

Julius Lepola

## HUIPPUKUORMALAITOKSEN PI-KAAVION PÄIVITYS

Energia- ja ympäristötekniikan koulutusohjelma

2018

## HUIPPUKUORMALAITOKSEN PI-KAAVION PÄIVITYS

Lepola, Julius  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Energia - ja ympäristötekniikan koulutusohjelma  
Tammikuu 2018  
Ohjaaja: Siren, Pekka  
Sivumäärä: 27  
Liitteitä: 2

Asiasanat: kaukolämmitys, positiointi, voimalat, varavoimala

---

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli päivittää Puuvillan huippukuormalaitokselle PI-kaavio eli putkitus- ja instrumentointikaavio. Laitoksen omistaja ja työn tilaaja oli Pori Energia Oy. Laitteet ja putkistot tuli positoida käyttäen AKZ-positiointijärjestelmää. PI-kaavio piirrettiin CADS PI 17 –ohjelmalla, standardien SFS 4285 ja SFS 4286 mukaisesti. Laitteet listattiin laiteluetteloon järjestyksessä niiden AKZ-positioiden ja vanhojen positioiden mukaan. Luettelossa myös selostetaan jokaisen laitteen tarkoitus ja toiminta prosessissa.

PI-kaavion todenmukaisuus varmistettiin lopuksi asentamalla tunnuskilvet laitteisiin ja koneisiin.

Työssä kerrotaan tarkemmin Pori Energia Oy:stä sekä selostetaan Puuvillan huippukuorma-kattilan toimintaa ja sen osuutta kaukolämmöntuotannossa. Myös PI-kaavioinnin piirustukseen ja AKZ-positioinnin luomiseen käytetyistä työkaluista kerrotaan syvemmin.

## PEAK POWER STATIONS PI-DIAGRAMS UPDATE

Lepola, Julius

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Energy and environmental engineering

January 2018

Supervisor: Siren, Pekka

Number of pages: 27

Appendices: 2

Keywords: district heating, positioning, power station, standby power station

---

The purpose of this thesis was to update a P&ID (Piping and instrumentation diagram), for the peak load power station of Puuvilla. The stations' owner and the orderer of this thesis was Pori Energia Oy. The equipment and the piping was to be labeled using the AKZ-positioning. The P&ID was drawn with CADS PI 17-software, following the SFS 4285 and SFS 4286 standards. The equipment was listed to an equipment schedule into an order with their new AKZ-labels and old labels. The list has also a description for every equipment explaining their purpose and function in the process. The credibility of the drawing is ensured by marking all the equipment with their AKZ-labels. The Pori Energia Oy and the function of the peak load station of Puuvilla is described with more details. Also the tools and equipment used to draw the P&ID and in the AKZ-labeling are described with more details.

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	PORI ENERGIA OY.....	6
2.1	Konserni.....	6
2.2	Pori Energia Oy.....	7
2.3	Pori Energia Sähköverkot Oy .....	7
2.4	Suomen Teollisuuden Energiapalvelut Oy .....	7
3	PORIN KAUKOLÄMPÖVERKKO.....	8
3.1	Aittaluodon voimalaitos.....	9
3.2	Kaanaan voimalaitos .....	9
3.3	Lämpökeskukset .....	10
3.3.1	Puuvillan lämpökeskus.....	11
3.3.2	Ulasoori .....	12
3.3.3	Tiilimäki .....	12
3.3.4	Metallikylä.....	13
3.3.5	Uvila.....	13
3.3.6	Friitala.....	14
4	PUUVILLAN LÄMPÖKESKUS.....	15
4.1	Historia.....	15
4.2	Kattilan komponentit .....	16
4.3	Kaukolämpöjärjestelmän komponentit .....	17
4.4	Kevyen polttoöljyn komponentit .....	19
5	PI-KAAVIO .....	20
5.1	PI-kaavion tarkoitus .....	20
5.2	CADS PI 17 –ohjelma .....	21
6	AKZ-TUNNUSJÄRJESTELMÄ .....	22
7	TYÖN ETENEMINEN .....	23
7.1	Projektin alku .....	23
7.2	PI-kaavion piirtäminen.....	23
7.3	Työn lopetus.....	25
8	YHTEENVETO .....	26
	LÄHTEET.....	27
	LIITTEET	



## 2 PORI ENERGIA OY

Pori Energia Oy on Porin kaupungin omistama energiayhtiö, joka perustettu vuonna 1898, jolloin se rakensi ensimmäisen sähkölaitoksensa. Vuonna 2006 Porin Lämpövoima Oy ja Pori Energia yhdistyivät yhdeksi Pori Energia Oy:ksi. Se tarjoaa energia- palveluja ja tuottaa energiaa lähialueille, sekä on Porin kaupungin yksi merkittävimmistä työnantajista. Tuotteisiin kuuluvat mm. kaukolämpö, prosessienergia, sähköenergia sekä käynnissäpito- ja urakointipalvelut.



