

Tomi Peltomaa

HÖYRYKATTILOIDEN PI-KAAVIO JA POSITIOINTI

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

2017

HÖYRYKATTILOIDEN PI-KAAVIO JA POSITIOINTI

Peltomaa, Tomi
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Toukokuu 2017
Ohjaaja: Siren, Pekka
Sivumäärä: 29
Liitteitä: 2

Asiasanat: Höyry, PI-kaavio, standardi, positiointi

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Pori Energia Oy:n Tiilimäen kaukolämpölaitoksen höyrykattiloiden PI-kaavioiden tilanne ja ajanmukaistaa ne sekä luoda digitaaliset CAD-kuvat, jotta kuvien muokkaus olisi jatkossa helpompaa. Tarkoituksena oli luoda myös yhtenäinen positiojärjestelmä, jotta laitoksen toimintavarmuutta saadaan parannettua ja jatkossa laitoksella tehtävät erotukset ja suoritettavat huoltotyöt helpottuvat ja työturvallisuutta parannetaan.

Työn alussa kerrotaan yleisesti Pori Energiasta yrityksenä ja sen liiketoiminnasta. Työssä esitellään myös Tiilimäen lämpökeskus. Teoriaosuudessa käydään läpi PI-kaavioita koskevia standardeja ja niiden merkitystä. Tässä työssä käsitellään myös höyryn tuotantoa alle 12 MW kattiloilla ja lopussa kerrotaan työn etenemisvaiheista ja lopputuloksesta.

STEAM BOILERS PIPING AND INSTRUMENT CHART AND POSITION

Peltomaa, Tomi

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Mechanical and production engineering

May 2017

Supervisor: Siren, Pekka

Number of pages: 29

Appendices: 2

Keywords: Steam, energy, standard, positioning

The purpose of this thesis was to find out and update the PI charts of the Pori Energy Tiilimäki power plant steam boilers and to create digital CAD images in order to make the editing of the images easier in the future. The aim was also to create unified positioning system to improve the operational certainty of the plant and in the future, the separation and maintenance work become more easier and work safety improves.

At the beginning of the work Pori Energia company and its business are introduced. The work presents Tiilimäki`s power plant too. In the theoretical part the PI standards and their importance are discussed. This work also deals with the production of steam under 12MW boilers and at the end the work the progress of the work and the results are discussed.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	PORI ENERGIA	6
2.1	Pori Energia konserni.....	6
2.2	Tiilimäen lämpölaite	8
2.2.1	Öljyhöyrykattila.....	9
2.2.2	Sähköhöyrykattila.....	10
3	HÖYRYN TUOTANTO	11
3.1	Höyrykattilan toimintaperiaate	11
3.2	Höyrykattilat	12
3.3	Höyrykattila prosessi	13
3.4	Suurvesitilakattilat	15
4	STANDARDIT	16
4.1	Standardit yleisesti	16
4.2	PI-Kaaviota koskevat standardit	16
4.3	SFS 4285 ja SFS 4286	17
5	PI-KAAVIO	18
5.1	PI-kaavio yleisesti.....	18
5.2	PI-kaavion merkitys	18
5.3	PI-kaavioiden päivittäminen	18
5.4	CADS Planner PI-Standard.....	19
5.5	Positointi	20
6	TYÖN SUORITTAMINEN	21
6.1	Projektiin tutustuminen.....	21
6.2	Projektin suunnittelu	22
6.3	Projektin aloittaminen.....	22
6.4	Projektin eteneminen	23
6.5	Projektin loppuvaihe	23
7	POHDINTAA.....	25
7.1	Haastavia kohtia.....	25
7.2	Valmis laiteluettelo	26
7.3	Mitä tekisin toisin	27
8	YHTEENVETO	28
	LÄHTEET.....	29
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyn aiheena on selvittää Pori Energia Oy:n Tiilimäen kaukolämpölaitoksessa olevien höyrykattiloiden PI-kaavion tilanne ja päivittää se ajantasaiseksi. Toimeksianto lähti yrityksen tarpeesta saada käyttöönsä ajantasaiset PI-kaaviot Tiilimäen höyrykeskuksesta. Höyrykeskuksen kattilat ovat jatkuvalla käytöllä ja niiden toimintavarmuus on pystyttävä varmistamaan myös vikatilanteissa. Ajantasainen PI-kaavio helpottaa vikatilanteiden selvittämistä ja näin osaltaan parantaa laitoksen toimintavarmuutta.

Työn tarkoituksena oli luoda uusi digitaalisessa muodossa oleva PI-kaavio. Se on olennainen työkalu laitoksella tapahtuviin erotuksiin ja huoltotöihin. Myös kunnossapitojärjestelmän sulava hyödyntäminen edellyttää laitteiden yksilöintiä ja helppoa tunnistettavuutta. Tästä syystä laitteet ja putkilinjat nimetään yksilöllisellä AKZ-tunnisteella. PI-kaavion piirtämisessä noudatetaan SFS 4286 -standardin mukaisia piirrosmerkkejä ja merkintä tai merkkaustapoja.

2 PORI ENERGIA

2.1 Pori Energia konserni

Pori Energia konserniin kuuluvat Pori Energia Oy, Pori Energia Sähköverkot ja STEP (Suomen teollisuuden energiapalvelut). Pori Energia tuottaa energiapalveluita ja energiantuotantoa yli 240 osaavan ja ammattitaitoisen henkilön voimalla. Yritys on perustettu vuonna 2006 ja sen omistaa Porin kaupunki. Yrityksen liikevaihto vuonna 2016 oli taulukon 1 mukaan 148,3 miljoonaa euroa.

Taulukko 1. Pori Energian tunnuslukuja vuonna 2015 ja 2016 (Pori Energia konsernin vuosikatsaus 2016)

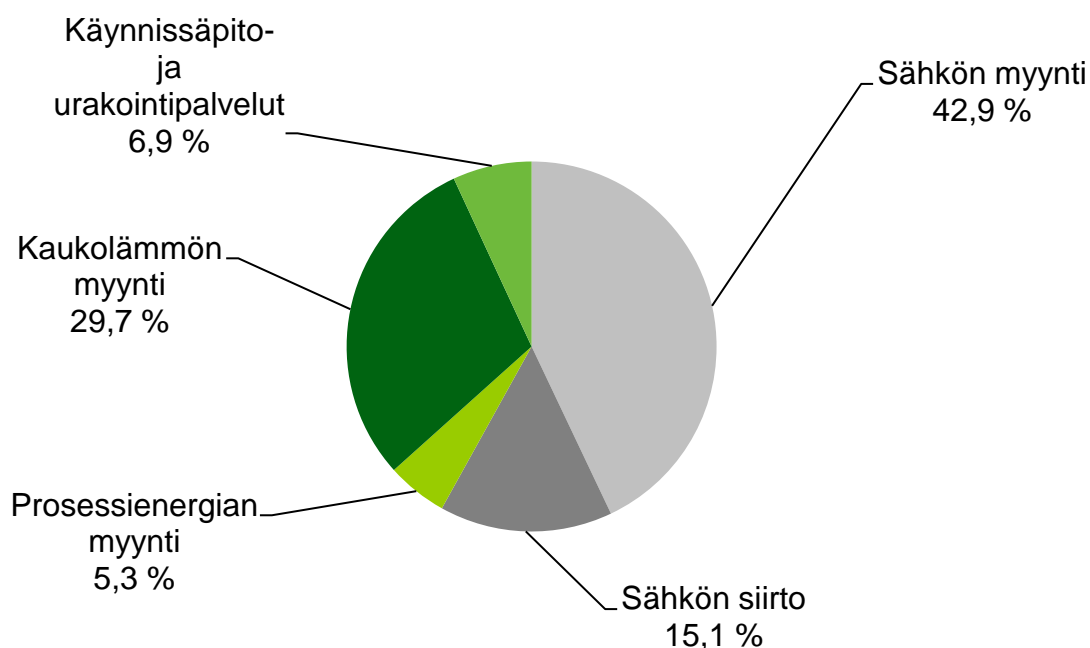
Toiminnan tunnusluvut	1-12/2016	1-12/2015
Pori Energia konserni		
Liikevaihto (M€)	148,3	162,0
Tulos (M€)	6,7	3,9
Investoinnit (M€)	21,9	18,3
Sijoitetun pääoman tuotto-%	6	5,1
Omavaraisuusaste	23,7	20,9
Henkilöstö	227	240

Pori Energian Oy:n liiketoiminta-alueisiin kuuluvat energian tuotanto, lämmitys ja jäähdytys, erillistuotanto, sähkönnmyynti ja tekniset palvelut. Energian tuotanto, sekä lämpö- ja jäähdytysliiketoiminta hallitsee voimalaitoskapasiteettia niin, että se tuottaa sähköä, kaukolämpöä, paineilmaa, sekä höyryä, prosessivettä ja lämpöä Porin teollisuuden ja asiakkaiden käyttöön.

