

Lasse Soini

# LVI-suunnitteluprosessin kehittäminen

Laiteluettelo, selostus ja laitespesifikaatiot

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (Ylempi AMK)

Rakentaminen, talotekniikka

Opinnäytetyö

18.04.2017

|   |   |
|---|---|
| Tekijä<br>Otsikko<br><br>Sivumäärä<br>Aika  | Lasse Soini<br>LVI-suunnitteluprosessin kehittäminen<br>Laiteluettelo, selostus ja laitespesifikaatiot<br>69 sivua + 3 liitettä<br>29.04.2017 |
| Tutkinto  | Insinööri (ylempi AMK)  |
| Koulutusohjelma   | Rakentaminen  |
| Suuntautumisvaihtoehto  | Talotekniikka   |
| Ohjaajat  | Suunnittelupäällikkö, Asko Saarinen<br>Yliopettaja, Lauri Heikkinen   |
| <p>Työssä tutkitaan talotekniikan suunnitteluprosessin kehittämismahdollisuuksia. Pää tavoitteena oli tutkia LVI-laitteiden spesifikaatioiden minimitasoa Granlund Designer -ohjelmiston pääkirjastossa sekä LVI-selostuksessa. Työssä ei käsitellä eri LVI-laitetoimittajien laitteita vaan laitetyyppien teknisiä spesifikaatioita.</p> <p>Toisena tavoitteena oli tutkia taloteknisen tehtäväluettelon avulla suunnitteluprosessin kulua ja miten se liittyy päätavoitteeseen.</p> <p>Työssä tutkitaan, kuinka nykyaikaisessa laiteluettelossa tai selostuksessa tulisi esittää laitespesifikaatiot, jotta tekniset tiedot ja vaatimukset olisivat riittävän tarkkoja ja lyhyesti esitetyjä. Työssä käydään läpi laitteita koskevia määräyksiä ja vaatimuksia sekä missä vaiheessa suunnitteluprosessia tulisi laitemäärittelyt tehdä.</p> <p>Työn kirjallinen osuus selventää lukijalle talotekniikan suunnitteluprosessia, LVI-laiteluetteloita ja -selostuksia, rakentamismääräyksiä, Granlund Designer (GD) -ohjelmistoa sekä toimii raporttina tutkimus- ja kehitystyön johtopäätöksistä.</p> <p>Työhön liittyy Granlund Designer (GD) -ohjelmiston pääkirjaston kehittäminen käyttöönottovalmiuteen sekä ohjelmiston käyttöopas, jotka ovat osittain esitetyt opinnäytetyön liitteissä.</p> <p>GD:lla voidaan tehdä LVI-laiteluettelo, sähkölaiteluettelo ja erilaisia materiaaliluetteloita hyödyntäen valmiiksi tehtyjä tietokantoja, jotka sisältävät vaatimuksia ja määritelmiä eli spesifikaatioita eri laitteille ja tuotteille.</p> <p>Työn lopputuloksena saatiin selville spesifikaatioiden riittävä taso GD-laiteluetteloissa ja LVI-selostuksissa sekä alustava käyttöönotto-ohjeistus ja -valmius ohjelman käyttöä varten.</p> |   |
| Avainsanat  | LVI, laiteluettelo, selostus, suunnitteluprosessi, Granlund Designer  |

|  |   |
|--|---|
| Author   | Lasse Soini   |
| Title  | The development of the HVAC design process<br>Device list, work description and device specifications |
| Number of Pages  | 69 pages + 3 appendices   |
| Date   | 29 April 2017   |
| Degree   | Master of Engineering   |
| Degree Programme   | Civil Engineering   |
| Specialisation option  | Building Services Engineering   |
| Instructors  | Asko Saarinen, Planning Manager<br>Lauri Heikkinen, Principal Lecturer                                |
| <p>The aim of this Master's thesis was to examine the development opportunities in the building services engineering design process. Especially the level of equipment specifications in a device list and work description were focused on. No specific HVAC equipment supplier were studied, only the types of technical specifications of various devices. The second objective was to examine the design process with the help of the technical building services task list.</p> <p>The final year project collected the phases of the building services engineering design process, described the HVAC device list and its work description, and introduced the Granlund Designer (GD) software. Furthermore, the project developed the main library of the GD software that can be used to make device list and a variety of material lists, for example over HVAC and electrical devices, with the help of pre-made databases. The device list contains the requirements and definitions of a specifications for different devices or products. Also, a user's guide for the software was created.</p> <p>As a final result, it was found adequate level of specifications in the GD device lists and work descriptions. The thesis can be used as a basis for making research and development decisions.</p> |   |
| Keywords   | HVAC, device list, description, design process, Granlund Designer                                     |

## Sisällys

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 1      | Johdanto   | 1  |
| 1.1    | Tutkimuksen taustaa  | 1  |
| 1.2    | Tutkimusaiheen valintakriteerit                                | 2  |
| 1.3    | Perinteinen laiteluettelo                                      | 3  |
| 1.4    | Perinteinen LVI-selostus                                       | 5  |
| 1.5    | Granlund Designer (GD) -ohjelmiston esittely                   | 8  |
| 1.6    | Tutkimuksen rajaus ja sisällön laajuus                         | 9  |
| 2      | LVI-suunnitteluprosessin kuvaus                                | 10 |
| 2.1    | LVI -suunnittelutehtävän toimeksianto eli tilaus               | 13 |
| 2.1.1  | Konsulttisopimuksen laatiminen, RT 13–11182                    | 13 |
| 2.1.2  | KSE 2013 Konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot, RT 13–11143  | 14 |
| 2.1.3  | Suunnitteluvirheet ja vastuuvakuutus                           | 14 |
| 2.2    | TATE 12 taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo, RT 10–11129 | 16 |
| 2.2.1  | Tarveselvitys  | 17 |
| 2.2.2  | Hankesuunnittelu   | 17 |
| 2.2.3  | Suunnittelun valmistelu  | 18 |
| 2.2.4  | Ehdotus- tai luonnossuunnittelu                                | 19 |
| 2.2.5  | Yleissuunnittelu   | 21 |
| 2.2.6  | Rakennuslupatehtävät   | 22 |
| 2.2.7  | Toteutussuunnittelu  | 23 |
| 2.2.8  | Rakentamisen valmistelu  | 26 |
| 2.2.9  | Rakennusaikaiset tehtävät                                      | 27 |
| 2.2.10 | Käyttöönotto   | 28 |
| 2.2.11 | Takuuajan tehtävät   | 28 |
| 2.2.12 | Yhteenveto LVI-suunnitteluprosessista                          | 29 |
| 3      | LVI-tuotteita koskevat määräykset, vaatimukset ja ohjeet       | 29 |
| 3.1    | CE-merkintä  | 30 |
| 3.2    | SFS-standardit   | 31 |
| 3.3    | Talotekniikka RYL 2002, LVI 01-10355, yleiset vaatimukset      | 34 |
| 3.3.1  | LVI-selostusohje LVI 03-10360 (2003), ohjeet laadintaan        | 34 |
| 3.3.2  | Pääotsikot LVIA-alaan liittyen                                 | 36 |
| 3.3.3  | LVI-tuotteen yleiset vaatimukset ja ohjeet RYL 2002 mukaan     | 37 |
| 3.3.4  | Vaatimuksien esittäminen GD-ohjelmistossa                      | 45 |
| 3.3.5  | Attribuutit ja arvot GD-ohjelmistossa                          | 48 |
| 3.4    | Suomen rakentamismääräyskokoelman kuvaus                       | 49 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 3.4.1 | Suunnittelu ja valvonta                                | 50 |
| 3.4.2 | Paloturvallisuus                                       | 51 |
| 3.4.3 | Terveellisyys  | 53 |
| 3.4.4 | Käyttöturvallisuus                                     | 54 |
| 3.4.5 | Meluntorjunta ja ääniolosuhteet                        | 55 |
| 3.4.6 | Energiatehokkuus                                       | 56 |
| 3.4.7 | Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje                     | 60 |
| 4     | Granlund designer (GD) -ohjelmiston toiminnan kuvaus   | 61 |
| 4.1   | Pääkirjasto  | 62 |
| 4.2   | Laitekirjasto  | 63 |
| 4.3   | Projektit eli käyttäjätason kuvaus                     | 63 |
| 5     | Granlund Designer -ohjelmiston käyttöönoton vaiheistus | 65 |
| 6     | Yhteenveto   | 66 |
|       | Lähteet  | 68 |
|       | Liitteet   |    |
|       | Liite 1. Pääkirjaston kuvaus                           |    |
|       | Liite 2. Laitekirjaston kuvaus                         |    |
|       | Liite 3. Projektit kuvaus                              |    |

## Lyhenteet ja tarkennukset

|               |  |
|---------------|--|
| Attribuutti   | Kuvaa tuotteen ominaisuuksia ja määritteitä, jotka tuotteelle annetaan esim. virtaama, sähköteho, toimittaa, asentaa, käyttötarkoitus  |
| GD            | Granlund Designer -ohjelmisto, luetteloiden tekoon ja hallintaan   |
| Keskusosa     | LVI-toiminnon tuottava LVI-järjestelmän osa, esim. IV-kone   |
| Kirjasto      | Tarkoittaa työssä yleensä GD-pääkirjastoa tai -tietokantaa, jossa ovat laitteet ja niiden spesifikaatiot oletusarvoineen   |
| Konsultti     | Luonnollinen tai juridinen henkilö, joka alan asiantuntijana vastiketta vastaan suorittaa toimeksiannon mukaisia asiantuntija tehtäviä   |
| Käyttötapa    | Työssä tarkoittaa yleisesti laitteelle tai tuotteelle määriteltyjä eri käyttötapoja, kuten taajuusmuuttaja-ohjattu pumppu versus vakiopumppu, joille tulee eri spesifikaatiot                      |
| Laiteluettelo | Asiakirja, joka sisältää kaikki kohteeseen tulevat LVI-laitteet ja niiden tekniset tiedot, toiselta nimeltään kojeluettelo   |
| L-V-I-A-S     | Lämmitys, vesi ja viemäri, ilmanvaihto, rakennusautomaatio ja sähkö  |
| LVI-selostus  | Tekninen asiakirja, jolla yksilöidään rakennuskohteen tekninen laatu, muita nimiä ovat esim. LVIA-työselostus, -selitys ja -työtapaselostus. Työssä käytetty myös vain selostus sanaa              |
| LVI-tuote     | Yleinen käsite LVI-laitteelle tai siirto- ja pääte-osalle, työssä lyh. tuote   |
| Pääte-osa     | LVI-toiminnon halutuiksi ominaisuuksiksi viimeistelevä LVI-järjestelmän osa, jota siirto-osa verkosto palvelee, esim. hana, patteri, jäähdytyslaite  |
| RakMK         | Ympäristöministeriön rakentamismääräyskokoelma   |
| RAU           | Rakennusautomaatio   |
| Riittävä      | Tarkoittaa työssä laadullista tasoa, jonka oletetaan täyttävän pääosin kaikki tarvittavat asiat ja tiedot, jotka kyseistä kohtaa koskevat  |
| RYL 2002      | Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset 2002, rakennustieto  |
| Siirto-osa    | LVI-toiminnon keskusosasta pääteosaan siirtävä LVI-järjestelmän osa. Nesteen tai kaasun siirtoon osallistuva putki- tai kanavaverkosto, sisältää myös esim. ilmanpoistimet, venttiilit, kannakkeet |
| Spesifikaatio | Täsmällinen, vaatimuksia asettava kuvaus jostakin teknisestä aiheesta. Valmistusta tms. koskeva määräys, normi; teknistä tuotetta koskeva tieto  |
| TATE 12       | Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo, RT-kortisto   |

# 1 Johdanto

## 1.1 Tutkimuksen taustaa

Työn tilaajana on Insinööritoimisto Leo Maaskola Oy, opinnäytetyössä lyhennettynä ”Maaskola”, joka on keskisuuri LVIAS-alan suunnittelutoimisto Helsingissä. Yrityksen erikoisosaamista ovat vaativat korjaushankkeet, pesulatekniikka ja oppilaitokset. Yritys on perustettu vuonna 1956. [1.]

Kilpailun sekä teknisten vaatimusten kiristyneessä suunnittelualalla, asiakkailta, urakoitsijoilta ja viranomaistaholta saatava positiivinen palaute asiakirjojen ja suunnitelmien laadun osalta vaatii yrityksen panostamista henkilökunnan kouluttamiseen sekä omien suunnitelmien ja niihin liittyvien teknisten dokumenttien laadun kehittämiseen, jotta yritys pystyy vastaamaan teknisellä osaamisellaan tulevaisuuden haasteisiin ja vaatimuksiin. Tähän asiaan on Maaskolalla panostettu kannustamalla työntekijöitä lisäkoulutukseen, varsinkin YAMK-tason koulutukseen, josta saadut opinnäytetyöt yritykselle pyritään ”valjastamaan” yrityksen käyttöön ja suunnitteluprosessin tehostamiseen sekä laadun parantamiseen.

Työn tilaajan pääasiallisina tarpeina ovat Granlund Designer (GD) -ohjelmiston käyttöönoton valmistelu ja käyttöohjeiden teko, joka tehdään opinnäytetyöhön liittyvä, mutta erillisenä pakettina vain Maaskolan käyttöön, laajuutensa vuoksi. Opinnäytetyön sisältö avustaa LVI-suunnittelijaa määrittelemään GD-ohjelmiston laitetyyppikohtaisiin vaatimuksiin riittävät spesifikaatiot sekä rajaamaan LVI-selostuksissa esitettyjä vaatimuksia, mikäli ne vaaditaan LVI-selostukseen myös kirjattavaksi. Opinnäytetyössä on tutkimuksellista raportointia GD-ohjelmistoon liittyvistä asioista, joita tehtiin opinnäytetyön aikana.

Työssä tutkitaan talotekniikan suunnitteluprosessin ydinalueita TATE 12 talotekniseen tehtävälueeteloon ja rakentamismääräyskokoelmaan pohjautuen sekä tutkitaan ja selvitetään käytännön suunnitteluprosessia.

## 1.2 Tutkimusaiheen valintakriteerit

Opinnäytetyön aihe valittiin, koska Granlund Designer (GD) -ohjelmisto [2], jonka on tuottanut Insinööritoimisto Olof Granlund Oy (Granlund), tarvitsee laitetietokannan päivittämisen ja käyttöohjeiden tekemisen, jotta Maaskola voi ottaa ohjelmiston tehokkaaseen käyttöön. Ohjelmiston hankintaperusteita olivat ”*laadunparannus ja luetteloiden yhtenäistäminen*”, näin ilmaisi asian Maaskolan toimitusjohtaja Kari Seitaniemi asiaa tiedusteltaessa.

Opinnäytetyön kirjallinen eli tutkimuksellinen osuus koskee LVI-suunnitteluprosessia, SFS-standardeja, rakentamismääräyksiä (RakMK) ja yleisiä laatuvaatimuksia GD-laiteluettelossa ja LVI-selostuksissa sekä GD-ohjelmiston pääkirjaston kehittämisessä havaittuja asioita. Erillinen Maaskolan käyttöön oleva käyttöohjeistus ja GD-pääkirjaston kehittäminen käyttöönottoa varten ovat esitetty osittain liitteissä, loput ovat vain Maaskolan käyttöön tarkoitettu ja niitä ei ole esitetty opinnäytetyössä.

Granlund Designer -ohjelmistoa on kokeiltu ennen opinnäytetyön aloitusta yhdessä projektissa, mutta sen käyttö oli haastattelujen perusteella haastavaa, johtuen käyttöliittymän erilaisuudesta ja vei enemmän aikaa kuin perinteinen tapa. Palaute ei ollut kovin positiivista ja ohjelmistoa ei ole käytetty uusissa projekteissa tämän jälkeen. GD-ohjelmiston käyttöönotto vaatii, että pääkirjastot, laitekirjastot ja ohjeistus tulisi olla sitä tasoa, että niiden avulla GD-käyttäjät oppivat riittävän nopeasti käytön sekä laiteluetteloiden teko hoituu riittävällä nopeudella ja laitevalinnat sisältävät riittävät spesifikaatiot sekä attribuutit, jotka tulostuvat laiteluettelon tyyppikohtaisiin vaatimuksiin ja arvoihin.

Riittävällä tarkoitetaan ajallisesti lähes yhtä nopeasti kuin perinteiseen tapaan, mikä GD-käyttöliittymän takia ei täysin toteudu, sekä spesifikaatioiden osalta sitä, että tyyppikohtaiset vaatimustekstit ja laitteille annetut attribuutit, joihin arvoja syötetään ovat sillä tasolla, että ylittävät laatutasoltaan perinteisen tavan.

GD-ohjelmiston käyttöönotto uusissa projekteissa vaatii, että tutkitaan ja kehitetään pääkirjastoa alustavasti. Päivitetään spesifikaatioita, attribuutteja, annetaan joillekin attribuuteille oletusarvoja. Tehdään uusia tulostepohjia ja valmistellaan GD-ohjelmisto käyttöönottoa varten. Työ toteutetaan opinnäytetyöhön liittyvänä osana, jota ei sisällytetä opinnäytetyön kirjalliseen osuuteen kuin osittain.



Työn aikana käytiin keskusteluja LVIAS-suunnittelijoiden kesken, mitä vaatimuksia ja määräyksiä olisi hyvä liittää GD-pääkirjaston laitteita koskeviin spesifikaatioihin.

### 1.3 Perinteinen laiteluettelo

Excel-pohjaiset laiteluettelot ovat edelleen käytössä useilla LVI-suunnittelun parissa työskentelevillä, johtuen Excel-ohjelman helppokäyttöisyydestä. Peruskäytön hallitsevat niin uudet kuin vanhat suunnittelijat ja lopputulokset ovat yksinkertaisia ja selkeitä. Excel-ohjelman laskenta ominaisuudet ovat vertaansa vailla, tosin niiden käyttö vaatii jonkin verran osaamista, varsinkin monimutkaisemmissa laskutoimituksissa.

Yleensä laiteluettelo kopioidaan jostakin vastaavasta projektista ja muokataan uuden projektin laitteiden ja arvojen mukaisesti. Laiteluettelossa ovat vain attribuutit, arvot ja huomioitavaa solu, johon syötetään laitteen malli tai mahdolliset lisähuomautukset. Etusivulla ovat kohteen tiedot ja tulosteen nimi ja piirustusnumero.

Attribuutteja ovat tunnus, nimi, sijainti, vaikutusalue sekä tekniset attribuutit. Arvoja ovat attribuuttien numerot ja nimet, kuten G301SC01, taajuusmuuttaja, 2500, 70 %. Käytännön suunnittelussa on havaittu, että tiedot ovat välillä puutteellisia ja attribuuttien arvoja on syötetty virheellisesti, eikä kaikkia laitteita ole merkitty laiteluetteloon ja koodaus saattaa poiketa pohjakuvien koodeista. Keskuslaitteiden alalaitteita saattaa puuttua ja niiden suoritusarvot ovat syötetty mahdollisesti väärin soluihin, tämä tosin ei ole kovin yleistä.

Vaakamallisen tulosteen hyviä puolia ovat vähäinen sivumäärä sekä selkeys. Huonoja puolia ovat attribuuttien vähäisyys, koska kaksi sivuiseen tulosteeseen ei juuri enempää mahdu attribuutteja ja näiden attribuuttien pitäisi kattaa kaikkien LVI-laitteiden tekniset arvot. On myös käytössä yksi sivuisia laiteluetteloita, joissa attribuuttien määrä on jo selvästi liian vähän, määrittelemään laitteet riittävän tarkasti, johon kaksi sivuinenkaan tuloste ei riitä. Kuvassa 1 on esitetty ilmanvaihtokoneeseen G301 liittyvät laitteet ja erillis-laitteet sekä laitekoonpanon attribuutit arvoineen. Kyseinen kuva on eräästä Maaskolan isommasta kohteesta.

Nykyiset määrittelyt ilmanvaihtokoneille ovat pääsääntöisesti tarpeenmukaisia, jolloin ei ilmanvaihtoa enää puoliteta vaan ilmamäärät vaihtelevat tarpeenmukaisesti. Esitetysssä laiteluettelossa on jouduttu merkitsemään attribuutteja lyhennettyinä sekä päällekkäin, mistä ei välttämättä laiteluettelon viimeinen käsittelijä, joka joutuu tyypittämään IV-koneen kohteeseen sopivaksi, pysty päättämään suunnittelijan määrittelemää laitteen suorituskapasiteettia vaan valitsee kustannuksiltaan edullisimman laitteen, joka ei välttämättä täytä esim. tehostusvaatimuksia.

Johtopäätöksenä tästä on, että perinteinen laiteluettelo ei varsinaisesti pysty attribuuteillaan ja arvoiltaan vastaamaan laitteiden nykyvaatimuksiin riittävästi, se on sisällöltään puutteellinen eivätkä attribuuttien nimet ole yleisesti ymmärrettyjä.

| 4  | Tunnus   | Laitteen nimi         | Vaikutusalue         | Sijainti             | Ilma       |            |     |       |    |       |        |       |          |         |        | SFP-lukui/Vuosihyöt |     |          |
|----|----------|-----------------------|----------------------|----------------------|------------|------------|-----|-------|----|-------|--------|-------|----------|---------|--------|---------------------|-----|----------|
|    |          |                       |                      |                      | dm³/s, 1/2 | dm³/s, 1/1 | °C  | kJ/kg | °C | kJ/kg | Pa max | Suod. | Suod.pt. | Teho kW | PaU *1 |                     |     |          |
| 5  |          |                       |                      |                      |            |            |     |       |    |       |        |       |          |         |        |                     |     |          |
| 59 |          |                       |                      |                      |            |            |     |       |    |       |        |       |          |         |        |                     |     |          |
| 60 | G301TK01 | Tuloilmakone          | Ravintola, kabinetti | IV-koneh 1 Vesikatto | 1250...    | 2500       |     |       |    |       |        | 89    | F7       | 600     |        |                     |     | 1.52/70% |
| 61 | G301TF01 | Tuloilmapuhallin      | G301TK01             |                      | 1250...    | 2500       |     |       |    |       |        | 579   |          |         |        |                     | 350 |          |
| 62 | G301SC01 | Taajuusmuuttaja       | G301TF01             |                      |            |            |     |       |    |       |        |       |          |         |        |                     |     |          |
| 63 | G301LT02 | LTO-kiekk, tuloilma   | G301TK01             |                      |            | 2500       | -26 | 7     |    |       |        | 93    |          |         |        | 100                 |     |          |
| 64 | G301LT02 | LTO-kiekk, poistoilma | G301PK01             |                      |            | 1900       | 22  | -22   |    |       |        | 71    |          |         |        |                     |     |          |
| 65 | G301LP04 | Lämmityspatteri       | G301TK01             |                      |            | 2500       | 2   | 20    |    |       |        | 11    |          |         |        | 53,8                |     |          |
| 66 | G301P04  | Pumppu                | G301LP04             |                      |            |            |     |       |    |       |        |       |          |         |        |                     |     |          |
| 67 | G301FV04 | Saatoventtiili        | G301LP04             |                      |            |            |     |       |    |       |        |       |          |         |        |                     |     |          |
| 68 | G301JP05 | Jaähdytyspatteri      | G301TK01             |                      |            | 2500       |     | 56    |    |       |        | 37,8  |          |         |        | 54,6                |     |          |
| 69 | G301FV05 | Saatoventtiili        | G301JP05             |                      |            |            |     |       |    |       |        |       |          |         |        |                     |     |          |
| 70 | G301PK01 | Poistoilmakone        | Ravintola, kabinetti | IV-koneh 1 Vesikatto | 950...     | 1900       |     |       |    |       |        | 34    | M5       | 600     |        |                     |     |          |
| 71 | G301PF01 | Poistoilmapuhallin    | G301PK01             |                      | 950...     | 1900       |     |       |    |       |        | 352   |          |         |        |                     | 250 |          |
| 72 | G301SC02 | Taajuusmuuttaja       |                      |                      |            |            |     |       |    |       |        |       |          |         |        |                     |     |          |
| 73 |          |                       |                      |                      |            |            |     |       |    |       |        |       |          |         |        |                     |     |          |
| 74 | G301PK02 | Poistoilmakone        | WC.t. ravintola      | Vesikatto            |            | 120        |     |       |    |       |        | 150   |          |         |        |                     |     | 1        |
| 75 | G301PF02 | Poistoilmapuhallin    | G301PK02             | Vesikatto            |            | 120        |     |       |    |       |        |       |          |         |        |                     |     |          |
| 76 |          |                       |                      |                      |            |            |     |       |    |       |        |       |          |         |        |                     |     |          |
| 77 | G301PK03 | Poistoilmakone        | Takka                | Vesikatto            |            | 400        |     |       |    |       |        | 130   |          |         |        |                     |     | 1        |
| 78 | G301PF03 | Poistoilmapuhallin    |                      |                      |            | 400        |     |       |    |       |        |       |          |         |        |                     |     |          |

| Vaikutusalue         | Neste |       |       |         |         | Sähköteho kW |      |   | Ryhmäkeskus | Johto | Huom!        |
|----------------------|-------|-------|-------|---------|---------|--------------|------|---|-------------|-------|--------------|
|                      | dm³/s | °C, m | °C, p | % glyk. | kPa max | 1/2          | 1/1  | A |             |       |              |
| Ravintola, kabinetti |       |       |       |         |         |              |      |   |             |       |              |
| G301TK01             |       |       |       |         |         |              | 3,5  |   |             |       |              |
| G301TF01             |       |       |       |         |         |              |      |   |             |       |              |
| G301TK01             |       |       |       |         |         |              | 0,25 |   |             |       | 1-vaihe/230V |
| G301PK01             |       |       |       |         |         |              |      |   |             |       |              |
| G301TK01             | 0,64  | 80    | 60    |         | 11      |              |      |   |             |       |              |
| G301LP04             | 0,64  | 80    | 60    |         | 30      |              | 0,2  |   |             |       | 1-vaihe/230V |
| G301LP04             | 0,43  | 80    | 50    |         | 20      |              |      |   |             |       |              |
| G301TK01             | 2,6   | 7     | 12    |         | 30      |              |      |   |             |       |              |
| G301JP05             | 2,6   | 7     | 12    |         | 20      |              |      |   |             |       |              |
| Ravintola, kabinetti |       |       |       |         |         |              | 3,5  |   |             |       |              |
|                      |       |       |       |         |         |              |      |   |             |       |              |
| WC.t. ravintola      |       |       |       |         |         |              |      |   |             |       |              |
| G301PK02             |       |       |       |         |         |              | 0,1  |   |             |       | EC-moottori  |
| Takka                |       |       |       |         |         |              |      |   |             |       |              |
|                      |       |       |       |         |         |              | 0,37 |   |             |       | 1-vaihe/230V |

Kuva 1. Otos perinteisestä laiteluettelosta.

## 1.4 Perinteinen LVI-selostus

Laiteluetteloon liittyy oleellisena osana LVI-selostus, jossa ovat määritellyt laitteiden yleiset vaatimukset ja tyyppikohtaiset vaatimukset. Maaskolalla on käytössä RYL 2002 - pohjainen LVIA-selostus. Opinnäytetyössä on pyritty osoittamaan, että toisinkin voidaan toimia. Asuinrakennuskohteissa on käytössä ”räätälöityjä” selostuksia, koska niiden sisältö sopii yleensä kaikkiin asuinrakennuskohteisiin vähäisellä muokkauksella, opinnäytetyössä ei käsitellä ”räätälöityjä” LVI-selostuksia. Joillakin rakennuttajilla on myös omia selostuksia, joiden mukaan LVIA-selostukset tulee tehdä.

### **G32 Ilmastointikoneet**

#### **G3200.10 Ilmastointikoneiden perusvaatimukset**

#### **G3200.11 Yleiset vaatimukset**

##### Viite

- 98/37/EY Konedirektiivi.
- 73/23/EEC Pienjännitedirektiivi. Muutos 93/68/EEC.
- 89/106/ETY Rakennustuotedirektiivi.
- A4 Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje. Määräykset ja ohjeet 2000. LVI RakMK-00234.
- D2 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2012.
- E7 Ilmanvaihtolaitteistojen paloturvallisuus. Ohjeet 2004. LVI RakMK-00278.
- SFS 5357 Ilmastointi. Keskusilmastointikone. Määritelmät.
- SFS 5358 Ilmastointi. Keskusilmastointikone. Vaatimukset ja testaus.
- SFS-EN 1886 Keskusilmastointikoneet. Mekaaniset ominaisuudet.

### **G3220 Tehdasvalmisteiset koteloidut koneet.**

##### Viite

- SFS 5358 Ilmastointi. Keskusilmastointikone. Vaatimukset ja testaus.
- SFS-EN 1886 Keskusilmastointikoneet. Mekaaniset ominaisuudet.

### **G3142 Pyörivät talteenottolaitteet**

#### ***Laatuvaatimukset***

Roottorin materiaali on reunavahvistettua alumiinia (rannikkoilmaston kestävä). Siirtimen rungon on oltava lämmöneristetty.

Laitteisto varustetaan sisäänrakennetulla pyörimisnopeudensäätimellä, josta tulee saada hälytystieto häiriötoiminnoista ja indikointitieto käyntitilasta potentiaalivapailta apukoskettimilta rakennusautomaatiojärjestelmään.

Siirtimen mukana toimitetaan roottorin ympärille kiinnitetty varakäyttöihna.

Kuva 2. Otoksia RYL 2002 -pohjaisesta LVIA-selostuksesta.

Opinnäytetyön yhtenä tavoitteena oli kehittää laitespesifikaatioiden tasoa, joihin kuuluvat myös selostuksissa esitetyt viitteet SFS-standardeihin, direktiiveihin, määräyksiin ja ohjeisiin sekä laatuvaatimuksiin.

Havaittuja puutteita RYL 2002 -pohjaisessa LVIA-selostuksessa pelkästään ilmastointikoneen viitteissä löytyi seuraavasti (ks. kuva 2).

- Vanhentunut konedirektiivi 98/37/EY, uusi 2006/42/EY 2.muutos, näiden välillä on tapahtunut viisi kertaa muutoksia. METSTA
- Vanhentunut pienjännitedirektiivi 72/23/EEC, uusi 2014/35/EU, TUKES
- SFS 5357, Keskusilmastointikone. Määritelmät. Kumottu 19.01.2015
- SFS 5358, Keskusilmastointikone. Vaatimukset ja testaus. Kumottu 19.01.2015.

RYL 2002 -pohjainen LVIA-selostus kattaa laajasti peruskohteet, mutta sen ajan tasalla pitämisessä on havaittu olevan ongelmia, sekä selostuksiin on tehty projektikohtaisia tarkennuksia, kuten kuvassa 2 on esitetty ”rannikkoilmaston kestävä”, joka saattaa kopioidua uuteen projektiin, jos kyseistä LVIA-selostusta käytetään projektissa, joka ei olekaan rannikkoalueella. Kyseistä tarkennusta ei välttämättä huomata, vaikka LVIA-selostus luetaankin aina läpi ja muokataan uudelle projektille sopivaksi.

Kyseinen tarkennus tulisi liittää projektista riippuen GD-laiteluettelon laitetyyppikohtaisiin huomautuksiin. Täten kyseinen teksti ei kopioidu uusiin projekteihin.

Huomioitavia asioita SFS-standardeissa ovat, että ne ovat maksullisia ja päivittyvät aika-ajoin, eikä niitä pystytä tai ehditä seuraamaan reaaliajassa sekä standardit kumotaan, jos ne eivät täytä nykyajan vaatimuksia tai tiedot ovat vanhentuneet, eikä niille ole välttämättä tehty uusia standardeja. Standardit onkin lähinnä tarkoitettu laitetoimittajien laitteiden vaatimuksiin ja määritelmiin, eli laitteiden tulee täyttää standardien ja direktiivien määräykset, materiaalivaatimukset ja testimenetelmät sekä vaatimustenmukaisuus, joista pitää olla laitteen mukana todistus.

