

KATTILAHUONEEN REVISIO

Somppi Riku

Opinnäytetyö
Sähkö- ja automaatiotekniikka
Insinööri AMK

2020

Sähkö- ja automaatiotekniikka
Insinööri AMK

Tekijä	Riku Somppi	Vuosi	2020
Ohjaaja	DI Matti Paaso		
Toimeksiantaja	Lapin ammattikorkeakoulu		
Työn nimi	Kattilahuoneen revisio		
Sivu- ja liitesivumäärä	39 + 0		

Opinnäytetyö tehtiin Lapin ammattikorkeakoululle ja opinnäytetyön aiheena oli kattilahuoneen revisio. Opinnäytetyön tarkoituksena oli Lapin ammattikorkeakoulun Kemian kampuksen kattilahuoneen piirikaavioiden uudelleen piirtäminen ja lyhyt opas suunnittelusovellusten käyttöön.

Opinnäytetyössä käytettiin Vertex ED- ja Vertex 4G Plant -suunnitteluohjelmistoja. Ohjelmistojen avulla piirrettiin piirikaavioita ja suunniteltiin sähkökuvia kattilahuoneesta. Opinnäytetyössä selvitettiin, kuinka suunnitteluohjelmistot Vertex ED ja Vertex 4G Plant toimivat, sekä ohjeistettiin niiden käyttöä.

Suunnitteluohjelmistoa käytettiin Lapin ammattikorkeakoulun tiloissa Kemissä, jossa myös itse kattilahuone sijaitsee. Kattilahuoneen suunnittelu onnistui myös kotoa, kun Vertex ED ja Vertex 4G Plant asennettiin omalle tietokoneelle ja etäyhteytenä käytettiin TOSIBOX-avainta.

Lopputuloksena saatiin aloitusopas suunnitteluohjelmiston käyttöön ja kattilahuoneesta 2D- ja 3D-kuvat. PI-kaavion (putki -ja instrumentointikaavio) ja sähkökuvien ansiosta kattilahuoneeseen asennettavat kenttäinstrumentit on helpompi asentaa, kun suunnittelu on toteutettu. Opinnäytetyön tavoite kattilahuoneen revisiosta saatiin loppujen lopuksi kohtuullisen hyvin toteutettua.

Electrical and Automation Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Riku Somppi	Year	2020
Supervisor	Matti Paaso, MSc (Tech.)		
Commissioned by	Lapland University of Applied Sciences		
Subject of thesis	Revision of the boiler room		
Number of pages	39 + 0		

This thesis was commissioned by Lapland University of Applied Sciences and the topic of the thesis was the revision of a boiler room. The purpose of the thesis was to re-draw the circuit diagrams of the boiler room located in Lapland University of Applied Sciences and to write a short manual for using the engineering software.

The engineering software used for this thesis were Vertex ED and Vertex 4G Plant. The software was used to draw and design the circuit diagrams of the boiler room. This thesis explains how the engineering software Vertex ED and Vertex 4G Plant work and instructs how they are used.

The engineering software was used in the premises of Lapland University of Applied Sciences in Kemi, where the actual boiler room is located. Designing the boiler room from home was possible when Vertex ED and Vertex 4G Plant were installed on the computer and as remote access the TOSIBOX key was used.

As the final result a manual for using the engineering software as well as 2D and 3D pictures of the boiler room were achieved. Thanks to the P&ID (Piping and Instrumentation Diagram) and circuit diagrams, the field instruments are easier to install in the boiler room after the planning/design is done. The goal of this thesis was the revision of the boiler room and this goal was achieved reasonably well.

Key words

boiler room, engineering software, revision

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	PI –KAAVION SUUNNITTELU	8
2.1	Jäspi Biotriplex.....	8
2.2	Endress & Hauser.....	9
2.3	Vertex 4G Plant	10
2.4	Vertex ED	11
3	SUUNNITTELURESURSSIT	12
3.1	Vertex ED	12
3.1.1	Projektin perustaminen.....	13
3.1.2	Piirustuksen perustaminen	14
3.1.3	Projektitoiminnot.....	15
3.1.4	Piirustustoiminnot.....	16
3.1.5	Piirtoasetukset ja kuvakohtaiset asetukset.....	16
3.1.6	Hiiren ja näppäimistön käyttö	17
3.1.7	Symbolit ja IO-pisteet	18
3.1.8	Piirikaavion piirto ja symbolien lisäys	19
3.2	Vertex 4G Plant	22
3.2.1	Arkistointi.....	22
3.2.2	Visualisointi ja putkisto	23
3.2.3	Piirustusten tuottaminen.....	24
3.2.4	PI- kaavion suunnittelu	25
4	ASENNUSSUUNNITTELU	27
4.1	Kattilahuoneen PI- kaavio	27
4.2	Lämpötila- anturit	28
4.3	Painelähetin	30
4.4	Virtausmittari.....	31
5	LAITESIJOITUSPIIRUSTUKSET.....	32
5.1	Piirustuskuvat	32
6	POHDINTA	37
	LÄHTEET.....	38

ALKUSANAT

Haluan kiittää opinnäytetyöni aiheesta Lapin ammattikorkeakoulua sekä ohjaajani Matti Paasoa opinnäytetyön ohjauksesta sekä tarpeellisista neuvoista opinnäytetyötä varten.

Kempele 27.4.2020

Riku Somppi

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

K1	Kontaktori 1
SPACE	välilyönti
PI- kaavio	Putki- ja instrumentointikaavio
mA	Milliampeeri
U	Jännite
W	Teho
μF	Mikrofaradi
mH	Millihenry
I/O	Input/ Output, Tulo/Lähtö
HART	Highway Addressable Remote Transducer, digitaalista viestiä kuljettava kenttäväyläprotokolla

1 JOHDANTO

Lapin ammattikorkeakoulu tarjosi minulle mahdollisuutta tehdä opinnäytetyön koululle. Valitsin opinnäytetyökseni kattilahuoneen revision. Työ vaikutti mielenkiintoiselta, joten päätin tarttua tilaisuuteen ja tehdä työn ja suunnitella pienen kattilahuoneen koululle.

Työn tarkoituksena on suunnitella Lapin AMK:n tiloihin pieni kattilahuone ja lisätä kattilahuoneeseen kattila, kattilaan kuuluvat kenttäinstrumentit, kuten lämpötilanturit ja venttiilit, moottori syötölle ja putkistot. Kattilahuoneesta tehdään myös piirikaaviokuvat suunnittelutyökalulla.

Työssä käytetään Vertex ED:tä ja Vertex 4G Planttia. Plantilla suunnitellaan tilan kuvat. Kuviin lisätään kaikki tarpeellinen, mitä kattilahuoneeseen tarvitaan, jotta itse kattilahuoneen tekijällä on helppo tehdä työ suunniteltujen kuvien perusteella. Vertex ED:llä tehdään piirikaaviokuvat kattilahuoneeseen, jotta kattilahuoneen sähköistäjällä on helppo työ vetää kaapelit paikoilleen ja kytkeä kyseinen tila.

Suunnittelutyökalut eivät ole minulle entuudestaan tuttuja. Tavoitteena on oppia käyttämään suunnittelutyökaluja ja saada kattilahuoneen revisio tehtyä. Työ rajataan koskemaan vain suunnittelua, joten itse kattilahuoneen sähkötyöt ja asennustyöt eivät kuulu opinnäytetyöhön.

2 PI –KAAVION SUUNNITTELU

2.1 Jäspi Biotriplex

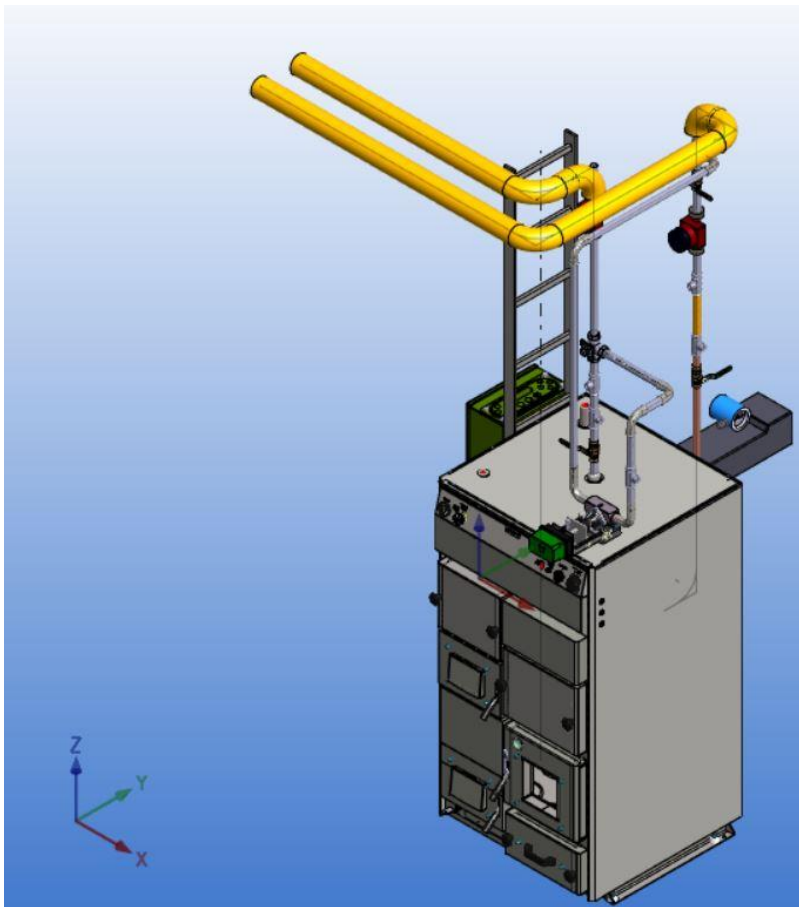
Alkuvaiheessa työtä Käytetään Vertex 4G Plant -laitossuunnitteluohjelmaa. Tarkoituksena on tehdä aluksi kattilahuoneesta 2D-kuvat. Vertexillä suunnitellaan kattila ja siihen lisättävät putkistot ja kenttäinstrumentit, joita tilassa tarvitaan. Kattilaksi valitaan Jäspi Biotriplex -kaksoiskattila. Yksi kriteereistä, miksi juuri Biotriplex -kaksoiskattila valitaan työhön, on sen nykyaikainen polttotekniikka ja korkea hyötysuhde. Kattilaa on mahdollista lämmittää joko pelletillä tai puulla, eikä päivittäinen vaihto toisesta lämmityksestä toiseen vaadi erillisiä toimenpiteitä kattilassa. (Jäspi 2019a.)

Puupoltossa kattila mahdollista puhtaan puun palamisen, puun säästämisen ja pienet päästöt. Korkean lämpötilan takaa keraaminen arina, mikä on asennettu puupesään. Poltettavat puut saavat maksimissaan olla 35 cm pitkiä, muuten puut eivät mahdu puupesään. Tehokkaan kampakuparikierukan ja suuren vesitilavuuden ansiosta kattila tuottaa runsaasti lämmintä käyttövettä. (Jäspi 2019a.)



