mittakaavassa ja saada ideoita vaihtumaan jopa suunnittelutoimistosta toiseen.

## 9.2 Mallipohjat

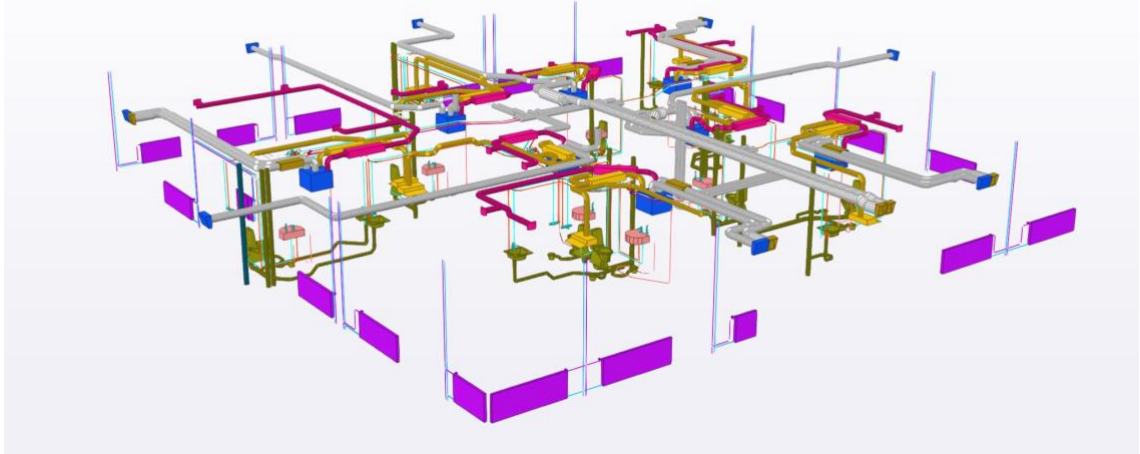
Molemmille tilaajille tehtiin omat peruserkerospohjat, joissa on heille räätälöidyt ja hyväksi todetut ratkaisut. Kustakin tekniikasta, lämpö, vesi, ilma, tehtiin omat PDF-tiedostot (Kuva 14, s.34) sekä DWG-pohjat.



Kuva 14. Peruserkeroksen ilmanvaihtosuunnitelma.

## 9.3 Tietomalli

Molemmista peruserkeroksista tehtiin IFC-tietomalli (kuva 15). Tietomallin avulla on helppo todeta, minkälainen korkomaailma on mahdollinen saavuttaa valituilla ratkaisulla. Tietomallinnus tehtiin MagiCad-ohjelmistolla. Tietomallin kanssa on helppo innovoida uusia ajatuksia sekä tilaajien että suunnittelijoiden uusia ideoita.



Kuva 15. Havainnekuva peruskerroksen LVI-tietomallista.

## 9.4 Kehitysalusta

Jo tämän työn tekemisen aikana sekä tilaajilta että suunnittelijoilta on tullut kehitysideoita suunnittelun parantamiseksi ja tehostamiseksi. Molempien tilaajien osalta heidän kehitysideoitaan voidaan jatkossa kokeilla näissä peruskerroksissa ja tietomallissa.

Tämä antaa hyvän mahdollisuuden kehittää prosessia ja saada suunnittelusta entistä tehokkaampaa ja ennalta arvattavampaa tulevaisuudessa. Tilaajan A edustaja huomautti, kuinka kustannuksista saadaan entistä paremmin ennustettavia, kun ratkaisut ovat vakioituja, ja suunnitelmien laatu saadaan mahdollisimman tasaiseksi.

## 10 Projektin tulevaisuus

Projektia tehdessä kiinnostusta projektin ideasta tuntui olevan sekä tilaajien, että Entalconin työntekijöiden parissa. Varsinkin työntekijöiden keskuudessa koettiin, että tässä on hyviä ideoita ja aiheita, joita olisi syytä miettiä ja jalostaa pidemmällekin.

Malliprojektipohjaa tulisi mielestäni pitää yllä säännöllisesti. Projektipohjan ja kirjallisen suunnitteluohjeen tiimoilta pitäisi järjestää tilaajien ja Entalconin välillä kertausharjoitukset kerran vuodessa, jossa käytäisiin läpi esimerkiksi:

- Ovatko lähtötiedot muuttuneet
- Onko jokin suunnitteluratkaisu koettu huonoksi työmaalla
- Koetaanko, että jokin suunnitteluratkaisu on liian kallis
- Onko tilaajan tai suunnittelutoimiston henkilöstöön tullut muutoksia
- Miten tekisimme asiat entistäkin paremmin

Lisäksi kyselytutkimuksia tehdessä aloimme Entalconissa pohtimaan pitäisikö laatukyselyitä lähettää useammin tilaajille, esimerkiksi jokaisen projektin päätteeksi.