Johtopäätelmät ovat, ettei selostuksissa käytettäisi SFS-standardien tarkkoja nimiä vaan viitataan esimerkiksi LVI-laiteluettelon yleisissä vaatimuksissa, että ”*laitteiden tulee täyttää niihin kohdistuvien SFS-standardien, direktiivien vaatimukset ja laitteiden tulee täyttää vaatimuksienmukaisuus.*”

Mikäli suunnittelijat tai asiantuntijat ovat tietoisia uusista SFS-standardeista tai direktiiveistä, niiden vaatimustekstit voidaan päivittää GD-ohjelmiston pääkirjastoon, kyseisten laitteiden tyyppikohtaisiin vaatimuksiin, mikäli nähdään tarpeelliseksi. Tämä prosessi toteutuu vain suunnittelijoiden ja GD:n pääkirjaston pääkäyttäjän välisellä yhteistyöllä, jolloin prosessi on jatkuvaa ja suunnittelijat voivat luottaa pääkirjastosta valittujen laitteiden mukana tulleisiin spesifikaatioihin.

Huomioitavaa on, että RYL 2002:n osa 1 on 369 sivuinen ja laitekohtaisten vaatimusten poimiminen LVI-selostukseen on melko työläs prosessi uusiin projekteihin. Nämä ovat eräitä syitä, miksi GD-ohjelmistoa ollaan Maaskolassa ottamassa käyttöön, jotta laitevaatimukset kohdistuvat vain kyseisessä projektissa oleville laitteille, jotka on valmiiksi määriteltä pääkirjaston laitetyyppikohtaisiin vaatimuksiin sekä asiantunteva henkilö ylläpitää pääkirjaston laitevalikoimaa ajan tasalla.

Tämä työ olisi tarkoitus tehdä koskien kaikkia laitteita, mutta opinnäytetyön laajuuteen ei kaikkien laitteiden vaatimuksia saada mukaan, koska laitteita on satoja ja työ olisi laajuutensa takia liian suuri opinnäytetyön ajallisen toteutuksen kanssa. Tarkoitus on kuitenkin jatkaa kehitystyötä opinnäytetyön jälkeen ja pyrkimyksenä on saada kaikkiin pääkirjastossa oleviin laitteisiin ajan tasaiset spesifikaatiot sekä ylläpitää laitekirjaston tietokantaa.

Urakoitsijoilta käytännön työelämässä saatujen palautteiden perusteella on todettu, että LVI-selostuksen tulisi olla enemmän määräävää hankkeen mukaisesti. Selostus ei olisi RYL 2002 -pohjainen vaan rakennusmääräyksien mukainen, jolloin urakoitsijalla olisi LVI-selostus, jonka mukaan pitää toteuttaa kohteen LVI-tekniset työt, eikä selostus, jossa esitetään yleisesti tunnettuja vaatimuksia ja joka ei sisällä todellisia määräyksiä.

## 1.5 Granlund Designer (GD) -ohjelmiston esittely

Ohjelmiston on kehittänyt Insinööritoimisto Olof Granlund Oy. Granlund Designer (GD) kuuluu Granlundin ohjelmistoperheeseen.

GD -ohjelmistossa on seuraavia ominaisuuksia käyttäjän kannalta katsottuna:

- Pilvipohjainen ohjelmisto talotekniikan laitetiedon hallintaan
- Kiinteistökohtaiset laiteluettelot yhteiseen nimikkeistöön perustuen
- Reaaliaikainen
- Mahdollistaa eri osapuolten yhteiskäytön, laitehyväksynät
- Muutosten seuranta koko prosessin ajan
- Tieto ei katoa, sen voi vain piilottaa
- Ei laskennallisia ominaisuuksia
- Vaatii käyttökoulutuksen sekä harjoittelua kirjastojen ja hierarkioiden hallinnassa
- Käyttöliittymä uudenlainen käyttää, ei pikanäppäimiä
- Käyttöönotto vaatii tietokantojen päivittämisen ja kehittämisen
- Tietokantapohjainen, tietokannat ulkopuolisella serverillä
- Rajatut muokkausmahdollisuudet automaattitulosteiden ulkoasun osalta, tulostuu kuitenkin Excel -muotoon, jossa voi tehdä lisämuutoksia
- Maksullinen. [2]

Ohjelmiston käyttö vaatii käyttäjältään riittävän perehtymisen ohjelmistoon sekä riittävän osaamisen laitevalinnoissa ja niiden vaatimuksissa, jotta ohjelmistosta saatavat luettelot olisivat asianmukaisesti toteutettuja.

Tehokas käyttö vaatii laitekirjaston ja laitetyyppikirjaston eli pääkirjaston päivittämisen yrityskohtaisesti, jolloin tuotteiden valinta tehostuu huomattavasti ja tuotteet sisältävät automaattisesti niille määritellyt tekniset tiedot ja tyyppi-kohtaiset vaatimukset, joita pystytään projektikohtaisesti muokkaamaan tarvittaessa. Tekniset arvot, kuten virtaamat ja ilmamäärät, tulee kuitenkin syöttää projektikohtaisesti. Pääkirjastossa voi tehdä valikkoja attribuuteille, joista on nopea valita laitetyyppi tai arvojoukko. Vaatimukset kohdistetaan laitteen käyttötavan perusteella, esim. vakiopumpulle on oma vaatimuksensa ja taajuusmuuttajakäyttöiselle pumpulle oma vaatimuksensa.

Mikäli pääkirjastoa ja laitekirjastoa ei kehitetä ja ylläpidetä, joudutaan kiinteistökohtaisesti jokaisessa uudessa projektissa syöttämään samat asiat uudestaan sekä ilman kehittämistyötä on GD-laiteluettelon käyttäminen käyttäjäkyselyjen ja oman kokemuksen mukaan haastavampaa verrattuna perinteiseen Excel-laiteluetteloon, johon tulevat laitteiden tekniset arvot, annettujen attribuuttien mukaisesti ja LVI-selostuksessa (Word) on esitetty laitetyyppi-kohtaiset vaatimukset ja määrittelyt.

Ohjelmisto on maksullinen ja käyttökustannukset perustuvat käyttäjämääriin sekä käyttöaikoihin. Ohjelmiston pääkäyttäjä voi lisätä käyttäjiä ja määrittellä eri käyttöoikeuksia. Demo -version voi tilata Granlund Oy:stä. Ohjelmiston yleisiä käyttöohjeita on saatavilla Granlund Portal -sivustosta [3]. Granlund järjestää myös ohjelmiston käyttöön liittyvää koulutusta.

## 1.6 Tutkimuksen rajausta ja sisällön laajuus

Opinnäytetyössä jouduttiin perehtymään GD-ohjelmiston sisältöön ja siihen, miten ohjelma toimii sekä mitä hyötyjä ja haittoja ohjelmasta on tilaajalle sekä tutkimuksellista työtä jouduttiin rajaamaan, koska LVI-laitetyyppejä on satoja ja kaikilla ovat omat spesifikaationsa, attribuuttinsa ja oletusarvonsa.

Työn kirjallisessa osuudessa ei käsitellä kuin esimerkinomaisesti joidenkin peruslaitteiden attribuutteja, käyttötapoja ja määrittelyjä, joista selviää, mitä tarvitaan, jotta laitteiden spesifikaatiot ovat riittäviä toimittajille, urakoitsijoille, muille suunnittelijoille sekä tilaajille. Työhön on sisällytetty otoksia GD-pääkirjastosta saatavasta kehitetystä laiteluettelosta.

Opinnäytetyön laajuus tältä osin kattaa vain osan kokonaisuudesta. Pääkirjaston kehittäminen tulee jatkumaan opinnäytetyön jälkeen keskittyen vaativimpiin kohteisiin, kuten koulut, saneerauskohteet, toimistorakennukset, hotellit, kylmätekniiset kohteet, teollisuus, joten varsinainen kehittäminen jatkuu vuosiksi eteenpäin, sillä vaatimuksia ja määrittelyjä tulee lisää, niitä poistuu ja talotekniikka elää jatkuvasti kehityksen kärkipäässä.

Spesifikaatioiden määrittelyt ovat haastavia, koska vaatimuksia löytyy useista eri lähteistä (ks. kohta 1.4) sekä ”oikeiden” spesifikaatioiden ja attribuuttien valitsemisessa on

omat haasteensa. Huomioitavaa on myös, että laitteita sitovat omat määräykset ja vaatimukset, jotka selviävät laitteen tuoteselosteista ja laitekohtaisista oppaista, jotka laite-toimittajat ovat toimittamilleen laitteilleen tehneet.

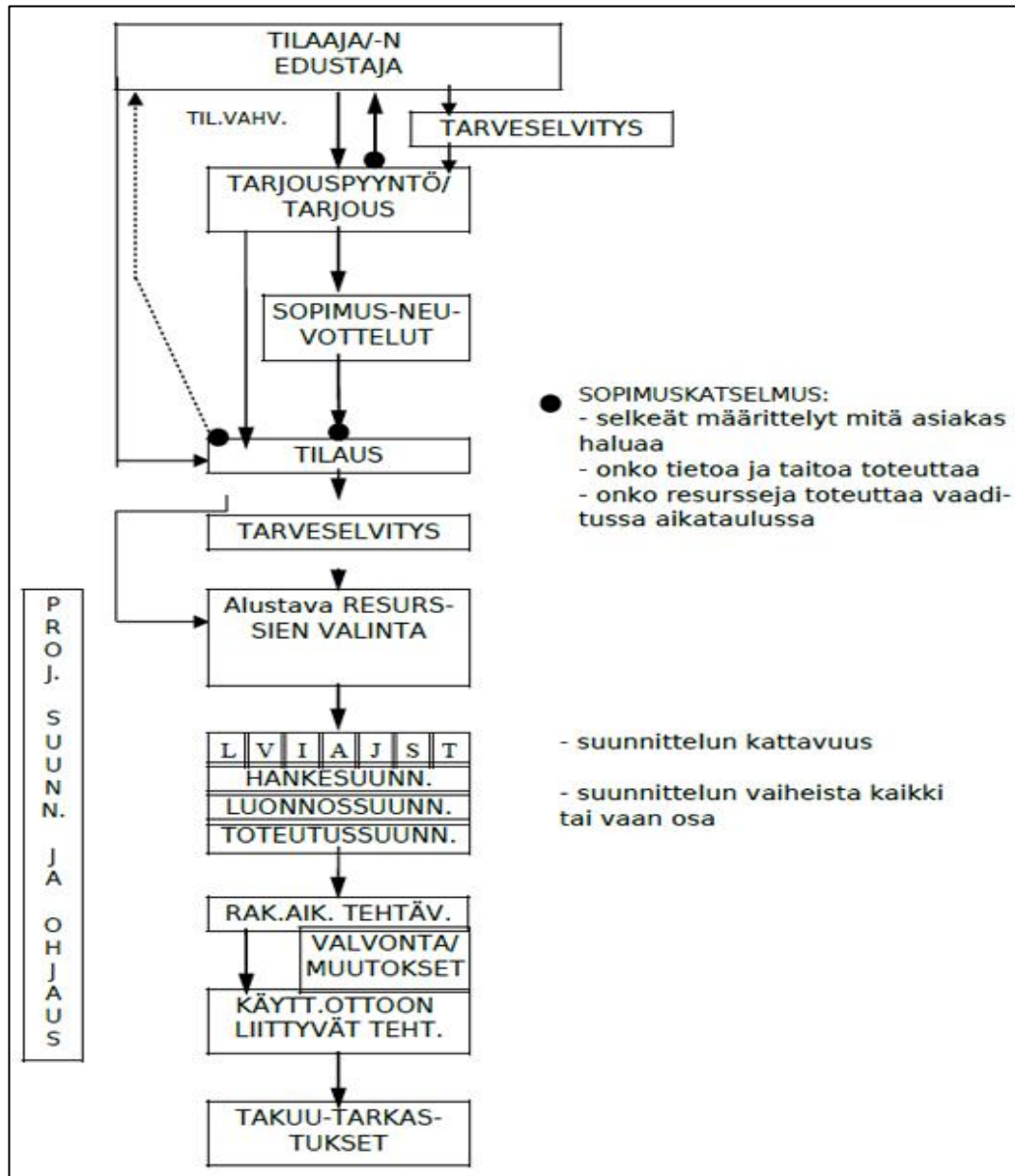
LVI-suunnittelijan tehtävä on määritellä laitteille ja tuotteille raja-arvot, joiden sisällä tuotteen vaatimuksien tulisi olla, täten laitteen hankkija voi tyypittää eri laitteen, kuin mitä on suunnitelmissa mainittu, jonka tulee kuitenkin täyttää suunnittelussa määritellyt laitevaatimukset. Mikäli urakoitsija päätyy valitsemaan eri laitteita kuin suunnitelmissa on mainittu, joutuu urakoitsija laitehyväksyttämään laitteen LVI-suunnittelijalla.

## **2 LVI-suunnitteluprosessin kuvaus**

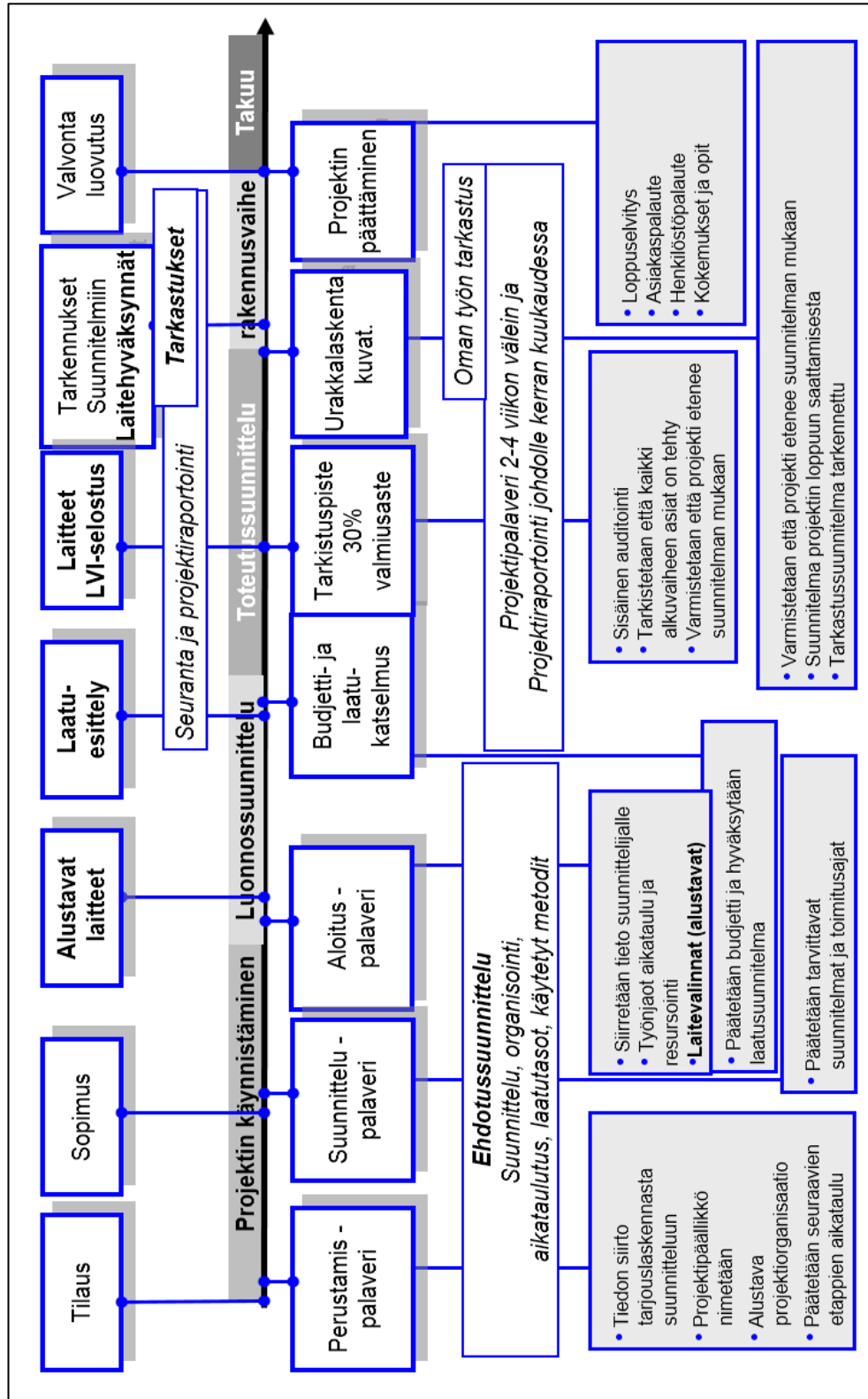
Maaskolan suunnitteluprosessi on esitetty sisäisessä laatukäsikirjassa, joka vastaa pääosiltaan TATE12:n hierarkiaa (ks. kohta 2.2). Kuvassa 3 on esitetty vanha suunnittelun prosessikaavio, päivitetty versio on kuvassa 4, joka on tehty opinnäytetyön osana, lähinnä selkeyttämään suunnitteluprosessin kuvausta. Kuvassa 4 on esitetty kohdat, joissa laitevalinnat olisi syytä tehdä projektissa, periaate on aikajanallinen perustuen suunnitteluprosessin eri vaiheisiin.

LVI -suunnitteluprosessin kuvauksessa on esitetty ydinasioita eri vaiheiden osalta, tiivistettynä ja käytännön työssä todettuja asioita kommentein. Kuvaus etenee TATE 12 taloteknisen suunnittelun tehtäväluehtelon otsikoinnin mukaisessa järjestyksessä.





Kuva 3. Maaskolan laatukäsikirjan mukainen nykyinen suunnitteluprosessin kuvaus.



Kuva 4. Uusi suunnitteluprosessikuvaus, tehty opinnäytetyön ohella.

## 2.1 LVI -suunnittelutehtävän toimeksianto eli tilaus

Yleensä LVI-suunnitteluprosessi määrittellään taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelon TATE12:n [4] mukaan. Tehtäväluettelo on tarjouspyynnön tai konsulttisopimuksen liitteenä, ja suunnittelutyön tilaaja on rastiinanut tehtäväluettelosta ne kohdat, jotka halutaan suunnittelutehtäviin kuuluviksi tai on määritellyt luettelosta tehtävä/järjestelmäkokoisuuden esim. yliviivaamalla turhat kohdat. Ohessa on lyhyesti selvitetty, mitä asioita kuuluu suunnitteluprosessin alkutoimiin eli tarjous- ja tilausvaiheeseen. Suunnittelutehtävät ovat konsulttisopimusten alaisia toimeksiantoja. RT-kortistosta löytyvät varsinaiset dokumentit, joissa on yksityiskohtaisesti selvitetty suunnittelutehtävien eri osa-alueita.

### 2.1.1 Konsulttisopimuksen laatiminen, RT 13–11182

Yleensä konsulttisopimuksissa käytetään konsulttisopimus RT-lomakkeita, joita on RT 13–11182 (5/2015) ohjeessa mainittu kolme:

- RT 80343 Konsulttisopimus, joka on tarkoitettu laajoihin kohteisiin
- RT 80344 Konsulttitoimeksiannon lisä -ja muutostyösopimus
- RT 80345 Konsulttitoimeksiannon tilaus/tilausvahvistus/sopimus, joka on tarkoitettu pieniin ja yksinkertaisiin toimeksiantoihin.

Liitteet näihin sopimukseen ovat samanarvoisia, ja niissä yleensä viitataan KSE 2013 sopimusehtoihin sekä alakohtaisiin tehtäväluetteloihin. On todettu käytännön suunnittelutehtävissä, että lisä- ja muutossuunnittelua ei rajata riittävän tarkasti ja suunnittelijat joutuvat tekemään käytännössä ”ilmaiseksi” sellaisia lisä- ja muutostöitä, joita ei ole määriteltä sopimuksissa, kuten tilaajan laitemuutokset, urakoitsijoiden laitehyväksynnät, valvojen vaatimukset, jatkuvat pohjakuvamuutokset kesken suunnittelun ja muita vastaavia lisätöitä, vaikka suunnittelu olisi toteutettu sopimusvaiheessa annettujen ohjeiden mukaisesti ja laadullisesti täyttäisi sopimuksissa määritetyt vaatimukset.

### 2.1.2 KSE 2013 Konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot, RT 13–11143

Sopimusehdot soveltuvat tilaajan ja konsultin välisiin toimeksiantoihin, joissa määritellään vastuut ja velvollisuudet eri osapuolille. Ohessa ovat pääotsikot KSE 2013:n mukaisesti:

- Tilaajan velvollisuudet ja vastuut
- Konsultin velvollisuudet ja vastuut
- Keskinäinen yhteydenpito
- Veloitusperusteet
- Aineisto
- Aikataulu, viivästyminen ja töiden keskeytyminen
- Sopimuksen purkaminen ja siirtäminen
- Sopimusasiakirjojen keskinäinen järjestys
- Erimielisyydet ja niiden ratkaiseminen.

Tilajaat saattavat välillä esittää tarjouspyynnössä poikkeamia KSE-ehdoin, jolloin pitäisi olla tarkkana, mitä vaikutuksia esitetyillä poikkeamilla on tarjouksen hinnoittelussa.

### 2.1.3 Suunnitteluvirheet ja vastuuvakuutus

Suunnitteluvirheiden suurimmat kustannukset liittyvät yleensä virheellisesti mitoitettuihin laitteisiin, joilla ei päästä hankkeen valmistuttua ja toimintakokeiden aikana niihin tavoitteisiin, jotka tilaaja on määritellyt kohteelle, koskee lähinnä keskuslaitteita. Laitteiden suhteen varsinaisia suunnitteluvirheitä tapahtuu harvemmin käytännössä.

Suunnitteluvirheet eivät ole aivan yksiselitteisiä vaan niihin voivat vaikuttaa monet tekijät, jotka ovat välillä suunnitteluvirheiden aiheuttajia, vaikka suunnittelija ei olisikaan varsinaisesti syyllistynyt suunnitteluvirheeseen, mutta saattaa joutua jälkikäteen vastuuseen suunnitteluun liittyvistä virheistä.

- Tilaaja on antanut puutteellista informaatiota ja yleisesti lähtötiedot ovat puutteellisia hankkeelle. Hankesuunnitelma on puutteellinen.
- Työmaa-aikaiset työvirheet, syitä voi olla monia.

- Aikataulut ovat liian kireät, suunnitelmat jäävät osittain puutteelliseksi.
- Tilaajalla ei ole käytettävissä konsulttia suunnitelmien tarkastuksia varten.
- Yhteistyö ei onnistu muiden suunnittelualojen kanssa.

Ohessa on esitetty joitakin käytännössä havaittuja suunnitteluvirheiksi luokiteltavia asioita, jotka sopimuksista riippuen saattavat aiheuttaa korvausvaateita tilaajan puolelta:

- Ilmanvaihtolaitteet eivät täytä äänitekniisiä vaatimuksia.
- Laitteiden mitoitus ei vastaa järjestelmävaatimuksia.
- Yhteensovituksen muun tekniikan kanssa tekemättä.
- Lämpö-, ääni-, palo- ja kondenssieristeet merkitty puutteellisesti ja eristepinnoitteet määrittelemättä, kuten pellitys- tai muovipinnoite.
- Suunnitelmat ovat informaatiotasoltaan puutteellisia tai epäselviä.
- Laitteet eivät integroidu hankkeen rakennusautomaatiikan kanssa.
- Laiteluettelossa esitetyt laitteiden spesifikaatiot puutteellisia.
- LVI-selostusta ei ole tehty hankkeen vaatimusten mukaisesti tai on puutteellinen.

Mikäli edellä mainitut suunnitteluvirheet jäävät korjaamatta suunnitteluvaiheessa ja asennukset joudutaan tekemään uudestaan ja uusimaan laitteita, korvausvaateet voivat olla huomattavia. Ristiriitatilanteissa pyritään riita-asiat ratkaisemaan osapuolten välisillä neuvotteluilla tai hankitaan asiantuntijalausunto. Mikäli kyseiset menettelyt eivät tuota tulosta, siirtyy asia välimiesmenettelyyn tai riita-asia jätetään käräjäoikeuden ratkaistavaksi.

Vastuuvakuutus ei korvaa

- virheellisesti tehdyn työn korjaamisesta aiheutuneita kustannuksia
- suunnitelmien viivästymisestä aiheutuneita vahinkoja
- suunnitellun rakenteen ulkonäön epäonnistumista
- sopimusrikkomuksia ja niistä aiheutuvia sopimussakkoja
- tahallisesti tai törkeällä tuottamuksella aiheutettuja vahinkoja. [5]

Vastuuvakuutuksen korvauslaajuus voi kattaa myös edellä mainitut asiat, mutta ne vaikuttavat vakuutusmaksujen korottamiseen.

Käytännössä konsultin suunnitteluvirheiden rahamäärällinen korvauseruste maksimissaan vastaa hankkeen konsulttipalkkion suuruutta, mikäli kyseessä eivät ole selkeästi tahallisesti, törkeästi tai ammattitaidon puutteista johtuvat suunnitteluvirheet. Virheellisen suunnittelun korvausmäärä voi kuitenkin edellä mainituista syistä vastata virheistä johtuvia kustannuksia, joiden rahalliselle korvausmäärälle ei ole kattorajaa. Tätä varten tulee konsulteilla olla konsulttitoiminnan vastuuvakuutus, joka korvaa suunnitteluvirheistä aiheutuneet vahingot. Vastuuvakuutuksessa korvataan vahingot vain siinä laajuudessa, kuin on mainittu KSE-ehdoissa, riippumatta siitä, onko toimeksiannossa käytetty KSE-ehdoja.

Suunnittelupuutteita ei yleensä lasketa suunnitteluvirheiksi vaan ne pyydetään korjaamaan ennen rakentamisen alkamista. Mikäli suunnittelupuutteita ei korjata ennen varsinaista rakentamisvaihetta, ne muuttuvat yleensä suunnitteluvirheiksi.

## 2.2 TATE 12 taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo, RT 10–11129

Tehtäväluetteloita käytetään määrittelemään tehtävän laajuus, sisältö ja laatutaso. TATE12 koskee myös rakennusautomaatio (RAU)- ja sähkö (SÄH) -suunnittelutehtäviä. Tehtäväluetteloita on saatavilla muille talorakentamisen suunnittelualoille.

TATE 12 sisältää määryksiä tilaajan ja suunnittelijan vastuu- ja tehtäväalueista, joihin on mahdollista vedota ristiriitatilanteissa konsulttisopimuksien mukaisesti.

Suunnittelijan vastuulla ovat ”oikeat” suunnitteluratkaisut: laite- ja järjestelmävalinnat ovat kestäviä, energiatehokkaita, toiminnaltaan kohteeseen sopivia ja suunnitelmien mukainen toteutus on mahdollista.

Tilaajan vastuulla ovat riittävien lähtötietojen hankinta, suunnitteluorganisaation luonti, muiden suunnittelualojen suunnitelmien hankinta ja suunnittelutoimeksiannon ulkopuoliset työt.

### 2.2.1 Tarveselvitys

Tarveselvitys on LVI-suunnittelutehtävää edeltävä vaihe, johon harvemmin talotekniset suunnittelijat osallistuvat. Tarveselvityksessä selvitetään tilan tarpeellisuus ja siinä kuvataan tarvittavat tilat alustavasti ja tilavaatimukset, tutkitaan muut käyttötapa mahdollisuudet sekä tehdään karkea kustannusarvio ja investoinnin edullisuus tarkastelut. Selvityksessä kuvataan omistajien- ja käyttäjien tavoitteet ja vaatimukset.

Avustavia tehtäviä saatetaan välillä tehdä selvitysvaiheessa, kuten olosuhde-, toiminnallisuus-, turvallisuus-, ja karkeat tekniset pääjärjestelmäratkaisut. Mahdollisia karkeita kustannusarvioita ja kokonaisratkaisun toteutusarviointia voidaan välillä tehdä, yleensä nämä selvitykset kuuluvat talotekniikan konsulteille, jotka eivät tee varsinaista suunnittelua.

Tarveselvityksen lopputulos on tarveselvitysdokumentti ja hankepäätös, jolle on hankittu kirjallinen hyväksyntä. Hanke saatetaan hylätä, ottaa tarkempaan tarkasteluun, tai hanke etenee hankesuunnitteluvaiheeseen.

### 2.2.2 Hankesuunnittelu

Hankesuunnittelu on LVI-suunnittelutehtävää edeltävä vaihe, johon usein talotekniset suunnittelijat osallistuvat tai sen tekee talotekniikka konsultti, joka ei tee varsinaista suunnittelua. Lähtötietoina ovat tarveselvitys tai vastaava selvitys hankkeesta. Hankesuunnitelman on voinut tehdä muu suunnittelutoimisto kuin hankkeen suunnittelutyön toteuttaja. Hankesuunnittelun tehtävät ovat avustavia tehtäviä, esimerkiksi seuraavan laisia:

- Rakennettavuuden selvittäminen, esim. talotekniset liittymät, ympäristökuormitus, olosuhteet, sijainnin asettamat rajoitteet
- Energiankulutustavoitteet
- Taloteknisten tavoitteiden yhteensovittaminen hankkeen tavoitteisiin
- Alustavan kustannusarvion teko
- Selvitetään rasitteet muihin kiinteistöihin nähden
- Rakennuspaikan hyödyntäminen energian käytössä esim. maalämpö
- Alustavat talotekniset pääjärjestelmät ja mahdolliset vaihtoehtoiset järjestelmät, vaativat yleensä kustannusvertailut

- Määritellään talotekniset tavoitteet ja laatutaso
- Olemassa olevien kohteiden kuntokartoitus, arvioidaan tekninen käyttöikä, järjestelmien nykytilanne, uusimistarve ja tilatarpeiden määrittely
- Hankkeen aikataulun laadinta talotekniikan osalta
- Mahdollinen taloteknisen toteutuksen vaiheistus ja väliaikaisjärjestelyt.

Hankesuunnitelmissa ovat usein tyypitettyinä sähköä vaativat talotekniikkalaitteet ja mahdollisesti määrät. Ne voidaan esittää alustavina tai vaaditaan käytettäväksi juuri hankesuunnitelmissa määritellyjä laitteita. Hankesuunnitelman tarkkuuden määrittelee tilaaja tai tilaajan edustaja, joka on yleensä talotekniikkakonsultti. Käytännössä hankesuunnitelmien sisällöllinen taso on suuntaa antava ja hankesuunnitelmien sisältö vaihtelee tekijöistä riippuen. Liitteenä voi olla myös alustava LVI-laiteluettelo, jossa on lähinnä lyhyet spesifikaatiot laitteista, jotta varsinaisen suunnittelutyön toteuttajalle jää riittävästi valinnanvaraa laitevalinnoissa, kun joudutaan hankkeen ominaisuuksiin perehtymään huomattavasti tarkemmin kuin hankesuunnitelma vaiheessa.

Hankesuunnitelman lopputulos on esitys selvityksistä, hankesuunnitelmasta ja mahdollinen investointipäätös.