Kuvaaja 1. Pori Energia konsernin liikevaihdon jakautuminen (Pori Energia yritysesitys 2017)

### 2.1 Konserni

Pori Energia -konserniin kuuluu n. 260 työntekijää, ja sen liikevaihto oli vuonna 2016 148,3 miljoonaa euroa. Liikevoittoa oli 14,6 miljoonaa euroa ja tulos 6,7 miljoonaa euroa. Kaukolämmön myynti oli 665 GWh, prosessienergian myynti 281 GWh sekä sähkön myynti 1526 GWh.

## 2.2 Pori Energia Oy

Pori Energia Oy tuottaa kaukolämpöä, prosessilämpöä, sähköä, kaukokylmää ja paineilmaa. Näitä valmistetaan Aittaluodon ja Kaanaan Porin Prosessivoiman (PPV) voimalaitoksissa, Harjavallassa (STEP), sekä vara- ja huippukuormalämpökeskuksissa.

Pori Energia Oy on myös vastuussa kaukolämmön ja kaukojäähdytyksen markkinoinnista ja sen jakelusta. Porin kaukolämpörunkoverkkoon kuuluu Porin lisäksi Ulvilan kaupungin kaukolämpöverkko. Aluelämpöverkkoja on Porin Reposaassa, Laviassa, Noormarkussa sekä Harjavallassa ja Kristiinankaupungissa (Pori Energia Oy:n www-sivut 2018).

## 2.3 Pori Energia Sähköverkot Oy

Pori Energia Sähköverkot Oy perustettiin 1.7.2006, kun verkkoliiketoiminta sähkömarkkinalain eriyttämiskaavan mukaan erotettiin Pori Energia Oy:stä omaan liiketoimintayksikönsä.

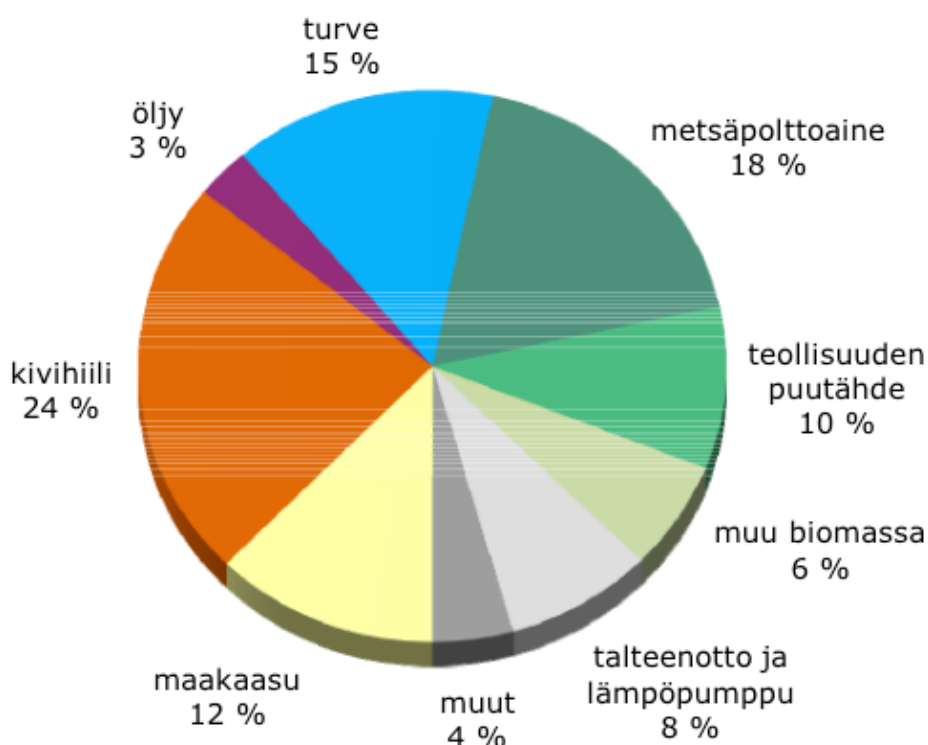
Yhtiö vastaa sähkön siirrosta ja jakelusta yli 52 000:lle verkon käyttäjälle, verkonhallinnasta sekä sähköverkkojen rakennuttamisesta Porin alueella. Toiminnan lähtökohdaksi on korkealaatuisen ja häiriöttömän sähkön toimittaminen asiakkaille taloudellisesti ja turvallisesti, ympäristönäkökohdat huomioiden. Pori Energia Sähköverkot Oy on Pori Energian Oy:n 100 % omistama tytäryhtiö (Pori Energia Oy:n www-sivut 2018).

## 2.4 Suomen Teollisuuden Energiapalvelut Oy

Suomen Teollisuuden Energiapalvelut - STEP Oy, on yhteisyritys Veolia Nordic Ab:n kanssa. Pori Energia omistaa 49% ja Veolia 51%. STEP tuottaa energiapalveluiden tuotteita pääosin teollisuudelle. Tuotteisiin kuuluvat muun muassa höyryn, lämmön, jäähdytysenergian ja paineilman tuotanto sekä teollisuuden prosessivesien valmistus (Pori Energia Oy:n www-sivut 2018).