Sähköä, kaukolämpöä, prosessihöyryä ja paineilmaa tuotetaan yhteistuotantona Aittaluodon, Harjavallan ja Kaanaan voimalaitoksilla ja lämpökeskuksilla. Energiantuotanto vastaa kaukolämmön ja kaukojäähdytyksen jakelusta ja markkinoinnista asiakkailleen. Energiantuotanto vastaa myös tarvittavasta kaukolämmön huippu- ja varatuotannosta tarvittaessa. Pori Energia Oy tuottaa pääasiassa kaukolämpöä ja kaukojäähdytystä Porin keskusta alueelle, mutta hallinnoi myös Porin Reposaaaren, Noormarkun, Kristiinankaupungin ja Harjavallan aluelämpöverkkoja.

Pori Energia Oy:n tekniset palvelut -liiketoimintayksikkö toimittaa Pori Energia konsernin ja STEP:in lisäksi Porin kaupungille, kunnille, teollisuudelle, tuulivoimayhtiöille ja muille verkon haltijoille. Tekniset palvelut ovat muun muassa voimalaitosten käynnissä pitopalvelut, sähköverkon käyttöpäalvelut ja tuulivoimapalvelut. Hallinto vastaa rahoituksesta, riskien hallinnasta, johtamisesta, toiminnan kehittämisestä ja valvonnasta sekä toimintajärjestelmistä.

Pori Energia Sähköverkot Oy perustettiin vuonna 2006 ja sen vastuualueena on sähköverkkoliiketoiminta. Pori Energia Sähköverkot Oy on 100-prosenttisesti Pori Energia Oy:n omistama tytäryhtiö. Yhtiö vastaa sähkön siirrosta ja jakelusta yli 50 000 käyttäjälle sekä verkon hallinnasta ja sähköverkkojen rakentamisesta alueellaan. (Pori Energian www-sivut 2017)



Kuva 1. Pori Energian liikevaihdon jakaantuminen vuonna 2016 (Pori Energia yritys-esittely 2017)

2.2 Tiilimäen lämpölaite

Tiilimäen lämpölaite (kuva 2) sijaitsee Porin kaupungissa Tiilimäen kaupunginosassa lähellä Satakunnan keskussairaala. Tiilimäen lämpölaitoksella on kaksi kaukolämpökattilaa, kaksi höyrykattilaa ja kaukojäähdytyskeskus. Tällä hetkellä (2017) kaukolämpö-, ja höyrykattilat toimivat kevyellä polttoöljyllä. Öljysäiliön tilavuus on 990 kuutiometriä.



Kuva 2. Tiilimäen lämpökeskus (Nyqvist K. Käyttö-organisaation kaukolämpökoulutus 2016)

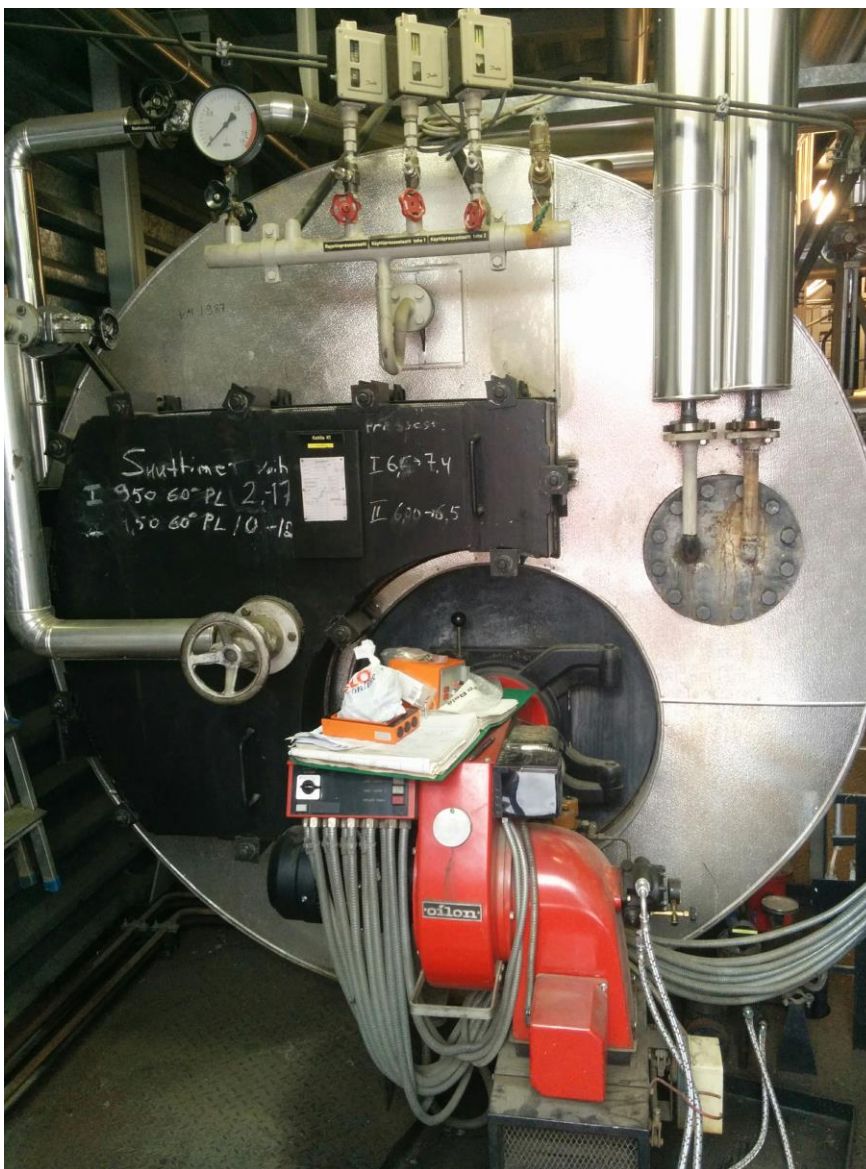
Kaukolämpökattila 1 on Witermon vuonna 1975 toimittama öljykattila ja sen teho on 35 MW. Kattila 1:n mitoitustilapötilä on 203 °C ja -paine 15,7 bar. Kaukolämpökattila 2 on vuonna 1978 käyttöön otettu öljykattila teholtaan 40 MW. Sen mitoitustilapötilä on 180 °C ja -paine 16 bar. Alun perin kattilat olivat höyrykattiloina, mutta ne on myöhemmin muutettu vesikiertokattiloiksi. Tiilimäen lämpökeskuksen kaksi kaukolämpökattilaa ovat kaukokäytössä ja niitä operoidaan Aittaluodon voimalaitokselta käsin.

Tiilimäen höyrykeskus muodostuu kahdesta höyrykattilasta. Tiilimäen höyrykeskus on otettu käyttöön vuonna 1987. Höyrykattila 1 on öljykäyttöinen höyrykattila teholtaan 1,3 MW ja kattila 2 sähkötoiminen höyrykattila teholtaan 1,14 MW. Höyrykattiloilla tehdään 6 bar paineista höyryä Satakunnan keskussairaalalle, jossa sitä muun muassa käytetään leikkausinstrumenttien sterilointiin.

Tiilimäen lämpökeskuksen yhteydessä oleva kaukojäähdytyskeskus on otettu käyttöön vuonna 2014. Sen teho oli 1 MW. Kesällä 2016 kaukojäähdytyskeskusta laajennettiin ja sen teho nousi. Vuonna 2017 se on kokonaisteholtaan 3 MW.

2.2.1 Öljyhöyrykattila

Höyrykattila 1 kuvassa 3 on öljykäyttöinen tuliputkikattila ja se on mitoitusteholtaan 1,3 MW. Kattilaa ajetaan nykyään (2017) kuitenkin noin 1,2 megawatin teholla. Se on rakennettu vuonna 1987 ja sen korkein sallittu käyttölämpötila on 191 °C ja käyttöpaine 12 bar. Höyryä kattila tuottaa 1,5 tonnia tunnissa. Kattila on varustettu Oilonin KP-106H öljypolttimella. Polttoaineena kattila 1 voi käyttää kevyttä tai raskasta polttoöljyä.



Kuva 3. Öljykäyttöinen höyrykattila (Peltomaa, T 2017)

2.2.2 Sähköhöyrykattila

Tiilimäellä oleva kattila 2 (kuva 4) on sähköllä toimiva höyrykattila. Sen teho on 1,14 MW, mitoitustilämpötila on 195 °C ja mitoituspaine on 12 bar. Höyry tuotetaan sähkökattilassa olevilla lämpövastuksilla, joita lämmitetään johtamalla niihin sähköä. Kattila on varustettu 19 kappaleella sähkövastuksia ja niiden teho on 60 kW per vastus.