### 2.2.3 Suunnittelun valmistelu

Suunnittelun valmistelu on LVI-suunnittelutehtävää edeltävä vaihe. Tässä vaiheessa yleensä tulee mukaan rakennuttaja sekä talotekniikkakonsultti, joka yhdessä tilaajan edustajan kanssa organisoii suunnittelun, järjestää mahdolliset suunnittelukilpailut, käy neuvotteluita, valitsee suunnittelijat ja tekee suunnittelusopimukset, jotka perustuvat konsulttisopimukseen ja tehtäväluetteloiden sisältöön. Valmisteluun kuuluu seuraavia asioita:

- Suunnittelutehtävän lähtötietojen varmistus, jotta työmäärät, resurssit ja kustannukset ovat arvioitavissa riittävällä tarkkuudella
- Suunnittelutehtävän vaativuuden määrittely
- Tarjouksen sisällön määrittely siten, että tarjoajat ovat tasapuolisessa asemassa, huomioitava hankintalaki julkisissa kohteissa



- Tarjouksien toimittaminen suunnittelutoimistoille, joilla on edellytykset toteuttaa suunnittelutehtävä. Riittävät resurssit ja vastuullinen suunnittelija on pätevyys -luokitukseltaan tehtävän vaativuutta vastaava
- Suunnittelutehtävän laajuuden määrittely ja rakennustoimenpide
- Suunnitteluasiakirjojen sisällön määrittely
- Kohteen alustavan aikataulun laadinta
- Kohteen urakkamuodon valinta
- Kokousten määrän arviointi eri suunnitteluvaiheissa
- Mahdollisten erillistehtävien määrittely
- Suunnittelutavoitteet, määritetään suorituksen osalta
- Suunnittelun huolehtimis- ja vastuurajat, jotka vaativat eri suunnittelualojen yhteistyötä tai urakkasuorituksiin liittyvät rajat, jotka koskevat eri aloja
- Suunnitteluvaiheen katselmusten määrän määrittäminen
- Suunnittelijoiden välisen yhteistyön toteutuksesta päättäminen
- Käytettävien ohjelmistojen ja tietomallinnusvaatimusten määrittely

Lopputuloksena on suunnittelupäätös, johon hankitaan kirjallinen hyväksyntä tilaajalta.

#### 2.2.4 Ehdotus- tai luonnossuunnittelu

Ehdotussuunnittelu, jota kutsutaan myös luonnossuunnitteluksi, on suunnittelutoimeksiannon saaneen suunnittelijan ensimmäinen suunnittelutehtävä. Alustavan ehdotussuunnitelman tekee yleensä vanhempi- tai vastuullinen suunnittelija, jonka nimikkeenä voi olla myös projektipäällikkö ja ehdotussuunnitelman piirtää ”puhtaaksi” LVI-suunnittelija, joka hallitsee suunnitteluohjelmien käytön ja jolla on LVI -insinööritason koulutustaustaa ja riittävä osaamistaso. Tekijä riippuu kohteen laajuudesta ja vaativuustasosta.

Ehdotussuunnittelun tehtäviin kuuluu:

- Suunnittelutehtävän lähtötietojen ja vaativuuden varmentaminen
- Osallistutaan kokouksiin ja tehdään suunnittelutilanneraportteja
- Tietomallinnus tason määrittely
- Laitetunnusjärjestelmän selvittäminen ja laatiminen
- Liittymien selvittäminen, asemapiirustus

- Teknisten järjestelmien vaihtoehtojen kartoitus, tilaratkaisuihin soveltuvat
- Kirjataan ja visualisoidaan LVI -järjestelmien vaihtoehdot
- Palotekniset vaihtoehdot, tilaratkaisuihin soveltuvat, palopellit, paloaluerajat
- Energiankulutuksen tavoite laskelmat, energiaselvitys, kulutusvertailut eri laite vaihtoehdoille
- Sisäilmaolosuhdelaskelmat, määritellään sisäilmaluokitus ja arvioidaan sisäilma-tavoitteet. Tyyppitilakohtaiset mitoitus ja huonelämpötilojen kuukausi keskiar-vot. Määritellään tilakohtaiset ilmamäärät
- Alustavien teknisten tilojen tilatarpeet ja sijainnit sekä isot läpiviennit ja raskaat laitteistot sekä kulkuaukko tarpeet. Tilavaraukset arkkitehdille
- Mallihuoneet ja toistuvat tilaratkaisut
- Toteutuskelpoisten vaihtoehtojen dokumentointi
- Määritellään muuntuvien tila-alueiden perusteella ehdotukset keskusosille, siirto-osille, pääte-osille
- Määritellään ohjaustavat: tarpeenmukainen, vakiovirtaama jne.
- Ehdotussuunnitelmien hyväksyttäminen tilaajalla
- Rakennuttaja teettää yleensä ROA eli rakennusosa-arvion kustannuksista tässä vaiheessa ja mukaan liitetään ehdotussuunnitelmat.

Erikseen tilattaviin tehtäviin kuuluu:

- Investointikustannuslaskelmat
- Elinkaarilaskelmat
- Ympäristöluokituksen esiselvitykset
- Erityisvaatimusten edellyttämät lisätehtävät, joita ei ole tarkemmin määritelty.

Ehdotussuunnitelmien ongelmina ovat yleensä arkkitehtien tilavarauksien puutteellisuus, rakenteelliset ratkaisut, matalat kerroskorkeudet tiloissa, joissa on teknisiä tiloja. Vä-lillä suunnittelijoiden välinen yhteistyö ei toimi, jolloin eri alojen suunnittelijat tekevät eh-dotussuunnitelmat siten, kuin ne ovat helpoin tehdä, eivätkä huomioi muiden alojen tek-niikkaa. Tämä koskee myös LVI -suunnittelijoita.

Ehdotussuunnitteluvaihe vaatii yleensä kokemusta vastaavien kohteiden suunnittelusta sekä riittävää pätevyyttä suunnitteluprosessissa, koska siinä selvitetään tekniset vaihtoehdot, joiden avulla suunnittelun tavoitteet ovat toteutettavissa sekä ehdotussuunnitteluvaiheen aikajanallinen väli on lyhyt suunnitteluprosessissa.

Lopputuloksena on ehdotussuunnitelma tai luonnossuunnitelma, joka hyväksytetään tilaajalla. Ehdotussuunnitelmat tulisi toimittaa kaikille suunnitteluorganisaation osapuolille ja ehdotussuunnitelmien teossa tarvitaan toimivaa suunnittelijoiden välistä yhteistyötä, jotta esitys olisi kaikille suunnittelualojen edustajille soveltuva, joka tarkoittaa, että esitys soveltuu myös hankkeelle.

### 2.2.5 Yleissuunnittelu

Yleissuunnittelu vaiheessa kehitetään suunnitelmat toteutuskelpoisiksi ratkaisuksi, joiden perusteella voidaan tehdä varsinainen toteutussuunnittelu. Varmistetaan, että ehdotussuunnitelman mukaiset tavoitteet tulevat toteutumaan.

Yleissuunnitteluvaiheeseen kuuluu:

- Ehdotussuunnitelmien ja lähtötietojen tarkastus, mikäli näissä havaitaan puutteita, toimitetaan ne rakennuttajalle päätöksentekoa varten
- Osallistutaan kokouksiin ja tehdään suunnittelutilanneraportteja
- Muiden suunnittelualojen kanssa tarkistetaan suunnitteluvaiheen tilanne ja tehdään tai tarkistetaan tiedonvaihtoaikataulu
- Liittymät ja alustavat tekniset laskelmat liittyisiin. Esim. kaukolämpöliittymä, vesija viemäri-liittymät, sähkösuunnittelijalle sähkötiedot laitteista
- Täydennetään ehdotussuunnitelma vaiheessa tehdyt laskelmat ja visualisoinnit
- Sovitetaan pääreitit yhteistyössä muiden suunnittelijoiden kanssa
- Reititystarpeet määritellään, tehdään talotekniikan kanssa yhteensovitus
- Tehdään leikkauskuvat pääreiteistä, TATE-yhteiskuvat
- Määritetään keskuslaitteiden palvelualueet, mitoitusperusteet, tilajärjestelmät
- Suoritetaan mitoituslaskelmat, niiltä osin kuin on mahdollista suunnitteluvaiheen perusteella

- Tehdään yleissuunnitelma-asiakirjat, asemapiirustus, järjestelmäkuvaukset, taso- ja sopiirustukset pääreitein, oleelliset leikkaukset, alustavat laiteluettelot, reikäkuvat alustavina
- RAU-järjestelmien periaatekaaviot, perustuen laiteluettelon tietoihin
- Tehdään suunnitelmien ristiin tarkastelut ja yhteensovittaminen. Suunnitteluosapuolet ovat velvollisia tutustumaan muiden suunnitelmiin ja vertailemaan niitä omiin suunnitelmiin
- Suunnittelija tekee oman työn tarkastukset eli tarkistaa suunnitelmansa
- Varmennetaan suunnittelutavoitteiden toteutuminen ja raportoidaan poikkeamista ja ilmoitetaan syyt
- Hankitaan hyväksyntä tilaajalta yleissuunnitelmalle ja todetaan, että yleissuunnitelma on tehty sopimusten mukaisesti

Erikseen tilattaviin tehtäviin kuuluu:

- Energiaselvityksen ja todistuksen laadinta, Maaskolalla MX6 energia-ohjelmisto
- Sisäilmaolosuhdelaskelmat, huonelämpötilojen kuukausikeskiarvot, Maaskolalla Riuska, erikoistapauksissa käytetään IDA-ICE-ohjelmisto
- Virtaussimulointi esim. CFD-laskentaohjelmalla, koskee vain ilmastoinnin kannalta vaativia kohteita, ei Maaskolan käytössä opinnäytetyön tekoaikana
- Investointikustannuslaskelmat
- Elinkaarikustannukset, LCC
- Ympäristövaikutusten laskenta, CO<sup>2</sup> päästöt, hiilijalanjälki

Lopputuloksena ovat yleissuunnitelma ja pääpiirustukset, jotka ovat hyväksytyt tilaajalla ja yleensä tästä vaiheesta jatketaan toteutussuunnitteluun, mikäli ei ole odotettavissa rakennuslupa-asioissa ongelmia.

### 2.2.6 Rakennuslupatehtävät

Tämä vaihe koskee rakennuslupahakemukseen liittyviä asioita, joita LVI-suunnittelu toimittaa arkkitehdille ja pääsuunnittelijalle, jotka liittävät tiedot hakemukseen. LVI-suunnittelijan tulisi toimittaa pääsuunnittelijalle seuraavat tiedot ja liitteet:

- Energiaselvityksen eli energiatehokkuuslaskelmat liitteineen, tehty RakMK D3:n mukaan
- Energiatodistuksen eli energiakulutuslaskelmat, tehty RakMK D5:n mukaan. Todistuksen tekijälle tulee olla tehtävän vaatima pätevyys ja joka on merkitty Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskuksen (ARA) energiatodistusten laatijoiden rekisteriin. Perustason pätevyys riittää normaaleihin rakennuksiin. Ylemmän tason pätevyyttä tarvitaan jäähdytettymiin uudisrakennuksiin.
- Kesäajan huonelämpötilan vaatimuksen mukaisuuden osoittaminen, tehty RakMK D3:n mukaan. Vaatii simulointiohjelman, jolla pystytään tekemään dynaaminen laskenta. IDA-ICE ja Riuska Maaskolan käytössä.
- Julkisivuun vaikuttavat asiat, kuten ulkoseinät, vesikatto ja rakennuksen välittömään läheisyyteen liittyvät asiat, jotka arkkitehti täydentää lupakuviin. Näitä ovat esim. ilmanvaihtosäleiköt, vesikatolle/seinään tulevat puhaltimet ja jäteilman ulospuhallushajottimet, ränniputket, korvausilmaputket ryömintätiloihin, palopositit ja muut vastaavat normaalista julkisivusta poikkeavat laitteet tai tuotteet.

Käytännössä on todettu, että rakennusvalvonta usein puuttuu julkisivuihin liittyviin asioihin sekä vesikatolle asennettavan IV-konehuoneen korkeuteen.

Lopputuloksena saadaan rakennuslupahakemukseen LVI-suunnittelun osalta tarvittavat liitteet, jotka toimitetaan pääsuunnittelijalle, joka toimittaa rakennuslupahakemuksen pääpiirustusten ja liitteiden kera rakennusvalvontaviranomaisille.

### 2.2.7 Toteutussuunnittelu

Toteutussuunnitteluvaiheessa yleissuunnitelmat kehitetään varsinaisiksi urakkalaskentapiirustuksiksi. Mikäli ehdotus- tai yleissuunnitteluvaiheessa ei ole tehty ROA eli rakennusosa-arvioita tai halutaan tarkentaa arvioita, se tehdään tässä vaiheessa, jolloin suunnitelmien toteutus saatetaan jakaa kahteen vaiheeseen, hankintoja ja toteutusta palveleviin suunnitelmiin.

Toteutussuunnitteluvaihe on teknisesti vaativin vaihe LVI-suunnitteluprosessissa, koska suunnitelmat saatetaan siinä lopulliseen muotoonsa ja niiden pitää täyttää kaikki kohteen LVI-tekniset tavoitteet, talotekniset määräykset ja vaatimukset. Toteutussuunnittelun apuna hyödynnetään ehdotus- ja yleissuunnitelmia, joiden sisällöllisestä tasosta riippuu

toteutussuunnitelmien aikajanallinen teko aika, koska toteutussuunnittelijan suunnitelmien tekoon käytetty aika, riippuu saaduista lähtötiedoista. Mitä vähemmän toteutussuunnitteluvaiheessa joudutaan asioita selvittämään, sitä nopeammin saadaan toteutussuunnitelmat valmiiksi.

Toteutussuunnittelu on LVI-suunnittelijan pääasiallinen tehtävä, joka vaatii riittävän osaamistason sekä asianmukaisen insinöörikoulutuksen ja tehtävän vaatimustaso yleensä määritellään pätevyysluokituksella. Toteutussuunnittelu vaatii hyvää suunnitteluhjelmien käyttötaitoa sekä ymmärrystä koko suunnitteluprosessista alusta loppuun, jotta suunnitelmat täyttävät hankkeen tavoitteet, yleiset laatuvaatimukset ja talotekniikkaa koskevat rakentamismääräykset. LVI-suunnittelija tekee toteutussuunnitelmat vastuullisen suunnittelijan tai projektipäällikön neuvojen mukaan, mikäli ei ole itse vastuullinen LVI-suunnittelija. Pääsääntöisesti riittävän pätevä LVI-suunnittelija tekee toteutussuunnitelmat itsenäisesti.

Käytännössä on havaittu, että LVI-suunnittelijan pätevytyminen itsenäiseksi suunnittelijaksi kestää keskimäärin 5–7 vuotta tavanomaisiin kohteisiin ja 7–10 vuotta vaativiin kohteisiin. Erittäin vaativiin kohteisiin vaaditaan yleensä erittäin pätevä LVI-suunnittelija, jonka kokemus on vähintään 10 vuotta ja joka on erikoistunut jo aiemmin vaativiin kohteisiin. Virallinen pätevytyminen riippuu tehdyistä hankkeista, koulutuksesta, omista kyvyistä ja yleensä motivaatiosta suunnittelutyöhön ja siihen liittyviin aihe-alueisiin.

Toteutussuunnittelun tehtävät laajoissa kohteissa jaetaan yleensä useammalle LVI-suunnittelijalle. Tehtävät voidaan jakaa esim. lämpö-, vesi- tai ilmanvaihtosuunnittelu, energialaskelmat, tulosteet ja tekniset asiakirjat. Projektipäälliköt hoitavat kokoukset, projektin ulkoiset ja sisäiset raportoinnit, tuntiseurannan sekä kalenterista riippuen pyrkivät ohjaamaan toteutussuunnittelua.

Projektipäällikön ja LVI-suunnittelijan tehtävät tulisi määritellä LVI-suunnitteluprosessin alkuvaiheissa projektin aloituskokouksessa, jotta molemmat olisivat tietoisia tehtävistään ja vastuualueistaan, samalla määritetään suunnittelu aikataulu.

Toteutussuunnittelun vaiheisiin kuuluu seuraavia asioita:

- Yleissuunnitelman tarkistus ja lähtötietopuutteet kirjataan ja haetaan rakennuttajalta päätös tai tieto puuttuvista lähtötiedoista, raportointi lähtötiedoista.
- Osallistutaan kokouksiin, tehdään suunnittelulanneraportteja ja muistioita kokouksissa käsitellyistä asioista.
- Tarkistetaan projektin yhteinen suunnitelma-aikataulu, resurssien määrittely toteutussuunnitelmien tekoa varten.
- Tarkistetaan, että suunnitelmatavoitteet ovat lähtötietojen mukaiset.
- Osallistutaan suunnitelmakatselmuksiin.
- Määritellään suunnitelmien tarkkuus, suunnittelupaketit.
- Laaditaan alustava asiakirjaluettelo.
- Sovitaan yhteistyössä talotekniset reitit ja niiden yhteensovitus niin, että ratkaisu on toimiva kokonaisuus ja toteutettavissa.
- Pyydetään alustavat alakattosuunnitelmat arkkitehdiltä, mikäli saatavilla, jotta voidaan määrittellä soveltuvat päätelaitteet alakattoihin.
- Pyydetään alustavat kalusteratkaisut arkkitehdiltä tai erikoissuunnittelijalta, mikäli saatavilla, esim. ammattikeittiöt.
- Laaditaan hankintoja varten suunnitelmat, mikäli vaatimus, laajuus urakkamuodon mukaan.
- Työturvallisuusasiakirjan täydentäminen, huomioiden kohteen erityispiirteet.
- Urakkarajaliitteen täydentäminen, jossa määritellään yleiset toteutus- ja vastaanotto-ohjeet sekä urakoitsijoiden väliset työt, jotka vaikuttavat toisiinsa.
- Tehdään alustavat reikävarauspiirustukset, pohjakuvan toimittaa rakennesuunnittelija. Maaskolalla reikämerkinnät pyritään tekemään 3D-reikäobjekteina, joista tehdään rakennuksen IFC-tietomalliin soveltuva IFC-tiedosto, jonka mukaan rakennesuunnittelijan on helppo siirtää varaustiedot rakennesuunnitelmiin.
- Suoritetaan eri suunnittelualojen suunnitelmien vertailut, ristiin tarkastelut ja yhteensovittamiset. Yhteensovituspalaverit ja raportoidaan havaituista ongelmista.
- Verkostojen painehäviö-, tasapainotus- ja äänilaskelmat. Huomioitava toisista tiloista siirtyvät äänet esim. kanavien ja putkien kautta.
- Tehdään toteutusta palvelevat toteutussuunnitelmat.
- Tehdään oman työn tarkastus eli tarkistetaan suunnitelmat, koskee projektipäällikköä ja LVI-suunnittelijaa.

Erikseen tilattaviin tehtäviin kuuluu:

- energiankulutuksen tavoitelaskelmat vuositasolla
- investointilaskelmat
- nykytilannepiirustukset, liittymäalueiden tekniikan kartoitus
- olemassa olevan LVI-tekniikan mallinnus
- purkusuunnitelmat
- urakkatarjouslomakkeet, lomakepohjat, yksikköhintalomakkeet
- määräluettelot, mikäli kohde on tarkkaan tietomallinnettu ja määrät saadaan suoraan suunnitelmista
- ympäristöluokitukseen liittyvät tehtävät
- suunnitelmien yhteensovitus yhdistelmämallin avulla, tarkoittaa yleensä tietomallikoordinaattorin tehtäviä.

Suunnitelmat toimitetaan hyväksyttäväksi tilaajan edustajalle, joka on yleensä LVI-valvoja tai muu alan asiantuntijakonsultti. Lopputuloksena ovat hyväksytyt toteutussuunnitelmat, jotka nimetään yleensä ”*vain urakkalaskentaa varten*”, joka lukee suunnitelmien etusivuilla otsikkotaulukon yläpuolella.

#### 2.2.8 Rakentamisen valmistelu

Rakentamisen valmisteluvaiheeseen sisältyy suunnitelmien hyväksyttämiset viranomaisilla. Hyväksyttämisprosessiin pitää varata riittävästi aikaa. Vastuullinen suunnittelija toimittaa suunnitelmat rakennusvalvontaan. Nykyisin pääkaupunkiseudulla on lupapiste-palvelu, johon suunnitelmat voi toimittaa verkon kautta ja vastuullinen suunnittelija allekirjoittaa sähköisesti suunnitelmat. Suunnitelmat käydään yleensä läpi vastuullisen suunnittelijan ja rakennusvalvojan kanssa alueen rakennusvalvontavirastossa.

Suunnitelmille hankitaan tässä vaiheessa kirjallinen hyväksyntä tilaajalta, josta tehdään muistio. Lopputuloksena ovat sopimussuunnitelmat eli suunnitelmat vastaavat tilaajan hankkeelle asettamia tavoitteita ja tehdään rakentamispäätös.



### 2.2.9 Rakennusaikaiset tehtävät

Rakennusaikaiset tehtävät ovat täydentäviä tehtäviä, joilla varmistetaan, että toteutus vastaa suunnitelmia eli urakoitsijat toteuttavat hankkeen suunnitelmien, rakennusmääräysten ja yleisten laatuvaatimusten mukaisesti. Näihin tehtäviin kuuluvat seuraavat:

- Työmaakokoukset ja työmaakierrokset, tarkistetaan asennusten tilanne, varmistetaan, että työmaalla ovat viimeisimmät suunnitelmaversiot.
- Osallistutaan urakkasuoritusten vastaanottotarkastuksiin.
- Laittehyväksynnät, mikäli urakoitsija esittää muita laitteita, kuin mitä on suunnitelmissa esitetty. Varmistetaan, että laitteiden spesifikaatiot täyttävät vähintään suunnitelmissa esitetyt spesifikaatiot. Laittehyväksyntä menettelyssä voidaan joutua tekemään laskelmia ja simulointeja.
- Tarkistetaan, että urakoitsijoiden laitteet ja materiaalit täyttävät rakennustuotteille asetetut vaatimukset. Todetaan tuotteiden vaatimuksenmukaisuus.
- Päivitetään energialaskelmat rakennusaikaisilla tiedoilla.
- Toimitetaan huoltokirjaa varten suunnitelmatiedot, RakMK A4 mukaisesti.

Erikseen tilattaviin tehtäviin kuuluvat:

- urakoitsijapalaverit
- hankintapalaverit ja urakkaneuvottelut
- vastaanoton aikana tehty urakkasuoritusten yleinen laadunvalvonta
- osallistutaan urakkatarjousten käsittelyyn ja vertailuun
- urakkasuoritusten tekniset tarkastukset
- toimintakokeisiin osallistuminen
- kiinteistön ylläpitoon liittyvät asiat
- paikantamispiirustukset
- yhdistelmämallin päivittäminen lopullisilla tiedoilla
- suunnitelmien päivitys urakoitsijan esittämällä laitteilla, jotka poikkeavat suunnitelmista.

Lopputuloksena ovat vastaanottopäätös ja urakan vastaanotto sekä suunnittelutavoitteiden täyttyminen LVI-tekniikan osalta.

### 2.2.10 Käyttöönotto

Käyttöönoton tehtävät ovat täydentäviä tehtäviä, joissa varmistetaan, että urakoitsija on toteuttanut hankkeen ”oikein” ja on suorittanut kaikki velvoitteet, jotka urakoitsija on sopimuksissa velvoitettu tekemään. Tehtäviin kuuluvat urakoitsijan tekemien luovutuspiirustusten (punakynäpiirustukset) tarkastaminen. Välillä luovutuspiirustuksia joudutaan vaatimaan urakoitsijalta.

Erikseen tilattaviin tehtäviin kuuluvat:

- jälkitarkastukset ja niihin liittyvät kokoukset
- luovutuspiirustusten laadinta, urakoitsijan tarkekuvien perusteella
- käytön ja huollon opastus
- suunnitelmien luovuttaminen arkistoitavaksi rakennuttajalle
- valmiin rakennuksen tavoitteenmukaisuuden esittäminen.

Lopputuloksena on luovutettu rakennus, joka ei tarkoita suunnittelun osalta, että suunnitteluprosessi kokonaisuudessaan olisi päättynyt. Huomioitava resursoinneissa koskien uusia projekteja.

### 2.2.11 Takuuajan tehtävät

Takuuajan tehtävät ovat täydentäviä tehtäviä, joilla varmistetaan, että järjestelmät toimivat oikein ja hanke on toteutettu suunnitelmien mukaisesti, jos se ei ole selvinnyt jo aiemmassa vaiheessa. Tehtäviin kuuluvat:

- tarkastuskäynti, jossa todetaan ja raportoidaan takuuajakaisten huoltojen ja tarkastusten tilanne: järjestelmien toiminta, käyttäjän havaitsemat virheet ja puutteet takuuajana
- osallistuminen takuutarkastuskokouksiin, jotka ovat juridisia.

Erikseen tilattaviin tehtäviin kuuluvat:

- järjestelmien toiminnallisuuden arviointi, etäseuranta
- rakennuksen tavoitteenmukaisuus
- tarkennetut energialaskelmat.

Lopputuloksena saadaan juridiset takuutarkastuspöytäkirjat.

### 2.2.12 Yhteenveto LVI-suunnitteluprosessista

LVI-suunnitteluprosessia voisi kuvailla melko laajaksi kokonaisuudeksi. LVI-suunnittelijan tulisi hallita tai ainakin ymmärtää edellä mainitut asiat.

## **3 LVI-tuotteita koskevat määräykset, vaatimukset ja ohjeet**

LVI-tuotteita koskevia määräyksiä ja ohjeita on esitetty useissa eri lähteissä sekä tuotteiden tulee täyttää vaatimuksenmukaisuus, joka määrittelee tuotteiden soveltuvuuden käyttötapaan ja hankkeeseen liittyen. Tuotteiden oikeasta mitoituksesta vastaa LVI-suunnittelija.

Toimittajien tuotteille ja laitteille antamien suoritusarvojen oikeellisuus vastaa yleensä laboratoriossa tehtyjä testauksia eli ne ovat optimaalisia. Toimittajien antama mitoitusohjeistus suunnittelijalle voi johtaa alimitoitettuihin laitteisiin, mikä on suunnitteluvirhe. Sama koskee myös toimittajien suosituksia laitevalinnoissa, jolloin suunnittelija saattaa ylimitoittaa laitteet, mikä on myös suunnitteluvirhe. Yleensä toimittajat kuitenkin pyrkivät ohjeistamaan suunnittelijaa valitsemaan kohteeseen riittävän oikeat laitteet.

LVI-suunnittelijan tulisi pystyä määrittelemään hankkeen mukaisesti laitteille spesifikaatiot, attribuutit ja arvot, joiden mukaan laitteen tulee toimia sekä hankkeeseen toimitettu laite pystyy täyttämään kyseiset määrittelyt, vaikka se olisikin eri kuin suunnitelmissa on esitetty. Varmistus tehdään laitehyväksyntä vaiheessa.

Huomioitavaa on, että laitteiden tulee olla energia- ja kustannustehokkaita ja perustua hankkeen laadulliseen tasoon ja tilaajan vaatimuksiin siten, että ne täyttävät viranomais-ten määräykset ja yleiset laatuvaatimukset.

### 3.1 CE-merkintä

CE-merkinnällä tuotteen valmistaja vakuuttaa, että tuote täyttää direktiivien ja standardien vaatimukset. CE-merkintä liittyy eurooppalaiseen rakennustuotedirektiiviin ja on pakollinen, mikäli tuotteelle on määritelty harmonisoitu tuotestandardi. CE-lyhenne tulee ranskankielisestä nimestä Conformité Européenne. [6.] Harmonisoituja tuotestandardeja (hEN) voi etsiä SFS-standardien hakusivuilta.

CE-merkintään liittyvää tietoa löytyy Ympäristöministeriön ja TUKES:in -sivuilta.

LVI-suunnittelijan tulee varmistaa tuotevalinnoissa, kuuluuko tuote harmonisoitujen tuotestandardien piiriin, jolloin vaaditaan CE-merkintä. Mikäli tuote ei kuulu niihin, tuotteelta vaaditaan vaatimuksenmukaisuustodistus tai tyyppihyväksyntä.

LVI-suunnittelijan ei välttämättä kannata hankkia jokaista tuotekohtaista standardia vaan varmistaa, että tuote täyttää vaatimuksenmukaisuuden, tuotteelta löytyy tarvittavat todistukset tämän todentamiseksi sekä tuotteen tekniset ominaisuudet täyttävät suunnitelmissa esitetyt vaatimukset. Rakennushankkeeseen ryhtyvän kuuluu osaltaan varmistaa, että rakennustuotteet täyttävät niille asetetut vaatimukset ja määräykset. Ei ole kuitenkaan väärin, jos LVI-suunnittelija päättää perehtyä kaikkiin talotekniikkaa koskeviin standardeihin, jolloin hänestä voi tulla todellinen asiantuntija tai paremminkin asiantietäjä.

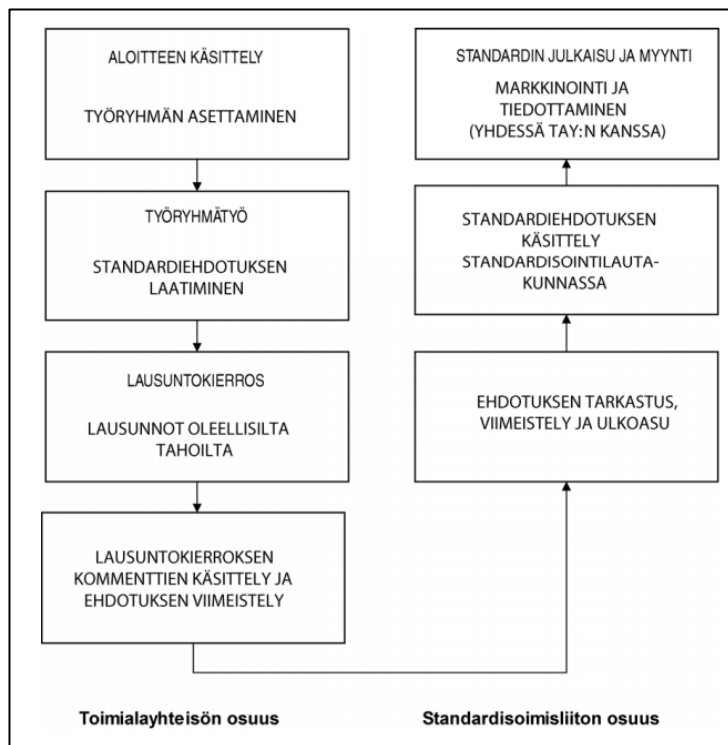
*CE-merkintä ja kiinnittäminen ovat aina rakennustuotteen valmistajan vastuulla!*

### 3.2 SFS-standardit

Suomen Standardisoimisliitto SFS ry jakaa ja teettää SFS-standardeja, jotka ovat maksullisia ja tekijänoikeussuojattuja eli kopioiminen ja julkaiseminen vain SFS:n luvalla. Standardit ovat englanninkielisiä ja osa on käännetty suomeksi. Tässä osuudessa käsitellään SFS-EN 15650-standardin sisältöä [7]. Harmonisoitu tuotestandardi muodostuu oheisesti osista:

- kansilehti, standardien käyttöön liittyvä ohjeistus
- sisällysluettelo
- esipuhe, sisältäen huomautukset standardiin liittyen
- johdanto, mitä standardi käsittää ja toimii tiivistelmänä
- soveltamisala, mihin soveltuu ja rajaukset
- viittaukset, velvoittavat viittaukset muihin standardeihin
- termit ja määritelmät, palo-osastot, tyypit, asennus, laitteet ja ilmaisimet
- vaatimukset, mitä standardin esittämän tuotteen tulee olla
- opastavat tiedot ja kirjallisuus, testaukset, vaatimuksenmukaisuus, merkinnät, dokumentoinnit, liitteet ja lisäviittaukset [8].