### 3 PORIN KAUKOLÄMPÖVERKKO

Kaukolämpö on Suomen yleisin lämmitysmuoto, jossa lämmitetty kaukolämpövesi kuljetetaan putkistoa pitkin asiakkaille. Kaukolämpö tuotetaan yleensä voimalaitoksissa tai lämpökeskuksissa. Vuonna 2016 kaukolämpöverkkoja oli 166 paikkakunnalla, joista 62 paikkakunnalla kaukolämpö tuotettiin voimalaitoksissa ja lopuissa 104 paikkakunnalla se tuotettiin lämpökeskuksissa. Suomessa kaukolämmön tuottamisessa käytetään polttoaineina pääasiassa puuta, turvetta, kivihiiltä ja maakaasua.



Kuvaaja 2. Kaukolämmön energialähteet 2016 (Energieollisuus ry. Kaukolämpötilasto 2016)

Vuonna 2016 Pori Energia Oy myi kaukolämpöä 665 GWh. Porin Kaukolämpörunkoverkko on yhteensä 245 km pitkä (Energieollisuus ry. Kaukolämpötilasto 2015). Kaukolämpöä tuotetaan pääosin Aittaluodon ja Kaanaan voimalaitoksissa, sekä huipukuorma tuotetaan Puuvillan, Tiilimäen, Ulasoorin, Metallikylän, Ulvilan ja Friitalan lämpökeskuksissa. Omia aluelämmityksiä jotka eivät kuulu Porin runkoverkkoon, mutta ovat Pori Energia Oy:n omistuksessa, ovat Porin Reposaaressa hakekattila, Noormarkussa hake- ja öljykattila, Harjavallassa 5 öljykattilaa, Laviassa öljykattila sekä Kristiinankaupungin hake- ja öljykattila.



### 3.1 Aittaluodon voimalaitos

Aittaluodon voimalaitos sijaitsee keskellä Porin Aittaluodon teollisuusaluetta. Aittaluoto tuottaa energiaa vuodessa keskimäärin 600 GWh, joka on noin puolet Porin ja Ulvilan kaukolämpöverkon tuotannosta. Voimalaitoksen kaukolämpöteho on noin 100 MW. Voimalaitoksessa on kaksi leijupetikattilaa, joiden yhteisteho on 206 MW, sekä apuöljykattila, jonka teho on 40 MW. Laitoksessa on myös kaksi turbiinia, vastapaineturbiini ja kaukolämpöturbiini, joiden generaattorien yhteissähköteho on 55 MW.

Voimalaitoksessa tuotetaan myös teollisuusenergiaa viereisille teollisuusyrityksille. Polttoaineena käytetään kotimaista puuta ja turvetta. Tuki- ja käynnistyspolttoaineena käytetään raskasta polttoöljyä.



Kuva 1. Aittaluodon voimalaitos (Pori Energia Oy:n www-sivut 2018)

### 3.2 Kaanaan voimalaitos

Kaanaan voimalaitos sijaitsee Porin Kaanaan tehdasalueella, ja on Pohjolan Voima Oy:n tytäryhtiön Porin Prosessivoiman omistama. Pori Energia omistaa 40,8% osakkeista ja vastaa laitoksen käynnissä- ja kunnossapidosta. Kaanaan voimalaitos tuottaa Porin Energia Oy:lle vuodessa noin 600 GWh, josta yli puolet on kaukolämpöä.

Voimalaitoksella on kaksi kiertopetikattilaa joiden yhteisteho on 283 MW ja kaksi turbiinigeneraattoria, joista suuremman sähköteho on 78 MW. Kattiloiden kaukolämpökapasiteetti on 100 MW. Polttoaineena käytetään kotimaista puuta ja turvetta sekä mahdollisesti kivihiiltä. Tuki- ja käynnistyspolttoaineena on kevyttä ja raskasta polttoöljyä. Kaanaassa on myös 2 öljykattilaa, maakaasukattila ja rikkihappolaitos, joiden käynnissä- ja kunnossapidosta vastaa Pori Energia Oy.



Kuva 2. Kaanaan voimalaitos (Pori Energia Oy:n www-sivut 2018)

### 3.3 Lämpökeskukset

Lämpökeskusten kattiloita käytetään suurien kaukolämpökuormien aikana, kun Aittaluodon ja Kaanaan voimalaitokset eivät pysty tuottamaan enempää lämpöä. Porin lämpökeskusten huippukuormakattilat käyttävät kevyttä polttoöljyä. Ne sijaitsevat eri puolilla kaukolämpöverkkoa, koska ovat ennen tuottaneet oman alueensa kaukolämmön saarekeajolla. Nykyään hajautusta käytetään kaukolämpöverkon paine-erojen tasapainottamiseen ja optimointiin.

