

Mikko Romanainen

System Designer -kehitystyö

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Automaatiotekniikka

Insinöörityö

11.5.2017

| | |
|---|--|
| Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika | Mikko Romanainen System Designer kehitystyö 31 sivua + 8 liitettä 11.5.2017 |
| Tutkinto | Insinööri (AMK) |
| Koulutusohjelma | Automaatiotekniikka |
| Suuntautumisvaihtoehto | |
| Ohjaaja(t) | Lehtori Kristian Junno Rakennusautomaatiosuunnittelija Eero Huhtamo Kylmäsuunnittelija Timo Reikko |
| <p>Opinnäytetyö tehtiin Ramboll Finland Oy:lle osana yrityksen System Designer -kehitystyöprojektia. Opinnäytetyön sisältö keskittyi kylmäsuunnitteluun käytettävien symbolien ja symboliryhmien tekemiseen. Symbolikirjasto(t) on rakennettu AutoCADin lisäosan MagiCADin System Designerin osioon.</p> <p>Opinnäytetyössä on tehty kylmäsymbolikirjasto System Designer ohjelmistolle. Tämän jälkeen on tehty symbolikirjastoa kuvaava mallitiedosto, josta nähdään kaikki symbolit ja niiden nimet sekä metadata-arvot laiteluettelon avulla. Lopuksi opinnäytetyössä on tehty kylmäsuunnitteluprojektin päivittäminen CADS-tiedostosta System Designerille.</p> <p>System Designerin kehitystyön valmistuttua opinnäytetyössä rakennettu symbolikirjasto otettiin yrityksen käyttöön kylmäsuunnittelussa.</p> | |
| Avainsanat | CAD, System Designer, symbolit, kylmäsuunnittelu |

| | |
|--|--|
| Author(s) Title | Mikko Romanainen System Designer Development Project |
| Number of Pages Date | 31 pages + 8 appendices 11 May 2017 |
| Degree | Bachelor of Engineering |
| Degree Programme | Automation engineering |
| Specialisation option | |
| Instructor(s) | Kristian Junno, Senior Lecturer Eero Huhtamo, Automation designer Timo Reikko, Designer of cooling |
| <p>This study was made for Ramboll Finland Oy as part of their System Designer development project. The work consisted of building a symbol library and symbol groups for cooling design. Symbol library is built on autoCAD inside MagiCAD addon's System Designer.</p> <p>After symbol library was created for System Designer, symbols were collected into a template file, where one could see all the symbols, their names and metadata inside of the symbols. The last part of the study was to update old CADs designed file into System Designer.</p> <p>After the development of System Designer has achieved proper level, the symbol library created as part of this study, will be taken in use for company's future designing projects.</p> | |
| Keywords | CAD, System Designer, symbols, cooling design |

Sisällys

Lyhenteet

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | Johdanto | 1 |
| 2 | Ramboll Finland Oy | 2 |
| 2.1 | Laadunvalvonta Rambollilla | 2 |
| 2.2 | Yhteistyö | 5 |
| 2.3 | Toimintatapojen yhtenäistäminen | 5 |
| 3 | AutoCAD | 6 |
| 3.1 | MagiCAD / System Designer | 7 |
| 3.2 | System Designerin vertailu CADSiin | 7 |
| 4 | Symbolit | 11 |
| 4.1 | Symbolien suunnittelu | 11 |
| 4.2 | Symbolien optimointi | 15 |
| 4.3 | Symboliryhmät | 19 |
| 4.4 | Dynaamiset blokit | 21 |
| 5 | Opinnäytetyön vaiheet | 24 |
| 5.1 | Symbolien piirtäminen ja älykkyyden lisääminen | 24 |
| 5.2 | Mallitiedoston rakentaminen | 26 |
| 5.3 | Projektin tekeminen uusilla symboleilla | 27 |
| 5.4 | Kaupallinen arvo | 28 |
| 6 | Johtopäätökset | 29 |
| 7 | Yhteenveto | 31 |
| | Lähteet | 32 |
| | Liitteet | |
| 1. | Projektiosuuden liitteet | |
| 2. | Mallitiedoston liitteet | |

Lyhenteet

| | |
|------------|--|
| AutoCAD | AutoCAD on tietokoneavusteiseen graafiseen suunnitteluun tarkoitettu ohjelmisto, jonka on kehittänyt yhdysvaltalainen Autodesk Inc. |
| Block | Tässä opinnäytetyössä block tarkoittaa itse piirrettyä kuviota, johon voi määrittää muuttujia. Block tehdään valitsemalla halutut objektit, määrittelemällä pisteet ja antamalla nimi. |
| Bugi | Ohjelmakoodissa oleva virheellinen kohta, joka aiheuttaa ei halutun toiminnallisuuden. |
| CAD | CAD on tietokoneavusteinen suunnitteluohjelmisto, jonka nimen lyhenne muodostuu englanninkielisistä sanoista "Computer-aided Design". Sen yleisin käyttökohde on insinöörien ja arkkitehtien suunnittelutyö. |
| Metadata | Metadata on kuvailevaa tietoa jostakin tietovarannosta tai sisältöyksiköstä. |
| Optimointi | Optimointi tarkoittaa parhaan arvon, määrän tai vaihtoehdon etsimistä. |
| RAU | Lyhenne, joka tarkoittaa rakennusautomaatiota. Lyhenne on yleisesti käytössä talotekniikkasuunnittelussa. Lyhennettä käytetään esimerkiksi seuraavissa yhteyksissä: RAU-suunnitteluja, RAU-urakoitsija ja RAU-piirustus. |
| REF | Lyhenne, joka tarkoittaa kylmäsuunnittelua. Sana on lyhenne englanninkielisestä refrigerator-sanasta. |
| Symboli | Symboli on yleisesti määritetty kuvake tai kuva joka edustaa jotain ennalta määriteltyä tietoa. |

1 Johdanto

Opinnäytetyö tehtiin Ramboll Finland Oy:lle (myöhemmin Ramboll) osana yrityksen jatkuvaa CAD-kehitystyötä. Tarkoituksena oli rakentaa toimiva symbolikirjasto kylmäsuunnitteluun. Tämä symbolikirjasto otettiin käyttöön yrityksen suunnitteluprojekteissa heti, kun se saavutti vaadittavan laatutarkistuksen ja sen vaatimukset. Symbolikirjaston valmistuttua opinnäytetyön loppuvaiheessa tehtiin projekti, jossa hyödynnettiin System Designerin uutta symbolikirjastoa.

Opinnäytetyössä käytiin läpi AutoCAD-ohjelmistolla 2D-mallintamista. Sisältöön kuului älykkäiden symbolien suunnittelu, piirtäminen ja niiden parametrien määrittäminen. Lisäksi symbolien rakentamisen prosessiin kuului niiden käsitteiden ymmärtäminen ja se, kuinka niiden avulla suunnitteluprosessia voidaan nopeuttaa. Symbolien piirtäminen vaatii kappaleiden, kuten jäähdytuselementteihin tai venttiileihin liittyvää yleistietämystä. Piirrettyissä symboleissa täytyy olla oikein määritellyt liitännät putkille, kanaville, sähköliitännöille ja dataliitännöille.

Opinnäytetyössä tehtiin kehitystyötä System Designer -ohjelmistolla, jonka tarkoituksena on tuoda nykyään käytössä olevan CADSin rinnalle toinen suunnitteluvaihtoehto. System Designerin pitäisi mahdollistaa laajemmat muokkaamisominaisuudet, älykkäämmän tavan piirtää symboleita ja helpottaa LVIK-suunnitteluprosessia. Ohjelmisto on yhä kehityksessä, joten kaikkia haluttavia CADSin ominaisuuksia ei ole vielä luotu System Designerin puolelle, kun tätä opinnäytetyötä tehtiin.

System Designerin puolelle piirrettävistä uusista symboleista osa on samanlaisia kuin CADSin puolella olevat nykyiset symbolit. Osa päivitettiin uudempaan kuvakkeeseen, joka kuvastaa paremmin laitetta ja selkeyttää kytkentä- tai säätökaavion lukemista. Lopuksi tallennettuun symboliin voidaan kirjata metadatatietoja:

- laitteen vaikutusalue
- laitetyyppi
- hankinta, mikä urakoitsija hankkii laitteen.
- laitteen tekniset vaatimukset.

2 Ramboll Finland Oy



Ramboll on kansainvälinen suunnittelu ja konsultointiyritys, joka on perustettu Tanskassa vuonna 1945. Ramboll Groupilla on toimipisteitä ympäri maailmaa, ja Suomen toimipisteet käyttävät nimeä Ramboll Finland Oy. Ramboll Finland Oy:n asiakkaina ovat muun muassa ministeriöt, valtion virastot ja laitokset, kaupunkien ja kuntien organisaatiot, teollisuus, satamat, rakennusliikkeet ja yritykset Suomessa. Toimialoihin kuuluvat kiinteistöt ja rakentaminen, infra ja liikenne, kaupunkisuunnittelu, vesi, ympäristö ja terveys, energia, öljy ja kaasut sekä johdon konsultointi. Ramboll on laajentunut ympäri maailmaa ostamalla muita pienempiä yrityksiä osaksi itseään [1.]

2.1 Laadunvalvonta Rambollilla

Laadunvalvonta on erittäin vahvasti esillä Rambollilla työskentelyssä. Hyvän laadun ylläpitämiseksi System Designerin projektitoissa käytetään mallipohjia. Näin voidaan varmistaa, että kaikki projektit tehdään yhdenmukaisella toteutustavalla. Projekti sisältää useamman eri tiedoston, ja näistä tiedoista kootaan yhteinen suunnittelu dwg-tiedosto. Aluksi kopioidaan projektikohtaiset tiedostot -kansio haluttuun kohde kansioon. Sen jälkeen voidaan tarkastaa, että tiedostojen arvot ovat oikein. RAU_nimio sisältää sivun otsikointitiedot, josta esimerkkinä kuvassa 1 näkyy opinnäytetyössä tehdyn mallitiedoston linkitetty otsikointitiedot. Tämän tiedoston avulla saadaan muokattua kaikille sivuille samat tulostusotsikot. Toisena on Kaavio_piirosmerkit-tiedosto, johon on lisätty mahdolliset lisätiedot, kuten kytkentätietoja tai positiointia helpottavaa informaatiota. Nämä kaksi edeltä mainittua tiedostoa linkittyvät kaaviopohjiin. Piirustuksen koon mukaan valitaan A4-, A3- tai lakanapohja. Esimerkiksi A4-pohjasta kuvassa 2. nähdään näiden tiedostojen yhteinen kokonaisuus. Kuvan 2 A4-pohja sisältää linkitetyn otsikointitiedoston tiedot ja piirtoa helpottavat ryhmäkeskus ja VAK-liitännät i/o-pisteille. Edellä mainittujen tiedostojen yhteinen käyttö tukee laadunvalvontaa, varmistamalla samanlaisen ulkoasun kaikille suunnitelmille [2.]

| | | | | | | | | |
|---|--|--------------|---------|------------------------------------|-------------|---------|-------|--------|
|  Ramboll Finland Oy puh. 020 755 611 | SYSTEM DESIGNER - KYLMÄ 2017 | | | Suunn. Yy | Rev. | Päiväys | Suun. | Muutos |
| | Projektin 12345 | Pituusnumero | Revisio | Vastuullinen suunnittelija XXXx | Tark. ZZ | | | |
| | | | | Pääsuunn. WW | | | | |
| | | | | Sisä. / Suut. / | | | | |

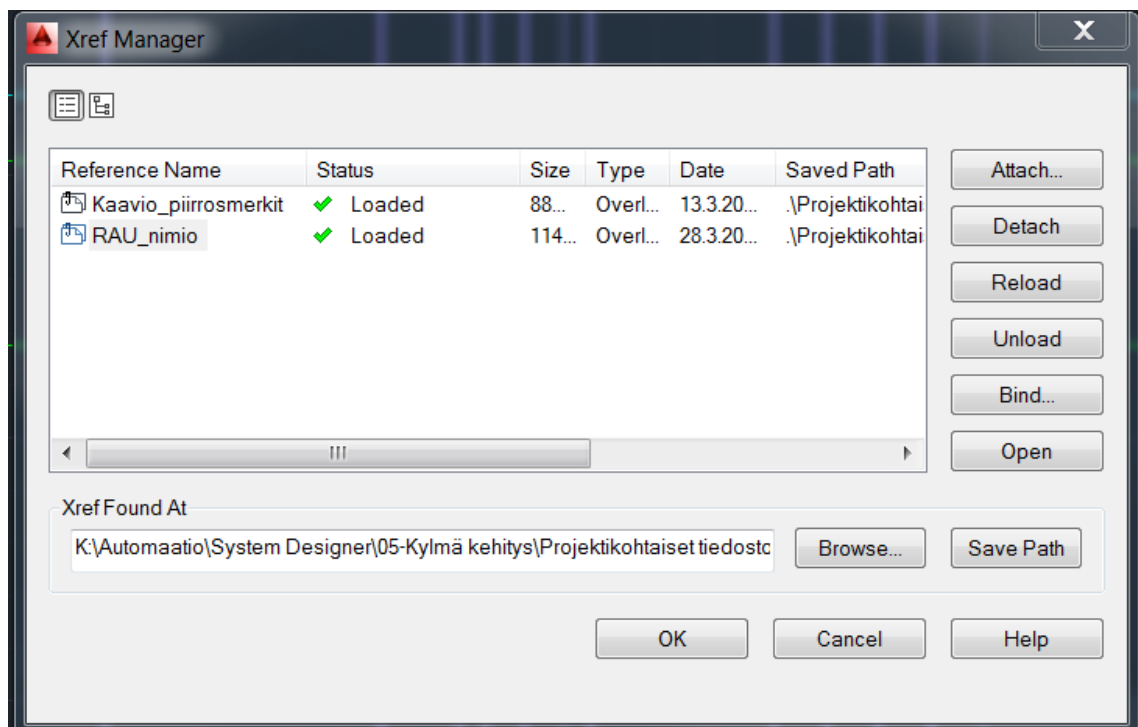
Kuva 1. Otsikointitiedosto. Tähän tiedostoon voidaan muokata otsikointia

| | | | | | | | | | |
|---|--|---------------------------------|---|------|---------|-------|--------|---|--|
| VAKXX | HÄLYTYS DI | | | | | | | | |
| | TILATETO DI | | | | | | | | |
| | MITTAUS AI | | | | | | | | |
| | OHJAUS DC | | | | | | | | |
| | SAATO AO | | | | | | | | |
| | APULAITTEET | | | | | | | | |
| | RYHMÄKESKUS (SU) | | | | | | | | |
| | IV-KANAVA APUVIIVA | | | | | | | | |
| | IV-KANAVA APUVIIVA | | | | | | | | |
| | + Uusi kaapeli (SU) + Uusi kaapeli (S) + Uusi kaapeli (SU) | | | | | | | | |
|  |  SYSTEM DESIGNER - KYLMÄ 2017 | SÄÄTÖKAAVIO SIS. 2 SIS. 3 | Suunn. ZZ Tark. ZZ Sisä. / | Rev. | Päiväys | Suun. | Muutos | KOHOTONNEN ERELLIIN RAKONNUS- JA IIRIESTÄÄNNÖS XXX | |
| | 12345 | RAU-54321 | XXXx | | | | | URAKKALASKENTAA VARTEN xx.yy.2017 | |

Kuva 2. A4-mallipohja

Suunnitteluprojekteissa vaaditaan, että kaikki otsikoinnit ja selitykset ovat täysin samanlaiset. Siksi on parempi käyttää erillisiä tiedostoja, jotka sisältävät kaikki projektikohtaiset otsikoinnin tiedot. Tällöin voidaan vähentää inhimillisten virheiden määrää, koska muokkaamalla yhtä otsikointinimiö-tiedostoa kaikki tiedot päivittyvät automaattisesti kaikille sivuille samanlaisena. Suunnitteluprojekteissa otsikointi pitää olla samanlainen tai muuten voi olla mahdollisuus riitauttaa projekti ja menettää toimeksianto kilpailijalle. Tämän seurauksesta laadunvalvonta on ollut myös tärkeänä osana opinnäytetyötä [2.]