Kuvassa 5 on esitetty lyhyesti SFS-standardien laadintaprosessi. SFS-standardien sisältö on pääosiltaan tuotevalmistajille tarkoitettua.



Kuva 5. SFS-standardin laadinnan vaiheet. [9]

#### SFS-EN 15650, Rakennusten ilmanvaihto, palonrajoittimet

Asiakirjan on laatinut CENin tekninen komitea CEN/TC 156. Standardi on astunut voimaan 2011 lopussa. Tähän standardiin liittyy SFS-EN 1366-2, tulisijatestaukset; SFS-EN 13501-3, palonkestävyys luokitus; SFS-EN 1751, virtaustekninen toiminnallisuus; Suositellaan luettavaksi myös SFS-EN 1363-1, palonkestävyyden yksityiskohtien testaus. Jotta asiakirjaa voidaan soveltaa, ovat seuraavat viiteasiakirjat välttämättömiä edellä mainittujen lisäksi, lyhyesti esitettynä EN 60068-2-52, EN 60529, EN ISO 5135, EN ISO 13943, ISO 10294-4.

Johtopäätöksenä voidaan todeta edellä esitetyn johdosta, että LVI-selostuksen tai -laite-luettelon ei tulisi sisältää viittauksia SFS-standardien nimiin vaan tuotetoimittajat joutuvat vastaamaan kyseisten standardien käytöstä tuotteiden valmistusprosessissa, testauksissa ja laadunvarmistuksessa. Tämä todennetaan tuotteen CE-merkinnällä tai muulla hyväksytyllä tuotehyväksyntämenettelyllä. Standardissa on selvitetty palonrajoittimien vaatimuksia laatuun, palonkestävyyteen, testausmenetelmiin sekä ohjaustapoihin liittyen.

Standardien sisältöä ei tekijänoikeusmäärittelyjen takia saa julkaista opinnäytetöissäkään yksityiskohtaisesti. Ohessa on esitetty standardiin liittyviä asioita, jotka ovat yleisesti saatavilla myös muissa oppikirjoissa tai teknisissä oppaissa sekä asiat liittyvät LVI-laiteluettelon ja LVI-selostuksen tulevaan sisältöön GD-ohjelmistossa.

- Palonrajoitin eli palopelti, palo-osastoinnin ylläpitämiseksi ja poistumisteiden suojaamiseksi tarkoitettu laite
- Jaoteltu eristettyihin, savuvuotoluokiteltuihin, säletyyppeihin, läppämallisiin, venttiilimallisiin ja paisuviin
- Ohjauksien määrittelyt, toimilaitteisto, laukaisulaite, asento, lämpölaukaisin, lämpöilmaisin. On vain yksi turva-asento, täysin suljettu ja sen pitää pysyä suljettuna
- Sulkeutuu lämpötilasta tai ulkopuolisesta ohjauksesta 2 minuutin sisällä
- Läpän todellinen asento tulee olla nähtävillä tai annettava tieto
- Korroosionkesto tilan mukaisesti
- Toimilaitteiden tulee olla riittävän vahvoja standardin mukaisesti
- Jokaiselle palopellille tulee olla ilmoitettuna tiiviys- ja eristysluokka
- Tuotteen tulee olla jäljitettävissä eli jokainen palopelti on yksilöllinen
- Tuotteen tulee toimia ääriolosuhteissa

Palorajoittimista tulee löytyä seuraavat merkinnät ja tiedot:

- nimi tai yksilöivä merkki
- tyyppi
- tämän standardin numero ja julkaisuvuosi
- luokitukset standardien mukaisesti
- tehovaatimukset
- toimilaitteen malli
- teksti ”tämä palonrajoitin tulee asentaa valmistajan ohjeiden mukaisesti”
- asianmukaiset asennusohjeet ja huolto-ohjeet
- valmistuspäivämäärä
- CE-merkintä
- EY-vaatimustenmukaisuustodistus.

Palonrajoittimia koskevat ylläesitettyt vaatimukset ja tiedot voidaan liittää oleellisilta osiltaan joko LVI-selostukseen tai -laiteluettelon tyyppikohtaisiin vaatimuksiin, ei koske standardien nimiä. Täten urakoitsijalla on tieto siitä, mitä palopeltien yhteydessä pitää valmistajan toimittaa sekä voidaan varmistaa, että suunnitelmissa esitetyt spesifikaatiot sisältävät riittävät tiedot. Tosin tämäkään ei ole tarpeellista, vaan CE-merkintävaatimus on riittävä. Nämä tiedot kuitenkin avustavat myös LVI-suunnittelijaa, mikäli ei tiedä tai muista kaikkia palonrajoittimia koskevia vaatimuksia. Vastaavasti voidaan menetellä muidenkin standardien osalta.

Mikäli halutaan standardeja käyttää selostuksissa, olisi syytä viitata lähinnä päälaitteen päästandardiin, joka sisältää yleensä viittaukset muihin laitetta koskeviin standardeihin. Viitaten edellä esitettyyn johtopäätökseen, se ei ole suositeltavaa.

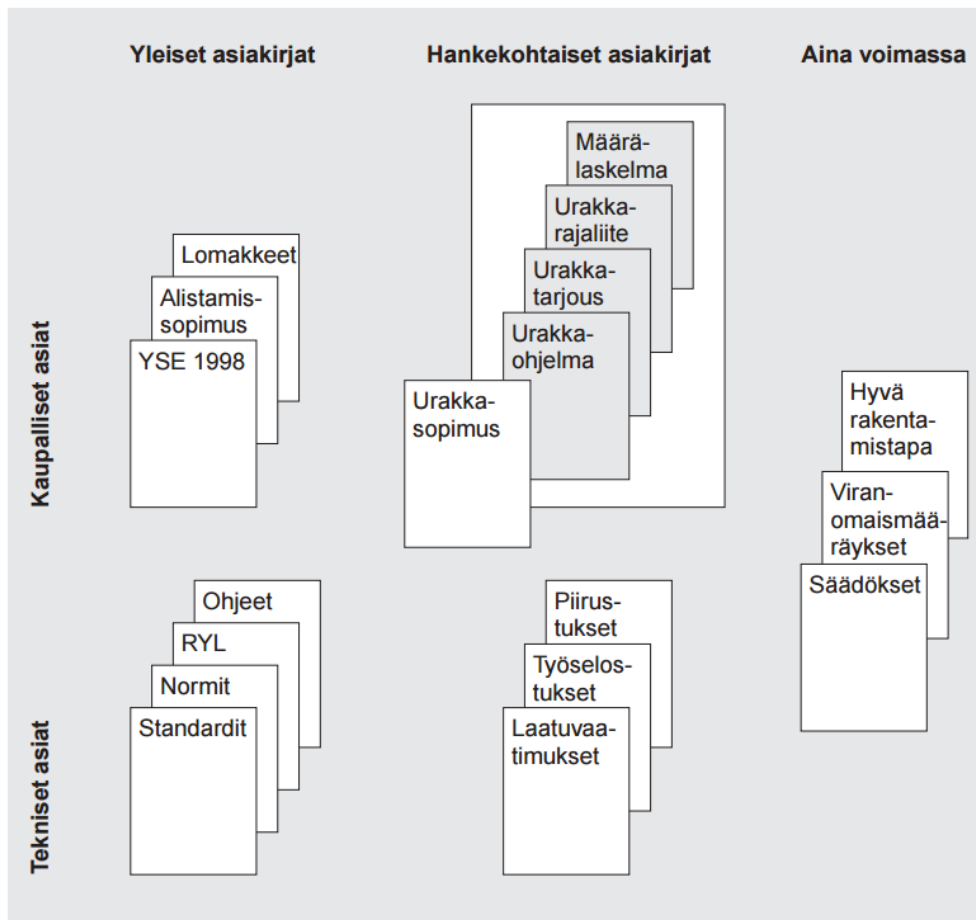
### 3.3 Talotekniikka RYL 2002, LVI 01-10355, yleiset vaatimukset

Talotekniikka RYL 2002 teos on tarkoitettu hyvän taloteknisen rakennustavan määrittämiseksi eli kuvaamaan yleiset laatuvaatimukset koko talotekniikan rakentamisprosesseille. Teos on kaksi osainen ja erittäin kattava taloteknisten tuotenimikkeiden, ohjeiden ja vaatimusten kuvauksessa, sisältäen kattavasti viittauksia muihin tuotteita koskeviin määräyksiin, ohjeisiin ja standardeihin. Teoksen tiedollinen hallitseminen kokonaisuudessaan on haastavaa. ensimmäinen osa käsittää pääasiassa LVIA-alan ja toinen osa AS-alan.

#### 3.3.1 LVI-selostusohje LVI 03-10360 (2003), ohjeet laadintaan

Ohjeessa on selvitetty, miten RYL 2002-pohjainen LVI-selostus tulisi laatia. Ohje on tarkoitettu hankekohtaisen LVI-selostuksen laadintaan. Huomioitavaa, että LVI-selostus on tekninen asiakirja, joka on pätevyysjärjestyksessä piirustusten edellä, ellei sopimusasiakirjoissa ole muuta esitetty. Kuvassa 6 on otos ohjeesta, jossa on esitetty rakennushankkeeseen yleensä liittyvät asiakirjat ja niiden keskinäiset suhteet sekä kuvattu, mihin ryhmään kukin asiakirja kuuluu.





Kuva 6. Rakennushankkeen asiakirjat ohjeen mukaisesti.

Ohjeessa on esitetty, että RYL 2002 ei ole säädös, mutta se saadaan voimaan viittaamalla LVI-selostuksessa sen yksilöityihin kohtiin. LVI-selostuksen tulee olla muodoltaan sellainen, että se on yhteensopiva muiden LVI-asiakirjojen kanssa. LVI-järjestelmät on kuvattu riittävän kattavasti. Sitä on mahdollista käyttää määrä- ja kustannuslaskennassa, LVI-asennustyön ohjeena ja rakennuttajan valvonta-asiakirjana. LVI-selostuksen tulee olla ohjeen mukaan jäsennelty.

Opinnäytetyössä on esitetty, että ei yksilöitäisi kohtia vaan viitataan yleisesti RYL 2002 -teokseen, koska silloin voidaan LVI-selostus tehdä selkeämmäksi, vain erityisvaatimuksia koskeviksi, kuvataan hankkeen yleiset asiat sekä vaaditaan työmaalle RYL 2002 hankittavaksi. Yksilöinti voidaan tehdä kuitenkin käyttäen RYL 2002-pääotsikkoja. Määrä- ja kustannuslaskelmia ei esitetäisi LVI-selostuksessa ja LVI-selostus jäsennellään tarpeenmukaisesti hankkeelle sopivalla tavalla selkeäksi kokonaisuudeksi, jossa on riittävästi selostettu asiat. Riittävyys joudutaan arvioimaan hankekohtaisesti.

### 3.3.2 Pääotsikot LVIA-alaan liittyen

Teos pohjautuu pääosin TALO 90-nimikkeistöön, joka on melko vakiintunut nimikkeistö talotekniikan alalla. Joidenkin rakennuttajien nimikkeistö saattaa poiketa teoksen nimikkeistöstä. Ohessa on esitetty LVIA-suunnittelua koskevista pääotsikkotasosta RYL 2002:n mukaan, jossa on kuvattu yleiset vaatimukset, koskien kyseisiin järjestelmiin liittyviä keskus-, siirto- ja pääteosia:

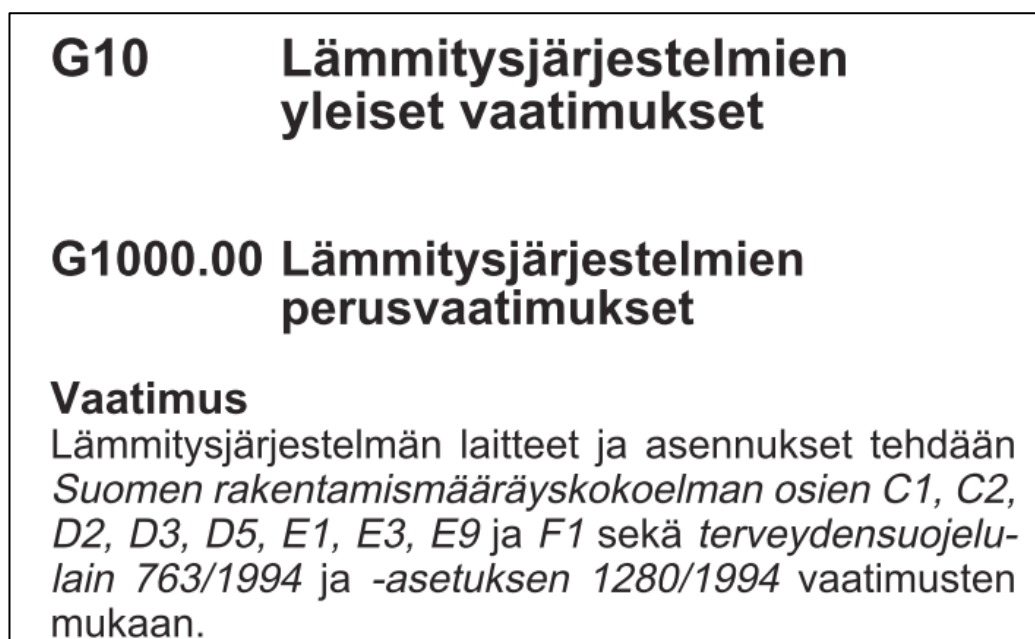
- G0, osa 1 tai 2, LVI-järjestelmien yhteiset vaatimukset, jossa on kuvattu yleiset vaatimukset, koskien hankintoja ja töitä, tilatarpeita, olevia järjestelmiä, tuotteita, asennustyötä, laadunvarmistusta ja käyttöönottoa
- G1, osa 1 Lämmitysjärjestelmät, lämmöntuotanto
- G2, osa 1, Vesi ja viemärijärjestelmät
- G3, osa 1, Ilmastointijärjestelmät
- G4, osa 1, Kylmätekniset järjestelmät, kuten jäähdytyslaitteet, kylmälaitokset ja kompressilaitteistot
- G5, osa 1, Kaasu- ja paineilmajärjestelmät
- G6, osa 1, Höyryjärjestelmät
- G7, osa 1, Palontorjuntajärjestelmät, kuten sammuttimet, sprinklerit, palopostit
- G8, osa 1, Muut LVI-järjestelmät, kuten varavoimakoneet ja uima-allaslaitteistot
- G9, osa 1, Eristys, tekniset eristeet
- J7, osa 1 tai 2, Automaatiojärjestelmät, rakennusautomaatio
- F7, osa 2, Rakennusvarusteet, keittiön varusteet ja -suunnitteluprosessin kuvaus
- H6, osa 2, Sähkölämmitysjärjestelmät ja -laitteet, kuten sulanapito, saattolämmitys ja vesivaraajalämmitys
- J1, osa 2, Puhelinjärjestelmät, kohta J100.02.25, tilan ilmastointi- ja jäähdytystyöt
- J6, osa 2, Integroidut järjestelmät, koskee lähinnä rakennusautomaatiota, väyläohjaus- ja valvontajärjestelmät. [10]

Teos on kuitenkin vanhentunut monelta osin, koska talotekniikka kehittyi nopeasti ja RYL 2002-teokseen ei ole tehty päivityksiä ilmestymisen jälkeen. Viittaukset standardeihin, RT-kortteihin ja ohjejulkaisuihin ovat osittain vanhentuneet, joten kyseisiä viittauksia ei tulisi enää käyttää (Ks. kohta 1.4, s. 5). Viittauksia käytettäessä tulisi tarkistaa kyseiset viittaukset ja käyttää päivitettyjä viittauksia selostuksissa ja laiteluetteloissa, mikäli nähdään tarpeelliseksi viittauksia yleensä käyttää.

Vaatimuksien ja ohjeiden osalta, teos on vieläkin täysin käytettävissä LVI-selostuksien tekoon ja on suositeltavaa hyödyntää RYL 2002 sisältöä selostuksien tekemiseen, mikäli kyseessä on tavanomainen kohde, jossa halutaan selostuksessa määrittää kohteen vaatimukset myös niille, jotka eivät ole tietoisia RYL 2002 yleisistä vaatimuksista. Muussa tapauksessa voi selostukseen liittää vaatimuksen, että työmaalla tulee olla käytettävissä RYL 2002.

### 3.3.3 LVI-tuotteen yleiset vaatimukset ja ohjeet RYL 2002 mukaan

Kuvissa 7–13 on esitetty leikkauskuvin ja tekstein, lämmitysverkoston siirto-osiin kuuluvan linjasäätöventtiilin yleiset vaatimukset ja ohjeet RYL 2002:n mukaan, joista koostuu tuotteen RYL 2002 -pohjainen määrittely kokonaisuudessaan. Kuvat ovat kopioitu RYL 2002 -teoksesta järjestyksessä päätasosta laitetyyppitasoon.



Kuva 7. Viittaukset muissa asiakirjoissa esitettyihin määräyksiin ja vaatimuksiin.

## **G1000.06.23 Lämmitysverkoston merkintä**

### **G1000.06.23.00 Merkintöjen yleiset vaatimukset**

#### **Vaatus**

Putkistot ja laitteet merkitään yhdenmukaisella, yleisesti tunnetulla merkintätavalla niin, että niistä selviää putkiston ja laitteiden käyttötarkoitus sekä tarvittavat tekniset tiedot. Merkinnät asennetaan helposti luettaviksi. Ks. myös kohta *G06.23 LVI-järjestelmien ja -tuotteiden merkinnät*.

Kuva 8. Laitteiden merkintöjen yleiset vaatimukset, koskien kaikkia lämmityslaitteita.

## **G1000.06.00.14 Äänitekniset perusvaatimukset**

#### **Vaatus**

Lämmityslaitteet suunnitellaan ja asennetaan niin, etteivät ne aiheuta eivätkä johda häiritsevää ääntä eivätkä ylitä eri tilojen suurimpia sallittuja äänitasoja.

#### **Ohje**

Asiakirjoissa määrätään

- käytettävät laitteet, varusteet ja putkimateriaalit, asennustavat
- käytettävät äänenvaimennustavat, tärinäeristimet ja materiaalit.

#### **Ohje**

Lämmityslaitteiston äänitekniikka otetaan huomioon jo suunnitteluvaiheessa sekä laitevalinnoissa. Putkiston mitoitus ja sijoittaminen ovat tärkeimmät lämmityslaitteiston aiheuttamaan äänitasoon vaikuttavat asiat. Mitoituksessa pyritään mahdollisimman alhaiseen painetasoon.

Kuva 9. Äänitekniset perusvaatimukset, koskien kaikkia lämmityslaitteita.

## **G1000.08.23 Säädot ja mittaukset**

### **G1000.08.23.10 Säättöjen ja mittausten perusvaatimukset**

#### **Vaatus**

Lämmityslaitteiden suunnitelman mukaiset toiminnot säädetään ja mitataan. Osatarkastusten edellyttämiä mittauksia varten hankitaan mittalaitteet ja koekuormat asiakirjojen edellyttämässä laajuudessa.

Mittaustuloksista tehdään pöytäkirja, ja ne merkitään laitetietoihin

Kuva 10. Säädot ja mittaukset koskien kaikkia lämmityslaitteita.

## **G1000.08.26 Tarkistusmittaukset**

#### **Vaatus**

Lämmityslaitteille suoritetaan tarkistusmittauksia asiakirjoissa esitetystä laajuudesta.

Mittaukset suorittaa rakennuttajan edustaja omilla tai urakoitsijan mittalaitteilla tai urakoitsija rakennuttajan edustajan läsnä ollessa.

Urakoitsija varaa mittalaitteet rakennuttajan käyttöön tarkistusmittausten suorittamiseksi.

#### **Ohje**

Asiakirjoissa määrätään tarkistusmittauksista

- mittausten suorittajat
- mitattavat kohteet
- mittausmenetelmät ja mittausten laajuus (esimerkiksi pisto-koeluonteinen)
- tarkkuusvaatimukset
- hyväksynnän ehdot.

Kuva 11. Linjasäätoventtiilien osalta tarkistetaan vesivirrat ja paine-ero laitteen yli.

**G1000.08.40 Käyttöönotto**

**Vaatus**  
Lämmityslaitteiston tulee käyttöönotettaessa olla niin valmis, että se toimii tarkoitetulla tavalla ja sen käyttö ei aiheuta haittaa tai vaaraa. Lisäksi noudatetaan *kohdan G08.40 Käyttöönotto* vaatimuksia.

**Ohje**  
Asiakirjoissa määrätään käyttöönottomennettely mukaan lukien vaiheittainen käyttöönotto.

**Ohje**  
Otettaessa käyttöön lämmityslaitteistoa tulee ainakin  
– viranomaisen käyttöönottotarkastuksen olla suoritettu  
– säätö- ja varolaitteiden toimia moitteettomasti.

Kuva 12. Käyttöönotto, koskien kaikkia lämmityslaitteita.

**G1230 Venttiilit**

**G1230.00 Perusvaatimukset**

**Vaatus**  
Venttiileinä käytetään kyseiselle järjestelmälle ja siinä virtaavalle väliaineelle soveltuvia venttiileitä.  
Venttiilit asennetaan kierre-, yhdistin- ja laippaliitoksin. Hitsattavat venttiilit asennetaan hitsausliitoksin. Venttiilien asennuksessa noudatetaan laitevalmistajan ohjeita.

Kuva 13. Venttiileiden materiaali- ja kytkentätapa vaatimukset lyhyesti.

Kuvissa 7–13 esitettiin lämmitysjärjestelmää ja -verkostoa koskevat yleiset vaatimukset, venttiileitä yleensä koskevat perusvaatimukset ja käyttöönottoon liittyvät vaatimukset. Kuvassa 7 on esitetty lukuisia rakentamismääräyksiin viittaavia kohteita, joiden hallitseminen koskee pääsääntöisesti LVI-suunnittelijaa, eikä voida olettaa, että asentajan tai edes työnjohtajan tulisi niitä hallita kokonaisuudessaan.

Kuvassa 14 on esitetty linjasäätöventtiilin varsinainen perusvaatus, joka GD-ohjelmassa vastaa laitetyyppikohtaista vaatimusta sisältäen myös asennusvaatimuksia. Ohjeessa on mainittu, mitä attribuutteja tuotteella tulee olla.

Huomioitavaa, että linjasäätöventtiilin viittaus sulkuventtiileihin (kuva 15), ei mene hierarkkisessa järjestyksessä vaan ensin on mainittu sulkuventtiilin vaatimukset ja sitten linjasäätöventtiilin vaatimuksessa viittaus sulkuventtiiliin. Täten RYL 2002-teoksen hahmottaminen vaatii kokonaisuuden hallinnan ja perehtymisen teoksen tapaan esittää vaatimukset ja viittaukset.

## **G1232 Linjasäätöventtiilit**

### **Vaatus**

#### **Perusvaatimukset**

Linjasäätöventtiilissä on oltava säätöosa ja sululliset mittayhteet, joista virtaama voidaan mitata ja säätää. Mittausyhteet asennetaan eristeen ulkopuolelle, ellei eriste ole helposti irrotettavissa.

Linjasäätöventtiilinä voidaan käyttää myös yhdistettyä paine-erosäädintä ja virtauksen enimmäisrajoitinta, joka pitää virtaaman tai paine-eron vakiona olosuhteiden muutoksista huolimatta.

#### **Linjasäätöventtiilin rakenne**

Linjasäätöventtiilien rakennevaatimukset ovat samat kuin sulkuventtiilien, ks. *kohta G1231 Sulkuventtiilit*.

#### **Linjasäätöventtiilien asennus**

Linjasäätöventtiilit asennetaan veden virtaussuunta-merkinnän mukaisesti ja siten, että virtaama voidaan säätää, säätöarvo lukea ja paine-ero mitata. Mittausyhteet eivät saa tukkeutua. Lisäksi linjasäätöventtiilien asennuksessa noudatetaan sulkuventtiilien asennusohjeita, ks. *kohta G1231 Sulkuventtiilit*.

#### **Ohje**

Asiakirjoissa määrätään linjasäätöventtiiliin

- tyyppi, materiaali ja liitostapa
- koko, DN-mitta
- rakennepaine
- virtaama ja esisäätöarvo.

#### **Ohje**

Lämmitysverkoston alustava perussäätö eli vesivirtojen säätö tehdään linjasäätöventtiileillä ja esisäädettävillä patteriventtiileillä valmistajien laatimien säätökäyrien mukaan.

Kuva 14. Linjasäätöventtiilin vaatimukset ja ohjeet.

## **G1231 Sulkuventtiilit**

### **Vaatus**

#### **Perusvaatimukset**

Sulkuventtiileinä käytetään tiiviitä ja virtaavan väliaineen vaikutusta kestäviä pallo-, läppä-, istukka- tai luistiventtiileitä.

Pallo- ja läppäventtiilien, joiden koko on enintään DN 150, toimilaitteena on käsivipu. Käsivipu on auki-asennossa putken suuntainen ja kiinni-asennossa 90°:n kulmassa putken kanssa. Käsivivut tulee voida poistaa venttiilin käyttöä häiritsemättä. Venttiilit varustetaan asennonosoittimilla, ääriasentojen rajoittimilla ja suuret venttiilit (DN 200) lisäksi nostokorvakkeilla.

Venttiilien, joiden koko on DN 200, toimilaitteena on kierukkavaihe. Sen tulee olla vaihdettavissa putkistoa tyhjentämättä.

#### **Sulkuventtiilin rakenne**

Lämmitysverkoston sulkuventtiilien rakenne valitaan järjestelmän käyttöpaineen ja käyttölämpötilan perusteella. Venttiilien sulkupintojen ja karojen tiivistämateriaali valitaan tarkoitukseen sopivaksi.

#### **Sulkuventtiilin asennus**

Sulkuventtiilit kiinnitetään putkistoon kierre-, yhdistin-, laippa- tai hitsausliitoksiin. Sulkuventtiilit asennetaan siten, että ne ovat helposti käytettävissä, huollettavissa ja vaihdettavissa. Ellei venttiilejä asenneta näkyviin, niiden paikat ilmoitetaan selvällä merkinnällä. Hitsattavien venttiilien asennuspituus valitaan sellaiseksi, etteivät hitsauslämpö ja -jännitykset vahingoita venttiilin tiiviyttä tai rakennetta.

Venttiili ja putkisto kannakoidaan niin, ettei venttiilin käyttö aiheuta putkistoon taipumaa, murtumaa tai muuta vauriota.

DN 10...DN 200 -kokoisina sulkuventtiileinä käytetään palloventtiilejä ja DN 200 -kokoisina myös läppäventtiilejä.

Kuva 15. Viittaus sulkuventtiilien vaatimukseen linjasäätöventtiilien osalta.



Edellä esitetyn johdosta on todettavissa pelkästään linjasäätöventtiilin osalta, että RYL 2002 -pohjainen LVI-selostus ei ole kovin käytännöllinen pohja selostuksen teossa, mikäli kaikki edellä olevat kuvatestit kopioidaan selostukseen ja kohteen erityisvaatimukset lisätään selostukseen. Toisaalta pitäisi nämä asiat pystyä esittämään riittävällä tarkkuudella laitetoimittajille ja urakoitsijoille, huomioiden, että kyseiset asiat velvoittavat urakoitsijoita, vaikka kyseisiä asioita ei olisi LVI-selostuksessa esitetty.

Huomioitavaa on, että esitys koskee yhtä LVI-tuotetta. Kun käsitellään laitteistoa, kuten lämmönjakokeskusta, joka sisältää useita laitteita ja tuotteita, joille ovat omat vaatimuksensa, menisi kaikkien määrittelyjen esittämiseen useita sivuja selostuksessa. Kyseiset vaatimukset eivät mene hierarkkisessa järjestyksessä vaan vaatimukset joudutaan kopiaimaan eri otsikkotasojen alta, jotta saadaan muodostettua laitetta pääasiassa koskevat vaatimukset.

Tästä johtuen selostukset tulisi tehdä hankekohtaisiksi, sisältäen vain riittävät spesifikaatiot ja ohjeet hankkeen vaatimusten mukaisesti. Suurin ongelma on selostuksen tekemiseen käytetyn ajan pidentyminen, joka vaikuttaa aikatauluihin, tosin selostuksen teko aika voi myös vähentyä, koska siinä on esitetty lyhyesti erityisvaatimukset ja hankkeen perustiedot. Selostusta on hyvä täydentää samalla, kun tehdään LVI-suunnittelua, jolloin erityisvaatimuksia sisältävät kohdat kirjataan LVI-selostukseen suunnittelutyön ohella. Tämä vaatii LVI-suunnittelijalta hyvää ammattitaitoa laitevaatimuksien hallinnassa erityisvaatimuksineen.

Mikäli laitteen asennuksessa on erityisvaatimuksia, vain kyseinen erityisvaatimus lisätään laitetyyppikohtaisiin vaatimuksiin. Esimerkiksi DN 200-venttiilien kohdalla, voidaan kirjata erikoisvaatimus G1231 sulkuventtiilivaatimusten mukaan, (ks. kuva 15). Tosin urakoitsijan tilatessa DN 200-venttiiliä, ei laitetoimittaja toimita venttiiliä väärin, koska vaatimus koskee yleisesti säätö- ja sulkuventtiilien yleisiä laatuvaatimuksia, joista vastaa laitetoimittaja.

LVI-valvoja tai rakennusvalvontaviranomaiset puuttuvat puutteisiin, mikäli kohde on sellainen, johon kyseiset asiantuntijat osallistuvat. Mikäli asennettu laite ei ole vaatimusten ja määräysten mukaisia eikä oikein asennettu, niin viimeistään takuutarkastuksissa asia yleensä huomataan ja vaaditaan korjattavaksi, korjaustyön kustannukset voivat osoittautua yllättävän korkeiksi, kun huomioidaan purkutyöt, uudelleen asennukset, virheellisen

asennuksen aiheuttamat mahdolliset vahingot, aikatauluviiveet ja uudelleen asennusten ja tarkastusten aiheuttamat kustannukset.

Yleisesti voidaan todeta, että oheisten vaatimuksien ja ohjeiden kopioiminen LVI-selostukseen sellaisenaan ei ole käytännöllistä. Riittää, että on mainittu yleisesti, että *"laitteiden ja asennusten tulee täyttää RYL 2002 talotekniikan yleiset laatuvaatimukset ja laitteita koskevat rakentamismääräykset"*, sekä mahdolliset erityisvaatimukset lisätään laitetyyppikohtaisiin vaatimuksiin, jos on mahdollisuus, että urakoitsija ei pysty huomioida laitteiden erityisvaatimuksia.

Ristiriitatilanteissa voidaan todeta, että *"olisi pitänyt huomioida"*, mikäli urakoitsija ei ole osannut huomioida erityisvaatimuksia, vaikka niitä ei olisi selostuksissa esitetty, kun ne ilmenevät hankkeelle yleisesti asetetuista vaatimuksista tai suunnitelmista.

Mikäli LVI-selostuksissa käytetään RYL 2002 teoksen mukaisia yleisiä vaatimuksia ja ohjeita, pitäisi siinä olla kaikki laitetta koskevat vaatimukset, ei ole käytännöllistä korostaa vain joitakin yleisiä laatuvaatimuksia laitetta koskien, sillä se voi antaa kuvan, että laitetta eivät koskisi muut vaatimukset.