Taulukko 2. Lämpökeskuksien tiedot

Lämpökeskus	Teho [MW]	Lämpötila [°C]	Paine [bar]	Polttoaine	Valmistusvuosi
<b>Puuvilla</b>	40	204	16	Kevytöljy	1986
<b>Ulasoori</b>	40	204	16	Kevytöljy	1989
<b>Tiilimäki</b>					
KL-kattila 1	35	203	15,7	Kevytöljy	1975
KL-kattila 2	40	180	16	Kevytöljy	1978
Öljy-höyrykattila	1,2	191	12	Kevytöljy	1987
Sähkö-höyrykattila	1,14	195	12	Sähkö	1987
<b>Metallikylä</b>					
KL-kattila 1	15	180	16	Kevytöljy	1991
KL-kattila 2	15	180	16	Kevytöljy	1991
Öljyhöyrykattila 1	3,25	191	12	Kevytöljy	1985
Öljyhöyrykattila 2	3,25	191	12	Kevytöljy	1985
Öljyhöyrykattila 3	5	195	13	Kevytöljy	1991
Sähköhöyrykattila	8	175	8	Sähkö	1982
<b>Uvila</b>	3	130	16	Puupelletti	2015
<b>Fiitala</b>					
KL-kattila 1	4	120	16	Kevytöljy	1996
KL-kattila 2	7	120	16	Kevytöljy	2000
KL-kattila 3	8	120	16	Kevytöljy	1996

### 3.3.1 Puuvillan lämpökeskus

Puuvillan lämpökeskus sijaitsee entisen Porin puuvillatehtaan alueella, ja sisältää vuonna 1986 valmistetun raskasöljykattilan, jonka nimellismaksimiteho on 40 MW ja minimiteho 10 MW. Mitoituslämpötila on 204 °C ja –paine 16 bar. Se on tuottanut lämpöenergiaa 2.10.2009 asti 22 603 MWh. Öljysäiliön muutostöiden yhteydessä vuonna 2014 polttoaine vaihdettiin kevyeen polttoöljyyn.



Kuva 3. Puuvillan lämpökeskus (Kari Nyqvist 2016)

### 3.3.2 Ulasoori

Ulasoorin huippukuormakattila on valmistettu vuonna 1989, ja sen minimiteho on 10 MW ja maksimiteho on 40 MW. Polttoaineena käytetään kevyttä polttoöljyä (vaihto raskaasta polttoöljystä kevyeen polttoöljyyn tapahtui vuonna 2017). Mitoituslämpötila on 204 °C ja –paine 16 bar. Vuonna 2015 se tuotti lämpöenergiaa noin 640 MWh.



Kuva 4. Ulasoorin lämpökeskus (Kari Nyqvist 2016)

### 3.3.3 Tiilimäki

Tiilimäen lämpökeskus sisältää 2 kevytpolttoöljykattilaa, öljyhöyrykattilan ja sähköhöyrykattilan. Kevytpolttoöljykattilat on valmistettu vuonna 1975 ja 1978. Ensimmäisen kevytpolttoöljykattilan teho on 35 MW, mitoituslämpötila on 203 °C ja –paine 15,7 bar ja jälkimmäisen kattilan teho 40 MW sekä mitoituslämpötila on 180 °C ja –paine 16 bar . Öljyhöyrykattila ja sähköhöyrykattila on valmistettu 1987 lämpökeskuksen yhteyteen tuottamaan höyryä Satakunnan keskussairaalalle. Öljyhöyrykattilan teho on 1,2 MW, mitoituslämpötila on 191 °C ja –paine 12 bar, sekä sähköhöyrykattilan teho on 1,14 MW, ja mitoituslämpötila on 195 °C ja –paine 12 bar.



Kuva 5. Tiilimäen lämpökeskus (Kari Nyqvist 2016)

### 3.3.4 Metallikylä

Metallikylän lämpökeskus sijaitsee Metallikylän teollisuusalueella, ja on valmistettu vuonna 1991. Lämpökeskus sisältää 2 kpl kevytpolttoöljykattiloita, joiden molempien teho on 15 MW ja mitoituslämpötila on 180 °C ja –paine 16 bar. Lämpökeskuksessa on myös 3 kpl öljy-höyrykattiloita sekä sähköhöyrykattila.

Taulukko 3. Metallikylän höyrykattilakeskuksen tiedot

<b>Metallikylän höyrykattilakeskus</b>			
<b>Kattila</b>	<b>Teho [MW]</b>	<b>Lämpötila [°C]</b>	<b>Paine [bar]</b>
Öljyhöyrykattila 1	3,25	191	10
Öljyhöyrykattila 2	3,25	191	12
Öljyhöyrykattila 3	5,0	195	13
Sähköhöyrykattila	8,0	175	8

### 3.3.5 Ulvila

Ulvilan lämpökeskus sijaitsee Ulvilan paloaseman vieressä. Lämpökeskus sisältää puupellettikattilan, jonka polttotekniikka on arinakattila. Pelletin poltolla pyritään vä-

hentämään öljynpolttoa Friitalan lämpökeskuksessa ja nojaamaan hiili-neutraalisempaan polttoaineeseen. Kattila on valmistettu vuonna 2015, ja sen teho on 3 MW. Keskimäärin lämpökeskus tuottaa vuodessa lämpöenergiaa 7 000 MWh.