Tarvittaessa projekteihin voi liittää enemmänkin referenssitiedostoja xref -toiminnolla tai päivittää nykyiset liitetyt tiedostot, kuten kuvassa 3 dwg-tiedostoon on liitetty RAU_nimio ja kaavio_piirosmerkit. Tämä tapahtuu automaattisesti kopioimalla projektikohtaiset tiedostot kansion. Tärkeintä on, että projektiin on liitetty oikeat projektikohtaiset tiedostot. Tämä myös nopeuttaa tarkistamista. Kaikki projektit tehdään samalla kansiorakenteilla, samoilla nimityksillä ja numeroinneilla, jotta muutoksien tekeminen jälkikäteen toimisi kätevästi. Ramboll säilyttää kaikki tekemänsä projektit omilla verkkolevyillä. Tällöin numerointi ja kansion rakenne on vaadittava edellytys selkeälle arkistoinnille [2.]



Kuva 3. Xref-toiminnon avulla liitettävät tiedostot

System Designer -ohjelmistolla tehtyyn projektiin tarvitaan kaaviopohjien lisäksi myös datasetti. Datasettiin on tallennettu kaikki symbolit, symbolien ryhmät ja liitäntöjen tiedot, kuten putkien tiedot. System Desingerilla ei voida piirtää uusia älykkyyttä sisältäviä symboleita ilman datasettiä. Kun projekteissa käytetään samaa projektikohtaista datasettiä, voidaan varmistua siitä, että kaikki symbolit ja niiden tiedot tulevat näkyviin samalla tavalla kaikkiin kytkentä- ja säätökaavioihin riippumatta suunnittelijasta. Tämän avulla voidaan varmistaa projektikohtaisen ulkonäön ja metadatan laatu [2.]

Lopputuloksen pitää näyttää hyvälle sekä tietokoneen näytöllä että paperilla. Siksi on tärkeää aina kokeilla tulostaa pdf-tiedostolle suunniteltu lopputulos ennen kuin sen lähettää eteenpäin. Tämä on hyvä tapa nähdä, miltä lopullinen paperinen versio tulee näyttämään. Joskus mustavalkoisessa tulosteessa jotkut asiat tulostuvat hieman eri tavalla näkyviin. Tietokoneen näytöllä voidaan pienentää tai suurentaa kuvaa, mutta tulostettuna tämä ei ole enää mahdollista. Toisiaan todella lähelle piirretyt viivat voivat mahdollisesti tulostua yhteen. Laadun kannalta tulostuksen samannäköinen ulkoasu on tärkeä [2.]

2.2 Yhteistyö

Projektit tehdään usein yhteistyössä eri alan suunnittelijoiden kanssa, joten yhteistyö kuuluu Rambollin tärkeimpiin arvoihin. Tämän vaikutus näkyy hyvin selkeästi työnteossa. Esimerkiksi suunnitelmia joudutaan välillä yllättäen muuttamaan todella lyhyellä aikataululla ja joskus vaaditaan erinäköisiä kompromisseja, jotta lopullisesta systeemistä saadaan toimiva kokonaisuus. Suurimpana ongelmana suunnittelutyössä ovat yllättävät visuaaliset muutokset rakennuksiin. Tällöin pahimmassa tapauksessa koko suunnitelma joudutaan tekemään uudestaan.

Yrityksen yhteistyön vaikutus näkyy myös opinnäytetyössä. Samoja symboleita ja mallipohjia voidaan käyttää eri suunnittelualojen tarkoituksiin, joista vain yksi osuus on kylmäsuunnittelu. Symboleiden ulkonäkö pitää hyväksyttää useammalla henkilöllä, koska eri suunnittelijat ovat aikaisemmin käyttäneet erilaisia symboleita. Näin pyritään selvittämään mitkä symbolit yhtenäistetään. Opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä rakennusautomaation-, lvi- ja kylmäsuunnittelijoiden kanssa.

2.3 Toimintatapojen yhtenäistäminen

Yhtenä tavoitteena symbolien piirtämiselle Rambolilla on luoda toimintatapojen yhtenäistämistä CAD-piirustuksien merkintätapoihin. Yhtenäistämisen avulla pyritään määrittelemään yhteisiä toimintatapoja ja niiden avulla helpottamaan työntekoa eri yksiköiden ja yritysten, kuten alihankkijoiden ja kilpailijoiden välillä. Näin yhteistyössä tehdyt projektit saadaan valmiiksi mahdollisimman sujuvasti. Rakentamalla symbolikirjaston alusta asti

uudestaan voidaan tarkistaa symbolien yhtenäisyys. Tämä on hyvä tilaisuus samalla päivittää symbolien ulkonäköä tarvittaessa ja tehdä sovittuja muutoksia, jotka on hyväksytty myös kilpailevien suunnittelutoimistojen kanssa [3.]

Ramboll pyrkii yhtenäistämään mahdollisimman paljon nykyisiä suunnittelussa käytettäviä symboleita eri yksiköiden välillä. Muun muassa kylmäpuoli ja rakennusautomaatiopuoli ovat käyttäneet erilaisia symboleita samoille laitteille, kun niitä on piirretty CADs:llä. Yhtenäistämisen lopputuloksena voidaan päästä yhteisen standardin luomiseen [3.]

Standardi tarkoittaa sellaisen asiakirjan luomista, johon on määritelty yhteinen käytäntö. Standardeja määrittelevät henkilöt ovat asiantuntijoita, joilla on hyvät ennakkotiedot aiheesta. Lopullinen standardisointi perustuu yleensä monen asiantuntijan lausuntoihin, joiden pohjalta yhdistellään ajatuksia ja mielipiteitä. Tähän kuuluu yleensä vähimmäisvaatimukset, joiden avulla voidaan taata standardin määrittelemä hyvä lopputulos [4.]

3 AutoCAD

AutoCAD on tietokoneavusteinen 2D- ja 3D-mallinnusohjelmisto. Sitä käytetään muun muassa arkkitehtuuripiirustuksissa ja kappaleiden mallinnuksessa. AutoCAD-sovelluksella voi suunnitella erilaisista materiaaleista rakennettuja kappaleita. CAD-ohjelmistoja on useita erilaisia, mutta AutoCAD on eniten käytetty CAD-sovellusmaailmassa. Ohjelmiston avulla voidaan muuntaa 2D-kappaleita 3D-avaruuteen. Materiaalia on niin paljon, että AutoCAD-sovelluksesta on eri versioita jokaiselle alalle sopivaksi muokattuna. Käyttäjän on myös mahdollista muokata näkymää itselleen sopivaksi [5;6.]

AutoCAD on suosittu mallinnussovellus, koska se mahdollistaa nopean ja helpon käytön kappaleiden mallintamiseen. Käyttäjä pystyy ottamaan skannatun kappaleen ja siirtämään sen suunnitelman pohjaksi, josta hän voi aloittaa 2D- tai 3D-mallinnuksen. Tämä helpottaa muuten vaikeasti piirrettävien kappaleiden luomista ja varmistaa oikean suhdetoon. AutoCAD mahdollistaa myös kätevän tiedostojen käytön tarjoamalla mahdollisuuden tallentaa datan moneen eri tiedostomuotoon, kuten yleisesti käytettyyn pdf:ään. Koska AutoCAD on yleisin käytetty CAD-mallinnussovellus, sille löytyy internetistä kai-

kista kattavin ohjeistus. Uudelle käyttäjälle ohjeet ovat erittäin olennainen osa sovelluksen käytönoppimista, joten laaja ohjeiden määrä lisää AutoCAD-sovelluksen käyttäjämäärää entisestään [6.]

Opinnäytetyössä on käytetty lähinnä 2D-mallinnusta symbolikirjaston, mallitiedoston ja projektin tekemiseen. Ramboll käyttää 3D-mallinnusta muissa projekteissa, mutta kyseinen System Designer kehitystyö ja kylmäsuunnittelu on järkevämpää tehdä 2D-maailmassa. Näin saadaan aikaan selkeämpiä kytkentä- ja säätökaavioita. Rakennustyömaalla tablet-tietokoneiden käyttö on vielä vähäistä, joten suurin osa suunnitelmista tuostetaan paperille. Siksi ainoa järkevä vaihtoehto on 2D-mallinnus [6.]

3.1 MagiCAD ja System Designer

MagiCAD on AutoCAD-sovelluksen päälle rakennettu lisäosa. Se on osa MEP-lisäosaa ja System Designer on yksi osio MagiCADistä, joka on tehty kaaviosuunnittelua varten. MagiCAD-lisäosa on yleisesti käytössä muun muassa Pohjoismaissa, Venäjällä ja Kiinassa. MEP-lisäosan käyttäjiä on huomattavasti vähemmän kuin pelkän AutoCAD-ohjelmiston käyttäjiä [7.]

System Designer käyttää kahta tai useampaa tiedostoa, joista ainakin käytössä on .dwg ja .msd. Dwg-tiedosto pitää sisällään piirretyt merkit ja tämän tiedoston voi avata yksinään ilman msd-tiedostoa, mutta tällöin tiedostoa ei voi muokata vapaasti. Msd-tiedosto sisältää kaikki System Designerissa käytettävissä olevat muokkaamisen tarvittavien työkalujen tiedot. Msd-tiedostosta käytetään myös datasetti-nimitystä. Uusia symboleita tai liitännöitä ei voi piirtää ilman datasettiä. Olemassa olevia symboleiden voidaan poistaa, siirtää tai kopioida vain .dmg:ssä [8.]

3.2 System Designerin vertailu CADSiin

Rambolia edeltänyt Projectus Team käytti suunnittelutehtävissä vain CADS-ohjelmistoa. Projectus Team -yrittäjämyötä Rambollin suunnittelutehtävissä on käytössä kaksi suunnittelutyökalua: CADS ja System Designer. Ramboll pyrkii tehostamaan suunnitteluprosessia, joten se on tutkinut erilaisia suunnitteluohjelmistoja. Aiemmin pääasiallisesti

käytössä olleen CADSin vahvimaksi kilpailijaksi todettiin System Designer. Alla olevassa taulukossa 1 vertaillaan CADSin ja System Designerin eri ominaisuuksia [3.]

Taulukko 1. CADSin ja System Designerin vertailu

| Ominaisuus | CADS | System Designer |
|---------------------------------|---|--|
| Ohjelman resurssien käyttö | Kevyt | Raskas |
| Kehitystuki | Ylläpitosopimus | Aktiivisessa kehityksessä |
| metadatan muokkaaminen | Symboli | Symboli, laiteluettelo |
| pdf tulostaminen | Yksinkertainen | Monivaiheinen |
| Ulkonäkö (esimerkiksi rasteri) | Silmää rasittava | Miellyttävä värimaailma |
| Käyttäjän perusnäky A4-sivulle | Yksi 4A-sivu | Rambollin suunnittelupohjassa useampi A4-sivu yhtäaikaisesti näkyvissä |
| Tekstin käsittely ominaisuudet | Suppea | Laaja |
| Symbolien määrä | Kaikki perussymbolit | Perussymbolit ja Rambollin suunnittelemat symbolit |
| Symboliryhmät | Perussymboliryhmät | Rambollin suunnittelemat symboliryhmät |
| Symbolien lajittelu | Suppeampi tapa muokata symbolikirjastoa | Symboleille omat otsikoinnit ja niiden ala otsikot |
| Laiteluettelon muokkaaminen | Rajallinen | Muokattavissa |
| Uuden työntekijän kouluttaminen | Piirtotapa haasteellinen | Piirtotapa yksinkertainen |
| Liitäntöjen piirtäminen | Ei automaattisia liitäntöjä | Symbolien liitännät muokautuvat automaattisesti |

Taulukossa 1 on käytetty värikoodausta helpottamaan sen lukemista. Vihreä väri kuvastaa ominaisuutta, johon käyttäjät ovat tyytyväisiä. Keltainen väri kuvastaa ominaisuutta, joka ei ole optimi ja punainen väri kuvastaa ominaisuutta, joka häiritsee työskentelyä [3.]

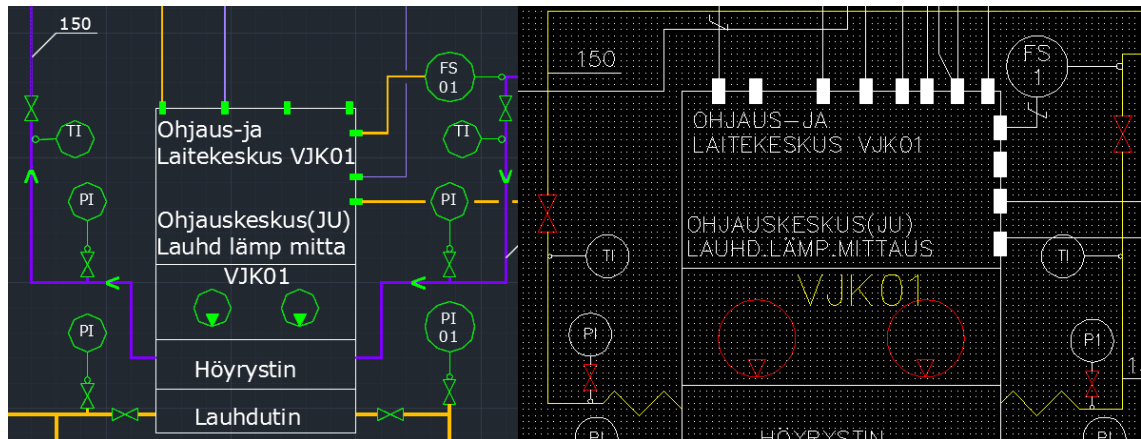
CADSin vahvuutena on sen kevyt resurssien käyttö tietokoneella, mikä mahdollistaa nopean kaavioiden avaamisen, muokkaamisen ja pdf-tulostamisen. Ohjelmiston käyttö on myös erittäin luotettavaa ja normaali käytössä ohjelmaa on vaikea saada kaatumaan.

System Designer ei ole vielä optimoitu samalle tasolle kuin CADs, joten sen käyttö voi olla hitaampaa, varsinkin suurempien kaavioiden muokkaamisessa [3.]

Suunnitelmat usein tulostetaan pdf-tiedostoille tarkistamista varten, jonka jälkeen ne voidaan tarvittaessa tulostaa paperille. Pdf-tulostus on tehty hyvin yksinkertaiseksi CADs:iin. System Designerin tulostamisasetukset on taas tehty paljon haastavammiksi uudelle käyttäjälle. Edellä mainitun optimoinnin puutteen takia tulostaminen System Designerilla toimii hitaammin [3.]

Suunnitteluvaiheessa tehdään kaavio ja laiteluettelo. System Designerilla on mahdollista muokata laitteiden metadataa suoraan laiteluettelosta. Tämä suunnittelua helpottava ominaisuus puoltaa System Designerin käyttöön siirtymistä. CADsissä laiteluettelon kanssa on ilmennyt seuraava ongelma: Mikäli laitteen positio on normaalista hiemankin poikkeava, laitetta ei ole välillä löytynyt laiteluettelosta. Ainoa korjaustapana tähän on ollut kirjoittaa oikea positio piirroksen ja lisätä erillinen positio kuvan ulkopuolelle laiteluettelo varten. Tällöin on jouduttu lisäämään kyseiselle laitteelle kahteen kertaan positio. Tätä ongelmaa ei ole System Designerissa, koska siihen voi lisätä normaalista poikkeavia positioita [3.]

Värimaailma ja käyttöliittymä eivät ole CADs:n vahvuuksia. Tämä todettiin haastattele-
malla CADs:n käyttäjiä Rambollilla. Mikäli kuvaa lähentää liikaa, näkyviin tulee valkoisia pisteitä, jotka rasittavat silmiä. Tämän ominaisuuden voi ottaa pois käytöstä, mutta se olisi parempi olla päällä, jotta suunnittelija hahmottaa helpommin mittasuhteet kuvasta. Tähän verrattuna System Designerin vastaava ominaisuus, joka nähdään vertailu kuvassa 4, on miellyttävämpi silmälle. CADs:n perusnäky A4-sivuille mahdollistaa vain yhden sivun katsomisen kerrallaan. Useamman sivun yhtäaikainen katsominen vaatii käyttäjäkohtaista kokemusta ohjelmasta. System Designer mahdollistaa useamman A4-sivun yhtäaikaisen katsomisen pienentämällä kuvan kokoa [3.]