Ei voida olettaa, että rakennusmääräyskokoelman viittaukset, standardeihin viittaukset ja RYL 2002:n sisäiset viittaukset edesauttaisivat hankkeen laadullisessa tasossa, koska urakoitsijat eivät niitä käytännössä tule käymään läpi. Kyseiset viittaukset velvoittavat joka tapauksessa urakoitsijoita ja laitetoimittajia siitä riippumatta, hallitsevatko he kyseiset aiheet vai eivät. Pääsääntöisesti urakoitsijat hoitavat toteutuksen käytännön työelämässä saatujen kokemusten ja olemassa olevan ammattitaitonsa mukaisesti. Heillä ei ole välttämättä tietokoneita ja hyllymetreittäin teknisiä dokumentteja vierellään, kun he asentavat verkostoja ja laitteita kohteiseen. Asennusohjeita heiltä saattaa välillä löytyä.

Huomioitavaa on, että RYL 2002 -teoksen vaatimukset ja ohjeet ovat yleispäteviä määrittäviä, jotka auttavat ymmärtämään talotekniikan laatuvaatimuksia yleisesti. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, että kyseisten vaatimuksien ja ohjeiden mukaisesti edettynä hankkeen vaatimukset tulisivat täyttymään siten, että ne myös täyttävät talotekniikan rakentamismääräykset.

Todelliset vaatimukset ja ohjeet ovat rakennuslalla määräyksiä, jotka tulevat rakentamismääräyskokoelmista, EU-direktiiveistä, rakennusvalvontaviranomaisilta, energialaitoksilta, vesilaitoksilta ja ympäristöministeriöltä. Tilaajat, LVI-suunnittelijat, LVI-valvojat, urakoitsijat, laitetoimittajat ja yleensä talotekniikkaa tekevät voivat esittää omia teknisiä spesifikaatioita laitteille ja tuotteille, mutta käytännössä laatuvaatimusten määrittelyjen tulee täyttää vähimmäismääräykset sekä viranomaiset voivat vaatia määräystasoa korkeampaa laatua, jotka määrittelevät todelliset vaatimukset hankkeille.

Johtopäätöksenä on, että RYL 2002 -sisältöä käytettäessä, käytetään lähinnä ohjekohtia tarvittaessa, epäselvissä tapauksissa voidaan käyttää lyhennettyä vaatimusosaa. Huomioitavaa, että LVI-selostuksessa tulee viitata yleisesti RYL 2002, SFS-standardeihin, ympäristöministeriön ohjeisiin ja yleensä hankkeeseen liittyviin ohjeisiin, jotta ne astuvat voimaan hanketta koskien.

### 3.3.4 Vaatimuksien esittäminen GD-ohjelmistossa

Kuvassa 16 on otos GD-ohjelmiston laiteluettelosta, koskien lämmönjakokeskuksen käyttötapaan liittyviä spesifikaatioita. Kyseiset vaatimukset ovat hyvin yleispäteviä, mutta antavat täsmennyksiä mihin liitetään, kuka toimittaa, miten toimitetaan ja kuka tekee. Tämä on kuitenkin riittävä määritelmä kyseessä olevalle laitteistolle, koska täten laitteistoa koskevat kaikki määräykset, vaatimukset ja ohjeet, mitkä laitteistolle on lainsäädännön asetusten mukaan asetettu. Tosin siihen voisi liittää varmuudeksi Energiategollisuuden määräyksiä K1/2013 osittain [11].

|   |
|---|
| <b>LJK Lämmönjakokeskus</b>   |
| Käyttötapa  |
| <b>Yleistä</b>  |
| -Rakennus liitetään lämmönjakokeskuksen välityksellä lähimmän energialaitoksen kaukolämpöverkkoon.      |
| -Energiailaitos toimittaa kaukolämmön tonttijohdot ja kiinteistön energiankulutusta mittaavat laitteet. |
| -Urakkaraja on energialaitoksen toimittamissa mittalaitteissa.  |
| <b>Lämmönjakokeskus</b>   |
| -Lämmönjakokeskus varustetaan lämmönsiirtimillä, joiden tekniset tiedot on esitetty piirustuksissa.     |
| -Lämmönjakokeskus toimitetaan työmaalle tehdasvalmiina täysin valmiiksi rakennettuna                    |
| -Sähköurakoitsija suorittaa sähköjohtojen liitokset keskuksessa oleviin riviliittimiin.                 |

Kuva 16. Otos GD-laiteluettelosta, koskien lämmönjakokeskusta.

GD-laitetietokantojen eli pääkirjaston kehittämisestä lähdettiin tekemään tutkimusta, mitä spesifikaatioita laitteille, tuotteille ja laitteistoille pitäisi määritellä, jotta spesifikaatiot olisivat lyhyitä, mutta riittävän tarkkoja täyttämään vaatimukset siten, että laitteet täyttävät hankkeiden vaatimukset sekä kuvaavat riittävän tarkasti yleisiä vaatimuksia tavanomaisille hankkeille.

GD-laiteluettelon yleiset vaatimukset -sivulle kirjattiin alustavasti kuvan 17 mukaiset vaatimukset, jotka koskevat myös lämmönjakokeskukseen liittyviä sähkölaitteita. Esitys on esimerkki yleisten vaatimusten esittämisestä GD-laiteluettelossa.

| Yleiset vaatimukset  |
|--|
| <p><b>Yleistä</b></p> <p>LVI -laiteluettelo, RAU -kytkentäkaavioita, Sähkölaiteluettelo ja LVI -selostusta käytetään yhdessä määrittelemään kohteen laitevaatimukset, määräykset ja laitteiden tyyppikohtaiset vaatimukset.</p>  |
| <p><b>G0 LVI-järjestelmien yhteiset laatuvaatimukset</b></p> <p>Tämän osan G0 LVI-järjestelmien yhteiset laatuvaatimukset koskevat kaikkia pääosan G LVI-järjestelmät muita osia ja tarvittaessa myös osia J7 Automaatiojärjestelmät.</p> <p>Laiteluetteloon sisällytetyt laitteet tuovat mukanaan vastaavien Talotekniikka RYL 2002 kohtien vaatimukset materiaalien, laitteiden, tilavarausten, asennuksen, huollon yms. tämän hankkeen LVI-teknisten hankintojen ja -töiden osalta.</p>   |
| <p><b>Sähkölaitteet</b></p> <p>LVI-tuotteiden sähkölaitteet ja -tarvikkeet ovat nimellisjännitteeltään yleensä enintään 400/230 V, 50 Hz ja niiden on sovelluttava TN-S- johdinjärjestelmään.</p> <p>Sähkölaitteiden, -keskusten ja -tarvikkeiden kotelointiluokan on oltava käyttöpaikan tilaluokan mukainen ja niiden pintakäsittelyn sen kestävyysluokan mukainen. Sähkötarvikkeiden on täytettävä kyseistä laitetta tai tuotetta koskevien standardien vaatimukset.</p> <p>LVI-urakoissa toimitetuissa sähkölaitteissa ja sähkökeskuksissa on oltava mukana, EU-, EMC- ja SFS-standardien ja määräysten mukainen vaatimuksenmukaisuusvakuutus. Työmaalla tehdyille LVI-töihin kuuluville sähköasennuksille on tehtävä käyttöönottotarkastus ja puolueetoman osapuolen tekemä varmennustarkastus. Nämä tarkastukset sisältyvät ao. töihin.</p> <p>Sähkösäätömoottorien hyötysuhde ilmoitetaan standardin IEC 60034-30 mukaisesti määriteltynä. Sähkösäätömoottorina on käytettävä aina EC-moottoria, jos käyttötarkoitukseen on sellainen saatavissa.</p> <p>Muussa tapauksessa käytetään IE3 hyötysuhdeluokan moottoria.</p> <p>IE2 hyötysuhdeluokan moottori hyväksytään ainoastaan, mikäli EC tai IE3 moottoreita ei ko. käyttötarkoitukseen ole saatavissa.</p> |

Kuva 17. GD-laiteluettelon yleiset vaatimukset sivu.

Tämän jälkeen kehitettiin lämmönjakokeskukselle ja sen sisältämille laitteille laitetyyppi-kohtaiset vaatimukset. Kuvassa 18 on esimerkki FV-moottoriventtiin vaatimuksista tarpeettoman laajasti esitettynä, koska pääkirjastoa lähdettiin aluksi kehittämään perinteisen LVI-selostuksen mukaan. Kaukolämpölaitteiden tulee täyttää myös rakennusten kaukolämmityksen määräykset [11], joiden perusteella tehtiin kuvan 18 käyttötavan vaatimukset GD-ohjelmiston pääkirjastoon koskien FV-moottoriventtiiliä kaukolämpöverkossa.

| LAITETYYPPIKOHTAISET VAATIMUKSET |  |
|----------------------------------|--|
| Muutos                           | <p><b>FV Moottoriventtiili</b></p> <p>Käyttötapa: Kaukolämpöverkosto</p> <p><b>Tyypikohtaiset vaatimukset</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Venttiileiden säätökäyrä on logaritminen. Prosessin tulee kokonaisuutena toimia lineaarisesti.</li> <li>-Venttiin säätösuhde vähintään 1:50</li> </ul> <p><b>Rakennevaatimukset</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Säätöventtiilien tulee olla 2-tieventtiileitä. Sulkupainevaatimus toimilaitteineen on 1,0 MPa. Säätöventtiin vuotovirtaus saa olla enintään 0,05 % kvs -arvosta.</li> <li>-Säätöventtiilien rakenteen ja toiminnan tulee olla sellainen, että kaukolämpöverkossa esiintyvät, lianerottimen suodattimen läpäisevät epäpuhtauspartikkelit eivät aiheuta venttiin vaurioitumista tai tukkeutumista.</li> <li>-Venttiin tulee olla laipallisia tai laippojen väliin asennettavia. Tasotiivisteinen ulkokierrelliitos vastaa rakenteeltaan laippaliitosta.</li> </ul> <p><b>Rakenneaineet</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Säätöventtiilien tulee kestää käyttöolosuhteita siten, että niiden rakenneaineissa ei tapahdu kemiallisia eikä rakenteellisia muutoksia.</li> <li>-Kestäviä materiaaleja säätöventtiin sulkupinnoissa ovat esim. ruostumaton teräs (esim. AISI 304) ja haponkestävä teräs (esim. AISI 316).</li> </ul> <p><b>Käsi käyttölaitteet ja asennosoittimet</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Säätöventtiilit varustetaan helppokäyttöisellä ja toimintavarmalla käsiohjauslaitteella, jolla venttiili voidaan pysyvästi asettaa haluttuun asentoon ilman apuvälineitä.</li> <li>-Laitteessa tulee olla käsiohjauksen käyttöohjeet.</li> <li>-Säätöventtiilit varustetaan helposti luettavalla säätöasennon osoittimella. Venttiin ääriasennot merkitään tekstein "AUKI" ja "KIINNI" tai yksikäsitteisin merkinnöin.</li> </ul> <p>Arvokilven tiedot tulee olla helposti luettavissa.</p> |

Kuva 18. FV-moottoriventtiin laitetyyppi-kohtaiset vaatimukset GD-pääkirjastossa.

GD-ohjelmistoon on tässä vaiheessa kuvattu lämmönjakokeskuksen FV-moottoriventtien laitetyyppi-kohtaiset vaatimukset sekä siihen liittyvien sähkölaitteiden yleiset vaatimukset. Huomioitavaa, että FV-moottoriventtiili muualla kuin kaukolämpöverkossa

määritellään eri käyttötavan perusteella ja se sisältää erilaiset laitetyyppikohtaiset vaatimukset. Käyttötapoja voi olla useita, kuten jäähdytysverkosto ja lämmöntalteenottoverkosto, joiden käyttötavan mukaan määräytyvät laitetyyppikohtaiset vaatimukset.

Oheiset määritteet FV-moottoriventtiilille ovat hyviä määrittelyjä, mutta ne eivät täytä selostuksen sisällöllistä vaatimusta, mitä on opinnäytetyössä esitetty eli vaatimuksien tulisi olla lyhyitä sekä juuri kyseiselle hankkeelle määriteltyjä. Toisaalta oheista FV-moottoriventtiin määritystä voi käyttää lähes kaikissa kaukolämpökohteissa. Kuitenkin voi olettaa, että kyseiset asiat ovat lämmönjakokeskuksen valmistajan sekä rakennusautomaatiourakoitsijan tiedossa, joka toimittaa FV-moottoriventtiin toimilaitteineen yleensä keskuksen valmistajalle.

Laitetyyppikohtaisissa vaatimuksissa voidaan määritellä erityisvaatimuksia, kuten kuvassa 18 on esitetty, mutta vain oleelliset asiat, jotka eivät ilmene laitteen yleisissä määräyksissä ja vaatimuksissa.

Tuotevalmistajan on tehtävä tuotteensa standardien, direktiivien ja yleisten vaatimusten mukaan, sisältäen myös siihen liitetyt, muiden toimittamat laitteet, kun laitteisto toimitetaan asiakkaalle. Kaikki yleisiä vaatimuksia koskevat tiedot ovat saatavilla RYL 2002 -teoksesta, joka tulisi olla jokaisen LVI-ammattilaisen käytössä ja hallinnassa sisällöllisesti, joten viittaus RYL 2002 on riittävä sekä CE-merkintä takaa standardien ja direktiivien vaatimukset riittävällä tasolla.

### 3.3.5 Attribuutit ja arvot GD-ohjelmistossa

Kuvassa 19 on esitetty FV-moottoriventtiiliä koskevat attribuutit ja oletusarvot sekä tyhjät kohdat odottavat täyttämistä. GD-ohjelmistossa esitetään attribuutit ja arvot pystymallina, jolloin niitä voidaan määritellä riittävästi, eikä rajoittavana tekijänä ole enää vaaka-mallisen laiteluettelon rajoittama attribuuttimäärä, (ks. kuva 1, s.4).

| G101 FV 01 Moottoriventtiili             |  | AU                             |
|--|--|--------------------------------|
| > Katso laitetyyppikohtaiset vaatimukset |  | Käyttötapa: Kaukolämpöverkosto |
| Käyttötarkoitus                          |  | Kaukolämpövirtaaman säätö      |
| Sijainti                                 |  |                                |
| Tyyppi                                   |  | 2-tie                          |
| Neste                                    |  | Kaukolämpö                     |
| Nestevirta dm <sup>3</sup> /s (alustava) |  |                                |
| Nimelliskoko DN                          |  | 15                             |
| Painehäviö kPa (alustava)                |  | 50                             |
| Kv-arvo (alustava)                       |  | 2,5, Kvs-arvo max. 6.3         |
| Toimilaitteen jännite V                  |  |                                |
| Materiaali                               |  |                                |
| Liitostavat                              |  |                                |

Kuva 19. Laitteen attribuutit ja arvot.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että GD-ohjelmiston pääkirjastossa olevista laitetyyppikohtaisista vaatimuksista tulisi tehdä lyhyitä, mutta riittäviä, kuvaamaan kyseisen tuotteen tai laitteen vaatimukset, koska käyttötapoja on useita ja näiden käyttötapojen lisäykset laiteluettelon laitetyyppikohtaisiin vaatimuksiin, sisältäen kaikki vaatimukset, kasvatteisivat GD-laiteluettelon epäkäytännölliseksi sivumäärältään, jos pelkästään FV-moottoriventtiilejä on hankkeessa useita eri tyyppisiä, joilla ovat eri käyttötavat ja käyttötapojen vaatimukset.

### 3.4 Suomen rakentamismääräyskokoelman kuvaus

Suomen Rakennusmääräykset (RakMK) ovat velvoittavia talotekniikan rakentamisessa. Rakentamista koskevat asetukset uudistuvat 2018 mennessä. Uudistuksella pyritään vähentämään sääntelyä sekä selkeyttämään määräyksiä [12]. Määräykset jakaantuvat asetuksiin, ohjeisiin ja taustamateriaaleihin, joissa on lisämäärittelyjä asetusta koskien.

LVI-suunnittelijan tulisi hallita RakMK sisältö hyvin, jotta pystyisi itsenäisesti tekemään LVI-suunnittelua. Käytännössä LVI-suunnittelija käyttää yleensä päivittäin jossain määrin RakMK:n sisältöä suunnitelmien teossa, sillä LVI-suunnitelmat tehdään vähintään RakMK:n velvoitusten mukaisesti tai paremmin. Kokemuksen myötä RakMK:n hallinta muuttuu tietotaidoksi ja sitä kautta LVI-suunnitelmien teko nopeutuu ja LVI-suunnittelijan ammattitaito kasvaa.

Suosittelavaa on, että RakMK:n sisältöä käydään usein läpi ja pyritään sisäistämään kokonaisuus, jolloin LVI-suunnitelmat valmistuvat aina määräysten mukaisesti sekä varmennetaan tämän osaamisen kautta myös LVI-laiteluetteloiden ja -selostuksien spesifikaatioiden määräystenmukaisuus.

Ohessa on esitetty lyhyesti rakentamismääräyskokoelman pääotsikkotasot [12] ja tutkittu kohtia, jotka liittyvät laiteluetteloihin ja selostuksiin. RakMK on laaja kokonaisuus, jonka hallitseminen on haastavaa, mutta se toimii koko LVI-suunnittelun alustavana lähtötietona, joka LVI-suunnittelijan tulisi hallita tai pitäisi hallita sillä tasolla, että tietää mistä tarvittava tieto löytyy.

#### 3.4.1 Suunnittelu ja valvonta

Rakennushankkeeseen ryhtyvä eli tilaaja huolehtii siitä, että rakennus toteutetaan säännösten, määräysten ja rakennusluvan mukaisesti. Tilaaja hankkii rakentamiseen kelpoisuusvaatimukset omaavat suunnittelijat ja työnjohtajat sekä varmistaa, että muillakin tekijöillä on hankkeen vaatimuksien mukainen asiantuntemus ja ammattitaito.

Kunnan rakennusvalvontaviranomainen valvoo rakentamista ja huolehtii, että rakentamisessa noudatetaan määräyksiä ja yleisiä laatuvaatimuksia. Rakennusvalvonta voi edellyttää rakennusvalvonnan lisäksi, että hankkeella tulee olla ulkopuolinen LVI-valvoja, joka valvoo myös LVI-suunnittelun laatutasoa. LVI-valvojalla tulee olla hankkeen vaatimustason mukainen pätevyys. Asennustehtäviä valvoo riittävän pätevyyden omaava työnjohtaja. LVI-valvoja tarkistaa työnjohtajan tekemät valvontapöytäkirjat ja varmistaa, että asennukset ovat määräysten ja vaatimuksien mukaisesti toteutettu sekä asennustoita on valvottu riittävällä tasolla.

Suosittelavaa on, että joka kohteelle nimetään LVI-valvoja, mikä kuuluu tilaajan tehtäviin. LVI-suunnittelija voi suositella tilaajalle LVI-valvojan tarpeellisuutta, mikäli näkee tarpeelliseksi. LVI-valvoja osaltaan vaikuttaa LVI-suunnitelmien laatutason suunnitelmien tarkastuksen kautta, jolloin saadaan ulkopuolinen katsaus mahdollisista suunnitelmapuutteista. Käytännössä LVI-valvojat esittävät usein poikkeamia suunnitelmiin, jotka voidaan yleensä merkitä lisätyöksi, elleivät ne ole suunnitelmapuutteista tai -virheistä johtuvia.



Käytännössä käy usein, että valmiita ja hyväksi todettuja LVI-suunnitelmia lähdetään korjaamaan rakennuttajan LVI-valvojan esittämien parannusehdotuksien johdosta, jotka tulisi tehdä vain lisäyötarjouksen antamisen jälkeen eikä korjata LVI-suunnitelmia sen perusteella, koska LVI-valvoja on näin esittänyt. LVI-valvojalla on paljon päätösvaltaa ja vastuuta hankkeissa, mutta on syytä edetä siten, miten on tarjouksissa ja sopimuksissa määritelty. LVI-suunnittelijan tulisi olla selvillä suunnittelusopimuksista ja siitä, mitä on tarjottu.

### 3.4.2 Paloturvallisuus

Rakennushankkeeseen ryhtyvä eli tilaaja huolehtii, että rakennus on paloturvallinen. Rakennuksen tulee olla sellainen, että palon sattuessa sieltä voidaan pelastautua tai pelastaa ihmiset. Samalla huolehdittava siitä, että palon leviäminen muualle estetään.

LVI-suunnittelijan tulisi huomioida paloteknisessä suunnittelussa seuraavia paloturvallisuuteen liittyviä asetuksia, taustamateriaalia ja ohjeita hankkeesta riippuen:

- E1 (2011), Rakennusten paloturvallisuus, määräykset ja ohjeet. Taustamateriaalia on perustelumuuisto. RakMK
- E2 (2005), Tuotanto- ja varastorakennusten paloturvallisuus, ohjeet. RakMK
- E3 (2007), Pienten savupiippujen rakenteet ja paloturvallisuus, määräykset ja ohjeet. RakMK
- E4 (2005), Autosuojien paloturvallisuus, ohjeet. RakMK
- E7 (2004), ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus, ohjeet. Taustamateriaalia on osan E7 uusimisen esiselvitys. RakMK
- E9 (2005), Kattilahuoneiden ja polttoainevarastojen paloturvallisuus, ohjeet. RakMK
- Julkaisu (2012), Ilmanvaihtolaitteiston paloturvallisuusopas. RakMK
- Julkaisu (2013), Monitoimihallin paloturvallisuus. RakMK
- SFS-standardi, SFS-EN 15650, Rakennusten ilmanvaihto, palonrajoittimet
- RYL 2002, G3 Ilmastointijärjestelmät paloturvallisuuteen liittyen ja G7 palontorjuntajärjestelmät
- Rakennustuotteita koskeva lainsäädäntö, CE-merkintä

- RIL 232-2012, Rakennusten savunpoisto. Suunnittelu, toteutus ja ylläpito. Rakennusinsinöörien liiton julkaisu
- RIL 233-2013, Maanalaisten tilojen paloturvallisuussuunnittelu. Perusteet ja ohjeet. Rakennusinsinöörien liiton julkaisu
- Kunnan rakennusvalvontaviranomaisten mahdollinen erillisoheistus
- Palotarkastajan mahdollinen erillisoheistus
- Hiltin palokatkot ja palosuojaustekniikka-sivusto. Hilti Oy.

Paloturvallisuuden huomiointi LVI-suunnittelun teossa on yksi oleellisimmista kohdista, johon LVI-suunnittelijan tulee olla riittävän pätevä, jotta paloturvallisuusmääräykset sekä -vaatimukset toteutuvat suunnitelmissa. Käytännössä LVI-suunnittelija selvittää palo-osastoinnit, paloluokat, palopeltityypit ja niiden vaatimukset, paloeristykset, palopeltien ohjaustavat, savunpoistokanavistot sekä muut paloturvallisuuteen liittyvät asiat.

Kuvassa 20 on esimerkki, miten voidaan määritellä *turhan laajasti* palopeltejä koskevat spesifikaatiot GD-ohjelman laitetyyppiin vaatimuksiin, käyttötavan perusteella.

| PP Palopelti   |
|--|
| Käyttötapa: Lämpöilmalaitteella ja toimilaitteella   |
| - Palopellit tulee olla testattu standardin EN 1366-2 mukaisesti   |
| - Palopellit tulee olla tyyppihyväksytty standardin EN 13501-3 mukaisesti                                      |
| - Palopellit tulee olla CE-merkittyjä ja täyttää standardin SFS-EN 15650 mukaiset vaatimukset                  |
| - Palopeltien on täytettävä suomen RakMK osan E7 määräykset ja ohjeet  |
| - Palopellit on koekäytettävä säännöllisesti   |
| - Koekäyttöväli ei saa ylittää koskaan kuutta (6) kuukautta  |
| - Palopellin valmistajan on toimitettava huolto- ja käyttöohjeet jossa mm. edellytetään palopeltien koekäyttöä |
| - Ilmanvaihtourakoitsija suorittaa palopeltien toimintatarkastuksen ennen kohteen luovutusta.                  |
| - Ilmanvaihtourakoitsija liittää allekirjoitetun asennustodistuksen rakennuskohteen luovutuskansioon           |
| - Palopellit kiinnitetään osastoivaan rakennusosaan valmistajan ohjeiden mukaisesti                            |
| - Palopellin yhteyteen kanavaan asennetaan tarkastusluukku (IU)  |

Kuva 20. Palopeltien vaatimukset GD-ohjelmistossa, turhan laajasti esitettynä.

Kuten voidaan kuvasta 20 todeta, standardien esittäminen vaatimuksissa on turhaa, koska palopeltien tulee olla CE-merkittyjä ja silloin ne täyttävät myös standardien vaatimukset. E7 sisältää ohjeita, jotka koskevat LVI-suunnittelijaa ja kyseiset asiat tulee näkyä suunnitelmissa. Osittain on esitetty standardeissa ja E7-ohjeissa esiintyviä kohtia vaatimuksina. Täten voisi olettaa, että muuta ei vaadita. Kun on vaatimuksia, ne tulisi

tyypittää erityisvaatimuksiksi, mikäli ei haluta rajata muita vaatimuksia. Tämä oli alustava esitys PP-palopeltien määräyksistä, jotka luotiin lähdeaineiston perusteella.

Johtopäätös on, että lähes kaikki vaatimukset, joita on kuvassa 19 esitetty, voidaan jättää pois, koska ne kuuluvat yleisesti palopeltejä koskeviin ohjeisiin ja määräyksiin. Riittää maininnat CE-merkitty ja asennuksissa on noudatettava laitevalmistajan ohjeita. Tarkastusluokku on LVI-suunnittelijan esitettävä suunnitelmissa, ei tarvita erillismainintaa. Voidaan lisätä, että täytettävä RakMK:n mukaiset määräykset ja ohjeet.

Nämä asiat voidaan myös esittää laitteiden yleisissä vaatimuksissa koskien kaikkia LVI-laitteita, jolloin laitetyyppikohtaisissa vaatimuksissa ei niitä tarvitse esittää uudestaan. Suositeltavaa on, että laitteiden päävaatimukset ja -määräykset on esitetty yleisissä vaatimuksissa, jolloin laitetyyppikohtaiselle vaatimukselle voidaan määritellä vain erityisvaatimukset tai ei määritellä mitään vaatimuksia.

Mikäli palopeltien asennuksissa todetaan puutteita, niin ne voidaan vaatia korjattaviksi ilman erilliskorvausta, koska ne eivät ole täyttäneet määräyksiä ja ohjeita, jotka muutenkin koskevat palopeltejä, vaikka määräyksiä tai ohjeita ei olisi esitetty LVI-selostuksessa tai GD-ohjelmiston laitetyyppikohtaisissa vaatimuksissa.

Tämä asettaa urakoitsijalle ja laitetoimittajalle laajoja määräyksiä, vaatimuksia ja ohjeita, joiden hallitseminen vaatii vankkaa kokemusta työnjohtajilta ja asentajilta. Tosin riippumatta siitä, hallitsevatko he määräykset vai eivät, tulee asennukset saattaa ennen hankkeen luovutusta täysin toimintakuntoon ja määräysten mukaisiksi. LVI-suunnittelijan tehtäviin ei kuulu asennusohjeiden tekeminen, ellei kyseessä ole erityisvaatimuksia kyseistä asennustehtävää koskien. LVI-suunnittelijoilta ei edellytetä asennusosaamista, vaikka he LVI-suunnitelmia tekevätkin.

### 3.4.3 Terveellisyys

Rakennushankkeeseen ryhtyvä eli tilaaja huolehtii, että rakennus on terveellinen ja turvallinen. Rakennusten järjestelmien ja laitteistojen on ylläpidettävä terveellisiä olosuhteita. Käytettävien tuotteiden tulee olla sellaisia, joista ei suunnitellun käyttöiän aikana aiheudu terveydelle eikä ympäristölle haittavaikutuksia, joita ei voida pitää hyväksyttävänä.

LVI-suunnittelijan tulisi huomioida suunnittelussa seuraavia terveellisyyteen ja turvallisuuteen liittyviä asetuksia, taustamateriaalia ja ohjeita:

- C2 (1998), Kosteus, määräykset ja ohjeet. RakMK
- D1 (2007), Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot, määräykset ja ohjeet. Sisältää muutoksen D1 (2010) koskee huoneistokohtaisia vesimittareita ja päävesimittarin asennusohjetta, jossa todetaan, että päävesimittarin mitoittaa ja asentaa vesi-huoltolaitos. RakMK
- D2 (2012) Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, määräykset ja ohjeet. Taustamateriaalina perustelumuuisto, joka koskee EU:n keskeisiä sitoumuksia kasvi-huonekaasujen vähentämiseen, uusiutuvien energialähteiden osuuden nostamiseen sekä energiatehokkuuden parantamiseen. RakMK
- STM:n asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista. RakMK, johtaa Finlex-sivustolle
- LVI 38-10454 (2010) Ilmanvaihdon lämmöntalteenotto. Rakennustietosäätiö, RTS
- RT 07-10832 (2004) Terveen talon toteutuksen kriteerit. Kriteerit ja ohjeet asuntorakentamiselle. Rakennustietosäätiö, RTS
- LVI 05-10440 (2008) Sisäilmastoluokitus, ohjeet. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. Rakennustietosäätiö, RTS
- LVI 05-10417 (2007) Rakennusten sisäilmaston suunnitteluperusteet. Rakennustietosäätiö, RTS
- Työturvallisuuslaki. Suomen säädöskokoelma.

#### 3.4.4 Käyttöturvallisuus

Rakennushankkeeseen ryhtyvä eli tilaaja huolehtii, että rakennuksen käyttö ja huolto ovat turvallista tehdä. LVI-suunnittelijan tulisi huomioida suunnittelussa seuraavia käyttöturvallisuuteen liittyviä asetuksia ja ohjeita:

- F2 (2001) Rakennuksen käyttöturvallisuus, määräykset ja ohjeet. RakMK
- RYL 2002, osa 1 tai 2 G0 LVI-järjestelmien yhteiset laatuvaatimukset
- Laitevalmistajien käyttö- ja huolto-ohjeet

LVI-suunnittelijan tulee huolehtia laitteiden huollettavuuden turvallisesta toteuttamisesta, mikäli laitteiden huollossa on syytä olettaa, että huolto- tai käyttöhenkilökunta voi altistua vaaratilanteisiin. On vaadittava hankkeen laitteiden käyttöä tai huoltoa varten määräykset täyttävät tikkaat, huoltotasot, suojavarusteet, mahdolliset kemikaalien varoitusmerkit ja selvät ohjeistukset laitteiden huoltoon tai käyttöön liittyvistä riskeistä.

Kyseiset asiat tulisi liittää LVI-selostukseen, mikäli kohteelle ei ole laadittu erillistä työ-  
turvallisuusasiakirjaa, johon edellä mainitut asiat tulisi lisätä.

#### 3.4.5 Meluntorjunta ja ääniolosuhteet

Rakennushankkeeseen ryhtyvä eli tilaaja huolehtii, että rakennuksen ja siihen liittyvät piha-alueiden meluallistutus ja ääniolosuhteet eivät vaaranna terveyttä, lepoa tai työnte-  
koa. LVI-suunnittelija varmistaa, että taloteknisten laitteiden äänitasot ja asennukset ovat  
sellaisia, että edellä mainitut olosuhteet toteutuvat.

