

Pekka Peltonen

LVI-suunnittelutoimiston detalji- ja piirros- merkkiohje

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikan koulutusohjelma

Insinööriytyö

4.6.2013

Tekijä(t) Otsikko	Pekka Peltonen LVI-suunnittelutoimiston detalji- ja piirrosmerkkiohje
Sivumäärä Aika	39 sivua + 1 liite 4.6.2013
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	LVI-suunnittelu
Ohjaaja(t)	diplomi-insinööri Unto Hakkarainen yliopettaja Olli Jalonen
<p>Tämän insinööri työn tarkoituksena oli parantaa työn tilaajalla käytössä olevaa laatujärjestelmää luomalla suunnitteluohje LVI-suunnitelmissa käytettävistä detaljeista ja piirrosmerkeistä sekä luoda valmiit mallipohjat suunnittelua varten. Tilaajalle luovutettiin kirjallisen ohjeen lisäksi mallitiedosto, johon kerättiin luotuja sekä valmistajien tekemiä detalji- ja piirrosmerkkejä sekä suunnitteluohjelman päivitetty asetustiedosto.</p> <p>Työssä käytiin läpi yrityksen eri projekteissa esiintyviä detaljeja ja piirrosmerkkejä, joilla halutaan selvittää ja havainnollistaa LVI-suunnitelmia tai niissä esiintyviä yksityiskohtia. Nämä merkit ovat yleensä kuvia tai tekstilaatikoita, ja ne sijoitetaan suunnitelmien oikeaan sivuun nimiön yläpuolelle. Piirrosmerkkien ollessa enemmänkin kokonaisuutta ohjeistavia ja selvittäviä yleisessä käytössä olevia merkkejä, detaljit taas keskittyvät enemmän yksityiskohtaisempaan tiedon antamiseen. Tämän lisäksi tutkittiin yrityksen työntekijöiden toimintatapoja detalji- ja piirrosmerkkien sekä tunnuslyhenteiden käytöstä ja siitä, kuinka tämä suunnitteluohje kokonaisuudessaan saadaan jokaisen yrityksen työntekijän käyttöön.</p> <p>Työssä on tutkittu yrityksen käytössä olevaa laatujärjestelmää ja sitä, mitä vaatimuksia se aiheuttaa suunnittelutyöhön. Selvitettiin myös minkälainen vaikutus tämän työn lopputuloksella on olemassa olevaan laatujärjestelmään ja mitä etuja siitä tulee. Lisäksi työssä verrattiin, mitä mahdollisia muutoksia verrattuna aikaisempiin ohjeistuksiin on tiedossa, jos vireillä olevat maankäyttö- ja rakennuslain muutokset astuvat voimaan. Jatkuva määräysten ja ohjeistuksien päivittyminen tuo omat haasteensa suunnittelutoimintaan myös tulevaisuudessa.</p>	
Avainsanat	detalji, LVI, suunnittelu, piirrosmerkki,

Author(s) Title	Pekka Peltonen Design model for HVAC details and drawing symbols
Number of Pages Date	39 pages + 1 appendice 4 June 2013
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	HVAC Engineering, Design Orientation
Instructor(s)	Unto Hakkarainen, Master of Science in Technology Olli Jalonen, Principal Lecturer
<p>The goal for this final year project was to improve the quality system of the commissioner of the final year project by creating a design model for the usage of HVAC details and drawing symbols. In addition to the written instructions, a template file with the details and drawing symbols, both created during the project and ones made by the manufacturers, as well as an updated configuration file for the designing program, were handed over to the commissioner.</p> <p>The final year project studied the details and drawing symbols used in various projects of the company. Drawing symbols are used more generally and act as guidelines, while details provide more specific information on the subject. Furthermore, the symbol usage of the company employees, the company's quality system and its requirements, as well as possible changes in construction law were studied.</p> <p>The design model and template file was created to help and hasten the work of HVAC designers of the company. The template file was also created in a way so that it can be further developed and modified in the future.</p>	
Keywords	detail, HVAC, design, symbol, drawing

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Insinööritoimisto	3
2.1	Suunnitteluprosessi	3
2.2	Toimintatavat	4
2.3	Uuden käytännön käyttöönotto	7
3	Laatujärjestelmä	8
3.1	Laatujärjestelmän aiheuttamat vaatimukset	8
3.2	Laatujärjestelmän parantaminen ja kehittäminen	9
4	Suunnitteluohje	9
4.1	Piirrosmerkit	10
4.1.1	Piirrosmerkit lämmitysjärjestelmissä	10
4.1.2	Piirrosmerkit vesi- ja viemärijärjestelmissä	12
4.1.3	Piirrosmerkit ilmanvaihtojärjestelmissä	15
4.1.4	Yleiset piirrosmerkit	17
4.2	Detaljimerkit	20
4.2.1	Detaljimerkit lämmitysjärjestelmissä	20
4.2.2	Detaljimerkit vesi- ja viemärijärjestelmissä	23
4.2.3	Detaljimerkit ilmanvaihtojärjestelmissä	26
4.3	Yleiset detaljimerkit	28
4.3.1	Pumpun värinäeristys	28
4.3.2	Yhteiskannakointi	29
4.3.3	3D-detaljit	30
5	Ympäristöministeriön määräykset	32
5.1	Nykyinen tilanne	32
5.2	Lakimuutosehdotus	35
6	Yhteenveto	37
	Lähteet	38

Liitteet

Liite 1. Insinööritoimiston nykyinen suunnitteluohje

Käsitteet ja määritelmät

auditointi	Objektiivinen arviointi, jossa tarkastellaan, onko arvioinnin kohteelle asetetut vaatimukset saavutettu.
dwg	AutoCAD drawing -tiedostotyyppi. Insinööritoimiston suunnittelutyössä käytettävän suunnitteluohjelman MagiCADin käyttämä yleisin tiedostotyyppi.
LVIAJ	Lyhenne, jolla tarkoitetaan rakennusalalla esiintyviä järjestelmiä: lämmitys, vesi, ilmanvaihto, automatiikka ja jäähdytys.
LVI-kortisto	LVI Net -sivusto, joka sisältää tietoja ja ohjeita talotekniikkaan yleisesti, rakennustapaan, suunnitteluun, asentamiseen ja kunnossapitoon.
MagiCAD	Suomalaisen Progman Oy:n kehittämä suunnitteluohjelmisto, jota käytetään insinööritoimistoissa muun muassa lämmitys-, vesi- ja viemäri-, ilmanvaihto- sekä jäähdytysjärjestelmiä suunniteltaessa. Ohjelmisto perustuu tuotemallintamiseen.
origo	Suunnitteluohjelman mallitilassa oleva nollapiste, joka sijaitsee kohdassa (0, 0, 0,). Yleensä tehtävät suunnitelmat sijaitsevat origosta oikealle päin x,y,z-koordinaatiston positiivisissa arvoissa.
revisio	Toteutettuun LVIJ-suunnitelmaan palataan tekemään muutos, jota kutsutaan revisioksi. Merkintätapa tapahtuu kirjaimella tai numerolla.
symboli	LVIAJ-suunnitelmissa esiintyvien päätelaitteiden, vesikalusteiden ja lisäosien visuaalinen merkintätapa. Monien valmistajien tuotteet on mallinnettu Progman Oy:n ohjelmiin.

template

MagiCAD-suunnitteluprojektin aloittamiseen liittyvä tiedostomuoto, joka pitää sisällään yksityiskohtaisia asetuksia aloitettavaan projektiin liittyen. Template-tiedostoon on määritelty toimiston haluamat yhteiset asetukset, jotta jokaisella suunnittelijalla on käytössään samanlaiset työkalut jokaisen eri projektin alkaessa. Tämänkaltaisia asetuksia ovat muun muassa tulostusmallin viivapaksuudet, viivatyytit ja väriasetukset.

1 Johdanto

Tämän insinööriyön tarkoituksena on käydä läpi erinäisiä LVI-suunnitelmissa käytettäviä informatiivisia detalji- ja piirrosmerkkejä ja tehdä niistä yritykselle mallitiedosto ja käyttöohje. Samalla yhtenäistetään yrityksen toimintatapoja ja kehitetään edelleen jo olemassa olevaa laatujärjestelmää. Detalji- ja piirrosmerkkiohje rajataan koskemaan yrityksen tarpeita, tarkoittaen tässä tapauksessa sairaaloita, hotelleja, toimistotiloja, kouluja sekä päiväkoteja. Itse ohje sekä luodut että valmistajien tekemät detalji- ja piirrosmerkit noudattavat Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D4 ”LVI-piirrosmerkit” mukaisia ohjeita. Tämän lisäksi yritykselle luodaan lämmitys-, vesi- ja viemäri- sekä ilmanvaihtojärjestelmien suunnittelua varten mallipohja, joissa käytetään hyväksi tätä työtä varten luotuja, sekä jo olemassa olevia detalji- ja piirrosmerkkejä. Työ tehdään Insinööritoimisto Äyräväinen Oy:lle.

Detalji- ja piirrosmerkkejä käytetään, kun halutaan selventää tiettyjä asioita tai piirrettyjä merkkejä suunnittelutoimiston luomissa luonnos- tai toteutuskuviissa. Merkit, jotka ovat yleensä joko kuvia tai tekstilaatikoita, sijoitetaan usein piirustuksen oikeaan sivuun. Tällä tavoin itse arkkitehtipohjaan mallinnetut suunnitelmat jäävät selkeämmiksi ja niihin voidaan upottaa tietoa enemmän. Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D4 mainitsevat yleiset piirrosmerkit ovat alan normeja, jotka eivät vaadi erikseen selitystä. [1, s. 1.] Detalji- ja piirrosmerkkejä käyttäessä on kuitenkin pidettävä huoli siitä, että ne täyttävät viranomaisten vaatimukset ja ovat ymmärrettävissä muillekin kuin pelkästään niiden suunnittelijalle.

Tässä työssä käydään ensiksi läpi suunnittelutyötä yleisellä tasolla, yrityksen toimintatapoja sekä laatujärjestelmän ja viranomaisten asettamia vaatimuksia suunnittelutyöhön ja piirrosmerkkien luontiin liittyen. Työn toinen osa on suunnitteluohje, jossa käydään läpi yleisimpiä käytettyjä piirrosmerkkejä sekä yrityksen projekteissa useimmiten esiintyviä detaljeja LVI-järjestelmittäin.

Työssä käsitellään myös suunnittelijoiden pätevyysien ja työtehtävien määrittelyä viranomaisten näkökulmasta sekä mahdollisten tulevien muutoksien vaikutusta suunnittelutyöhön.

Lopputuloksena Insinööritoimisto Äyräväinen Oy:lle luovutetaan yleinen suunnitteluohje piirrosmerkkien käytöstä, dwg-muotoinen mallitiedosto detalji- ja piirrosmerkeistä järjestelmittäin sekä päivitetty template-pohja suunnitteluprojektin aloitusta varten, johon on kerätty tässä työssä käytettyjä detalji- ja piirrosmerkkejä, mutta myös niitä, joita tässä työssä ei ole läpikäyty. Tarkoituksena on, että mallitiedostoa ja mallipohjaa pystyy jokainen yrityksen suunnittelija täydentämään ajan mukaan tarpeen vaatiessa ja että niiden käyttö saadaan osaksi yrityksen jokaisen työntekijän suunnitteluprosessia sekä Helsingissä että Rovaniemellä.

2 Insinööritoimisto

Insinööritoimisto Äyräväinen Oy on vuodesta 1972 asti toiminut LVIA-suunnitteluun erikoistunut insinööritoimisto, jonka erityisosaamista ovat sairaaloiden, opetus- ja toimistotilojen, päiväkotien, hotellien sekä maanpäällisten turva- ja suojatilojen LVIAJ-korjausrakennussuunnittelu. Yrityksen toimenkuvaan kuuluu myös talotekninen konsultointi sekä uudisrakennusten LVIAJ-suunnittelu. Yrityksellä on toimipisteet Helsingissä ja Rovaniemellä, ja se työllistää yhteensä 31 henkilöä. Insinööritoimisto Äyräväinen Oy:llä on RALA-sertifioitu laatujärjestelmä, ja se on sekä SKOL ry:n että Teknologiateollisuus ry:n jäsenyritys. [2.]

2.1 Suunnitteluprosessi

LVI-kortistossa sijaitsevassa TATE 95:ssä ”Talotekniikan suunnittelun tehtäväluettelo” on esitetty, mitkä ovat projektin suunnitteluprosessin eri vaiheet ja mitä mikäkin vaihe vaatii suunnittelijalta. Tehtäväluettelo soveltuu uudisrakentamiseen, mutta se on sovellettavissa myös erikois- ja korjausrakentamiseen. LVI-suunnittelijan tehtävät voidaan jakaa seuraaviin vaiheisiin [8, s. 1–2]:

- hankesuunnittelu
- luonnossuunnittelu
- toteutussuunnittelu
- rakennusaikaiset tehtävät
- käyttöönotto.

Hankesuunnitteluvaiheessa määritellään projektin laajuus-, laatu-, kustannus- ja aikataulutavoitteet. Varsinaista suunnittelutyötä ei vielä tässä vaiheessa tehdä, mutta tulevia suunnitelmia varten kerätään perustietoja ja valmistellaan eri tavoin suunnittelutyön alkamista. [8, s. 4.]

Luonnossuunnitteluvaihe alkaa, kun hankesuunnitelma on hyväksytty. LVI-suunnittelijan työtehtävät projektin tässä vaiheessa käsittävät järjestelmien palvelualueiden määrittämisen, LVI-järjestelmien suunnittelun, energiamittaukset sekä jäähdytystä lämmitystehojen laskemisen. Luonnossuunnitteluvaiheessa LVI-suunnittelija tekee alustavia pohjapiirustuksia, joista ilmenee pääjohtoreitit kanaville ja putkistoille, erinäi-

siä kaavioita, alustavia laiteluetteloita sekä mallintaa yhden tyyppihuoneen toteutus-suunnitelmavaiheeseen. Kaikille suunnittelijoille yhteisiä tehtäviä tässä vaiheessa ovat muun muassa teknisten tilantarpeiden määrittäminen, päätelaitteiden sijoitus ja mitoitus suuruusluokkaisesti ja ulkopuolisten liittymien sekä urakkarajojen tarkentaminen. [8, s. 5–7.]

Kun luonnossuunnitelma on hyväksytty, alkaa toteutussuunnitteluvaihe. Tässä vaiheessa suunnitelmat tehdään valmiiksi kaikkien tarvittavien järjestelmien osalta. LVI-suunnittelija mitoittaa ja sijoittaa tarvittavat putkistot ja kanavat, määrittää ja sijoittaa huone- ja keskuslaitteet, määrittää äänenvaimentimet ja laskee huoneiden lämmitys- ja jäähdystarpeet sekä putkistojen ja kanavistojen kertosäätöarvot. Yhteisiä tehtäviä tässä vaiheessa ovat reikä- ja varauspiirustusten laatiminen, urakkarajojen määrittäminen, toimintakuvausten tarkentaminen sekä järjestelmien ja laitteiden yksityiskohtainen suunnittelu. Asiakirjoja päivitetään luonnossuunnitteluvaiheesta toteutussuunnitteluvaiheen vaatimalle tasolle. Lopuksi toteutussuunnitelmat sovitetaan yhteen muiden suunnittelijoiden tekemien suunnitelmien kanssa. Rakennusaikaisista tehtävistä ja niiden laajuudesta sovitaan erikseen. [8, s. 8–10.]