Tulevaisuus näyttää siis valoisalta, mutta samalla vaatii töitä. Hyvällä panostuksella uskon, että tilaajat pysyvät tyytyväisinä ja tilaavat Entalconilta jatkossakin LVI-suunnitelmia.

## 11 Yhteenveto

Tämän työn tavoitteena oli selvittää tilaajien ja suunnittelijoiden tarpeita ja tahtotiloja projektin alkuvaiheessa sekä käydä läpi toistuvia puutteita ja virheitä. Jo työn alkuvaiheilla vakioitavat suunnitteluratkaisut nousivat esille, ja niiden etsiminen ja pohtiminen nousi keskiöön.

Työssä onnistuttiin saamaan hyvä kehitysympäristö yrityksen uusien työntekijöiden perehdyttämiseen sekä jo töissä olevien työntekijöiden kouluttamiseen. Kyseisillä työkaluilla yrityksen sisäistä koulutusta on helpompaa ohjata.

Työssä tehtiin myös kyselytutkimus, jollaista ei ollut tehty aiemmin meidän toimistollamme. Kyselydata ja sen vastaukset toivat selkeästi sekä työntekijöiden että tilaajien kannat hyvin esiin. Asiakas- ja työntekijätyytyväisyyden tutkiminen on mielestäni asia, johon on syytä jatkossa miettiä uudenlaista asiakas- ja työntekijätyytyväisyysprosessia yrityksessämme. Omaksi yllätykseksi iso osa, kenelle

kyselyt lähetettiin, vastasivat kyselyihin, ja niihin saatiin todella rakentavaa palautetta kaikilta osapuolilta.

Työssä onnistuttiin saavuttamaan sille asetetut tavoitteet, ja kaikki osapuolet vaikuttivat tyytyväisiltä tehtyyn työhön. Toivon, että tämän kaltaisia yhteistyöprojekteja tilaajien ja muiden yhteistyökumppanien kanssa tehtäväisiin meidän toimistollamme enemmän, koska aina voi oppia, ymmärtää tai keksiä jotain uutta.

## Lähteet

- 1 2020. Prosessi – miksi ja miten kehittää? Verkkoaineisto. MCS.  
<https://mcs.fi/prosessi-miksi-ja-miten-kehittaa/>. Luettu 22.9.2022.
- 2 Aunola, Salla. 2017. Prosessiarkkitehtuuri arvontuotannon apuna. Arter.  
Verkkoaineisto. <https://www.arter.fi/prosessiarkkitehtuuri/> Luettu 21.9.2022
- 3 Laamanen, Kai. 2009. Prosessijohtamisen käsitteet. Teknologiainfo Teknova  
4.painos, eKirja.
- 4 Mölsä, Seppo, 2015. Laatuvirheet lähtevät jo suunnittelusta. Verkkoaineisto.  
Rakennuslehti.  
<https://www.rakennuslehti.fi/2015/01/rakentamisen-laatuvirheet-lahtevat-jo-suunnittelusta/> Luettu 22.3.2022
- 5 Eklund, Annina. 2018. Tervetuloa meille! Uuden työntekijän perehdytys.  
1.Painos. Impact
- 6 Lecklin, Olli. 2006. Laatu yrityksen menestystekijänä 5., uudistettu painos.  
Helsinki: Talentum.
- 7 Arkkitehtisuunnitelma. Ark 7 Oy. As Oy Espoon Kiannonpuisto.
- 8 <https://talotekniikkainfo.fi>, Luettu 2.5.2022
- 9 [www.toptenrava.fi](http://www.toptenrava.fi), Luettu 2.5.2022
- 10 Asuntosuunnittelun tehtäväluettelo. 2004. RT 10-10827. Rakennustieto Oy.  
Rakennustietosäätiö RTS.
- 11 COBIM – Hankkeen osapuolet. Verkkoaineisto. Yleiset tietomallivaatimukset  
YTV, yleinen osa. [https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012\\_osa\\_1\\_yleinen\\_osuus.pdf](https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_1_yleinen_osuus.pdf) . Luettu 8.6.2022
- 12 2019. LVI-suunnittelijan löytäminen saattaa olla haaste. Verkkoaineisto.  
Talotekniikka-lehti. <https://talotekniikka-lehti.fi/lvi-suunnittelijan-loytaminen-saattaa-olla-haaste/>. Luettu 22.5.2022
- 13 Parmarine Oy. Parma kylpyhuonelementit kohdekoht. suunnitelmien mukaan  
valmistilat. <https://www.rttuotetieto.fi/71322-parma-kylpyhuonelementit-kohdekoht-suunnitelmien-1078994.html>. Luettu 24.5.2022