Kuva 4. Sähkötoiminen höyrykattila (Peltomaa, T. 2017)

3 HÖYRYN TUOTANTO

3.1 Höyrykattilan toimintaperiaate

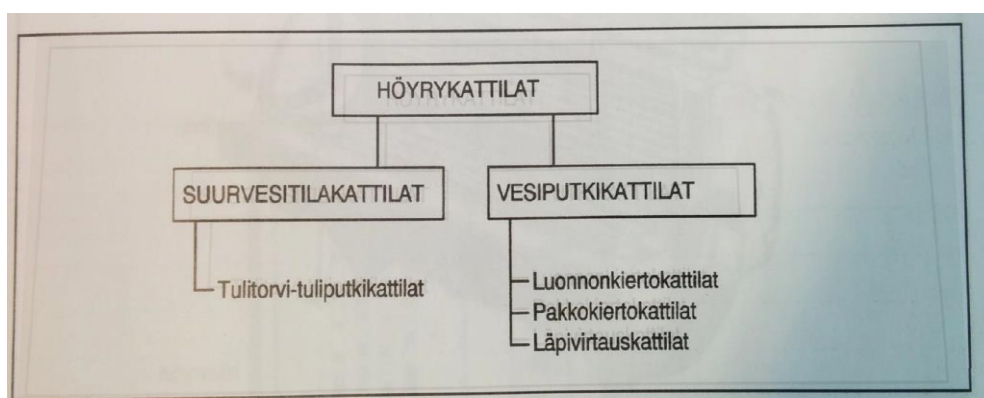
Höyrykattila voidaan mieltää pitkäksi putkeksi, jonka toiseen päähän syötetään vettä ja toisesta päästä vesi tulee höyrynä ulos. Kattilaan syötetty vesi lämmitetään höyrystymislämpötilaan ja tämän jälkeen vesi höyrystyy painetta vastaavassa höyrystymislämpötilassa. Vesihöyryä voidaan edelleen lämmittää höyrystymislämpötilaa korkeampaan lämpötilaan eli tulistaa.

Veden muuttaminen höyryksi kuluttaa energiaa, joka tuotetaan esimerkiksi polttamalla kattilassa fossiilisia polttoaineita, kuten öljyä, maakaasua tai hiiltä. Kattilaan syötetään polttoainetta ja palamisilmaa tarvittava määrä. Syötettävä polttoaine reagoi hapen kanssa, jolloin polttoaineeseen sitoutunut energia voidaan hyödyntää palamisessa syntyvänä lämpöenergiana.

Palamisessa syntyvä lämpöenergia otetaan talteen savukaasuista mahdollisimman tehokkaasti erilaisten lämmönsiirtimien avulla. Tällaisia lämmönsiirtimiä ovat muun muassa vedenesilämmitin ja palamisilman esilämmitin. Kattilan tehosta ja koosta riippuen savukaasut voidaan puhdistaa tai johtaa suoraan savupiippuun ja sieltä ympäristöön. (Huhtinen, Kettunen, Nurminen & Pakkanen 2004, 7)

3.2 Höyrykattilat

Höyrykattilat voidaan jakaa kuvan 5. mukaisesti karkealla jaottelulla.



Kuva 5. Kattiloiden vesihöyrypiirin rakenteet (Huhtinen, Kettunen, Nurminen & Pakkanen 2004, 111)

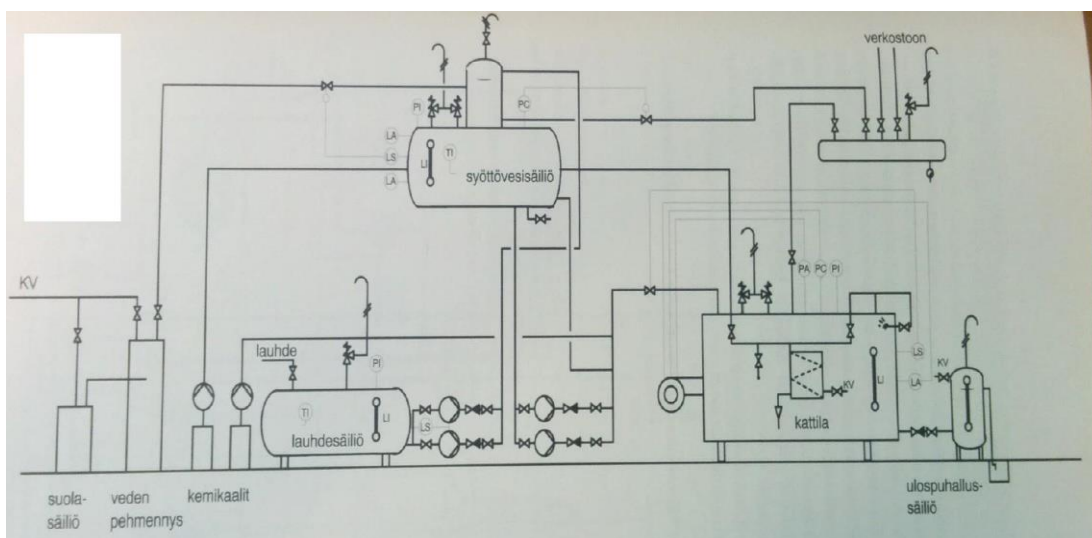
Suurvesitilakattiloissa savukaasut kulkevat ensin tulitorvessa ja sen jälkeen seuraavissa tuliputkissa ja vesi höyrystyy niiden ulkopuolella. Suurvesitilakattilan rakenne sopii paremmin pienille paineille. Tämän vuoksi niitä käytetään lähinnä teollisuudessa matalapaineisen prosessihöyryn tuotantoon. Vesiputkikattiloissa vesi höyrystyy putkissa. Vesiputkikattilarakenne sopii paremmin korkeille paineille ja tämän vuoksi isommat voimalaitoskattilat ovat vesiputkikattiloita. (Huhtinen, Kettunen, Nurminen & Pakkanen 2004, 111)

Isommat voimalaitoskattilat eli vesiputkikattilat jaetaan luonnonkierto-, pakkokierto- ja läpivirtauskattiloihin kuvan 5 mukaisella jaottelulla. Tyypillisiä voimalaitosten höyrykattiloissa käytettyjä höyrinpaineita ovat 150-220 bar ja lämpötilat 450-550 °C. (Huhtinen, Kettunen, Nurminen & Pakkanen 2004, 7)

Luonnonkiertokattila on vesiputkikattila, jossa vesihöyry kiertää vapaasti putkissa. Pakkokiertokattilassa vesi kiertää höyrystinpiirin putkissa pumpun avulla. Pakkokierto ja luonnonvirtauskattiloiden höyrystin piiri muodostuu syöttövesipumpusta, syöttöveden esilämmittimestä, lieriöstä, tulipesästä, höyrystimestä ja tulistimesta. Ainoa ero luonnonvirtaus ja pakkokiertokattiloilla on, että pakkokiertokattilassa vesi pumpataan lieriöstä pumpun avulla tulipesän alaosassa olevaan höyrystimeen.

Läpivirtauskattilat poikkeavat luonnonkiertokattiloista siten, että niissä ole lieriötä, jolla kattilassa muodostunut höyry erotettaisiin vedestä. Niissä ei myöskään ole höyrystimen ja lieriön välistä kiertoa. Näitä kattilatyyppejä kutsutaan Benson-, Sulzer- tai Ramsinkattiloiksi. (Huhtinen, Kettunen, Nurminen & Pakkanen 2004, 120)

3.3 Höyrykattila prosessi



Kuva 6. Tyypillinen höyryprosessin kytkentäkaavio (Huhtinen, Korhonen, Pimiä & Urpalainen 2008, 45)

Tyypillisessä höyrykiertoprosessissa, joka esitetään kuvassa 6, höyry tuotetaan kuumentamalla vettä kattilassa kiehumispisteeseensä. Koko prosessi lähtee liikkeelle lisäveden valmistuksesta. Lisävettä valmistetaan johtamalla raakavettä esimerkiksi vedenpehmentimen läpi syöttövesisäiliöön. Säiliön pinnan korkeutta seurataan pintavahdilla, joka ohjaa lisävesilinjan säätöventtiiliä.

Syöttövesisäiliöstä vesi pumpataan kattilaan syöttövesipumpun avulla. Yleensä syöttövesipumppuja on kaksi kappaletta siltä varalta että, toinen menee vikatilaan. Kattilaan syötettävää syöttövettä voidaan esilämmittää savukaasujen avulla. Esilämmitys tapahtuu lämmönsiirtimellä, jossa savukaasuista siirretään lämpöä syöttöveteen. Tällä toimenpiteellä saadaan parannettua kattilan kokonaishyötysuhdetta.