2.2 Toimintatavat

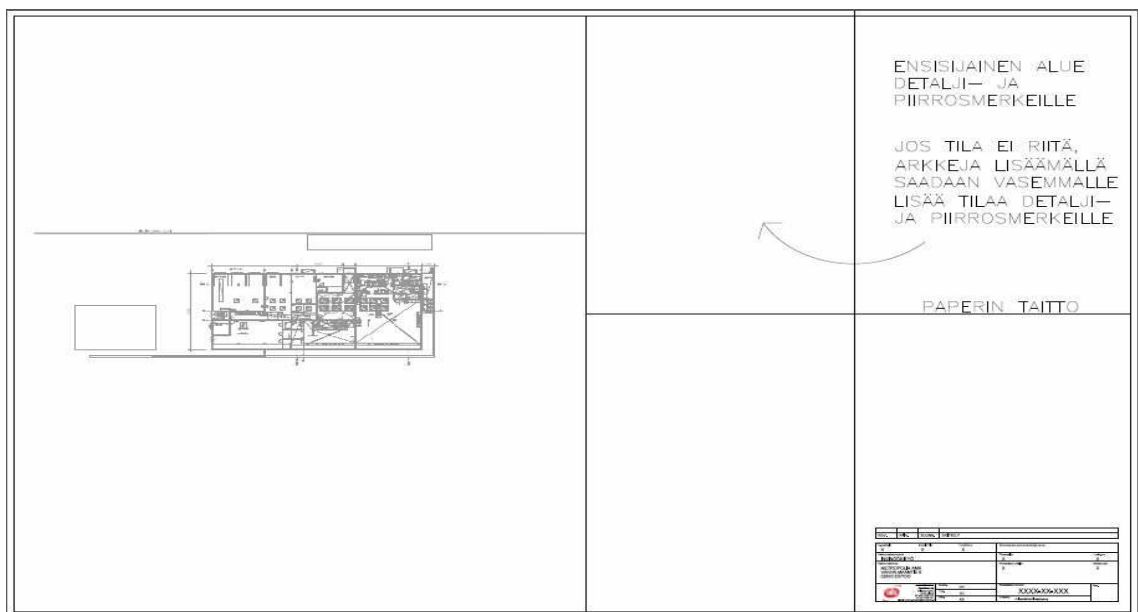
Vuosien saatossa jokainen yrityksen LVI-suunnittelija on kehittänyt itselleen tietyn tavan toimia projektitoiminnan aloittamisesta aina sen loppuun saattamiseen. Suunnittelijoiden ikähaitarin ollessa yli 30 vuoden mittainen osaamista on pitkältä aikaväliltä. Uudet, nuoret suunnittelijat tuovat tuoreita ideoita koulunpenkiltä vanhemmille suunnittelijoille, jotka taas vastaavasti antavat takaisin kokemuksen kautta opittuja asioita ja menetelmiä. Näin vuorovaikutus nuorempien ja vanhempien suunnittelijoiden välillä on jatkuvaa, ja kollegan tavoista toimia voi ammentaa elementtejä omaan tekemiseen.

Tässä työssä käsiteltävien detalji- ja piirrosmerkkien käytöstä yrityksen sisällä löytyy muutamia eri esimerkkejä. Vanhojen projektien muistamisesta on tullut tärkeää, sillä hyväksi todettu detalji- tai piirrosmerkki vuosien takaa saattaisi sopia pienin päivityksin nykyiseen meneillä olevaan projektiin. Tämä onkin yleinen toimintamalli toimiston sisällä tällä hetkellä. Tyyliässä ei sinällään ole mitään vikaa, jos jokainen suunnittelija käyttäisi tismalleen samaa detalji- tai piirrosmerkkiä, mutta nykyisin eri suunnittelijat käyttävät

itselle hyväksi todettuja projekteja hyödykseen. Vaikka erot ovat pieniä käytettävien merkkien välillä, kärsii yrityksen laadullinen ulkonäkö.

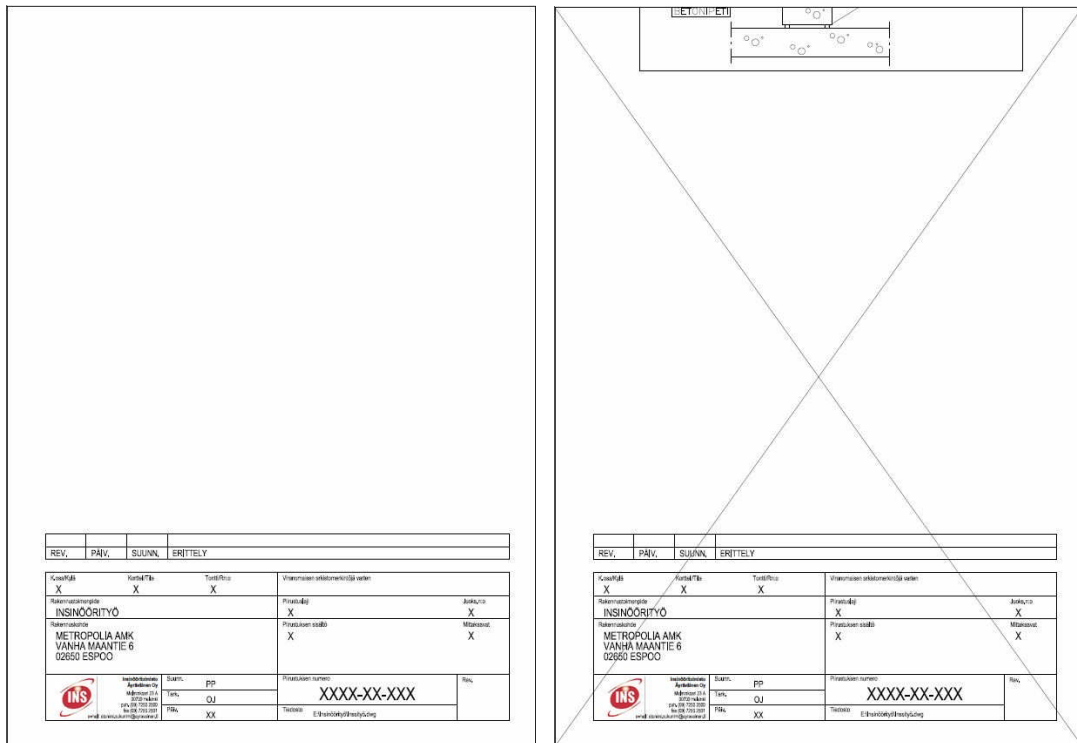
Toinen esimerkki on käytettävien piirrosmerkkien ja symbolien käytössä. Yksi suunnittelija käyttää esimerkiksi tietynlaista urakkarajan merkintätapaa, kun toisella suunnittelijalla tapa merkitä urakkaraja on erilainen. Joku merkitsee sulkua- ja linjasäätöventtiilit tietyllä tapaa kuin toinen. Tämä on yksi syy, miksi tässä työssä on tarkoitus tehdä jokaisesta tarvittavasta yleisestä detalji- tai piirrosmerkistä hyvin tehty esimerkki, jotta jokainen suunnittelija voi käyttää projekteissa tyyliltään samoja merkkejä, eikä jokaisen tarvitse erikseen tehdä samoja piirrosmerkkejä uudelleen ja uudelleen projektista toiseen.

Kolmantena esimerkkinä yrityksen toimintatavoista suunniteltaessa jotakin projektia on tehtyjen suunnitelmien kansilehden puhtaana pitäminen. Tehdyt suunnitelmat tulostetaan paperille urakoitsijoita varten. Paperitulosteet taitetaan niin, että ne koon puolesta saadaan taitettua A4-kokoiseen nippuun. Jos suunnitelmaan tulee paljon detalji- ja piirrosmerkkejä, ei niitä kaikkia pidä sijoittaa nimiön yläpuolelle vaan siinä tapauksessa reilusti pidentää paperitulosteen mittaa tarvittavan monella arkilla. Kuvassa 1 on havainnollistettu, mille tulostusmallin alueelle lähtökohtaisesti detalji- ja piirrosmerkit tulisi sijoittaa. Nuolen osoittama alue saadaan, kun tulostusmallin pituutta lisätään yhdellä arkilla.



Kuva 1. Detalji- ja piirrosmerkkien sijoitus tulostusmallissa

Tarkoitus on, että suunnitelman taitetun paperiversion etusivu sisältäisi ainoastaan nimiön, mistä ilmenee, mikä projekti on kyseessä ja mitä kyseinen suunnitelma sisältää. Kuvassa 2 on esimerkit siitä, miltä paperitulosteen etukannen tulisi näyttää, kun paperituloste on taiteltuna ja miltä sen ei tulisi näyttää.



Kuva 2. Vasemmalla paperitulosteen etukannen oikea tapa, oikealla väärä tapa

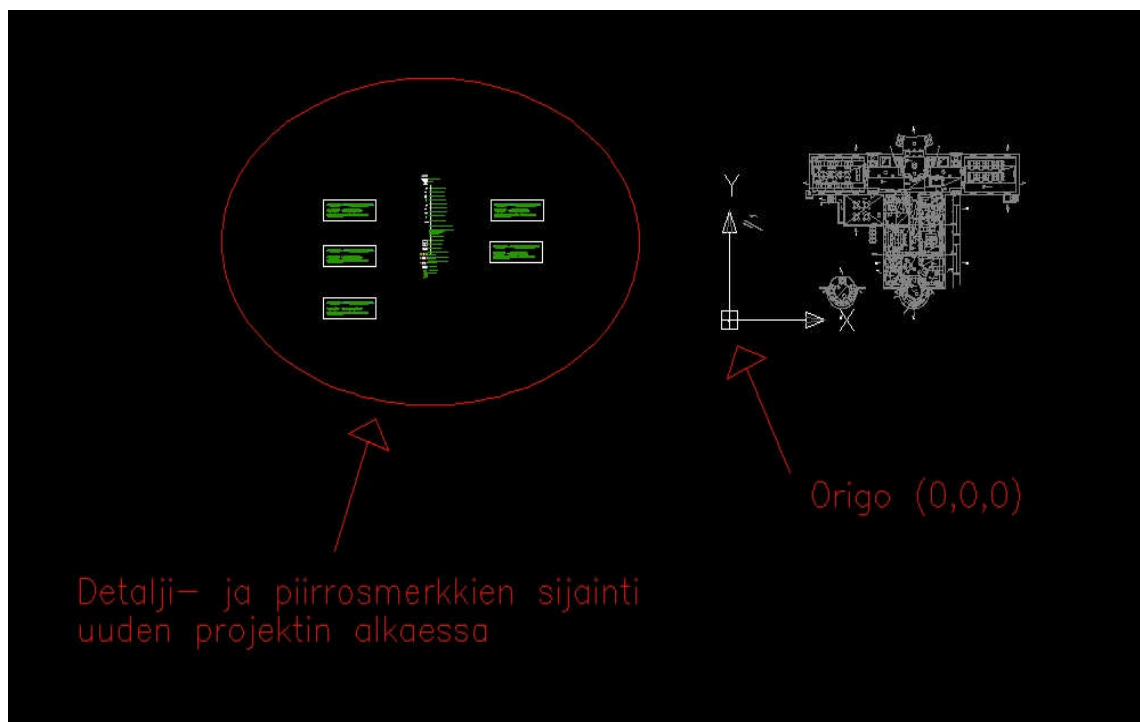
LVIAJ-suunnitelmissa käytettävistä kirjainlyhenteistä on yrityksellä ennestään ollut ohje, joka on keskittynyt lähinnä eri putkityyppien lyhenteisiin ja erinäisiin putkivarusteisiin. Kirjainlyhenteillä tarkoitetaan tapaa merkitä suunnitelmissa esimerkiksi lämminvesikiertoputki, ilmanvaihtoverkoston lämpöjohto tai äänenvaimennin. Erilaisia ohjeita on käytössä Suomen rakentamismääräyskokoelman osasta D4 "LVI-piirrosmerkit" aina eri rakennuttajien omiin ohjeisiin.

LVIJ-suunnitelmissa ohjeena lyhenteiden käyttöön on Suomen rakentamismääräyskokoelman osa D4, mutta automatiikkasuunnitelmissa merkintätapa riippuu projektin tyylistä ja rakennuttajasta. Yleensä rakennuttajilla on omat ohjeensa, joita sitten käytetään kyseisen projektin suunnitelmissa. Jos kyseessä on saneerausohje, käytetään jo olemassa olevia merkintätapoja, jotta vältetään sekaannuksia. Mikäli rakennuttajalla ei ole omaa ohjetta lyhenteiden merkitsemiseen, käytetään automatiikkasuunnitelmissa hyväksi todettuja ohjeita ja aiempia merkintätapoja. [4.]

2.3 Uuden käytännön käyttöönotto

Uusia toteutustapoja on otettu omaan suunnittelutoimintaan muiden hyväksi todetuista esimerkeistä sekä koulutuksen kautta. Haastavinta on kuitenkin se, kuinka tämän työn ohessa kehitelty uusi käytäntö onnistutaan saamaan jokaisen suunnittelijan jokapäiväiseen käyttöön niin yrityksen Helsingin kuin Rovaniemen toimipisteellä.

Tarkoitus on, että tämän työn lopputuloksena syntyvät suunnittelupohjat ovat käyttövalmiina, kun suunnittelija aloittaa uuden projektin riippumatta siitä, mikä LVI-järjestelmä on kyseessä. Detalji- ja piirrosmerkit löytyvät suunnitteluohjelman malli-tilasta origosta vasemmalle sijoitettuna, sillä tehdyt suunnitelmat sijaitsevat yleensä origosta oikealle päin (kuva 3). Suunnittelija voi halutessaan helposti poistaa tarpeettomat merkit, mutta myös samalla lisätä tarvittaessa kyseisen järjestelmän mallitiedostosta halutun detalji- tai piirrosmerkin. Täten jokaisessa suunnitteluprojektissa on sama pohja suunnittelijasta riippumatta ja tyyliään samankaltaiset merkinnät käytössä jokaisessa suunnitelmassa.



Kuva 3. Merkkien sijoitus malli-tilassa

3 Laatujärjestelmä

Insinööritoimisto Äyräväinen Oy:llä on RALA -sertifioitu laatujärjestelmä ja se on Suunnittelu- ja konsulttitoimistojen SKOL ry:n jäsenyritys. Laatujärjestelmää seurataan jatkuvasti ja arvioidaan yrityksen ja suunnittelijoiden toimintaa tehokkuuden ja laadun näkökulmasta. Yrityksessä suoritetaan kerran vuodessa sisäinen auditointi, jolla varmistetaan, että laatujärjestelmän normeja noudatetaan ja että se on ajan tasalla. Joka toinen vuosi laatuauditoinnin suorittaa ulkopuolinen arvioitsija. Laatujärjestelmä on tekstimuodossa jokaisen yrityksen työntekijän saatavilla. [2.] Se on jaettu viiteen eri osaan, joissa kuvataan

- tavoitteet ja vaatimukset
- keinot niiden tavoittamiseksi ja täyttämiseksi
- toimintatavat
- arviointiperusteet
- visio ja kehittämissuunnitelmat.

3.1 Laatujärjestelmän aiheuttamat vaatimukset

Koska Insinööritoimisto Äyräväinen Oy:llä on RALA-sertifioitu laatujärjestelmä, tämä asettaa tiettyjä vaatimuksia yritykselle. Jotta sertifiointiin saa, täytyy yrityksen pystyä täyttämään tietyt vaatimukset. Yleensä vaatimuksen täyttämiseksi pitää pystyä osoittamaan menetelmän toimivan käytännössä sekä sen tueksi edellytetään kirjallisia dokumentteja kuten esimerkiksi projektisuunnitelmia ja muistioita. Vaatimuskohtia sertifiointille on yhteensä 29 kappaletta. [7.]