Kuva 4. Oikealla CADs, vasemmalla System Designer

Yhtenä etuna System Designerin käytössä on se, että System Designer on rakennettu AutoCAD-ohjelman päälle. Tällöin voidaan tarvittaessa hyödyntää kaikkia autoCAD ominaisuuksia. Rambollin oman kehitystyön ansiosta System Designerille on jo tehty paljon enemmän valmiita symboleita kuin CADsillä on käytettävänä. Tämä opinnäytetyönä tehty projekti on myös ollut osana tätä symboloiden tekemistä. Moni suunnittelija osaa käyttää autoCAD ohjelmistoa, joten System Designerin käyttöönotto on helppo oppia [3.]

System Designerin rakenteen ansiosta voidaan käyttää aina projektikohtaista datasettiä. Tällöin jokaiselle projektille voidaan saada kaikista uusimmat ja innovatiivisimmat ratkaisut käyttöön. System Designerin symboloiden älykkyys on tehty eri tavalla kuin CADs:ssä, joten niiden suora kopioiminen toimii ilman ongelmia. Tämä on suuri etu suunnitteluvaiheessa, sillä se nopeuttaa huomattavasti suunnittelijan työntekoa. Kaikki symboleihin tehdyt muutokset päivittyvät automaattisesti datasetissä oleviin symboliryhmiin [3.]

Molemmilla ohjelmistoilla on omat vahvuutensa ja heikkoutensa. Vertailun lopputuloksena päädyttiin tekemään kehitystyötä System Designerille, jonka käyttöön siirrytään laajemmin lähiaikoina [3.]

4 Symbolit

4.1 Symbolien suunnittelu

Opinnäytetyössä kylmälaitteiden symbolien suunnittelussa on käytetty apuna Coolselector2-ohjelmistoa (kuva 5). Tämä ohjelmisto sisältää symbolien ulkonäön sekä niiden sisältämät suureiden arvot osalle symbolikirjastoon piirretystä symboleista. Tätä tietoa ei voida automaattisesti kopioida Coolselector2 -ohjelmasta, vaan jokainen symboli pitää rakentaa uudelleen System Designerilla. Tämä ohjelmisto toimii erittäin hyvin perussymbolien ulkonäön tarkistamiseen, kuten normaalien venttiilien symbolien tekemisessä. Tästä ohjelmasta ei löytynyt kylmäsuunnittelun erikoisempien laitteiden tietoja. Erikoisempien symbolien vaatimukset tulivat suoraan kylmäsuunnittelun asiantuntijoilta [9.]

The screenshot shows the Coolselector2 software interface. The main window displays the selection of a valve for a refrigeration system. The refrigerant is set to R134a. The selected valve is a CCM 20. The interface shows various technical specifications and a performance curve graph.

Technical Specifications:

| Parameter | Value |
|---------------------------------------|---|
| Teho (kW) | 10,00 |
| Jäähdytysteho (kW) | 10,00 |
| Mass flow in line (kg/h) | 225,0 |
| Lämmitysteho (kW) | 12,51 |
| Höyrystymisen Temperature (°C) | -10,0 |
| Hyödynnettävä tulustus (K) | 8,0 |
| Lauhtumisen Temperature (°C) | |
| Aljaahdytys | |
| Lisäläjähditys | |
| Initial line connection type and size | Connection: DIN-EN hitsaus, Size: DIN-EN 8 (1/4"), Velocity: 0,84 m/s |

Performance Curve:

Putki 1: Nesteputki (Kuvahöyrysteinen järjestelmä, R134a)

The graph shows the relationship between cooling capacity (Jäähdytysteho [kW]) and pressure drop (Paine-ero [bar]). The cooling capacity ranges from 0 to 14 kW, and the pressure drop ranges from 0 to 14 bar. The curve shows that as the cooling capacity increases, the pressure drop also increases.

Product Families:

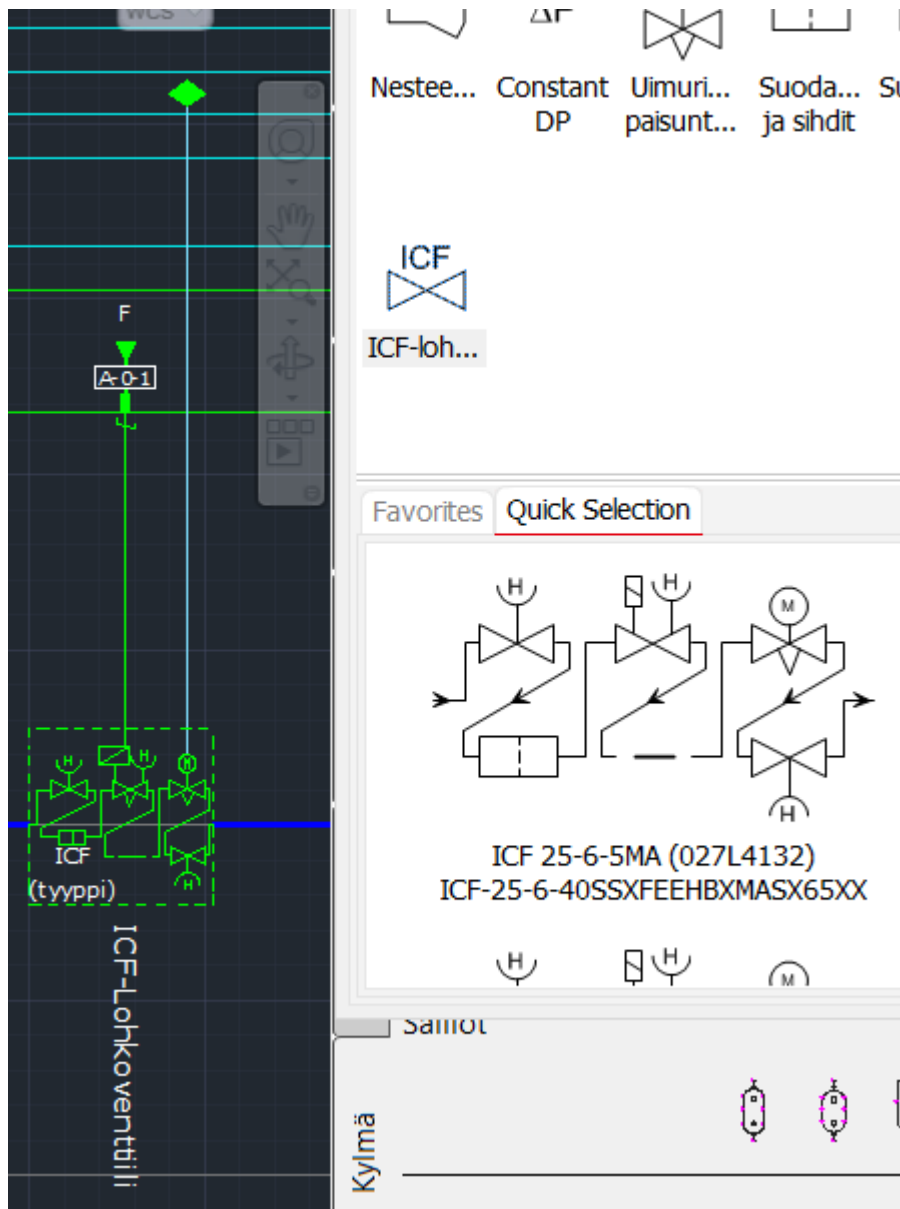
- CCM
- CCMT
- KVR
- ICM
- ICS
- REG angle
- REG straight
- REG SS angle
- REG SS straight

Selected Valve Details:

| Selected | Type | NS | Kv [m ³ /h] | Avautumisaste [%] | Kv_lask [m ³ /h] | Paine-ero [bar] | Lämp.ero_kylä [K] | Kuorma [%] | Nopeus, sisään [m/s] | Venttiilin asema | Tulos |
|----------|--------|----|------------------------|-------------------|-----------------------------|-----------------|-------------------|------------|----------------------|------------------|-------|
| Selected | CCM 10 | 15 | 0,8 | 80 | 0,6349 | 0,105 | 0,5 | 10 | 0,24 | Avoin | ✓ |
| | CCM 20 | 20 | 1,7 | 80 | 1,335 | 0,024 | 0,1 | 5 | 0,13 | Avoin | ✓ |
| | CCM 30 | 25 | 2,5 | 80 | 2,039 | 0,010 | 0,0 | 3 | 0,08 | Avoin | ✓ |
| | CCM 40 | 25 | 4,2 | 80 | 3,027 | 0,005 | 0,0 | 2 | 0,08 | Avoin | ✓ |

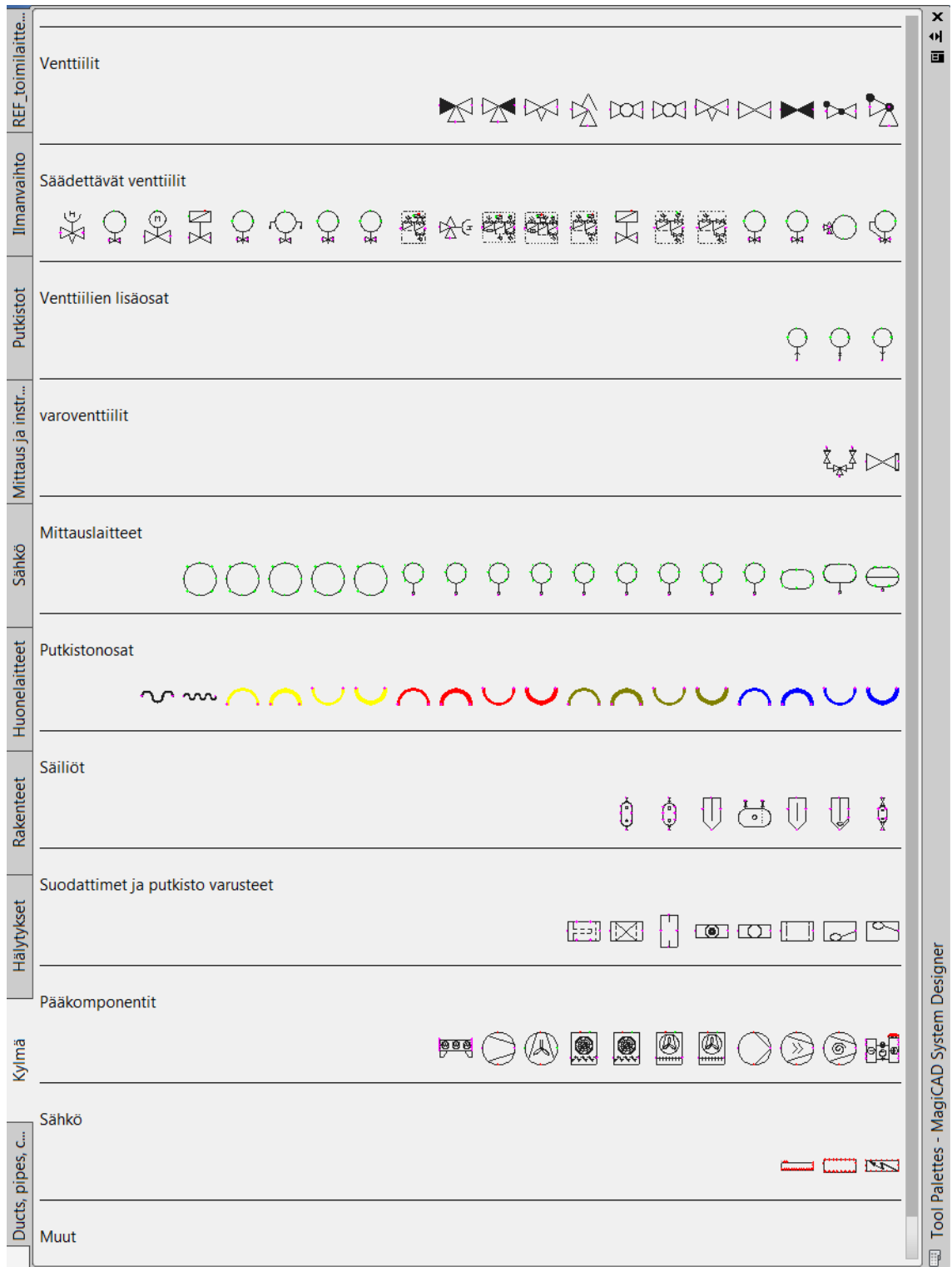
Kuva 5. Coolselector2-ohjelmisto. Kuvassa näkyy tiedot perusventtiilille kylmäsuunnittelussa

Coolselector2-ohjelmasta löytyviä symboleita ei välttämättä kannata kopioida suoraan samannäköisiksi kappaleiksi. Esimerkkinä ICF-lohkot, jotka eivät ole selkeän näköisiä Coolselector2:ssa. Kuvassa 6 oikealla puolen on Coolselector2:n symboli lohkoventtiilille ja vasemmalla on System Designerilla piirretty päivitetty versio samasta lohkoventtiilistä liitäntäpisteiden kanssa. Tämä voidaan piirtää erinäköiseksi, jotta se säästää tilaa ja on selkeämmin luettavissa. ICF-lohkon tilanteessa kokonaisuus on piirretty katkoviivalla merkityn laatikon sisälle, jotta se erottuisi paremmin kytkentä- ja säätökaavioista [9.]



Kuva 6. ICF-lohkoventtiili

Valmiit symbolit tallentuvat System Designerin Tool Palettes -välilehdille. Symbolit voidaan jakaa omille välilehdille ja niiden alle voidaan lisätä alaotsikoita helpottamaan symbolien löytämistä. Näin myös saadaan selkeä ulkoasu käyttäjälle. Opinnäytetyössä tehdyt kylmäsuunnittelun symbolit näkyvät kuvassa 7. Niiden järjestys ja otsikointi on rakennettu kylmäsuunnittelijoiden käyttölogiikan mukaiseksi. Näin kuluu vähemmän aikaa oikean symbolin etsimisessä. Tosin uudelle käyttäjälle symbolien sijoittelu välilehdellä ei välttämättä ole yhtä looginen kuin kokeneelle suunnittelijalle. Tällöin symbolien etsintä nimen mukaan nopeuttaisi suunnitteluprosessia. Tämä ominaisuus voidaan lisätä ohjelmistoon päivityksillä.