Kuva 1. Jäspi Biotriplex kaksoiskattila

Kattilan sähkösyöttö on 230 V/50 Hz. Kytkennät tehdään kytkentärimaan kattilan taakse. Kattilan mittaripaneelissa on lämmönsäätöautomaatille oma pistorasia. Pistorasian enimmäisteho on 100 W. Kuvassa 1 on esimerkkinä kyseinen kattila, joka löytyy myös Lapin ammattikorkeakoulusta Kemmin kampuksella. Kuvat on otettu Lapin ammattikorkeakoulun Kemmin kampuksen kattilahuoneesta, koska kattila on vastaava mitä työssä käytetään. (Jäsپی 2019b.)



Kuva 2. Jäsپی Biotriplex kaksoiskattila 3D-kuva

2.2 Endress & Hauser

Endress & Hauser on maailmanlaajuinen mittausinstrumentti toimittaja. Heidän liiketoimintaansa kuuluvat myös asiakaspalvelu ja ongelmien ratkaisut prosessiteollisuudessa. Yrityksen tuotteilla voidaan mitata prosessin pintaa, painetta ja

lämpötilaa. Tuotteet mahdollistavat analyysin, tallentamisen, digitaalisen kommunikoinnin ja prosessin optimoinnin taloudellisen tehokkuuden kannalta. Tuotteet ovat myös turvallisia ja ympäristöystävällisiä. (The Endress + Hauser Group 2019a.)

Endress & Hauserin tuotteita käytetään monissa eri teollisuuden aloilla kuten esimerkiksi kemianteollisuudessa. Muita toimialoja ovat muun muassa ruoka- ja juomateollisuus, biotiede, akku -ja energiateollisuus, metalliteollisuus, öljy -ja kaasuteollisuus ja vesiteollisuus. Heidän tuotteitaan käytetään maailmanlaajuisesti paljon, joten heidän liikevaihtonsa on myös paljon, jopa 2,4 miljardia euroa. (The Endress + Hauser Group 2019a.)

2.3 Vertex 4G Plant

Vertex 4G Plantilla on tarkoitus tehdä 2D- ja 3D-kuvat kattilahuoneesta. Aluksi piirretään 2D-kuvat, jotta 3D-kuva mallinnus on helpompi suorittaa. 2D-kuviin on tarkoitus tehdä kattilahuoneesta vain piirikaaviokuva, johon lisätään kenttäinstrumentit. Instrumentteihin kuuluvat kattilahuoneeseen tarpeelliset osoittimet ja anturit kuten, lämpötila-anturit, lämpötilalähettimet, paineanturit, paineosoittimet, virtausanturit ja virtausosoittimet.

Kaikki instrumentit valitaan samalta toimijalta, jotta kattilahuoneen mahdollinen asennustyö on helpompi suorittaa suunniteltujen kuvien mukaisesti. Instrumentti toimittajaksi valitaan Endress & Hauser. Heidän anturinsa ja osoittimet ovat monikäyttöisiä ja sopivat hyvin kattilahuoneen vaatimaan tilaan. Endress & Hauserin antureilla ja osoittimilla voidaan mitata helposti erilaisia aineita, kuten kaasua, nestettä ja höyryä. Myös kattilahuoneen lämpötilan puolesta ne sopivat sinne, koska mitta-alue antureilla on -40 celsiuskseen +125 celsiuskseen. (The Endress + Hauser Group 2019b.)

Vertex 4G Plant mahdollistaa osoittimien ja antureiden tekemisen, joten PI-kaaviosta katsotaan osoittimien malliset ohjeet ja suunnitellaan kuvat. Piirroksen jälkeen kyseisen anturi tai osoitin sijoitetaan 2D-kuvaan oikeaan kohtaan prosessia, nimetään se ja kirjoitetaan tietoihin, miltä toimittajalta kyseinen instrumentti on.

2.4 Vertex ED

Kun kattilahuoneesta on tehty 2D -ja 3D-kuvat Vertex 4G Plantilla, aletaan työstämään sähköpiirikaaviokuvia Vertex ED:llä. Vertex ED:llä on tarkoitus tehdä sähköpiirikaavio kuvat. Tarkoituksena on piirtää piirikaaviokuvat kaikista kenttäinstrumenteista, jotka tulevat kattilahuoneeseen. Kenttäinstrumentit sijoitetaan Vertex 4G Plantilla 2D- ja 3D-kuviin, ja piirretään lopuksi myös sähköpiirikaaviokuvat Vertex ED:llä. Vertex ED:n avulla voidaan suunnitella, minne kenttäinstrumentit konkreettisesti kytketään. Sen avulla saadaan selvät sähköpiirikaaviokuvat jokaisesta piiristä. Kuviin pystytään myös lisäämään kentältä tarvittavat jakokeskukset ja niiden numerot helposti. Myös riviliitinnumerointi onnistuu helposti, mikä taas puolestaan helpottaa kenttäinstrumentin kytkemistä, kun kuvat ovat selvät.

Uusi projekti aloitetaan Vertex ED:llä ja sinne tehdään sähköpiirikaaviot kattilahuoneen kenttäinstrumenteista. Sähköpiirit ovat monelta osin toistensa toistoa, koska tarvitaan useita samanlaisia antureita eri paikkaan kattilahuonetta, mutta joukkoon mahtuu muutama erilainen sähköpiirikaavio. Myös moottorihjausventtiilistä tehdään piirikaaviokuvat. Moottorihjausventtiilinä toimii Diamant Pilot-moottorihjausventtiili. (Hydrothermal System Comparato 2019.)

3 SUUNNITTELURESURSSIT

3.1 Vertex ED

Vertex ED:llä suunnitellaan projektikohtaisia sähköistyksen dokumentteja. Dokumentteja ovat esimerkiksi piiri- ja johdotuskaaviot, keskusten pääkaaviot, sijoittelukuvat, rakennusten tasokuvat ja muut oheisdokumentaatiot. Vertex ED:n avulla voidaan myös tehdä perusdokumentointia perinteisellä 2D-piirtotyökalun avulla. Ohjelma sisältää valmiit perussymbolit symbolikirjastossa. Niiden avulla suunnittelutyön aloittaminen on helppoa. Missä tahansa suunnittelutyön vaiheessa pystytään täydentämään kirjastoja symbolieditorin kautta. (Vertex ED 2019a.)

Piirustukset, joita tuotetaan, voidaan toteuttaa monia eri oheisdokumentteja, kun lisätään kuviin tarvittavia lisätietoja. Lisätietoihin perustuvia oheisdokumentteja ovat osaluettelot, johdotustaulukot sekä kaapeli- ja kilpiluettelot. Ohjelman avulla tuotetaan automaattisesti projektin piirustusluettelot. Vertex ED tarjoaa myös piirtotyökalujen ja ohjeisdokumentaation tueksi runsaasti rutiinityötä säästäviä työkaluja ja toimintoja. Näitä ovat esimerkiksi dokumenttien viittaukset, otsikkotaulujen automaattiset päivitykset ja dokumenttien tarkistukset virheiden varalta. Nämä toiminnot onnistuvat vaivattomasti Vertex ED:n avulla. (Vertex ED 2019a.)

Kun Vertex ED:llä suunnitellaan piirustuksia, kaikki piirustukset tallentuvat arkistoon, josta niiden haku onnistuu kaikilla arkistoon kirjatulla tiedoilla. Arkistointijärjestelmä tukee sähköisten dokumenttien suunnittelukäytäntöjä ja piirustusnumerot voivat koostua rajattomasta määrästä piirustuslehtiä. Vertex ED käsittelee näitä automaattisesti yhtenä kokonaisuutena arkistointijärjestelmän avulla. Vastaavasti piirustusten revisio voidaan toteuttaa piirustuslehtikohtaisesti, jolloin muutosten teko ja muutoshistorian seuraaminen on todella helppoa. Voidaan muodostaa erillisiä piirustusryhmiä eri projektien alle kuuluvista piirustuksista, joita Vertex ED sitten käsittelee piirustusten kaltaisena kokonaisuutena. (Vertex ED 2019a.)

3.1.1 Projektin perustaminen

Vertex ED:ssä suunnittelutyö aloitetaan projektin perustamisella. Jos palataan vanhaan suunnitelmaan tekemään lisäyksiä ja muutoksia, silloin avataan jo olemassa oleva vanha projekti. Mikäli Vertex ED ei ole ennestään tuttu tai halutaan vain kokeilla erilaisia suunnittelutyökaluja, suositellaan perustamaan uusi projekti, jonne voidaan harjoitella erilaisia toimintoja. Tämä ratkaisu on turvallisempi vaihtoehto sille, että sotkettaisiin tärkeitä, oikeita projekteja ja mahdollisesti jopa poistettaisiin ne. (Vertex ED 2019d.)

Uuden projektin aloittaminen Vertex ED:ssä tapahtuu, kun avataan sovelluksen yläkulmasta Tiedosto -Uusi projekti tai toinen vaihtoehto on Arkisto -Projektit -Uusi -valintojen kautta. Uusi projekti valintaikkunasta annetaan projektille tunnukset joko manuaalisesta, valmiista tunnussarjasta tai dokumenttisarjan uusin dokumenttinumeroinnin parametrein. Samasta valintaikkunasta määritetään projektin tallennuspaikka. Projekti voidaan tallentaa joko Vertex ED:lle tai erilliseen tallennustilaan SHARED-kohdasta, jos esimerkiksi yritys on määritellyt sellaisen. Uusi tunnus *sarjasta* valinnalla projektille haetaan ohjelman toimesta tunnuksen aiemmin aloitetun sarjan perusteella. Samalla projekti saa numerojärjestyksessään seuraavan vuorossa olevan tunnuksen. Dokumenttinumeroinnin parametrein annetaan dokumenttisarjalle uuden etu- ja jälkiliitteen ja numeron. (Vertex ED 2019d.)

Projektin perustamisen yhteydessä on tarkoitus määrittää lisätietoja perustettavan projektin arkistokorttiin. Arkistokortissa näkyvät projektin tunnus, päivämäärä ja projektin nimi. Halutessa voidaan täydentää myös muut arkistokortin tiedot, mutta ne eivät ole aina tarpeellisia. Samasta valintaikkunasta projektille voidaan määrittää myös projektikohtaisia asetuksia, siirtyä katselemaan projektihakemistoja tai avata projektikohtaiset tilannetiedot. Kun lopulta projektikortin valintaikkunasta valitaan OK projektin perustamiseen liittyvät asetukset, valmistelut ja määrittelyt ovat valmiit. Tämän toiminnon jälkeen samalla perustettu projekti aktivoidaan käyttöön. Vertex ED:n yläpalkissa näkyvät kaikkia avoinna olevat projektit. (Vertex ED 2019d.)

Vanhan projektin avaaminen tapahtuu joko Tiedosto -Avaa projekti -valikosta tai Arkisto -Projektit -Avaa -valinnan kautta. Tietokantaan tallennettuja projekteja voidaan avata ja etsiä projektin avaamisen valintaikkunasta. Projektin haku onnistuu myös Sanahaku -toiminnon avulla, jolloin hakukenttää kirjoitetaan projektiin viittaava sana tai numero. (Vertex ED 2019d.)