LVI-suunnittelijan tulisi huomioida suunnittelussa seuraavia meluntorjuntaan ja ää-  
niolosuhteisiin liittyviä asetuksia ja ohjeita:

- C1 (1998), Äänieristys ja meluntorjunta rakennuksessa, määräykset ja ohjeet. RakMK
- RYL 2002, G0 LVI-järjestelmien yhteiset laatuvaatimukset
- RYL 2002, G06.00.14, Äänitekniset vaatimukset
- RYL 2002, G3, Ilmastointijärjestelmät, äänitekniisten vaatimusten osalta
- D2 (2012), Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, määräykset ja ohjeet. RakMK
- LVI 05-10440 (2008) Sisäilmastoluokitus, ohjeet. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. Rakennustietosäätiö, RTS
- LVI 05-10417 (2007) Rakennusten sisäilmaston suunnitteluperusteet. Rakennustietosäätiö, RTS
- Ilmastoinnin äänitekniikka (2002). Alpo Halme ja Olli Seppänen
- Ilmastointilaitoksen mitoitus (2014). Ilmastointitekniikka osa 2, Esa Sandberg
- Laitemitoitus ohjelmat ja -taulukot, joista tuloksena saadaan laitteiden äänitasot

- Tärinänvaimentimien tarpeellisuustarkastelut laitteille. Esim. betonipedit, kumi- vaimentimet, kannakoinnit, tuennat ja rakenteisiin siirtyvien äänien ehkäiseminen yleensä
- Viemäreiden asennusohjeet, äänieristys kohdat, Uponor Oy
- Hiltin kannakointi-ohjeet, mikäli tilaaja vaatii kannakointi-suunnitelman. Hilti Oy.

LVI-suunnittelijan tulee varmentaa, että tilakohtaiset ääniolosuhteet toteutuvat LVI-laitteiden osalta. Ääniolosuhteiden hallinta on LVI-suunnittelijan tärkeimpiä osaamisalueita. Ääniongelmia johtuvat yleensä virheellisesti mitoitetuista laitteista, äänieristeiden puutteellisuudesta, väärin valituista äänenvaimentimista tai ei ole huomioitu useamman laitteen yhteisvaikutuksen aiheuttamaa äänitehotason nousua. Ääniongelmia todetaan yleensä vasta käyttöönottovaiheessa ja LVI-laitteista johtuvat ääniongelmia ovat lähes aina suunnitteluvirheitä, mikäli asennuksissa ei ole havaittu puutteita.

Suosittelavaa on äänien kannalta mitoittaa laitteet ja verkostot riittävän väljiksi ja noudattaa hyväksi todettuja mitoitusperusteita, mikäli niitä on saatavilla. Äänitasojen määrittelyssä tulisi pyrkiä selvästi vaatimuksia alempaan tasoon, jotta voidaan välttää ääniongelmia. Mikäli äänitaso vaatimus on 28 dB, niin mitoitus tehdään vähintään 5 dB alemmaksi, jolloin laitteiden yhteisvaikutus ei ylitä yleensä vaatimuksia. Huomioitavaa on, että liian alhaisiksi mitoitettujen äänitasojen, kasvattavat suhteellisesti rakentamiskustannuksia.

GD-laiteluetteloon määritellään laitteiden äänitasot ja mahdolliset erityisvaatimukset tärinävaimentimien tarpeista. Laitteille määritellyt tehostuskäytöt tulisi myös määrittellä ja niiden aiheuttamat äänitasojen nousut. On huomioitava rakennusmääräyksiensä antamat äänitasojen raja-arvot, hankkeesta riippuen.

Maaskolalla tehdään LVI-suunnitelmat Magicad-ohjelmistolla, josta saadaan ilmanvaihdon äänitarkastelut automaattisesti, mikäli LVI-suunnitelmat ovat oikein tehty. Tilojen väliset äänitarkastelut kuuluvat LVI-suunnittelijan tehtäviin LVI-laitteita ja -verkostoja koskien, äänitarkastelut tehdään kokemukseräisellä arvioinnilla, joskus simuloimalla.

#### 3.4.6 Energiatehokkuus

Rakennushankkeeseen ryhtyvä eli tilaaja huolehtii, että rakennus rakennetaan siten, että energiaa ja luonnonvaroja kuuluu säästeliäästi. Energiankulutus ja tehontarve pyritään

saamaan mahdollisimman alhaiseksi, huomioiden kustannustehokkuus ja rakennuskoh-  
taiset sekä tulevat energiatehokkuusmääräykset.

LVI-suunnittelijan ammattitaidon tasoa arvioidaan yleensä kyvystä suunnitella energia-  
tehokkaita ratkaisuja, täyttäen kustannustehokkuusvaatimukset koko rakennuksen elin-  
kaaren ajaksi, huomioiden laitteiden elinkaaren aikaiset huolto- ja käyttökustannukset.  
Nämä määritykset eivät välttämättä toteudu, mikäli kohteet ovat aikataulullisesti kiireelli-  
siä, jolloin vaihtoehtoisten tapojen tutkiminen ja ratkaisuvaihtoehtojen optimointi jäävät puut-  
teelliseksi. Hankkeen energiatehokkuusvaatimukset määritellään yleensä ehdotussuun-  
nitteluvaiheessa sekä ne tulee kirjata ainakin LVI-selostukseen.

Hankkeen energiatehokkuuden optimoinnissa pyritään hakemaan parhaat mahdolliset  
vaihtoehdot, jotka täyttävät myös kustannustehokkuusvaatimukset. Ne ovat vaativimpia  
kohtia LVI-suunnittelutehtävissä, niiden hallitseminen edes riittävällä tasolla on haasta-  
vaa ja vaatii vankkaa kokemusta energiatehokkuuteen liittyvissä asioissa sekä lähdeai-  
neiston hyvää hallintaa.

LVI-suunnittelijan tulisi huomioida suunnittelussa seuraavia energiatehokkuuteen liittyviä  
asetuksia, taustamateriaalia ja ohjeita:

- C4 (2003) Lämmöneristys, ohjeet. RakMK
- D3 (2012) Rakennusten energiatehokkuus, määräykset ja ohjeet. Taustamateri-  
aalia ovat kesäajan lämpötilojen laskentaopas (9/2012), Testivuosien kuvaus  
(2012), D3 muutosten (27.2.2013) perustelumuuisto, tasauslaskentaopas (2012),  
LTO-laskin (2012), tasauslaskin (2012), D3 muistion tekninen liite (2012).  
RakMK
- (1/2013), D3 Ympäristöministeriön asetus rakennusten energiatehokkuudesta  
annetun ympäristöministeriön asetuksen määräyksen 2.1.3 kumoamisesta.  
RakMK
- (5/2013) Ympäristöministeriön asetus energiatehokkuudesta annetun ympäristö-  
ministeriön asetuksen muuttamisesta (19.8.2014). RakMK
- (2009/125/EU) Ekosuunnitteludirektiivi, jonka tavoitteena on vähentää tuotteiden  
ympäristövaikutuksia ja erityisesti parantaa energiatehokkuutta.

- D5 (2012) Rakennuksen energiakulutuksen ja lämmitystarpeen laskenta, ohjeet. Taustamateriaalia ovat lämpöpumppujen energialaskentaopas (2012), Jäähdytysjärjestelmien energialaskentaopas (2011), aurinkolämmön laskentaopas (2012), viivamaisten lisäkonduktanssien eli kylmäsiltojen laskentaopas (2012). RakMK
- D7 (1997) Kattiloiden hyötysuhdevaatimukset, määräykset. RakMK
- (4/2013) Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. Taustamateriaalia ovat perustelumuiatio energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä (27.2.2013), laskentaliite perustelumuiatioon, ikkunoiden ja ovien korjaus- ja muutoshankkeiden ohjeistus, poistoilmalämpöpumput kaukolämpöjärjestelmässä, rakennusten lisälämmöneristäminen. RakMK
- Julkaisu K1/2013, päivitetty 9.5.2014, rakennusten kaukolämmitys, määräykset ja ohjeet. Energiateollisuus ry julkaisut
- RT YM1-21695 (6/2016) Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta. Rakennustietosäätiö, RTS
- LVI 02-10584 (6/2016) Energiatodistus. Rakennustietosäätiö, RTS
- RT TEM-21496 (4/2011) Laki tuotteiden ekologiselle suunnittelulle ja energiamerkinnälle asetettavista vaatimuksista. Rakennustietosäätiö, RTS
- LVI 02-40088 (3/2014) Korjaustoimien vaikutuksia asuinkerrostalon todelliseen energiakulutukseen, tiedonjyvät eli ohjeistusta. Rakennustietosäätiö, RTS
- LVI 38-10454 (2/2010) Ilmanvaihdon lämmöntalteenotto. Rakennustietosäätiö, RTS
- LVI 10-10527 (2/2013) Kesäajan huonelämpötilojen vaatimuksenmukaisuuden osoittaminen, ohjeet. Rakennustietosäätiö, RTS
- RIL 265-2014 Uusiutuvien lähienergioiden käyttö rakennuksissa, ohjeet. Rakennusinsinöörien liiton julkaisu
- FinZEB julkaisut. Lähes nollaenergiarakennusten ominaisuudet
- Ilmastointilaitoksen mitoitus (2014). Ilmastointitekniikka osa 2, Esa Sandberg.

Vuosien 2018 ja 2020 aikana tulevat energiatehokkuusvaatimukset parantumaan eli kasvamaan, mikä tarkoittaa, että uusien rakennuksien tulee täyttää jossain vaiheessa lähes nollaenergiarakennus ominaisuudet. Aiheesta on tehty lukuisia julkaisuja, kannanottoja ja lehdistö on kommentoinut asiaa ja useat asiantuntijat ovat kommentoineet energiatehokkuusvaatimusten seurauksia.



Ympäristöministeriö on tehnyt asetuksen siitä, missä vaiheessa tietyt energiatehokkuus vähimmäisvaatimukset astuvat voimaan. Tällä hetkellä on energiakertoimia laskettu sähkön, kaukolämmön ja kaukojäähdytyksen osalta. Näillä on vaikutusta uusiutuvien polttoaineiden käytössä, koska ne vaikuttavat E-lukuun eli rakennuksen laskennalliseen kokonaisenergian kulutukseen kWh<sub>e</sub>/m<sup>2</sup> vuodessa huonontavasti. Energiakertoimet eivät varsinaisesti vaikuta energian todelliseen kulutukseen. E-luvun avulla voidaan vertailla eri rakennuksia keskenään kokonaisenergiankulutuksen osalta.

Rakennuksen energiatehokkuus koskee LVI-laiteluetteloita ja LVI-selostusta. Molemmista tulisi selvittää laitteille asetetut energiatehokkuus vaatimukset. LVI-suunnittelija määrittelee ilmanvaihtokoneiden, pumppujen ja muiden sähköä käyttävien laitteiden hyötysuhde vaatimukset, GD-laiteluettelon yleiset vaatimukset sivulle (ks. kuva 17, s.46).

LVI-suunnittelija täyttää GD-laiteluettelon laitteita koskevien attribuuttien arvot. Kuvassa 21 on esitetty integroidulla taajuusmuuttajalla ohjatun pumpun attribuutit ja oletusarvot.

| <b>G101 P 01 Pumppu</b>                  |  |
|--|--|
| > Katso laitetyyppikohtaiset vaatimukset | Käyttötapa: Pumppu                     |
| Sijainti                                 |  |
| Käyttötarkoitus                          |  |
| Malli (esimerkki)                        |  |
| Neste                                    | Vesi                                   |
| Mitoituslämpötila °C                     | 50                                     |
| Mitoitustuotto dm <sup>3</sup> /s        |  |
| Mitoitusnostokorkeus kPa                 | 60                                     |
| Paine-eromittaus verkoston yli           |  |
| Paine-eromittaus pumpun yli              |  |
| Pumpun pesä                              | Valurauta                              |
| Juoksupyörä                              | Valurauta                              |
| Akseli                                   | HFe                                    |
| Liitostavat                              | Laipat/kierteet                        |
| Ryhmäkeskus                              |  |
| Kaapeli                                  |  |
| Liitântäteho/P kW (alustava)             |  |
| Jännite V                                |  |
| <b>G101 SC 01 Taajuusmuuttaja</b>        |  |
| > Katso laitetyyppikohtaiset vaatimukset | Käyttötapa: Integroitu taajuusmuuttaja |
| Paine-eromittaus verkoston yli           | Kyllä                                  |
| Paine-eromittaus pumpun yli              |  |
| Paine-erolähetin pumpputoimituksessa     |  |
| Varustettu tiedonsiirtomodulilla         |  |

Kuva 21. Pumpun attribuutit ja oletusarvot.

Kuvaan 21 liittyviä attribuutteja lisättiin opinnäytetyön aikana, jotta saadaan täsmällisemmin esitettyä pumppua koskevat tekniset attribuutit ja arvot. Taajuusmuuttaja erotettiin pumpun käyttötavasta omaksi laitteeksi, joka on hierarkkisesti esitetty pumpun alalaitteena.

Vertailtaessa pumpulle annettuja attribuutteja perinteiseen laiteluetteloon (ks. kuva 1, s.4), voidaan todeta, että GD-laiteluettelon pumppua koskevat attribuutit ovat huomattavasti tarkempia kuin perinteisessä laiteluettelossa ja selkeämmin todettavissa. Toisaalta voidaan todeta, että perinteisessä laiteluettelossa on pumpulle varattu yksi rivi Excel-taulukosta ja GD-laiteluettelossa on 24 riviä, jonka seurauksena GD-laiteluettelon sivumäärä on huomattavasti suurempi kuin perinteisessä laiteluettelossa, koska GD-laiteluettelossa tulee myös muille laitteille vastaavasti huomattavasti enemmän attribuutteja.

Johtopäätöksenä energiatehokkuusasioihin voidaan todeta, että LVI-suunnittelijalta vaaditaan hyvää motivaatiota hallita nykyiset ja tulevat energiatehokkuusvaatimukset siten, että LVI-suunnitelmat ovat toteutettu vaatimukset täyttävällä tavalla ja kustannustehokkaasti. Kiireellisissä projekteissa saadaan melko varmasti täytettyä energiatehokkuuden vähimmäisvaatimukset, mutta ei välttämättä kustannustehokkaasti.

#### 3.4.7 Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje

Rakennushankkeeseen ryhtyvä eli tilaaja huolehtii, että rakennukselle laaditaan käyttö- ja huolto-ohje, joka koskee myös korjaus- ja muutostöitä sekä virallisesti rakennusluvan alaisia hankkeita.

Käyttö- ja huolto-ohjeen tulee sisältää laitteiden suunnittelun käyttöiän. Rakennustyön loppukatselmusta ei voi suorittaa, mikäli ohje ei ole riittävässä laajuudessa valmis ja toimitettavissa tilaajalle. Yleensä LVI-urakoitsija joutuu täyttämään ohjeen hankkeeseen hankittujen laitteiden mukaisesti.

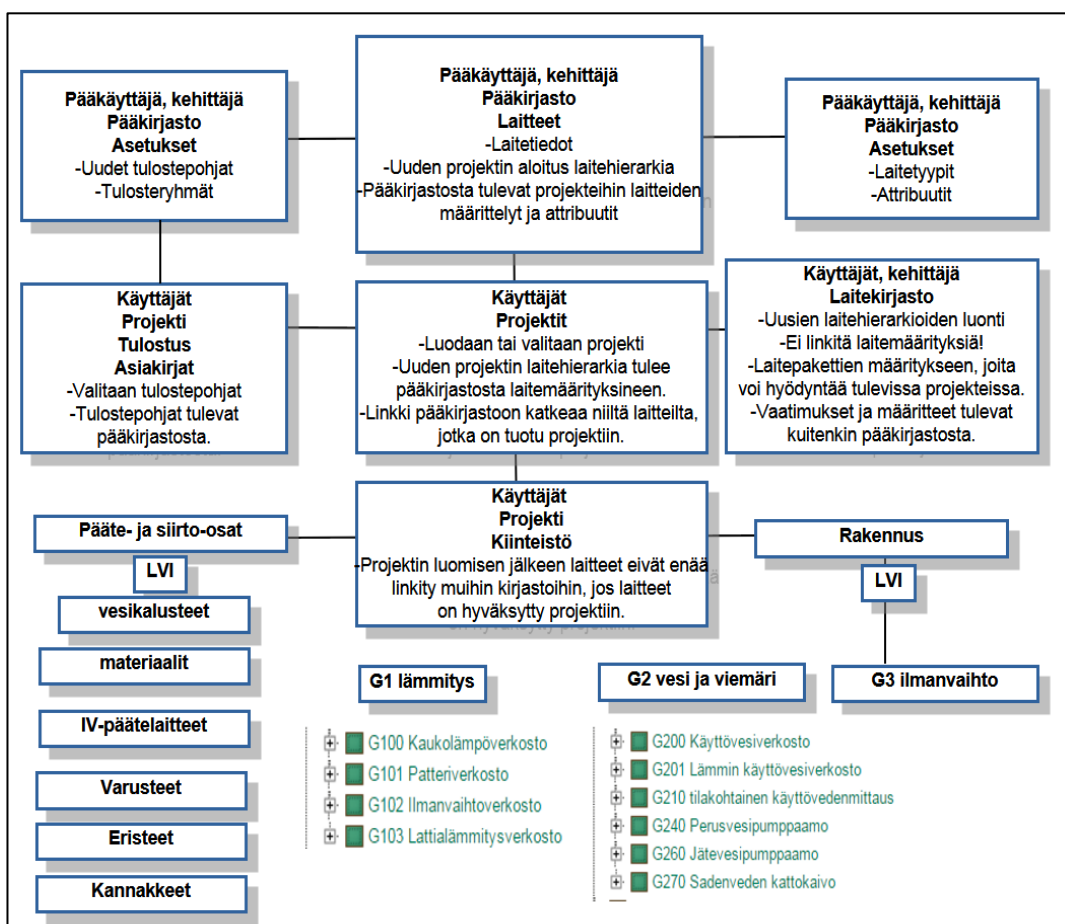
LVI-suunnittelijan on hyvä kerätä suunnitelmissa esitetyistä laitteista valmiiksi käyttö- ja huolto-ohjeet, ja olisi hyvä niihin myös tutustua, jotta mahdolliset käyttöturvallisuuteen liittyvät asiat tulee huomioitua sekä voidaan todeta, vastaako laite niitä ominaisuuksia,

mitä LVI-suunnittelija on suunnitelmia tehdessään ajatellut. LVI-suunnittelijan on hyvä käydä läpi, A4 (2000) Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje, määräykset ja ohjeet. RakMK.

#### 4 Granlund designer (GD) -ohjelmiston toiminnan kuvaus

Kohdassa (1.5, s. 8–9) esitettiin alustavasti, mikä on GD-ohjelmisto ja mihin sitä käytetään. Seuraavassa on esitetty tarkemmin GD-ohjelmiston käyttöön ja toimintaperiaatteisiin liittyviä asioita.

Kuvassa 22 on esitetty GD-ohjelmiston toiminnallinen kuvaus käyttäjän kannalta katsotuna. Kohdat G1 ja G2 saatiin riittävän valmiiksi, kunnes todettiin, että spesifikaatiot on määritelty liian laajoiksi ja kuitenkin osin puutteellisia, joten kehittäminen keskeytettiin, kunnes oli selvitetty spesifikaatioiden riittävä taso.



Kuva 22. GD-ohjelmiston toiminnallinen kuvaus.

Granlund Designer -ohjelmisto on periaatteessa jo käyttöönotettavissa, mutta opinnäytetyön avulla haluttiin selvittää spesifikaatioiden riittävät määrittelyt, joilla voidaan GD-ohjelmisto ottaa käyttöön tehokkaasti. Tämä takaa sen, että GD-laiteluetteloa tehdessä ovat vähimmäisvaatimukset esitetty. Vaikka laitetta koskisi muitakin vaatimuksia, niitä voidaan lisätä projektikohtaisesti. Mikäli ne jäävät lisäämättä, niin GD-laiteluettelossa on kuitenkin riittävällä tasolla esitetty vaatimukset laitteita koskien. Laadullinen taso kasvaa, mitä tarkemmin ovat laitteet määritetty, mutta on käytännöllisempää esittää vähimmäisvaatimukset lyhyesti pääkirjastossa.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli valmistella GD-ohjelmisto käyttöönotettavaksi, jotta käyttäjillä ei menisi turhan kauan GD-ohjelmiston käytön opetteluun ja sieltä saatavat tulosteet, laitteiden spesifikaatiot ja oletusarvot olisivat helposti käytettävissä. Oheisessa esityksessä on esimerkkejä GD-ohjelmiston kehittämisestä ja käytöstä. Esitys on tarkoitettu niille, jotka aikovat ottaa GD-ohjelmiston käyttöön tai tutustua siihen.

#### 4.1 Pääkirjasto

Pääkirjasto toimii koko GD-ohjelmiston päätietokantana uusille projekteille ja uusille laitteille, jotka voidaan ottaa käyttöön uudessa projektissa, pääkirjastoa ylläpitää pääkäyttäjä. Liitteessä 1 on kuvin esitetty, mitä pääkirjasto sisältää pääosin. Pääkirjasto kuuluu kirjastoprojekteihin. Pääkirjaston kehittäminen on tämän opinnäytetyön päätavoitteista.

*Asetukset-hakemiston* kautta löytyvät attribuutit, laitetypit, tulostepohjat, tulosteryhmät, vaihda projektia ja vaihda tekniikan alaa pikavalinnat.

*Laitetyypit-perusnimikkeistö* on laitteiden spesifikaatioiden ja attribuuttien määrittelyyn tarkoitettu osa. Laitetyyppien määrittelyyn päästään asetuksien kautta. Laitetyyppejä voivat olla yksittäiset laitteet tai laitekokoontana, kuten LJK lämmönjakokeskus.

*Laitetiedot-lehti tulee käyttöön* uusia projekteja perustettaessa. Laitetiedot-puu tulisi olla mahdollisimman sopiva useimpiin kohteisiin, joten se on syytä tehdä lyhyeksi ja mahdollisimman selkeäksi. Siihen ei ole syytä ottaa kuin peruslaitteet, joille on määritelty kattavat spesifikaatiot, koska niitä ei voi enää päivittää projektissa pääkirjaston kautta. Kun kiinteistön on otettu laite käyttöön, sen linkki pääkirjastoon katkeaa.

*Tulostepohjat-lehteä* käytetään tulosteiden määrittelyyn. Tulosteita voidaan tehdä eri tyyppisiä, kuten pumppuluettelo, moottoriventtiililuettelo ja sähkölaiteluettelo. Pienissä kohteissa käytetään vain laiteluettelo, jossa on kaikki laitteet määriteltä. Isommissa kohteissa ne jaotellaan useampaan luettelotyyppiin hankintoja varten. Tulosteet tulostuvat vain projektit eli käyttäjätasolla, niitä ei voi tulostaa pääkirjastossa tai laitekirjastossa. Tuloste on Excel-muodossa, ja se voidaan nopeasti kääntää PDF-muotoon vie-komennolla, kun on valittuna kaikki Excel-lehdet.

#### 4.2 Laitekirjasto

Laitekirjasto on tarkoitettu vain erityyppisten laitekoonpanojen tekemiseen tai sellaisten hankkeiden laitekoonpanoihin, joissa on käytössä erityyppinen laitekoodijärjestelmä kuin pääkirjaston hakemistossa. Laitekirjastosta voidaan tuoda uusiin projekteihin soveltuva laitekoonpano tai koko projektihakemisto, riippuen hankkeesta. Laitekirjaston käyttöliittymä on aivan samanlainen kuin pääkirjaston. Liitteessä 2 on kuvin esitetty lyhyesti laitekirjastoa.

Laitekirjaston kehittäminen ei kuulu opinnäytetyön sisältöön varsinaisesti. Laitekirjasto tulisi kehittää tarpeen mukaiseksi, jolloin sieltä on saatavilla erilaisia laitekoonpanoja nopeasti. Laitekirjastossa ei määritellä laitteiden attribuutteja tai spesifikaatioita. Ne tulevat aina pääkirjastosta, mikäli vastaavaa laitetta ei ole jo kiinteistöön määriteltä, kun uusi projekti on perustettu. Esimerkiksi jos uudessa projektissa on jo FV-moottoriventtiili valmiina ja sinne haetaan laitekoonpano, joka sisältää myös FV-moottoriventtiin, määräytyvät spesifikaatiot projektin mukaan. Mikäli FV-moottoriventtiiliä ei olisi, määräytyvät spesifikaatiot pääkirjaston mukaan.

#### 4.3 Projektit eli käyttäjätason kuvaus

Projektit-sivu aukeaa kirjautumisen jälkeen. Projektit-sivulla valitaan projekti tai luodaan uusi projekti, jonka alustava hakemisto tulee pääkirjastosta. Käyttöliittymä käyttäjätasolla on vastaava kuin pääkirjastossa, ja kaikki toiminnot ovat vastaavia. Projektit-tasolla tehdyt muokkaukset laitteiden spesifikaatioihin eivät kopioidu muihin projekteihin, vaan ne

tulevat edelleen pääkirjastossa, kun halutaan tuoda toisesta projektista toiseen laitetietoja. Mikäli projektitasolla luodaan uusi laite ja se halutaan kopioida toiseen projektiin, joudutaan se ensin hyväksymään pääkirjastossa.

Käyttäjät toimivat projekteissa laitetiedot-tasolla ja hakevat laitetyypeistä uusia laitteita projektiin sekä lisäävät tulosteita projektiin. Liitteessä 3 on kuvattu projektitasoa käyttäjän kannalta katsottuna. Hakemisto on uuden projektin hakemisto, joka tulee, kun uusi projekti perustetaan.

Hakemistossa liikutaan +-merkkiä painamalla, jolloin aukeaa alempi taso. Hiiren oikealla painikkeella saadaan muokkaus-valikko näkyviin ja sieltä voidaan lisätä laitteita. Laitteita voidaan tuoda toisesta kiinteistöstä tai laitekirjastosta (ks. liite 2). Pääkirjastosta ei voi tuoda mitään. Pääkirjastosta tulevat lisätyt laitteet ja uuden projektin hakemisto.

Tulosteet tehdään tulostusvalikon kautta. Uudessa projektissa ei ole tulostettavia asiakirjoja vaan ne joudutaan lisäämään (ks. liite 3). Tulosteessa on pääsivu, yleiset vaatimukset, laitetyyppivaatimukset ja varsinainen laiteluettelo.

## 5 Granlund Designer -ohjelmiston käyttöönoton vaiheistus

Granlund Designer -ohjelmisto olisi tarkoitus ottaa Maaskolan käyttöön koko yritystä koskien, mutta päivämäärää ei ole sovittu. Ohessa on ehdotus käyttöönoton vaiheistuksesta.

1. Käyttö-ohjeiden ja pääkirjaston esittely johtoryhmälle ja mahdolliset korjaukset saatujen kommenttien perusteella
2. Ohjelmiston esittely koko henkilökunnalle ja selvitys siitä, miksi GD käyttöönotetaan, mitkä ovat ohjelmiston hyvät ja huonot puolet
3. Käyttökoulutusta LVI-suunnittelijoille ja projektipäälliköille
4. Ohjelmiston käyttöönotto ohjatusti yksinkertaisissa kohteissa, joissa on aikaa varattu riittävästi, ei sovellu kiireellisiin kohteisiin aluksi
5. Ohjelmiston käyttökokemusten perusteella tehtävät parannukset pääkirjastoon ja ohjeisiin
6. Yleisesti käytetyn LVI-selostuspohjan valinta ja tämän päivittäminen opinnäytetyössä esitettyjen johtopäätösten perusteella
7. Uuden LVI-selostuspohjan esittely ja mahdollisten kommenttien perusteella tapahtuvat korjaukset selostuspohjaan
8. Sähkösuunnittelijoiden opastus GD-ohjelmiston käyttöön
9. Ohjelmiston käyttöönotto muissa soveltuvissa kohteissa
10. Pääkäyttäjän nimeäminen jatkokehitystä varten.

## 6 Yhteenveto

Tutkimustyön päätarkoituksena oli käydä läpi LVI-suunnitteluprosessia käytännön työelämässä havaittujen asioiden sekä rakentamismääräyksien ja yleisien laatuvaatimusten välisessä yhteensovituksessa. Koskien yleisesti koko LVI-suunnitteluprosessia ja tarkennettuna laitteiden spesifikaatioiden riittävää tasoa GD-laiteluetteloissa ja LVI-selostuksissa.

Tarkoituksena oli hakea laitteiden spesifikaatioiden tasot, jotka ovat riittäviä, mutta mahdollisimman lyhyitä määrittelemään laitteiden vähimmäisvaatimukset.

Tutkimustyö aloitettiin Granlund Designer-ohjelmistoon perehtymisellä, ohjelmisto vaikutti aluksi melko hankalalta käyttää, kun varsinaista perehdytystä ei ollut aluksi saatavilla.

Seuraavaksi aloitettiin pääkirjaston kehittäminen ja pohjana käytettiin RYL 2002 -pohjaisia LVI-selostuksia, jotka osoittautuivat epäkäytännölliseksi tavaksi täydentää laitteiden spesifikaatioita, koska GD-ohjelmaan syötetyt laitetyyppikohtaiset vaatimukset tulisi olla mahdollisimman yleispäteviä ja lyhyitä. Riittäväksi todettiin yleisinä vaatimuksina: CE-merkintä, RYL 2002, kaukolämmön määräykset K1/2003, RakMK. Erityisvaatimukset on hyvä liittää laitteiden GD-laiteluettelon huomautukset-kohtaan, mikäli halutaan joitakin laitteen erityispiirteitä korostaa.

Tutkimus kohdistettiin seuraavaksi SFS-standardeihin, rakentamismääräyksiin ja muihin työssä esitettyihin vaatimuksiin, ohjeisiin ja määräyksiin. Mitä pidemmälle määräyksiä ja vaatimuksia tutkittiin, sitä selvemäksi tuli, että spesifikaatioiden tulisi olla lyhyitä ja määräykset täyttäviä, mutta kaikki turha teksti tulisi jättää pois.

Tämä helpottaa tilaajia, suunnittelijoita, urakoitsijoita ja laitetoimittajia, kun selostuksissa ja laiteluetteloissa on selkeästi ja lyhyesti määritelty laitteiden spesifikaatiot ilman epäselviä tai jopa harhaanjohtavia määritelmiä. LVI-suunnittelijakin voi tämän perusteella olla melko varma, että hankkeen LVI-tekniikka toimii kuten pitää, mikäli ei toimi, niin syiden etsiminen voi osoittautua hyvin helpoksi toimenpiteeksi, jos LVI-suunnitelmat toteutetaan riittävän oikein tehdyiksi.



Opinnäytetyö oli haastava kokonaisuus, vaikka se onkin sisällöltään arkipäiväinen alan ammattilaisille. Toisaalta tarkoituksena oli käydä arkipäiväisiä aiheita läpi, koska niitä harvemmin ehditään kunnolla käymään suunnittelutyön aikana läpi ja luetella lähdeaineistoja, joiden avulla voi eri suunnitteluprosessin vaiheissa varmistaa, että LVI-suunnittelussa on riittävästi huomioitu lähdeaineistot, jotka auttavat LVI-suunnittelijaa paremmin varmistamaan LVI-suunnitelmien laatutason koskien GD-laiteluetteloita, LVI-selostuksia ja LVI-suunnitteluprosessia yleisesti.

Aluksi Granlund Designer -ohjelmiston pääkirjaston kehittämistä lähdettiin tarkastelemaan siltä kantilta, mitä spesifikaatioita pääkirjastoon tulee lisätä ja huomattiin, että sivumäärät kasvoivat huomattavasti. Opinnäytetyön aikaiset tarkastelut taas osoittivat, että spesifikaatiot tulisi määritellä lyhyesti. kuitenkin projektikohtaisesti vaatimukset ja määräykset on varmennettava hankkeen mukaisesti.

Opinnäytetyön päätavoitteena oli helpottaa LVI-suunnitteluprosessia tekevän LVI-suunnittelijan ja projektipäällikön tehtäviä, koskien Granlund Designer -ohjelmiston käyttöä sekä LVI-selostuksien tekemistä mahdollisimman lyhyeksi, täyttäen riittävät määräykset ja vaatimukset.

