

ECO 17 LUX -LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN  
SUUNNITTELU TYÖ

Laakso Veeti

Opinnäytetyö  
Tekniikan ja liikenteen ala  
Sähkötekniikka  
Insinööri (AMK)

2018

Tekniikan ja liikenteen ala  
Sähkötekniikka  
Insinööri (AMK)

---

<b>Tekijä</b>	Veeti Laakso	Vuosi	2018
<b>Ohjaaja</b>	DI Matti Paaso		
<b>Toimeksiantaja</b>	Lapin ammattikorkeakoulu		
<b>Työn nimi</b>	Eco 17 Lux -Lämmitysjärjestelmän suunnittelutyö		
<b>Sivu- ja liitesivumäärä</b>	38 + 3		

---

Opinnäytetyön aiheena oli Eco 17 Lux -öljykattilan lämmitysjärjestelmän dokumentoinnin, PI-kaavion suunnittelun ja 3D-piirrossuunnittelun tekeminen. Opinnäytetyö suoritettiin Lapin Ammattikorkeakoulussa. Dokumentoinnin tarkoituksena oli käsitellä lämmitysjärjestelmän Eco 17 Lux -kattilan toimintaa siihen asennetuista instrumenteista ja toimilaitteista. Opinnäytetyön tavoitteena oli käsitellä PI-kaavion valmistamista, laitteiden valitsemista ja 3D-piirtämistä. Opinnäytetyön tarkoitus oli tehdä tarkka PI-kaavio sekä 3D-mallinnus lämmitysjärjestelmästä.

Opinnäytetyö tehtiin kahta Vertex-ohjelmistoa käyttäen. Vertex PI-ohjelmalla valmistettiin PI-kaavio Eco 17 Lux -lämmitysjärjestelmästä. Vertex 3D-ohjelmistoa käyttäen valmistettiin lämmitysjärjestelmän 3D-kokonaisuus, johon kasattiin kaikki toimilaitteet, instrumentit, putkistot ja öljykattila. 3D-piirrokseen jokainen putkilinja piirrettiin erikseen instrumentteineen ja yhdistettiin lämmitysjärjestelmän kokonaisuudeksi. Työn alussa tutustuttiin PI-kaavion käyttötarkoitukseen, tietosisältöön ja positiotunnuksen rakentamiseen. Putkilinjat käsitellään yksitellen instrumentteineen ja toimilaitteineen.

Opinnäytetyössä käsiteltiin PI-kaavion piirtämisen vaiheet, PI-kaavion instrumenttien nimeämiset ja niiden sijoittelut. 3D-piirustuksissa tarkasteltiin osien ja kokonaisuuksien rakentamista ja niiden merkitystä Vertex 3D-ohjelmistossa. Lopuksi käsiteltiin putkilinjastojen piirtämisen vaiheita ja putkistojen nimeämistä standardien mukaan. Tulokseksi saatiin valmis PI-kaavio ja tarkat 3D-kuvat lämmitysjärjestelmästä.

Technology, Communication and Transport  
Electrical Engineering  
Bachelor of Engineering

---

<b>Author</b>	Veeti Laakso	Year	2018
<b>Supervisor</b>	Matti Paaso, MSc (Tech.)		
<b>Commissioned by</b>	Lapland University of Applied Sciences		
<b>Subject of thesis</b>	Design work of Eco 17 Lux heating system		
<b>Number of pages</b>	38 + 3		

---

The topic of this thesis was to document Eco 17 Lux boiler heating system, PI diagram design and 3D drawing design. This thesis was made for Lapland University of Applied Sciences. The purpose of the thesis was to document the operation Eco 17 Lux boiler's heating system, instruments and actuators which were installed on it. The aim of the thesis was to process the PI diagram, select instruments and to create a 3D drawing.

The thesis was made by using two Vertex programs. The PI diagram was produced by using Vertex PI program for the Eco 17 Lux heating system. By using the Vertex 3D software, the 3D drawings were made which include actuators, instruments, piping and an oil boiler. In the 3D drawing, each pipeline was made separately with its instruments and was combined with the whole heating system. The pipelines are handled individually with instruments and actuators.

The thesis dealt with the different phases of making PI diagram drawing and naming the used instruments and their placements. The 3D drawings examined the construction of parts and entities and their significance in Vertex 3D software. At the end of the thesis, the different phases of making the complete pipeline design and the designation of pipelines according to the standards were discussed. The result was a complete PI diagram and accurate 3D images of the heating system.

Key words

instrument, heating system, PI diagram

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	PI-KAAVIO.....	7
2.1	PI-kaavion käyttötarkoitus.....	7
2.2	PI-kaavion tietosisältö .....	7
2.3	Positiotunnus .....	8
2.3.1	Instrumentin piirrosmerkin numerokoodi .....	8
2.3.2	Instrumentin toiminnan tunnuskirjaimet .....	9
3	TOIMILAITTEIDEN VALINTA JA INSTRUMENTOINTI.....	11
3.1	Painelähttimet .....	11
3.2	Lämpötilamittaukset.....	12
3.3	Kiertovesipumput .....	12
3.4	Lämpötilansäädin.....	14
3.5	Öljypoltin .....	16
3.6	Paineosoittimet ja käsiventtiilit .....	17
4	PROSESSI .....	19
4.1	Jäspi 17 Eco lux -öljykattilan rakenne .....	19
4.2	Kattilasta lähtevät putkilinjat.....	20
4.2.1	Lämpimän ja kylmän käyttöveden putkilinja varaajalle .....	21
4.2.2	Painelinja paisuntasäiliölle .....	23
4.2.3	Nelisuuntaventtiiliin liittyvät putkilinjat.....	24
5	TYÖN TOTEUTUS .....	27
5.1	PI-kaavion suunnittelu ja piirtäminen .....	27
5.2	3D-mallinnus.....	29
5.2.1	Osien ja kokonaisuuksien rakentaminen .....	30
5.2.2	Putkilinjastojen piirtäminen.....	31
6	POHDINTA .....	38
	LÄHTEET.....	39
	LIITTEET .....	40

## ALKUSANAT

Tahdon kiittää opinnäytetyöni ohjauksesta ja aiheesta Matti Paasoa ja Lapin ammattikorkeakoulua.

Vantaalla 22.5.2018

Veeti Laakso

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehdään Lapin ammattikorkeakoulun Kemin tekniikan yksikköön. Opinnäytetyön aiheena on Eco 17 lux -öljykattilan lämmitysjärjestelmän dokumentoinnin, PI-kaavion suunnittelun ja 3D-piirrossuunnittelun tekeminen ja raportointi. Eco 17 Lux öljykattila sijaitsee Lapin Ammattikorkeakoulun tekniikan yksikön luokkahuoneistossa 1152. Opinnäytetyössä käsitellään PI-kaavion käyttötarkoituksia, sen tietosisältöä ja positiotunnusten rakentamista.

Opinnäytetyössä tarkastellaan Eco 17 Lux -öljykattilan lämmitysjärjestelmän toimilaitteiden valintoja ja tarkemmin instrumenttien toimintoja ja tarkoituksia. Opinnäytetyöhön kuuluu Eco 17 Lux -öljykattilan lämmitysjärjestelmän PI-kaavion suunnittelu ja piirtämien, käyttäen Vertex-ohjelmistoa. PI-kaavio piirretään alusta alkaen kyseiselle lämmitysjärjestelmälle. PI-kaavioon kirjataan tarkat tiedot instrumenteille ja toimilaitteille. Kaikki instrumentit ja putkitunnukset kirjataan standardien mukaisesti.

Vertex-ohjelmistolla piirretään ja rakennetaan Jäspi Eco 17 Lux -öljykattilan lämmitysjärjestelmän 3D-malli. Malli mitoitetaan tarkkaan kentällä olevista instrumenteista ja toimilaitteista. 3D-malli rakennetaan öljykattilan ollessa keskipisteenä. Jokainen putkilinja rakennetaan omana kokonaisuutenaan ja lisätään öljykattilan kokonaiskuvaan. Valmistunut 3D-piirros öljykattilasta lisätään vesilaboratorion kokonaiskuvaan.

## 2 PI-KAAVIO

PI-kaavio on lyhenne putki- ja instrumenttikaaviosta. PI-kaavion tarkoitus on esittää tietty prosessi yksityiskohtaisesti. PI-kaaviosta ilmenevät kaikki instrumentit ja toimilaitteet. PI-kaavioita tehdään käyttöä, kunnossapitoa, suunnittelua ja viranomaisia varten. (PSK 3603 2012, 2.)

### 2.1 PI-kaavion käyttötarkoitus

PI-kaavion tarkoitus on antaa tietoja käyttöhyödykejärjestelmien ja prosessin teknisistä ratkaisuista ja olla pohjana kustannusarvioiden teolle. PI-kaavio toimii myös pohjana laitteiden jatkosuunnittelussa ja antaa perustietoja sähkö- ja asennussuunnitelmien sekä putki- ja instrumentointisuunnitelmien laatimista varten. PI-kaavion tarkoituksena on myös esittää putkien, putkivarusteiden, laitteiden haaroitusten, instrumenttien supistusten ja muiden prosessiin kuuluvien komponenttien sijainti toisiinsa nähden. (PSK 3603 2012, 2.) PI-kaavio auttaa kunnossapito-, suunnittelu-, asennus- ja käyttöhenkilöstöä perehtymään prosessiin, ollen myös osa prosessin käyttöohjetta. PI-kaavio tarkoittaa laitetietoja ja on käytännön työkalu esimerkiksi turvallisuusmääräysten laatijoille, tarkastaville viranomaisille sekä prosessin käyttäjille. (PSK 3603 2012, 2.)

### 2.2 PI-kaavion tietosisältö

PI-kaavio on yksityiskohtainen tietosisältö prosessista kaaviomuodossa. PI-kaaviossa esitetään laitetunnukset ja prosessilaitteiden nimet, laitteiden ilmaus-, tyhjennys- ja puhdistusyhteet. PI-kaavioon sisältyvät myös kaikki prosessilaitteet, varolaitteet mukaan luettuna, sekä päälaitteiden kapasiteetti tai päämitat ja periaatteellinen rakenne. PI-kaaviossa esitetään laitteiden kallistukset, tarvittavat asennuskorkeudet ja laitteiden turvalliseen prosessista erottamiseen tarvittavat varusteet tunnuksineen. (PSK 3603 2012, 3.)

PI-kaaviossa esitetään myös kaikki putket instrumenttiputkistoa lukuun ottamatta, putkilinjatunnukset ja kaikki kuljetustiet, kuten rännit ja suppilot, tunnuksineen. PI-kaavion tietosisältöön kuuluvat myös automaatti-, suunta- ja käsiventtiilit tunnuksineen sekä putkilinjalta poikkeavat varusteiden koot. PI-kaavioon kuuluvat myös putkiluokka- ja muut rajat, säätölaitteet ja -piirit, sekä mittauskojeet, -pisteet ja -laitteet. (PSK 3603 2012, 3–4.)