3.1.2 Piirustuksen perustaminen

Vertex ED:ssä piirustukset perustetaan yleensä aina projektin alle, mutta on myös mahdollista, että piirustuksia voidaan piirtää tarvittaessa myös projekteista erillisinä, omina kokonaisuuksinaan. Kukin piirustus sisältää minimissään yhden piirustuslehden, mutta piirustuslehtiä on mahdollista olla myös ääretön määrä. Vertex pitää huolen siitä, että arkistointijärjestelmät sijoittavat kunkin piirustuksen oikein määriteltynä oikean projektin alle ja, että arkistointi on selvää. (Vertex ED 2019c.)

Uuden piirustuksen perustaminen onnistuu avaamalla Tiedosto -Uusi -valintojen tai Arkisto -Dokumentit -Uusi Piirustus -valinnan kautta. Uusi -Piirustus -valinta perustaa arkistoitavan piirustuksen piirustuslehdelle ja piirustusnumerolle. Kun annetaan piirustukselle piirustusnumero ja piirustuslehtinumero, tallentuu piirustus automaattisesti arkistoon. Mikäli piirustusta ei haluta tallentaa arkistoon, vaan halutaan käsitellä itsenäisenä tiedostona, silloin on mahdollista jättää piirustusnumeron ja lehtinumeron kenttä tyhjäksi. Tällöin piirustuksen tallentaminen tiedostonimellä tallennetaan haluttuun paikkaan. Piirustuksen tallentaminen on kuitenkin helppoa ja luontevaa tallentaa projektin alle arkistoon, jolloin ohjelman toimintojen käyttö ja projektin rakenne pysyvät selkeänä. (Vertex ED 2019c.)

Vertex ED:ssä projektit sisältävät siis vähintään yhden piirustuksen, mutta myös useampi piirustus on mahdollista sisältyä projektiin. Piirustuslehdet ovat perusasetuksin piirustuskohtaisia Vertex ED:ssä ja kukin sisältää aina vähintään yhden piirustuslehden. Projekti voi siten sisältää useita piirustuksia ja piirustukset useita piirustuslehtiä. Monilehtisessä piirustuksessa jokainen piirustuslehti on oma erillinen tiedostonsa, mikä mahdollistaa lehtikohtaisen suunnittelun. Tämä taas mahdollistaa sen, että jokaista lehteä voi halutessaan suunnitella oma suunnittelija. Piirustusikkunasta annetaan piirustukselle piirustus- ja lehtinumerot. Numerointi

ja merkintä on vapaa, ja halutessa voidaan käyttää vaikka juoksevaa sarjoitettua numerointia. Piirustuksen tai uuden piirustuslehden aloittamisen yhteydessä valitaan piirustuslomake. Piirustuslomake valitaan käyttötarpeen mukaan, mutta piirustuslomake on mahdollista vaihtaa vielä myöhemmässä vaiheessa. Piirustuslomakkeen valinnan jälkeen suunnittelutyö on mahdollista aloittaa. (Vertex ED 2019c.)

Uuden piirustuslehden voi lisätä perustamalle piirustukselle Uusi -Piirustus -valinnan kautta. Jos projekti ja projektin piirustus ovat aktiivisena, valinta lähtee perustamaan piirustuslehteä suurimman lehtinumeron jatkoksi. Tarvittaessa voidaan täydentää piirustuksen ja piirustuslehden arkistokorttitiedot Piir.kortti ja Lehtikortti -valintojen kautta. Jos taustalla ei ole projektia tai piirustuksia avoinna, valintaikkuna avautuu ilman tietoja. Tässä tapauksessa liitetään uusi perustettu lehti vanhaan piirustukseen. Tällöin syötetään aiemmin perustettu piirustusnumero ja saadaan uudelle piirustuslehdelle automaattisesti sarjassa seuraava lehtinumero. Uuden piirustuslehden saa perustettua aktiiviselle piirustusnumerolle klikkaamalla hiiren oikealla painikkeella ja valitsemalla Uusi lehti. (Vertex ED 2019c.)

Piirustus saadaan avattua Avaa -toiminnon kautta. Mikäli lähdetään liikkeelle tyhjältä pöydältä, valitaan aluksi projekti, johon halutaan avata piirustus. Jos projekti on jo valmiiksi avoinna taustalla, valitaan projektista tai piirustusryhmästä haluttu piirustus tai piirustuslehti avattavaksi. Avaa -toiminnon alta löydetään vaihtoehdot piirustusten avaamiseen piirustusryhmästä ja arkistosta. Myös punakynäpiirustusten avaaminen on mahdollista, mutta se vaatii erillisen lisensoitavan katselupääte- ja punakynäohjelman. Jos halutaan jatkaa aiemmin työstettyjä piirustuksia, voidaan hyödyntää Tiedosto -valikon ohesta löytyvää Viimeiset tiedostot -listausta, joka listaa projektit ja piirustukset, jotka ovat olleet aiemmin aktiivisena. (Vertex ED 2019c.)

3.1.3 Projektitoiminnot

Vertex ED:ssä projektien toiminnot sijaitsevat ohjelman Arkistot -välilehden kohdasta Projektit. Projektin alle muodostuu koko työstettävä itsenäinen suunnittelu-kokonaisuus, joka koostuu piirustuksista ja piirustusten piirustuslehdistä. Projekti perustetaan projektitoimintojen alta löytyvään Uusi -toiminnon avulla. Projektia

perustaessa määritellään projektille tunnukset joko käsin tai alustamalla tunnuk-
sen numeroinnin Vertex ED:n sisäisellä numeroinnilla. Projektin perustamisen
yhteydessä voidaan määritellä myös lisätietoja projektin arkistokorttiin. (Vertex
ED 2019d.)

Projekteja Vertex ED:ssä voi olla aktiivisena yhtä aikaa vain yksi projekti kerral-
laan. Projekti avataan ja aktivoidaan projektitoimintojen Avaa -toiminnon kohdalta
ja suljetaan valitsemalla Sulje. Kun projekti on aktiivisena, projektin tunnus näkyy
ohjelmaikkunan yläpalkissa. Yläpalkin avulla voidaan varmistaa, että työskennel-
lään oikeassa projektissa. Dokumentit voidaan kuitenkin avata useista eri projek-
teista samanaikaisesti. Tällöin eri projekteihin kuuluvat dokumentit voidaan jär-
jestää omiin ikkunoihinsa ohjelman sisällä. Dokumenttien ikkunat voidaan järjes-
tää vielä mieleiseen järjestykseen Näkymä -välilehden Ikkunat -Järjestä -toimin-
non avulla. Kun vaihdetaan eri projekteihin kuuluvia dokumentteja, vaihtuu pro-
jektin tunnus ohjelmaikkunan yläpalkissa. Tällä tavoin pidetään huoli siitä, että
työstetään oikean projektin dokumentteja. (Vertex ED 2019d.)

3.1.4 Piirustustoiminnot

Piirustustoiminnot löytyvät Vertex ED:ssä Arkisto -välilehden kohdasta Dokumen-
tit. Työstettävän projektin alle kertyy suunnittelukokonaisuus, joka koostuu piirus-
tuksista ja piirustuslehdistä. Piirustuksia voidaan hallita ja tehdä projektien ulko-
puolisina kokonaisuuksina ja ne voivat myös sijaita omassa erillisessä piirustus-
arkistossa. Piirustuksista, joita projekti sisältää, voidaan halutessa muodostaa pii-
rustusryhmiä, joita Vertex ED käsittelee yhtenä kokonaisuutena. Monilehtisten
piirustusten suunnittelu on lehtikohtaista, koska jokainen piirustuslehti on oma
tiedostonsa. Tämä tarkoittaa sitä, että lehtikohtainen suunnittelu on täysin itse-
näinen toimenpide, joka taas mahdollistaa sen, että jokaisella lehdellä voi olla
oma suunnittelijansa. Myös piirustusten revisio voidaan toteuttaa lehtikohtaisesti,
jolloin muutosten teko ja muutoshistorian seuraaminen on joustavaa ja onnistuu
myös suurissa suunnitteluryhmissä. (Vertex ED 2019c.)

3.1.5 Piirtoasetukset ja kuvakohtaiset asetukset

Piirtoasetukset ja kuvakohtaiset asetukset löytyvät Vertex ED:ssä Näkymä -väli-
lehden kohdasta Piirustus, kun piirustus on avoinna. Piirtoasetuksiin pääsee

myös hiiren oikeanpuoleisella painikkeella, kun on piirtoalueen päällä ja valitaan Piirtoasetukset. Piirtoasetuksen kautta voi muokata sekä hiiren kohdistimen, hilaverkkoon ja kuvarajoihin liittyviä asetuksia. Asetusten muokkaaminen on mahdollista missä vain työn vaiheessa, joten asetuksia pystytään muokkaamaan, kun suunnittelu on jo aloitettu. Kohdistinasetuksista muokataan hiiren kohdistimen liike- ja mitoitustarkkuutta, kohdistimen tyyppiä sekä hakualueetta. Hilaverkon asetuksista muokataan piirtoalueen hilaverkon asetuksia. Asetuksia ovat hilaverkon tyyppi, vaaka- ja pystyväli ja niiden välinen kulma sekä nollapiste. Kuvarajojen asetuksista määritetään piirtoalueen koko, kuvarajat ja mittakaava. Kuvarajan mitat voidaan asettaa joko manuaalisesti tai sijoittaa esimääriteltujen kuvarajojen mukaisesti. Jos mittakaavaa muutetaan kesken suunnittelun, tulee samassa yhteydessä valita myös uudet kuvarajat tai päivittää piirustuslomake uutta mittakaavaa varten. (Vertex ED 2019b.)

Kuvakohtaisten asetusten Perustiedot -välilehdeltä on mahdollista vaihtaa kuvakohtaisia piirustustyyppin asetuksia. Piirustustyyppin valinta on tehtävissä aktiiviselle piirustukselle tai uudelle piirustukselle ja piirustuslehdelle. Eri toiminnot voivat vaihtaa piirustustyyppin kunkin työskentelytilan mukaiseksi. Grafiikka -välilehdeltä voidaan vaihtaa kovakohtaista asetusta grafiikan yhteysviivojen leikkeletyyliin. (Vertex ED 2019.)

3.1.6 Hiiren ja näppäimistön käyttö

Suunnittelutyössä suuressa keskiössä ovat hiiren ja näppäimistön käyttö. Tehokas suunnittelu vaatii molempia, joten on hyvä tietää miten hiiri ja näppäimistö toimivat Vertex ED:ssä. Ohjelmassa on erilaisia pikanäppäimiä ja hiiren näppäimillä on erilaisia tehtäviä. Vertex ED:ssä hiirellä suoritetaan erilaisia toimintoja kuten piirtäminen, valitseminen, zoomaus ja siirtäminen. Pikanäppäinten avulla saadaan suunnitteluun sujuvuutta ja toimintojen käynnistämistä ja läpikäyntiä. (Vertex ED 2020a.)