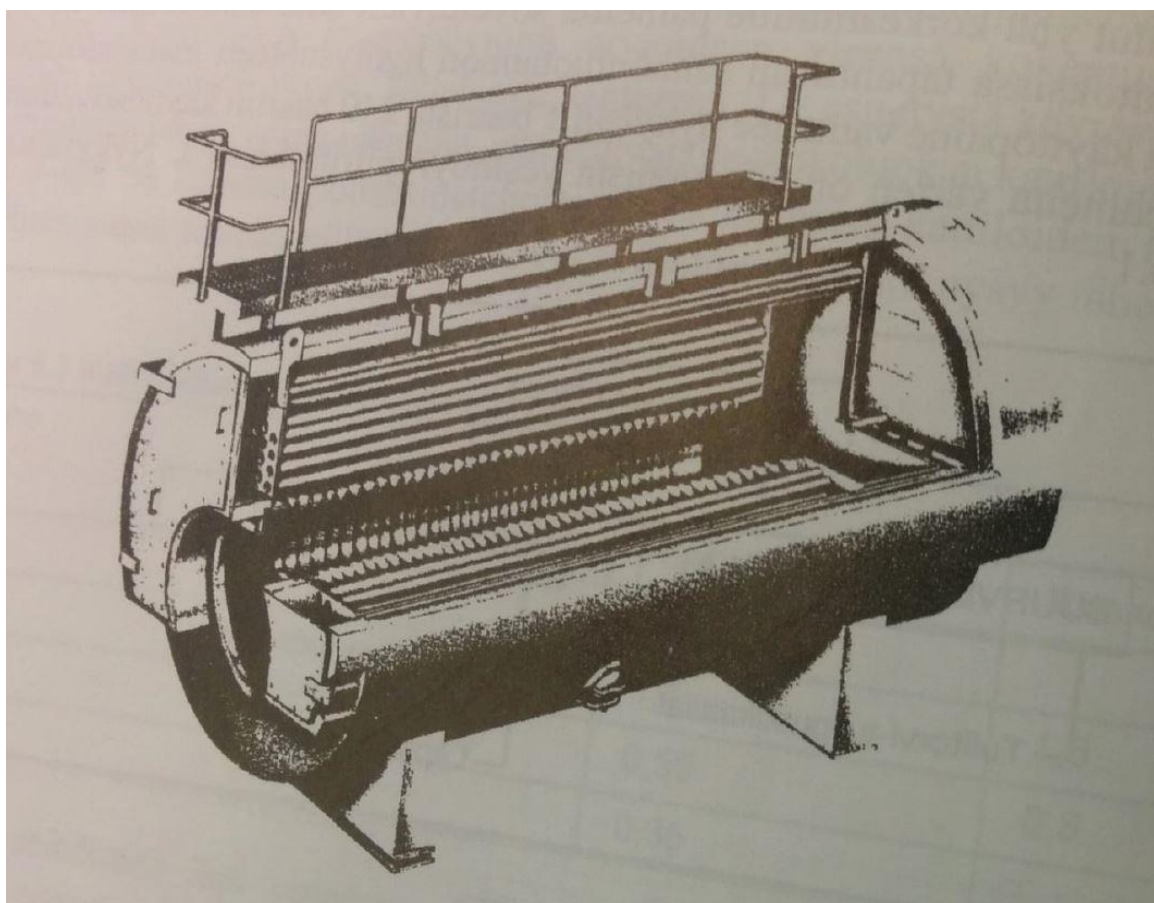
Kattilassa vesi höyrystetään lämmön avulla ja syntynyt vesihöyry johdetaan höyryverkostoon. Höyryä käytetään tyypillisesti erilaisiin lämmityskohteisiin kuten syöttövesisäiliön lämmitykseen ja raskasöljyn esilämmitykseen. Höyryn tarvetta kuvastaa höyryverkostossa oleva paine. Paineen laskiessa höyryä kulutetaan enemmän, kuin mitä tuotetaan ja paineen taas noustessa sitä tuotetaan enemmän kuin käytetään. Höyryverkoston paineen avulla voidaan ohjata kattilan polttimen toimintaa ja höyryntuotantoa.

Lisäveden mukana kattilaan kulkeutuu epäpuhtauksia. Nämä epäpuhtaudet eivät höyrysty kattilassa, vaan konsentroituvat kattilassa olevaan veteen. Epäpuhtauksia voidaan poistaa kattilavedestä ”ulospuhaltamalla” eli poistamalla vettä kattilasta määräjain tai jatkuvasti. Ulospuhallettava vesi poistetaan putkea pitkin ulospuhallussäiliöön. (Huhtinen, Korhonen, Pimiä & Urpalainen 2008, 44)

Höyry palaa kiertoprosessiin lauhteena eli veden ja höyryn sekoituksena. Palaava lauhde kulkee lauhdesäiliöön tai suoraan syöttövesisäiliöön höyryprosessin koosta riippuen. Mikäli palaavaa lauhdetta on runsaasti, kerätään se lauhdesäiliöön. Sieltä osa lauhteesta johdetaan syöttövesisäiliön lämmitykseen. Mikäli palaava lauhde johdetaan lauhdesäiliöön, se pumpataan lauhdepumppuja käyttäen syöttövesisäiliöön.

3.4 Suurvesitilakattilat

Suurvesikattilat, josta esimerkki kuvassa 7, ovat yleensä öljy- tai kaasulämmitteisiä. Itse polttoaineen palaminen tapahtuu tulitorvessa. Sen jälkeen on usein kääntökammio, josta savukaasut jatkavat matkaansa tuliputkiin. Kolmivetoisessa kattilassa savukaasut johdetaan kääntökammion kautta vielä uudelleen tuliputkiin ja sieltä savupiippuun. Tulitorven ja tuliputkien ulkupuolinen pinta on veden peitossa. Seinämän läpi tuleva lämpö höyrystää vettä, joka siirtyy kattilan vesitilan yläpuoliseen höyrytilaan ja sieltä edelleen käyttöön. Kattilan hyötysuhteen parantamiseksi voidaan höyrykattilan savukanavaan sijoittaa syöttöveden esilämmitin. Suurvesikattiloita ei käytetä yleensä yli 20 bar paineissa ja kattiloiden teho on alle 12 MW. (Huhtinen, Kettunen, Nurminen & Pakkanen 2004, 112)



Kuva 7. Suurvesitilakattilan leikkauskuva (Huhtinen, Kettunen, Nurminen & Pakkanen 2004, 112)

4 STANDARDIT

4.1 Standardit yleisesti

Standardisointi tarkoittaa yhteisten toimintatapojen laatimista. Standardien avulla helpotetaan ja yhdenmukaistetaan toimintatapoja ja luodaan yhtenäinen pohja toiminnalle. Standardien avulla voidaan varmistua, että erilaiset järjestelmät ja tuotteen sopivat ja toimivat yhdessä. Standardien avulla määritellään muun muassa ruuvi ja mutterikoot sekä rakentamisessa käytetyt toimintatavat. Standardit ohjaavat myös prosessien toimintaa ja ylläpitoa.

Standardit ilmoitetaan erilaisilla kirjainyhdistelmillä kuten SFS, EN ja ISO. Ne ilmoittavat organisaation, jossa kyseinen standardi on vahvistettu. Suomessa vahvistettavissa standardeissa käytetään lyhennettä SFS. Suomessa standardit hyväksyy Suomen Standardoimisliitto SFS ry. Eurooppalainen standardoimisjärjestö CEN eli European Committee for Standardization käyttää lyhennettä EN varmistamissaan standardeissa ja kansainvälinen standardoimisjärjestö ISO eli International Organization for Standardization lyhennettä ISO. Suomessa ja Euroopassa käytössä oleva standardi ilmoitetaan kirjainyhdistelmällä SFS-EN. Käytettävä kirjainyhdistelmä SFS-ISO ilmoittaa standardin olevan voimassa suomessa ja ISO:ssa, mutta CEN ei ole vahvistanut sitä. SFS-EN-ISO kirjainyhdistelmä ilmoittaa, että kyseinen standardi on vahvistettu käyttöön suomessa, CEN:issä ja ISO:ssa. (Suomen Standardoimisliitto ry:n www-sivut 2017)

4.2 PI-Kaaviota koskevat standardit

PI-Kaavion tekemistä ja muokkaamista koskevat standardit ovat pysyneet samankaltaisina. Vanhoja suomalaisia standardeja on kuitenkin kumottu ja ne on korvattu uusilla kansainvälisillä standardeilla, kuten taulukosta 2 ilmenee. Viimeisin prosessiteollisuuden virtaus -ja PI-kaavion esitystapaa ja merkintöjä koskeva standardi on SFS-EN ISO 10628-2. Se on kansainvälisesti käytössä ympäri maailmaa. SFS-EN ISO 10628-2:n pohjalta on tehty suomalainen standardi PSK 3605. Standardi PSK 3605 on

tarkoitettu käytettäväksi standardin SFS-EN ISO 10628-2 kanssa ja täydentää sitä.
(PSK 3605. 2015, 1)

Taulukko 2. PI-Kaavion esitystapaa ja merkintöjä koskevat standardimuutokset
(Peltomaa, T. 2017)





Vanha standardi	Kuvaus	Korvaava standardi
SFS 4285	Prosessikaaviot	SFS-EN ISO 10628
SFS 4286	Prosessikaavioiden piirrosmerkit	SFS-EN ISO 10628
SFS-EN ISO 10628-1	Prosessikaaviot. Yleiset ohjeet	SFS-EN ISO 10628-2

4.3 SFS 4285 ja SFS 4286

Tiilimäen höyrykeskuksen PI-kaavion tekemisessä noudatettiin SFS 4286- standardia Pori Energian pyynnöstä. Standardissa SFS 4285 määritellään PI-kaavion tarkoitus ja mitä siinä tulee esittää, sekä laitteiden ja putkitusten esitystavat. (SFS 4285, 1.) SFS 4286 standardi liittyy standardiin SFS 4285 ja se sisältää yleisimmät virtaus- ja PI-kaaviossa käytettävät piirrosmerkit. (SFS 4286, 1)

3.2

Venttiilit, läpät ja niiden toimilaitteet Valves, flaps and actuators

<p>3.2.1</p>  <p>Venttiili Valve 1) 3) 4)</p>	 <p>1 Venttiili, normaalisti kiinni. Valve, normally closed</p>	 <p>2 Yksisuuntaventtiili, vastaventtiili. Virtaus oikealle. Check valve.</p>	 <p>3 Varoventtiili Safety valve 1)</p>
--	--	--	--