Kuva 6. Ulvilan lämpökeskus (Pärssinen 2016)

### 3.3.6 Friitala

Friitalan vanhan nahkatehtaan kiinteistössä sijaitseva Friitalan lämpökeskus sisältää kolme kaukolämpöä tuottavaa kevytöljykattilaa, jotka on rakennettu vuosina 1996 ja 2000. Kattilat ovat tehoiltaan 4 MW, 7 MW ja 8 MW, ja ne ovat pääasiassa varakattiloita Ulvilan pellettikattilalle.

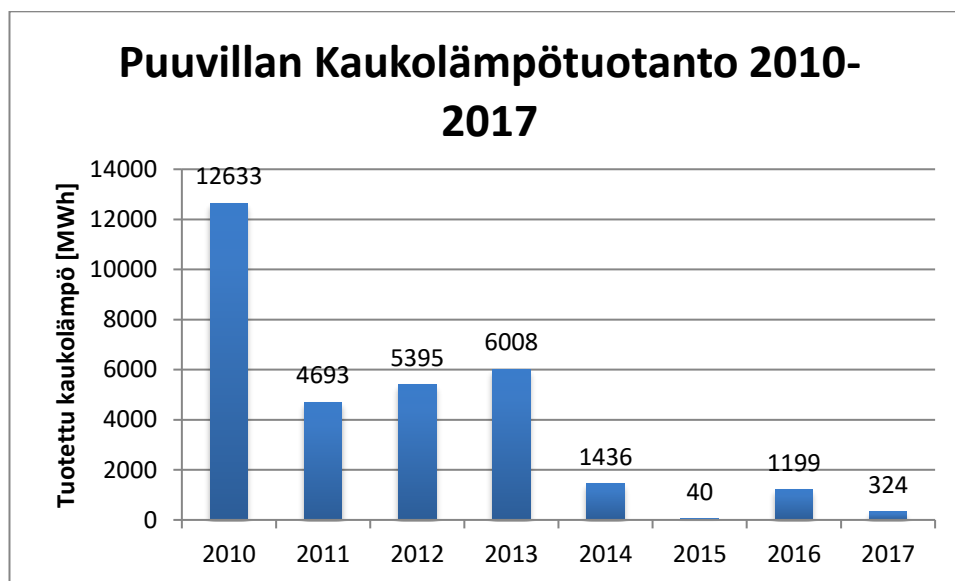


Kuva 7. Friitalan lämpökeskus (Kari Nyqvist 2016)

## 4 PUUVILLAN LÄMPÖKESKUS

Puuvilla on osa Porin kaukolämpöverkkoa ja toimii huippukuormalaitoksena, eli laitosta ajetaan, kun kaukolämpökuormat ovat niin suuria, etteivät voimalaitokset pysty tuottamaan kaikkea yksin. Puuvillan käyttö on ollut suurempaa 2000-luvun alussa, mutta 2010 vuodesta eteenpäin sen käyttö on hiipunut Porin Prosessivoiman uuden siirtolinjan valmistumisen ja Aittaluodon R-kattilan uudelleenkäyttöönnoton takia. Paine-erot eivät Puuvillan/Pohjois-Porin alueella laske niin paljon kuin esim. Ulvilassa, Aittaluodon voimalaitoksen sijainnin takia.

Taulukko 4. Puuvillan kaukolämpötuotanto 2010-2017 (Lepola 2018).



### 4.1 Historia

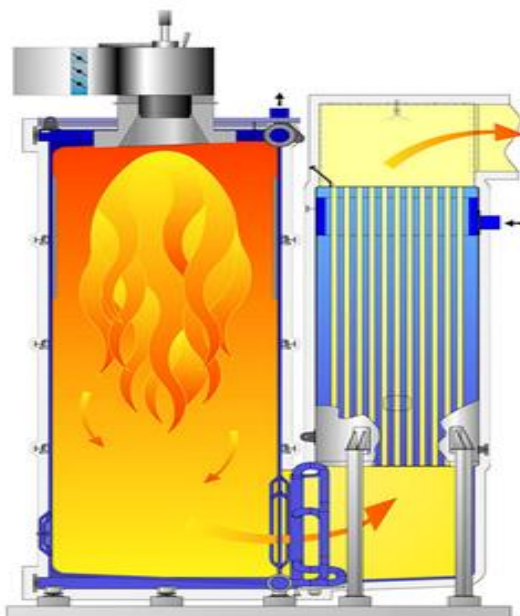
Puuvillan lämpökeskus sijaitsee vanhan puuvillatehtaan alueella, ja on valmistettu vuonna 1986. Puuvillatehdas on toiminut kiinteistöllä vuosina 1898-1994, valmistaan puuvillakankaita ja lankaa. Puuvillatehtaan omisti alun perin Gustaf Efraim Ramberg, ja vuonna 1921 tehdas myytiin Porin Puuvilla Oy:lle, jonka suurin omistaja oli A. Ahlström. Porin Puuvilla Oy fuusioitui vuonna 1974 Oy Finlayson Ab:hen, mutta vuonna

1981 tehtaan kutomo syttyi tuleen ja paloi. Tuotantoa alettiin tämän jälkeen ajamaan alas, ja se päättyi lopullisesti vuonna 1994.