Hiiren käyttöohjeet laaditaan oletusarvona oikeakätiselle hiiren käyttäjälle. Hiiren painikkeilla on seuraavat toiminnot:

1. Hiiren vasen näppäin osoittaa elementin työikkunasta, valitsee toiminnon tilannekohtaisesta valikosta ja avaa valikkorivin ja valitsee toiminnon.

2. Hiiren keskirulla hyväksyy ja lopettaa toiminnon käytön, zoomaa ja rulla voidaan asettaa toimimaan hiiren keskipainikkeena hiiren ominaisuuksissa.
3. Hiiren oikea näppäin avaa tilannekohtaisen valikon. (Vertex ED 2020a.)

Zoomaustoimintojen ja pikanäppäinten käytön avulla saadaan nopeasti näkyviin suuren piirustuskokonaisuuden kokonaisnäkyvä ja osakokonaisuudet. Muutama hyödyllinen pikanäppäintoiminto mitä suunnitteluprojektissa voidaan hyödyntää:

1. Näkymän zoomaus onnistuu näppäimestä Shift + hiiren oikea painike
2. Näkymän panorointi Shift + hiiren keskipainike
3. Koko kuva näkyviin A- näppäimestä
4. Avaa seuraava piirustuslehti: Page Down -näppäimestä
5. Avaa edellinen piirustuslehti: Page Up -näppäimestä
6. Uusi piirustuslehti: Ctrl + N
7. Tallenna: Ctrl + S
8. Käännä elementtiä vastapäivään: Ctrl+
9. Laitteen ja tekstin haku: Ctrl +F
10. Hyväksy ja valmis: Hiiren keskipainike, V
11. Lopeta: Esc (Vertex ED 2020a.)

3.1.7 Symbolit ja IO-pisteet

Vertex ED:ssä symbolit ovat keskeisessä osassa kaavioiden rakenneosia. Symboleja voidaan tehdä ja hallita sisäänrakennetun symbolieditorin avulla ja niille voidaan määrittää IO-pisteitä. Symbolien IO-pisteillä kuvataan tunnusten lisäysten, sähköisten kytkentöjen ja symbolien sijoittelun kannalta tärkeitä tietoja. Tästä

syystä ne ovat keskeisessä osassa älykkäiden kaavioiden piirrettä. Symboleiden tekemisen jälkeen symbolit tallentuvat automaattisesti kirjastoon myöhempää käyttöä varten. Kun symbolit lopulta viedään kaavioon, määritellään niille kuuluvat reaali maailmasta tulevat totuudenmukaiset tunnukset, kuten esimerkiksi laite- ja kosketintunnukset. Näin syntyy kytkentätieto symbolien IO-pisteiden ja symboliin lisättyjen tunnusten välille. (Vertex ED 2020c.)

Vertex ED:ssä symboleille määritellään ulkoasu perinteisin CAD-piirtämisen keinoin. Sisäänrakennettu symbolieditori mahdollistaa kyseisen toiminnon. Symboleiden ulkoasun lisäksi niille määritellään IO-pisteet sähköisen kytkennän toimesta. Symbolieditori käynnistetään Järjestelmä- välilehdeltä löytyvän Editoroi-painikkeen kautta. Symbolieditorin tilavalikosta löytyvät tutut symbolit kaaviopiirtoa varten. (Vertex ED 2020c.)

Symbolieditorin yhteydessä löytyy myös symbolien IO-pisteiden määrittelyyn ja käsittelyyn sopivat työkalut. IO-pisteiden käsittelytoimintojen avulla siirretään, poistetaan, lisätään ja täydennetään symbolieditorissa olevan symbolin IO-pisteitä. Kyseisillä toiminnoilla kuvataan symbolin sähköistä kytkentää, tunnusten lisäystä, symbolien sijoittelua ja muiden asioiden kannalta oleellisia tietoja. Piirron ja muokkaamisen yhteydessä merkitään symbolieditorissa symbolin IO-pisteet. Symboleiden IO-pisteitä käytetään moneen eri tarkoitukseen ja niitä kuvataan omilla erilaisilla tunnusmerkeillä symbolieditorissa. Erilaisia IO-pisteitä ovat muun muassa laitetunnuspiste, kohdistuspiste, kytkentäpiste, kosketintunnuspiste, tekstitunnuspiste, makropiste, mittapiste ja viivapiste. Näistä hyödyllisimmät opin näytetyössä ovat tekstitunnuspiste ja laitetunnuspiste. (Vertex ED 2020c.)

3.1.8 Piirikaavion piirto ja symbolien lisäys

Vertex ED:ssä piirikaavion piirtäminen voidaan aloittaa monesta eri lähtökohdasta. Piirtäminen voidaan aloittaa joko tyhjästä piirustuksesta tai kopiaamalla vanhasta kaaviosta eri osia. Tyhjältä pöydältä helpoin tapa aloittaa työ on hakea valmiiksi muutamia tarvittavia symboleita kuvaan. Jotta piirikaavion piirto konkretisoituu, voidaan aluksi antaa symboleille laitetunnukset, jotka vastaavat reaali maailmassa olevaa kohdetta. Näin syntyy parempi kuva siitä, mitä on piirtämässä. Symboleiden kytkentäpisteiden välille voidaan piirtää yhteysviivoja.

Nämä viivat kuvaavat johtimia. Kun yhteysviivoja kytketään symboleiden kytkentäpisteisiin, helpottuu samalla kaavioiden korjaus ja ohjelmaan on mahdollista tehdä kytkentätaulukko tietojen perusteella. Piirtämistä voidaan jatkaa normaalisti uusien symboleiden, tunnusten, yhteysviivoin ja uusia symboleita voidaan lisätä aiemmin piirretyille yhteysviivoille. Tämä onnistuu siten, että aiempi yhteysviiva katkeaa ja yhteysviivan päät kytketään viivalle tuodun symbolin kytkentäpisteisiin. Tämä helpottaa symbolien sijoittamista samalle linjalle muiden symboleiden kanssa eikä tarvitse käyttää muita apukeinoja kuten esimerkiksi hilaverkkoa. (Vertex ED 2020b.)

Vertex ED:ssä symbolikirjaston valikosta valitaan symbolit piirustusta varten. Symbolit löytyvät Vertex ED:stä Järjestelmä -välilehden alta symbolit -toiminnon kohdalta. Valitaan Selain, josta avautuu symbolikirjasto. Sieltä löytyvät symbolit, jotka ovat joko itse tehtyjä tai tuotuja missä tahansa suunnittelutyön vaiheessa. Vasempaan reunaan ilmestyy hakukenttä, jonka avulla voidaan hakea eri symboleita manuaalisesti tai valmiin hakutoiminnon kautta. Symboleiden etsinnän jälkeen ne voidaan siirtää kuvaan. Symbolin voi lisätä kuvaan joko raahaamalla symboli kuvaan, tuplaklikkaamalla symbolia hakukentästä tai painamalla hiiren oikeaa näppäintä ja valitsemalla Lisää -toiminto. Tämän jälkeen symboli näkyy kuvassa oranssina, jolloin sitä on mahdollista liikuttaa haluttuun kohtaan piirustusta. (Vertex ED 2020b.)

Kun piirustukseen halutaan kytkeä johtimia symboleiden väliin, tulee käynnistää johdotustoiminto. Aluksi valitaan Piirustus -Johdotus -Johdin -valikko ja määritellään johtimen aloituspiste. Aloituspisteen täytyy olla piste piirustusalueen sisältä tai jonkin symbolin kytkentäpiste, muita kriteerejä ei ole. Johdotustoiminnon voi käynnistää myös raahaamalla symbolin pisteestä haluttuun suuntaan hiiren vasen nappi pohjassa, jolloin yhteysviivatoiminto käynnistyy automaattisesti. Samassa yhteydessä yhteysviivalle määritellään lähtösuunta, joka lukittuu, kun raahaus lopetetaan. Lopetus tapahtuu vapauttamalla hiiren painike. Yhteysviiva voidaan aloittaa ja lopettaa osoittamalla symbolin kytkentäpisteen ja valitsemalla symboleita, joissa on pieni pallo johtimen päissä. Kun yhteysviivan piirto on käynnissä, ovat kytkentäpisteet harmaita. Kun johdin viedään lähelle symbolin kytkentäpisteen kahvaa, muuttuu väri keltaiseksi ja kohdistin hakeutuu kytkentäpisteeseen. (Vertex ED 2020b.)

Piirustuksen symboleihin voidaan lisätä tunnuksia suunnittelun edetessä. Symboliin lisätään tunnuksen joko työvalikon kautta tai klikkaamalla symbolia, jolloin siihen ilmestyy kahvoja. Kahvaa klikkaamalla avaa tekstinsyöttödialogin, johon kirjoitetaan kahvaan sopiva tunnus. Ohjelma sijoittaa tekstin automaattisesti symbolin kahvaan määrätylle paikalle. Laitetunnus taas syötetään tekstidialogissa ja laitetunnus osoitetaan symbolin viereen. Laitetunnus voidaan asettaa symbolin kahvan viereen tai muualle mielivaltaisella paikalla symbolin ympäriltä. Laitetunnuksen saa laitettua työkaluriviltä Tunnukset -Laitte -Laitetunnus -valinnasta. Samasta paikasta voidaan lisätä myös kosketintunnuksen, koteloalueen lisäyksen ja kytkentäpuolen asetuksen. (Vertex ED 2020b.)

Tunnusten syötössä voidaan hyödyntää automaattista numeron kasvatusa. Tämän toiminnon avulla voidaan helposti syöttää peräkkäisiä tai muulla vakioarvolla kasvavia tunnuksien arvoja laitetunnuksiin esimerkiksi K1, K2, K3 ja liitintunnuksia 1, 2 ja 3. Laitetunnusluettelosta valitaan tunnuksen erillisillä painikkeilla. Tunnuksia voidaan myös hakea kojeluettelosta laitetunnusluettelon sijaan, jos kojeluettelon käytön asetus on aktivoitu. Aktivointi tapahtuu tunnusdialogin Asetukset -välilehdestä. (Vertex ED 2020b.)

Tunnusdialogien toimintaa ohjataan laitetyyppin, piirustustyyppin valinnan ja yhteysviivojen tyyppin perusteella. Tunnusdialogin käytön voidaan aktivoida ja deaktivoida näppäinyhdistelmällä SPACE + P tai vastaavasti on mahdollista navigoida Tiedosto -Asetukset -Piirustukset, mallit -asetusdialogin toiselle Käyttö -välilehdelle ja valita välilehdestä Käytä parametrisia tunnusdialogeja. Tämän valinnan myötä tunnusten syöttö mukautuu asetettujen parametrien mukaan. Piirustustyyppin valinnalla voidaan esimerkiksi vaikuttaa tunnusdialogin esitystapaan ja syötettäviin dialogeihin kuten johdinten ja kaapeleiden tunnuksia syöttöön. Johdinsarjapiirikaavio on asetettu vastaamaan piirustustyyppin sisältöä, joka tunnistaa yhteysviivat johtimiksi ja kaapeleiksi. Se tarjoaa niiden mukaiset Johdintunnus - ja Johdintyyppi -dialogit omine tietoineen. (Vertex ED 2020b.)