Kuva 8. Standardin SFS 4286 mukainen venttiilien merkkaustapa (SFS 4286, 4)

5 PI-KAAVIO

5.1 PI-kaavio yleisesti

PI-kaaviossa eli putkitus- ja instrumentointikaaviossa on prosessin yksityiskohtainen tietosisältö esitettyinä kaaviomuodossa. Putkitus- ja instrumentointikaaviot rajataan eri aiheiden mukaan. Näitä ovat muun muassa prosessikaaviot ja laitekaaviot. PI-kaaviossa ei tyypillisesti esitetä virtausmääriä eikä prosessiolosuhteita. Siinä esitetään laitteet ja varolaitteet. (PSK 3603. 2012, 3)

5.2 PI-kaavion merkitys

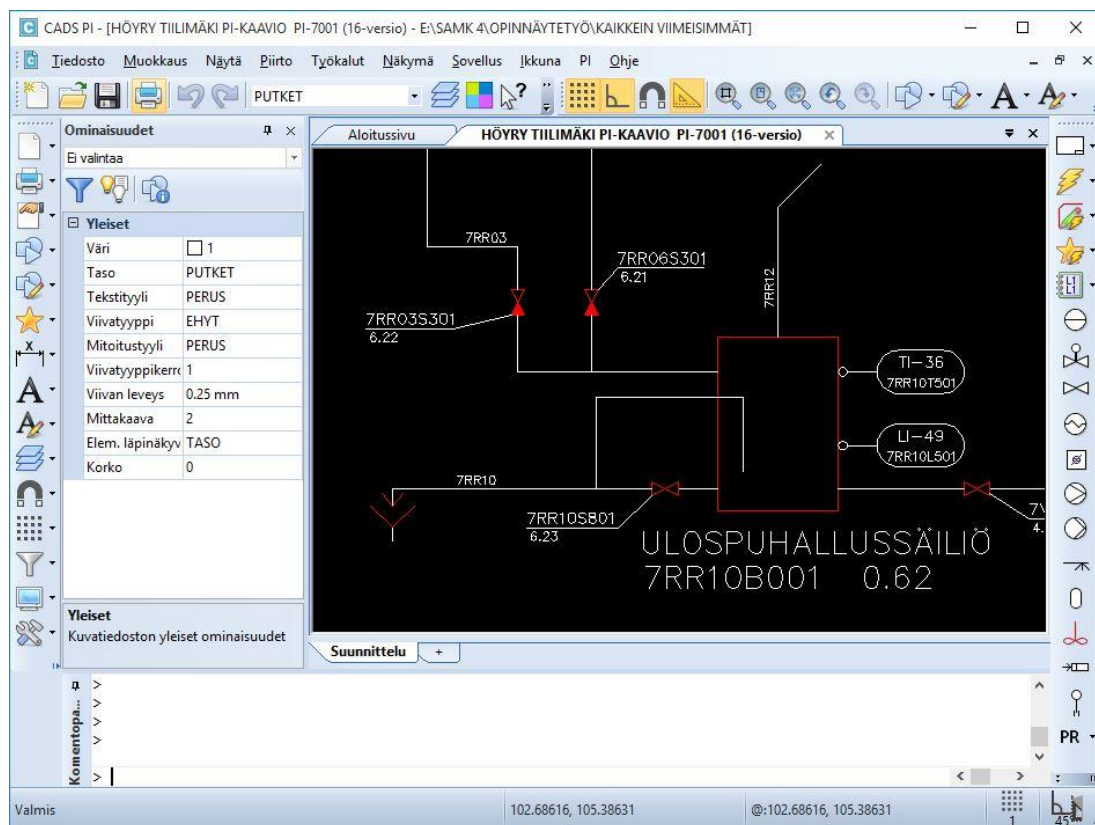
PI-kaavion tarkoitus on antaa kokonaisvaltainen ja selkeä kuva prosessin toiminnasta. Sen pohjalta tehdään muutossuunnitelmat ja erotukset, kun prosessissa siihen tarvetta ilmenee. Siitä voidaan myös helposti yksilöidä haluttuja komponentteja, kuten pumppuja ja venttiilejä.

PI-kaavion on tarkoitus olla pohjana laitteiden jatkosuunnittelulle, antaa perustiedot instrumentointi, putkilinjoista ja prosessin laitteista. Sen tarkoitus on myös auttaa suunnittelu-, kunnossapitotöitä, helpottaa käyttöhenkilöstön perehdytystä sekä olla osana prosessin käyttöohjetta. Se palvelee myös tarkastavia viranomaisia ja on käytännön työkalu työturvallisuusmääräysten laatijoille ja prosessin käyttäjille. (PSK 3603. 2012, 2)

5.3 PI-kaavioiden päivittäminen

Tiilimäen höyrykeskuksen PI-kaavioiden luomiseen käytettiin Kymdatan CADS Planner PI-Standard ohjelmistoa. PI-kaavioita tehtiin sekä CADS PI-Standard 16 -versiolla ja uudemmalla CADS PI 17 -versiolla. Ohjelmaan päädyttiin, koska Pori Energialla on käytössään kyseinen ohjelmisto ja toiveena oli, että PI-kaavioita olisi myöhemmin mahdollisuus muokata. CADS osoittautui yllättävän kevyeksi ja helppokäyttöiseksi.

Sen sisältämä laaja valmis laitekuva kirjasto oli positiivinen yllätys. CADS:in symbolikirjastosta ei kuitenkaan löydy voimalaitosympäristössä esiintyviä symbolikuvia kovinkaan kattavasti. Esimerkiksi syöttövesisäiliölle tai kattiloille ei löytynyt standardin mukaisia piirrosmerkkejä valmiina.



Kuva 9. CADS PI Standard 17 (Peltomaa,T. 2017)

5.4 CADS Planner PI-Standard

CADS (kuva 9) on suomalaisen Kyndata Oy kehittämä CAD-piirto-ohjelma. Kyndata Oy on Kotkalainen CAD-ohjelmistotalo, joka on perustettu vuonna 1979 ja se on kehittänyt CADS-ohjelmistoja 30 vuoden ajan. (Kyndatan www-sivut 2017)

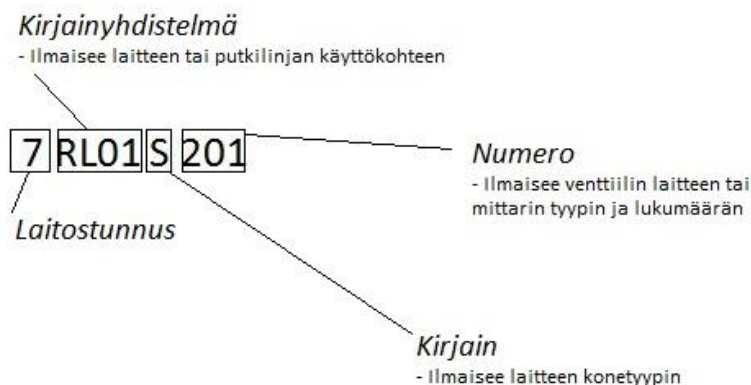
CADS PI on kokonaan suomenkielinen ja sen yleisilme on selkeä. Oikeasta reunasta löytyy kattavat symbolikirjastot eri putkitus ja lvi laitteille. CADS:iin voidaan luoda myös omia symboleja muistiin. Ohjelmalla voidaan monipuolisesti muokata symbolien kokoja ja ominaisuuksia. Laitteiden positiointi voidaan tehdä myös suoraan ohjel-

maan. PI Standard ohjelmistossa saa positiot aseteltua haluamallaan tavalla esimerkiksi kuvan 9 mukainen merkintätapa. Tätä kyseistä merkintätapaa käytettiin höyrykeskuksen venttiileiden ja putkilinjojen nimeämiseen ja positiointiin.

5.5 Positiointi

Tiilimäen lämpölaitoksen laite ja putkistopositiointiin käytettiin Pori Energialla jo valmiiksi käytössä olevaa AKZ-positiointijärjestelmää. AKZ-järjestelmän mukaisesti laitepositio muodostuu laitostunnuksesta, putkilinjatunnuksesta ja putkilinjan numeroinnista. Position loppuosa muodostaminen riippuu laitteen tyyppistä ja käyttötarkoituksesta. Se voi olla esimerkiksi venttiilillä S001. Kirjain S ilmaisee kyseisen laitteen olevan venttiili ja numeroyhdistelmä 001 taas kertoo sen olevan säätöventtiili.

Esimerkki positiotunnus



Kuva 10. AKZ-luettelon mukainen venttiilin positiointitapa (Peltomaa, T. 2017)

Laitteiden positioinnilla saavutetaan monia etuja: Laitteiden tunnistettavuus kentällä paranee. Tätä kautta suoritettavat huolto- ja asennustyöt helpottuvat. Myös erilaisissa vikatilanteissa vian aiheuttaja prosessissa on helpompi tunnistaa ja yksilöidä. Positoinnin avulla myös käyttöhenkilöstön on helpompi hahmottaa ja opetella prosessissa esiintyviä laitteita ja putkilinjoja. Laitetiedot sisältävän laiteluettelon avulla voidaan helpommin tilata tarvittavia varaosia ja näin helpottaa ostotoimintaa. Myös viranomaiset hyötyvät positioinnista erilaisissa tarkastustilanteissa.