Yritys itsessään vaatii laatujärjestelmän avulla työntekijöiltään laatujärjestelmän ohjeiden noudattamista ja toteuttamista. Laatujärjestelmä on suunniteltu yritystä ja sen työntekijöitä varten, ja sen tarkoituksena on palvella yritystä ja sen asiakkaita jokapäiväisen tekemisen kautta.

3.2 Laatujärjestelmän parantaminen ja kehittäminen

Yrityksen laatujärjestelmää kehitetään jatkuvasti. Sisäisistä ja ulkoisista auditoinneista saadut tulokset raportoineen sekä asiakaspalautteet ovat tärkeä osa laatujärjestelmää ja näillä tuloksilla yritys pyrkii kehittämään niin liike- kuin projektitoimintaansa. Tämän työn yksi olennainen osa on parantaa ja edelleen kehittää nykyistä olemassa olevaa laatujärjestelmää. Tämä työ on tehty nykyisen laatujärjestelmän tueksi ja sen tietoja hyväksikäyttäen.

Suunnitteluohjeen detalji- ja piirrosmerkeistä koostuvan mallitiedoston avulla saadaan toivottavasti yhtenäistettyä yrityksen suunnitelmien ulkonäköä sekä nopeutettua suunnittelijoiden työtä antaen lisää työkaluja jokapäiväiseen projektitoimintaan. Valmiiksi tehdyt piirrosmerkki-mallit vähentävät turhaa uudelleen tekemistä ja luotujen merkkien muokattavuus mahdollistaa niiden monipuolisemman käytön.

4 Suunnitteluohje

Insinööritoimisto Äyräväinen Oy:lle luotu suunnitteluohje sisältää esimerkkejä suunnittelutyössä käytetyistä detalji- ja piirrosmerkeistä järjestelmittäin (lämmitys, vesi- ja viemäri sekä ilmanvaihto) sekä yrityksen projekteissa yleisimmin esiin tuleviin yhteisiin detalji- ja piirrosmerkkeihin. Suunnitteluohjeella on tarkoitus yhtenäistää ja parantaa yrityksen suunnittelua detalji- ja piirrosmerkkien käytön osalta. Koska erilaisia suunnitteludetaljeja on valtava määrä, tässä ohjeessa syvennytään niihin, joita yrityksen projekteissa tarvitaan eniten, ja rajataan suunnittelunohje kouluihin, päiväkoteihin, hotelleihin, sairaaloihin ja toimistotilojen muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta. Esimerkeissä käydään läpi muun muassa seuraavia asioita:

- Missä tilanteessa detaljia / piirrosmerkkiä käytetään?
- Mitä informaatiota se pitää sisällään?
- Mitä hyötyä detaljin / piirrosmerkin käytöstä on?
- Miten muokattavia ja käytettäviä ovat detalji- tai piirrosmerkit?

4.1 Piirrosmerkit

Piirrosmerkeillä tarkoitetaan tässä työssä sellaisia merkintöjä, jotka voi tarpeen mukaan sijoittaa, suunniteltavasta järjestelmästä riippuen, suunnitelmien tulostusmallin oikeaan laitaan. Piirrosmerkit sisältävät yleistä tietoa suunniteltavasta työstä ja lähinnä selkeyttävät selitysten avulla suunnitelmien tulkitsemista. Näitä tietoja ovat muun muassa

- uusi vai nykyinen putki / kanava / laite
- purettava putki / kanava / laite
- putki / kanava / laite varustettava tietyllä osalla
- tietojen tulkinta oikein päätelaitteista / vesikalusteista / lämmityslaitteista
- mikä laite / osa kyseessä.

Jokaista LVI-järjestelmää varten on luotu malli, jossa esiintyvät kaikki yleisimmät piirrosmerkit. Sama on tehty yleisten piirrosmerkkien kohdalla. Piirrosmerkkejä käytettäessä on kuitenkin muistettava, että jos jollekin merkille ei ole projektissa tarvetta, ei sitä kannata turhaan sijoittaa suunnitelmaan. Ylimääräiset merkinnät saattavat sekoittaa urakoitsijoita, mistä taas aiheutuu mahdollisia väärinkäsityksiä ja ylimääräistä työtä molemmille osapuolille.

4.1.1 Piirrosmerkit lämmitysjärjestelmissä

Lämmitysjärjestelmän suunnittelussa yleisin piirrosmerkki liittyy suunnitelmissa esiintyviin radiaattoreihin. Kuvassa 4 on esimerkki, jossa esitetään, mitä suunnitelman radiaattorimerkinnät tarkoittavat. Siinä tulee ilmetä käytettävän radiaattorin korkeus, pituus, saatava lämpöteho, säätöventtiilin koko sekä esisäätöarvo. Riippuen radiaattorin mallista sekä siitä, onko kyseessä uusi vai vanha radiaattori, on hyvä, että merkinnästä ilmenee myös rivien lukumäärä sekä uuden radiaattorin malli. Pienellä tekstirivillä merkintöjen alle voi helposti selventää uuden radiaattorin mallin ja sen valmistajan.

$$\frac{4-700-1100/2050W \text{ (NYK)}}{TV15/kv=0.0/ES=0} = \frac{RIVIEN \text{ LUKUMÄÄRÄ-KORKEUS-PITUUS/TEHO W (NYKYINEN)}}{VENTTIILIKOKO/kv-ARVO/ESISÄÄTÖARVO}$$

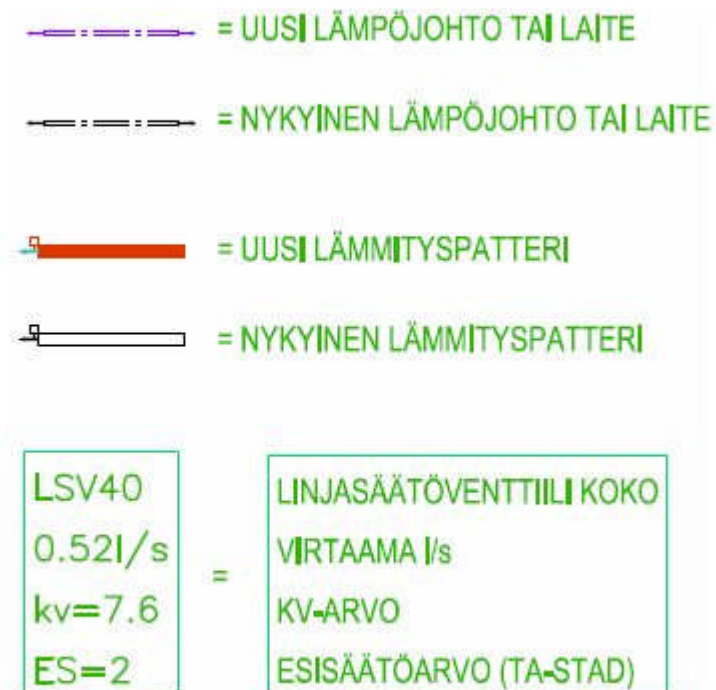
$$\frac{CV22-600-800/1300W}{TV15/kv=0.0/ES=0} = \frac{MALLI-KORKEUS-PITUUS/TEHO W}{VENTTIILIKOKO/kv-ARVO/ESISÄÄTÖARVO}$$

CV-MALLIMERKINTÄ TARKOITTAÄ PURMON PLANORA -SARJAN SILEÄLLÄ ETUPINNALLA VARUSTETTUA LÄMMITYSPATTERIA.

Kuva 4. Radiaattorimerkintä suunnitelmissa

Radiaattorimerkintöjen selvennykset on hyvä sijoittaa suunnitelman tulostusmallin oikeaan laitaan, sillä selvennykset vievät muuten suunnitelmista liikaa tilaa eikä niitä ole järkevää sijoittaa suunnitelmiin useaan paikkaan. Piirrosmerkki on tehty siten, että siitä saa poistettua projektista riippuen turhaa tietoa, mutta myös vastaavasti lisättyä sitä. Tarvittavaa lisäinfoa varten on varattu muutama ylimääräinen tekstirivi.

Kuvassa 5 on yleiset lämmitysjärjestelmää suunniteltaessa käytettävät piirrosmerkit, joista ilmenee, onko kyseessä uusi vai vanha lämpöjohto tai radiaattori. Nämä ovat yleisiä alan normeja, ja niissä pätevät säännöt ja määräykset toteutuvat myös muissa LVI-järjestelmissä. Tulostusmallissa nykyiset lämpöjohdot ja radiaattorit näkyvät ohuella viivalla tehtynä, kun taas uudet lämpöjohdot ja radiaattorit tulevat tulostusmallissa paksummalla viivalla. Nämä piirrosmerkit ovat hyödyllisiä urakoitsijalle, joka näkee suoraan suunnitelmista, minne tulee uutta lämpöjohtoa ja missä on nykyisiä lämpöjohtoja. Linjasäätöventtiilin arvojen selitykset ovat samat järjestelmästä riippumatta.



Kuva 5. Uudet ja nykyiset lämpöjohdot/radiaattorit

4.1.2 Piirrosmerkit vesi- ja viemärijärjestelmissä

Vesi- ja viemärijärjestelmän yleisimmät piirrosmerkit liittyvät vesikalusteisiin ja niiden kytkentöihin. Kuvan 6 esimerkki on vesikalusteiden kytkentäjohtojen mitoitus-taulukosta. Tällainen taulukko olisi hyvä olla jokaisessa piirustuksessa, jossa kytketään uusia vesikalusteita. Taulukosta näkee selkeästi, mikä vesikaluste on kyseessä, vesikalusteen virtaaman sekä vesijohdon koon riippuen käytettävästä materiaalista. Tämänkaltainen taulukko helpottaa asentajan työtä, kun kytkentäkoot on nähtävissä helposti kalustekohtaisesti. Samaan taulukkoon on myös laitettu kytkentäviemäreiden koot vesikalusteittain sekä niiden virtaama.

KYTKENTÄJOHTOJEN MITOITUSTAULUKKO							
Vesijohtokaluste	Mapress			KytKentäjohto Muovi+suojaputki			Virtaa- ma dm ³ /s
	KV	LV	LVK	KV	LV	LVK	
Pesuallas	12	12		15	15		0.1
WC-istuin	12			15			0.1
Tasapohja-allas	12	12		15	15		0.2
Kasteluposti	22						0.4
Kuivauspatteri			12 12		15 15		0.01
Suihku	12	12		15	15		0.2
Pikapaloposti	28						1.7
Pesukoneventtiili	12			15			0.2

KYTKENTÄVIEMÄREIDEN MITOITUSTAULUKKO			
Viemäripiste	Viemäri rakennuksessa koko (muovi)	Viemäri maassa koko (muovi)	Virtaa- ma dm ³ /s
Pesuallas	75	75	0.3
WC-istuin	110	110	1.8
RST-allas	75	75	0.9
Astianpesuallas	75	75	0.6
Lattiakaivo DN70	75	75	1.2
Lattiakaivo DN100	110	110	1.5
Pönttökaivo	75	75	1.2

Kuva 6. KytKentäjohtojen ja viemäreiden mitoitus taulukko

Taulukko on helposti muokattavissa ja siitä saa tehtyä eri putkimateriaaleille oman taulukon omilla kytKentäkoilla. Mitoitus taulukko on helppo liittää suunnitelmaan käytettävien putkimateriaalien mukaan. Jos suunniteltavassa kohteessa on erityisiä vesipisteitä ja viemärointejä, niitä pystyy lisäämään mitoitus taulukkoon uutena rivinä. Taulukon kytKentäkoot voidaan kohteesta riippuen mitoittaa taulukkoon, jos on erityisiä poikkeuksia tai poikkeuksellisesti halutaan kytkeä vesijohdot ja viemärit hieman normaalia isommalla putkella.

Kuten lämmitys järjestelmän piirrosmerkeissä, myös vesi- ja viemäri järjestelmän piirustuksissa tulee ilmetä selkeästi, missä sijaitsee uutta tai nykyistä vesiputkea tai viemäriä. Kuvan 7 esimerkki on hyvin samankaltainen kuin lämmitys järjestelmän vastaava. Uudet suunnitellut vesijohdot ja viemärit näkyvät malli-tilassa niille määritetyillä väreillä ja tulostusmallissa tummalla paksummalla viivalla, riippuen suunnitellun järjestelmän asetetusta viivatyyppistä ja viivapaksuudesta. Nykyiset vesijohdot ja viemärit piirretään yleensä valkoisella värillä, jolloin ne erottuvat suunniteltaessa malli-tilassa uusista vesi-

johdoista ja viemäreistä värin ansiosta. Tulostusmallissa uusien ja vanhojen putkien eron huomaa viivapaksuuden ansiosta.

Vesi- ja viemärijärjestelmää suunniteltaessa putket pitää varustaa erilaisilla osilla, jotta järjestelmä toimii oikein ja on hyvin suunniteltu. Usein tämänkaltaiset osat esiintyvät suunnitelluissa kuvissa lyhenteinä, kuten "PL" ja "VI", jotka sitten suunnitelman oikeassa laidassa on selitettyä mahdollisesti tarkemmin. "PL" eli puhdistusluukku on yleinen viemärin osa, kun taas "VI" eli vuodonilmaisimien on huomattavasti harvemmin esiintyvä. Linjasäätöventtiilin tietoihin liittyvä piirrosmerkki on myös hyvä laittaa suunnitelman oikeaan reunaan, jotta linjasäätöventtiilien tietoja urakoitsijat lukevat oikein suunnitelmista. Tämä piirrosmerkki on helposti muokattavissa, jotta siihen on helppo esimerkiksi lisätä symbolien selityksiä samalla tyyllillä.



Kuva 7. Vesi- ja viemärijärjestelmien yleiset piirrosmerkit

4.1.3 Piirrosmerkit ilmanvaihtojärjestelmissä

Ilmanvaihtojärjestelmän piirustuksissa piirrosmerkit liittyvät lähinnä muissakin järjestelmissä esiintyviin uusiin tai nykyisiin kanaviin ja päätelaitteisiin sekä päätelaiteluutteeseen, josta yleensä ilmenevät suunnitelmissa käytetyt

- symbolit käytetyille ilmanvaihtolaitteille
- ilmanvaihtolaitteiden tarkemmat tiedot (valmistaja, malli)
- ilmanvaihtokanavien lisäosat.

Kuvassa 8 on esimerkki ilmanvaihtosuunnitelmassa käytettävästä piirrosmerkistä, jossa ilmenee kaikki aikaisemmin mainitut asiat. Uuden ja nykyisen ilmanvaihtokanavan merkitseminen noudattaa samaa kaavaa kuin aikaisemmin mainitut esimerkit lämmitys- ja vesi- ja viemärijärjestelmissä. Varsinaiset ilmanvaihdon päätelaitteet ja venttiilit on esitelty periaatteella, jossa ensimmäisenä on päätelaitteen tai venttiilin käytetty mallinnettu symboli, tämän jälkeen sille annettu tunnus ja viimeiseksi kerrotaan, mikä on kyseisen tunnuksen päätelaite tai venttiili valmistajineen ja malleineen. Piirrosmerkissä on merkitty laitteet ja osat järjestyksessä:

- tuloilmalaitteet, -venttiilit ja -säleiköt
- poistoilmalaitteet, -venttiilit ja säleiköt
- siirtoilmalaitteet, -venttiilit ja -säleiköt
- ulkoilmalaitteet, -venttiilit ja -säleiköt
- jäteilmalaitteet, -venttiilit ja -säleiköt
- säätöpellit
- palopellit
- äänenvaimentimet.