Työn tilaajan päätavoitteena oli Granlund designer -ohjelmiston käyttöönotto ja ohjeistus, johon opinnäytetyön kirjallinen osuus toimii tutkimusraporttina aiheesta ja siihen välillisesti liittyvistä asioista. Käyttöönoton valmistelu on opinnäytetyön aikana viety riittävän pitkälle ja se viimeistellään opinnäytetyön kirjallisen osuuden jälkeen.

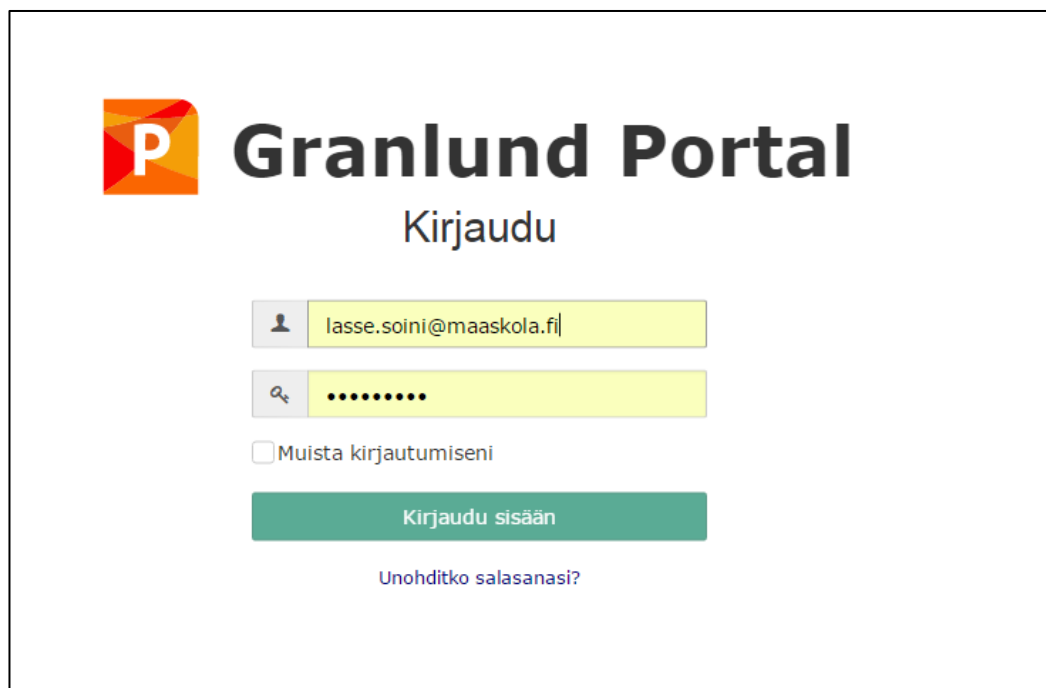
Alustavia käyttöohjeita on tehty opinnäytetyön aikana ja toimitettu tilaajalle. Varsinaiset käyttöohjeet tehdään opinnäytetyön kirjallisen osuuden jälkeen, koskien eri käyttäjäta-soille suunnattua käyttöohjeistusta, jolloin käyttöohjeita tulee pääkäyttäjille, laitekirjaston kehittäjille, projektipäälliköille ja peruskäyttäjille. Varsinaiset käyttöohjeet ovat laajuutensa ja osittain yrityssalaisuuden vuoksi siirretty tämän kirjallisen osuuden ulkopuolelle, koska sivumäärällinen arvio on 50–100 sivua ohjeita ja ne ovat yrityskohtaisia.

## Lähteet

- 1 Insinööritoimisto Leo Maaskola Oy. 2017. Verkkodokumentti.  
<<http://www.maaskola.fi/>>. Luettu 17.04.2017.
- 2 Granlund designer-ohjelmiston esittely. 2017. Verkkodokumentti.  
<<http://www.granlunddesigner.fi/>>. Luettu 17.04.2017.
- 3 Granlund Designer tuki. 2017. Verkkodokumentti. Granlund Portal.  
<<http://www.granlunddesigner.fi/tuki/portal/>>. Luettu 17.04.2017.
- 4 RT 10-11129. Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE12. 2013.  
Rakennustietokauppa.  
<<https://www.rakennustietokauppa.fi/rt-10-11129-taloteknisen-suunnittelun-tehtavaluettelo-tate12/108884/dp>>.
- 5 Konsulttitoiminnan vastuuvakuutus. 2017. Pohjola pankki Oyj. Verkkodokumentti.  
<<https://www.pohjola.fi/pohjola/yritys--ja-yhteisoasiakkaat/vakuutukset/vakuutustuotteet/toiminnan-vakuutukset/konsulttitoiminnan-vastuuvakuutus?cid=330802586&srcpl=3>>. Luettu 17.04.2017.
- 6 CE-merkintä. 2017. Verkkodokumentti. Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry.  
<[https://www.sfs.fi/julkaisut\\_ja\\_palvelut/standardi\\_tutuksi/ce-merkinta](https://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/standardi_tutuksi/ce-merkinta)>. Luettu 17.04.2017.
- 7 SFS-EN 15650. Palonrajoittimet. 2010. SFS-kauppa.  
<<https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CEN/ID2/1/296123.html.stx>>.
- 8 Näin luet SFS-standardia. 2017. Verkkodokumentti. Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry.  
<[https://www.sfs.fi/julkaisut\\_ja\\_palvelut/standardi\\_tutuksi/nain\\_luet\\_standardia](https://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/standardi_tutuksi/nain_luet_standardia)>. Luettu 17.04.2017.
- 9 SFS-opas 4, Kansallisen SFS-standardin laadinta ja rakenne. 2016.  
Verkkodokumentti. Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry.  
<[https://www.sfs.fi/files/3855/SFS-OPAS\\_4.pdf](https://www.sfs.fi/files/3855/SFS-OPAS_4.pdf)>.
- 10 Talotekniikka RYL 2002, osa 1 , Talotekniikan rakentamisen yleiset vaatimukset. 2002. LVI-Net. Rakennustieto.  
<<https://www.rakennustieto.fi/kortistot/lvi/kortit/10355>>.

- 11 Julkaisu K1/2013, rakennusten kaukolämmitys, määräykset ja ohjeet. 2014. Verkkodokumentti. Energiateollisuus ry.  
<[http://energia.fi/ajankohtaista\\_ja\\_materiaalipankki/materiaalipankki/julkaisu\\_k1\\_2013\\_rakennusten\\_kaukolammitys\\_maaraykset\\_ja\\_ohjeet\\_paivitetty\\_9.5.2014.html](http://energia.fi/ajankohtaista_ja_materiaalipankki/materiaalipankki/julkaisu_k1_2013_rakennusten_kaukolammitys_maaraykset_ja_ohjeet_paivitetty_9.5.2014.html)>.
- 12 Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2017. Ympäristöministeriö. Verkkodokumentti. Luettu 17.04.2017.  
<<http://www.ymparisto.fi/rakentamismaaraykset>>. Luettu 17.04.2017.
- 13 Järvinen Timo. 2017. BIM-manager. Insinööritoimisto Olof Granlund Oy. Haastattelut ja keskustelut. 2016–2017.

## Liite 1. Pääkirjaston kuvaus



**Granlund Portal**  
Kirjautu

Muista kirjautumiseni

**Kirjautu sisään**

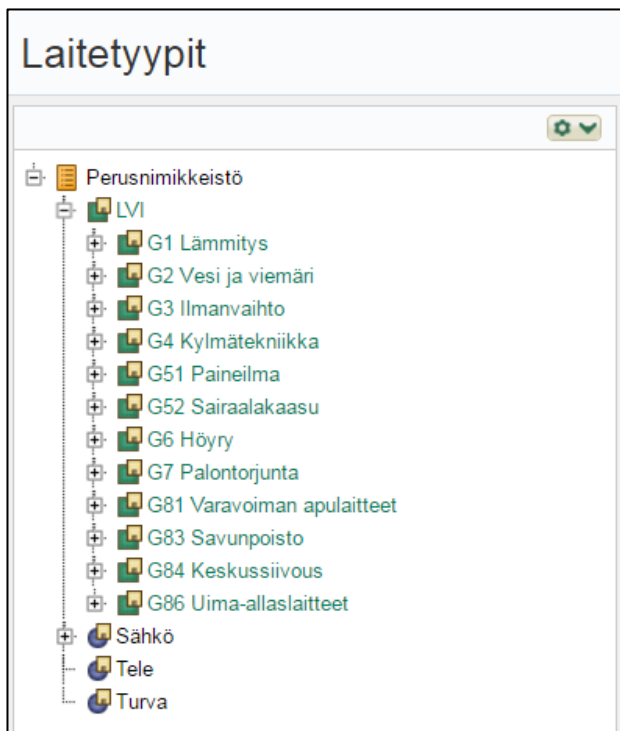
[Unohditko salasanasasi?](#)

Kirjautumissivusto.

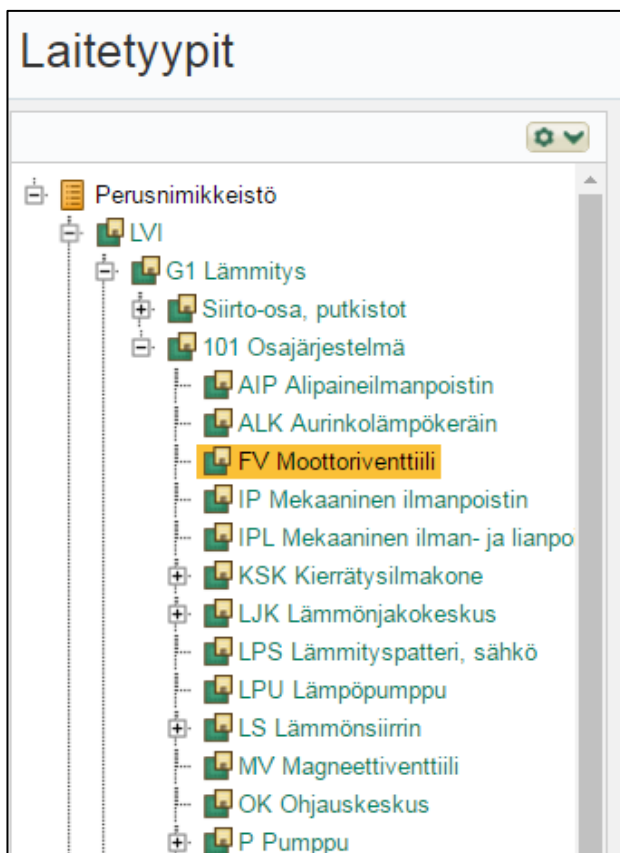
| Projektit                        |                  |               |                |                  |
|----------------------------------|------------------|---------------|----------------|------------------|
| <a href="#">+ Lisää projekti</a> |                  |               |                |                  |
| Kiinteistönnumero                | Projektinumero   | Tekniikanalat | Projektin nimi |                  |
| >                                | Laitekirjasto    | Lib           | LVI, SÄH       | Laitekirjasto    |
| >                                | Pääkirjasto      | Base          | LVI, SÄH       | Pääkirjasto      |
| >                                | Valaisinkirjasto | Lib           | SÄH            | Valaisinkirjasto |

« 1 » 200 riviä sivulla

Valitaan kirjastotyyppi nuoli-kohdasta ja sen jälkeen muokkaa.



Laitetyyppien pääotsikot.



Laitetyyppiä pääotsikon alla.

**Muokkaa laitetyyppiä**

1.1 Perustiedot \*  
1.2 Hierarkia  
2.1 Laitetyypin attribuutit  
2.2 Käyttötavat ja attribuutit  
2.3 Tulosteiden attribuutit  
2.4 Vaatimukset

**FV Moottoriventtiili**  
Laitetyypin memo-attribuutti: Huomautukset

Laitetyypin attribuutit  
Näkövalinnat: Näytä vain aktiiviset

| Nimi                                  | Yksikkö   |
|---------------------------------------|-----------|
| ▶ Abc Toimittaa                       | ✓ (A)     |
| ▶ Abc Asentaa                         | ✓ (A)     |
| ▶ Abc Käyttötarkoitus                 | (A)       |
| ▶ Abc Sijainti                        | (A)       |
| ▶ Abc Tyyppi                          | ✓ (A)     |
| ▶ 123 Höyrymäärä                      | kg/s (A)  |
| ▶ Abc Neste                           | ✓ (A)     |
| ▶ 123 Nestevirta                      | dm³/s (A) |
| ▶ 123 Nimelliskoko                    | DN ✓ (A)  |
| ▶ 123 Ensiöpaine (ennen moottorive... | bar (A)   |
| ▶ 123 Painehäviö                      | kPa (A)   |
| ▶ 123 Kv-arvo                         | ✓ (A)     |
| ▶ 123 Sallittu vuotoprosentti         | % (A)     |
| ▶ Abc säätösuhde vähintään            | ✓ (A)     |
| ▶ Abc Materiaali                      | ✓ (A)     |
| ▶ Abc Liitostavat                     | ✓ (A)     |
| ▶ 123 Toimilaitteen jännite           | V (A)     |
| ▶ Abc Kaapeli                         | (A)       |

Kaikki attribuutit  
Lisää... Näytä valitulta tekniikanalalta

| Nimi  | Yksikkö |
|---|---------|
| ▶ Abc 1.kaasu                               |         |
| ▶ Abc 2. kaasu                              |         |
| ▶ Abc 3. kaasu                              |         |
| ▶ Abc 4. kaasu                              |         |
| ▶ Abc 5. kaasu                              |         |
| ▶ 123 Akkujen kapasiteetti                  | Ah      |
| ▶ Abc Akseili                               |         |
| ▶ 123 Alennettu paine                       | kPa     |
| ▶ Abc Alennettun paineen säätöalue          | kPa     |
| ▶ 123 Alkupainehäviö                        | kPa     |
| ▶ 123 Alkupainehäviö, max                   | Pa      |
| ▶ Abc Asentaa                               |         |
| ▶ 123 Avautumispain                         | kPa     |
| ▶ 123 Ensiöpaine                            | kPa     |
| ▶ 123 Ensiöpaine (ennen moottoriventtiiliä) | bar     |
| ▶ 123 Ensiöpiiri, höyrymäärä                | kg/s    |
| ▶ Abc Ensiöpiiri, materiaali                |         |
| ▶ Abc Ensiöpiiri, neste                     |         |

\* Pakollinen valinta

Edellinen Seuraava Valmis Peruuta

Laitetyyppien muokkaus lehti, jossa määritellään laitteen spesifikaatiot.

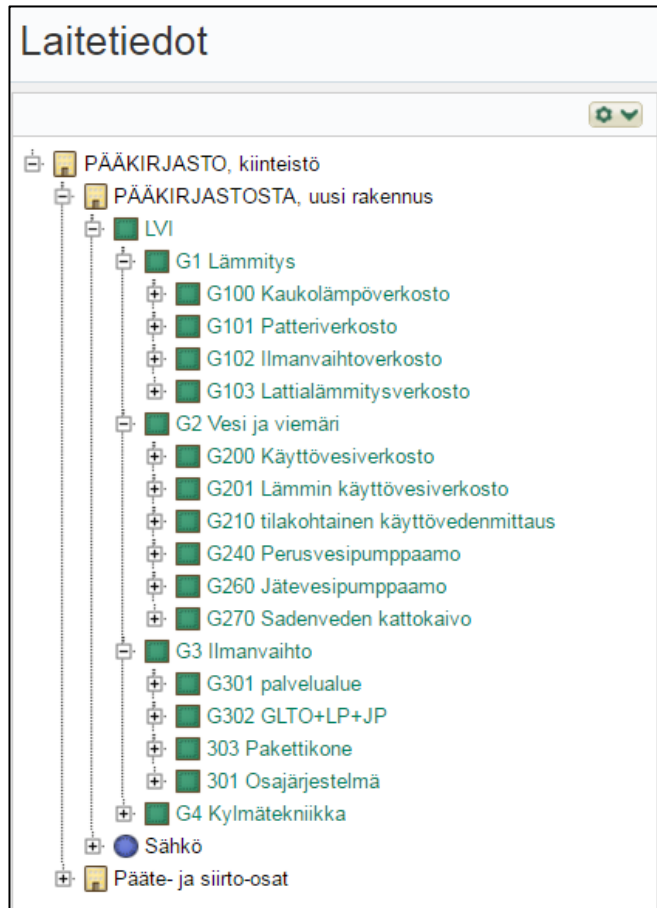
**Attribuutit**

**i** Attribuutit ovat yhteisiä kaikille kiinteistöille. Niiden muokkaus ja poisto onnistuu vain pääkirjaston kautta.

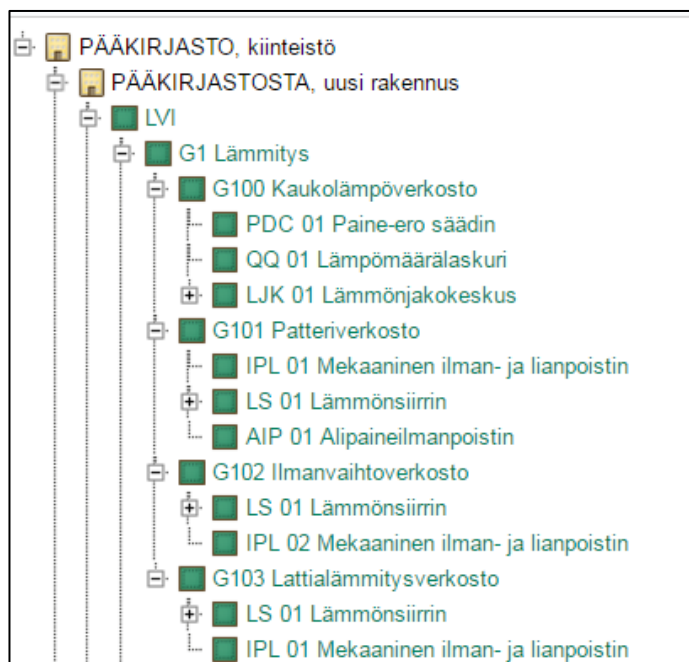
+ Lisää

| Nimi ▲  | Yksikkö |
|---|---------|
| ▶ Ilma sisään, entalpia                           | kJ/kg   |
| ▶ Ilma sisään, LTO:n mitoitusulkolämpötilassa     | °C      |
| ▶ Ilma sisään, lämpötila                          | °C      |
| ▶ Ilma sisään, suhteellinen kosteus               | %       |
| ▶ Ilma sisään, tuloilman mitoitusulkolämpötilassa | °C      |
| ▶ Ilma sisään, vesisisältö                        | g/kg    |
| ▶ Ilma ulos, entalpia                             | kJ/kg   |
| ▶ Ilma ulos, LTO:n mitoitusulkolämpötilassa       | °C      |
| ▶ Ilma ulos, lämpötila                            | °C      |
| ▶ Ilma ulos, suhteellinen kosteus                 | %       |
| ▶ Ilma ulos, tuloilman mitoitusulkolämpötilassa   | °C      |
| ▶ Ilma ulos, vesisisältö                          | g/kg    |
| ▶ Ilmaisryhmien lukumäärä                         | kpl     |
| ▶ Ilmamäärä, kostea                               | m³/s    |
| ▶ Ilmamäärä, kuiva                                | m³/s    |
| ▶ Ilmavirta                                       | m³/s    |

Attribuutit lehti, jossa voidaan luoda uusia attribuutteja.



Laitetiedot hakemisto on uuden projektin hakemisto.



G1 lämmitys järjestelmän sisältö.

## Tulostepohjat

[+ Lisää](#)

| Nimi ▲   | Tyyppi                      |
|--|-----------------------------|
| > 1. Laiteluettelo, kaikki laitteet                          | Perustuloste                |
| > 2. Pumppuettelo  | Perustuloste                |
| > 3. Moottoriventtiililuettelo                               | Perustuloste                |
| > 4. Sähkölaiteluettelo                                      | Perustuloste                |
| > 5. IV-päätelaiteluettelo                                   | Perustuloste                |
| > 6. Vesikalusteluettelo                                     | Perustuloste                |
| > 7. IV-siirto-osaluettelo, älä käytä                        | Perustuloste                |
| > 8. Putkistojen siirto-osaluettelo, älä käytä               | Perustuloste                |
| > 9. Ulkopuoliset kaivot, älä käytä                          | Perustuloste                |
| > 99. Laiteluettelo,, vaakatuloste, älä käytä, voi testata.. | Matriisituloste (A4, vaaka) |
| > Laiteluettelo, ei pumppuja                                 | Perustuloste                |

50 riviä sivulla

Erilaisia tulostepohjia, osa on vielä kesken.

### Perustulostepohjan määrittelyt

Perustiedot

**Yleiset vaatimukset**

Attribuuttien valinta

**Yleiset vaatimukset**

**B I U** Erikoismerkki ▼

**Yleistä**  
LVI -laiteluettelo, RAU -kytkentäkaavoita, Sähkölaiteluettelo ja LVI -selostusta käytetään yhdessä määrittelemään kohteen laitevaatimukset, määräykset ja laitteiden tyyppiikohtaiset vaatimukset.

**G0 LVI-järjestelmien yhteiset laatuvaatimukset**  
Tämän osan G0 LVI-järjestelmien yhteiset laatuvaatimukset koskevat kaikkia pääosan G LVI-järjestelmät muita osia ja tarvittaessa myös osia J7 Automaatiojärjestelmät.

Laiteluetteloon sisällytetyt laitteet tuovat mukanaan vastaavien Talotekniikka RYL 2002 kohtien vaatimukset materiaalien, laitteiden, tilavarausten, asennuksen, huollon yms. tämän hankkeen LVI-tekniisten hankintojen ja -töiden osalta.

**Sähkölaitteet**  
LVI-tuotteiden sähkölaitteet ja -tarvikkeet ovat nimellisjännitteeltään yleensä enintään 400/230 V, 50 Hz ja niiden on sovellettava TN-S- johdinjärjestelmään.

Sähkölaitteiden, -keskusten ja -tarvikkeiden kotelointiluokan on oltava käyttöpaikan tilaluokan mukainen ja niiden pintakäsittelyn sen kestävyysluokan mukainen. Sähkötarvikkeiden on täytettävä kyseistä laitetta tai tuotetta koskevien standardien vaatimukset.

LVI-urakoissa toimitetuissa sähkölaitteissa ja sähkökeskuksissa on oltava mukana, EU-, EMC- ja SFS-standardien ja määräysten mukainen vaatimustenmukaisuusvakuutus. Työmaalla tehdyille LVI-töihin kuuluville sähköasennuksille on tehtävä käyttöönotto tarkastus ja puolueetoman osapuolen tekemä varmennustarkastus. Nämä tarkastukset sisältyvät ao. töihin.

Sähkösäätöjärjestelmien hyötysuhde ilmoitetaan standardin IEC 60034-30 mukaisesti määriteltynä. Sähkösäätöjärjestelmien on käytettävä aina EC-moottoria, jos käyttö tarkoitukseen on sellainen saatavissa.

Muussa tapauksessa käytetään IE3 hyötysuhdeluokan moottoria.

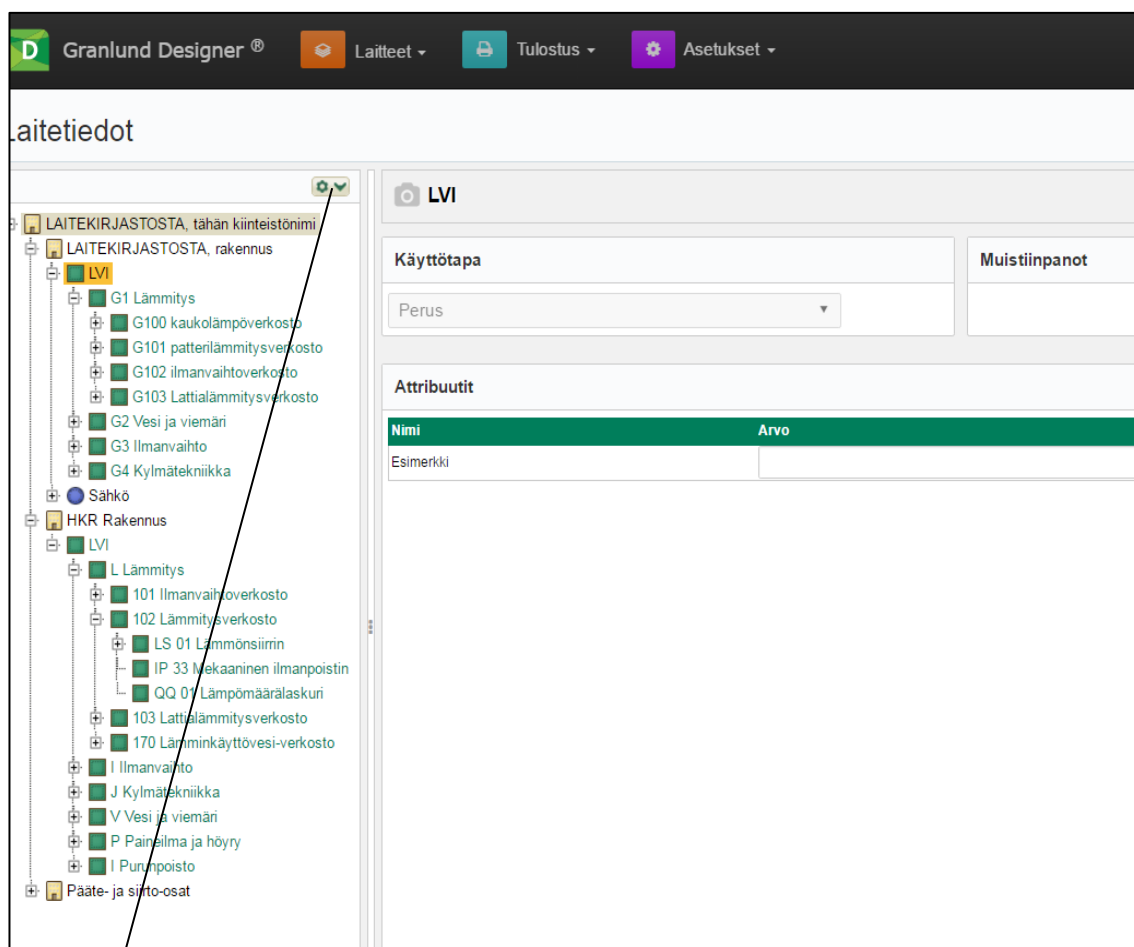
IE2 hyötysuhdeluokan moottori hyväksytään ainoastaan, mikäli EC tai IE3 moottoreita ei ko. käyttökohtaan ole saatavissa.

Edellinen Seuraava Valmis Peruuta

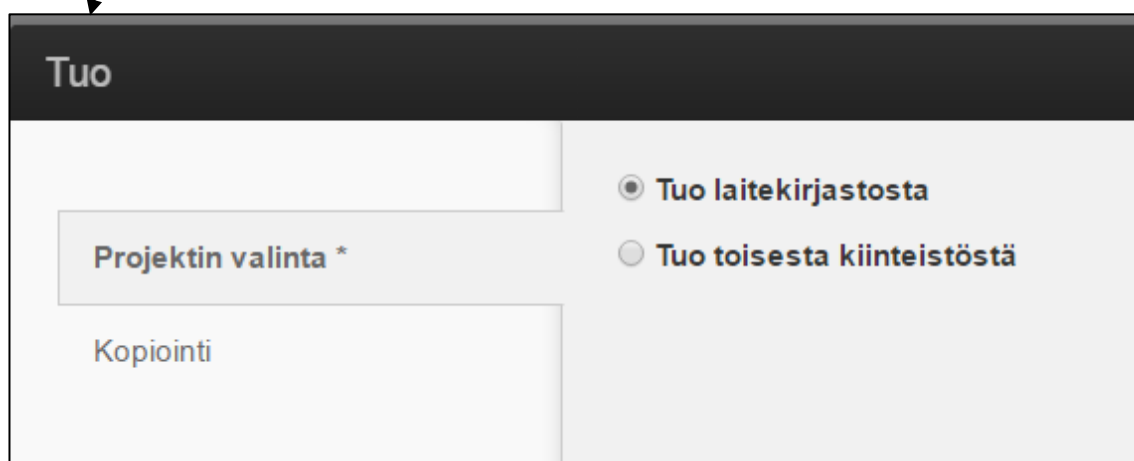
Tulosteen määrittely lehti, valittuna yleiset vaatimukset sivu.



## Liite 2. Laitekirjaston kuvaus



Laitekirjaston käyttöliittymä.



Tuo-valinta lehti. Projekteihin voidaan tuoda laitteita tai hakemistoja.