6 TYÖN SUORITTAMINEN

6.1 Projektiin tutustuminen

Ennen varsinaisen projektin alkua tutustuttiin Tiilimäen lämpökeskukseen ja sen olemassaolevaan laitteistoon ja rakenteeseen. Laitokseen tutustuttiin käymällä läpi kattilat ja tekemällä yleinen katsaus laitoksesta. Laitosvierailun aikana jo selvisi, että laitoksella oli aikojen saatossa tehty muutoksia, joiden seurauksena osa olemassa olevista putkilinjoista oli joko pois käytöstä tai muuten tarpeettomia. Laitokselle oli myös tehty uusia putkilinjoja ja laitteita, joita vanhoissa kaavioissa ei näkynyt. Laitoksen yleisilme oli melko sekava, koska pieneen tilaan oli sijoitettu paljon laitteistoa ja useita erikokoisia putkilinjoja.



Kuva 11. Tiilimäen lämpökeskuksen kaukolämpöpuoli. (Peltomaa, T. 2017)

6.2 Projektin suunnittelu

Tiilimäen lämpökeskukseen tutustumisen jälkeen alkoi projektin suunnitteluvaihe. Suunnitteluvaiheessa mietittiin, miten olisi järkevää edetä työn etenemisen kannalta. Päädyttiin ratkaisuun, jossa aluksi etsitään vanhaa materiaalia ja aineistoa höyrykattilakeskuksesta. Aineistoon tutustutaan kunnolla ja sen pohjalta aletaan kiertää putkilinjoittain ja laite kerrallaan laitosta läpi. Koko työn lähtökohtana oli jo työn suunnitteluvaiheessa, että työn lopputuloksena olisi ajantasaiset ja sähköisessä muodossa olevat CAD-kuvat höyrykeskuksesta sekä laitteille ja putkille luotuna positionti-järjestelmä. Sen avulla laitoksella jatkossa suoritettavat huoltotyöt ja vikatilanteet olisi helpompi selvittää ja ratkaista.

6.3 Projektin aloittaminen

Työn tekeminen lähti liikkeelle kartoittamalla kaikki saatavilla oleva materiaali Pori Energian Tiilimäen lämpölaitoksen höyrykeskuksesta. Aikaisempia dokumentteja löytyi jonkin verran, mutta niissä oli heti havaittavissa puutteita. Höyrykeskuksesta löytyi alkuperäinen PI-kaavio vuodelta 1987. Sen pohjalta päästiin hyvin aloittamaan selvitystyö sen paikkansapitävyydestä ja ajantasaisuudesta. Työn alkuvaiheessa jouduttiin käyttämään paljon aikaa alkuperäisen PI-kaavion tutkimiseen, jotta sen prosessikiertoa ja laitteistoa olisi helpompi tunnistaa kentältä. Sen kanssa alettiin vertailla höyrykeskuksen olemassa olevia laitteita ja näin tunnistettiin kentältä kyseiset komponentit.

Projektin alussa alettiin heti työstää sähköistä kaaviota. Sen piirtämiseen käytettiin CADS-ohjelmistoperheen PI-Standard -ohjelmistoa. Vanhan PI-kaavion pohjalta piirrettiin uusi kaavio sähköiseen muotoon, jotta sen muokkaaminen olisi mahdollista aina kun putkilinjoissa tai laitteissa huomattaisiin eroavaisuuksia. Ensimmäisillä kerroilla, kun laitoksen putkilinjoja ja laitteita alettiin kiertää, meni paljon aikaa sen tunnistamiseen, mikä putki ja laite kyseessä kulloinkin oli. Höyrykeskuksen kattilat, putket ja komponentit olivat aluksi vaikeita hahmottaa, mutta muutamien silmäilykertojen ja tunnistamisten jälkeen kaavioiden laitteet ja putket oli myös helpompi yhdistää toi-

siinsa kenttäolosuhteissa. Suurin osa projektin alkujasta meni itse laitoksen prosessikierron opetteluun ja käytöstä poistettujen ja lisättyjen putkien ja laitteiden löytämiseen ja tunnistamiseen.

6.4 Projektin eteneminen

Projektin edetessä laitoksen putkitukset saatiin kaavioon ajanmukaisiksi, jonka jälkeen alettiin keskittyä itse prosessikierron laitteisiin ja niiden tunnistamiseen. Uuden PI-kaavion kanssa alettiin kiertää putkilinja kerrallaan läpi prosessia. Sitä mukaan, kun laitteita tuli vastaan, lisättiin niitä PI-kaavioon. Haasteita toi mukanaan höyrykeskukseen pimeät ja ahtaat tilat. Tiilimäen lämpökeskus on jaettu siten, että toisella puolella rakennusta on kaukolämpölaitteisto ja toisella puolella höyrylaitteisto. Osa höyryprosessin laitteista on kuitenkin sijoitettu kaukolämpöpuolelle, joten osa putkista kulkee seinän läpi. Tämä toi myös oman haasteensa putkilinjojen tunnistamiseen.

6.5 Projektin loppuvaihe

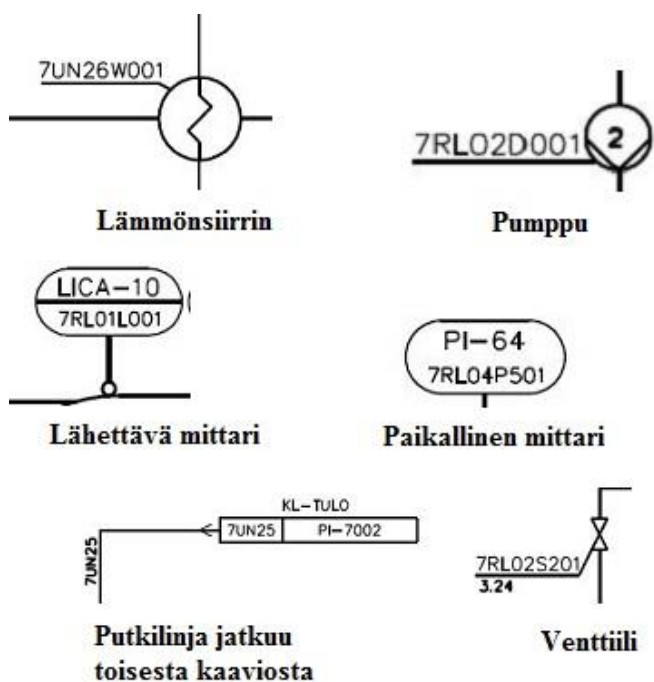
PI-kaavioiden valmistuttua alettiin keskittyä laiteluettelon luomiseen, sekä laitteiden ja putkien positioitiin. Positiointiin käytettiin kuvan 10 mukaista AKZ-positiointitapaa. Positiointi aloitettiin ensin nimeämällä ja numeroimalla putkilinjat. Putkilinjojen alkuosan avulla luotiin venttiileille ja laitteille omat laitetunnistekoodit eli positiot. Positiointia tehdessä piti kiinnittää erityistä huomiota AKZ-koodin loppuosaan, koska jokaiselle venttiilille ja laitteelle oli oma numerokoodinsa.

Laiteluettelo luotiin liitteen 2 mukaiseen Excel-tiedostopohjaan. Luettelon ensimmäisestä sarakkeesta käy ilmi, mihin höyryprosessin osa-alueeseen putkilinja liittyy. Toisessa sarakkeessa on kerrottu putkilinjan tunnus, jolloin luettelosta on helpompaa löytää haluttu komponentti, kun sitä vertaillaan PI-kaavion kanssa. Luettelon kolmannessa sarakkeessa käy ilmi, mikä laite tai komponentti on kyseessä. Neljännessä sarakkeesta on kerrottu laitteen positionitunnus, joka kertoo laitteen tyyppin AKZ-koodiston mukaisesti. Positio on ilmoitettu jokaiselle laitteelle ja komponentille yksilöllisesti PI-kaavioon. Kun PI-kaavion pohjalta halutaan löytää lisätietoja kyseistä laitteesta, ta-

pahtuu se positiotunnuksen kautta. Taulukon viidennessä sarakkeessa annetaan laitteelle lyhyt toimintakuvaus ja viimeisessä ”muuta” sarakkeessa on laitteiden vanhoja laitetunnuksia ja mittareiden lyhenteitä.

Positoinnit sijoitettiin PI-kaavioon standardin SFS 4285 mukaan. Venttiilit positoitiin kuvan 12 mukaisella tavalla PI-kaavioon. Positiotunnus yhdistettiin viivalla sitä koskevaan komponenttiin ja viivan yläpuolelle merkittiin annettu AKZ-positio. Mittarit ja anturit erotettiin toisistaan merkitsemällä viiva kuvan 10 mukaisella tavalla riippuen oliko kyseessä lähettävä vai paikallinen instrumentti.