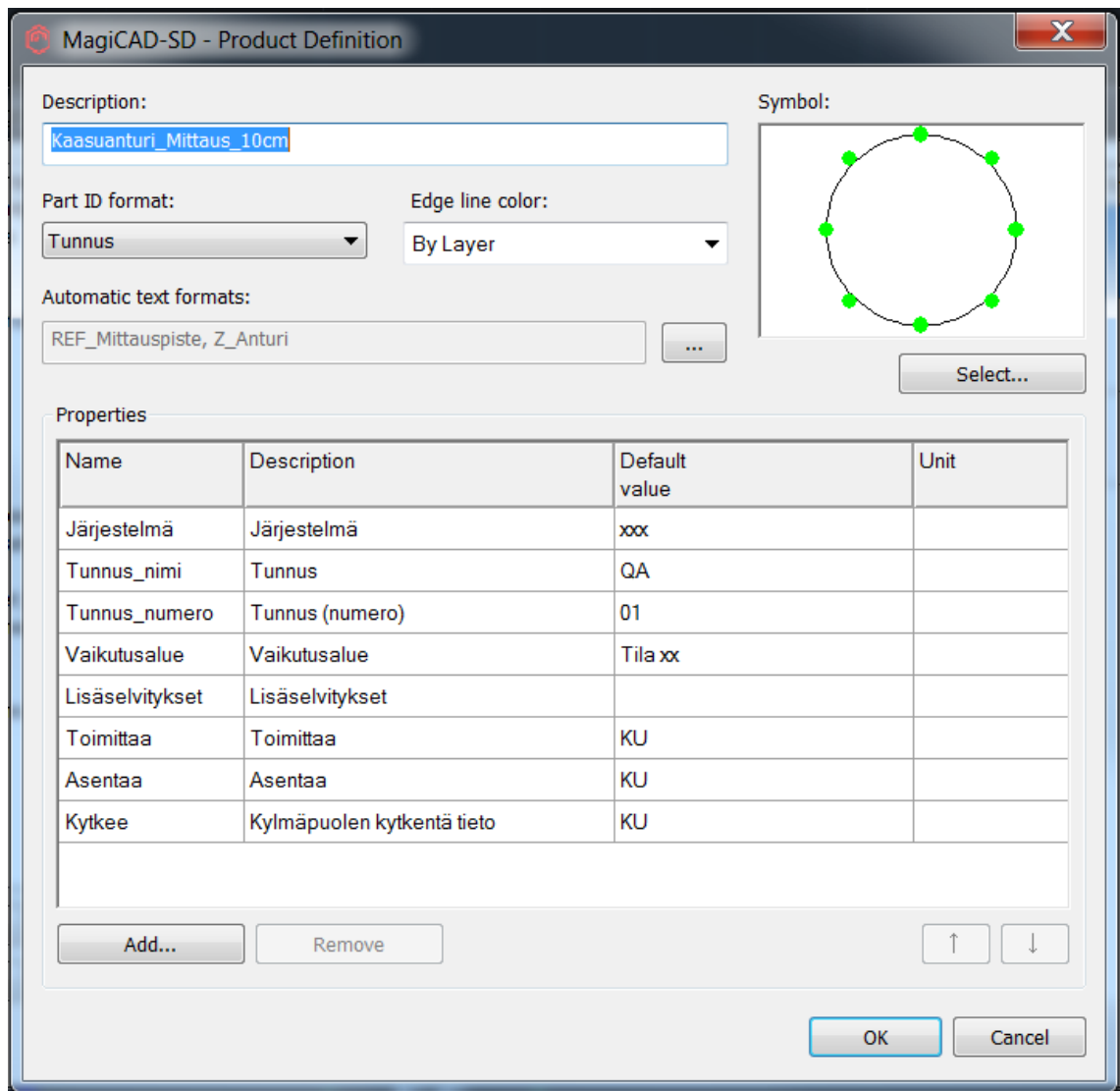


Kuva 7. Kylmäsuunnittelun symbolit

4.2 Symbolien optimointi

Symbolien piirtämisessä CAD-ohjelmistolla on hyvä ottaa huomioon optimointi. Mikäli symbolissa on ylimääräisiä viivoja päällekkäin tai poissa näkyvistä, tekee symbolista raskeamman. Tästä johtuen tiedostokoko kasvaa tallentaessa ja tiedoston muokkaaminen on hitaampaa. Ennen symbolin tallentamista on hyvä tarkistaa, ettei kuviossa ole ylimääräisiä kohtia. Symbolien optimointi on hyvin samanlaista kuin yleisesti CAD-suunnitelmatiedostojen eli dwg-tiedostojen optimointi. Symbolien optimointi on astetta helpompi kuin koko tiedoston optimointi [10.]

Piirrettyjen viivojen lisäksi symboleista voi tehdä kevyempiä lisäämällä vähemmän metadataa niihin. Metadata on hyvin pientä symboleissa, ja siksi on parempi aina laittaa mieluummin hieman enemmän tietoa kuin tarpeellista. Jokaiseen symboliin on mahdollista lisätä ominaisuuksia (kuva 8). Näihin voidaan kirjata muun muassa symbolin esittämälle laitteelle olennaisia suureita tai nimiä. Symbolille voidaan antaa lisäksi kuvaus ja laitetunnus, jotka näkyvät myöhemmin laiteluettelossa (kuva 9). Lisäämällä nämä tiedot symboleihin voidaan sisällyttää enemmän tietoa kuin pelkkä ulkonäkö. Laiteluetteloon lisätään olennaiset tiedot, jotka helpottavat laitteiden valinnassa. Luetteloon voidaan päivittää kaikki symbolien tiedot muutamalla hiiren painalluksella. System Designerilla on vielä heikkoutena se, ettei laiteluettelo voida päivittää aakkosjärjestykseen, vaan kaikki luettelon laitteet tulevat näkyviin piirtojärjestyksessä. Tähän on odotettavissa päivitys, joka korjaa tämän ongelman. Tarvittaessa sarakkeita voidaan muokata [10.]



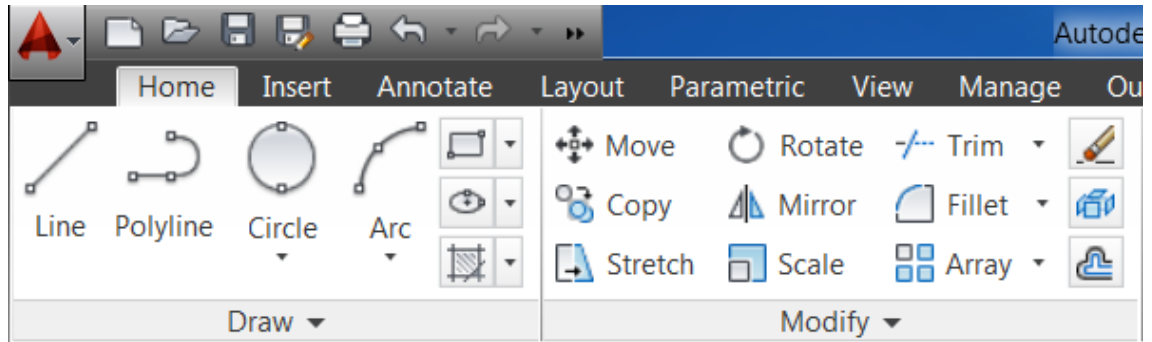
Kuva 8. Properties-ikkuna symbolille, jossa voidaan muokata symbolia.

| Tunnus | Nimitys | Vaikutusalue | Laitetyyppi | Toimittaa | Asentaa | Lisäselvitykset |
|-------------|------------------|--------------------|--|-----------|---------|---------------------|
| 301FG01 | Pelimoottori, NC | Tuloilma | 24 V, on/off, jousipalautus | LT | LT | |
| 301FG21 | Pelimoottori, NC | Poistoilma | 24 V, on/off, jousipalautus | LT | LT | |
| 301PDIA01 | Paine-erolähetin | | Kanavaan, automaattinollaus, varustettu näytöllä | LT | LT | Varustettu näytöllä |
| 301FE21 | Virtausmittari | Poistoilmapuhallin | Kanavaan | LT | LT | Varustettu näytöllä |
| 301TE21 | Lämpötila-anturi | | Kanavaan | LT | LT | |
| 301TE04 | Anturi, putki | | Jäätymisvaara-anturi | LT | LT | |
| 301TE02 | Lämpötila-anturi | | Kanavaan | LT | LT | |
| 301PDIA19 | Paine-erolähetin | | Kanavaan, automaattinollaus, varustettu näytöllä | LT | LT | Varustettu näytöllä |
| 301TE01 | Lämpötila-anturi | | Kanavaan | LT | LT | |
| 301PDIE02 | Paine-erolähetin | | Kanavaan, automaattinollaus | LT | LT | Varustettu näytöllä |
| 301TE10 | Lämpötila-anturi | | Kanavaan | LT | LT | |
| 301TE19 | Lämpötila-anturi | | Kanavaan | LT | LT | |
| 301EI03 | Virtausmittari | Tuloilmapuhallin | Kanavaan | LT | LT | Varustettu näytöllä |
| 301PDIE10 | Paine-erolähetin | Tuloilma | Kanavaan, automaattinollaus | LT | LT | Varustettu näytöllä |
| 301PDIE19.1 | Paine-erolähetin | Poistoilma | Kanavaan, automaattinollaus | LT | LT | Varustettu näytöllä |
| 301OP01 | Ohjauspaneeli | | Ohjauspaneeli | LT | LT | |

Kuva 9. Laiteluettelo

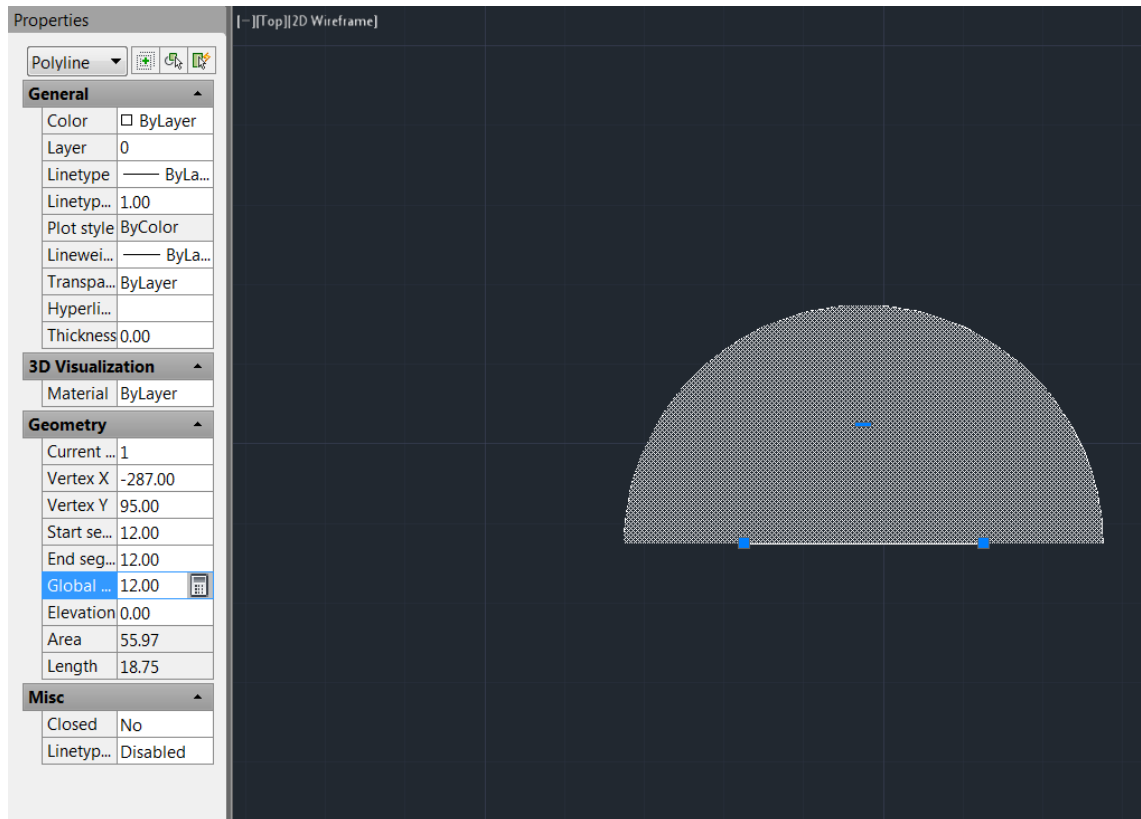
Symbolien piirtämisessä on tärkeä valita, millä toiminnolla viivat, pallot tai käyrät tehdään. Piirtämiseen käytetään normaaleja autoCADin puolella olevia piirtotoimintoja

(kuva 10). Kevyin tapa on piirtää suoria viivoja line-komennolla, koska se ei sisällä mitään lisätietoa, vaan on pelkkä niin sanottu tyhmä viiva. Mikäli saman suoran viivan piirtää polyline-komennolla, viivaan sisällytettäisiin enemmän tietoa. Polyline-viivan voi muuntaa arc-käyräksi tai siihen voi myös lisätä välipisteitä. Näiden toimintojen seurauksesta polyline on raskaampi tapa piirtää suoraa viiva [8.]















Kuva 10. AutoCAD ohjelmiston erilaiset piirtotavat symboleille.

Raskain tapa tehdä kokonaan täytetty kuvio on hatch-toiminto. Sitä ei kannata käyttää missään symbolissa. Samaan lopputulokseen päästään muun muassa käyttämällä polyline -viivaa ja muuntamalla sen paksuutta, jolloin alueesta saadaan täytetty. Tästä on esimerkkinä kuva 11. Toinen mahdollinen tapa tehdä kevyempi täytetty pyöreä muoto symboliin on käyttää donut-toimintoa. Nimensä mukaan sillä voi piirtää donitsia muistuttavan pyöreän muodon ja määrittää ulko- ja sisäsäteen, jonka jälkeen niiden väliin jäävä alue täyttyy [8.]



Kuva 11. Polyline -toiminnolla piirretty puoliympyrä. Vasemmalla näkyy, että viivan paksuus on muokattu arvoon 12, jolloin tämän kokoluokan viivan saada näyttämään täytetyltä alueelta symbolien tekoa varten.

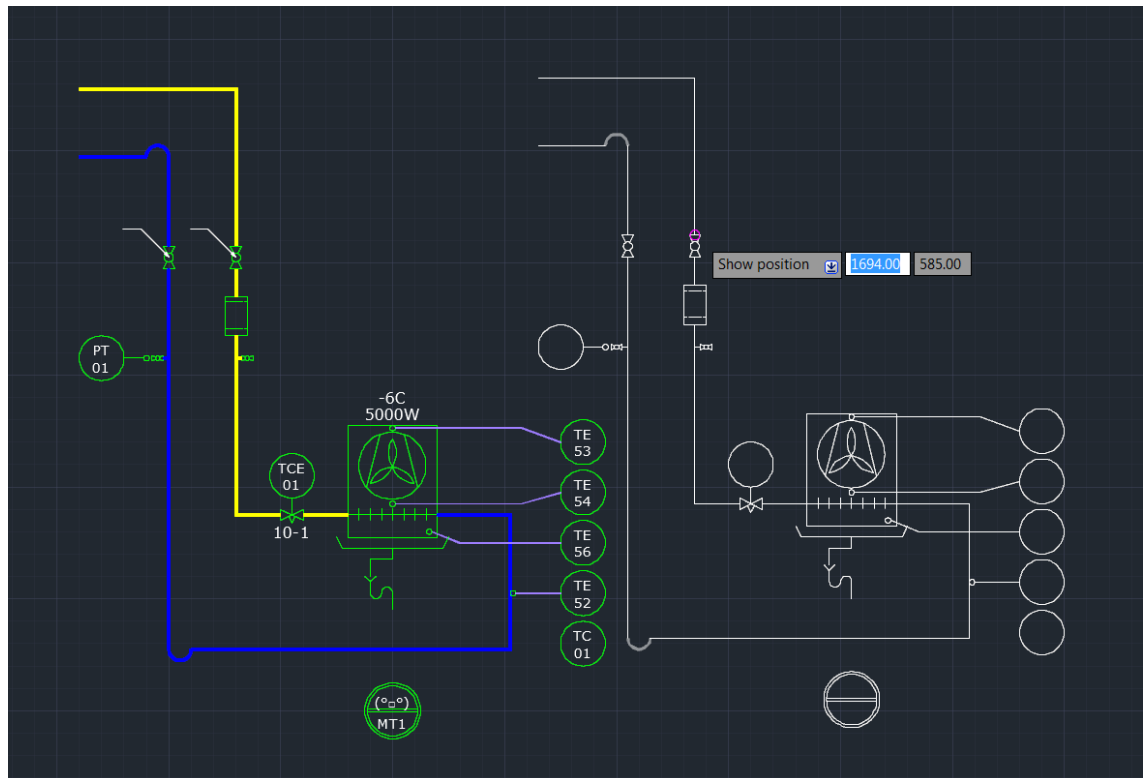
Jos tiedostossa on vain muutama symboli niiden ulkonäön testaamista varten, ei symbolien optimointiin välttämättä kiinnitä huomiota niitä piirräessä. Siksi on hyvä testata symbolien raskautta kopioimalla niitä suuri määrä uuteen tiedostoon, jonka jälkeen tiedostokokoa voidaan verrata toisella tavalla piirrettyyn symboliin. Kuvassa 12 on valittu kohta symboli_u ja symboli_v. U tarkoittaa uutta ja v vanhaa symbolia. Tiedostokoosta nähdään kuinka päivittämällä piirtotyyliä voidaan pienentää tiedostokokoa. Tiedostokoon muuttuminen testattiin kopioimalla viisikymmentä vanhalla datasetillä tehtyä symbolia yhteen tiedostoon ja viisikymmentä uudella datasetillä tehtyä symbolia toiseen tiedostoon. Toinen mahdollinen tapa huomata symbolin raskaus on tulostaessa dwg-tiedosto pfd-tiedostoon. Tällöin raskailla symboleilla piirretyt tiedostot voivat aiheuttaa ohjelmiston kaatumisen tai hidastaa tulostamista. Tämä korostuu varsinkin suuremmissa kaavi-oissa. Hatch-toiminnolla piirretyt symbolit ovat yksi mahdollinen esimerkki raskaista symboleista, jotka varmasti saavat autoCAD-ohjelmiston kaatumaan [8.]