### 2.3 Positiotunnus

Kentällä oleva instrumentti on helppo yhdistää PI-kaavioon positiotunnuksen avulla. Positiotunnus syntyy instrumentin toiminnan tunnuskirjaimista ja järjestelmänumerosta. Järjestelmänumerolla tarkoitetaan instrumentin numerojonoa. Jokaisella instrumentin aiheryhmällä on oma instrumenttinumerojononsa.

Jokaisessa kentällä olevassa instrumentissa tulee olla positiotunnuskyltti (Kuva 1). Kentällä positiotunnuskyltti kiinnitetään aina sen instrumentin läheisyyteen. Positiokyltti tulee olla helposti luettavissa ja niin lähellä instrumenttia, että sitä ei sekoiteta toiseen instrumenttiin tai toimilaitteeseen.



Kuva 1. Pinnanmittauksen LI-110 positiokyltti öljysäiliössä.

#### 2.3.1 Instrumentin piirrosmerkin numerokoodi

Piirrosmerkillä tarkoitetaan instrumenttia kuvaavaa piirustusta PI-kaaviossa. Jokaiselle piirrosmerkille on oma nelinumeroinen koodinsa, jonka avulla tiedetään piirrosmerkkiä kuvaava instrumentti. Ensimmäiset kaksi numeroa kuvaavat ryhmää, johon piirrosmerkki kuuluu ja kaksi jälkimmäistä tämän aiheryhmän instrumenttia. Jos esimerkiksi nelinumeroinen koodi on 5002, 50 tarkoittaa aiheryhmää, johon kuuluvat mittaus-, ohjaus- ja säätötoiminnot. 02



tarkoittaa aiheryhmän toista kuvaa, joka on valvomoinstrumentti. (PSK 3601, 2007, 33.)

### 2.3.2 Instrumentin toiminnan tunnuskirjaimet

PI-kaaviossa piirrosmerkkiin lisätään myös kirjainkoodi. Koodin avulla saadaan selville instrumentin toiminta. Ensimmäinen kirjain osoittaa mittasuuretta, toinen kirjain lisämääritettä ja kolmas kirjain instrumentin toimintaa. Kirjaintunnukset ovat lueteltu A:sta Z:n asti (taulukko 1). Taulukon alkuperäinen kieli on englanti, joten kirjainten luettavuus on englanniksi. Mikäli kirjainlyhenne on esimerkiksi TT, tämä tarkoittaa englanniksi temperature transmitter ja suomen kielellä lämpötilalähetin.

Taulukko 1. PI-kaavion piirrosmerkkien kirjaintunnukset (SFS-ISO 14617-6, 2002, 11).

	Mittasuure	Lisämäärite	toiminta
A			hälytys
B			eri tilojen näyttö
C			ohjaus
D	tiheys	ero	
E	sähkösuureet		anturitoiminta
F	virtaama	suhde, murtoluku	
G	suhde, asento, pituus		tarkastelu
H	käsiohjaus		
I			osoitus
J	voima	pyyhkäisy, jaksottainen toiminta	
K	aika	muutosnopeus	
L	pinnankorkeus		
M	kosteus	hetkellisesti	
N	käyttäjän valittavissa		käyttäjän valittavissa
O	käyttäjän valittavissa		

P	paine, alipaine		testauskohdan yhteys
Q	laatu	yhtenäinen, kokonainen	yhdistäminen, summa
R	säteily		rekisteröinti, tallennus
S	nopeus, taajuus		kytkentä
T	lämpötila		lähettäminen
U	monimuuttuja		monitoiminta
V	käyttäjän valittavissa		vaikuttaminen toimilaitteella
W	paino, voima	kertominen	
X	määrittelemätön		määrittelemätön
Y	käyttäjän valittavissa		muuntaminen, laskenta
Z			häätä- tai turvatoiminta

### 3 TOIMILAITTEIDEN VALINTA JA INSTRUMENTOINTI

Tässä luvussa käsitellään toimilaitteiden valintoja ja käydään tarkemmin läpi käytettyjä instrumentteja ja toimilaitteita.

Työ aloitettiin tutkimalla, mitkä ovat Jäspi Eco 17 Lux -öljykattilan lämpötilat korkeimmillaan ja kuinka korkeaksi paine voi nousta. Kentällä itse laitteistosta mitattiin kaikki putkien pituudet, selvitettiin putkien materiaalit ja tämän hetkiset kiinnityskohtien sisä- ja ulkokierteet, kulmat ja tilavuuden sekä se, minkä kokoinen toimilaite paikkaan. Kun putkistoihin syntyvät paineet ja lämpötilat selvitettiin, pystyttiin sopivia toimilaitteita etsimään niille tarkoitetuille uusille kohdille.

Toimilaitteiden etsimiseen käytettiin apuna Lapin Ammattikorkeakoulun Kemian yksikön vesilaboratorion tilaa. Koulun vesilaboratoriossa on jo asennettuna erilaisia mittauspisteitä veden lämpötilalle ja erilaisia painemittauksia, joilla mitataan veden paineita putkistojen sisältä. Valitettavasti yksikään vesilaboratoriossa oleva toimilaite ei ollut sopiva öljykattilalle tämän lämpötilan korkeuden vuoksi. Samojen toimilaitteiden tuottajien nettisivuja ryhdyttiin käymään läpi, joista löydettiin sopivia toimilaitteita öljykattilan lämpöjen ja paineiden mittauksiin. Tässä luvussa käsitellään toimilaitteiden valintoja ja käydään tarkemmin läpi käytettyjä instrumentteja ja toimilaitteita.

#### 3.1 Painelähetimet

Yksi painelähettimen paikka suunniteltiin jokaiselle putkilinjalle. Painelähettimien valinnassa piti kiinnittää erityistä huomiota siihen, että enimmäiskestolämpötilan pitää olla vähintään 150 astetta. Painelähettimien paikat suunniteltiin käsiventtiilien taakse, josta putkeen tulee T-haara, mikä helpottaa toimilaitteen vaihtoa. Toiseen T-haaran päähän ei suunnitella mitään, vaan se jätetään tyhjäksi, jotta siihen voidaan halutessaan asentaa toisenlainen toimilaite. T-haaran toimilaitteen kiinnittämisen nimellissuuruus on DN-20 ja sisäkierre r3/4.

Painelähettimeksi valittiin S-11 painelähetin, jonka valmistaja on WIKA, ja johon on asennettu jäähdytyslementti. Jäähdytyslementin tarkoitus on nostaa toimilaitteen lämpötilan kestävyyskykyä. Ilman jäähdytyslementtiä painelähetin kestää vain -20 ... +100°C astetta. Jäähdytyslementin avulla painelähettimen

lämpötilan kestävyys on  $-30 \dots +150^{\circ}\text{C}$ . Kyseinen toimilaite valittiin, koska se on sopiva lämpötilan sietokykynsä takia. Painelähettimen syöttö tapahtuu 4-20 mA ja kytkentä tehdään joko kaksi- tai kolmijohtokytkennällä. (WIKA 2017, 4.)

### 3.2 Lämpötilamittaukset

Lämpötilamittaus tulee tapahtumaan pelkästään lämpötila-antureilla. Päätettiin, että paras vaihtoehto lämpötilamittauksiin on asentaa pinta-asennettavat lämpötilamittaukset. Näille paikkoja suunniteltiin yhteensä neljä kappaletta. Jokaiseen lähtevään ja tulevaan putkeen tulee yksi kappale lämpötila-antureita. Pintaliitosanturit valittiin niiden helppouden ja siirrettävyyden takia.

Kiinnitys tapahtuu lämpötila-anturin mukana tulevalla pantaliittimellä. Pantaliittimen irrotus ja kiristys tapahtuvat talttapää-avaimella pyörittämällä pantaliittimen kiristysruuvia. Lämpötila-anturin sijaintia voi halutessaan muuttaa vaivattomasti tämän avulla. Lämpötila-anturin kaapelointia ei tarvitse irrottaa, mikäli se halutaan vaihtaa uuteen kohtaan putkistossa.

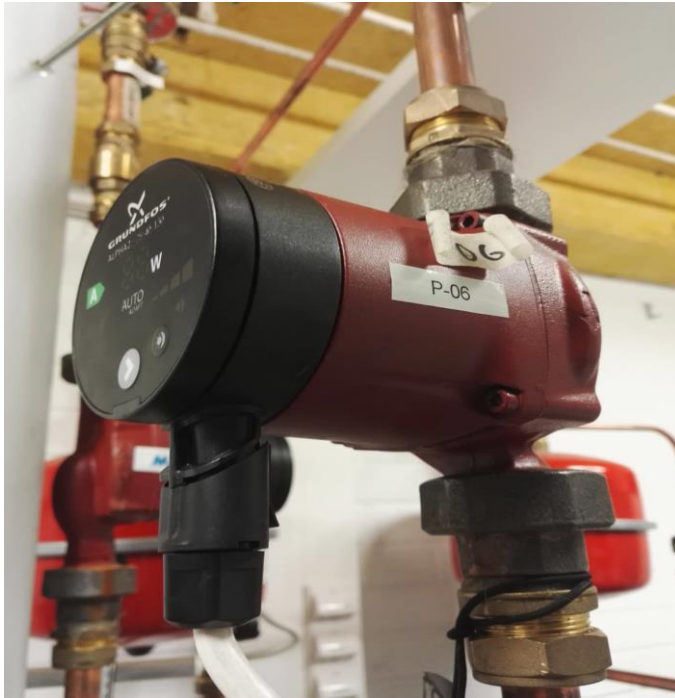
Lämpötila-anturi on putken pintalämpötila-anturi W-RO / T-RO. Toimilaitteen lämpötila-alue on  $-200 \dots +550^{\circ}\text{C}$ , tämän vuoksi se tulee toimimaan hyvin kattilan kylmä- ja lämminputkistoissa. Lämpötila-anturin valinnassa kiinnitettiin huomiota myös kaapelin pituuteen. Liian lyhyellä kaapelilla jouduttaisiin tekemään jatkoja, jonka vuoksi lämpötilamittausten tulokset heikentyisivät. Lämpötila-anturin kaapelin pituus on 5000 mm, mikä on riittävä pituudeltaan. Anturin sijainnin vaihdossa sen pituus riittää tarvittaviin kohtiin kattilan putkistoissa. (SKS Sensors 2015, 1.)

Lämpötila-anturi on kaksiparista kaapelia. Toinen pari on punainen ja toinen valkoinen. Kaapelin kytkeminen sähkökaapille tapahtuu 3- tai 4-johdin liitännällä. 3-johdin liitäntää käyttäessä käytetään molempia punaisia kaapeleita ja yhtä valkoista. 4-johdin liitännällä käytetään molempien parien molempia kaapeleita. Liitäntä tapahtuu standardien EN 60751 mukaan. (SKS Sensors 2015, 2.)