Valmis PI-kaavio on esitetty liitteessä 1. Siitä on tietoturvasyistä poistettu laitetunnukset ja se on yksinkertaistettu esitys laitoksen vesi-höyry -kierrosta.



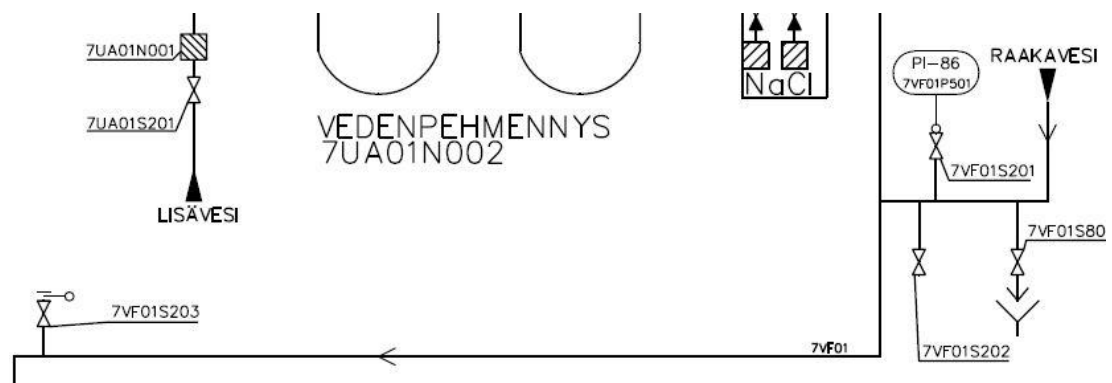
Kuva 12. Positointien merkintätapoja PI-kaavioon (Peltomaa, T. 2017)

7 POHDINTAA

7.1 Haastavia kohtia

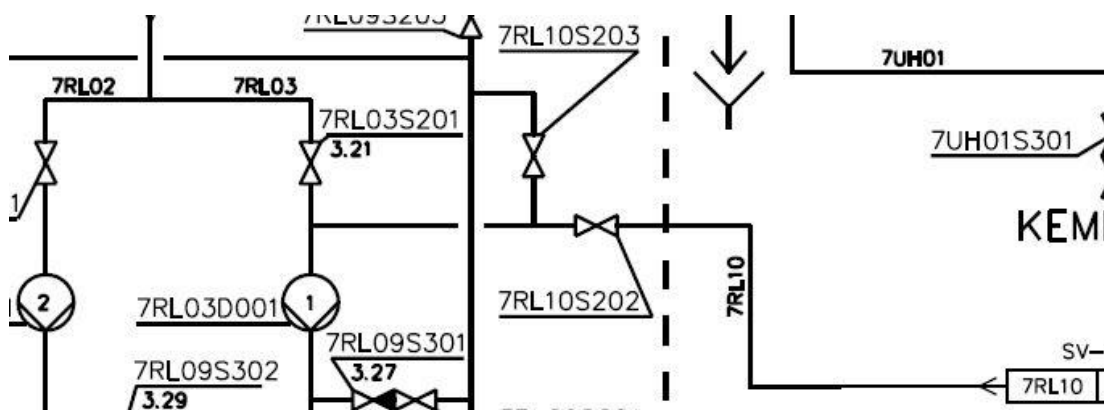
Valmiista PI-kaaviosta tuli yleisilmeltään selkeä ja helppolukuinen. Laitesijoituttelu kaavioon onnistui loogisesti ja prosessi virtoja on helppo seurata siitä. Kaaviosta tulee käydä ilmi prosessikierto ja siihen liittyvät laitteet. Näissä vaatimuksissa mielestäni työssäni onnistuin hyvin.

Muutamit kohdat PI-kaavion tekemisessä aiheuttivat enemmän selvitystyötä kuin muut. Tällaisia kohtia olivat lisäveden ottaminen höyrykiertoon (kuva 13). Vanhan kaavion mukaan lisävesi tuli suoraan raakavesilinjasta, mutta todellisuudessa vanhan raakavesilinjan rinnalle oli rakennettu uusi lisäveden syöttölinja ja vanha linja tulpattu.



Kuva 13. Lisäveden ottaminen höyrykiertoon (Peltomaa, T. 2017)

Toinen haastava kohta löytyi syöttövesisäiliön alapuolella olevasta venttiili- ja putkistokokonaisuudesta (kuva 14). Syöttövesisäiliö on sijoitettu toiselle puolelle lämpökeskuksen rakennusta, minkä takia monta putkilinjaa tulee seinän läpi höyrykeskuksen puolelle. Seinän läpi kulkevien putkilinjojen tunnistaminen oli haastavaa.



Kuva 14. SYVE-säiliön alapuolinen venttiilikokonaisuus (Peltomaa, T. 2017)

7.2 Valmis laiteluettelo

Työssä käytetty AKZ-positiojärjestelmä osoittautui tähän työhön toimivaksi. Sieltä löytyi kattavasti laitetunnus positiokoodeja höyryprosessissa oleviin laitteisiin ja putkilinjoihin. AKZ-positiokoodisto sopii kuitenkin enemmän käytettäväksi isomman kokoluokan höyryvoimalaitos-ympäristössä. Yleisilmeltään lopullinen laiteluettelo kuvassa 15 on selkeä ja helppolukuinen. Sitä on helppo vertailla PI-kaaviossa esiintyviin laitteisiin ja putkilinjoihin. Kokonaisuudessaan valmiiseen laiteluetteloon tuli noin 300 erilaista laitetta ja komponenttia.

Järjestelmä	Putkilinjatunnus	Laitte	Positio	Kuvaus
Lisävesi	7UA01			
Lisävesi	7UA01	Käsisulkuventtiili	7UA01S201	Syöttövesisäiliön lisäveden sulkuventtiili ennen vedenpehmentintä
Lisävesi	7UA01	Suodatin	7UA01N001	Lisäveden suodatin ennen vedenpehmentintä
Lisävesi	7UA01	Käsisulkuventtiili	7UA01S202	SYVE-säiliön lisäveden ohitus sulkuventtiili
Lisävesi	7UA01	Vedenpehmentys	7UA01N002	Lisäveden vedenpehmentin
Lisävesi	7UA01	Käsisulkuventtiili	7UA01S203	Sulkuventtiili ennen vedenpehmentintä
Lisävesi	7UA01	Käsisulkuventtiili	7UA01S204	Sulkuventtiili ennen vedenpehmentintä
Lisävesi	7UA01	Käsisulkuventtiili	7UA01S205	Sulkuventtiili jälkeen vedenpehmentimen
Lisävesi	7UA01	Käsisulkuventtiili	7UA01S206	Sulkuventtiili vedenpehmentimen jälkeen
Lisävesi	7UA01	Virtausmittaus	7UA01F001	Lisäveden virtausmittaus vedenpehmentimen jälkeen

Kuva 15. Kaappaus valmiista positioluettelosta (Peltomaa, T. 2017)

7.3 Mitä tekisin toisin

Jos nyt pitäisi sanoa mitä tekisin työssäni erilailla niin käyttäisin varmasti enemmän aikaa työn tekemisen suunnitteluun ja valmisteluun. Hakisin vielä enemmän teoretietoa standardeista ja PI-kaavion piitamisestä.

Työn alussa meni paljon aikaa CADS-ohjelman käytön opetteluun, koska se oli minulle aivan outo CAD-ohjelma. Tutustuisin enemmän CADS-ohjelman käyttöön, koska työn edetessä löysin aina uusia ominaisuuksia ohjelmasta, joilla olisi voinut helpommin tehdä merkintöjä PI-kaavioon. Olen tyytyväinen oman työni lopputulokseen ja mielestäni kaavio ja laiteluettelo ovat kokonaisuudessaan hyviä ja selkeitä.

8 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön lopputuloksena saatiin Tiilimäen lämpölaitoksen höyrykeskuksen vesi-höyry -kierrosta ajantasainen PI-kaavio. Sen rinnalle luotiin myös laiteluettelo, johon jokaiselle venttiilille, laitteelle ja putkilinjalle annettiin oma yksilöllinen AKZ-positiokoodi. PI-kaavio luotiin digitaaliseen muotoon CADS-ohjelmistolla, jotta sen päivittäminen ja tarvittaessa muuttaminen jatkossa olisi helpompaa. Kaavion piirtämisessä noudatettiin standardin SFS 4286 mukaisia piirrosmerkkejä.

Tulevaisuudessa höyrykeskuksen PI-kaaviota olisi hyvä päivittää aina sitä mukaa, kun laitteisiin tai putkilinjoihin tehdään muutoksia. Näin kaaviossa olevat venttiili- ja laitetiedot pysyvät ajantasaisina ja niiden luotettavuus paranee. Näin kaavion paikkansapitävyys voidaan varmistaa.

Lopuksi haluan vielä kiittää Pori Energia Oy:tä mahdollisuudesta tehdä opinnäytetyö näin mielenkiintoisesta ja opettavaisesta aiheesta.

LÄHTEET

Huhtinen, M., Kettunen, A., Nurminen, P. & Pakkanen, H. 2004. Höyrykattilatekniikka. Helsinki: Edita Prima.