Vertexissä piirretään geometrisille tasoille ja tasojen voi olla enimmillään 32000. Geometristen tasojen voidaan ajatella siis olevan päällekkäin. Eri objektien piirtäminen tapahtuu kuitenkin eri tasoille. Uusia tasojen voidaan tehdä ja nimetä tai

käyttää DWG-piirustuksen tasoja. Vertex ED:n suunnittelutyössä käytetään symboleita, jotka ovat elementtejä, joiden 2D-geometria koostuu erilaisista kuvioista ja viivoista. Kun piirustustasolle lisätään elementti, asetuu sen viivat ja kuvat tietyille oletustasoille. Symbolin ominaisuuksissa on määritelty tasot. Piirtotasojen näkyvyyden asetuksilla voidaan lajitella piirustuksen eri tietoja tarkastettavaksi. Kun tietty piirtotaso asetetaan pois näkyviltä, lähtevät kyseisen tason objektit myös pois näkyviltä piirustuksesta. Kun piirustusta tulostetaan, tasoja on mahdollista jättää pois tulostuksesta, jolloin tason symbolit eivät näy tulostetutta paperissa. (Vertex ED 2020b.)

Kun piirustus tallennetaan, piirustukseen tallentuu tieto aktiivisista ja tulostettavista tasoista. Kun piirustus avataan seuraavan kerran, aktivoituvat tasot tallennetun tiedon perusteella. Vertex-ohjelmiston oletustasot on mahdollista palauttaa tarvittaessa. (Vertex ED 2020b.)

3.2 Vertex 4G Plant

Vertex 4G Plant on laaja laitosputkistosuunnitteluohjelmisto. Se sisältää kattavasti laitossuunnittelussa tarvittavat ohjelmistomoduulit ja tarjolla on myös muutamia optiomoduuleita. Vertex 4G Plant on suomalainen ja suomenkielinen CAD-ohjelmisto, jolla voidaan suunnitella laitoksia ja laitokseen liittyviä laitteita. Myös rakenteiden mallintaminen ja piirtäminen on mahdollista. Ohjelmisto sisältää Vertex 4G-ohjelmiston työkalut vakiona mekaniikkasuunnitteluun. Piirustuksia voidaan kuitenkin tuottaa myös piirtämällä eli ilman mallia. Piirustuksille sekä mallille on käytössä suunnittelutiedon hallintajärjestelmä ja sitä kutsutaan arkistoksi. Ohjelmisto sisältää erikoistoimintoja seuraaville osa-alueille, kuten laitosten putkistot, isometrit, kannakointi, kanavistot, teräsrakenteet ja hoitotasot, lujuuslaskenta, visualisointi, animointi, törmäystarkastelut, 2D-piirustukset ja osaluettelointi. (Vertex 4G Plant 2020.)

3.2.1 Arkistointi

Vertex 4G Plant käyttää arkistoja suunnittelutiedon hallinnassa. Arkistomalleja ovat malliarkisto, piirustusarkisto ja projektiarkisto. Projektiarkistolla hallitaan

kansioita, jotka sisältävät piirustuksia ja projektien malleja. Arkiston avulla löydetään haluttava dokumentti oikeita hakusanoja käyttäen. Perusarkistointi käyttää ainoastaan Vertexin omia tietokantoja. Arkistossa olevat projektit on mahdollista kopioida minkä tahansa uuden projektin pohjaksi. Tämän toiminnon avulla on mahdollista aloittaa uusi projekti, jossa on samoja elementtejä kuin vanhassa projektissa ja lisätä vanhasta projektista symbolit uuteen projektiin. Näin ollen uuteen projektiin ei tarvitse piirtää kaikkia symboleita uudestaan. (Vertex 4G Plant 2020.)

Arkistoon tallennetut dokumentit tai projektit on mahdollista arkistoida paketeiksi. Paketit sisältävät projektin dokumentit ja projektin metatiedot. Siirtopaketin avulla voidaan siirtää projektit tai valittu projektidokumentti Vertexin ohjelmistoon. Tämä toiminto mahdollistaa sen, että haluttaessa voidaan projekti ladata mukaan työmaalle, tehdä muutoksia työmaalla ja palauttaa muutokset takaisin palvelimeen. Yleensä projektin parissa työskentelee useampi henkilö samanaikaisesti, joten tiedostojen tallentaminen on projektin keskiössä. Projektitiedostot onkin mahdollista tallentaa keskitetysti palvelimella olevaan arkistoon, josta kaikilla projektiin kuuluvilla suunnittelijoilla on mahdollista päästä tiedostoihin käsiksi. (Vertex 4G Plant 2020.)

3.2.2 Visualisointi ja putkisto

Visualisoinnilla voidaan tuottaa Vertex 4G Plantissa fotorealistisia kuvia 3D-malleista. Kuvat on mahdollista tallentaa BMP-, JPG-, Targa-, TIFF -sekä PostScript-formaateissa. Vertex 4G Plantissa on mahdollista luoda itse materiaali tai käyttää laajaa materiaalikirjastoa etsimisessä. Visualisoinnin avulla on myös mahdollista muokata valolähdettä, taustaa, edustaa ja varjostusasetusta. (Vertex 4G Plant 2020.)

Putkiston mallintaminen on suositeltavaa aloittaa ensin määrittelemällä putken reititys. Aluksi valitaan joko valmis ohjauskäyrä tai vaihtoehtoisesti luonnostellaan reitti antaen sille geometrisiä ehtoja. Tämän lisäksi voidaan lisätä putkilinja ja putkiluokka, nimelliskoko, seinämän paksuus, putken nimike, käyrän nimike ja kul-

mien tekotapa. Putkilinjan mallinnus on myös mahdollista lisäämällä putkia ja putken osia komponenttikirjastosta. Putkilinjaa ja yksittäisen komponentin kokoa, tyyppiä ja asentoa on mahdollista muuttaa. Lopuksi on mahdollista tarkastaa ja analysoida törmäykset ohjelman törmäystarkastelu -toiminnolla. Putkilinjalle voidaan piirtää virtaussuunta. Ohjelmassa pystyy myös lisäämään kaikki liitoksen pultit, mutterit ja aluslaatat laippaosan tietoihin. Putkilinjalle on mahdollista lisätä virtaussuuntanuolet. (Vertex 4G Plant 2020.)

Vertex 4G Plant sisältää valmiit tietokannat erikoisputkistoista ja taivutettavista putkista. Tietokanta sisältää muovi-, elintarvike- ja kaukolämpöputkistojen suunnitteluun käytettävät putkistot. Erikoiskomponentteja kirjastossa ovat muun muassa QF-pantaputki, teflon ja lasimalliputket ja lisäksi kirjastosta löytyvät niiden mittataulukot. Taivutettaville putkistoille saadaan ohjelman avulla taivutustaulukot ja valmiit ohjaustiedostot CNC- taivutuskoneita varten. Vertex sisältää valmiiksi laajan putkikomponenttikirjaston, jota pidetään ajan tasalla mikä helpottaa putkiston piirtämistä ja taivuttamista. (Vertex 4G Plant 2020.)

3.2.3 Piirustusten tuottaminen

Yleensä piirustuksen tuottaminen koostuu eri kokoonpanoista, jotka koostuvat osista. Osat vastaavasti koostuvat eri piireistä, jotka tehdään luonnostelemalla. Osan voidaan tehdä myös suoraan osan geometriaan perustuen. Jotta pystytään suunnittelemaan ja piirtämään erilaisia tuotteita Vertex 4G:llä, on siihen suunniteltu neljä erilaista työskentelytilaa riippuen siitä, millaista työtä tehdään. (Vertex 4G 2020a.)

Luonnostelu on yksi työskentelytila, jossa piirretään osan eri piirteitä. Tätä kutsutaan osamallinnukseksi. Luonnokset ovat usein tasossa olevia viivaketjuja, mutta luonnostelu on myös mahdollista tehdä suoraan malliin. Osin muotoja piirretään Luonnostelu -tilassa. Kyseisessä tilassa on helppo muokata piirrettyä geometriaa. Luonnoksen geometriaa on mahdollista muokata ja ohjata muuttujien ja niiden välisten kaavojen avulla. Mittamuuttujat voidaan taltioida mittataulukoksi, jolloin osien variointi eri mitoille on todella helppoa ja nopeaa. (Vertex 4G 2020a.)

Osien mallinnus on suositeltavaa aloittaa joko luonnostelemalla geometriaa tai käyttämällä kirjastoista mittavarioituvia piirteitä. Mallinnustilassa osille on tarkoitus tehdä erilaisia piirteitä, kuten esimerkiksi pyöristyksiä, viisteitä ja päästöjä. Tilassa voidaan kovertaa onttoja kappaleita, piirteitä voidaan peilata, skaalata kiertää ja venyttää. Jos kappale on hankala mallintaa, on se mahdollista tehdä yksittäisten pintojen avulla. (Vertex 4G 2020a.)

Komponenteista ja osista voidaan tehdä kokoonpanoja ja niiden avulla saadaan osaluettelot ja kokoonpanopiirustukset. Osien maksimi- ja minimisijainnit on mahdollista tarkistaa osien ja alikokoonpanojen paikoitukseen käytettyjen ehtojen avulla. Muodostettaessa kokoonpanoja tapoja on useita. Ne voidaan joko tuoda vakio -osina kokoonpanoon ja paikoittaa ne toisiinsa tai mallintaa kaikki osat suoraan kokoonpanossa. Myös toisesta osasta toisen osan geometrisen palan syöminen pois on mahdollista kokoonpanojen mallinnuksen avulla. Dynaaminen ja staattinen törmäystarkastelu on mahdollista suorittaa kokoonpanotyökalua käyttäen. (Vertex 4G 2020a.)

Suurten ja raskaiden kokoonpanojen käsittelyssä on mahdollista käyttää erilaisia kevennystekniikoita, joiden avulla varsin suuria kokonaisuuksia voidaan esittää yhtä mallia käyttäen. Suurista ja pienistä kokoonpanoista pystytään tulostamaan kerralla joko ylimmän tason osat ja alikokoonpanojen piirustukset tai kaikkien kokoonpanossa olevien osien alikoontien piirustukset. Piirustukset voidaan tehdä 3D-mallista tuottamalla tai itse kokonaan viivatyökalujen avulla. Eri mallien piirustuksiin geometria ja projektiot saadaan 3D-mallista ja tämän avulla saadaan leikkausprojektiot. Piirustuksen työkalupakissa on myös mahdollista suunnitella 2D-kuvia. (Vertex 4G 2020a.)

3.2.4 PI- kaavion suunnittelu

Prosessi- ja instrumentointisuunnittelun avulla voidaan Vertex 4G Plantissa suunnitella prosessin kulkua kuvaavia kaavioita. PI-kaavioissa näkyy putkilinjat, pumput, venttiilit ja kaikki muut toimilaitteet, jotka ovat prosessissa. Kaavioiden tiedot löytyvät projektin tietokannasta kytkettyyn laitosmalliin. PI-kaavion suunnittelussa

voidaan nimetä myös prosessissa sijaitsevat toimilaitteet, kun toimilaitetta painetaan kahdesti hiiren näppäimellä. PI-kaavioin kuvalehteen merkitään työntekijä ja aloituspäivä ja itse projektin sivulle voidaan kirjoittaa, mitä viimeksi on suunniteltu ja mitä seuraavaksi on tarkoitus tehdä. Kaavioon on myös mahdollista merkitä säiliöissä ja putkistoissa kulkeva aine, paine, säiliön tilavuus ja aineen lämpötila.