### 3.3 Kiertovesipumput

Jäspi Eco 17 Lux -öljykattilan putkistoon oli asennettu kiertovesipumput jo valmiiksi. Kiertovesipumput olivat Grundfos Alpha 2 -pumppuja (Kuva 2).

Pumppuja on asennettu kaksi kappaletta. Toinen kiertovesipumppu on asennettu lähtevän lämpimän veden menovesiputkistoon, joka menee Jäspi Solar T01 -varaajaan. Toinen kiertovesipumppu on asennettu SL5 säiliöltä palaavaan kylmän veden kiertovesiputkeen.



Kuva 2. P-06 kylmän käyttöveden putkilinjassa.

Kiertovesipumppujen tarkoitus on antaa vedelle nousukorkeutta. Kiertovesipumput pumppaavat vettä asetetulla nopeudella, jotta veden kulku ei hidastu tai pysähdy. Alpha 2 -kiertovesipumput on tehty ruostumattomasta teräksestä, joten ruostumista ei tarvitse miettiä. Asentaessa kiertovesipumppua, sen jalkoihin on piirretty nuolet, jotka osoittavat veden kulkusuunnan. Kiertovesipumppuja ei saa asentaa tulevan veden vastaisesti, vaan nuolten pitää osoittaa veden kulkusuunnan mukaisesti. Muuten kiertovesipumput pumppaavat vettä toisiaan vasten ja hajoavat. Kiertovesipumput eivät saa käydä kuivana. Kiertovesipumpun käyttäminen kuivana hajottaa sen välittömästi. Mikäli putkistoissa on ilmaa Alpha 2 -kiertovesipumput pitävät kolisevaa ääntä. Tällöin kiertovesipumput tulee sammuttaa ja putkistot ilmata. (Grundfos 2012, 18.)

Grundfos Alpha 2 -kiertovesipumppujen kytkentä tapahtuu yksinkertaisesti. Kiertovesipumput toimivat sähkövirralla ja liitäntä tapahtuu 230V 50Hz pistorasian kautta. Alpha 2 -kiertovesipumput käyttävät omaa sähkökaapelia,

joka tulee toimilaitteen ostaessa mukana. Kiertovesipumppu on suojamaadoitettava. Kiertovesipumppuun on liitettävä ulkoinen syöttöjännitteen katkaisija ja napojen katkaisuväli on oltava vähintään 3 mm. Kiertovesipumpun moottori ei kuitenkaan tarvitse erillistä moottorinsuojaa. (Grundfos 2012, 11.)

Alpha 2 -kiertovesipumpuissa on mahdollisuus seitsemään pumpun vedenkierrätys toimintoon: alin- ja ylin suhteellinen painekäyrä, alin- ja ylin painekäyrä, sekä kolme vakionopeutta. Alpha 2 -kiertovesipumppuja käytetään myös lattialämmitykseen. Alin vakio painekäyrä on suositeltava toiminto lattialämmitykseen ja vaihtoehtoisena ylin vakio painekäyrä -toiminto. 2-putkijärjestelmiin ylin suhteellinen painekäyrä -toiminto on suositeltu ja vaihtoehtoiseksi alin suhteellinen painekäyrä toiminto. 1-putkistojärjestelmän suositeltu toiminto on alin suhteellinen painekäyrä ja vaihtoehtoisesti ylin suhteellinen painekäyrä -toiminto. Käyttöveden suositeltava toiminto on vakionopeus yksi ja vaihtoehtoisena toiminnot vakionopeudet kaksi ja kolme. (Grundfos 2012, 13.)

### 3.4 Lämpötilansäädin

Lämpötilan säätimenä käytetään Ouman EH-800 -lämmönsäädintä (Kuva 3). Lämpötilasäätimen tarkoitus on säädellä lämpimän veden kulkua ja kylmän veden vastaanottoa lämmitysjärjestelmässä ja putkistoissa. Säätelämällä lämmintä vettä se antaa mukavuutta ja pitää lämpötilan aina halutulla asteella. Ouman EH-800 -lämmönsäädin on asennettu Jäspi 17 Eco lux -kattilan nelisuuntaventtiiliin. Lämmönsäädin ohjaa nelisuuntaventtiiliä. Lämmönsäädin aukaisee nelisuuntaventtiilin päästäkseen lämmintä vettä kiertoan, ja samalla ottaa vastaan kylmää vettä uudelleen lämmitettäväksi.

Ouman EH-800 -lämpötilansäädin on helppo asentaa ja ottaa käyttövalmiiksi. Säädin on kompaktirakenteinen ja pitää sisällään samalla PI-säätimen ja moottorin. Säätimen moottorin vääntömomentti on 10 Nm ja kääntökulma on 90°. Säädin painaa 900 g ja säätimen käyttöjännite toimii 24 VDC, 3.5 W. (Ouman Oy 2014, 56.)

Ouman EH-800 tarvitsee 3 mittauspistettä. Säätimen mukana tulevia antureita ovat ulkolämpötila-anturi, menovesianturi ja huoneenlämpöä mittaava anturi.

Ulkolämpötila-anturin johto on 15 m pitkä ja se mittaa ulkolämpötilaa. Ulkolämpötila-anturin avulla lämpötilansäätimen moottori aukaisee tai sulkee venttiiliä tarvittavan määrän lämmön nostamiseksi tai laskemiseksi. Menovesianturi on pinta-anturi, joka mittaa menoveden lämpötilaa. Anturissa 1,5 m kaapelijohto asennusta varten. Kaikkien kolmen mittauksen asennus lämpötilasäätimeen tapahtuu anturin johtojen päässä olevalla liittimellä. (Ouman Oy 2014, 56.)

Säätimeen on mahdollisuus asentaa GSM-modeemi, joka mahdollistaa tekstiviestikommunikoinnin laitteen kanssa. Säätimeen asennetaan kaapeli RJ45-2, joka on kiinni modeemissa. Modeemiin on asennettu SIM-kortti. Säädin kommunikoi modeemin välityksellä, josta se voi SIM-kortin avulla lähettää tekstiviestin matkapuhelimeen. Säätimeen voidaan tallentaa kaksi puhelinnumeroa. Tekstiviestit ovat hälytystietoja, joita säädin tarvittaessa lähettää. Hälytys voi olla esimerkiksi yllämpöhälytys. Tällöin tekstiviestissä lukee menoveden lämpötila, päivämäärä ja aika. Hälytys pystytään kuittaamaan lähettämällä hälytys takaisin samaan numeroon. Jos hälytystä ei kuitata 5 minuutin sisällä, säädin lähettää tekstiviestin molempiin annettuihin puhelinnumeroihin. Tekstiviestien avulla on myös mahdollista muokata säätimen toimintoja ja saada tietoon lämpötiloja. Lähettämällä tietyn tekstiviestin voi säädintä ohjata nostamaan lämpötilaa tai laskemaan sitä. (Ouman Oy 2014, 38-39.)



Kuva 3. Ouman EH-800 lämmönsäädin.

### 3.5 Öljypoltin

Kattila lämpenee öljypolttimen avulla. Kattilassa asennettuna oleva öljypoltin on Oilon Junior Pro (Kuva 4). Öljypolttimen tarkoitus on polttaa öljyä, jonka liekillä kattilassa oleva vesi lämpenee. Öljypoltin saa öljynsä viereen asennetusta öljysäiliöstä. Öljypoltin asennetaan kiinni kattilan poltinluukkuun.

Öljypolttimen korkeus on 350.0 mm, syvyys 305.0 mm ja leveys 285 mm. Teho öljypolttimella on 27000 W ja ottoteho n. 135 W, 0.71 A 230 VAC, 50 Hz. Painoa öljypolttimella on n. 10 kg ja kytkentä sähköverkkoon tapahtuu pistokeliitännällä. (Oilon Home Oy 2012, 1.)

Öljypolttimen käynnistyksessä syttyy vihreä merkkivalo. Tällöin esilämmitin lämmittää öljyä noin 70 °C. Kun öljy on saavuttanut vaaditun lämpötilan, käynnistää ohjelmarele polttimen moottorin, joka hyödyntää öljypumppua ja puhallinta. Tällöin sytytyskärkien väliin syttyy valokaari. Suuttimesta purkautuu öljysumu valokaareen, jolloin se syttyy palamaan esituuletuksen jälkeen. Öljyn palamista voi tarkastella öljypolttimeen asennetun tarkkailulasin avulla. (Oilon Home Oy 2012, 1.)

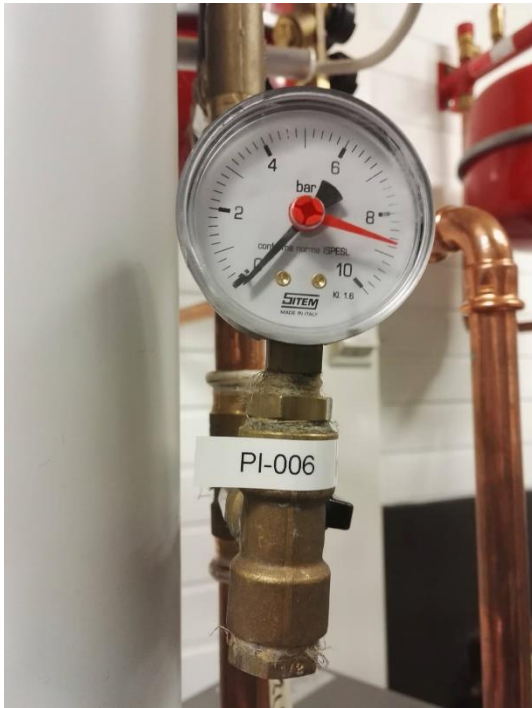


Kuva 4. Oilon Junior Pro öljypoltin.



### 3.6 Paineosoittimet ja käsiventtiilit

Putkistolinjoissa on asennettuna kolme kappaletta paineosoittimia: PI-005, PI-006 (Kuva 5) ja PI-007. Paineosoittimet osoittavat putkistossa olevaa painetta asennetuissa kohdissa. Jokainen paineosoitin on asennettu käsiventtiiliin taakse helpottamaan paineosoittimen vaihtoa. Paineosoittimien valmistaja on Sitem. Paineosoittimet näyttävät paineen 0-10 Bar väliltä. Liitäntä tapahtuu sisäkierteellä, joka on r3/4 ja liitännän nimellissuuruus on DN-20.



Kuva 5. Paineosoitin PI-006.

Käsiventtiilien tarkoitus on aukaista tai sulkea vedenkierto pidemmälle putkilinjastoissa. Käsiventtiileitä linjastossa on 13 kappaletta. Käsiventtiilien ollessa auki sen kahva osoittaa putken suuntaan (Kuva 7). Käsiventtiilien kiinni-asennossa kahva osoittaa poisputkesta (Kuva 6). Käsiventtiilien nimellissuuruus on DN-20 ja sisäkierte r3/4. Ulkohalkaisija käsiventtileissä on 26,9 mm ja seinämien paksuus on 2,65 mm.