Nykyisellä lämpökeskuksella on ollut myös värikäs historia. Lämpökeskuksella on ollut iso öljykattila, joka purettiin 1974, ja tilalle tuotiin kaksi 10 MW raskasöljykattilaa ja yksi höyrykattila. Vuonna 1986 öljykattilat ja höyrykattila purettiin ja tilalle rakennettiin nykyinen 40 MW öljykattila (tuolloin raskas polttoöljy, nykyään kevyt polttoöljy).

#### 4.2 Kattilan komponentit

Lämpökeskuksen kattila on valmistettu vuonna 1986, ja sen teho on 40 MW. Kattilan polttoaineena käytetään nykyään kevyttä polttoöljyä, ja se on malliltaan pystysuora tulitorvikattila (siirrytty raskaasta polttoöljystä kevyeen polttoöljyyn vuonna 2014). Kattilan rakenne koostuu kahdesta osasta: tulitorvesta ja tuliputkesta. Kattilassa on yksi poltin, joka sijaitsee kattilan tulitorven päällä ja on suunnattu alaspäin. Öljy palaa tulitorvessa, ja siitä syntyneet savukaasut kääntyvät kerran alhaalla tuliputkiosaan josta se jatkaa matkaa syklonin kautta savupiipusta ulos ilmaan.



Kuva 8. Pystysuora tulitorvikattila (Kpaunicongroup)



Kattilan polttimen palamisilmasta vastaa sekundääripuhallin, jonka imupeltiä säädetään savukaasun jäännöshappimittauksella. Primääripuhallin vastaa polttimen palamisilmasta ylösajon aikana, sekä se saa ilmansa sekundääripuhaltimen painepuolen linjasta.

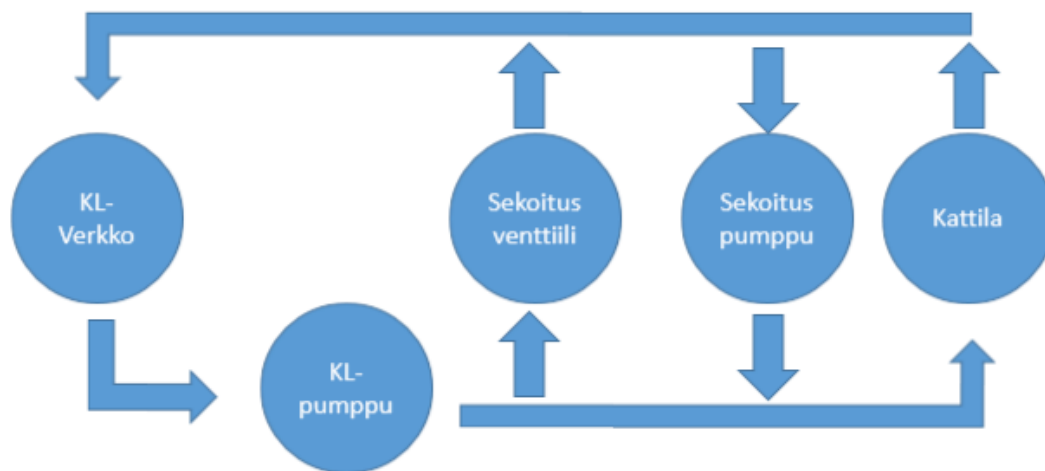
Savukaasun lämpötilaa säädetään tuliputken sisällä olevalla metallisella kierukalla, joka sitoo lämpöä itseensä. Kierukkaa ohjataan moottoriventtiilillä, joka säätelee kierukan asentoa kuinka syvällä tuliputkessa se on.

Kattilalla on lukituksia ja rajoittimia, joiden tarkoitus on estää ja suojata henkilö- ja omaisuusvahingoilta. Tärkeimpiä kattilan lukituksia ja rajoittimia ovat kaksi kuivakiehintasuojaa, käyttötermostaatti, kaksi lämpötilarajoitinta ja kaksi painerajoitinta. Kuivakiehintasuojan tehtävä on sammuttaa poltin, jos se havaitsee höyryn muodostumisen putkistossa ja estää mahdollinen kattilaräjähdykset. Käyttötermostaatti sammuttaa polttimen, jos kattilasta poistuva kaukolämpövesi pääsee kuumenemaan liikaa. Lämpötila- ja painerajoittimet taas rajoittavat öljyn syöttöä ja polttimen tehoa. Kattilalla on myös kaukolämpövedelle kaksi kappaletta varoventtiilejä, jotka avautuvat jos niiden paine pääsee kasvamaan liian korkeaksi.