Edellä mainittujen kohtien lisäksi piirrosmerkki sisältää selityksen oviraoille, puhdistusluukuille sekä kohteesta riippuen erityisille yksittäisille osille, kuten tässä tapauksessa saneerausventtiilille. Puhdistusluukun kohdalla mallinnettuun kanavan osaan on laitettu esimerkkejä eri symboleista, jotka suunnitelmassa esittävät puhdistusluukua.



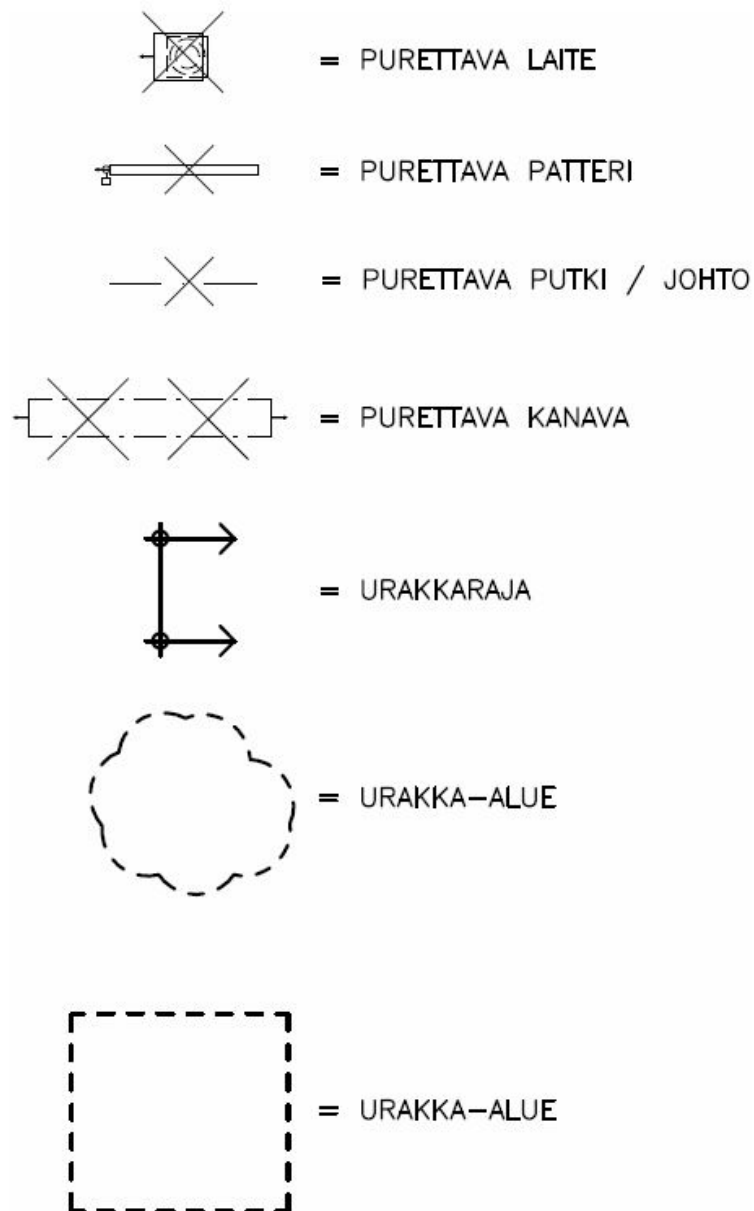
Kuva 8. Ilmanvaihtosuunnitelman päätelaite- ja symboliluettelo [15; 16].

Päätelaiteluettelon muokattavuus on hyvä, ja sinne on tarpeen tullen helppo niin lisätä kuin poistaa laitteita, venttiilejä ym. riippuen suunniteltavasta kohteesta. Koska päätelaitteiden tiedot valmistajineen, malleineen ja mittoineen vievät paljon tilaa itse suunnitelmasta, kannattaa esimerkiksi päätelaite merkitä suunnitelmaan lyhenteellä "T1" ja kertoa sen tarkemmat tiedot piirustuksen sivussa. Muuten suunnitelmat täyttyvät ja niiden tulkitseminen hankaloituu. Myös tieto siitä, mikä symboli tarkoittaa mitäkin ilmanvaihtolaitetta helpottaa suunnitelmien tulkitsemista.

4.1.4 Yleiset piirrosmerkit

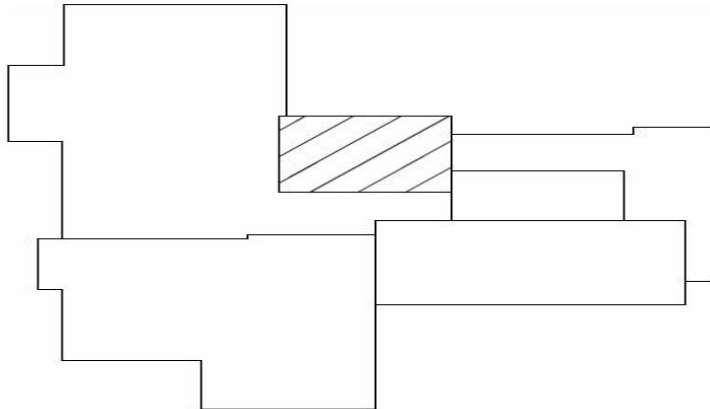
Suunnitelmissa käytetään usein myös yleisiä piirrosmerkkejä, joita käytetään suunniteltavasta järjestelmästä riippumatta. Näistä yleisimmät ovat esimerkiksi urakkarajat, purkumerkinnät sekä urakka-alueet. Tietyllä tapaa uusien ja nykyisten putkien, kanavien ja laitteiden merkintätyyli kuuluu myös yleisiin piirrosmerkkeihin, vaikka järjestelmien välillä esitystyylissä hieman eroja onkin.

Kuvassa 9 on tehty malli yleisistä piirrosmerkeistä, jota olisi kaikkien yrityksen suunnittelijoiden tarkoitus käyttää. Tällä hetkellä yleisten piirrosmerkkien esittämistapa eroaa projekteissa hieman, joten tällä tavalla yhtenäistetään toiminta, jotta kaikissa suunnitelmissa on yleiset piirrosmerkit samalla tavalla esitettynä. Purettavien laitteiden, patterien, vesikalusteiden, putkien, johtojen ja kanavien esittämisperiaate on samanlainen, missä purettavat kohteen merkataan ristillä. Urakka-alueen määrittäminen vaihtelee neliömäisestä merkinnästä pilvimerkintään. Urakkaraja tulee suoraan MagiCAD-ohjelman urakkarajan piirtotyökalulla.




Kuva 9. Yleiset piirrosmerkit

Projektista riippuen suunnitelman nimiön yläpuolelle on hyvä lisätä arkkitehdin mallintama paikantamisdetalji, jos arkkitehti on sellaisen projektia varten luonut. Toki suunnittelija voi myös itse tehdä kyseisen detaljin, mutta se on hyvin aikaa vievää. Varsinkin isoja kohteita suunniteltaessa, joissa tilat on jaettu useisiin eri alueisiin, kyseinen detalji auttaa hahmottamaan suunniteltavan alueen sijainnin koko rakennukseen nähden. Kuvassa 10 on esimerkki erään kohteen arkkitehdin mallintamasta paikantamisdetaljista. Rasteroitu alue kertoo, mitä aluetta kyseinen suunnitelma koskee.



Kuva 10. Arkkitehdin luoma paikantamisdetalji kohteesta

Yrityksen tärkein piirustuksiin laitettava piirrosmerkki on yrityksen nimiö. Se toimii tärkeänä mainoksena sekä toimii lisäksi laadun takaajana. Nimiön tiedot ovat tutkittavan suunnitelman kannalta tärkeitä, jotta tiedetään, mikä kohde on kyseessä, mitä suunnitelma pitää sisällään, kuka sen on tehnyt ja milloin? Nimiö on tehty niin, että sen tekstiyyli ja -koko ovat aina sama. Nimiön tiedot täytetään aina isoilla kirjaimilla. Nimiön yläpuolella olevaan revisiotaulukkoon täytetään tehdyt revisiot. Revisiot erotellaan kirjaimilla, jolloin ensimmäinen tehty revisio on revisio A, seuraava revisio B ja niin edelleen. Taulukkoon täytetään myös revision tekijä, päivämäärä sekä eritellään, mitä kyseisessä revisiossa on tehty. Kuvassa 11 on yrityksen käyttämä nimiö sekä revisiotaulukko.

REV.	PÄIV.	SUUNN.	ERITTELY
K.osa/Kylä X	Korttel/Tila X	Tontti/Rn:o X	Viranomaisen arkistomerkintöjä varten
Rakennustoimenpide INSINÖÖRITYÖ	Rakennuskohde METROPOLIA AMK VANHA MAANTIE 6 02650 ESPOO		Piirustuslaji X Juoks.n:o X
Rakennuskohde METROPOLIA AMK VANHA MAANTIE 6 02650 ESPOO		Piirustuksen sisältö X	Mittakaavat X
 Insinööritoimisto Äyräväinen Oy Malmirikaari 23 A 00700 Helsinki puh. (09) 7250 2500 fax (09) 7250 2501 e-mail etunimi.sukunimi@ayravainen.fi	Suunn. PP	Piirustuksen numero XXXX-XX-XXX	Rev.
	Tark. OJ	Tiedosto E:\Insinöörityo\Inssityo.dwg	
	Päiv. XX		

Kuva 11. Insinööritoimisto Äyräväinen Oy:n käyttämä nimiö sekä revisiotaulukko

4.2 Detaljimerkit

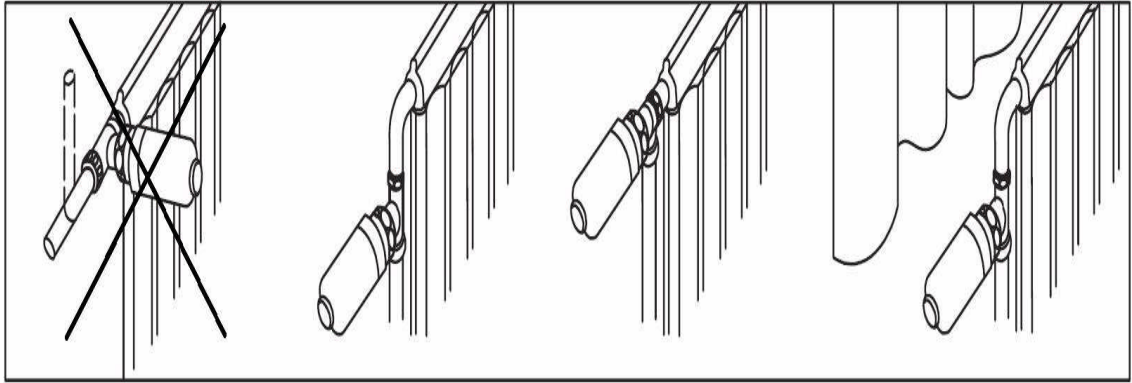
Tämän työn toinen osa käsittelee LVI-järjestelmiä suunniteltaessa piirustuksiin lisättäviä detaljeja. Näillä tarkoitetaan tämän suunnitteluohjeen ensimmäisessä osassa käsiteltyjen piirrosmerkkien kaltaisia suunnitelmien oikeaan reunaan sijoitettavia informatiivisia kuvia tai tekstilaatikoita. Detaljien ero yleisiin piirrosmerkkeihin on se, että detaljit ovat huomattavasti yksityiskohtaisempia, ne saattavat käsitellä yhtä tiettyä osaa kokonaisuuden sijasta sekä niitä esiintyy suunnitelmissa harvemmin kuin yleisiä piirrosmerkkejä. Detaljit liittyvät yleensä seuraaviin asioihin:

- toimintaperiaate
- asennusperiaate
- läpileikkaus
- havainnekuva.

Tässä osassa detaljimerkit on jaettu yleisiin lämmitys-, vesi- ja viemäri- sekä ilmanvaihtojärjestelmissä esiintyviin detaljeihin sekä niihin, jotka voivat esiintyä piirustuksissa järjestelmästä riippuen.

4.2.1 Detaljimerkit lämmitysjärjestelmissä

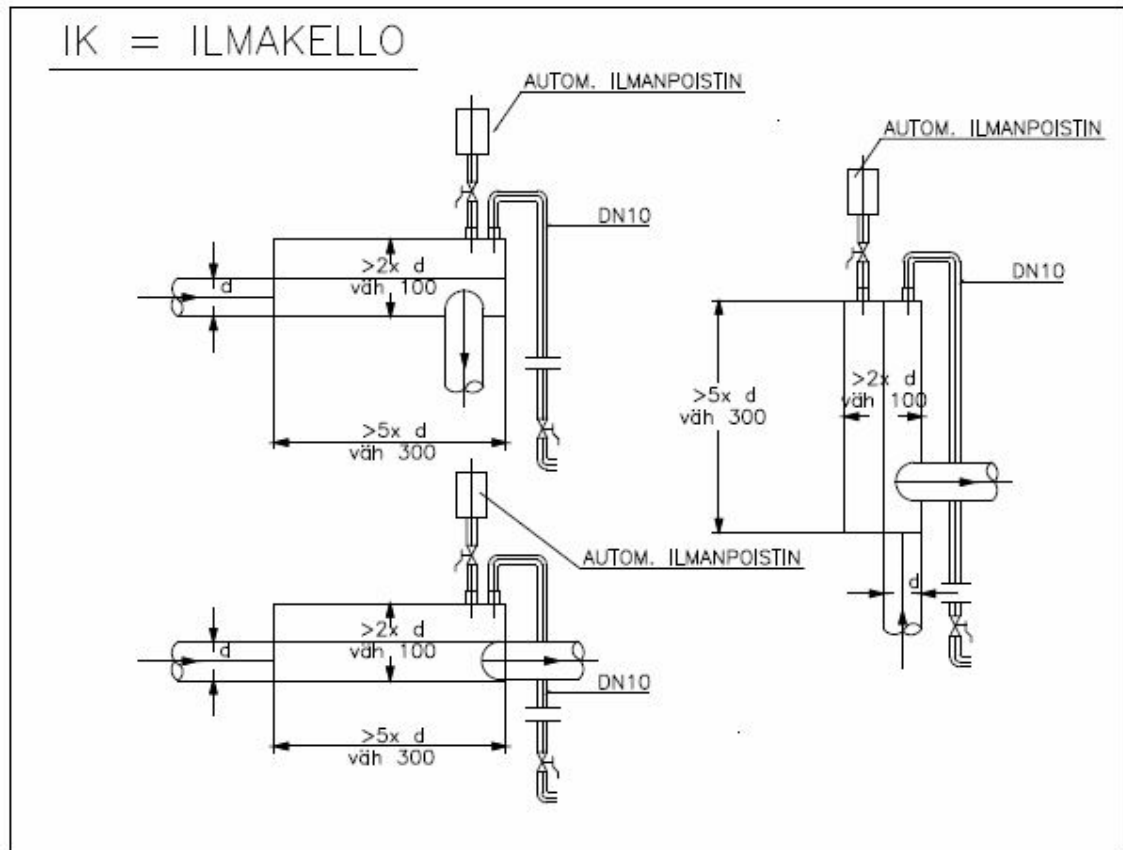
Kuvassa 12 on patteriventtiilin asennukseen liittyvä detalji, joka on mallinnettu kuvasta dwg-muotoon. Tämän detaljin tarkoitus on yksinkertaisuudessaan tuoda esiin patteriventtiilin asennuksen suunta toiminnallisuuden näkökulmasta. Patteriventtiilin asennuksessa suositetaan seinänsuuntaista asennustapaa, jolloin itse venttiili ei tule seinästä ulospäin ja täten se mahdollistaa paremman tilan käytön esimerkiksi pöydän osalta (mahdollista olla lähempänä seinää) ja siihen ei mahdollisesti törmää. Detalji myös havainnollistaa patteriventtiilin eri asentamistavat seinänsuuntaisesti.