Kuva 6. Käsiventtiili HV-314 kiinni-asennossa.



Kuva 7. Käsiventtiili HV-316 Auki-asennossa.

## 4 PROSESSI

Tässä luvussa kerrotaan tarkemmin prosessin toiminnasta ja vedenkierrosta pitkin putkilinjastoja. Samalla käydään läpi Jäspi 17 Eco Lux -kattilan teknisiä tietoja, rakennetta ja toimintaa. Prosessin tarkoitus on kierrättää lämmintä vettä, joka lämmittää tilan huoneita. Lämmitys tapahtuu öljyn polttamisella ja veden kierrätyksellä pitkin putkilinjastoja. Putkilinjastot alkavat Jäspi 17 Eco Lux -kattilasta ja päättyvät samaan kattilaan.

### 4.1 Jäspi 17 Eco lux -öljykattilan rakenne

Jäspi 17 Eco Lux -öljykattila (Kuva 8) on koko prosessin keskeisin toimilaite. Kattilan tarkoitus on lämmittää käyttövettä ja kierrätettävää vettä, jotta vesi lämmittää tiloja, joissa putket kulkevat. Kattila sisältää lämminvesikierukan. Lämminvesikierukan sisällä kulkee käyttövesi. Öljyä polttamalla kattila lämpenee, joka lämmittää kierukan sisällä kulkevaa vettä.



Kuva 8. Jäspi Eco 17 Lux Öljykattila.

Öljyä poltettaessa syntyy savukaasuja. Kattilaan on rakennettu alempi ja ylempi savukaasuohjain, jotka ohjaavat kaasut kattilaan asennettuun

savupiippuputkeen, joka sijaitsee kattilan takana. Savukaasujäämien siivoamisen helpottamiseksi kattilaan on rakennettu puhdistusluukku. Öljypoltin asennetaan poltinluukun ulkopuolelle sille tehtyyn kiinnityskohtaan. Kattilaan on myös sisäänrakennettu savukaasulämpömittari, lämpö- ja painemittarit, jotka osoittavat kattilan lämpötilaa ja sisällä olevaa painetta. Kattilan rakennepainne on 1,5 Bar ja maksimi käyttölämpötila 110 °C (taulukko 2).

Taulukko 2. Jäspi Eco 17 Lux Öljykattilan tekniset tiedot (Kaukora Oy 2015, 3).

tuotemalli	Jäspi 17 Lux	
Korkeus (mm)	1360	
Syvyys (mm)	650	
Leveys (mm)	600	
Tilavuus (l)	180	
Teho (kW)	Öljy/kaasu 17	Sähkö 6
Paino (kg)	225	
Rakennepaine (Bar)	1,5	
Max käyttölämpötila (°C)	110	

#### 4.2 Kattilasta lähtevät putkilinjat

Tässä luvussa kuvaillaan tarkemmin kaikkia kattilasta lähteviä putkilinjoja ja niihin sijoitettuja toimilaitteistojen asennuskohtia. Kattilaan liitettyjä putkilinjoja on yhteensä 5 kappaletta. Kattilan putkilinjastot ovat kylmä- ja lämmin käyttövesivaraajaan johtavat putket, sekoitusventtiiliin liitetyt lämmönjohdon lämminvesi- ja kylmävesiputkistot sekä toiseen kattilaan liitetty ja samalla paisuntasäiliöön liitetty paineputkisto. Kaikki vettä kuljettavat putkistot ovat lämpöeristettyjä. Lämpöeristyksellä kupariputket suojataan pitämään tuotettu lämpö putkien sisällä. Samalla iho kosketussuojataan palovammojen ehkäisemiseksi. Putkilinjastot ovat 22 mm kupariputkea. Kupariputkea käytetään tämän lämmönjohtavuuden ja korroosiokestävyyden takia (Kuva 9).

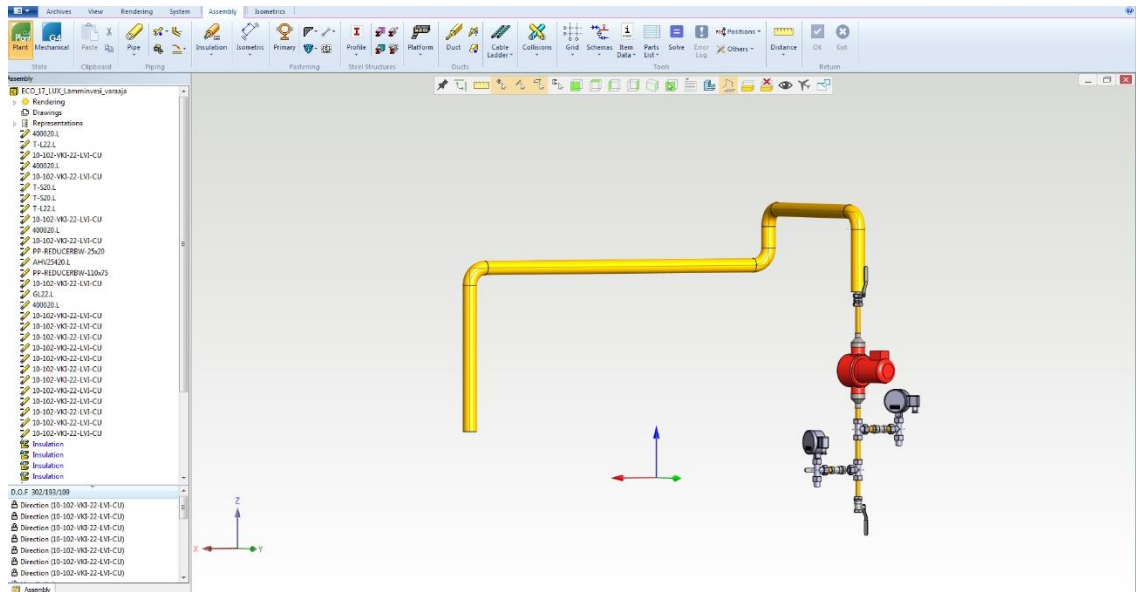


Kuva 9. painelinjan 90° kulma ja kulmakiinnitys.

#### 4.2.1 Lämpimän ja kylmän käyttöveden putkilinja varaajalle

Lämpimän käyttöveden linjasto lähtee Jäspi 17 Eco Lux -kattilan kierukan lämpimän käyttöveden liitäntäkohdasta (Kuva 10). Putkisto kiinnittyy toisessa päässä Jäspi Solar -lämmivesivaraajaan T01 (liite 1). Putkilinja on 453 cm pitkä ja koostuu seitsemästä erimittaisesta 22 mm halkaisijaltaan olevasta kupariputkesta. Putkilinjastoon on asennettu neljä käsiventtiiliä: HV-315, HV-316, HV-317 ja HV-318 (liite1). HV-315 on ensimmäinen kattilan käsiventtiili, jolla voidaan sulkea koko putkilinjan vedensaanti. HV-317 on asennettu T-haaraliittimen ja PI-006 (liite 1) väliin. HV-317:n tarkoitus on sulkea vedenkulku PI-006 toimilaitteelle. HV-317:n avulla putkisto voidaan sulkea PI-006 toimilaitteelle ja toimilaitteen voi irrottaa. Tämä ei aiheuta vedenkulkuongelmia, eikä putkilinjaa tarvitse tyhjentää toimilaitteen huollon vuoksi.

HV-318:n tarkoitus on samanlainen, mutta toimilaitteelle PT-003. HV-316 sulkee koko putkilinjan P07:n jälkeen. Putkilinjastossa toimilaitteita on 4 kappaletta: PI-006, TT-007, PT-003 ja P07 (liite 1). P07:n tarkoitus on pumpata vettä ylöspäin putkea pitkin, koska putkilinja nousee katon rajaan suoraan kattilasta. Putkilinja on suojattu lämmöneristyksellä HV-315:n jälkeen koko putkilinjan matkan ajan lämmivesivaraajaan. Lämpötilanosoittimia on asennettuna putkilinjastoon tällä hetkellä kaksi kappaletta.

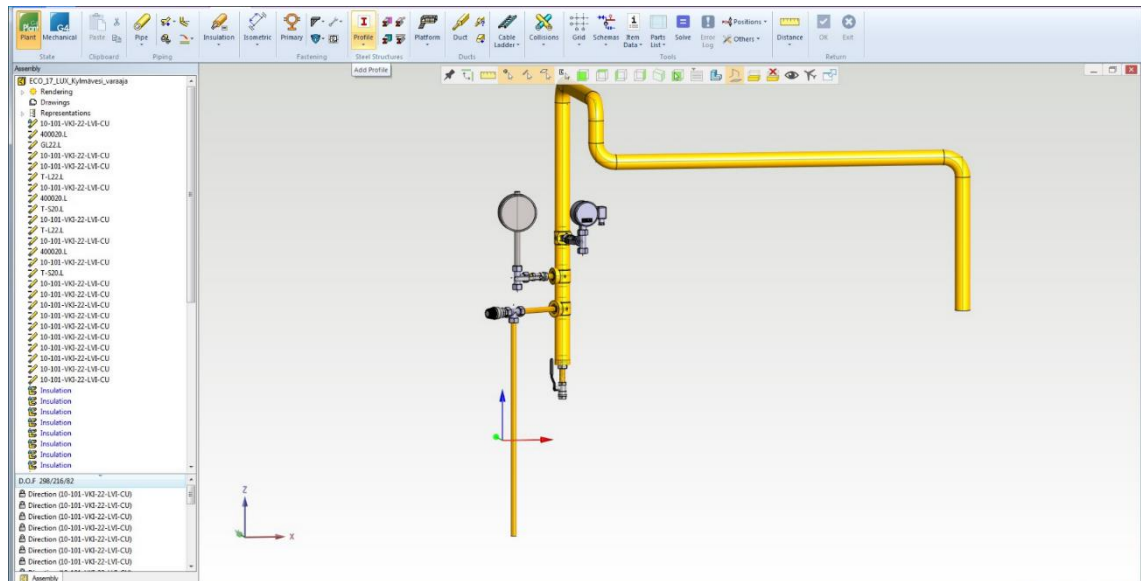


Kuva 10. Lämpimän käyttöveden putkilinjan varaajalle 3D-piirroksena.

Kylmän käyttöveden linjasto lähtee kattilan kierukan toisesta käyttöveden kiinnikkeestä kattilan päältä. Putkilinja johtaa lämminvesivaraajaan, kuten kuuman veden putkilinja. Putkilinjat on rakennettu kulkemaan vierekkäin lämminvesivaraajaan. Putkilinja on 502 cm pitkä ja rakennettu 22 mm kupariputkesta.