4 ASENNUSSUUNNITTELU

4.1 Kattilahuoneen PI- kaavio

Opinnäytetyön suunnittelu aloitettiin kattilahuoneen PI-kaaviolla. Opinnäytetyötä tehtiin ensiksi Vertex 4G Plantilla ja suunniteltiin PI-kaavioon kenttäinstrumentit. Kattilahuoneeseen lisättiin lämpötila-anturit ja lähettimet, paineanturit ja virtausanturin. Ohjelma sisältää valmiiksi antureiden merkinnät, joten ne on helppo lisätä suoraan PI-kaavioon, eikä antureiden merkintöjä tarvitse tehdä alusta loppuun, vaan voidaan lisätä ainoastaan sopivat symbolit ohjelmasta ja kirjoittaa sopivat anturimerkintä instrumenttien sisään. Ohjelma tarjoaa valmiit PI-kaavio merkinnät todella moneen eri tarkoitukseen. Voidaan valita valmiit symbolit suunnitteluun aina moottoreista venttiileihin ja pumppuihin. Myös erilaiset kuljettimet on mahdollista piirtää Vertex 4G:llä tai vastaavasti etsiä ne valmiista kirjastosta. 2D-symboleita on todella paljon, joka helpottaa ja nopeuttaa suunnittelutyöskentelyä. Symbolit löytyvät ohjelmasta PI-kaavio Symbolit -valinta kohdasta. Sieltä avautuu kirjasto, josta löytyvät kaikki ohjelman symbolit.

PI-kaavioon valittiin kattila valmiista symbolikirjastosta. Kattilat löytyvät samasta symbolikirjastosta, kuin kaikki muutkin symbolit. Kirjastosta valittiin Vessel and tanks ja sieltä valittiin kattilan kattilahuoneeseen. Kattilaan yhdistyy vesiputket, jotka tulevat kattilahuoneen ulkopuolelta. Itse PI-kaaviossa putket tulivat ja lähtivät kattilasta. Putket merkittiin eri väreillä kaavioon kuvaamaan veden lämpötilaa. Sininen putkisto on kylmää vettä ja punainen lämmintä, jonka kattila lämmittää. Putkistoon merkittiin käsiventtiilit, jotka ovat todellisessa paikassa itse prosessia. Käsiventtiilit löytyvät Symbolit -valikosta, Valves -kohdasta.

Pellettikuljetin tehtiin myös PI-kaavioon Symbolit -kirjastosta. Pelletinkuljettimeen kuuluvat siilo ja itse kuljetin, joka kuljettaa pellettiä kattilaan, jossa se palaa. Kattilaa on myös mahdollista lämmittää sopivan kokoisilla haloilla, mutta koulun kattilahuoneen kattilan kylkeen on tehty pellettikuljetin, joten PI-kaaviossa käytettiin itse kuljetinta. Kuljetin löytyy symbolikirjastosta kohdasta Lifting, conveying and transport ja siilo kohdasta Vessels and tanks.

4.2 Lämpötila-anturit

Lämpötila-antureiksi valittiin Endress & Hauserin TST602 anturin, joka esiintyy kuvassa 3. Anturi on helppokäyttöinen ja asennetaan putken päälle. Anturit asennetaan putkistojen päällä, joissa osassa virtaa vettä ja osassa ilmaa. Antureiden asennus tapahtuu myöhemmässä vaiheessa suunnittelukuvien perusteella. Sähkökuviin ei myöskään merkitty lopullisia kytkentäpaikkoja antureille, vaan ne jätettiin vapaaksi. (The Endress + Hauser Group 2019b.)

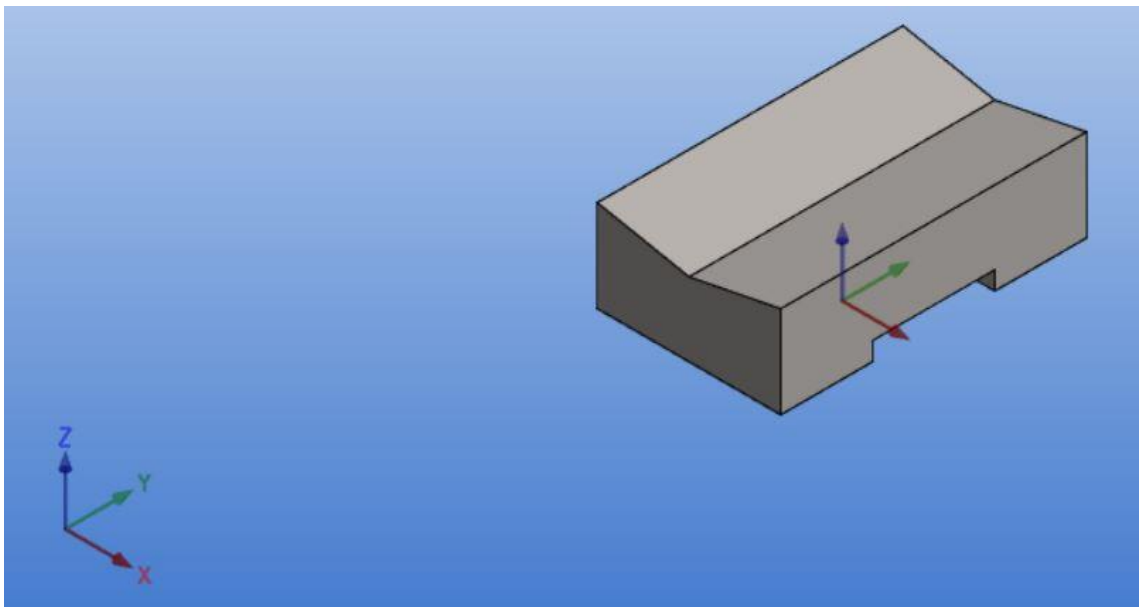


Kuva 3 Lämpötila-anturi (The Endress + Hauser Group 2019b.)

Lämpötila-anturin asennukseen tarvitaan myös kenttäkotelo ja suunnittelussa käytettiin Endress & Hauserin TAF10 kotelo. Kytkentä tapahtuu lopullisesti Metso DNA:n logiikkaan. TST602 on mahdollista yhdistää HARTiin. HART on te-

ollisuusstandardi ja sen älykäs tekniikka mahdollistaa 4...20mA:n analogisen signaalin ja digitaalisen viestinnän saman aikaisesti lähettimen johdinparin kautta. HART-signaalia käytetään yleensä vain parametroiintiin. HART mahdollistaa kuitenkin jatkuvan reaaliaikaisen prosessin valvonnan. (The Endress + Hauser Group 2020a.)

Suunnittelutyö toteutettiin Vertex ED:llä. Aluksi valittiin ohjelmasta Projects -Open -Automation 2020, tämän jälkeen valittiin Documents -valikosta Open, jonka jälkeen eteen avautui valikko, josta valittiin tyhjä projektipohja, jonne suunniteltiin lämpötila-anturiasennuskuva. Aluksi rajattiin kytkentäalueet, jonka jälkeen ne nimettiin. Viivat saatiin tehtyä piirtotyökalulla, josta valittiin Lines -valikon kohdasta Closed ja nuolta alaspäin. Tämän valikon kautta voidaan tehdä pelkät viivat, laatikot ja jopa ympyrät. Kaapeleiden yhdistäminen onnistuu myös tätä kautta. Tämän jälkeen käytettiin tekstityökalua kohdasta Markings ja Text. Näin komponenttien ja alueiden nimeäminen on helppoa. Näillä työkaluilla saatiin tehtyä lämpötila-anturin 2D-kuvat. Lämpötila-anturista tehtiin myös 3D-kuva, joka näkyy kuvassa 4. Työssä käytetään samoja lämpötila-antureita, jottei tarvitse suunnitella useita erilaisia sähkökuvia.



Kuva 4 Lämpötila-anturin 3D-kuva

4.3 Painelähetin

Paineantureiksi valittiin kuvassa 5 esiintyvä Emersonin Rosemount 3051 painelähetin. Tarkoituksena oli valita kaikki instrumentit samalta toimijalta, mutta Emersonin Rosemount painelähetin on todella helppo asentaa ja ottaa käyttöön, joten sen takia valittiin kyseinen painelähetin. Paineantureiden on helppo kytkeä ja asentaa kattilahuoneeseen. Pika-aloitusoppaassa on kaikki tiedot mitä asennukseen tarvitaan. Paineantureita voidaan käyttää joko nesteen, kaasun tai höyryn paineen mittaamiseen ja asennusohjeet ovat oppaassa. Itse lähettimen HART toimii välillä 4...20mA, U_{max} on 30V, I_{max} 200mA ja laite soveltuu -60 celsius +120 celsiusen tiloihin. (Emerson 2020.)



Kuva 5 Painemittari (Emerson 2020.)

Paineanturista suunniteltiin 2D-kuvan Vertex ED:llä. Suunnittelutyö noudatti samaa kaavaa kuin lämpötila-anturin suunnittelu. Suunnittelussa käytettiin myös samoja toimintoja, jotta saatiin suunniteltua paineanturin sähkökuva. Kuvassa 9 näkyvät Metso DNA:n logiikka ja kentällä olevat keskuskeskukset, missä kytkennät tapahtuvat riviliittimiin. Kuvassa on myös itse painelähettimen kytkentä. Paineantureiden kaapeleita ei kytketty loppuun asti, vaan suunnittelutyö tehtiin alustavasti, jotta mahdollinen asennus on helppo toteuttaa jälkikäteen ja kytkennät kytketään vapaisiin liittimiin. 3D-kuvia painelähetimestä ei piirretty.

4.4 Virtausmittari

Virtauksen mittaamiseen valittiin Emersonin Rosemount 3051CF virtausmittari. Emersonin mittarit ovat laadukkaita ja samassa kytkentäohjeessa on painelähetimen kytkentäohjeet. Sekä painelähetin että virtausmittari pystytään siis asentamaan putkistoon samalla tavalla, on mitattava suure sitten neste, kaasu tai höyry. Tämä helpottaa asennustyötä, joka tehdään piirrettyjen suunnittelukuvien perusteella. PI-kaavioista katsotaan, minne instrumentit halutaan, jonka jälkeen ne kiinnitetään paikoilleen sitä mukaan, kun tilatut laitteet saapuvat Lapin ammattikorkeakouluun Kemin kampukselle. (Emerson 2020.)