| | | | |
|---|-----------------|-----------------|----------|
|  Drawing1 | 22.2.2017 16:00 | AutoCAD Drawing | 264 KB |
|  laatikko_l | 7.3.2017 12:45 | AutoCAD Drawing | 303 KB |
|  laatikko_l2 | 7.3.2017 13:09 | AutoCAD Drawing | 180 KB |
|  laatikko_p | 7.3.2017 12:46 | AutoCAD Drawing | 314 KB |
|  laatikko_p2 | 7.3.2017 13:10 | AutoCAD Drawing | 153 KB |
|  laatikko_v | 7.3.2017 12:47 | AutoCAD Drawing | 269 KB |
|  laatikko_v2 | 7.3.2017 13:10 | AutoCAD Drawing | 152 KB |
|  pallo_pa | 7.3.2017 12:59 | AutoCAD Drawing | 300 KB |
|  pallo_po | 7.3.2017 13:00 | AutoCAD Drawing | 312 KB |
|  symboli_u | 7.3.2017 11:46 | AutoCAD Drawing | 292 KB |
|  symboli_v | 7.3.2017 11:48 | AutoCAD Drawing | 336 KB |
|  symbolitesti.msdx | 7.3.2017 12:58 | MSD File | 2 560 KB |

Kuva 12. Kuvakaappaus erikokoisista tiedostoista

4.3 Symboliryhmät

Symboliryhmien tarkoituksena on nopeuttaa suunnitteluprosessia. Rakentamalla valmiita kokonaisuuksia oikeilla metadatatiedoilla voidaan säästää huomattavasti aikaa. Esimerkkinä kylmähuonesymboliryhmään on piirretty kerran valmiiksi kylmähuoneen kokonaisuus. Symbolien värit ja tekstikentät tulevat näkyviin vasta symbolin lisäämisen jälkeen. Lisäämättömän ja lisätyn symboliryhmän ero nähdään alla olevassa kuvassa 13. Yksittäisten symbolien muutokset päivittyvät automaattisesti symboliryhmiin. Sen lisäksi tässä kokonaisuudessa oleville venttiileille ja muille symboleille on määritelty mahdollisimman paljon metadatatietoja. Tilanteesta riippuen yksittäiseen symboliin ei välttämättä voida aina laittaa yksikäsitteistä arvoa, joka toimisi jokaisessa tilanteessa. Siksi on hyvä tehdä kokonaisuuksia symboliryhmien avulla. Tällöin ryhmään kuuluviin yksittäisiin symboleihin voidaan määritellä tarkemmin ja enemmän tietoja valmiiksi. Tämä vähentää työhön kuluvaan aikaa [11.]



Kuva 13. Kylmähuoneen symboliryhmä.

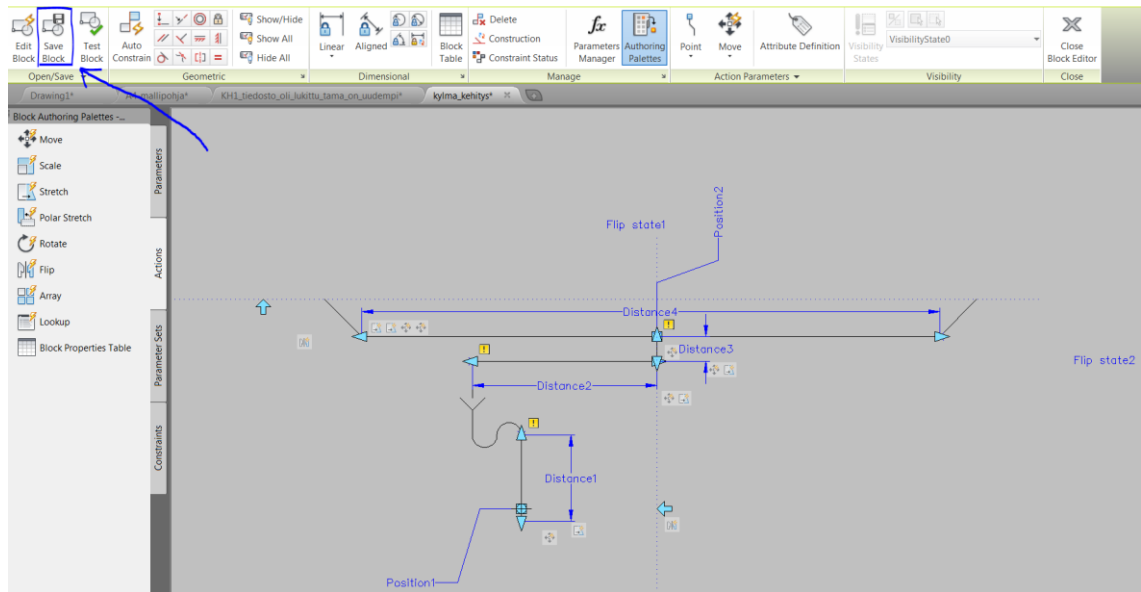
Yksittäisten symbolien valmistuttua symboliryhmien tekeminen on yksinkertaista. Kun ryhmään tarvittavat symbolit ja putket sekä tarvittavat liitännät on määritelty, voidaan ryhmän tekeminen aloittaa. Aluksi piirretään haluttu kokonaisuus käyttämällä edellä mainittuja System Designer -ominaisuuksia. Tämän jälkeen valitaan piirretty kokonaisuus ja valitaan "Create Group", tämän jälkeen valitaan kohdistuspiste ja ryhmälle annetaan nimitys. Tämän jälkeen ryhmä tulee näkyviin ryhmien omille välilehdille [11.]

Ryhmien käyttö mahdollistaa joustavan ohjelman käyttämisen. Ryhmät kannattaa aina suunnitella sisältämään mahdollisimman optimaalinen määrä symboleita kyseiselle kokonaisuudelle. Mikäli ryhmän kaikkia symboleita ei tarvita jossain tilanteessa, on parempi kuitenkin käyttää samaa ryhmää ja poistaa tai lisätä muutama ylimääräinen symboli ryhmästä jälkikäteen. Näin ryhmien välilehdet voidaan pitää siistinä ja välttyä epäselviltä toisiaan muistuttavilta ryhmiltä. Näin suunnittelijan on helpompi hahmottaa oikeat ryhmät projektisuunnitelmissa [11.]

Symboliryhmä ominaisuudessa voidaan käyttää vain System Designerin omia palasia. Tämä tarkoittaa sitä, että symboliryhmään ei voida lisätä esimerkiksi dynaamisia blokkeja. Mikäli näitä halutaan käyttää, ne joudutaan lisäämään erikseen. Symboliryhmään on mahdollista saada näkyviin automaattisesti vain symbolit, putket ja symboleihin määritellyt valmistekstit [11.]

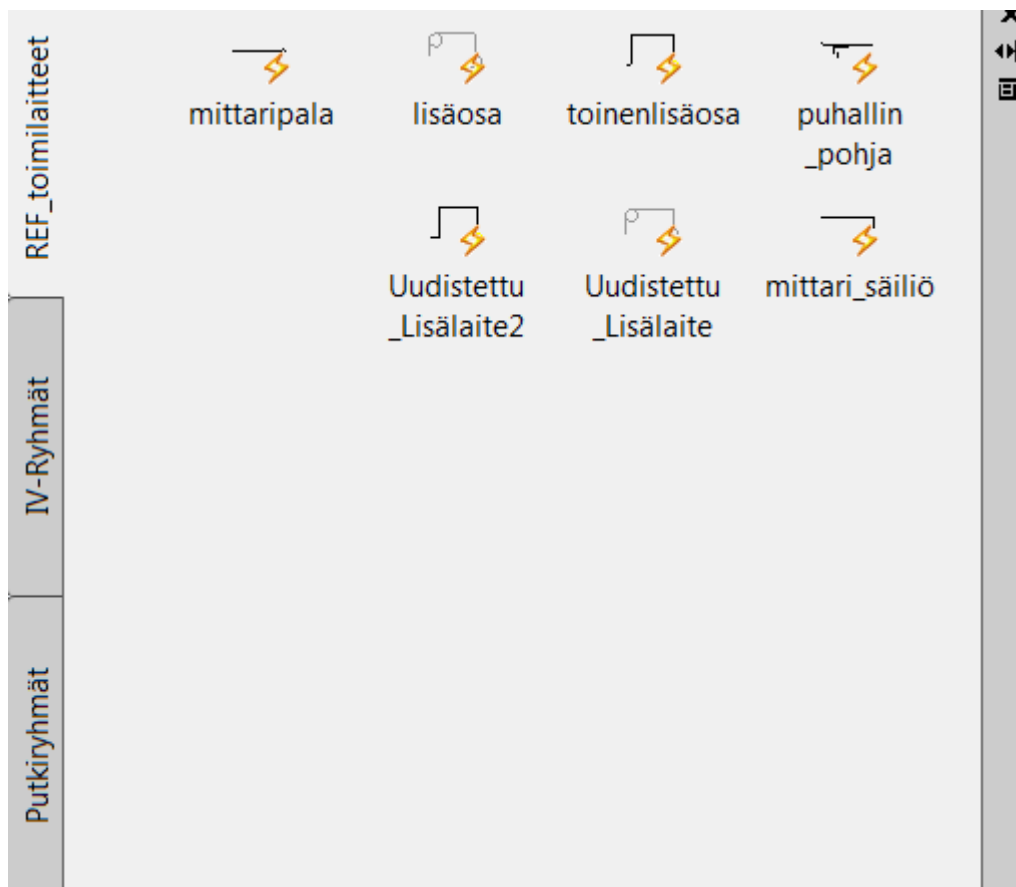
4.4 Dynaamiset blokit

Piirrettyihin kappaleisiin voidaan lisätä erilaisia ominaisuuksia käyttämällä block-toimintoa autoCAD:ssä. Sen avulla lisätään mahdollisuus kääntää, venyttää, pyörittää tai muuntaa objektia erittäin monella tavalla. Lisäämällä piirrokseen näitä toimintoja, voimme lisätä kappaleiden muokattavuutta ja sisältää enemmän niin sanottua älykkyyttä piirroksiin. Block-toiminnolla voimme ensin määrittää parametrin eli minkälaisen toiminnon haluamme. Sen jälkeen määritellään action eli toiminta parametrille. Toiminnalla valitaan piirroksen kohdat joihin parametri vaikuttaa. Kun kappaleelle on määritetty halutut lisätoiminnot block editorin puolella, voidaan kappaleen toimivuutta testata test block toiminnolla. Mikäli lisätyt parametrit toimivat halutulla tavalla, voidaan kappale lopuksi tallentaa save block -näppäimellä (Kuva 14) [12;13.]



Kuva 14. Blokin tallentaminen

Joissain suunnittelutilanteissa voidaan yhdistää System Designerin symboleita ja dynaamisia blokkeja. Esimerkiksi piirtämällä anturi sen positiokohta voidaan tehdä symbolilla, jolloin saadaan talteen tarvittavat metadata tiedot System Designerin puolelle. Tämän jälkeen lisätään dynaaminen blokki näennäisesti kiinni symboliin ja venytetään kiinni haluttuun kohtaan. Näin saamme dwg-tiedostoon talteen tarvittavan informaation ja tulostettaessa mittauspisteet voidaan kohdistaa sopiville kohdille. Dynaamiset blokit voidaan tallentaa näkyviin System Designerin välilehdelle muiden symbolien kanssa. Tällöin niiden käyttö on yhtä helppoa kuin symbolien (kuva 15).

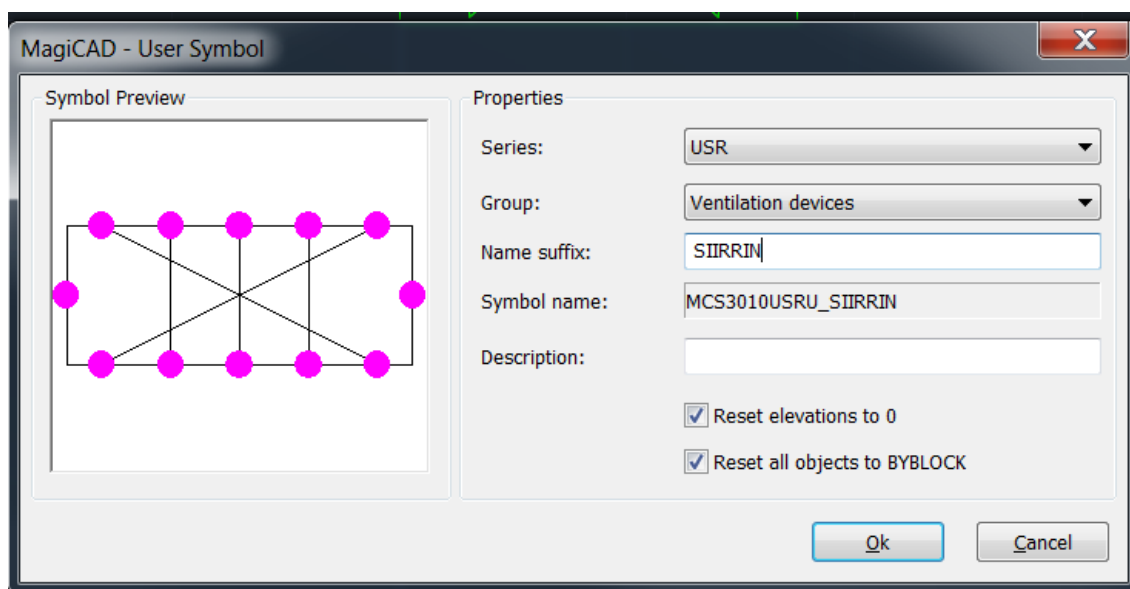


Kuva 15. Dynaamiset symbolit Tool Palettes -välilehdellä työvaiheessa

5 Opinnäytetyön vaiheet

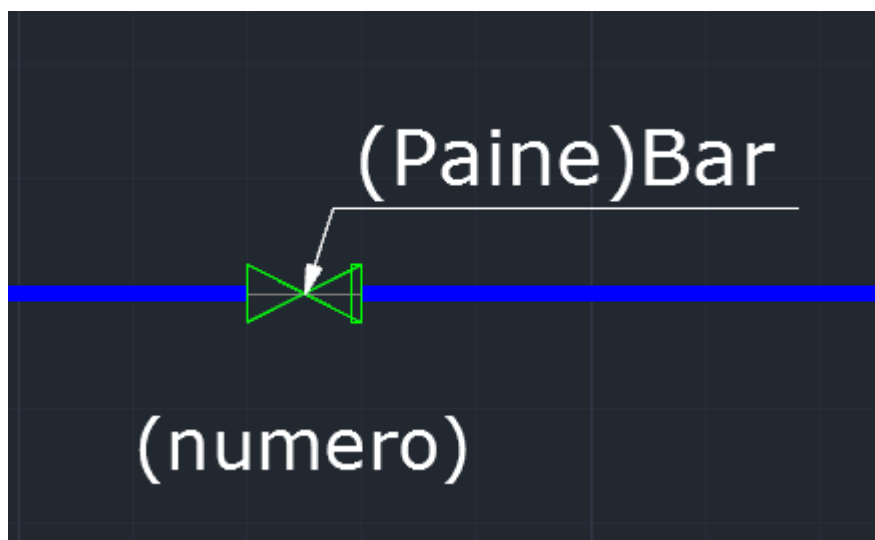
5.1 Symbolien piirtäminen ja älykkyyden lisääminen

Symbolit piirretään aluksi autoCAD ohjelmiston puolella olevilla perustyökaluilla, jotka on esitelty jo aiemmin kuvassa 10 sivulla 17. Näillä työkaluilla tehdään symbolikuvakkeen ulkonäkö. Tämä näkyy esimerkiksi kuvan 8 oikeassa yläkulmassa. Kun halutun näköinen symboli on piirretty, valitaan create symbol System Designerin alta. Tämän jälkeen lisätään halutut liitäntäpisteet, kuten kuvassa 16, jossa on lisättyinä putkiliitännät lämmönsiirtimelle. Kuvassa näkyy määritellyt liitäntäpisteet magendan värillä. Tässä vaiheessa annetaan myös nimitys symbolille, joka ei tule näkyviin symbolikirjastoon, vaan pelkätään symbolin kuvakkeen tekijälle. Muut arvot voidaan jättää oletusasetuksiin tai muuttaa halutessa. Muita mahdollisia liitäntöjä ovat kanava-, sähkö- ja dataliitäntä. Liitäntäpisteiden avulla voidaan liittää symbolit haluttuun kaapeliin tai vastaavaan. Tämä on osana System Designerin älykkyyttä symboleille. Liitäntöjen avulla ohjelmisto osaa leikata esimerkiksi putket oikein, kun symboli liitetään putkeen. Samalla symboli voidaan liittää jo ennalta olevan järjestelmän osaksi. Putket tai muut liitännät myös ottavat kiinni symbolista, joten ne liikkuvat symbolin mukana jos sitä halutaan siirtää.