Kylmän ja lämpimän käyttöveden putkistot eroavat toisistaan rakenteeltaan ja toimilaitteiltaan. Kylmän käyttöveden linjastoon ei ole asennettu pumppua, kuten kuuman veden linjastoon. Käsiventtiileitä on 3 kappaletta HV-314, HV-319, HV-320. Linjastossa toimilaitteita kolme kappaletta: paineanturi PT-002, paineilmaisin PI-007 ja lämpötilalähetin TT-008. PT-002 ja PI-007 on asennettu käsiventtiilien taakse vaihdon helpottamiseksi, kuten kuumassa linjastossa. TT-008 ei tarvitse käsiventtiiliä, koska se on pinta-asennettava lämpötila-anturi.

Putkilinjaan on rakennettu linjan tyhjennysputki (Kuva 11). Tyhjennysputki lähtee t-haaraliittimestä käsiventtiili HV-314:n jälkeen. Putki kulkee vaaka-asennossa 22 cm, jotta se yltää kattilan ulkoreunaan, jonka jälkeen putki kääntyy alaspäin kattilan reunaan pitkin 88 cm. Putkilinja on lämpötilaeristetty, joka alkaa HV-314:n jälkeen ja jatkuu varaajalle asti.



Kuva 11. Kylmän käyttöveden putkilinja varaajalle 3D-piirroksena.

#### 4.2.2 Painelinja paisuntasäiliölle

Kattilasta lähtee putkilinja paisuntasäiliölle (Kuva 12), joka on liitetty K02 kattilalle. Paisuntasäiliölle lähtevä putkilinjasto on 136 cm pitkä ja putkisto on 22 mm kupariputkea. Tätä putkilinjaa ei ole lämpöeristetty, koska se on tarkoitettu kattilan paineelle, eikä vedenkululle. Paisuntasäiliö on asennettu kattilan takana olevaan seinään. Paineputkistolinjasta lähtee putkilinjasto, joka johtaa vieressä olevaan kattilaan K02. K02:n kattilalle lähtevään kupariputkeen on asennettu välikappalejakaja, johon halutessaan voidaan lisätä kaksi 22 mm putkea. Paisuntasäiliön ja putkilinjaston liitoskohtaan on asennettu ylipainesuoja, joka päästää painetta pois, mikäli se ylittää asetetun määrän (Kuva 12).



Kuva 13. Painelinjan ylipainesuoja.



Kuva 14. Painelinja paisuntasäiliölle.

#### 4.2.3 Nelisuuntaventtiiliin liittyvät putkilinjat

Nelisuuntaventtiiliin eli sekoitusventtiiliin (Kuva 14) on liitetty kaksi putkilinjastoa. Toisesta putkesta lähtee lämmin vesi kiertoon ja toisesta putkesta saapuu kylmä vesi takaisin kattilalle. Nelisuuntaventtiili on asennettu kattilan päälle osoittamaan kohti öljypoltinta. Nelisuuntaventtiilin tarkoitus on päästää lämmintä vettä ja ottaa

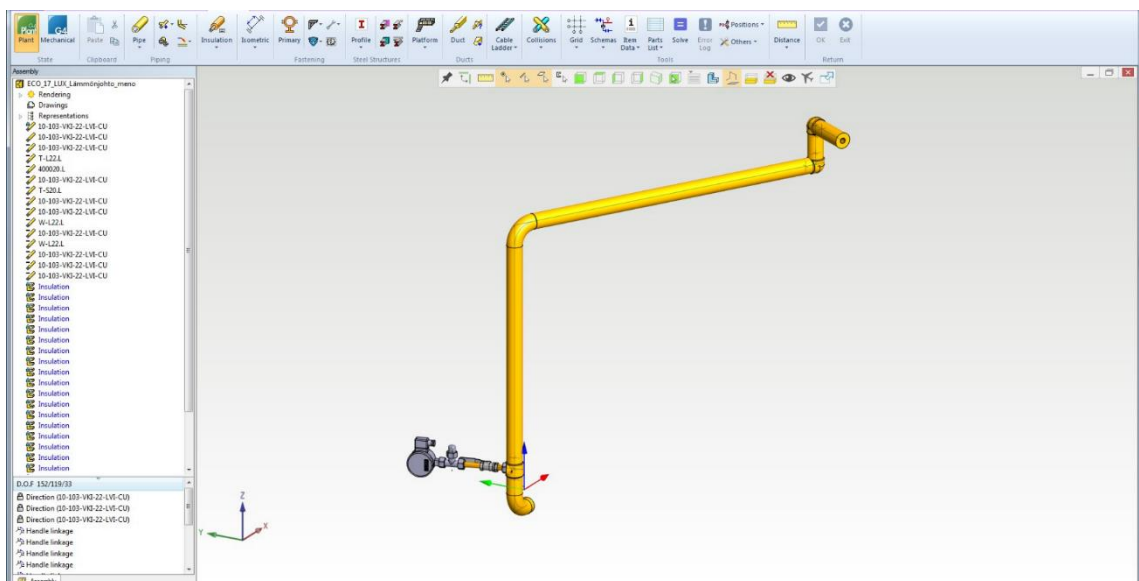


vastaan kylmää vettä prosessin halutun lämpötilan mukaan. Nelisuuntaventtiiliä ohjaa Ouman EH-800 (Kuva 3).



Kuva 15. Sekoitusventtiili.

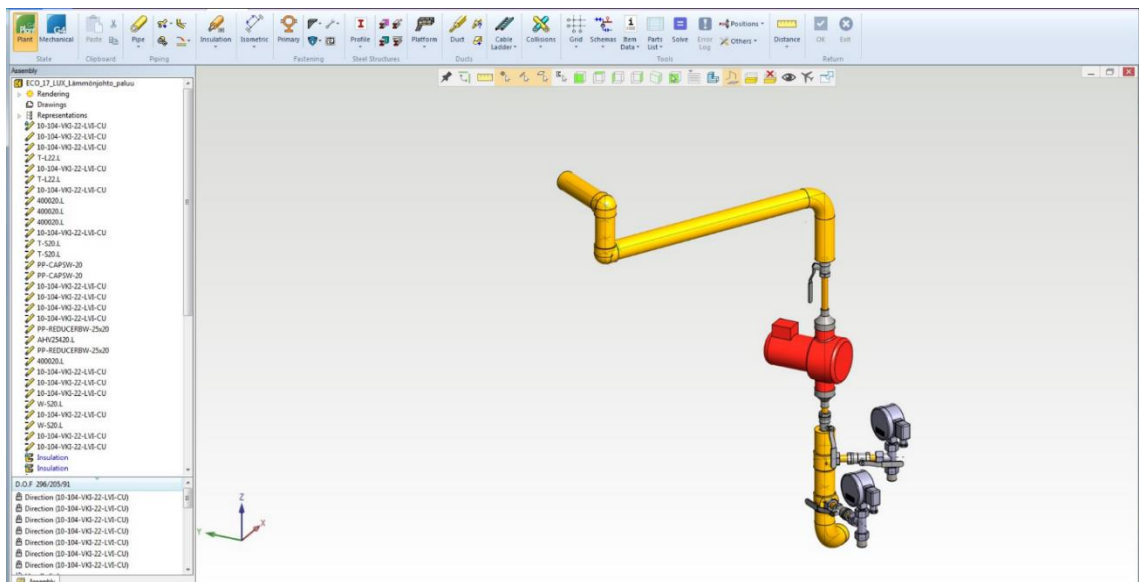
Lämmönjohdon lämminvesiputkisto lähtee nelisuuntaventtiin oikealta puolelta (Kuva 15). Putkistossa on vain yksi käsiventtiili, joka sulkee veden kulun PT-001 toimilaitteelle. Putkistoon asennetaan pintaliitettävä lämpötila-anturi TT-006 myöhemmässä vaiheessa. Putkiston on 22 mm kupariputkea, joka on lämpötilaeristetty koko matkalta.



Kuva 16. Lämmönjohdon lämpimän veden vesilinja 3D-piirustuksena.

SL5 säiliöltä saapuva kylmänveden linjasto on paljon monimutkaisempi (Kuva 16). SL5 säiliö sijaitsee kattilan vieressä luokassa vesilaboratoriossa, jossa koulun opiskelijat voivat harjoitella erilaisten pinnanmittaus antureiden, venttiilien ja mottoreiden toimintoja ja ohjaamista. SL5 säiliöltä tuleva putki on liitetty nelisuuntaventtiin vasemmalle puolelle. Putkisto on 22 mm kupariputkea ja täysin lämpötilaeristetty kattilahuoneessa. Linjastossa on neljä käsiventtiiliä HV-312, HV-313, HV-323 ja HV-321, painelähetin PT-004, lämpötilalähetin TT-005, paine osoitin PI-005 ja pumppu P06. Ensimmäisenä kattilasta päin katsottuna on painelähetin PT-004 ja käsiventtiili HV-321.

PT-004 on asennettu käsiventtiin taakse niin kuin aikaisemmissakin putkilinjastoissa helpottaakseen toimilaitteen vaihtoa tarvittaessa. Lämpötilalähetin tullaan asentamaan painelähtetimen jälkeen linjaston ulkopuolelle. Paineilmaisin on jo asennettu paikoilleen. Koko linjaston sulkeva käsiventtiili HV-312 on asennettu samalla tavalla, kuten tämän jälkeen tuleva pumppu P06, joka pumppaa vettä eteenpäin kohti kattilaa. P06:n jälkeen on asennettu vielä käsiventtiili HV-313, joka sulkee kaiken vedenkulun putkilinjastossa.



Kuva 17. Lämmönjohdon kylmän veden vesilinja 3D-piirustuksena.

## 5 TYÖN TOTEUTUS

Työ on toteutettu kokonaan käyttäen Vertex-ohjelmistoa. Ohjelmisto pitää sisällään PI-kaavioiden piirustuksen ja 3D-piirtämisen ohjelmat.

### 5.1 PI-kaavion suunnittelu ja piirtäminen

PI-kaavion suunnittelu ja piirtäminen jatkuivat ensimmäisestä vaiheesta viimeiseen vaiheeseen asti tässä projektissa. PI-kaavion suunnittelu ja piirtäminen aloitettiin etsimällä vanhan PI-kaavio ja tarkistamalla siitä, mitä tämä pitää sisällään. Työhön otettiin kaikista instrumenteista ja niiden positiotunnuksista. Lisäksi selvitettiin, mitkä toimilaitteet puuttuvat vanhasta PI-kaaviosta, onko positiotunnukset laitettu oikeille toimilaitteille ja kuinka paljon puutteita vanhassa PI-kaaviossa muutenkin on. PI-kaavion rakenne uusittiin melkein kokonaan. Uusien toimilaitteiden sijoittelu vanhojen tilalle ja uusille kohdille putkistoissa muokkasi vanhaa PI-kaaviota niin paljon, että PI-kaavion piirtäminen päätettiin aloittaa tyhjästä.