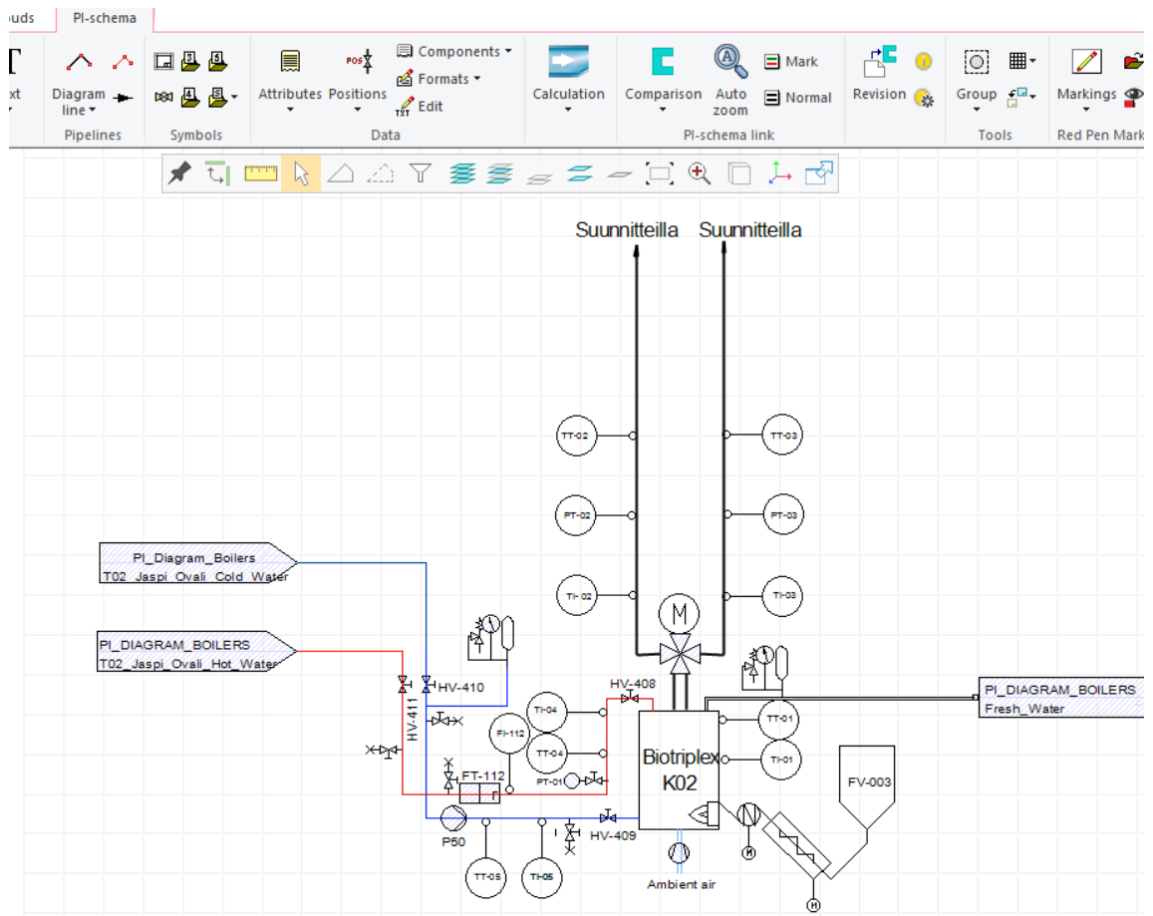
Emersonin ohjeissa merkitään selkeästi tuloparametrit mittarille maanosakohtaisesti. Euroopan tuloparametrit HART:lle ovat kytkentää varten U_{\max} 30V, I_{\max} 200mA, P_{\max} 0,9W, C_{\max} 0,012 μ F ja L_{\max} 0mH. Vastaavasti kenttäväylälle arvot ovat 30V, 300mA, 1,3W, 0 μ ja 0mH. Ohjeessa on muutakin tärkeää tietoa itse laitteesta, kuten missä lämpötilassa mittaria voidaan käyttää prosessissa. Mittarit sopivat täydellisesti Lapin ammattikorkeakoulun kattilahuoneeseen. (Emerson 2020.)

Vertex ED:llä piirrettiin sähköpiirikaaviokuva virtausmittarin kytkentäkuvasta. Kuvassa 10 näkyy virtausmittari sekä jakokotelot ja Metso DNA:n logiikka. Lopullisia riviliitinpaikkoja ei piirretty asennukseen, mahdollisen muutostyön varalta. Suunnittelukuvista on helppo toteuttaa itse asennus, kun sen aika koittaa. Työstä ei piirretty muuta kuin PI-kaavio ja 2D-kuva.

5 LAITESIJOITUSPIIRUSTUKSET

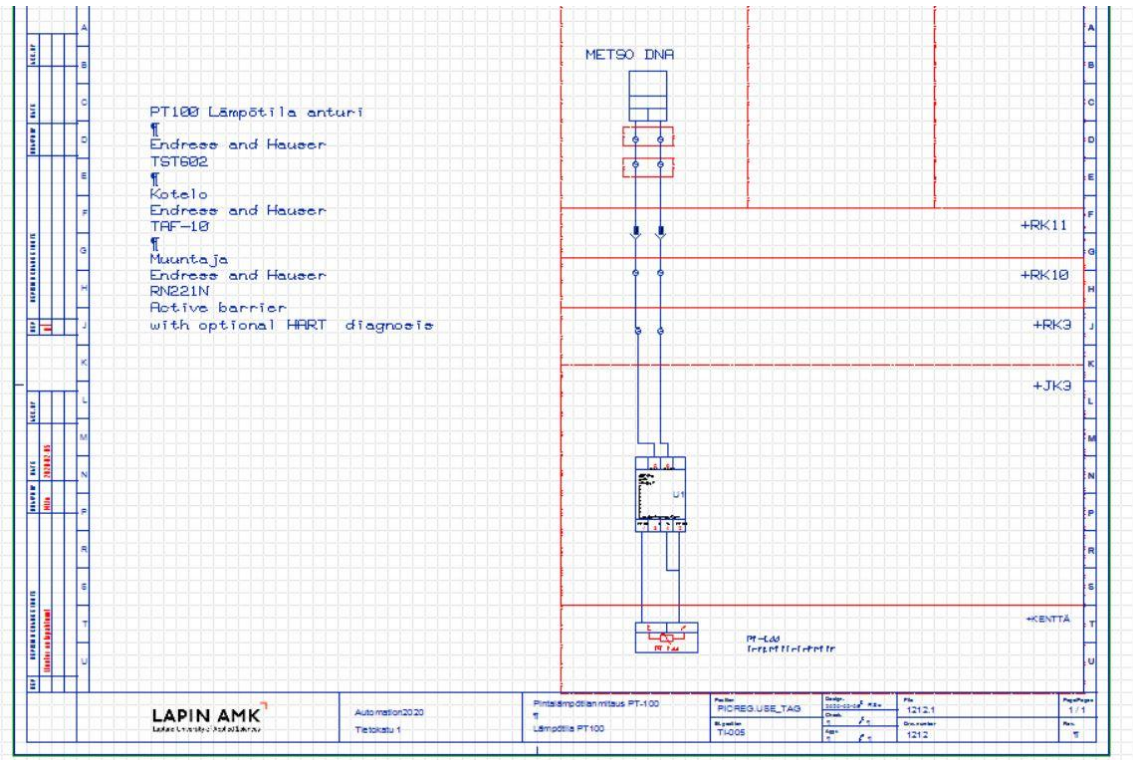
5.1 Piirustuskuvat

Aluksi piirrettiin PI-kaavio kattilahuoneesta, jonne sijoitetaan kenttäinstrumentit. Suunnittelussa käytettiin hyväksi kattilahuoneen mallia ja PI-kaaviosta tuli varsin mallikas. Kuvassa 6 on piirrettynä kattilahuoneen PI-kaavio.

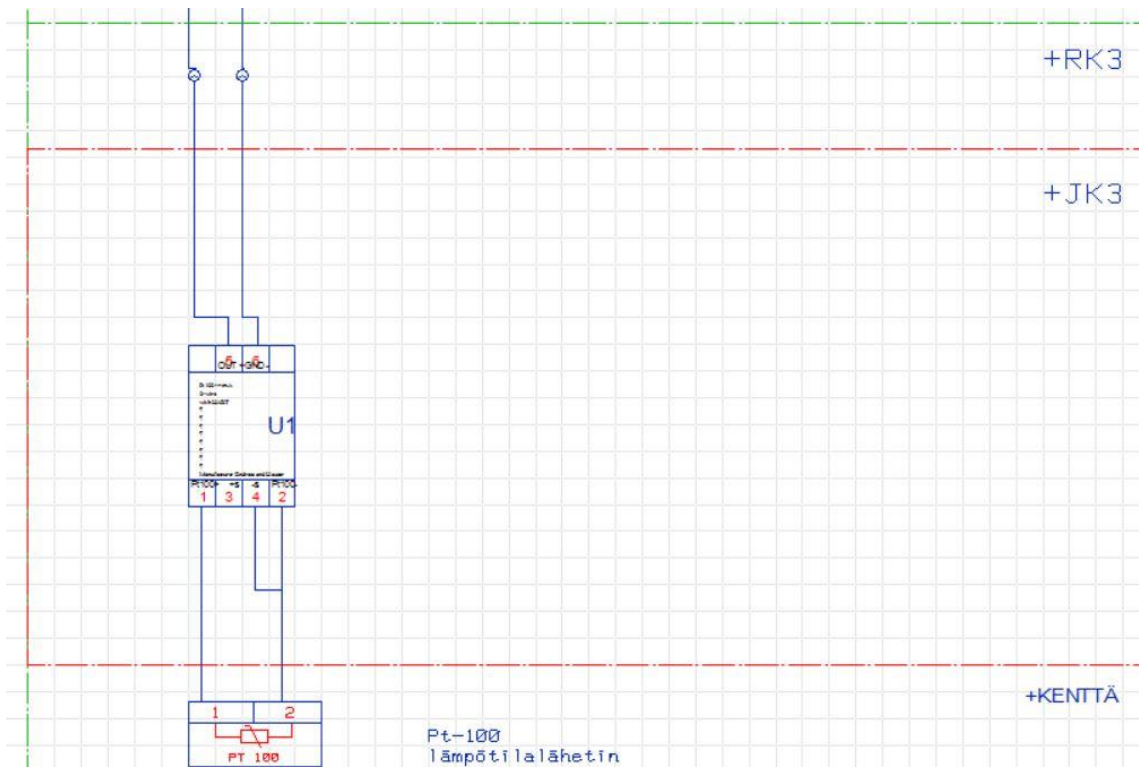


Kuva 6 PI-kaavio kattilahuoneesta

Sen jälkeen aloitettiin työstämään 2D-kuvia Vertex ED:llä. Sähkökuvat onnistuivat jokseenkin hyvin Lapin AMK:n tiloissa, mutta kotikoneella työstäminen oli hiivenen vaikeaa. Kuvat 7 ja 8 saatiin kuitenkin suunniteltua ja kuvissa lämpötilanturin piirikaaviokuvat.