Kuva 12. Patteriventtiin asennusdetalji

Automaattinen ilmanpoistin on lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmien ilmaukseen tarkoitettu varuste. Sen tarkoituksena on poistaa verkostosta sinne kertynyt ilma. Se asennetaan verkoston ylimpään kohtaan tai sinne, minne ilmaa kerääntyy. Ilmanpoistin tulee asentaa pystysuoraan, jotta sen toiminta varmistetaan, ja sellaiseen kohtaan, jossa poistin voidaan helposti tarkastaa ja huoltaa.

Automaattisen ilmanpoistimen sisällä on uimuri. Kun ilmanpoistimeen kerääntyy ilmaa, alenee nestepinta. Nesteessä kelluva uimuri on liitetty tyhjennysventtiin, joka avautuu, kun uimuri laskee. Kun poistimessa on tarpeeksi ilmaa, on uimuri tarpeeksi alhaalla, jolloin ilma pääsee purkautumaan avautuvan poistoventtiin kautta ulos. Kun poistimessa ei ole enää ilmaa, nousee nestepinta ja uimuri niin, että poistoventtiili sulkeutuu. [11.] Kuvassa 13 on detalji automaattisen ilmanpoistimen asennuksesta lämmitysverkostoon.

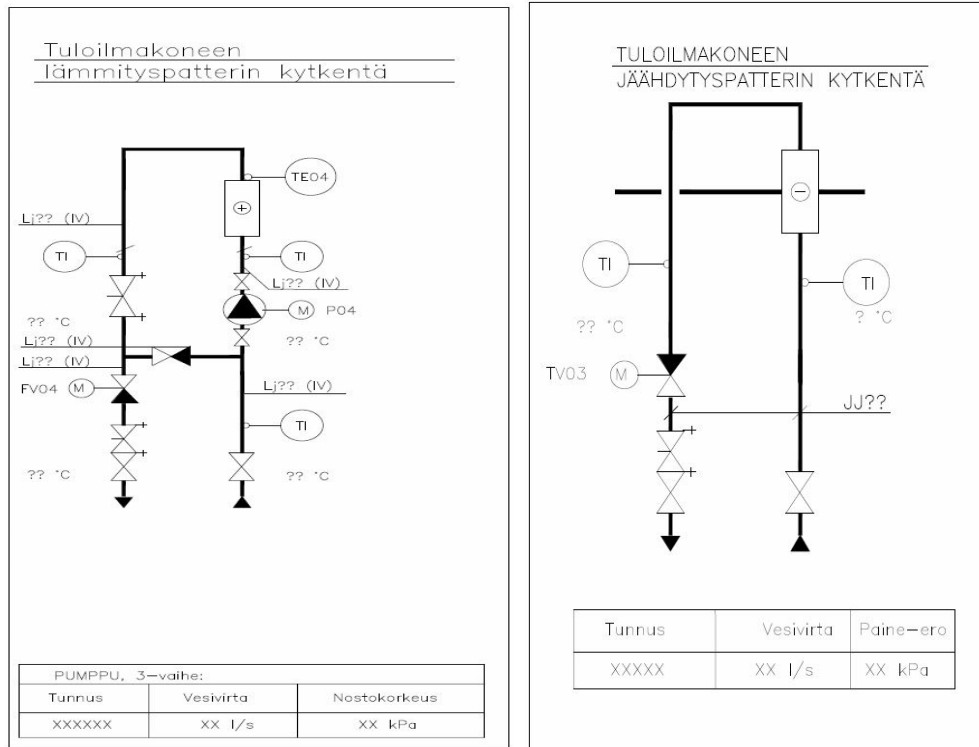


Kuva 13. Ilmanpoistindetalji

Tuloilmakoneeseen kytkettävien lämmitys- ja jäähdytyspattereiden kytkentädetaljit ovat olennaisia osia lämmitysjärjestelmää suunniteltaessa. Kuvassa 14 on esimerkkitapaus molempien pattereiden periaatekytkennöistä. Luotuja kytkentädetaljeja voi muokata tarpeen mukaan. Kytkentään vaikuttaa seuraavat seikat:

- Mitkä ovat meno- ja paluunesteiden lämpötilat?
- Millä venttiileillä järjestelmä varustetaan?
- Onko järjestelmä uusi vai uusitaanko esimerkiksi vain lämmityspuoli?

Esimerkiksi lämmityspatterin kytkennän esimerkissä järjestelmä on varustettu 2-tieventtiilillä, jolloin kylmää paluunestettä sekoittuu lämpimään menopuoleen. Tämä vaikuttaa patterille menevään nesteen lämpötilaan. Kytkentädetaljiin voi liittää urakkarajoja, jos järjestelmästä uusitaan vain jokin osa. Urakoiden tekijät on myös hyvä liittää kytkentädetaljiin, jotta kytkennän teosta ei aiheudu sekaannuksia.

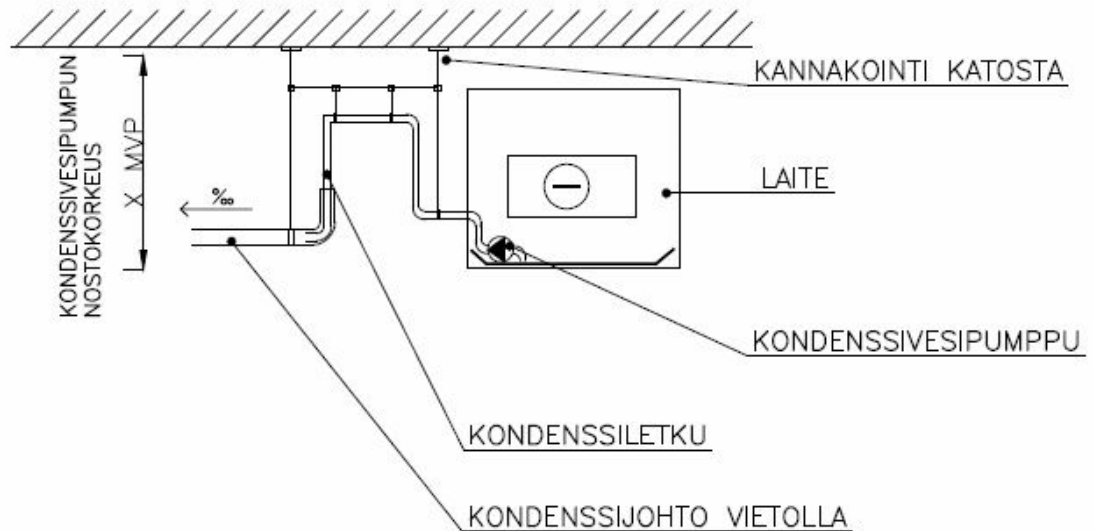


Kuva 14. Tuloilmakoneen lämmityspatterin ja jäähdytyspatterin kytkentädetaljit

4.2.2 Detaljimerkit vesi- ja viemärijärjestelmissä

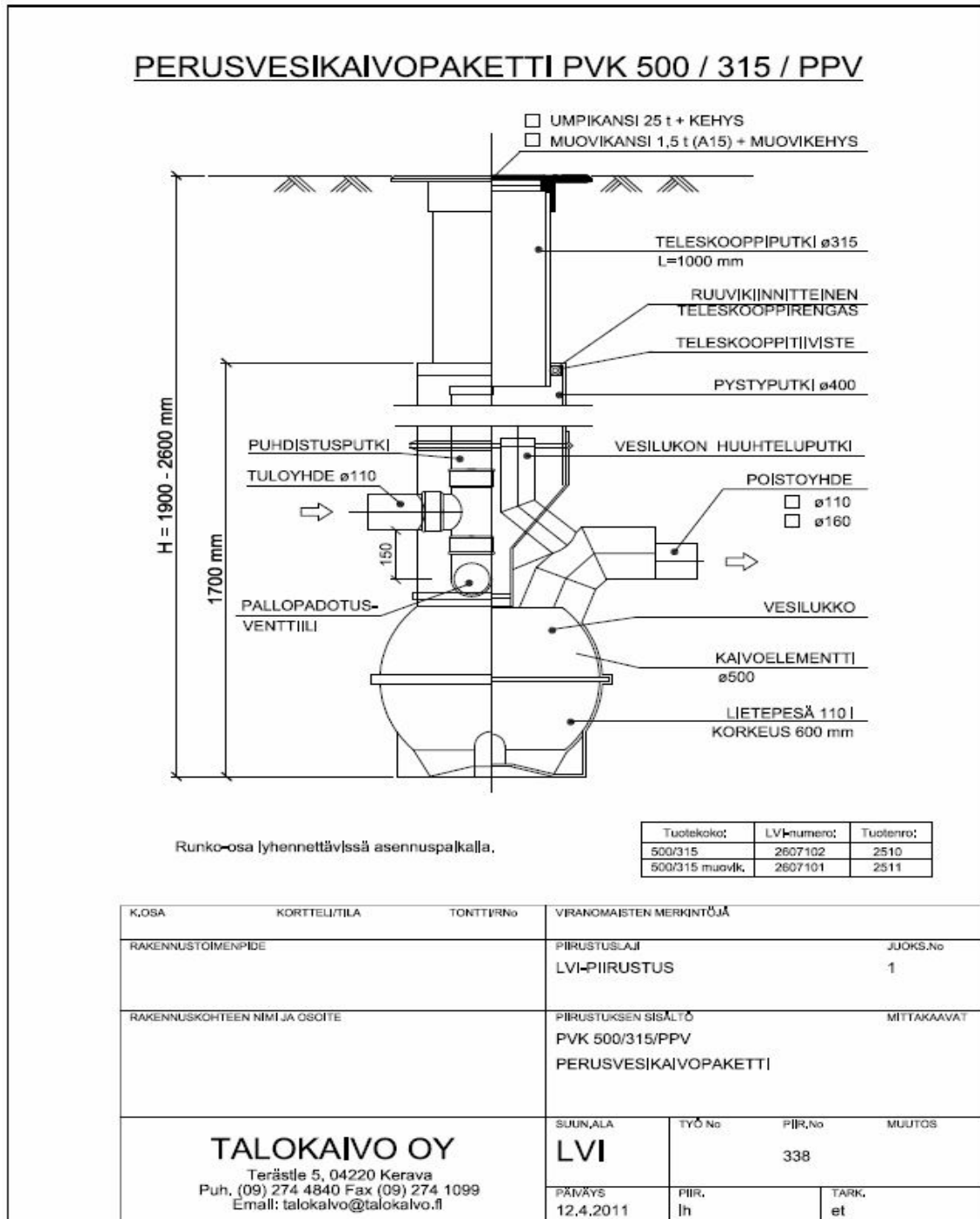
Kuvassa 15 on laitekohtaisen kondenssiviemäröinnin asennusperiaatteesta tehty detajji, kun puhallinkonvektoriin kertynyt kondenssivesi poistetaan laitteesta kondenssivesipumpun avulla. Kondenssivesipumppu kuljettaa kertyneen kondenssiveden laitteesta pois, pumpaten nesteen ensiksi tiettyyn korkeuteen, josta se sitten vieton avulla ohjataan viemäriverkostoon. Kondenssiletkut kannakoidaan kiinni kattoon. Kondenssiletkujen asennuskorot riippuvat pumpun nostokorkeudesta. Pumpun toimintaa säätelee anturi, joka ilmoittaa pumpulle, kun kondenssivesiallas laitteen pohjalla on täysi.

LAITEKOHTAINEN KONDENSIVIEMÄRÖINTI



Kuva 15. Laitekohtaisen kondenssiviemäröinnin asennusdetalji

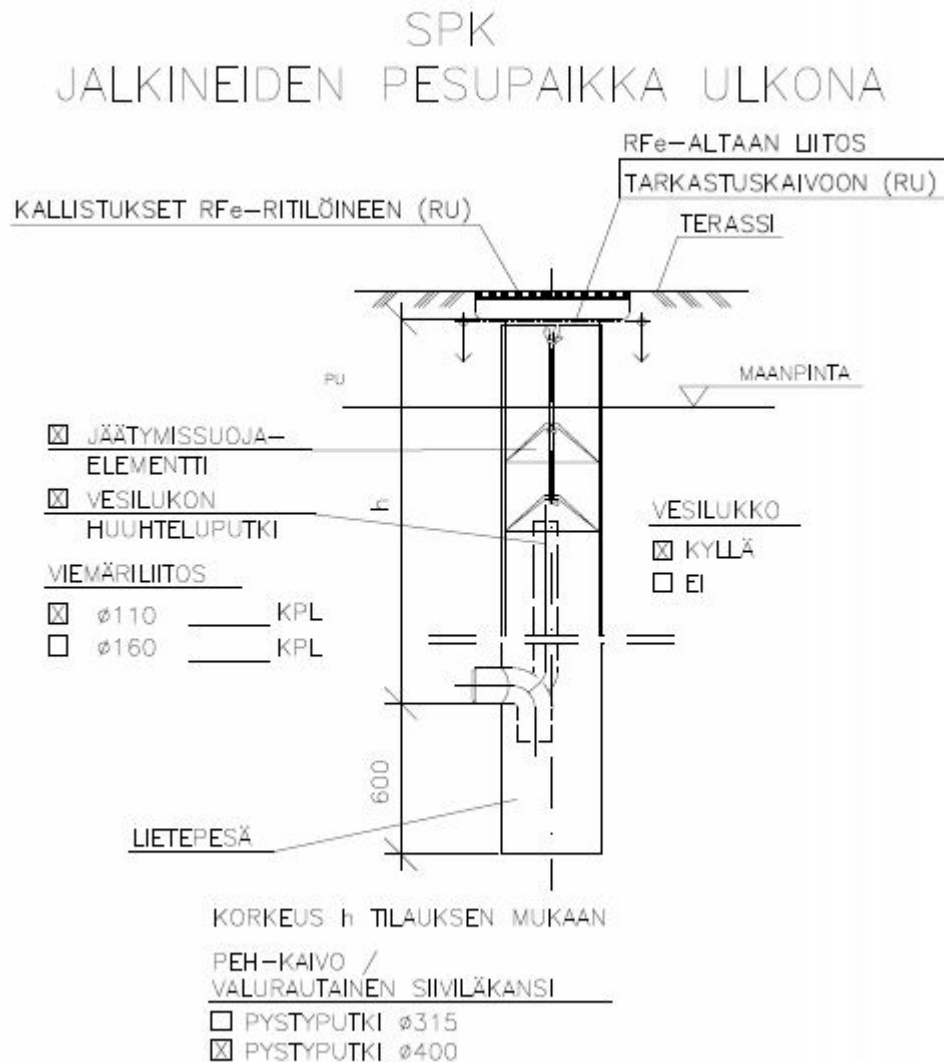
Vesi- ja viemärijärjestelmien piirustuksiin liittyy usein kaivopiirustus, jossa määritetään projektissa käytettävät kaivot. Kaivopiirustuksissa käytettävät kaivojen detaljit on yleensä saatavilla valmistajien sivuilta dwg-muodossa. Detaljin tiedot riippuvat siitä, onko kaivo valmis malli vaiko tilaustyönä tehtävä. Tilauskaivojen detaljeihin suunnittelija pystyy määrittämään haluamansa kaivon koon, millä osilla kaivo tulee varustaa sekä mahdolliset lisätarvikkeet. Detaljista näkee myös kaivon läpileikkauksen mittatietoineen. Kuvassa 16 on esimerkki perusvesikaivopakettin detaljista eräältä valmistajalta. Tyhjiin ruutuihin merkitään rastilla halutut tiedot kaivosta. Kaivopiirustukseen määritetään kaikki projektissa tarvittavat kaivot vierekkäin, jotta kaikki tarvittavat kaivot tietoineen ovat samassa piirustuksessa.