Vanhasta PI-kaaviosta otettiin kopioita, johon pystyttiin kentällä piirtämään tarvittavat toimilaitteet oikeille kohdille. Kentällä piirrettiin ja mitattiin samalla kaikki putkistot ja putkistoiden mitat, positiotunnukset, laitteiden valmistajien nimet ja instrumentointi lyhenteet sekä numerot toimilaitteille. Kopioiden avulla hahmotettiin, mistä PI-kaavion piirtäminen aloitetaan ja kuinka paljon tulevat toimilaitteet ja putkiston tarvitsevat tilaa, jotta PI-kaaviosta saataisiin mahdollisimman helppolukuinen ja selkeä.

PI-kaavion tehtiin Vertex G4 PI -ohjelmalla, koska Lapin ammattikorkeakoulun Kemin yksikkö käyttää tätä ohjelmaa PI-kaavion piirtämiseen, ja sisältää kaikki vesilaboratorioon ja kattilahuoneeseen tehdyt PI-kaaviot. Instrumentteja ja toimilaitteita PI-kaavion tuli yhteensä 27 kappaletta. Venttiileitä, joiden lyhenne on HV (handvalve) on 13 kappaletta. Kiertovesipumppuja tuli kaksi kappaletta, joiden lyhenne on P (pump). Paineenmittauslähettämiä tuli neljä kappaletta, joiden lyhenne on PT (pressure transmitter), yksi jokaiselle kattilasta lähtevälle putkilinjalle. Lämpötila-antureita joiden lyhenne on TT (temperature transmitter) tuli myös neljä kappaletta, yksi jokaiselle putkilinjalle. Paine-osoittimia tuli kolme kappaletta, joiden lyhenne on PI (pressure indicator) ja öljysäiliöllä on oma pinnanmittauksen osoitin LI (level indicator).

PI-kaavion piirtäminen aloitettiin lisäämällä ensiksi Jäspi 17 Eco Lux -kattilan K01 (liite1) PI-kaavion. Kattilan PI-kaavion instrumenttikuva oli ladattu valmiiksi kattilan valmistajalta Vertex G4 PI-ohjelman toimilaittekirjastoon, joten se pystyttiin lisäämään suoraan PI-kaavioon. Tämän avulla oli helpompi havainnollistaa tulevien putkien reitit ja pituudet PI-kaavion. PI-kaavioon lisättiin öljysäiliö, joka löytyi ohjelman kirjastosta, kuten myös sen omaava pinnanmittaustoimilaite LI-110 (liite 1). Linjasto piirrettiin öljykattilalta öljysäiliölle ja välille lisättiin HV-110 -käsiventtiili. Putkilinjastoja piirrettäessä ohjelmasta valittiin oikea putkilinjan materiaali, joka oli Cu. Linjastojen putkikoot olivat 22 mm.

Putkilinjastot liitetään ohjelmassa aina suoraan instrumenttiin ja jatketaan instrumentit toisesta päästä, jotta liitos on yhtenäinen. Toimilaitteet ja instrumentit laitettiin linjastoille aina yksi kerrallaan ja putki asennettiin siihen kiinni. Toimilaitteita ja instrumentteja on ohjelman kirjastossa iso valikoima. Kaikki toimilaitteet ja instrumentit löytyivät ohjelman kirjastosta. Oikea instrumentti valittiin oikealle paikalle. Putkilinjastot merkittiin kuumien ja kylmien putkistojen väreihin, missä sininen on kylmä putkilinja ja punainen lämmin putkilinja hahmottamisen helpottamiseksi.

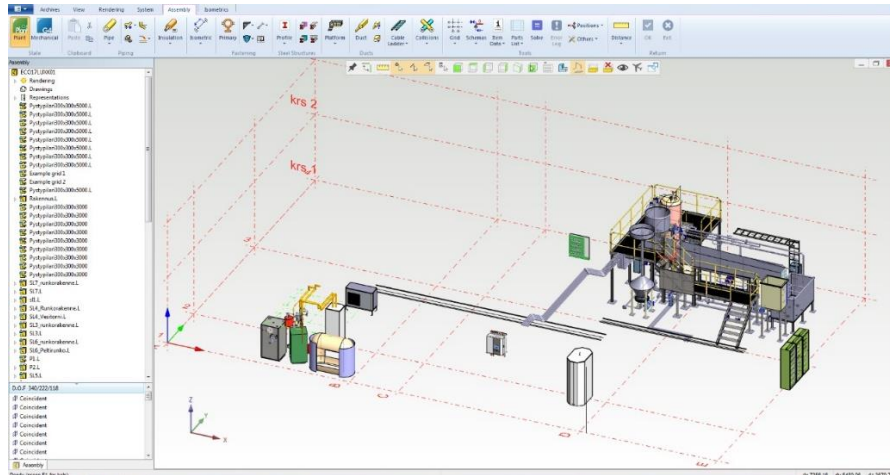
Toimilaitteisiin, instrumentteihin ja putkistoihin tulee täyttää oikeat tiedot PI-kaavioon. Toimilaitteissa ja instrumenteissa on mahdollisuus avata instrumenttidata asetuksista. Instrumenttidataan asetetaan kaikki laitteen tiedot mahdollisimman tarkasti. Instrumenttidataa käytetään hyväksi, jotta laitteen tiedot saadaan vaivattomaksi ja tarkasti katseltavaksi tarpeen vaatiessa. Instrumenttidataan lisätään aina instrumentin positio, laitteen kuvaus, valmistaja, malli, asennustietoja ja sisällä virtaava materiaali esim. kylmä vesi. Tietoja voi halutessaan lisätä, mutta nämä ovat tärkeimmät tiedot, mitä tarvitaan. Instrumenttidata kirjataan jokaiselle instrumentille, niin käsiventtiileille kuin pumpuillekin. Alla olevassa kuvassa (Kuva 17) on esimerkki Instrumenttidatan täytöstä TT-005 -lämpötila-anturin kylmänveden putkistossa, joka saapuu SL5 säiliöltä kattilalle päin.

Kuva 18. Vertex PI-ohjelman Instrument data.

Positiotunnukset tulee kirjata jokaiselle instrumentille ja toimilaitteelle PI-kaavioon. Positiotunnukset kulkevat järjestyksellisesti pienimmästä numerosta aina ylöspäin. Positiotunnukset olivat valmiiksi nimetty jo asennetuille instrumenteille ja toimilaitteille. Uusille painelähettimille ja lämpötila-antureille suunniteltiin uudet positiotunnukset.

## 5.2 3D-mallinnus

Projektiin kuului koko laitteiston 3D-mallinnus Vertex G4-Plant -ohjelmalla. Tarkoituksena oli piirtää kaikista PI-kaavion kuuluvista osista (Kuva 18) eli kattilasta, instrumenteista, toimilaitteista ja putkilinjastoista tarkat 3D-mallinnukset. Piirustukset lisätään koulun kansioon, josta opiskelijat voivat katsoa ja harjoitella 3D-piirtämistä. 3D-piirustuksilla on helppo suunnitella uusia tulevia projekteja. 3D-piirustuksilla on myös hyvä suunnitella uusien toimilaitteiden sijoittelua putkilinjastoihin. Tämän avulla nähdään, kuinka paljon tilaa tullaan tarvitsemaan ja miltä se näyttää valmiiksi asennettuna. Vesilaboratoriosta ja kattilahuoneesta on tehty yksi iso 3D-mallinnus, johon lisätään aina valmiiksi piirretyt kuvat.



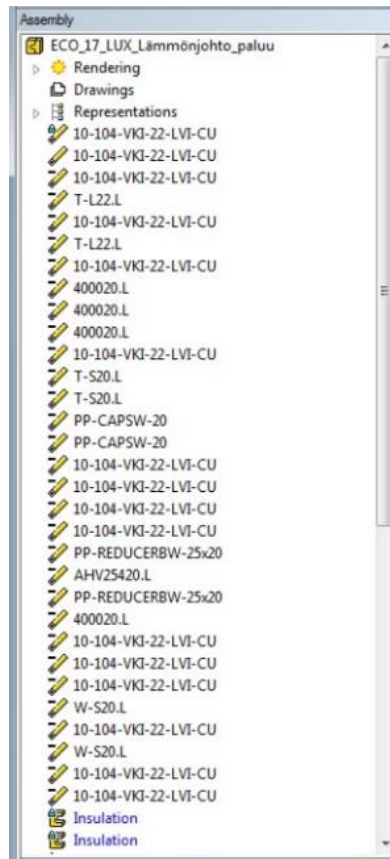
Kuva 19. 3D-piirustus luokkatilan kokonaiskuvasta.

Kokonaiskuvaan on asennettu valmiiksi vasemmalta päin luettuna kattila Biotriplex K02, Jäsپی 17 Eco Lux K01 -lämmivesivaraaja Jäsپی Solar T01, öljysäiliö ja vesilaboratorio.

### 5.2.1 Osien ja kokonaisuuksien rakentaminen

Ohjelmalla tehdään ensin tietty tiedosto, joka sisältää kaikki tämän tiedoston nimen alta löytyvät osat ja kokonaisuudet (Kuva 19). Osalla tarkoitetaan yhtä tiettyä osaa esimerkiksi putken pätkää aina liitoskohtaan asti, mutteria, ruuvia tai mitä tahansa, jos se on vain yksi osa. Jos osa on rakennettu esimerkiksi kahdesta tai useammasta osasta, siitä syntyy kokonaisuus. Tein ohjelman englannin kielellä, jonka vuoksi nimikkeet ovat part ja assembly.

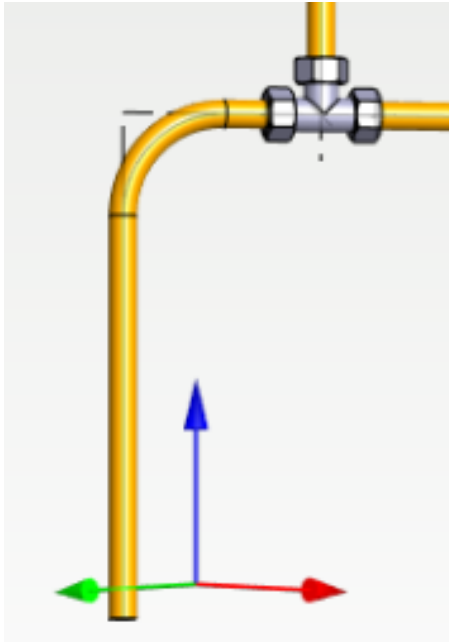
Kuvaa (Kuva 19) ylhäältäpäin luettuna näkee, että koko projektin pääosa on Jäsپی Eco 17 Lux -kattila. Kaikki päätekstin alapuolella on jollain tapaa liitettynä kattilaan. Jokaisesta pääosasta on tehty oma kokonaisuuskansio, joka voidaan aukaista ja sieltä nähdään, mitä kaikkea missäkin kokonaisuudessa on. Kokonaiskuvasta huomaa, että kaikki mikä on liitännäistä tähän linjastoon, on piirretty ja nimetty osina tai kokonaisuuksina tämän alle.



Kuva 20. Piirustuksen osakokonaisuuden osaluettelo.