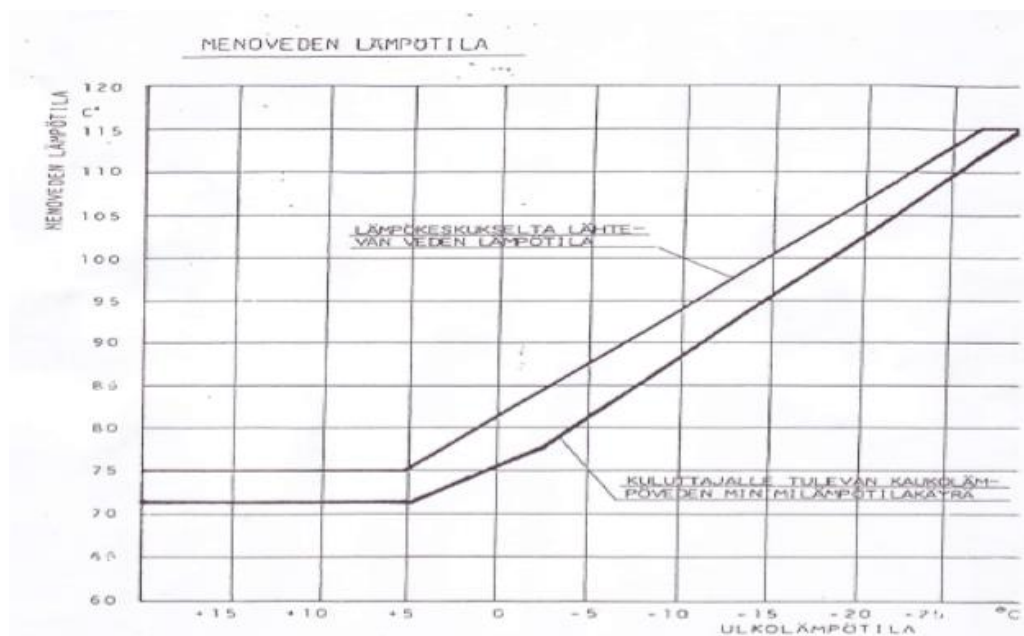
#### 4.3 Kaukolämpöjärjestelmän komponentit

Puuvillan huippukuormakattilan tarkoitus on tuottaa lämmintä kaukolämpövedettä, jota pumpataan kattilan läpi kaukolämpöpumpuilla. Kaukolämpöpumpuilla tuotetaan paine, joka voittaa kaikki painehäviöt, ja se pumpkaa kaukolämpövedettä verkkoon asakkaille sekä takaisin. Kaukolämpövesi lämmitetään kattilan sisällä, jossa savukaasujen sekä palamisen tuottama lämpöenergia siirtyy lämmönsiirtopintojen kautta kaukolämpövedeen. Kaukolämpövesi palaa verkosta noin 40 °C lämpöisenä kaukolämpöpumpuille. Kylmää kaukolämpöpaluuvettä ei voi syöttää suoraan kattilaan, etteivät kattilan lämmönsiirtopintojen ja savukaasujen lämpötilat jäädy. Siksi kaukolämpöpaluuvettä lämmitetään kattilasta poistuvalla kuumalla vedellä sekoituspumpun avulla. Sekoituspumppua säädetään painepuolen säätöventtiilillä, joka seuraa kattilaan menevän kaukolämpöveden lämpötilaa, jonka asetusarvo on 80 – 96 °C. Kattilasta

poistuva kaukolämpövesi on asetusravoltaan 120 °C, mikä on matkalla takaisin kaukolämpöverkkoon. Tätä kuumaa kaukolämpövedettä ei voi päästää suoraan verkkoon, vaan sitä viilennetään sekoitusventtiilillä kaukolämpöpaluuedellä. Sekoitusventtiiliä säättää verkkoon menevän veden lämpötilamittaus, joka saa asetusravonsa ulkolämpötilasta Pori Energia Oy:n LLY-kuvaajan mukaan 75 – 115 °C.



Kuva 9. Kaukolämpöjärjestelmän komponenttien prosessikaavio (Lepola 2018)