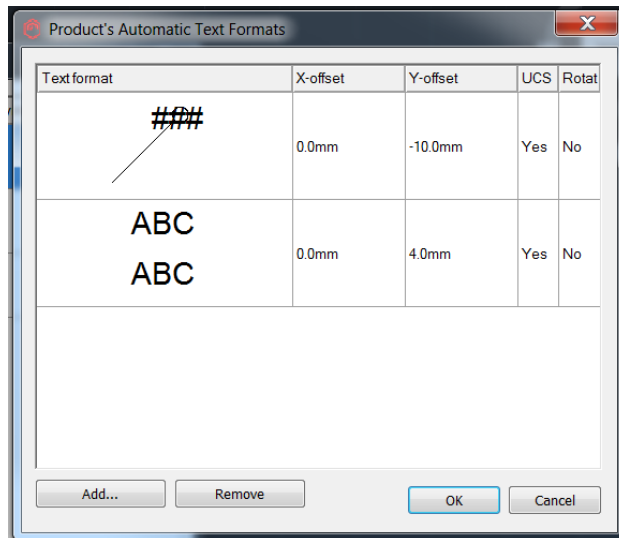
Kuva 16. Symbolin luominen.

Symbolikuvakkeen tallentamisen jälkeen symboliin voidaan lisätä metatietoja datasetin kautta. Mikäli halutaan muokata yksittäiseen symboliin tietoja, se voidaan tehdä properties toiminnon kautta, eikä se vaikuta muihin samanlaisiin symboleihin. Symbolin metadata tietoihin voidaan lisätä automaattisesti näkyviin tulevia tekstikenttiä, jotka ohjeistavat suunnittelijaa työssään (kuva 17). Mikäli tekstissä näkyy (Paine) tai (numero), niin suunnittelija huomaa, ettei hän ole vielä määritellyt näitä metadata tietoja symbolille. Lisäämällä näkyviin tulevia tekstejä voidaan varmistua siitä, että suunnittelija muistaa laittaa symboleille olennaisten suureiden arvot. Esimerkkinä kuvassa 17 varoventtiilille on olennaista lisätä sen painearvo, joka usein halutaan myös näkyviin kaaviopiirroksen.

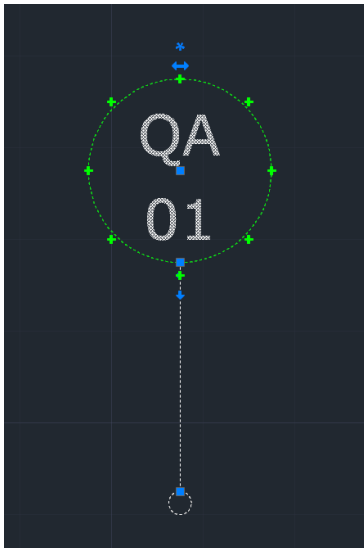


Kuva 17. Varoventtiilille on lisätty automaattiset tekstit helpottamaan suunnittelutyötä.

Kylmäsuunnittelijoiden toiveena oli saada liikuteltavia ja muokattavissa olevia symboleita. Tämä ei ole mahdollista normaaleilla symboleilla. Symboleita voidaan ainoastaan siirtää kokonaisuutena, kääntää 180° tai kopioida. Omaperäinen tapa tehdä liikuteltava mittauspiste on käyttää edellä mainittua tekstiominaisuutta. Teksti voidaan laittaa pallon, alleviivauksen tai muun efektin kanssa, mutta se samalla mahdollistaa mittauspisteeltä näyttävän pallon tekemisen. Tämän avulla voidaan luoda venytettävä mittauspiste symbolille (kuva 18). Tämä on mahdollinen ratkaisutapa joissain tilanteissa. Kuvassa 19 nähdään, kuinka symboliin piirtyy mittauspiste, jota voidaan venyttää. Näennäisesti tämä on oikeanlainen symbolille ja toimii. Sen ainoa heikkous on, mikäli halutaan mittauspiste paikkaan, jossa sitä ei voida piirtää suoran yhteyden päähän vaan halutaan kulma.



Kuva 18. Mittauspisteen luominen tekstikenttään. Tässä mittapiste on päällekkäin ###:n kanssa



Kuva 19. Tekstikenttää hyödyntävä mittarisymboli

5.2 Mallitiedoston rakentaminen

Symbolien piirtämisen jälkeen ne koottiin yhteen mallitiedostoon. Mallitiedoston tarkoituksena on selkeyttää ja havainnollistaa symbolien käyttöä. Tässä tiedostossa laitteet on määritelty oikeanlaisiin kohtiin ja niihin on lisätty tarvittaessa liitännät. Mallitiedostoa voidaan myöhemmin hyödyntää lähettämällä se asiakkaalle projektin mukana. Tällöin mallitiedoston avulla voidaan helpottaa suunnitteluprojektien lukemista. Suunnitelmissa saatetaan välillä käyttää hieman erikoisempia merkkejä ilman selitystä siitä, mitä merkillä

tarkoitetaan. Tämä vaikeuttaa urakoitsijan työntekoa, ja siksi on hyödyllistä lähettää projektin mukana mallitiedosto, josta näkee jokaisen symbolin merkityksen. Tästä on erimerkkikuvia mallitiedostoliitteissä [3.]

Mallitiedoston tarkoituksena on helpottaa symbolien laaduntarkistusta. Useampi henkilö katsoo läpi lopulliset symbolit, ja sitten vasta ne voidaan hyväksyä käyttöön. Mallitiedostossa kaikki symbolit näkyvät selkeästi, ja tällöin niiden hyväksyttämisen prosessi sujuu nopeammin.

5.3 Projektin tekeminen uusilla symboleilla

Projektissa päivitettiin aikaisemmin CADSillä tehty suunnitteluprojekti uudemmalle System Designerille. Kyseinen projekti on kylmäsuunnittelu ison kauppakeskuksen ensimmäisestä konehuonetilasta (myöhemmin lyhennettynä KH1). Tarkoituksena oli ensin piirtää System Designerilla alkuperäistä vastaava kaavio useamman A4-pohjan sijaan paljon käytännöllisemmälle lakana-pohjalle. Lakana-pohja on helpommin luettavissa ja nykypäivänä lakana-pohjan käsittely tietokoneella, ja tulostus tulostimella onnistuu yhtä helposti kuin normaali A4-pohjalla.

Piirtämällä projekti uudelleen System Designerilla, kaikki symbolit päivittyvät symbolikirjaston mukaisiin uusiin symboleihin. Projektin yhtenä haasteena oli löytää sopiva piirustustapa vanhalle projektille siten, että se olisi yhdenmukainen uusien System Designerilla piirrettyjen suunnitteluprojektien kanssa. Tällöin se on helpommin muokattavissa, mikäli siihen pitäisi tehdä muutoksia.

Kun alkuperäisestä CADSillä piirretystä kytkentä- ja säätökaaviosta oli piirretty ensimmäinen versio System Designerillä, niin kylmäsuunnittelija tarkasti vielä piirroksen laadun. Sen piti olla oikein piirretty ja mahdollisimman selkeän näköinen. Lisäksi kaaviossa olevien laitteiden sijoittelun oli oltava looginen kylmäsuunnittelijalle ja sitä lukevalle urakoitsijalle. Tässä vaiheessa piirroksen asettelua muutettiin loogisemmaksi verrattuna alkuperäiseen kaavioon. Tämän seurauksesta jo alkuperäistä piirrettäessä jouduttiin tekemään pieniä muutoksia sijoitteluun. Putkissa on lukemista selkeyttävä värikoodaus. Jäähdytyspuolen putket ovat sinisellä ja lauhdutuspuolen oranssilla värillä.

Alkuperäisen kuvan valmistuttua piirrokseen tuli muutamia muutoksia. Muutoksien avulla parannettiin aikaisemmin suunnitellun laitteiston hyötysuhdetta. Muutoksien jälkeen kylmäsuunnittelija tarkasti kaavion vielä toiseen kertaan ja koska sen laatu vastasi Rambollin vaatimuksia, hän myös hyväksyi sen. Projektiin liittyvät tiedostot on lisätty liitteeksi loppuun (Projektiosuuden liitteet)

5.4 Kaupallinen arvo

Kylmäsuunnittelussa ei ole aikaisemmin ollut käytössä vastaavanlaista älykästä symbolikirjastoa. Siksi tässä opinnäytetyössä tehty symbolikirjasto voidaan ottaa käyttöön kylmäsuunnittelussa, jolloin kylmäsuunnittelijat hyötyvät kyseisestä suunnitteluohjelmiston käytöstä [14.]

Käyttämällä System Designer -kylmäsymboleita ja -symboliryhmiä, voidaan nopeuttaa kylmäsuunnittelun etenemistä. Symbolit pysyvät aina jatkossa samanlaisina. Näin mahdollistetaan helppo muokkaaminen aiemmin tehdyille suunnitelmille. Lopputuloksena saadaan siisti ja helposti luettava piirustus. Kaikki tarpeellinen metatieto voidaan tallentaa symboliryhmiin. Laiteluettelo vaadittavista osista saadaan muutamalla painalluksella [14.]

Kyseiselle älykkäälle ohjelmistolle olisi kysyntää kylmäsuunnittelussa, mikäli se täyttää mahdollisimman monta edellä mainittua ominaisuutta. Koska vastaavanlaisia ohjelmistoja ei ole saatavilla kylmäsuunnitteluun, myyntihinta voidaan asettaa melko korkeaksi. Tosin System Designerilla tehty kylmäsymbolikirjaston käyttö ei välttämättä leviä heti, mutta enintään muutaman vuoden sisällä voisi uskoa, että urakoitsijat ja muut kylmäsuunnittelijat kiinnostuisivat kylmäsymbolikirjaston ostamisesta [14.]

Kylmäsuunnitteluun voidaan mahdollisesti myydä datasetti, joka sisältää pelkän kylmäsymbolikirjaston tai sitten kalliimmalla hinnalla datasetin, joka sisältää myös rakennusautomaatiosuunnitteluun (RAU) käytettävissä olevat symbolit. Myynti voidaan tehdä kertamyyntinä, jolloin asiakas saa nykyisen kehitysdatasetin käyttöönsä, tai mahdollisesti samalla voidaan myydä päivityspalvelu. Tämä sisältää Rambollin tekemät tulevat päivitykset datasettiin, ja asiakas saa esimerkiksi kuukausittain uudet muutokset datasettiin kuukausihintaan kertamaksua huomattavasti edullisemmin aina päivitetyn version

datasetistä. Myymällä päivityspalvelun voidaan varmistua siitä, että kehitystyö tulee eteneeseen myös jatkossa, koska silloin sille olisi rahoitusta muista yrityksistä. Tämän seurauksesta symbolikirjasto tulee ylläpitämään kilpailukykyä mahdollisia tulevia kilpailevia suunnitteluratkaisuja vastaan [14.]

Kylmäsuunnitteluun käytettävän datasetin myyminen hyödyntäisi Rambollia ja sen yhteistyökumppaneita, koska tällöin kaikilla olisi käytössä Rambollin laadunvalvonnan mukainen suunnittelumenetelmä käytössä. Mikäli kaikki käyttävät samoja symboleita, pitäisi välttyä epäselvistä kohdista suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden välillä. Tämä helpottaisi kakkien osapuolien työtä ja säästäisi huomattavasti aikaa ja kustannuksia jatkossa [14.]

6 Johtopäätökset

System Designerilla voidaan piirtää kytkentä- ja säätökaavion symboleita useammalla eri tavalla. Ensimmäisenä kokeiltu tapa, jolla saatiin kaikki halutut toiminnot käyttöön, oli dynaamiset blokit, mutta tämä ominaisuus ei ollut osana System Designeria vaan itse asiassa se oli autoCADin ominaisuus. Nämä dynaamiset blokit voidaan silti lisätä System Designerin Tool Palettes välilehdelle, ja niiden käyttö on näin suhteellisen helppoa. Toisaalta näiden dynaamisten blokkien käyttöä ei voida hyödyntää symboliryhmissä, koska ne eivät ole System Designerin symboleita. Näin ollen niiden käyttö ei ole loppujen lopuksi täysin optimaalinen. Näitä voidaan hyödyntää jossain erikoistilanteissa, mutta ei pääasiallisessa käytössä.

Toinen tapa, jolla toteutettiin kylmäsuunnittelussa tarvittavaa mittauspisteen liikuteltavaa ominaisuutta, oli luomalla oman property tekstiboxin (Kuva 18, sivulla 26). Tämä teksti-boxi-toiminto ei ole tarkoitettu näin käytettäväksi, mutta se mahdollisti liikuteltavan mittauspisteen luomisen. Tämä ominaisuus toimi myös symboliryhmien kanssa, koska se on osa symbolin tietoja. Tämä toimii vain hyvin yksinkertaisissa tilanteissa, jolloin kyse on mittarin mittauspisteen sijoittamisesta. Paras ratkaisu oli piirtää tarvittavat symbolit System Designerin omalla piirtoviivalla. Tähän ratkaisuna käytin datakaapelia, jolla oli pelkkä järjestelmätunnus. Näin pystyin piirtämään kaikki halutut muodot ja saamaan ne liikuteltavaksi, sekä toimimaan symboliryhmissä. Symbolien käyttö nopeuttaa suunnittelutyötä. Jatkossa parantamista olisi symboliryhmissä. Mikäli ne tukisivat dynaamisia blokkeja, niin System Designerin muokkaamistoiminnot parantuisivat huomattavasti. Tämä olisi ratkaisu, joka ehkä tehdään System Designeriin myöhemmin.

System Designer oli otettu käyttöön Rambollissa vuonna 2015, joten siitä ei vielä ollut saatavilla paljoa dokumentaatiota, jota olisi voinut hyödyntää symbolien piirtämisessä. Vaikka autoCAD on maailmalla suosituimpia CAD-ohjelmistoja, ei sen magiCAD-lisäosan System Designer -osiosta löytynyt ohjeita internetistä. Ohjelmistossa oli joitain selvittämättömiä ohjelmistovirheitä. Yleisin mihin törmäsin piirtäessä autoCAD:llä, oli yllättävä kursorin katoaminen ruudusta. Painamalla hiirellä sai lisävalikon näkyviin tai siirtymällä kappaleen päälle sen sai valittua, mutta normaali kursori katosi piirtoruudulta.

Yritykset voisivat julkista käyttämiensä sovellusten opetusmateriaalin, koska silloin yritykseen tulevan uuden henkilön olisi paljon helpompi löytää opetusmateriaalia eikä tarvitsisi odottaa tai etsiä sisäisistä verkkojärjestelmistä. Lisäksi tämä mahdollistaisi paljon perusteellisemmän tutustumisen ohjelmistoon ja sen käyttöön jo etukäteen. Opetusmateriaalin julkaisemisella voitaisiin vähentää uuden henkilön koulutusjakson pituutta, mikäli hän voisi käydä läpi opetusmateriaalia etukäteen. Tämän lisäksi avoin opetusmateriaalin jakaminen voisi mahdollistaa suuremman potentiaalisen sovelluskohtaisen osaamisen ja näin henkilöt, jotka eivät ole yrityksen työntekijöitä, voisivat rakentaa lisämateriaalia ja kattavampaa dokumentointia internettiin.