### 5.2.2 Putkilinjastojen piirtäminen

Jokaisen putkilinjaston piirtäminen aloitettiin kattilasta poispäin. Lisäksi mitattiin jokaisen putkilinjaston pituudet ja toimilaitteiden sekä instrumenttien tarkat mitat. Linjastojen kiinnikkeiden kierteet ja koot tuli myös mitata. Näiden tietojen avulla pystyttiin rakentamaan tarkat 3D-kuvat jokaisesta putkilinjasta (Kuva 20).

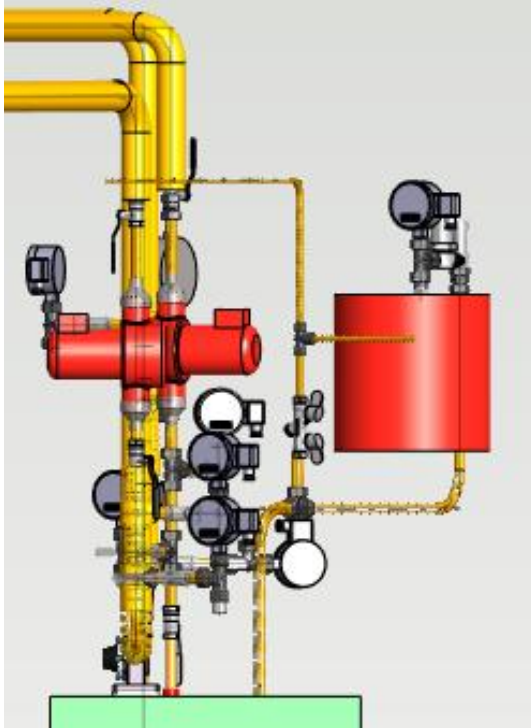


Kuva 21. Painelinjan 3D-piirustus kattilasta t-liittimelle.

Jokaisen putkilinjan piirtäminen aloitettiin kattilalta poispäin. Ensimmäiseksi valittiin putken oikea koko, joka oli 22 mm ja putken laatu, joka oli kupari Cu. Mitoitusten mukaan putken piti nousta paisuntasäiliön putkistolinjassa 35 cm seuraavaan 90° kulmaan nähden. Putkesta tehtiin 90° kulma ja mittattiin ohjelmassa olevalla mittaustoiminnolla, että putkisto on vaadittu 35 cm. Tämän jälkeen mittausta jatkettiin 90° nurkasta putken t-haaralle. Kentältä mitattiin t-haaran nimellisuuruus, joka oli DN-20 ja valitsin ohjelmasta valittiin samanlainen. T-haarasta valittiin kiinnityskohta, joka on t-liittimen sisällä kiristysmutterin takana, jotta putkisto jää t-haaran kiristysmutterin sisälle ja lukittautuu paikoilleen.

Putkilinjastojen mittojen täytyi olla tarkkaan mitoitettuna oikein ja instrumenttien kulmien piti olla myös oikeita, koska tilaa laitteille oli rajoitettu määrä. Jos toimilaite ei ole oikeassa kulmassa, tai putkilinja oikean mittainen, se törmää tai kulkeutuu toisen instrumentin tai toimilaitteen läpi. Tilan ahtauden huomaa kuvista (Kuva 21) ja (Kuva 22), kuvat ovat samasta suunnasta kattilaa kohden.



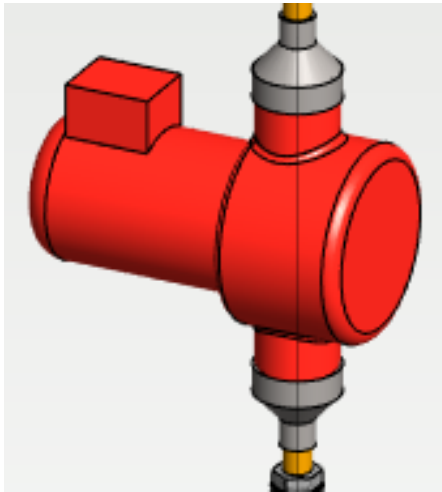


Kuva 22. Putkilinjat 3D-piirrettynä Eco 17 Lux -kattilaan oikealta katsottuna.



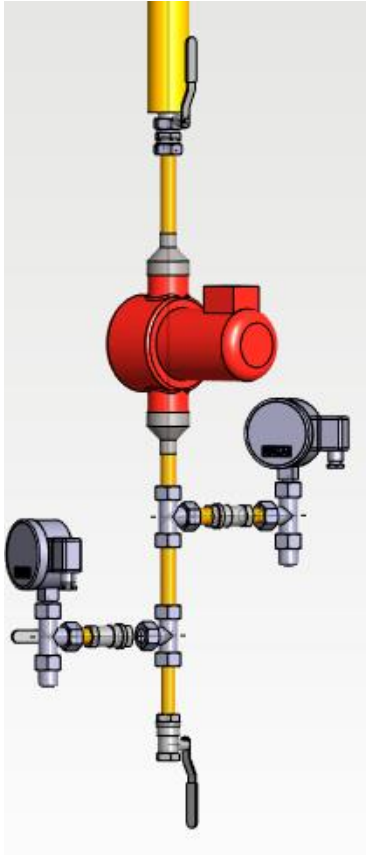
Kuva 23. Putkilinjat Eco 17 Lux -kattilassa oikealta katsottuna.

Jokainen putkilinja oli erilainen, joten valmiiksi rakennettua linjaa ei voitu käyttää apuna uuden rakentamisessa. Jokainen instrumentti ja toimilaitte piti erikseen valita vastamaan oikeaa instrumenttia tai toimilaitetta. Joitakin osia ei löytynyt suoraan Vertex kirjastosta. Pumppujen kiinnityskohdat jouduttiin tekemään erikseen (Kuva 23). Kentällä olevat kiinnityskohdat mitattiin ja otettiin selvää pumppuille tarkoitetuista kiinnikkeistä. Kuvat piirrettiin pumppujen kiinnityksistä oikean kokoisiksi ja lisättiin nimellisarvot. Valmiiksi saadut kiinnikkeet lisättiin Vertex kansioon. Tämän jälkeen pystyttiin käyttämään pumpun kiinnikkeitä toisen pumpun kiinnittämiseen, joten niitä ei tarvinnut enää suunnitella ja piirtää uudelleen.



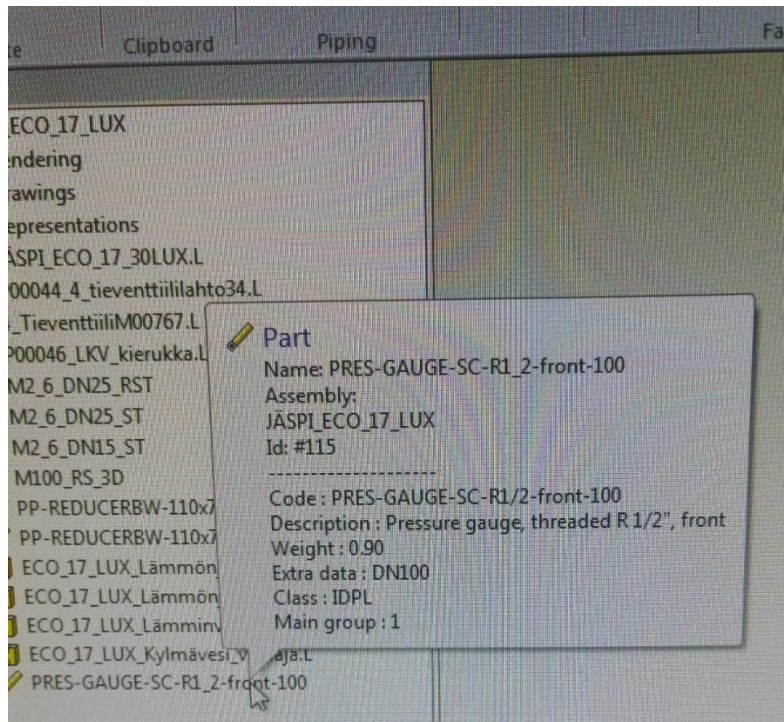
Kuva 24. Pumppu ja pumpunkiinnikkeet 3D-piirustuksena.

viimeisenä asennettiin putkilinjan päähän tulevat instrumentit ja toimilaitteet (Kuva 24). Tämä helpottaa putkilinjan piirtämistä, koska toimilaitteet ovat isoja. Putkilinjan kuvaa jouduttiin pyörittämään ja lähentämään jatkuvasti, jotta putkiliitokset tulevat oikeille kohdille asennetuksi.



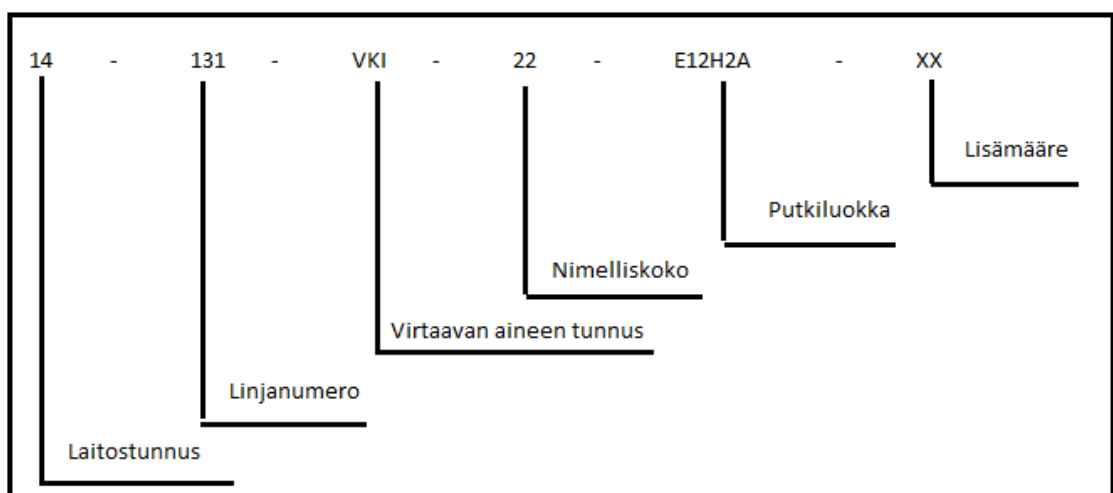
Kuva 25. Lämpimän käyttöveden linjan toimilaitteet 3D-piirustuksena.

Toimilaitteet ja instrumentit nimetään mahdollisimman tarkasti 3D-plant ohjelmaan, kuin myös PI-kaavioon. Jokaisen toimilaitteen ja instrumentin tiedot lisättiin ohjelmaan englanniksi (Kuva 25). Tämän avulla saadaan mahdollisimman helposti tietoon, mikä toimilaitte tai instrumentti on kyseessä. Tiedoista huomaa, että kyseessä on osa eikä kokonaisuus. Laitte on pressure gauge, eli paineosoitin.