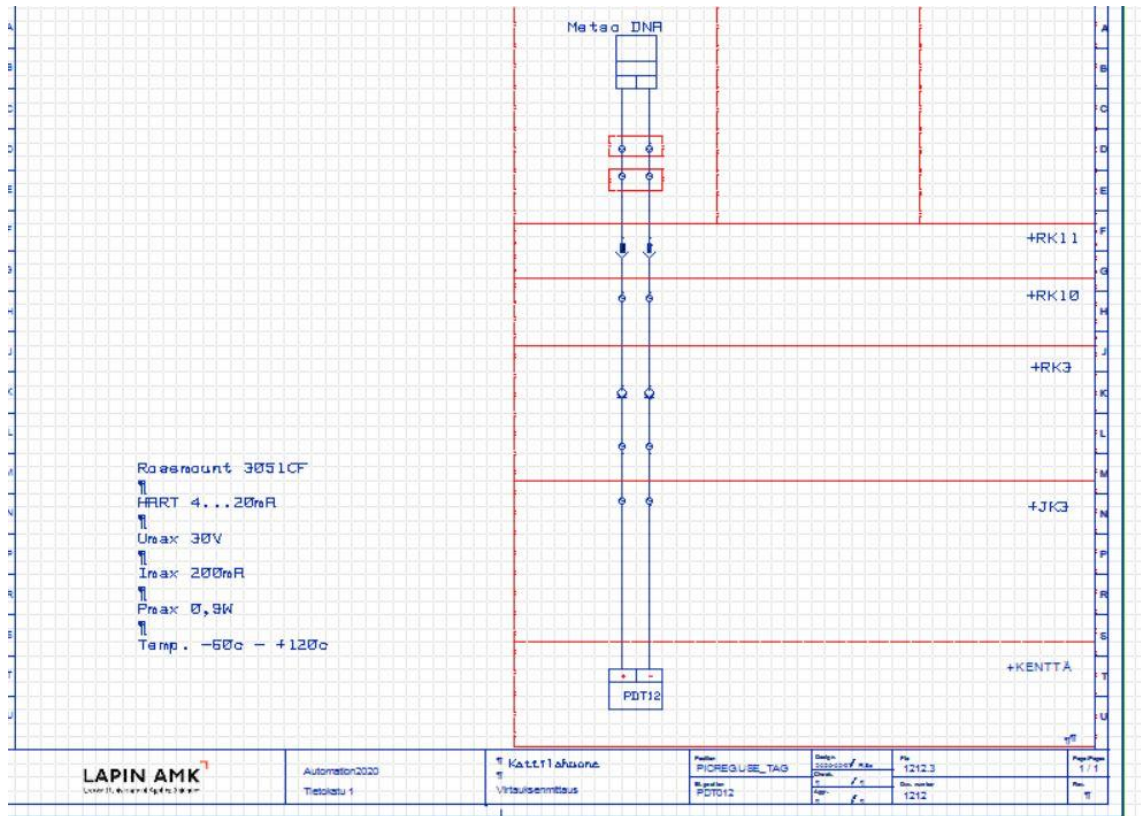


Kuva 7 Lämpötila-anturin piirikaaviokuva



Kuva 8 lämpötila-anturi asennuskuva

Kuvassa 9 on tarkoitus olla painelähettimen piirikaaviokuva. Kuvassa näkyy myös painelähettimen kytkentätiedot ja kytkentäpaikat.



Kuva 10 Virtausmittarin piirikaaviokuva

Pelkistetty I/O-lista kattilahuoneesta näkyy kuvassa 11. Kuvaan on jätetty varaa mahdollisille muutostöille.

Input	Explanation	Output	Explanation
AI_00	TT_01	AO_01	Diamant_Pilot
AI_01	TT_02	DO_01	GRUNDFOS_Kiertovesipumppu P1
AI_02	TT_03	DO_02	GRUNDFOS_Kiertovesipumppu P2
AI_03	TT_04		
AI_04	TT_05		
AI_05	PT_1		
AI_06	PT_2		
AI_07	FT_112		
DI_01	P_1 Kay		
DI_02	P_2 Kay		
DI_03	Rsentokulma_anturi		
DI_04	Rsentokulma_anturi		

LAPIN AMK Lapland University of Applied Sciences	Automation2020	Biotriplex	Proj.:	2020-03-27 RSO	Rev:	12399.1
	Tietokatu 1	11	PICREG_USE_TAG	Opas:	/ 11	Doc. number
		Biotriplex I/O list	Q. version	11	/ 11	12399
			I/O	11	/ 11	

Kuva 11 Biotriplex I/O

6 POHDINTA

Lapin ammattikorkeakoulun Kemin kampuksen kattilahuone tarvitsi uudet piirikaaviokuvat. Tarkoituksena kattilahuoneeseen oli lisätä uusia kenttäinstrumentteja, piirtää PI-kaavio ja sähköpiirikaaviokuvat kenttäinstrumenteista, jotta tuleva asennustyö on mahdollisimman helppo ja nopea toteuttaa. Kenttäinstrumentit valittiin sopivaksi kattilahuoneeseen, jotta niiden kiinnitys ei veisi turhia resursseja. Kaikki instrumentit sopivat kattilahuoneeseen, eikä lämpötila ole este niiden asentamiselle. Putkissa kulkevat paineet eivät ylitä raja-arvoja.

Mielestäni onnistuin opinnäytetyön tavoitteessa jokseenkin hyvin. Piirikaaviokuvia olisi voinut olla enemmän ja 3D-kuvia en pystynyt yhteyden takia toteuttamaan haluamallani tavalla. Koronan vaikutukset opinnäytetyöhöni olivat siis suuret, koska Lapin ammattikorkeakoulu laitettiin kiinni. Sain kuitenkin osan kuvista toteutettua, vaikka omalla tietokoneellani suunnitteluohjelmistot eivät juurikaan toimineet. Monien sovellusten uudelleen avaamisen jälkeen, opinnäytetyö on kuitenkin valmis. Sain myös todella hyviä neuvoja opinnäytetyöni ohjaajalta, Matti Paasolta. Ilman ohjeita en todennäköisesti olisi suoriutunut työstäni.

Työ oli mielenkiintoinen ja olisin halunnut toteuttaa suunnittelutyön vieläkin paremmin, mutta aika tuli vastaan. Työni ansiosta asennussuunnittelu kuitenkin helpottui ja tulevat opiskelijat saavat mahdollisesti uuden kattilahuoneen tuota pikaa kuntoon tuottamieni kuvien avulla. Sähkökuvat jättivät kuitenkin muutokselle tilaa, jos jotain halutaan vielä lisätä kattilahuoneeseen. Kuvat mahdollistavat myös kattilahuoneen laajentamisen.

LÄHTEET

Hydrothermal System Comparato 2019. Diamant Pilot. Viitattu 25.11.2019
<http://comparato.com/en/prodotti/diamant-pilot-2/>

Jäspi 2019a. Biotriplex yhdistelmäkattila. Viitattu 23.11.2019
<https://jaspi.fi/tuote/biotriplex-yhdistelmakattila/>

Jäspi 2019b. Kaksoispesäkattila puu/pelletti, Biotriplex, asennus- ja käyttöohjeet. Viitattu 23.11.2019 https://jaspi.fi/wp-content/uploads/2017/03/Biotriplex_kayttoohje.pdf.

Emerson 2020. Rosemount 3051 painelähetin ja Rosemount 3051CF – sarjan virtausmittari. Viitattu 21.4.2020 <https://www.emerson.com/documents/automation/manuals-guides-rosemount-3051--painenel%C3%A4hetin-l%C3%A4ht%C3%B6viesteill%C3%A4-4%E2%80%9320-ma-hart-ja-1%E2%80%9335-vdc-pienen-tehonkulutuksen-protokolla-rosemount-3051cf--sarjan-virtausl%C3%A4hetin-l%C3%A4ht%C3%B6viesteill%C3%A4-4%E2%80%9320-ma-hart-ja-1%E2%80%9335-vdc-pienen-tehonkulutuksen-protokolla-fi-74002.pdf>

The Endress + Hauser Group 2019a. About us. Viitattu 15.12.2019
<https://www.fi.endress.com/en/Endress-Hauser-group>.

The Endress + Hauser Group 2019b. TST602. Viitattu 17.12.2019
<https://www.fi.endress.com/en/field-instruments-overview/temperature-measurement-thermometers-transmitters/Surface-thermometer-TST602>

The Endress + Hauser Group 2020a. Hart. Viitattu 20.4.2020
<https://www.fi.endress.com/fi/r%C3%A4%C3%A4t%C3%A4l%C3%B6idyt-ratkaisut/field-network-engineering/fieldbus-technology/hart-communication-field-bus-technology>

The Endress + Hauser Group 2020b. TAF10. Viitattu 4.1.2020
<https://www.endress.com/en/field-instruments-overview/TAF10>

Vertex ED 2019a. Näin pääset alkuun. Viitattu 20.12.2019
<https://kb.vertex.fi/ed2020fi/naein-paeaaset-alkuun>

Vertex ED 2019b. Piirto asetukset ja kuvakohtaiset asetukset. Viitattu 21.12.2019 <https://kb.vertex.fi/ed2020fi/naein-paeaaset-alkuun/piirtoasetukset-ja-kuvakohtaiset-asetukset>

Vertex ED 2019c. Piirustustoiminnot. Viitattu 20.12.2019.
<https://kb.vertex.fi/ed2020fi/naein-paeaaset-alkuun/piirustustoiminnot>

Vertex ED 2019d. Projektitoiminnot. Viitattu 20.12.2019.
<https://kb.vertex.fi/ed2020fi/naein-paeaaset-alkuun/projektitoiminnot>

Vertex ED 2019e. Suunnittelun kulku. Viitattu 20.12.2019
<https://kb.vertex.fi/ed2020fi/naein-paeaeset-alkuun/suunnittelun-kulku>

Vertex ED 2020a. Hiiren käyttö, zoomaus ja näppäintoiminnot. Viitattu 3.1.2020
<https://kb.vertex.fi/ed2020fi/naein-paeaeset-alkuun/hiiren-kaeyttoa-zoomaus-ja-naeppaeintoiminnot>

Vertex ED 2020b. Piirikaavion piirto, symbolit, tunnukset ja tasot. Viitattu 3.1.2020
<https://kb.vertex.fi/ed2020fi/naein-paeaeset-alkuun/piirikaavion-piirto-symbolit-tunnukset-ja-tasot>

Vertex ED 2020c. Symbolit, symbolieditori ja io-pisteet. Viitattu 3.1.2020
<https://kb.vertex.fi/ed2020fi/naein-paeaeset-alkuun/symbolit-symbolieditori-ja-io-pisteet>

Vertex 4G 2020a. G4 perustoiminnallisuus. Viitattu 1.2.2020
<https://kb.vertex.fi/g42018fi/yleiskatsaus-vertex-g4-n-kaeyttoaen-ja-ohjelman-lisaeoptioihin/g4-perustoiminnallisuus>

Vertex 4G 2020b. Näin pääset alkuun. Viitattu 1.2.2020
<https://kb.vertex.fi/g42018fi/naein-paeaeset-alkuun>

Vertex 4G Plant 2020. Yleiskatsaus. Viitattu 1.2.2020.
<https://kb.vertex.fi/plant2018fi/vertex-g4plant-yleiskatsaus>