Kuva 16. Perusvesikaivon detajli [12.]

Kuvan 17 detajli on muokattu versio kaivopiirustuksesta. Tämänkaltaista mallia ei ole vakiona saatavilla, vaan se tulee teettää tilaustyönä. Kuvan 18 jalkineiden pesupaikan kaivo on yksi esimerkki kaivodetaljista, jossa suunnittelija määrittelee kaivokokonaisuuden itse. Pesupaikka on liitetty vesipisteeseen, ja se varustetaan Rfe-altaalla, joka kerää lian kaivon. Saappaisiin kertynyt hiekka kulkeutuu kaivon pohjalla olevaan liete-

pesään. Muuten kaivo on liitetty normaaliin sadevesijärjestelmään viemäriiliitoksella. Jos kaivo on lähellä maanpintaa, voidaan putkeen lisätä jäätymissuoja kaiken varalta.

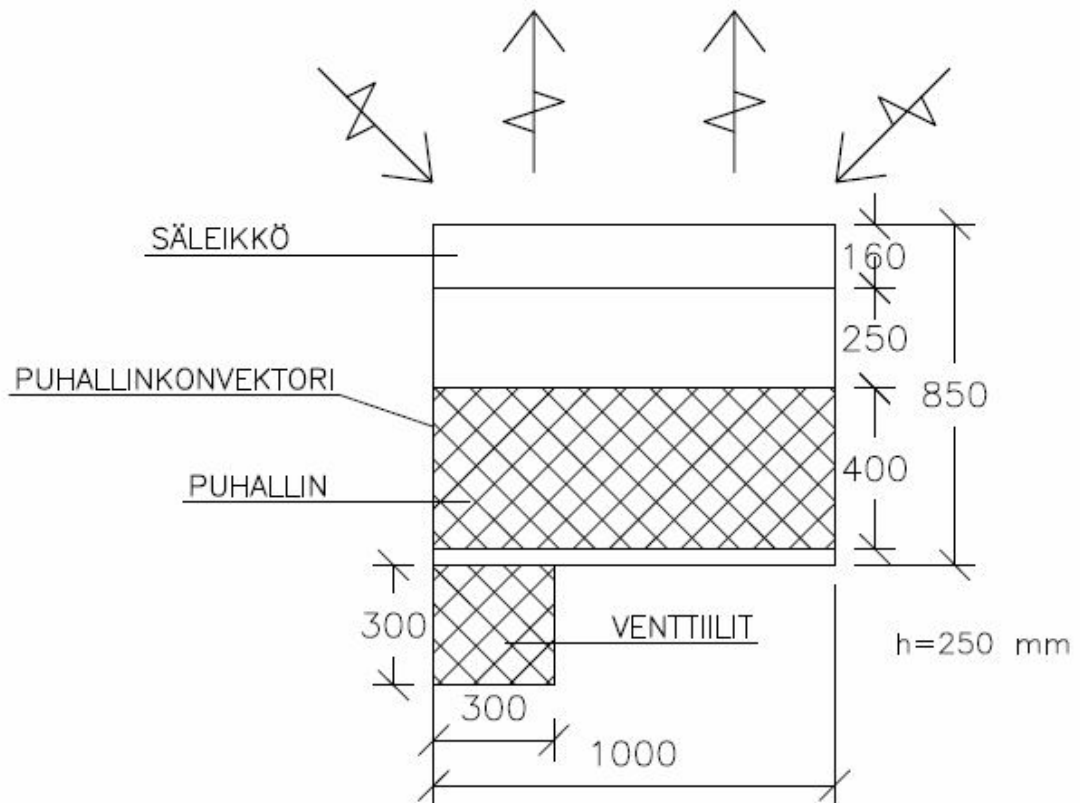


Kuva 17. Detalji jalkineiden pesupaikan kaivosta

4.2.3 Detaljimerkit ilmanvaihtojärjestelmissä

Ilmanvaihdon piirustuksissa käytetään usein 3D-mallintamista, jotta kanavien reitit ja esimerkiksi IV-konehuoneet hahmotetaan paremmin (luku 4.3.3 3D-detaljit). Muut käytettävät detaljit ovat päätelaitteiden valmistajien kehittämiä, oman päätelaitteen toimintaa kuvaavia detaljeja. Kuvassa 18 on tehty detalji Chiller Oy:n valmistaman GRAND Vari -puhallinkonvektorin huoltoluukuista. Rasterilla merkityt alueet ilmaisevat huolto-

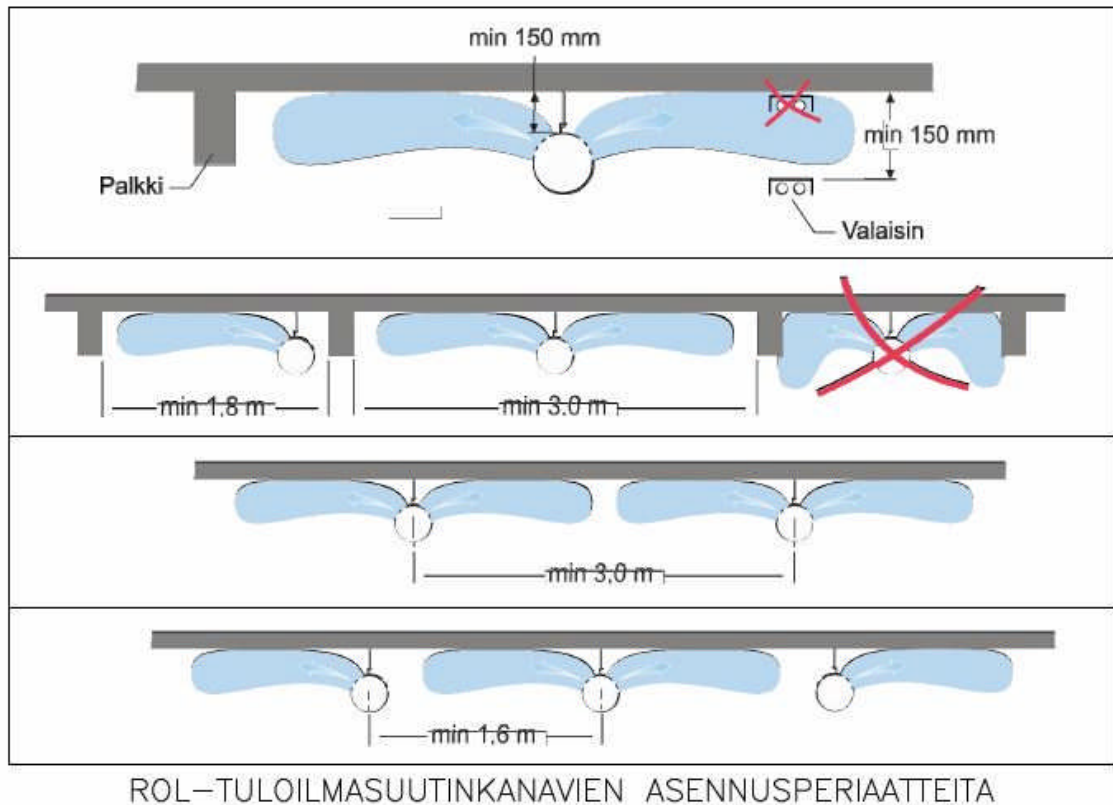
luukkujen paikkoja konvektorissa. Kun puhallinkonvektori on sijoitettu alakattoon, tehdään kuvan 18 detaljin mukaan myös alakattoon samankokoiset huoltoluukut, jotta laite on helposti huollettavissa. [14.]



HUOLTOLUUKUT MERKITY RASTERILLA.

Kuva 18. GRAND Vari -puhallinkonvektorin huoltoluukkuja varten tehty detalji

Kuvan 19 detalji on tehty Climecon-nimisen valmistajan ROL-tulosuutinkanavia varten. Detaljiin on kerätty kyseisen tulosuutinkanavan eri asennusperiaatteita sen tuotesitteestä. Detalji kertoo asennuksen minimi-etäisyydet valaistuksen ja palkkien suhteen sekä myös suhteessa toisiinsa tulosuutinkanaviin. Myös suutinkanavien puhallussuunnat vaikuttavat etäisyyksiin. Tämä detalji on tehty ainoastaan tiettyä laitetta varten, jota sitä voi käyttää ainoastaan suunnitelmissa, joissa on tarkoitus käyttää ROL-tulosuutinkanavia. [13.]



Kuva 19. ROL-tuloilmasuutinkanavien asennusperiaatedetalji [13].

4.3 Yleiset detaljimerkit

Yrityksen projekteissa esiintyy yleisimpien lämmitys-, vesi ja viemäri- sekä ilmanvaihtojärjestelmissä käytettävien detaljien lisäksi muita enemmän tai vähemmän yhteisiä järjestelmästä riippumattomia detaljeja. Näitä ovat muun muassa erityyppiset asennus- ja havainnekuvat.

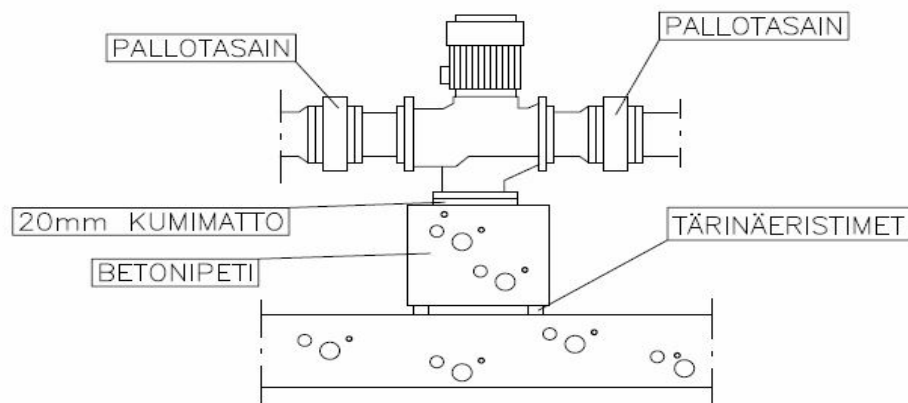
4.3.1 Pumpun värinäeristys

Kuvassa 20 on pumppua varten tehtävän värinäeristysperiaatedetalji. Kun pumput ovat painoltaan suuria, tarvitsee pumpun alle rakentaa peti, jonka paino on 1,5-kertainen pumpun painoon verrattuna. Pedin ja pumpun välille tulee ohut kumimatto ja betoninen peti varustetaan pienillä värinäeristimillä, jotta värinä ei kulkeudu lattiaalataan. Pumpusta lähtevät imu- ja painepuolen putket tulee varustaa joustavilla liittimillä tai, kuten kuvan detaljin tapauksessa, pallotasaimilla, joilla vältetään värinän siirtyminen

putkien kautta eteenpäin. Liittimien valinnassa pitää olla tarkkana, sillä vääränlaiset liittimet saattavat vain lisätä tärinää putkistossa. [3, s. 13–14.]

PERIAATEDETALJI — PUMPUN TÄRINÄERISTYS

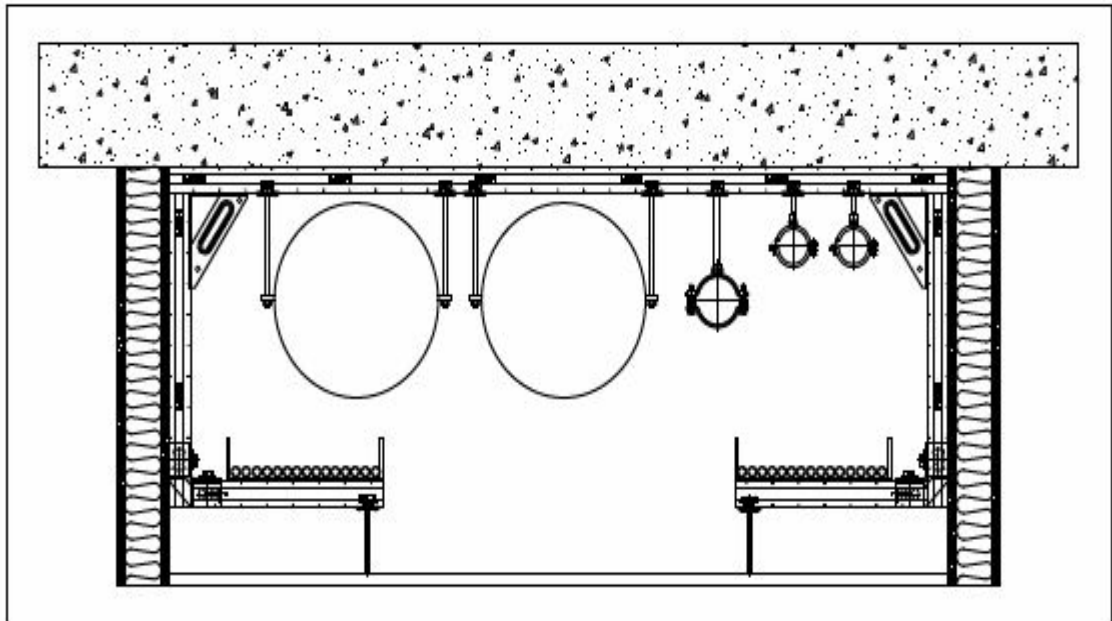
- BETONIPETI 1,5 x PUMPUN PAINO
- 20 mm KUMIMATTO PUMPUN JA PEDIN VÄLIIN
- BETONIPEDIN TÄRINÄERISTIMET
- (OY LINING AB 1 LV 10/XX)
- PALLOTASAIMET / JOUSTAVAT LIITTIMET PUMPUN IMU- JA PAINESUOLILLE