Huhtinen, M., Korhonen, R., Pimiä, T. & Urpalainen, S. 2008. Voimalaitostekniikka. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy

SFS 4285. Prosessikaaviot. 1979. Suomen Standardoimisliitto SFS. Helsinki: SFS

SFS 4286. Prosessikaavioiden piirrosmerkit. 1988. Suomen Standardoimisliitto SFS. Helsinki: SFS

PSK 3603. PI-kaavion esitystapa ja merkitsemisohje. Presentation and marking instruction of P&I diagrams. 2012. 1. p. PSK Standardisointiyhdistys ry. Helsinki: PSK.

PSK 3605. Prosessiteollisuuden virtaus- ja PI-kaavioiden symbolit, Graphical symbols of flow and P&I diagrams for process industry. 2015. 1. p. PSK Standardisointiyhdistys ry. Helsinki: PSK.

Pori Energia Oy:n www-sivut. 2017. Viitattu 7.4.2017. <https://www.porienergia.fi>

Kymdata Oy:n www-sivut. 2017. Viitattu 11.4.2017. <http://www.cads.fi/etusivu>

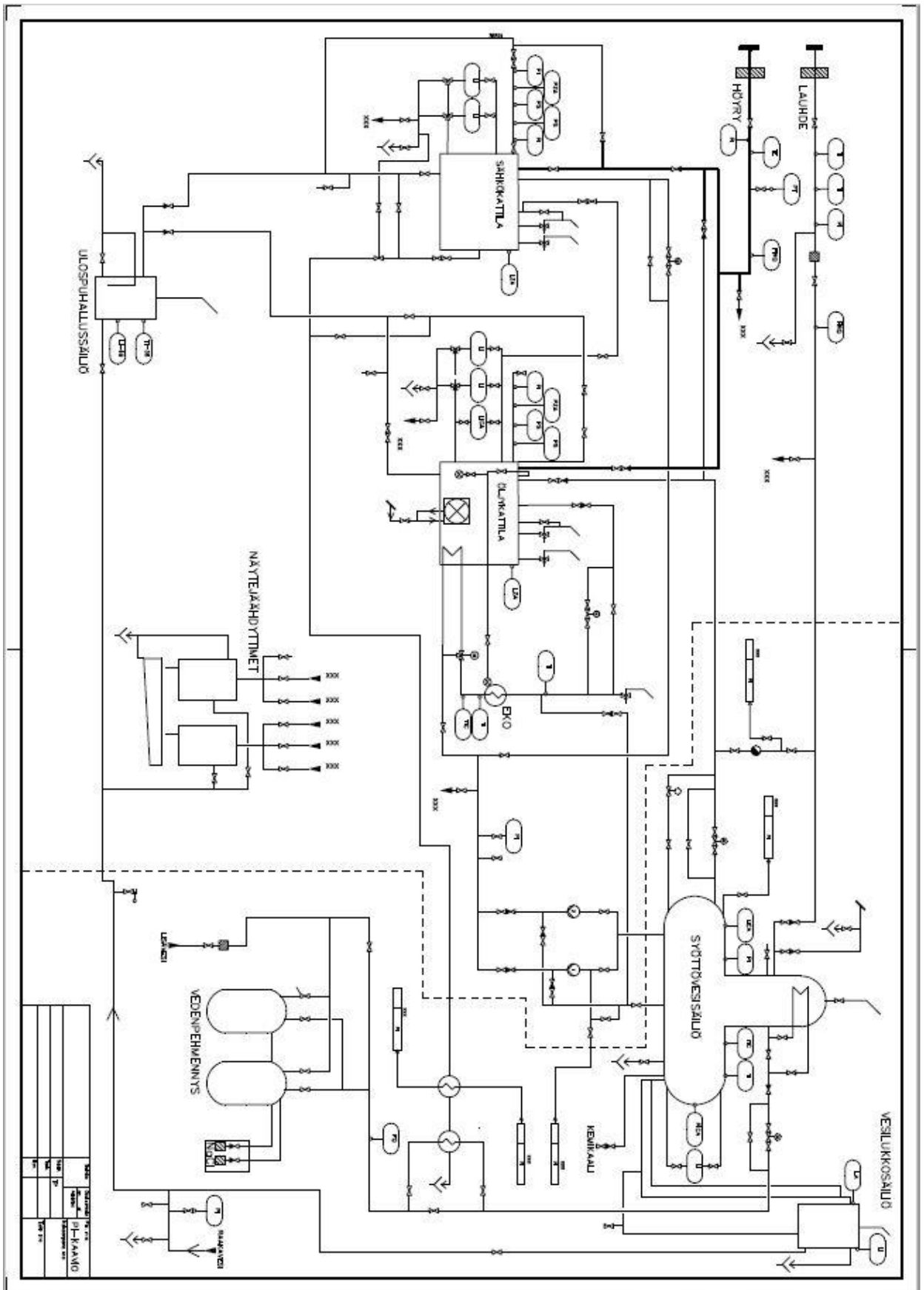
Suomen Standardoimisliitto SFS ry:n www-sivut. 2017. Viitattu 11.4.2017. https://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/standardi_tutuksi/sfs_en_iso

Nyqvist K. Käyttö-organisaation kaukolämpökoulutus. 9.5.2016, Viitattu 04.04.2017

Pori Energia konsernin vuosikatsaus 2016, Viitattu 09.03.2017

Pori Energia yritysesitys 2017, Viitattu 13.04.2017

LIITE 1



LIITE 2

Järjestelmä	Putkiinrajatunnus	Latte	Postio	Kuvaus	Muuta
Lisävesi	ZUA01				
Lisävesi	ZUA01	Käsisulkuventtiili	ZUA01S201	Syöttövesisäiliön lisäveden sulkuventtiili ennen vedenpehmentintä	
Lisävesi	ZUA01	Suodatin	ZUA01N001	Lisäveden suodatin ennen vedenpehmentintä	
Lisävesi	ZUA01	Käsisulkuventtiili	ZUA01S202	SVVE-Säiliön lisäveden ohitus sulkuventtiili	
Lisävesi	ZUA01	Vedenpehmentys	ZUA01N002	Lisäveden vedenpehmentin	
Lisävesi	ZUA01	Käsisulkuventtiili	ZUA01S203	Sulkuventtiili ennen vedenpehmentintä	
Lisävesi	ZUA01	Käsisulkuventtiili	ZUA01S204	Sulkuventtiili ennen vedenpehmentintä	
Lisävesi	ZUA01	Käsisulkuventtiili	ZUA01S205	Sulkuventtiili jälkeen vedenpehmentimen	
Lisävesi	ZUA01	Käsisulkuventtiili	ZUA01S206	Sulkuventtiili jälkeen vedenpehmentimen	
Lisävesi	ZUA01	Virtausmittaus	ZUA01F001	Lisäveden virtausmittaus vedenpehmentimen jälkeen	(FQ-83)
Lisävesi	ZUA01	Käsisulkuventtiili	ZUA01S207	Sulkuventtiili ennen lisäveden esilämmittintä	
Lisävesi	ZUA01	Lämmönsiirrin	ZUA01W001	Lisäveden esilämmitin	
Lisävesi	ZUA01	Käsisulkuventtiili	ZUA01S208	Sulkuventtiili lisäveden esilämmittimen jälkeen	
Lisävesi	ZUA01	Käsisulkuventtiili	ZUA01S209	Sulkuventtiili (ohituslinja lisäveden lämmitys)	
Lisävesi	ZUA01	Käsisulkuventtiili	ZUA01S210	Sulkuventtiili ennen lisäveden moottorivoiventtiiliä	(4.11)
Lisävesi	ZUA01	Moottorivoiventtiili	ZUA01S001	Moottorivoiminen lisäveden säätöventtiili	
Lisävesi	ZUA01	Käsisulkuventtiili	ZUA01S211	Sulkuventtiili lisäveden moottorivoiventtiilin jälkeen	(4.12)
Lisävesi	ZUA01	Käsisulkuventtiili	ZUA01S212	Lisäveden säätöventtiilin ohitus sulkuventtiili	(4.13)
Lisävesi	ZUA01	Yksisuuntaventtiili	ZUA01S301	Yksisuuntaventtiili lisäveden säätöventtiilin jälkeen	(4.14)
Lisävesi	ZUA01	Käsisulkuventtiili	ZUN01S213	Sulkuventtiili, SVVE:n päällä lisäveden linjassa.	(4.16)
Lisävesi	ZUA01	Käsisulkuventtiili	ZUN01S214	Sulkuventtiili linjassa joka tulee SVVE-säiliöstä lisäveden linja	(4.17)
Lisävesi	ZUA01	Käsisulkuventtiili	ZUN01S215	Sulkuventtiili lisäveden linjassa jolla voidaan ohittaa SVVE-säiliö	(4.15)
Kemikaali	ZUH01				
Kemikaali	ZUH01	Käsisulkuventtiili	ZUH01S201	Vanhan kemikaalisytön sulkuventtiili	
Kemikaali	ZUH01	Yksisuuntaventtiili	ZUH01S301	Vanhan kemikaalisytön yksisuuntaventtiili	
Syöttövesi	ZRL01				
Syöttövesi	ZRL01	SVVE-Säiliö	ZRL01B001	Syöttövesisäiliö	(0.30)