### Liite 3. Projektit kuvaus

| Projektit        |                |               |                             |
|------------------|----------------|---------------|-----------------------------|
| + Lisää projekti |                |               |                             |
| Kiinteistönumero | Projektinumero | Tekniikanalat | Projektin nimi              |
| > 15103          | 000            | LVI           | Jätkäsaaren peruskoulu      |
| > harj42         | 000            | LVI           | Testit                      |
| > harj42         | 001            | LVI           | Testit                      |
| > harj43         | 000            | LVI           | HKR testi                   |
| > Maaskola       | 001            | LVI           | Koulutusprojekti            |
| > pääprojekti    | lisäprojekti   | LVI           | Projektihojeistus, huom. ki |

1 200 riviä sivulla

Projektien valinta sivu. Voidaan lisätä tai valita projekti.

| Laitetiedot  |   |                     |        |                     |  |                    |  |  |  |      |      |          |  |                 |  |  |  |                   |  |  |  |           |    |  |  |                   |            |  |  |                          |    |     |  |                        |    |    |  |                        |                    |  |  |                             |     |    |  |                              |     |      |  |                                  |    |  |  |                        |               |  |  |                    |      |  |  |                           |    |    |        |                         |    |    |     |                         |                    |  |  |                               |     |    |  |                               |     |     |  |                                   |    |  |  |                         |               |  |  |
|--|---|---------------------|--------|---------------------|--|--------------------|--|--|--|------|------|----------|--|-----------------|--|--|--|-------------------|--|--|--|-----------|----|--|--|-------------------|------------|--|--|--------------------------|----|-----|--|------------------------|----|----|--|------------------------|--------------------|--|--|-----------------------------|-----|----|--|------------------------------|-----|------|--|----------------------------------|----|--|--|------------------------|---------------|--|--|--------------------|------|--|--|---------------------------|----|----|--------|-------------------------|----|----|-----|-------------------------|--------------------|--|--|-------------------------------|-----|----|--|-------------------------------|-----|-----|--|-----------------------------------|----|--|--|-------------------------|---------------|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Kiinteistö           <ul style="list-style-type: none"> <li>PAÄKIRJASTOSTA, uusi rakennus               <ul style="list-style-type: none"> <li>LVI                   <ul style="list-style-type: none"> <li>G1 Lämmitys                       <ul style="list-style-type: none"> <li>G100 Kaukolämpöverkosto</li> <li>G101 Patteriverkosto                           <ul style="list-style-type: none"> <li>IPL 01 Mekaaninen ilman- ja lii                               <ul style="list-style-type: none"> <li>LS 01 Lämmönsiirrin</li> <li>FV 01 Moottoriventtiili</li> <li>P 01 Pumppu</li> <li>P 02 Pumppu</li> <li>VV 01 Varoventtiili</li> <li>PS 01 Paisuntasäiliö</li> <li>AIP 01 Alipaineilmanpoistin</li> </ul> </li> <li>G102 Ilmanvaihtoverkosto</li> <li>G103 Lattialämmitysverkosto</li> </ul> </li> <li>G2 Vesi ja viemäri                       <ul style="list-style-type: none"> <li>G200 Käyttövesiverkosto</li> <li>G201 Lämmin käyttövesiverkosto</li> <li>G210 tilakohtainen käyttövedenmitt</li> <li>G240 Perusvesipumppaamo</li> <li>G260 Jätevesipumppaamo</li> <li>G270 Sadanveden kattokaivo</li> </ul> </li> <li>G3 Ilmanvaihto                       <ul style="list-style-type: none"> <li>G301 palvelualue</li> <li>G302 GLTO+LP+JP</li> <li>303 Pakettikone</li> <li>301 Osajärjestelmä</li> </ul> </li> <li>G4 Kylmäteknikka</li> </ul> </li> <li>Pääte- ja siirto-osat               <ul style="list-style-type: none"> <li>LVI                   <ul style="list-style-type: none"> <li>G1 Lämmitys</li> <li>G2 Vesi ja viemäri</li> <li>G3 Ilmanvaihto</li> <li>G4 Kylmäteknikka</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> </li></ul> | <h4>G101 LS 01 Lämmönsiirrin</h4> <table border="1"> <tr> <td><b>Käyttötapa</b></td> <td>Perus</td> <td><b>Huomautukset</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4"><b>Attribuutit</b></td> </tr> <tr> <th>Nimi</th> <th>Arvo</th> <th>Tarkenne</th> <th></th> </tr> <tr> <td>Käyttötarkoitus</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Malli (esimerkki)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Lämpöteho</td> <td>kW</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ensiöpiiri, neste</td> <td>Kaukolämpö</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ensiöpiiri, neste sisään</td> <td>°C</td> <td>115</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ensiöpiiri, neste ulos</td> <td>°C</td> <td>33</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ensiöpiiri, nestevirta</td> <td>dm<sup>3</sup>/s</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ensiöpiiri, painehäviö, max</td> <td>kPa</td> <td>20</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ensiöpiiri, suunnittelupaine</td> <td>kPa</td> <td>1600</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ensiöpiiri, suunnittelulämpötila</td> <td>°C</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ensiöpiiri, materiaali</td> <td>HFe(AISI 316)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Toisiopiiri, neste</td> <td>Vesi</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Toisiopiiri, neste sisään</td> <td>°C</td> <td>45</td> <td>Max 60</td> </tr> <tr> <td>Toisiopiiri, neste ulos</td> <td>°C</td> <td>30</td> <td>max</td> </tr> <tr> <td>Toisiopiiri, nestevirta</td> <td>dm<sup>3</sup>/s</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Toisiopiiri, painehäviö, max.</td> <td>kPa</td> <td>20</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Toisiopiiri, suunnittelupaine</td> <td>kPa</td> <td>600</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Toisiopiiri, suunnittelulämpötila</td> <td>°C</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Toisiopiiri, materiaali</td> <td>HFe(AISI 316)</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> | <b>Käyttötapa</b>   | Perus  | <b>Huomautukset</b> |  | <b>Attribuutit</b> |  |  |  | Nimi | Arvo | Tarkenne |  | Käyttötarkoitus |  |  |  | Malli (esimerkki) |  |  |  | Lämpöteho | kW |  |  | Ensiöpiiri, neste | Kaukolämpö |  |  | Ensiöpiiri, neste sisään | °C | 115 |  | Ensiöpiiri, neste ulos | °C | 33 |  | Ensiöpiiri, nestevirta | dm <sup>3</sup> /s |  |  | Ensiöpiiri, painehäviö, max | kPa | 20 |  | Ensiöpiiri, suunnittelupaine | kPa | 1600 |  | Ensiöpiiri, suunnittelulämpötila | °C |  |  | Ensiöpiiri, materiaali | HFe(AISI 316) |  |  | Toisiopiiri, neste | Vesi |  |  | Toisiopiiri, neste sisään | °C | 45 | Max 60 | Toisiopiiri, neste ulos | °C | 30 | max | Toisiopiiri, nestevirta | dm <sup>3</sup> /s |  |  | Toisiopiiri, painehäviö, max. | kPa | 20 |  | Toisiopiiri, suunnittelupaine | kPa | 600 |  | Toisiopiiri, suunnittelulämpötila | °C |  |  | Toisiopiiri, materiaali | HFe(AISI 316) |  |  |
| <b>Käyttötapa</b>  | Perus   | <b>Huomautukset</b> |        |                     |  |                    |  |  |  |      |      |          |  |                 |  |  |  |                   |  |  |  |           |    |  |  |                   |            |  |  |                          |    |     |  |                        |    |    |  |                        |                    |  |  |                             |     |    |  |                              |     |      |  |                                  |    |  |  |                        |               |  |  |                    |      |  |  |                           |    |    |        |                         |    |    |     |                         |                    |  |  |                               |     |    |  |                               |     |     |  |                                   |    |  |  |                         |               |  |  |
| <b>Attribuutit</b>   |   |                     |        |                     |  |                    |  |  |  |      |      |          |  |                 |  |  |  |                   |  |  |  |           |    |  |  |                   |            |  |  |                          |    |     |  |                        |    |    |  |                        |                    |  |  |                             |     |    |  |                              |     |      |  |                                  |    |  |  |                        |               |  |  |                    |      |  |  |                           |    |    |        |                         |    |    |     |                         |                    |  |  |                               |     |    |  |                               |     |     |  |                                   |    |  |  |                         |               |  |  |
| Nimi   | Arvo  | Tarkenne            |        |                     |  |                    |  |  |  |      |      |          |  |                 |  |  |  |                   |  |  |  |           |    |  |  |                   |            |  |  |                          |    |     |  |                        |    |    |  |                        |                    |  |  |                             |     |    |  |                              |     |      |  |                                  |    |  |  |                        |               |  |  |                    |      |  |  |                           |    |    |        |                         |    |    |     |                         |                    |  |  |                               |     |    |  |                               |     |     |  |                                   |    |  |  |                         |               |  |  |
| Käyttötarkoitus  |   |                     |        |                     |  |                    |  |  |  |      |      |          |  |                 |  |  |  |                   |  |  |  |           |    |  |  |                   |            |  |  |                          |    |     |  |                        |    |    |  |                        |                    |  |  |                             |     |    |  |                              |     |      |  |                                  |    |  |  |                        |               |  |  |                    |      |  |  |                           |    |    |        |                         |    |    |     |                         |                    |  |  |                               |     |    |  |                               |     |     |  |                                   |    |  |  |                         |               |  |  |
| Malli (esimerkki)  |   |                     |        |                     |  |                    |  |  |  |      |      |          |  |                 |  |  |  |                   |  |  |  |           |    |  |  |                   |            |  |  |                          |    |     |  |                        |    |    |  |                        |                    |  |  |                             |     |    |  |                              |     |      |  |                                  |    |  |  |                        |               |  |  |                    |      |  |  |                           |    |    |        |                         |    |    |     |                         |                    |  |  |                               |     |    |  |                               |     |     |  |                                   |    |  |  |                         |               |  |  |
| Lämpöteho  | kW  |                     |        |                     |  |                    |  |  |  |      |      |          |  |                 |  |  |  |                   |  |  |  |           |    |  |  |                   |            |  |  |                          |    |     |  |                        |    |    |  |                        |                    |  |  |                             |     |    |  |                              |     |      |  |                                  |    |  |  |                        |               |  |  |                    |      |  |  |                           |    |    |        |                         |    |    |     |                         |                    |  |  |                               |     |    |  |                               |     |     |  |                                   |    |  |  |                         |               |  |  |
| Ensiöpiiri, neste  | Kaukolämpö  |                     |        |                     |  |                    |  |  |  |      |      |          |  |                 |  |  |  |                   |  |  |  |           |    |  |  |                   |            |  |  |                          |    |     |  |                        |    |    |  |                        |                    |  |  |                             |     |    |  |                              |     |      |  |                                  |    |  |  |                        |               |  |  |                    |      |  |  |                           |    |    |        |                         |    |    |     |                         |                    |  |  |                               |     |    |  |                               |     |     |  |                                   |    |  |  |                         |               |  |  |
| Ensiöpiiri, neste sisään   | °C  | 115                 |        |                     |  |                    |  |  |  |      |      |          |  |                 |  |  |  |                   |  |  |  |           |    |  |  |                   |            |  |  |                          |    |     |  |                        |    |    |  |                        |                    |  |  |                             |     |    |  |                              |     |      |  |                                  |    |  |  |                        |               |  |  |                    |      |  |  |                           |    |    |        |                         |    |    |     |                         |                    |  |  |                               |     |    |  |                               |     |     |  |                                   |    |  |  |                         |               |  |  |
| Ensiöpiiri, neste ulos   | °C  | 33                  |        |                     |  |                    |  |  |  |      |      |          |  |                 |  |  |  |                   |  |  |  |           |    |  |  |                   |            |  |  |                          |    |     |  |                        |    |    |  |                        |                    |  |  |                             |     |    |  |                              |     |      |  |                                  |    |  |  |                        |               |  |  |                    |      |  |  |                           |    |    |        |                         |    |    |     |                         |                    |  |  |                               |     |    |  |                               |     |     |  |                                   |    |  |  |                         |               |  |  |
| Ensiöpiiri, nestevirta   | dm <sup>3</sup> /s  |                     |        |                     |  |                    |  |  |  |      |      |          |  |                 |  |  |  |                   |  |  |  |           |    |  |  |                   |            |  |  |                          |    |     |  |                        |    |    |  |                        |                    |  |  |                             |     |    |  |                              |     |      |  |                                  |    |  |  |                        |               |  |  |                    |      |  |  |                           |    |    |        |                         |    |    |     |                         |                    |  |  |                               |     |    |  |                               |     |     |  |                                   |    |  |  |                         |               |  |  |
| Ensiöpiiri, painehäviö, max  | kPa   | 20                  |        |                     |  |                    |  |  |  |      |      |          |  |                 |  |  |  |                   |  |  |  |           |    |  |  |                   |            |  |  |                          |    |     |  |                        |    |    |  |                        |                    |  |  |                             |     |    |  |                              |     |      |  |                                  |    |  |  |                        |               |  |  |                    |      |  |  |                           |    |    |        |                         |    |    |     |                         |                    |  |  |                               |     |    |  |                               |     |     |  |                                   |    |  |  |                         |               |  |  |
| Ensiöpiiri, suunnittelupaine   | kPa   | 1600                |        |                     |  |                    |  |  |  |      |      |          |  |                 |  |  |  |                   |  |  |  |           |    |  |  |                   |            |  |  |                          |    |     |  |                        |    |    |  |                        |                    |  |  |                             |     |    |  |                              |     |      |  |                                  |    |  |  |                        |               |  |  |                    |      |  |  |                           |    |    |        |                         |    |    |     |                         |                    |  |  |                               |     |    |  |                               |     |     |  |                                   |    |  |  |                         |               |  |  |
| Ensiöpiiri, suunnittelulämpötila   | °C  |                     |        |                     |  |                    |  |  |  |      |      |          |  |                 |  |  |  |                   |  |  |  |           |    |  |  |                   |            |  |  |                          |    |     |  |                        |    |    |  |                        |                    |  |  |                             |     |    |  |                              |     |      |  |                                  |    |  |  |                        |               |  |  |                    |      |  |  |                           |    |    |        |                         |    |    |     |                         |                    |  |  |                               |     |    |  |                               |     |     |  |                                   |    |  |  |                         |               |  |  |
| Ensiöpiiri, materiaali   | HFe(AISI 316)   |                     |        |                     |  |                    |  |  |  |      |      |          |  |                 |  |  |  |                   |  |  |  |           |    |  |  |                   |            |  |  |                          |    |     |  |                        |    |    |  |                        |                    |  |  |                             |     |    |  |                              |     |      |  |                                  |    |  |  |                        |               |  |  |                    |      |  |  |                           |    |    |        |                         |    |    |     |                         |                    |  |  |                               |     |    |  |                               |     |     |  |                                   |    |  |  |                         |               |  |  |
| Toisiopiiri, neste   | Vesi  |                     |        |                     |  |                    |  |  |  |      |      |          |  |                 |  |  |  |                   |  |  |  |           |    |  |  |                   |            |  |  |                          |    |     |  |                        |    |    |  |                        |                    |  |  |                             |     |    |  |                              |     |      |  |                                  |    |  |  |                        |               |  |  |                    |      |  |  |                           |    |    |        |                         |    |    |     |                         |                    |  |  |                               |     |    |  |                               |     |     |  |                                   |    |  |  |                         |               |  |  |
| Toisiopiiri, neste sisään  | °C  | 45                  | Max 60 |                     |  |                    |  |  |  |      |      |          |  |                 |  |  |  |                   |  |  |  |           |    |  |  |                   |            |  |  |                          |    |     |  |                        |    |    |  |                        |                    |  |  |                             |     |    |  |                              |     |      |  |                                  |    |  |  |                        |               |  |  |                    |      |  |  |                           |    |    |        |                         |    |    |     |                         |                    |  |  |                               |     |    |  |                               |     |     |  |                                   |    |  |  |                         |               |  |  |
| Toisiopiiri, neste ulos  | °C  | 30                  | max    |                     |  |                    |  |  |  |      |      |          |  |                 |  |  |  |                   |  |  |  |           |    |  |  |                   |            |  |  |                          |    |     |  |                        |    |    |  |                        |                    |  |  |                             |     |    |  |                              |     |      |  |                                  |    |  |  |                        |               |  |  |                    |      |  |  |                           |    |    |        |                         |    |    |     |                         |                    |  |  |                               |     |    |  |                               |     |     |  |                                   |    |  |  |                         |               |  |  |
| Toisiopiiri, nestevirta  | dm <sup>3</sup> /s  |                     |        |                     |  |                    |  |  |  |      |      |          |  |                 |  |  |  |                   |  |  |  |           |    |  |  |                   |            |  |  |                          |    |     |  |                        |    |    |  |                        |                    |  |  |                             |     |    |  |                              |     |      |  |                                  |    |  |  |                        |               |  |  |                    |      |  |  |                           |    |    |        |                         |    |    |     |                         |                    |  |  |                               |     |    |  |                               |     |     |  |                                   |    |  |  |                         |               |  |  |
| Toisiopiiri, painehäviö, max.  | kPa   | 20                  |        |                     |  |                    |  |  |  |      |      |          |  |                 |  |  |  |                   |  |  |  |           |    |  |  |                   |            |  |  |                          |    |     |  |                        |    |    |  |                        |                    |  |  |                             |     |    |  |                              |     |      |  |                                  |    |  |  |                        |               |  |  |                    |      |  |  |                           |    |    |        |                         |    |    |     |                         |                    |  |  |                               |     |    |  |                               |     |     |  |                                   |    |  |  |                         |               |  |  |
| Toisiopiiri, suunnittelupaine  | kPa   | 600                 |        |                     |  |                    |  |  |  |      |      |          |  |                 |  |  |  |                   |  |  |  |           |    |  |  |                   |            |  |  |                          |    |     |  |                        |    |    |  |                        |                    |  |  |                             |     |    |  |                              |     |      |  |                                  |    |  |  |                        |               |  |  |                    |      |  |  |                           |    |    |        |                         |    |    |     |                         |                    |  |  |                               |     |    |  |                               |     |     |  |                                   |    |  |  |                         |               |  |  |
| Toisiopiiri, suunnittelulämpötila  | °C  |                     |        |                     |  |                    |  |  |  |      |      |          |  |                 |  |  |  |                   |  |  |  |           |    |  |  |                   |            |  |  |                          |    |     |  |                        |    |    |  |                        |                    |  |  |                             |     |    |  |                              |     |      |  |                                  |    |  |  |                        |               |  |  |                    |      |  |  |                           |    |    |        |                         |    |    |     |                         |                    |  |  |                               |     |    |  |                               |     |     |  |                                   |    |  |  |                         |               |  |  |
| Toisiopiiri, materiaali  | HFe(AISI 316)   |                     |        |                     |  |                    |  |  |  |      |      |          |  |                 |  |  |  |                   |  |  |  |           |    |  |  |                   |            |  |  |                          |    |     |  |                        |    |    |  |                        |                    |  |  |                             |     |    |  |                              |     |      |  |                                  |    |  |  |                        |               |  |  |                    |      |  |  |                           |    |    |        |                         |    |    |     |                         |                    |  |  |                               |     |    |  |                               |     |     |  |                                   |    |  |  |                         |               |  |  |

Laitetiedot hakemisto sekä yhden laitteen attribuutit ja käyttötavat.

**Lisää laitteita**

Laitetyyppien valinta \*

Nimeäminen \*

Laitteiden sijainti

\* Pakollinen valinta

Kaikki Vain hyväksytyt laitetypit

| Tunnus | Nimi                                       |
|--------|--|
| AIP    | Alipaineilmanpoistin                       |
| ALK    | Aurinkolämpökeräin                         |
| FV     | Moottoriventtiili                          |
| IP     | Mekaaninen ilmanpoistin                    |
| IPL    | Mekaaninen ilman- ja lianpoistin           |
| KSK    | Kierrätysilmakone                          |
| LJK    | Lämmönjakokeskus                           |
| LPS    | Lämmityspatteri, sähkö                     |
| LPU    | Lämpöpumppu                                |
| LS     | Lämmönsiirrin                              |
| MV     | Magneettiventtiili                         |
| OK     | Ohjauskeskus                               |
| P      | Pumppu                                     |
| PAA    | Paisunta-automaatti                        |
| PDC    | Paine-ero säädin                           |
| PKN    | Puhallinkonvektori                         |
| PPV    | Paineenpitoventtiili (ylivirtausventtiili) |
| PS     | Paisuntasäiliö                             |
| OQ     | Lämpömäärälaskuri                          |
| SAL    | Saattolämmitys                             |
| SC     | Taajuusmuuttaja                            |

Edellinen Seuraava Valmis Peruuta

Laitteiden lisäys lehti, josta voidaan valita uusia laitteita projektiin.

**Tulostettavat asiakirjat**

+ Lisää

| Asiakirjanumero | Muutostunnus | Otsikkotiedot | Laadittu | Viimeisin muutos | Tulostustoiminnot |
|-----------------|--------------|---------------|----------|------------------|-------------------|
|                 |              |               |          |                  |                   |

Ei asiakirjoja

50 riviä sivulla

Tulostus lehti, jossa ei ole vielä mitään lisätty, kun uusi projekti on perustettu. Asiakirjat lisätään lisää-näppäimestä.

Lisää asiakirja

Tulostepohja ja otsikkotiedot

Tulostusasetukset

### Tulostepohja

Ei valintaa

Ei valintaa

1. Laiteluettelo, kaikki laitteet (Perustuloste kirjastosta)
2. Pumppuluettelo (Perustuloste kirjastosta)
3. Moottoriventtiililuettelo (Perustuloste kirjastosta)
4. Sähkölaiteluettelo (Perustuloste kirjastosta)
5. IV-päätelaiteluettelo (Perustuloste kirjastosta)
6. Vesikalusteluettelo (Perustuloste kirjastosta)

Viimeisin muutos

Laatija/tark.

Laadittu

Laatija/tark.

17.4.2017

lasse.soini@maaskola.fi

Edellinen Seuraava Valmis Peruuta

Valitaan tulostepohja.

Lisää asiakirja

Tulostepohja ja otsikkotiedot

Tulostusasetukset

### Tulostusasetukset

Tulostepohja: 1. Laiteluettelo, kaikki laitteet (Perustuloste kirjastosta)

Tulostetaan tulostepohjan mukaisesti...

Kaikki laitteet

Laitteet valinnan alta

Valitun laitetyyppin laitteet

Tulostetaan...

Valittu projekti

Kaikki projektit

Muutosmerkinnät

Yleiset vaatimukset

Vain attribuutit, joilla tietoja

Ilman muotoiluja

Muutosyhteenvedo

Laitetyyppikohtaiset vaatimukset

Kuvat

Tulostetaan vain laitteet, joilla...

Asentaa

Toimittaa

Sisältää

Sisältää

Edellinen Seuraava Valmis Peruuta

Määritetään tulostusasetukset.

| Tulostettavat asiakirjat |              |                      |           |                  |   |
|--------------------------|--------------|----------------------|-----------|------------------|---|
| Asiakirjanumero          | Muutostunnus | Otsikkotiedot        | Laadittu  | Viimeisin muutos | Tulostustoiminnot                                   |
| > 061                    |              | LVI<br>Laiteluettelo | 17.4.2017 |                  | <a href="#">Työtuloste</a> <a href="#">Julkista</a> |

50 riviä sivulla Rivit 1 - 1 (1)

Lisätty LVI-laiteluettelo, jonka voi tulostaa työtuloste näppäimestä.

### Tulosta työtuloste

#### Tulostus

**Tulostepohja:** 1. Laiteluettelo, kaikki laitteet

[Näytä piilotetut julkistukset](#)

**Muutokset poimitaan alkaen** **Muutokset poimitaan päättyen**

Edellisen muutoksen loppu   Nykyhetki

**Lisätieto tulosteelle**

[Edellinen](#) [Seuraava](#) [Valmis](#) [Peruuta](#)

Tulosta työtuloste, joka tulostuu Excel-muotoon.

|    | A   | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O  | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | AA | AB | AC                   | AD | AE | AF | AG | AH | AI | AJ | AK | AL | AN | AO | AP | AQ | AR | AS | AT | AU | AV | AW | AX | AY | AZ |  |  |  |  |  |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|--|--|--|
| 1  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | <b>LVI</b>           |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |
| 2  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | <b>Laiteluettelo</b> |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |
| 3  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |                      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |
| 4  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |                      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |
| 5  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |                      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |
| 6  | <b>Testit</b>   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | Asiakirja n:o <b>LVI 061</b>   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |                      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |
| 7  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | Projekti n:o <b>Harj44.061</b>   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |                      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |
| 8  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | Viim. muutos Laajitus Laajitus   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |                      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |
| 9  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | Laadittu <b>17.4.2017</b> Laajitus Laajitus <b>lasse.soini@maaskola.fi</b> |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |                      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |
| 10 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |                      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |
| 11 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |                      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |
| 12 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |                      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |
| 13 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |                      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |
| 14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |                      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |
| 15 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |                      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |
| 16 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |                      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |
| 17 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |                      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |
| 18 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |                      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |

### Pääsivun tuloste näkymä

|    | A  | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | AA | AB | AC | AD | AE | AF | AG | AH | AI | AJ | AK | AL | AN | AO | AP | AQ | AR | AS | AT | AU | AV | AW | AX | AY | AZ |
|----|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1  | <b>Yleiset vaatimukset</b>   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2  | <b>Yleistä</b>   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 3  | LVI -laiteluettelo, RAU -kytkentäkaavioita, Sähkölaiteluettelo ja LVI -selostusta käytetään yhdessä määrittelemään kohteen     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 4  | laitteita, määräykset ja laitteiden tyyppi-kohtaiset vaatimukset.  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 5  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 6  | <b>G0 LVI-järjestelmien yhteiset laatuvaatimukset</b>  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 7  | Tämän osan G0 LVI-järjestelmien yhteiset laatuvaatimukset koskevat kaikkia pääosan G   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 8  | LVI-järjestelmät muita osia ja tarvittaessa myös osia J7 Automaatiojärjestelmät.   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 9  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 10 | Laiteluetteloon sisällytetyt laitteet tuovat mukanaan vastaavien Talotekniikka RYL 2002  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 11 | kohtien vaatimukset materiaalien, laitteiden, tilavausten, asennuksen, huollon yms. tämän hankkeen                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 12 | LVI-tekniisten hankintojen ja -töiden osalta.  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 13 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 14 | <b>Sähkölaitteet</b>   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 15 | LVI-tuotteiden sähkölaitteet ja -tarvikkeet ovat nimellisjännitteeltään yleensä enintään                                       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 16 | 400/230 V, 50 Hz ja niiden on sovellettava TN-S- johdinjärjestelmään.  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 17 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 18 | Sähkölaitteiden, -keskusten ja -tarvikkeiden kotelointiluokan on oltava käyttöpaikan tilaluokan                                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 19 | mukainen ja niiden pintakäsittely sen kestävyysluokan mukainen. Sähkötarvikkeiden on täytet-                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 20 | tävä kyseistä laitetta tai tuotetta koskevien standardien vaatimukset.   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 21 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 22 | LVIA-urakoissa toimitetuissa sähkölaitteissa ja sähkökeskuksissa on oltava mukana, EU-, EMC-                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 23 | ja SFS-standardien ja määräysten mukainen vaatimustenmukaisuusvakuutus. Työmaalla  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 24 | tehtyille LVI-töihin kuuluville sähköasennuksille on tehtävä käyttöönottotarkastus ja puolueet-                                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 25 | toman osapuolen tekemä varmennustarkastus. Nämä tarkastukset sisältyvät ao. töihin.  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 26 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 27 | Sähkösäätöjärjestelmien hyötysuhde ilmoitetaan standardin IEC 60034-30 mukaisesti määriteltynä.                                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 28 | Sähkösäätöjärjestelmien on käytettävä aina EC-moottoria, jos käyttötarkoitukseen on sellainen saatavissa.                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 29 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 30 | Muussa tapauksessa käytetään IE3 hyötysuhdeluokan moottoria.   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 31 | IE2 hyötysuhdeluokan moottori hyväksytään ainoastaan, mikäli EC tai IE3 moottoreita ei ko. käyttötarkoitukseen ole saatavissa. |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

### Yleiset vaatimukset tuloste näkymä.

|    | A  | B                           | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | AA | AE | AC | AE | AF | AC | AF | AI | AJ | AK | AL | AM | AN | AP |
|----|--|-----------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1  | <b>LAITETYYPPIKOHTAISET VAATIMUKSET</b>  |                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2  | Muutos   |                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 3  |  |                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 4  |  |                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 5  |  | <b>FV Moottoriventtiili</b> |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 6  | Käyttötapa: Kaukolämpöverkosto   |                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 7  | <b>Tyypikohtaiset vaatimukset</b>  |                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 8  | -Venttiileiden säätökäyrä on logaritminen. Prosessin tulee kokonaisuutena toimia lineaarisesti.  |                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 9  | -Venttiilin säätösuhde vähintään 1:50  |                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 10 |  |                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 11 | <b>Rakennevaatimukset</b>  |                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 12 | -Säätöventtiilien tulee olla 2-tieventtiileitä. Sulkupainevaatimus toimilaitteineen on 1,0 MPa. Säätöventtiilin vuotovirtaus olla enintään 0,05 % kvs -arvosta.  |                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 13 | -Säätöventtiilien rakenteen ja toiminnan tulee olla sellainen, että kaukolämpöverkossa esiintyvät, lianerottimen suodattimen läpäisevät epäpuhtauspartikkelit eivät aiheuta venttiilin vaurioitumista tai tukkeutumista. |                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 14 | -Venttiilien tulee olla laipallisia tai laippojen väliin asennettavia. Tasotiivisteinen ulkokierreltiitos vastaa rakenteeltaan laippaliitosta.   |                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 15 |  |                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 16 |  |                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 17 |  |                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 18 |  |                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 19 | <b>Rakenneaineet</b>   |                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 20 | -Säätöventtiilien tulee kestää käyttöolosuhteita siten, että niiden rakenneaineissa ei tapahdu kemiallisia eikä rakenteellisia muutoksia.  |                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 21 | -Kestäviä materiaaleja säätöventtiilin sulkupinnoissa ovat esim. ruostumaton teräs (esim. AISI 304) ja haponkestävä teräs (esim. AISI 316).  |                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 22 |  |                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 23 |  |                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 24 |  |                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 25 | <b>Käsiikäyttölaitteet ja asennonsoittimet</b>   |                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 26 | -Säätöventtiilit varustetaan helppokäyttöisellä ja toimintavarmalla käsiohjauslaitteella, jolla venttiili voidaan pysyvästi haluttuun asentoon ilman apuvälineitä.   |                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 27 | -Laitteessa tulee olla käsiohjauksen käyttöohjeet.   |                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 28 | -Säätöventtiilit varustetaan helposti luettavalla säätöasennon osoittimella. Venttiilin ääriasennot merkitään tekstein "AUKI" ja "KIINNI" tai yksikäsitteisin merkinnöin.  |                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 29 | Arvokilven tiedot tulee olla helposti luettavissa.   |                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 30 |  |                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 31 |  |                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 32 | Käyttötapa: Nesteverkosto  |                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 33 | -Venttiileiden säätökäyrä on logaritminen. Prosessin tulee kokonaisuutena toimia lineaarisesti.  |                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 34 | -Säätöventtiilin tyyppi, materiaali ja koko hyväksytään ennen laitetilauksia.  |                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 35 | -Säätöventtiili varustetaan toimilaitteella, jossa on riittävä sulkuvoima.   |                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

Laitetyypikohtaiset vaatimukset tuloste näkymä.

|    | A  | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | AA | AB | AC | AD                                     | AE        | AF      | AG | AH | AI | AJ | AK | AL | AM | AN | AO | AP | AQ | AR | AS | AT | AU | AV | AW | AX | AY | AZ |
|----|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|--|-----------|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1  | <b>LAITTEET</b>  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |           |         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2  | Muutos   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  | Toimittaa | Asentaa |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 3  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |           |         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 4  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |           |         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 5  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |           |         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 6  | <b>G1 Lämmitys</b>   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |           |         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 7  | <b>G100 Kaukolämpöverkosto</b>   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |           |         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 8  | <b>G100 PDC 01 Paine-ero säädin</b>  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | AU                                     | PU        |         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 9  | > Katso laitetyyppikohtaiset vaatimukset   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | Käyttötapa: Kaukolämpöverkosto         |           |         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 10 | Käyttötarkoitus  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | Pitää KL-verkoston paine-eron vakiona. |           |         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 11 | Malli (esimerkki)  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |           |         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 12 | Sijainti   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |           |         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 13 | Neste  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | Kaukolämpö                             |           |         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 14 | Nestevirta dm <sup>3</sup> /s (alustava)   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |           |         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 15 | Painehäviö, max. kPa   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | 40                                     |           |         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 16 | Kv-arvo (alustava)   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |           |         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 17 | <b>Huomautukset</b>  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |           |         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 18 | Käytetään lähinnä Vantaan tai Keravan energian kaukolämpöverkostossa.  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |           |         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 19 | <b>G100 QQ 01 Lämpömäärälaskuri</b>  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | EL                                     | EL        |         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 20 | > Käyttötapa   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | Kaukolämpöverkosto                     |           |         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 21 | Sijainti   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |           |         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 22 | Käyttötarkoitus  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | Kaukolämmön energiamittaus             |           |         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 23 | Malli (esimerkki)  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |           |         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 24 | Neste  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | Kaukolämpö                             |           |         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 25 | Neste, lämpötila °C  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | 120                                    |           |         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 26 | Nestevirta (huippu) m <sup>3</sup> /h  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |           |         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 27 | Suunnittelupaine(suurin käyttöpaine) kPa   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | 1600                                   |           |         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 28 | Nimelliskoko DN  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |           |         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 29 | Liitântäteho/P kW (alustava)   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |           |         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 30 | <b>Huomautukset</b>  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |           |         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 31 | Lämpöenergiamittarin ryhmäjohtona käytetään johdinta MMJ 3x1,5 mm <sup>2</sup> S.  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |           |         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 32 | Ryhmäjohtoon ei saa liittää muita kulutuskojeita eikä siinä saa olla jatkoksia tai välirasioita.   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |           |         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 33 | Ryhmäjohto on suojattava 10 A sinetöitävällä varokkeella, joka sijoitetaan ensisijaisesti pääkeskukseen.   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |           |         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 34 | Lämpömäärämittarin ja lämmönjakokeskuksen automatiikan ryhmäjohtojen varokkeet on kytkettävä samaan vaiheeseen riippumatta siitä, missä varokkeet sijaitsevat. |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |           |         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 35 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |           |         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 36 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |           |         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 37 | <b>G100 LJK 01 Lämmönjakokeskus</b>  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |           |         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 38 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |           |         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 39 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |           |         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 40 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |           |         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

Laiteluettelo tuloste näkymä.