Kuva 20. Pumpun tärinäeristys -periaatedetalji

4.3.2 Yhteiskannakointi

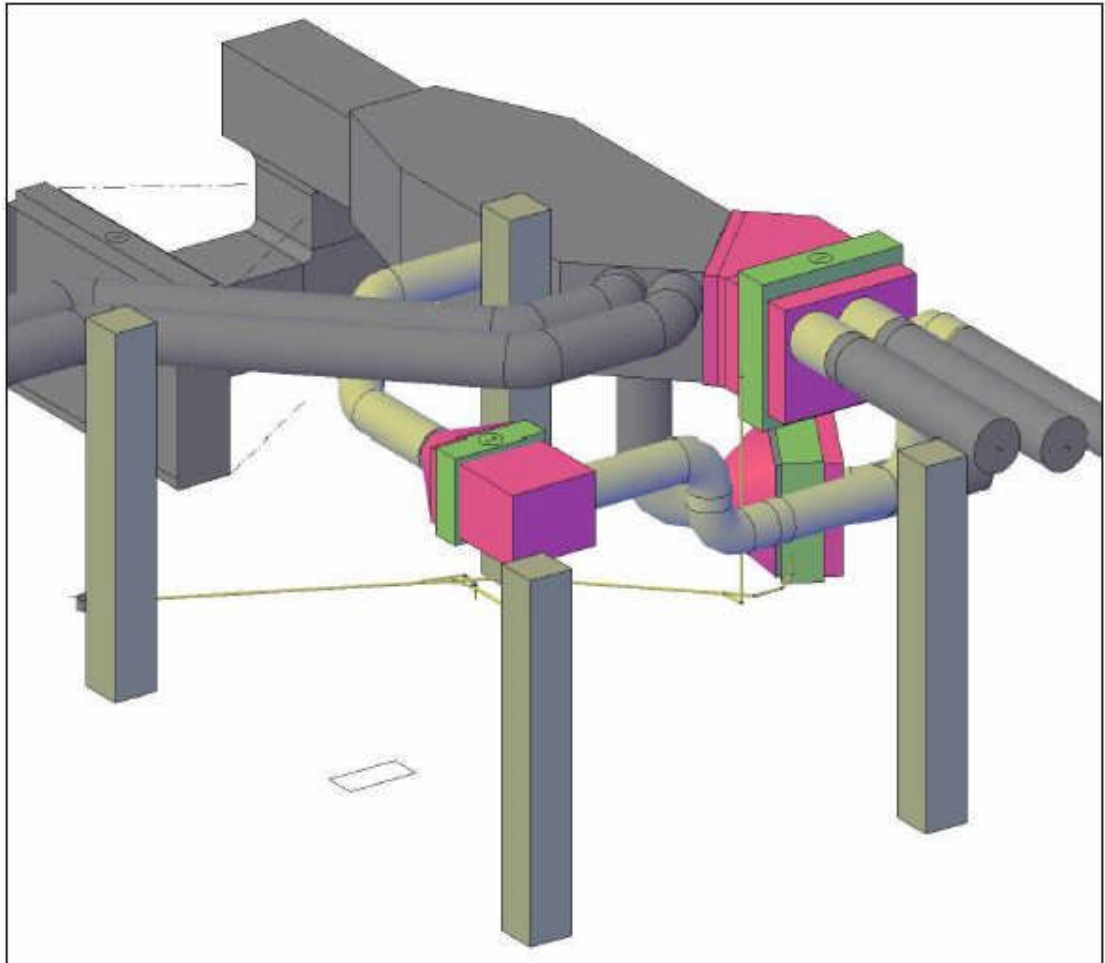
Kanavia ja putkistoja kannakoidaan kohteissa siten, että kanavat ja putkistot ripustetaan palkkeihin, seiniin, pilareihin tai kattoon erillisten kannatusrakenteiden avulla. Kannakoinnissa on huomioitava, että sen on kestettävä kanavien, putkien, eristeiden, venttiileiden, nesteiden sekä mahdollisten ulkoisten kuormitusten paino sekä esimerkiksi virtauksien ja lämpöliikkeiden aiheuttamat rasitukset. Myös äänitekniset seikat on otettava huomioon, jotta ääntä ei pääse kulkeutumaan rakenteisiin. Kannakoinnilla halutaan säilyttää putkien välinen etäisyys sekä estää niiden sivuttaisliike. Yhteiskannakoinnin toteutustapa riippuu kannakoitavista putkista ja kanavista sekä käytettävissä olevasta asennuspaikasta. Kuvassa 21 on periaatedetalji yhteiskannakoinnista, jossa putket ja kanavat on liitetty yhteiseen kannatuskiskoon. Tässä esimerkissä kannatuskisko on asennettu ontelolaatan pintaan. [9, s. 2–7.]



Kuva 21. Yhteiskannakoinnin periaatedetalji

4.3.3 3D-detaljit

Kun pohjasuunnitelmista halutaan havainnollistaa jotakin järjestelmää tai asennusreittiä paremmin, voi kyseisestä kohdasta tehdä 3D-mallin suunnitelman reunaan. 3D-mallinnuksen avulla on helpompaa hahmottaa kokonaisuutta ja mallinnettua kohtaa, koska mallinnuksessa on käytetty suunnitteluohjelmaa varten luotuja eri järjestelmien laitteita ja komponentteja, jotka vastaavat todellisuutta. Valmistajien tuottaessa yhä enemmän ja enemmän tuotemalleja suunnitteluohjelmiin kehittyä 3D-detaljeista jatkuvasti tarkempia ja yksityiskohtaisempia. Kuvassa 22 on mallinnettu IV-konehuoneen 3D-muotoon, josta hahmottaa selkeämmin ilmanvaihtokoneen ja siitä lähtevien kanavien sijoittumisen tilassa, minkä tyyppistä kanavaa käytetään ja mitä osia kanavat sisältää. [10.]



IV-KONEHUONEEN PERIAATEPIIRUSTUS

Kuva 22. 3D-mallinnus IV-konehuoneesta

Pohjasuunnitelmat, jotka sisältävät valtavat määrät informaatiota saattavat usein vaikuttaa sekavilta. Varsinkin pienien tilojen, joissa on monia eri järjestelmiä, tulkitseminen saattaa olla hankalaa. Jos suunnittelija haluaa selkeyttää tilan suunnitelmia, voi tietystä alueesta ottaa piirustuksen sivuun toisen kuvan pienemmässä mittakaavassa. Tällä tavoin voi tarkentaa haluttuja suunnitelmia, jos tuntuu, että pohjasuunnitelmasta on vaikeaa hahmottaa kokonaisuutta.

5 Ympäristöministeriön määräykset

5.1 Nykyinen tilanne

Suunnitteluuala kehittyy jatkuvalla tahdilla uusien määräysten ja vaatimusten pakottaessa suunnittelijoita kehittämään omaa toimintaansa alan tarpeiden mukaan. Siksi yrityksen ja siellä työskentelevien suunnittelijoiden on oltava tietoisia tulevista muutoksista.

Suomen rakentamismääräyskokoelman osa A2 ”Rakennuksen suunnittelijat ja suunnitelmat” listaa suunnittelijoiden työtehtävät, pätevyyden ja määräykset suunnittelutyöhön liittyen. Siinä mainitaan, että erityissuunnittelijan, joka tässä tarkoittaa LVI-suunnittelijaa, tulee projektin aikana huolehtia seuraavista asioista:

- Suunnittelijalla on käytössä tarvittavat lähtötiedot suunnittelua varten.
- Suunnittelija laatii tarvittavat oman alansa piirustukset ja muut asiakirjat.
- Suunnittelija tekee tarvittavat mahdolliset muutokset rakennustyön aikana.
- Suunnittelija laatii oman alansa osalta tarvittavat käyttö- ja huolto-ohjeet.
- Suunnittelija huolehtii mahdollisesti hänelle määrätystä rakennustyön valvonnasta.

Jos erityissuunnittelija vastaa projektin erikoisalojen kokonaisuudesta, tulee hänen omien suunnittelutehtäviensä lisäksi huolehtia siitä, että myös muutkin erillistehtävinä laaditut järjestelmien, rakenteiden ja rakennusosien suunnitelmat muodostavat yhdessä toimivan kokonaisuuden. [5, s. 8–9.]

Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa A2 ”Rakennuksen suunnittelijat ja suunnitelmat” määritellään ilmanvaihdon sekä vesi- ja viemäri-laitteiston suunnittelutehtävien vaativuusluokat sekä kyseisiin tehtäviin suunnittelijan pätevyysvaatimukset. Kuva 23 kertoo, mitä työtehtäviä eri vaativuusluokan ilmanvaihdon suunnittelutehtävät sisältävät ja millä tavoin eri suunnittelupätevyudet ansaitaan.

AA A ERITYISVAATIMUS JA PERUSVAATIMUS (MRA 48 § 1 mom.)	B teknisiltä ominaisuuksiltaan TAVANOMAINEN tekninen järjestelmä (MRA 48 § 2 mom.)	C VÄHÄINEN (MRA 48 § 3 mom.)
<p>Suunnittelutehtävän vaativuus on luokassa A, jos järjestelmän suunnittelu, mitoitus ja sijoitus edellyttää teoreettisten perusteiden hallintaa (esim. lämpötila, kosteus, ääni, ilman puhtaus, haitallisten kaasujen ja aineiden torjunta, vaikutus ympäristöön, energiatehous) tai</p> <ul style="list-style-type: none"> • jos rakennuksessa tai sen osassa on vaativa sisäilmaston tavoitetaso tai • sen palotekninen ratkaisu on vaativa. <p>Korjaus- tai muutostyö kohteeseen, joka on</p> <ul style="list-style-type: none"> • historiallisesti tai rakennustaiteellisesti arvokas tai • alunperin suunniteltu ko. luokkaan. <p>Mikäli edellämainittuihin lähtökohtiin ja tavoitteisiin liittyvät suunnitteluratkaisut ovat erityisen vaativia, on suunnittelutehtävä luokassa AA.</p>	<p>Suunnittelutehtävä kohteessa, jossa ilmanvaihtojärjestelmän suunnittelu, mitoitus ja sijoitus voidaan tehdä yleisten mitoitusperiaatteiden ja suunnitteluratkaisujen mukaisesti, sisäilmastolle asetettujen tavanomaisten vaatimusten perusteella.</p> <p>Korjaus- tai muutostyö kohteeseen, jonka suunnittelu on lähtökohdittaan normaalia, esim.</p> <ul style="list-style-type: none"> • jossa ilmanvaihtojärjestelmän uusiminen tapahtuu tavanomaisella tekniikalla ja • joka on alunperin suunniteltu ko. luokkaan. 	<p>Suunnittelutehtävä on luokassa C, jos rakennus tai tila on pieni, 1-kerroksinen sekä tarkoitettu muuhun kuin pysyvään asumiseen tai työntekoon ja ilmanvaihdon järjestäminen voidaan riittävästi esittää rakennussuunnitelmassa tai se on muutoin yksinkertaisesti selvitettävissä.</p>

AA ja A (MRA 48 § 1 mom.)	B (MRA 48 § 2 mom.)
<p>Suorittanut lvi-tekniikan diplomi-insinöörin tutkinnon teknillisessä korkeakoulussa tai yliopistossa tai on suorittanut lvi- insinöörin (AMK) -tutkinnon ammattikorkeakoulussa tai vastaavan (aiemman) tutkinnon teknillisessä oppilaitoksessa tai vastaavan aiemman ammatillisen korkea-asteen lvi-insinöörin tutkinnon.</p> <p>Luokassa AA on lisäksi toiminut vähintään kuuden vuoden ajan iv-suunnittelutehtävissä, jotka ovat pääosin vaativuusluokan A mukaisia ja joihin sisältyy riittävä määrä vaativuusluokan AA tehtäviä.</p> <p>Luokassa A on lisäksi toiminut vähintään neljän vuoden ajan iv-suunnittelutehtävissä, jotka ovat pääosin vaativuusluokan A mukaisia.</p>	<p>Suorittanut vähintään lvi-tekniikan tutkinnon ja on lisäksi toiminut vähintään kolmen vuoden ajan iv-suunnittelutehtävissä, jotka ovat pääosin vaativuusluokan B mukaisia.</p>

Kuva 23. Ilmanvaihtosuunnittelun vaativuusluokat ja suunnittelijan pätevyys [5, s. 16].

Kuvassa 24 vesi- ja viemärlaitteiston suunnittelutehtäviin liittyvät vaatavuudet ja pätevyudet.

AA A ERITYISVAATIMUS JA PERUSVAATIMUS (MRA 48 § 1 mom.)	B teknisiltä ominaisuuksiltaan TAVANOMAINEN tekninen järjestelmä (MRA 48 § 2 mom.)	C VÄHÄINEN (MRA 48 § 3 mom.)
<p>Suunnittelutehtävän vaativuus on luokassa A, jos vesi- ja viemärilaitelsto käyttötarkoituksen, tuotantoprosessin, huonetilaohjelman, järjestelmän laajuuden, kunnallisteknisten lähtökohtien tai</p> <ul style="list-style-type: none"> • ympäristöriskien vuoksi on vaativa tai • kun järjestelmän valinta ja suunnitteluratkaisu edellyttää mitoituksen, laite- ja materiaalivalintojen tai ääni- ja palotekniikan tai jätevesien käsittelyn teoreettisten perusteiden hallintaa. <p>Korjaus- tai muutostyöhön liittyvä suunnittelutehtävä kohteessa, joka on</p> <ul style="list-style-type: none"> • historiallisesti tai rakennustaiteellisesti arvokas tai • alunperin suunniteltu ko. luokkaan. <p>Mikäli edellämainittuihin lähtökohtiin ja tavoitteisiin liittyvät kvv-tekniiset suunnitteluratkaisut ovat erityisen vaativia, on suunnittelutehtävä luokassa AA.</p>	<p>Suunnittelutehtävä kohteessa, jossa vesi- ja viemärilaitelston järjestelmän, laitteiden ja materiaalien valinta voidaan tehdä sekä laitteiston toiminnalle ja ominaisuuksille asetettuja tavanomaisia suunnitteluratkaisuja ja mitoitusperusteita käyttäen</p> <p>Korjaus- tai muutostyöhön liittyvä tavanomainen suunnittelutehtävä kohteessa,</p> <ul style="list-style-type: none"> • jossa järjestelmä uusitaan olemassa olevia teknisiä perusteita noudattaen tavanomaisin menetelmin ja • joka on alunperin suunniteltu ko. luokkaan. 	<p>Suunnittelutehtävä kohteessa, joka</p> <ul style="list-style-type: none"> • on tarkoitettu muuhun kuin pysyvään asumiseen tai työntekoon ja jota ei liitetä vesihuoltolaitoksen vesijohtoon tai viemäriin tai • jossa ei ole vesi-WC:tä <p>ja vähäiset kvv-laitteet ja pintavesien johtamistapa voidaan esittää rakennussuunnitelmassa tai ne ovat muuten helposti selvitettävissä.</p>

AA ja A (MRA 48 § 1 mom.)	B (MRA 48 § 2 mom.)
<p>Suorittanut lvi-tekniikan diplomi-insinöörin tutkinnon teknillisessä korkeakoulussa tai yliopistossa tai on suorittanut lvi-insinöörin (AMK)-tutkinnon ammattikorkeakoulussa tai vastaavan (aiemman) tutkinnon teknillisessä oppilaitoksessa tai vastaavan aiemman ammatillisen korkea-asteen lvi-insinöörin tutkinnon.</p> <p>Luokassa AA on lisäksi toiminut vähintään kuuden vuoden ajan kvv-suunnittelutehtävissä, jotka ovat pääosin vaativuusluokan A mukaisia ja joihin sisältyy riittävä määrä vaativuusluokan AA tehtäviä.</p> <p>Luokassa A on lisäksi toiminut vähintään neljän vuoden ajan kvv-suunnittelutehtävissä, jotka ovat pääosin vaativuusluokan A mukaisia.</p>	<p>Suorittanut vähintään lvi-tekniikan tutkinnon ja on lisäksi toiminut vähintään kolmen vuoden ajan kvv-suunnittelutehtävissä, jotka ovat pääosin vaativuusluokan B mukaisia.</p>

Kuva 24. Vesi- ja viemärilaitelston suunnittelun vaativuusluokat ja suunnittelijan pätevyys [5, s. 17].

5.2 Lakimuutosehdotus

Hallitus on ehdottanut, että maankäyttö- ja rakennuslakia muutettaisiin. Tässä ehdotuksessa siirrettäisiin Suomen rakentamismääräyskokoelman osasta A2 ”Rakennuksen suunnittelijat ja suunnitelmat” kohdat, jotka koskevat rakennuksen suunnittelijoita ja niiden suunnitelmia, uuteen maankäyttö- ja rakennuslakiin. Kyseisestä ehdotuksesta on tehty luonnos, joka on nähtävillä ympäristöministeriön sivuilla. Ehdotuksessa eivät erityissuunnittelijan varsinaiset työtehtävien määritykset muutu, mutta suunnittelijan pätevyuden määrittämiseen on ehdotettu pieniä muutoksia. [6, s. 2.]