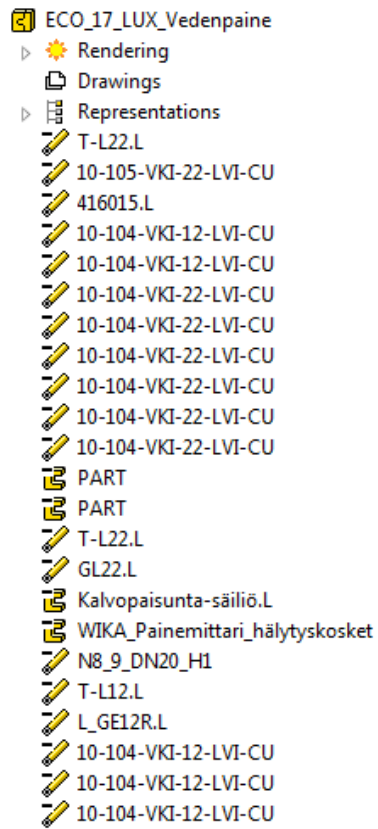


Kuva 26. Vertex 3D-ohjelman paineosoittimen tuotetiedot kirjattuna.

Jokainen putkilinjasto on nimetty standardien PSK 3603 mukaan. Putkilinjastoihin pitää merkitä laitostunnus, linjanumero, virtaavan aineen tunnus, nimelliskoko, putkiluokka ja lisämääre (Kuva 26). Putkihaaroille täytyy merkitä omat tunnuksensa paitsi lyhyitä putkia vastaavia vetoja esimerkiksi säätöventtiilien ohituksissa (Kuva 27). (PSK 3603 2012, 12.)



Kuva 27. Putkilinjaston nimeäminen. (PSK 3603 2012, 17.)



Kuva 28. Putkilinjastot nimettynä PSK 3603 standardien mukaan.

## 6 POHDINTA

Työn tarkoituksena oli luoda päivitetty PI-kaavio Jäspi Eco 17 Lux -lämmitysjärjestelmälle, tehdä siitä tarkka 3D-piirustus ja dokumentoida lämmitysjärjestelmän instrumentit, toimilaitteet sekä toiminta. Projekti käynnistyi hitaasti, johtuen yksityiskohtaisen taustatyön tekemisestä. Alkuun erityisen hidasta ja aikaa vievää työtä oli ottaa selvää koko lämmitysjärjestelmän ja sen toimilaitteiden toiminnoista, sekä siihen kuuluva dokumentointi. Lämmitysjärjestelmän yksityiskohtainen tietosisältö oli tärkeää uusien toimilaitteiden suunnittelussa.

Uusien toimilaitteiden avulla pystyttiin suunnittelemaan PI-kaavion lopullista valmistamista. PI-kaavion suunnittelutyö sujui ongelmitta, kun tiesi uusien toimilaitteiden sijoittelut ja sen, mitkä instrumentit tullaan poistamaan. PI-kaavion tekemistä Vertex -ohjelmistolla on harjoiteltu ja käytetty opiskelun aikana paljon, joka helpotti PI-kaavion piirtämistä kyseisellä ohjelmalla.

3D-piirtäminen vei suurimman ajan projektista. 3D-piirtämistä on koulussa harjoiteltu, mutta ei tässä mittakaavassa. 3D-piirtämistä oli todella paljon tässä työssä. Putkilinjojen, instrumenttien ja toimilaitteiden asteiden mitoittaminen meni uusiksi moneen otteeseen pienten virhemittausten takia. Putkilinjat piirrettiin yksi kerrallaan valmiiksi ja niiden valmistuttua linjat sijoitettiin kattilan kokonaiskuvaan. Siinä huomattiin aina joidenkin mittausten olevan väärä, koska niiden välit kentällä ja piirustuksissa olivat erit. Mittaukset korjattiin ja työstä tuli tarkka 3D-kopio kentällä olevaan lämmitysjärjestelmään verrattuna.

Projekti onnistui hyvin ja mielenkiinto sitä kohtaan ei laskenut missään vaiheessa. Projekti oli todella mielenkiintoinen ja opin sen aikana paljon uutta, mm. erilaisten lämmitysjärjestelmien toiminnasta, projektinhallinnasta ja suunnittelutyöstä. Standardien selvittäminen ja niiden lukeminen opetti paljon PI-kaavion oikeaoppisesta luomisesta, mitä en ollut aikaisemmin tiennyt. Sain ohjaajalta paljon tietoa eri standardikirjoista, joihin oli syytä perehtyä ja käyttää hyväksi projektissa.

## LÄHTEET

Grundfos 2012. Asennus- ja käyttöohjeet: Alpha2.

JÄSPI lämpötekniikka 2011. Jäsپی-Öljykattilat. Viitattu 15.3.2018.  
[http://www.taloon.info/pdf/kaukora/jaspi\\_oljykattilat.pdf](http://www.taloon.info/pdf/kaukora/jaspi_oljykattilat.pdf)

Kaukora Oy 2015. Jäsپی Eco 17 Lux asennus- ja käyttöohje.

Oilon home Oy 2012. Oilon junior pro -polttimen käyttöohjeet.

Ouman 2014. EH-800/EH-800B Lämmönsäädin. Käyttöohje.

PSK 3603 2012. PI-kaavion esitystapa ja merkitsemisohje. Helsinki: PSK Standardisointiyhdistys ry.

PSK 3601 2007. Prosessiteollisuuden virtauskaavioiden piirrosmerkit. Helsinki: PSK Standardisointiyhdistys ry.

SFS-ISO 14617-6 2002. Kaaviossa käytettävät piirrosmerkit. Osa 6: Mittaus- ja ohjaustoiminnot. Helsinki: SFS.

SKS Sensors 2015. Tuotelehti 14: putken pintalämpötila-anturi W-RO / T-RO.

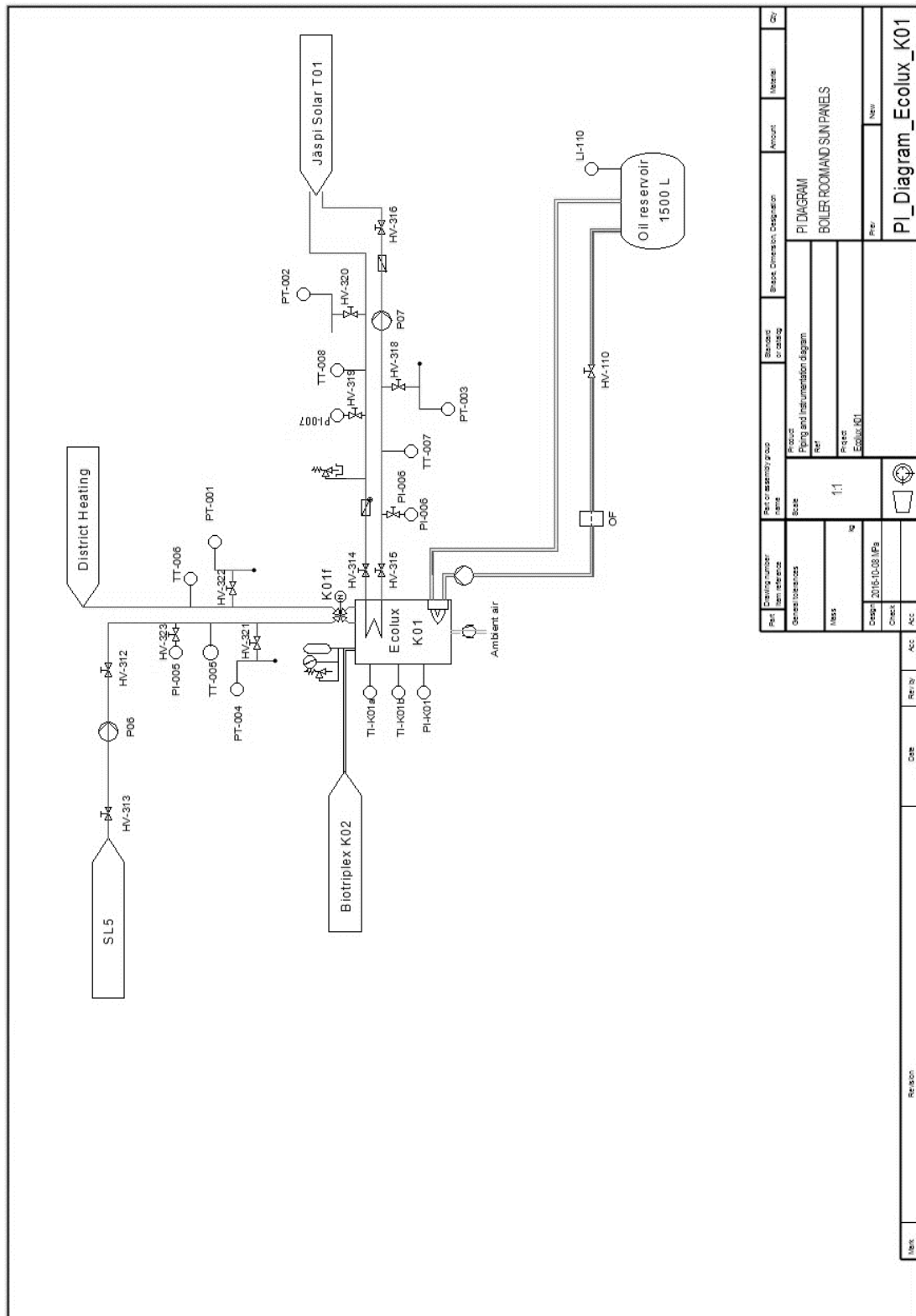
WIKA Alexander Wiegand SE & Co 2017. Data sheet PE 81.02. Germany: KG

## LIITTEET

Liite 1. PI-kaavio



Liite 1.



Rev	Amount	Material	Qty
<b>PI DIAGRAM</b> <b>BOILER ROOM SUN PANELS</b>			
Project: Piping and Instrumentation Diagram Ref: 11 Project: Ecolux_K01			
Rev: <input type="text"/>		New	
<b>PI_Diagram_Ecolux_K01</b>			

Drawing number: Ecolux_K01	Rev: <input type="text"/>	Date: <input type="text"/>	Rev: <input type="text"/>	Date: <input type="text"/>	Rev: <input type="text"/>	Date: <input type="text"/>
Project: Piping and Instrumentation Diagram	Scale: 1:1	Sheet: 11	Title: PI DIAGRAM	Project: Ecolux_K01	Rev: <input type="text"/>	Date: <input type="text"/>
Design: 2015-10-08 (MP)	Check: ACC	Rev: <input type="text"/>	Date: <input type="text"/>	Rev: <input type="text"/>	Date: <input type="text"/>	Rev: <input type="text"/>
Reason:	Rev: <input type="text"/>	Date: <input type="text"/>	Rev: <input type="text"/>	Date: <input type="text"/>	Rev: <input type="text"/>	Date: <input type="text"/>