Tähän vertauskuvana on opensource-materiaali, joka on suurimmalta osalta tehty yhteisöpohjaisesti, minkä seurauksesta niin sanotut bugit eli virheet on saatu poistettua paljon tehokkaammin. Opensource-tyylisen opetusmateriaalin julkistaminen voisi helpottaa myös yritysten rekrytointia. Mikäli joku rakentaisi opetusmateriaalia käyttäen jotain yrityksen kannalta hyödyllistä ohjelmistoa, hänet voitaisiin palkata henkilönä, jolla on jo vaadittava osaaminen.

7 Yhteenveto

Opinnäytetyössä tehtiin symbolikirjastoryhmät kylmäsuunnitteluun System Designer ohjelmistolla. Symbolikirjaston rakentamisessa oli monenlaisia toteuttamisvaihtoehtoja, jotka on käyty kaikki läpi opinnäytetyössä. Jokaisessa toteutustavassa on omat vahvuutensa ja haittansa. Ideaaliratkaisu saataisiin yhdistelemällä eri ratkaisujen toimintoja yhteen. Koska ohjelmisto on hyvin uusi ja se on kehitystyön alla, niin näiden ominaisuuksien käyttö voisi olla mahdollista myöhemmin.

Toisena osuutena tehtiin mallitiedosto symbolikirjaston merkeistä. Tämän tarkoituksena oli selkeyttää symbolikirjaston tarkistamista ja antaa kuva siitä, miltä sen kaikki symbolit näyttävät. Tähän mallitiedostoon voidaan myöhemmin tehdä symboliryhmiä, joiden avulla voidaan nopeuttaa suunnitteluprosessia. Mallitiedosto otetaan myös todennäköisesti käyttöön uusien System Designerilla tehtyjen projektien kanssa. Tällöin asiakkaalle voidaan projektin mukana lähettää mallitiedosto, johon on kirjattu selkeästi kaikkien symbolien tarkoitukset. Aiemmin kylmäsuunnittelussa ei ole käytetty vastaavanlaista mallitiedostoa. Urakoitsijalla on voinut olla epäselvyyksiä kytkenä- tai säätökaavioissa, mikäli suunnittelija on tehnyt normaalista poikkeavia, erikoisempia suunnitteluratkaisuja.

Viimeinen osuus opinnäytetyöstä tehtiin projekti System Designerilla käyttämällä aiemmin opinnäytetyössä suunniteltua symbolikirjastoa. Kohteena oli ison kauppakeskuksen KH1-tiedoston päivittäminen vanhasta tiedostosta uuteen System Designerilla huomattavasti selkeämpään ja loogisesti piirrettyyn tiedostoon. Haasteena oli miettiä, kuinka vanhaa esitystapaa voitaisiin uudistaa niin, että sen tiedot pysyvät samana, mutta kuva selkeytyisi helpommin luettavaksi. Alkuperäisessä CADS-kaaviossa oli myös ylimääräisiä tarpeettomia kohtia, jotka poistettiin kaaviota uudistaessa. Kylmäasiantuntijan pyynnöstä kaavio pyrittiin myös uudistamaan paljon loogisemmaksi sen lukijaa ajatellen.

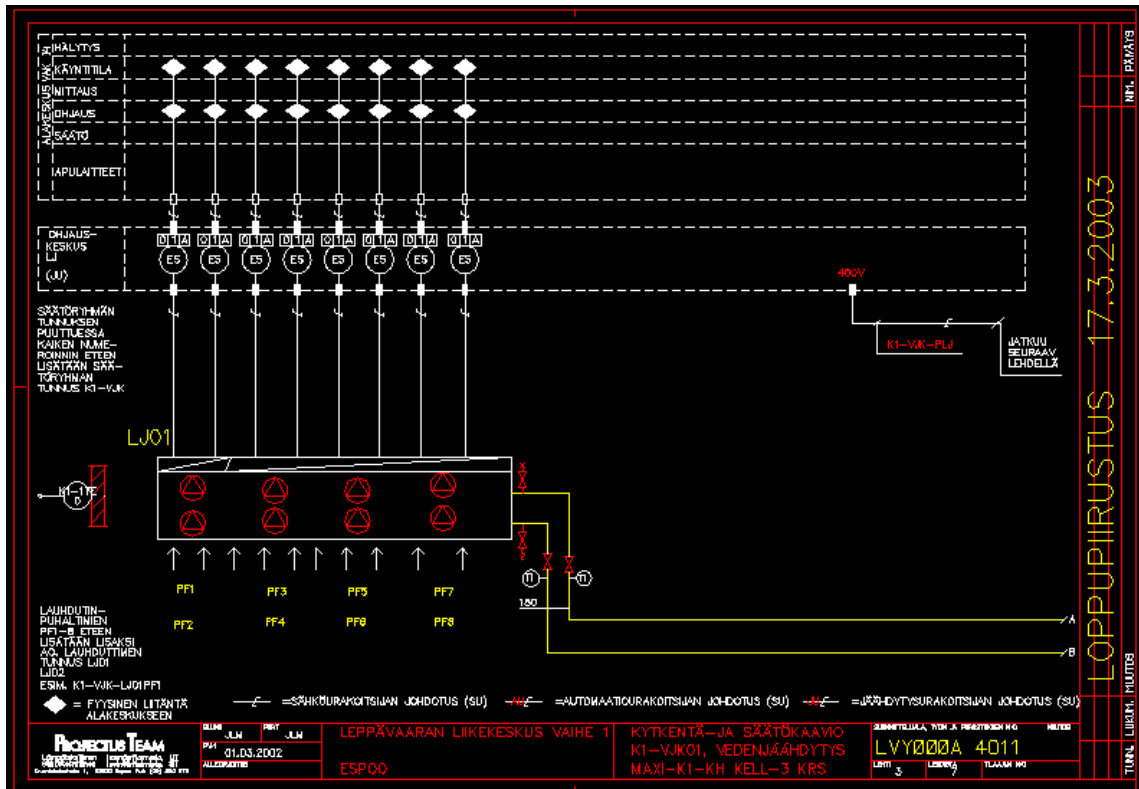
Kehitystyötä voidaan jatkaa lisäämällä erikoisempien suunnitteluratkaisujen symboleita ja symboliryhmiä, kysymällä suunnittelijoiden käyttäjäkokemuksia ja niiden pohjalta kehittää ohjelmaa suunnittelijan kannalta helppokäyttöisemmäksi. Opinnäytetyössä tehty kylmäsymbolikirjasto toimii hyvänä pohjana ensimmäisille System Designerilla tehtäville projekteille. Symbolikirjasto tulee todennäköisesti laajentumaan käytön mukaan. Opinnäytetyönä tehty symbolikirjasto tarjoaa vaihtoehdoisen toteutustavan CADS-ohjelman kylmäsuunnittelulle.

Lähteet

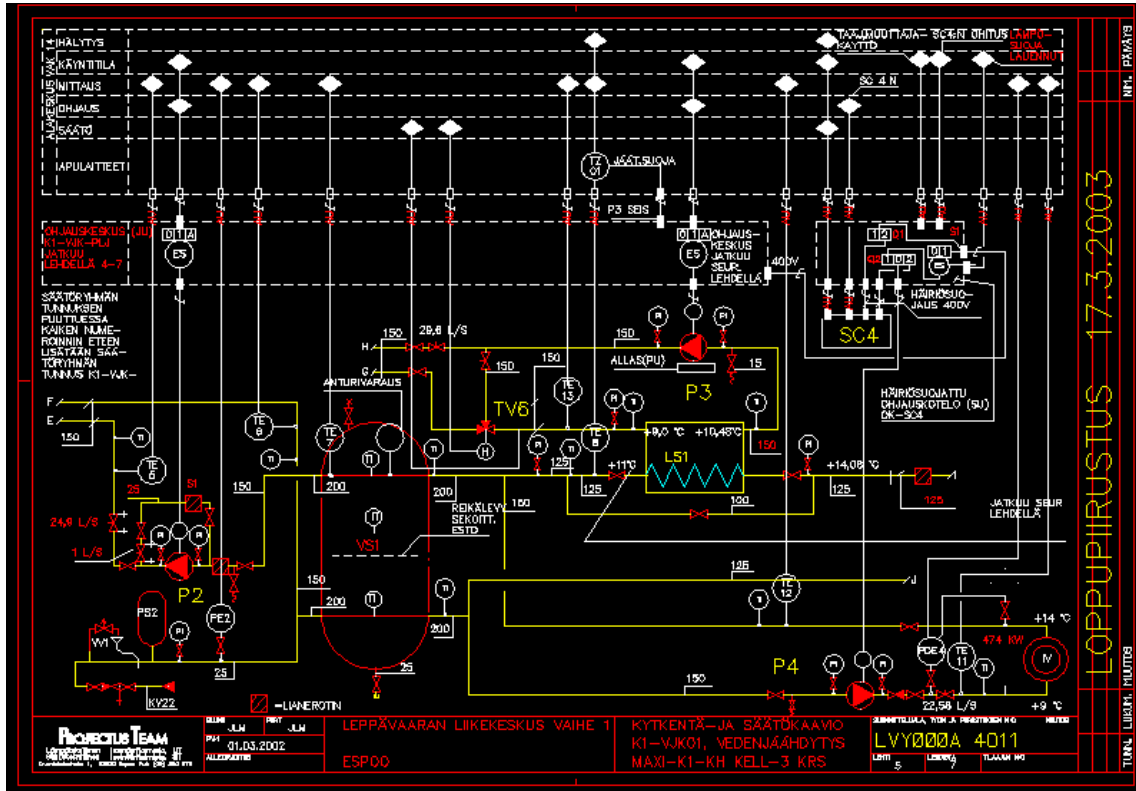
- [1] Ramboll Finland Oy kotisivu. Verkkodokumentti. <http://www.ramboll.fi/ramboll_finland_oy>. Luettu 27.4.2017.
- [2] System Designer - Käytön aloitus_11012017.pdf Ramboll Finland Oy yrityksen verkkolevyllä sijaitseva tiedosto. Luettu 3.4.2017.
- [3] Huhtamo, Eero. 2017. Automaatio suunnittelija, Espoo, Ramboll Finland Oy, Haastattelu 13.4.2017.
- [4] Yleinen Teollisuusliitto. Verkkodokumentti. <<http://www.ytl.fi/standardisointi/mita-standardisointi-on>>. Luettu 24.2.2017
- [5] Stydy.com. Verkkodokumentti. <http://study.com/what_is_auto_cad.html>. Luettu 23.2.2017
- [6] Edulearn. Verkkodokumentti. <http://www.edulearn.com/article/what_is_autocad.html>. Luettu 23.2.2017
- [7] MagiCAD. Verkkodokumentti. <<https://www.magicad.com/en/software/>>. Luettu 23.2.2017
- [8] Huhtamo, Eero. 2017. Automaatio suunnittelija ja Paavo Tanninen. 2017. AutoCAD specialist, Espoo, Ramboll Finland Oy, Haastattelu 7.3.2017
- [9] Reikko, Timo. 2017. Kylmäsuunnittelija, Espoo, Ramboll Finland Oy, Haastattelu 22.2.2017.
- [10] ENG Training MCACA SystemDesigner_2014.11.pdf Ramboll Finland Oy yrityksen verkkolevyllä sijaitseva tiedosto. Luettu 23.2.2017
- [11] Huhtamo, Eero. 2017. Automaatio suunnittelija, Espoo, Ramboll Finland Oy, Haastattelu 3.4.2017
- [12] AutoCAD ohjelmiston oma dokumentaatio, jonka saa näkyviin painamalla F1 näppäintä ohjelmistosta. Luettu 24.2.2017
- [13] Youtube. Verkkovideo. <<https://www.youtube.com/watch?v=A9RZBHnJD4>>. Katsottu 24.2.2017.
- [14] Ojala, Onni. 2017. Kylmäasiantuntija, Espoo, Ramboll Finland Oy, Haastattelu 6.4.2017

Projektiosuuden liitteet

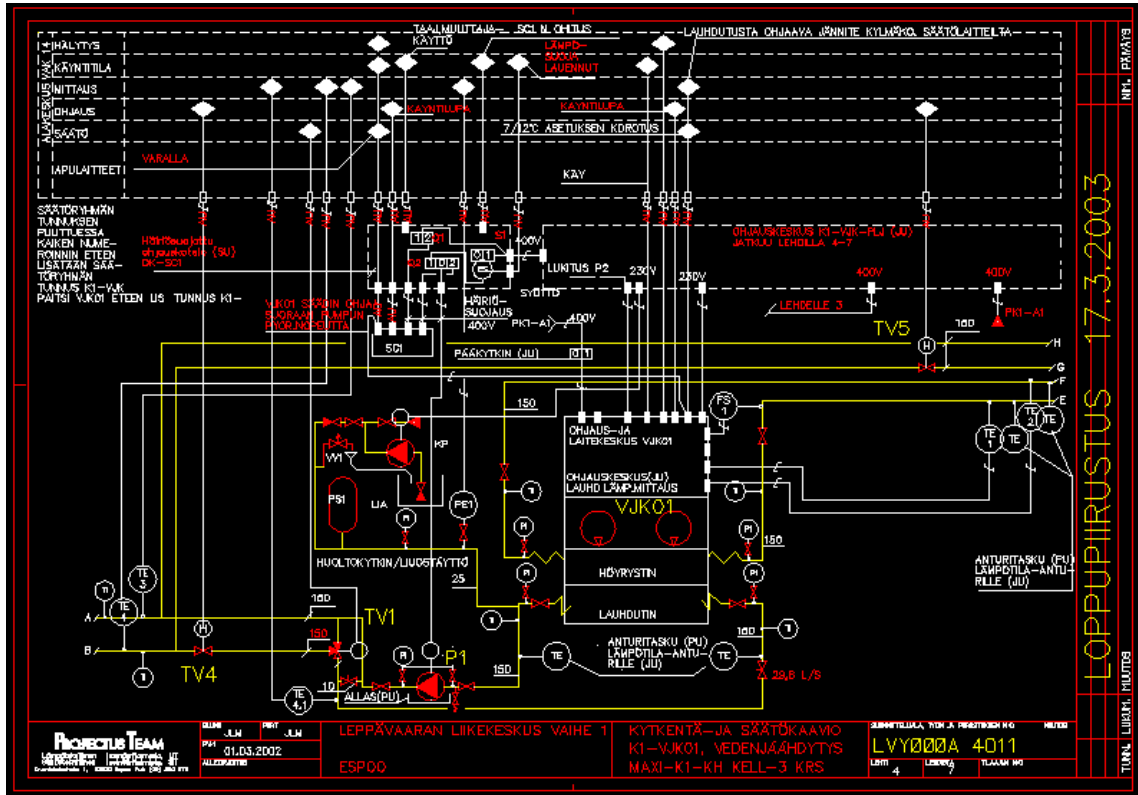
Liitteenä on opinnäytetyössä tehdyn viimeisen osuuden alkuperäisen CADS tiedoston kuvat ja sen jälkeen uudistetun System Designer piirustuksen vaiheen kuvat. Ennen muutoksia ja muutoksien jälkeen.