- 14 Rudus. Elpo-hormi talotekniikkaelementti.  
<https://www.rudus.fi/suunnittelijalle/elpo-hormit>. Luettu 24.5.2022
  
- 15 Malila, Riikka. & Laitinen, Jyrki. 2020. Rakennuksissa käytettävien putkimateriaalien arviointi. Verkkoaineisto. Suomen ympäristökeskus.  
[https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/319739/SYKEra\\_41\\_2020\\_Putki\\_materiaalit.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/319739/SYKEra_41_2020_Putki_materiaalit.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Luettu 5.10.2022

**Työntekijöiden kyselytutkimuksen kysymykset**

- Kuinka laadukkaiksi koet suunnitelmamme?
  - Erinomainen
  - Hyvä
  - Välttävä
  - Huono
- Missä vaiheessa projektia koet, että laatuun kannattaa panostaa?
  - Luonnos (Peruskerros)
  - Urakkalaskenta
  - Toteutus
- Koetko, että suunnitelmiin liittyvät ongelmat toistuva projektista toiseen?
  - Kyllä
  - Osittain
  - Ei
- Koetko, että suunnitteluajataulut ovat:
  - Liian löysiä
  - Sopivia
  - Liian tiukkoja
- Onko sinulla mielestäsi tarvittavat lähtötiedot hyvien ja laadukkaiden suunnitelmien tekemiseksi
  - Kyllä
  - Osittain
  - Ei
- Mitkä lähtötiedot yleisesti puuttuvat?
  -
- Kehen pyrit olevaan yhteydessä ongelmatilanteissa?
  - Tilaajan edustaja
  - Työkaveri
  - Muu
- Oletko mielestäsi saanut riittävästi ohjeistusta tilaajanedustajilta?
  - Kyllä
  - Osittain
  - En
- Oletko mielestäsi saanut riittävästi ohjeistusta työkavereilta?
  - Kyllä
  - Osittain
  - En
- Koetko, että tilaajakohtainen projektipohja ja mallikerros parantaisi suunnitelmin laatua?
  - Kyllä

## Tilaaajien kyselytutkimuksen kysymykset

- Kuinka laadukkaiksi koet Insinööritoimisto Entalconin LVI-suunnitelmat?
  - Erinomainen
  - Hyvä
  - Välttävä
  - Huono
- Missä vaiheessa projektia koet, että laatuun kannattaa panostaa, että laatu ei kärsisi?
  - Luonnos
  - Urakkalaskenta
  - Toteutus
- Koetko, että suunnitteluaiakataulut ovat:
  - Liian löysiä
  - Sopivia
  - Liian tiukkoja
- Millaisilla työkaluilla tai -tavoilla Entalcon voisi mielestäsi parantaa suunnitelmia
- Koetko, että laatuun liittyvät ongelmat toistuvat projektista toiseen?
  - Kyllä
  - Osittain
  - Ei
- Onko yrityksellänne käytössä ns. vakioituja ratkaisuita vai muuttuvatko ne kohdekohtaisesti
  - On käytössä vakioituja ratkaisuita
  - Jokainen hanke on kohdekohtainen
  - On vakioituja ratkaisuita, mutta niistä poiketaan säännöllisesti
- Onko suunnittelija yhteydessä tilaajaan ongelma- tai lisätietotilanteissa,
  - Liikaa
  - Sopivasti
  - Liian vähän
  - Ei ollenkaan
- Koetko, että suunnitteluohjeet ovat yksiselitteisiä, selkeitä ja ne ovat helposti suunnittelijan löydettävissä
  - Kyllä
  - Pääosin kyllä
  - Ei
- Koetko, että tilaajakohtainen projektipohja ja mallikerros parantaisi suunnitelmien laatua?
  - Kyllä
  - En
- Alle voit vastata vapaasti, missä mielestäsi Insinööritoimisto Entalcon onnistuu ja missä olisi parantamisen varaa.