Suunnittelutehtävien vaativuusluokat on jaettu neljään eri osaan, jotka ovat erittäin vaativa, vaativa, tavanomainen ja vähäinen suunnittelutehtävä. Vaativuusluokan määrittämiseen vaikuttavat

- arkkitehtoniset, toiminnalliset ja tekniset tavoitteet
- rakennuksen ja tilojen käyttötarkoitukset
- rakennuksen koko ja rakennusfysikaaliset ominaisuudet
- kuormitukset ja palokuormat
- suunnittelu-, laskenta- ja mitoitusmenetelmät
- kantavien rakenteiden suunnitteluun liittyvät riskit
- ympäristön ja rakennuspaikan aiheuttamat vaatimukset.

Erytysuunnittelijan pätevyuden ja kelpoisuuden suunnittelutehtävään päättää rakennusvalvontaviranomainen. Suunnittelijan kelpoisuuden määrittämiseen tarvittava kokemus tarkoittaa kyseisen suunnittelualan suunnittelutehtäviä, jolloin esimerkiksi vaativaan ilmanvaihtosuunnittelutehtävään täytyy suunnittelijalla olla takana vähintään neljän vuoden kokemus tavanomaisista ilmanvaihdon suunnittelutehtävistä. [6, s. 34–36.] Uudet pätevyysluokat ja niiden määritelmät on esitelty taulukossa 1.

Taulukko 1. Suunnittelijan pätevyyden vaadittavat opinnot ja aiempi kokemus [6, s. 35].

SUUNNITTELIJAN PÄTEVYYS			
Erittäin vaativa	Vaativa	Tavanomainen	Vähäinen
Kyseiseen suunnittelu- tehtävään soveltuva ylempi korkeakoulututkinto sekä väh. kuuden vuoden kokemus vaativista suunnittelutehtävistä ja väh. kolmen vuoden kokemus avustamisesta erittäin vaativissa suunnittelutehtävissä	Kyseiseen suunnittelu- tehtävään soveltuva rakennusalan korkeakoulututkinto sekä väh. neljän vuoden kokemus tavanomaisista suunnittelutehtävistä ja väh. kahden vuoden kokemus avustamisesta erittäin vaativissa suunnittelutehtävissä	Kyseiseen suunnittelu- tehtävään soveltuva rakennusalan tutkinto sekä väh. kahden vuoden kokemus vähäisistä suunnittelutehtävistä ja väh. vuoden kokemus avustamisesta vähintään tavanomaisissa suunnittelutehtävissä	Vähäisessä suunnittelutehtävissä rakennuskohteen ja suunnittelutehtävän laatu ja laajuus huomioon ottaen riittävä osaaminen

6 Yhteenveto

Tässä insinööriyössä käytiin läpi erilaisia LVI-suunnitelmissa esiintyviä detajli- ja piirrosmerkkejä, tutkittiin tilaajayrityksen suunnittelijoiden toimintatapoja ja suunnitteluprosessia yleisellä tasolla sekä sitä, miten viranomaisten asettamat vaatimukset ja laatu-järjestelmän asettamat vaatimukset vaikuttavat suunnittelutyöhön. Tämä insinööriyö tehtiin osaksi yrityksen laatu-järjestelmää.

Käydessäni läpi yrityksen eri projekteja huomasin, kuinka paljon pieniä eroavaisuuksia on varsinkin piirrosmerkkien käytössä, mikä vahvasti ajatusta siitä, että mallitiedoston kokoaminen yritykselle tulee tarpeeseen. Työn aikana opin tulkitsemaan selkeämmin eri Suomen rakentamismääräyskokoelmien asettamia ohjeistuksia ja käyttämään hyödyksi Rakennustiedon eri LVI-kortistoja paremmin. Tehdessäni erinäisiä detajli- ja piirrosmerkkejä tätä työtä varten aloin laajemmin ymmärtää yrityksen laatu-järjestelmän tarkoituksen. Monilla pienillä asioilla pyritään parantamaan työn laatua ja helpottaa työntekijöiden työtä, jotta tietynlainen turha uudelleentekeminen saataisiin karsittua pois. Valmiiksi tehdyillä muistioilla ja asiakirjoilla, yrityksen sisäisillä suunnitteluohjeilla ja suunnitteluohjelmistoon tehdyillä asetuksilla pyritään täyttämään laatu-järjestelmän eri vaatimuksia sekä samalla taata, että suunnittelijoilla on mahdollisimman hyvät työkalut laadukkaan lopputuloksen aikaansaamiseksi.

Tutkiessani eri projekteja opin myös uutta suunniteltavista järjestelmistä sekä niissä käytettävistä eri osista ja laitteista tuote-esitteiden ja suunnitelmien kautta. Huomiota herätti vaihtelevuus eri valmistajien tuotteista tehtyjen detajlien määrissä. Osalla valmistajista oli tarjota tuotteistaan valmiita CAD-kuvia tekstitiedostoihin, kun taas osalla yksityiskohtaisempien tietojen hankkiminen tietyistä tuotteista oli hankalaa.

Työn lopputuloksena yritykselle luovutettiin yleinen suunnitteluohje detajli- ja piirrosmerkkien käytöstä, jo olemassa olevan template-tiedoston päivitetty versio yrityksen suunnittelijoiden mielipiteiden mukaan sekä yrityksen sisäiseen käyttöön mallitiedosto, johon on järjestelmittain kerätty kaikkia mahdollisia detajli- ja piirrosmerkkejä. Mallitiedosto tehtiin niin, että jokaisen toimiston suunnittelijan on mahdollista muokata ja päivittää sitä tulevaisuudessa.

Lähteet

- 1 LVI-piirrosmerkit. 1978. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D4. Helsinki: ympäristöministeriö <<http://www.finlex.fi/data/normit/1934-d4.pdf>>
- 2 Insinööritoimisto Äyräväinen Oy:n kotisivu. 2013. Verkkodokumentti. <http://www.ayravainen.com/index.php?node_id=13684> Luettu 15.3.2013.
- 3 Tuote-esite TP, TPD. 2008. Verkkodokumentti. Grundfos. <http://atacsolutions.com/eshop_uploads/gmtreble/in_line/tp_instructions.pdf> Luettu 18.4.2013.
- 4 Haastattelu, diplomi-insinööri Jari Kärki. Insinööritoimisto Äyräväinen Oy. 1.5.2013.
- 5 Rakennuksen suunnittelijat ja suunnitelmat. 2002. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa A2. Helsinki: ympäristöministeriö <<http://www.finlex.fi/data/normit/10970-a2.pdf>>
- 6 Ehdotus maankäyttö- ja rakennuslain muuttamisesta – luonnos. 2012. Verkkodokumentti. Ympäristöministeriö. <<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=140368&lan=fi>> Luettu 22.4.2013.
- 7 Rakentamisen Laatu RALA ry arviointiperusteet. 2012. Verkkodokumentti. <http://www.rala.fi/tiedostot/RALA-sertifiointi_arviointiperusteet_SLU_2012.pdf> Luettu 23.4.2013.
- 8 LVI 03-10242. Talotekniikan suunnittelun tehtäväluettelo TATE 95. 1995. Rakennustieto Oy.
- 9 LVI 12-10370. Putkistojen ja kanavien kannakointi. 2004. Rakennustieto Oy.
- 10 Wahlström, Kim. 2010. Tuotemallintamisen hyödyt LVI-järjestelmien suunnittelussa. Insinööriyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu.
- 11 Tuote-esite AT 8050B. 2011. Verkkodokumentti. Oy Armatec Finland AB. <http://www.armatec.com/pagefiles/11050/webbase/1_AT_8050B.pdf>
- 12 Tuote-esite Perusvesikaivopaketti PVK 500 / 315. 2011. Verkkodokumentti. Talokaivo Oy. <http://www.talokaivo.fi/resources/documents/tyyppikuvat/pdf/valmiskaivopaketti/338_Perusvesikaivopaketti%20PVK%20500%20315.pdf>

- 13 Tuote-esite ROL. 2013. Verkkodokumentti. Climecon Oy.
<http://www.climecon.fi/download.php?liite_id=9718>
- 14 Tuote-esite GRAND Vari. 2013. Verkkodokumentti. Chiller Oy.
<<http://www.chiller.fi/fi2.php?k=7436>>
- 15 Fläkt Woods Oy tuoteluettelo. 2013. Verkkodokumentti. Fläkt Woods Oy.
<<http://www.flaktwoods.fi/tuotteet/>>
- 16 Bevent Oy:n kotisivu. 2013. Verkkodokumentti. Bevent Oy.
<<http://www.bevent.fi/>>

Liite 1. Insinööritoimiston nykyinen suunnitteluohje

Kuvat on poimittu insinööritoimiston nykyisestä käytössä olevasta suunnitteluohjeesta.

1D	2D	3D	JÄRJESTELMÄ	VÄRI	KYNÄ	mm
G1 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT						
			MENO, PATERILÄMMITYS	200	0,5	
			PALUU, PATERILÄMMITYS	140	0,5	
			MENO, IV-LÄMMITYS	220	0,5	
			PALUU, IV-LÄMMITYS	140	0,5	
			MENO, LÄMMITYSDETALJI	220	0,5	
			PALUU, LÄMMITYSDETALJI	140	0,5	
			MENO, KAUKOLÄMPÖ	210	1,0	
			PALUU, KAUKOLÄMPÖ	132	1,0	
			MENO, LATTIALÄMMITYS	220	0,5	
			PALUU, LATTIALÄMMITYS	140	0,5	
			MENO, LTO	192	0,5	
			PALUU, LTO	222	0,5	
G4 KYLMÄTEKNISET JÄRJESTELMÄT						
			MENO, HUONEJÄÄHDYTYS	142	0,5	
			PALUU, HUONEJÄÄHDYTYS	122	0,5	
			MENO, IV-JÄÄHDYTYS	190	0,5	
			PALUU, IV-JÄÄHDYTYS	122	0,5	
			MENO, JÄÄHDYTYSDETALJI	190	0,5	
			PALUU, JÄÄHDYTYSDETALJI	122	0,5	
			MENO, SUORAHÖYRYSTYS	150	0,5	
			PALUU, SUORAHÖYRYSTYS	162	0,5	
			MENO, NESTEJÄÄHDYTIN	202	0,5	
			PALUU, NESTEJÄÄHDYTIN	222	0,5	
			PATERI	22	0,35	
			VENTTIILIT, MUUT LAITTEET	102	0,25	

Kuva 25. Kuva yrityksen suunnitteluohjeesta

1D	2D	3D	JÄRJESTELMÄ	VÄRI	KYNÄ mm
G3 ILMASTOINTIJÄRJESTELMÄT					
			ULKOILMA		160 0,5
			TULOILMA		230 0,5
			JÄTEILMA		42 0,5
			POISTOILMA		40 0,5
			POISTOILMA/LIKAINEN POISTO		44 0,5
			POISTOILMA/RASVANPOISTO		32 0,5
			POISTOILMA/SAVUNPOISTO		30 0,5
			POISTOILMA/AUTOHALLI		34 0,5
			POISTOILMA/KIERTOILMA		92 0,5
			TULOILMA/KIERTOILMA		82 0,5
			SIIRTOILMA		94 0,5
			PALOPELTI		240 0,35
			KANAVAVARUSTEET (SP, ÄV)		242 0,25
			PL		120 0,35
			IV-NUOLI		84 0,35
			IV-KONEET		224 0,25
G5 KAASUJÄRJESTELMÄT					
			ANESTESIA *2		214 1,0
			TYPPIOKSIDUULI *2		50 0,35
			HAPPI *2		90 0,35
			PAINEILMA *2		204 0,35
			MUU KAASU *2		84 0,35
G6 HÖYRYJÄRJESTELMÄT					
			HÖYRY *1		152 0,35
			LAUHDE *1		110 0,35
G8 MUUT LVI-JÄRJESTELMÄT					
			PURUNPOISTO *4		52 0,5

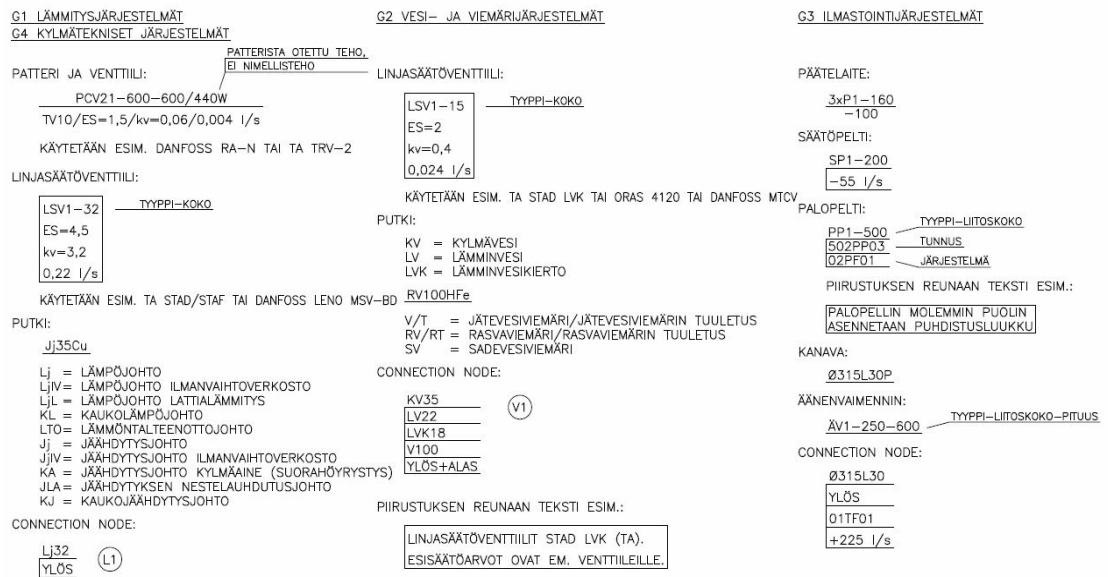
OHJEET ERIKOISPUTKISTOJEN MAGICAD-PIIRTOON:

- *1 = PIIRRETÄÄN LÄMMITYSPUTKENA
- *2 = PIIRRETÄÄN VESIPUTKENA
- *3 = PIIRRETÄÄN VIEMÄRIPUTKENA
- *4 = PIIRRETÄÄN ILMASTOINTIKANAVANA

Kuva 26. Kuva yrityksen suunnitteluohjeesta

1D	2D	3D	JÄRJESTELMÄ	VÄRI	KYNÄ mm
G2 VESI- JA VIEMÄRIJÄRJESTELMÄT					
			KYLMÄVESI	130	0,7
			LÄMMINVESI	20	0,5
			KIERTOVEDI	212	0,35
			JÄTEVESIVIEMÄRI	54	1,0
			SADEVESIVIEMÄRI	132	1,0
			RASVAVIEMÄRI	72	1,0
			PL, VENTTIILIT	102	0,35
			LATTIACAIVO	80/70	0,2/0,25
MUUT					
			ERISTE	253	0,2
			TEKSTI	60	0,35
			VIITEVIIVA	112	0,25
			ARK-POHJA (XREF-TASOLLE)	252	0,25
			REVISIONUOLI, PILVI	232	0,35
			NYKYINEN PUTKI TAI LAITE	7	0,2
			PURKURUKSI	62	0,5
			NIMIÖ	7	0,2
			URAKKARAJA	62	0,5
			LEIKKAUS	7	0,2

Kuva 27. Kuva yrityksen suunnitteluohjeesta



Kuva 28. Kuva yrityksen suunnitteluohjeesta