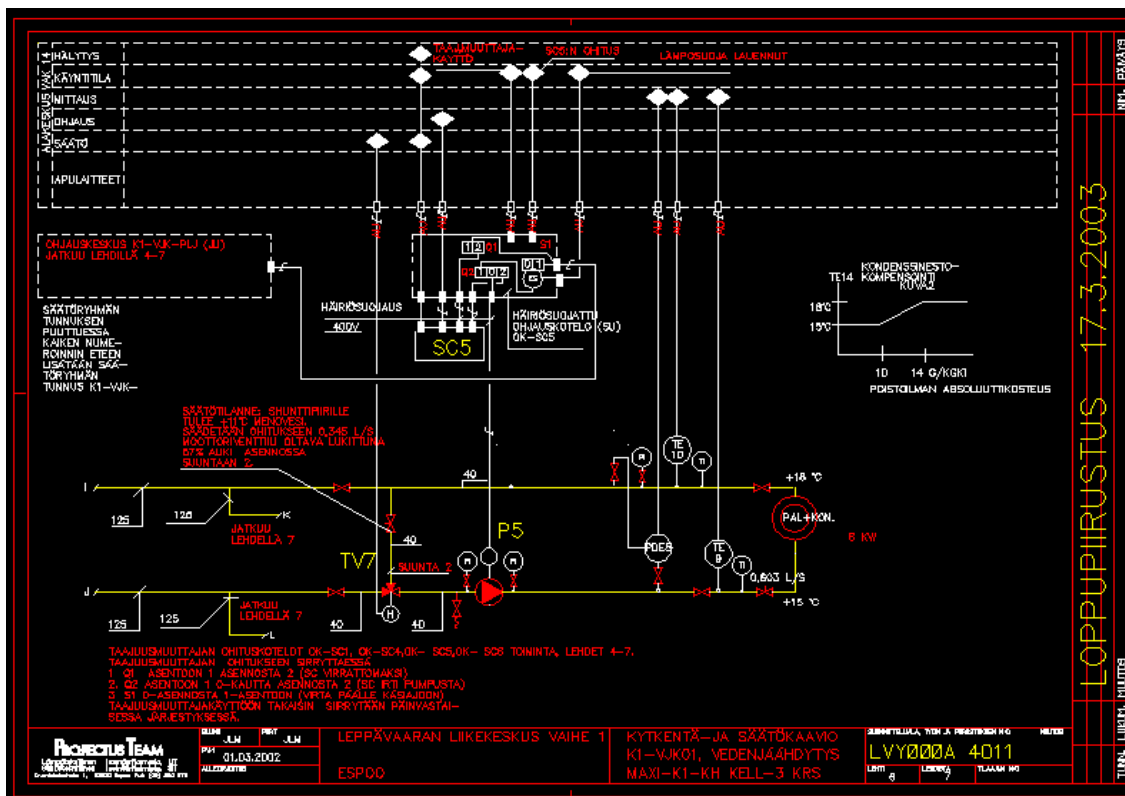
Kuva 20. CADS sivu 1



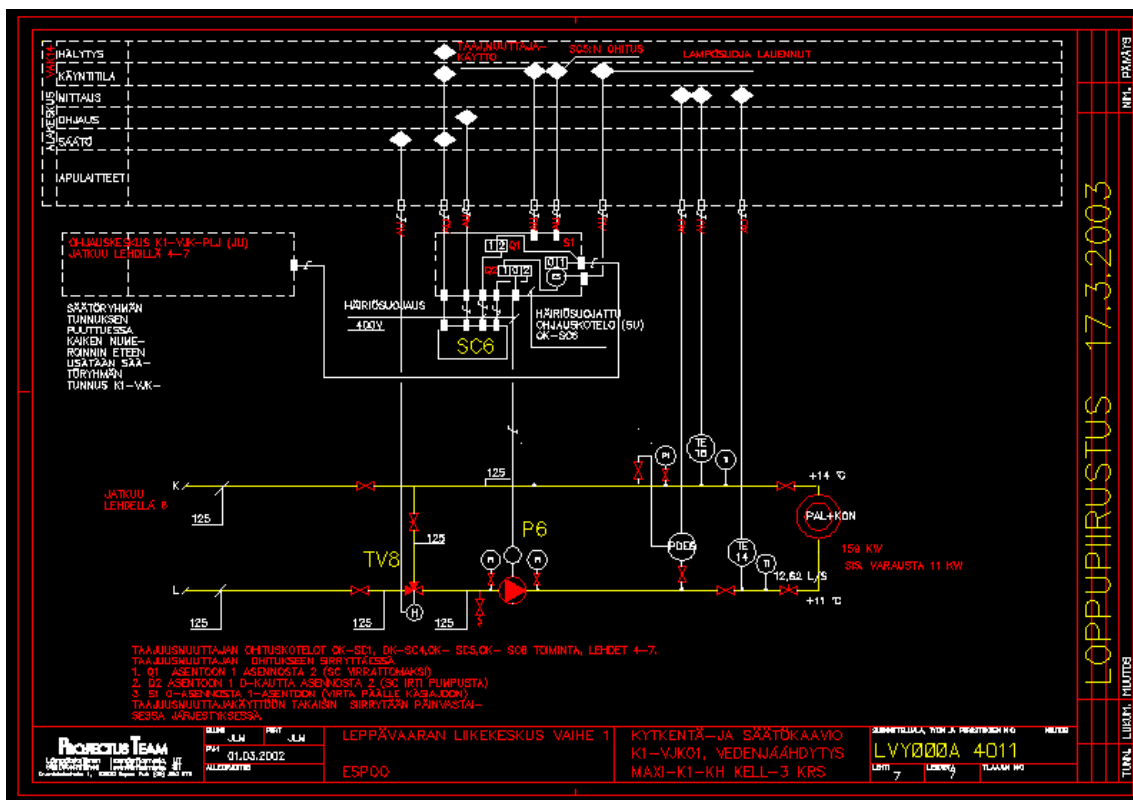
Kuva 21. CADS sivu 2



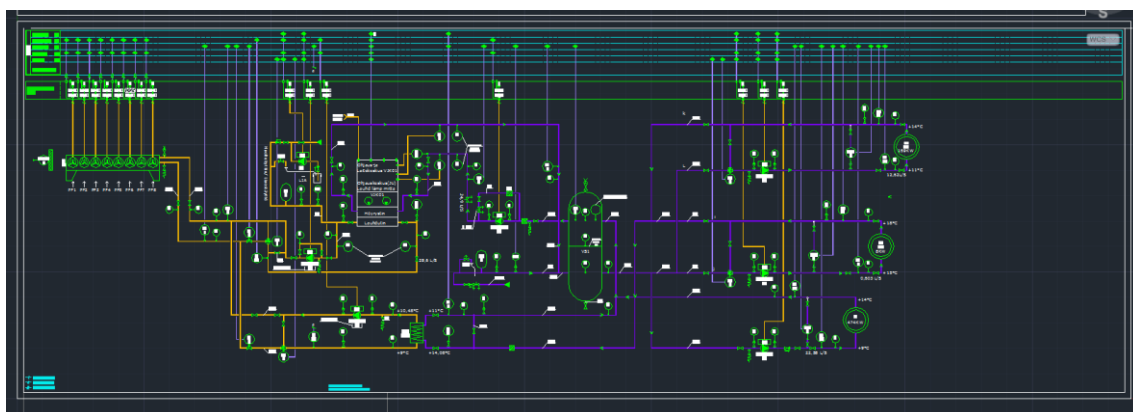
Kuva 22. CADs sivu 3



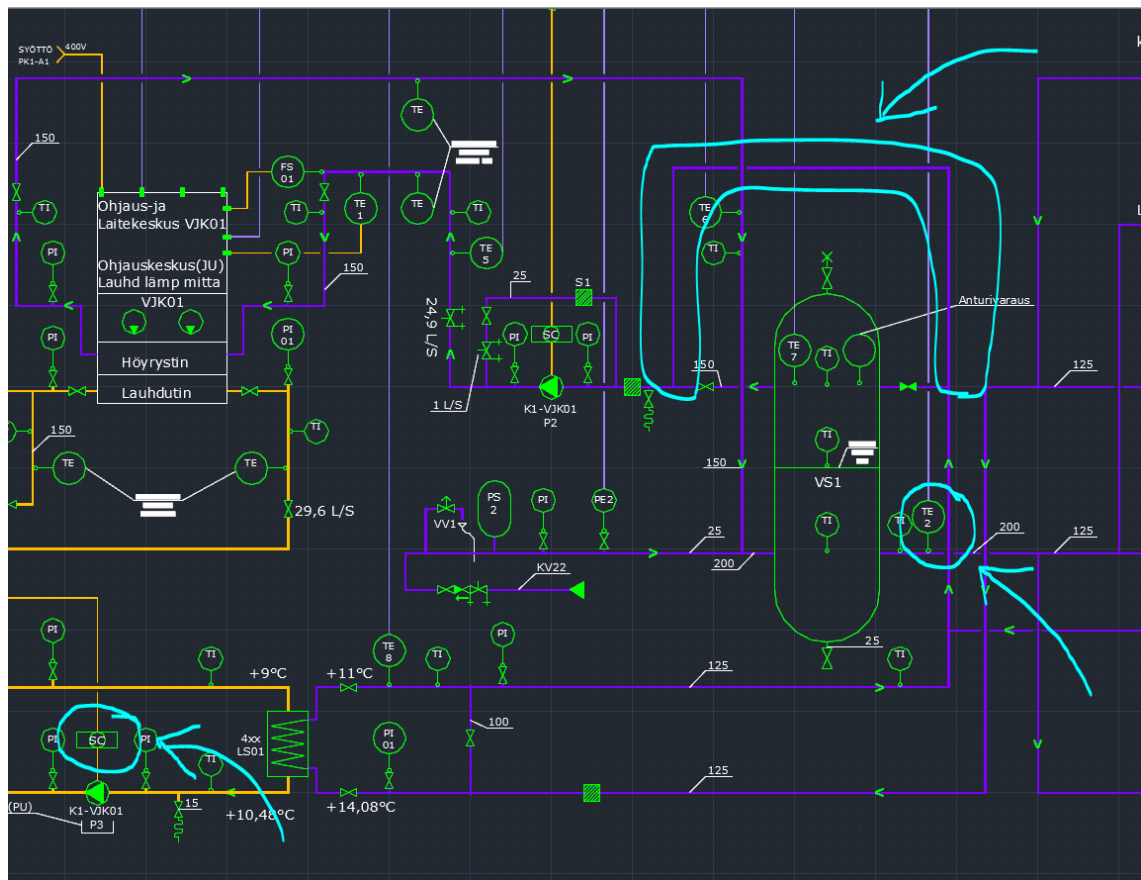
Kuva 23. CADs sivu 4



Kuva 24. CADS sivu 5



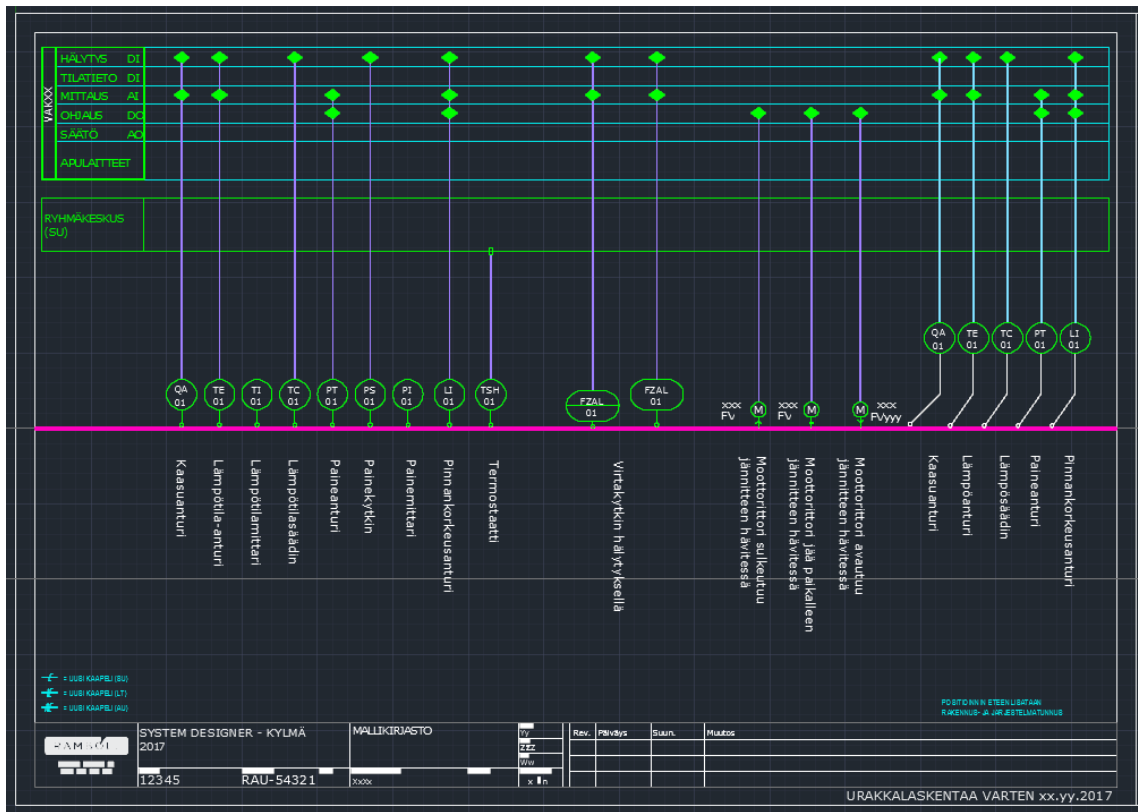
Kuva 25. System Designerillä päivitetty kaavio, lakanapohjalle piirrettynä.



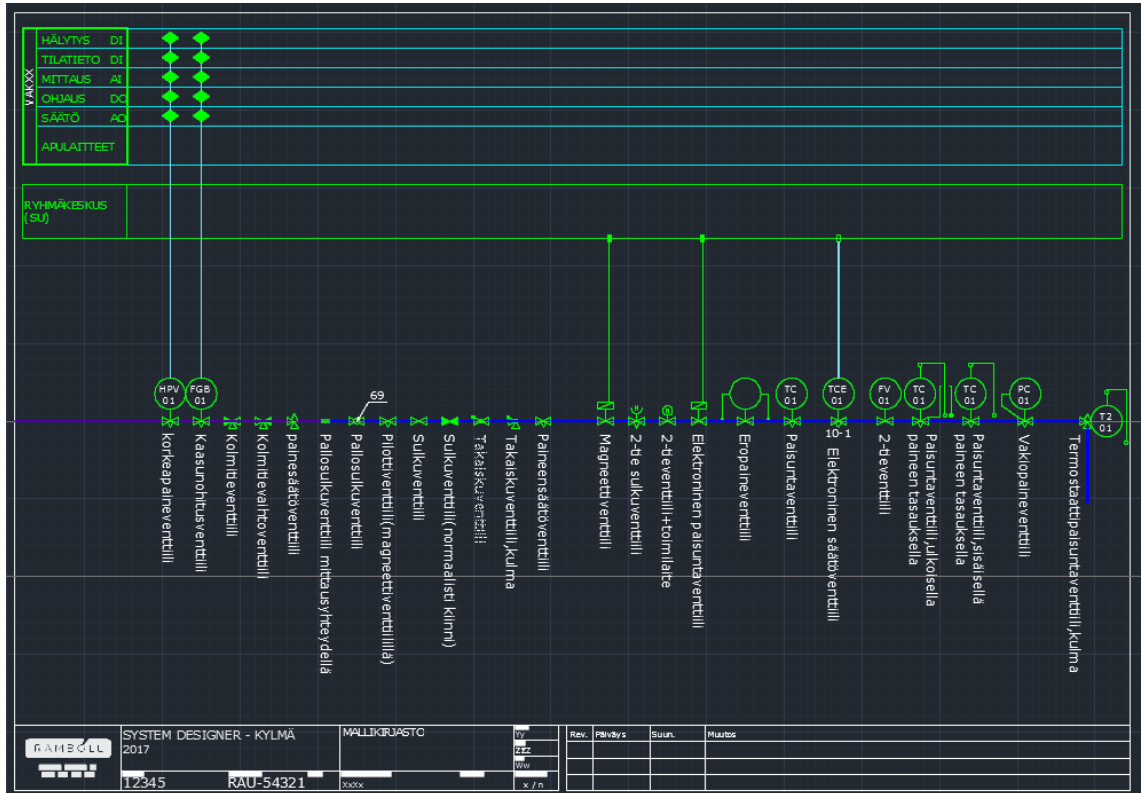
Kuva 26. Lopullinen kaavio. Muutoksia ympyröity ja nuolet lisätty selkeyttämään kuvaa.

Mallitiedoston liitteet

Liitteenä on kuvia mallitiedoston sivuista.



Kuva 27. Mallitiedostossa olevat mittarit liitäntäpisteiden kanssa



Kuva 28. Mallitiedoston perusventtiilit