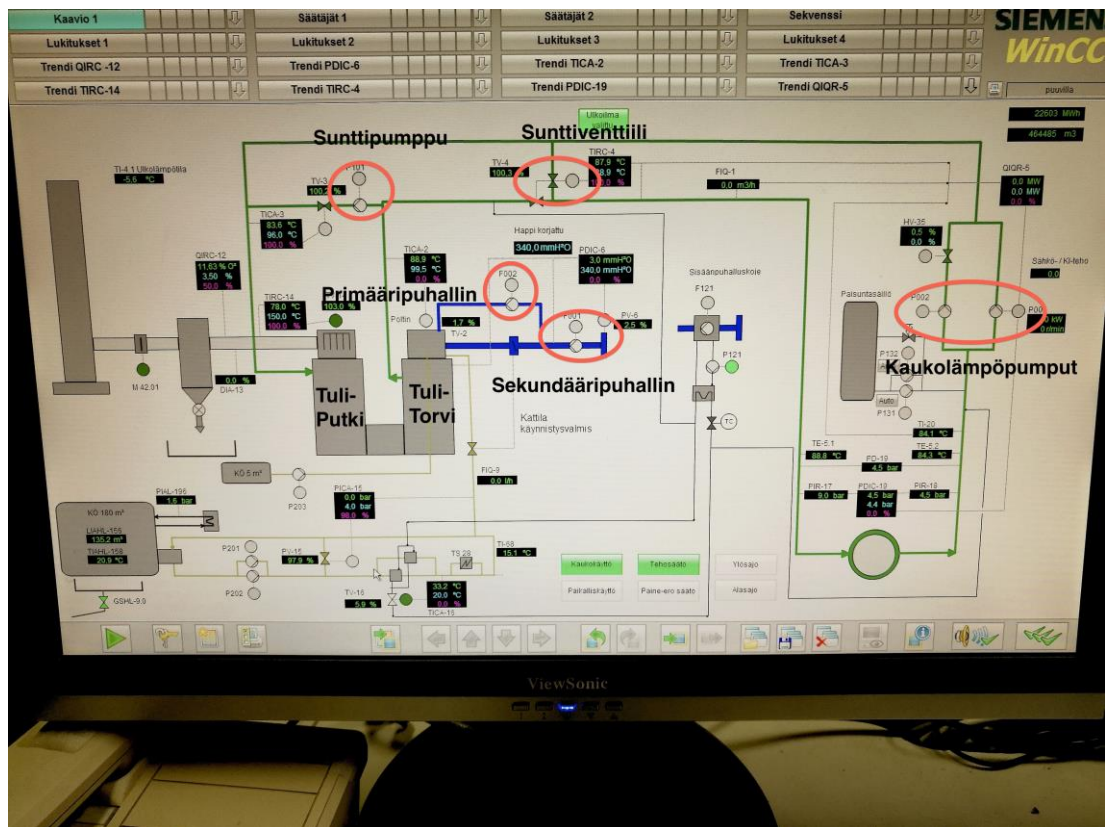


Kuva 10. Porin kaupungin sähkölaitos kaukolämpöosaston LLY-kuvaaja (1982)

#### 4.4 Keveyen polttoöljyn komponentit

Puuvillan lämpökeskus siirtyi raskaasta polttoöljystä kevyeen polttoöljyyn vuonna 2014. Samalla uusittiin öljysäiliö, jonka koko on 189 m<sup>3</sup>. Säiliötä lämmitetään kaukolämmöllä. Säiliö sijaitsee kattilarakennuksen vieressä erillisessä rakennuksessa. Öljyputket kulkevat maan alla. Valumavarotoimenpiteenä on öljynerotuskaivo, jossa on öljyntunnistin. Kattilarakennuksen sisällä on 3 m<sup>3</sup> starttiöljysäiliö, jota käytetään polttimen sytytyksessä ja ylösajossa.

Kevytöljy kulkee suodattimien kautta öljypumpuille, joita on kaksi kappaletta, ja jatkaa matkaansa lämmitykseen, joka sisältää 2 kpl kaukolämmönsiirtimiä ja sähkölämmittimen. Lämmitys on suunniteltu alun perin raskaalle polttoöljylle, mutta polttoainemuutoksen takia ei lämmitystä enää tarvita ja se tullaan purkamaan.



Kuva 11. Puuvillan pääkomponentit (Paikallissohjauksen näyttö 2010)

## 5 PI-KAAVIO

PI-kaavio eli putkitus- ja instrumentointikaavio on piirros tietyn prosessin putkistosta ja sen instrumenteista. PI-kaavioihin piirretään prosessin laitteet ja koneet sekä putkistot ja automaatiolaitteet. Automaatiolaitteiden toiminnon kuvaamiseen käytetään standardimerkkejä, jotka on määritelty standardeissa SFS 4285 ja SFS 4286.

PI-kaavio antaa selvän kuvan prosessin laitteista ja auttaa työntekijöitä esim. erotusten kanssa, jossa tietty osa prosessista pitää sulkea pois tai ottaa pois käytöstä, niin ettei se vaikuta muuhun prosessiin.

### 5.1 PI-kaavion tarkoitus

PI-kaavion tarkoitus on antaa tiedot prosessin teknillisestä ratkaisusta, esittää putkien ja muiden kuljetusteiden kulku, antaa tiedot putki-, instrumentointi- ja asennuspiirustusten laatimista varten ja antaa tiedot materiaaliluettelon ja kustannusarvion laatimista varten.

PI-kaavion tarkoitus on olla pohjana laitteiden jatkosuunnitelmalle, antaa perustiedot instrumennoinnista, putkilinjoista ja prosessin laitteista. Sen tarkoitus on myös auttaa suunnittelu- ja 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)

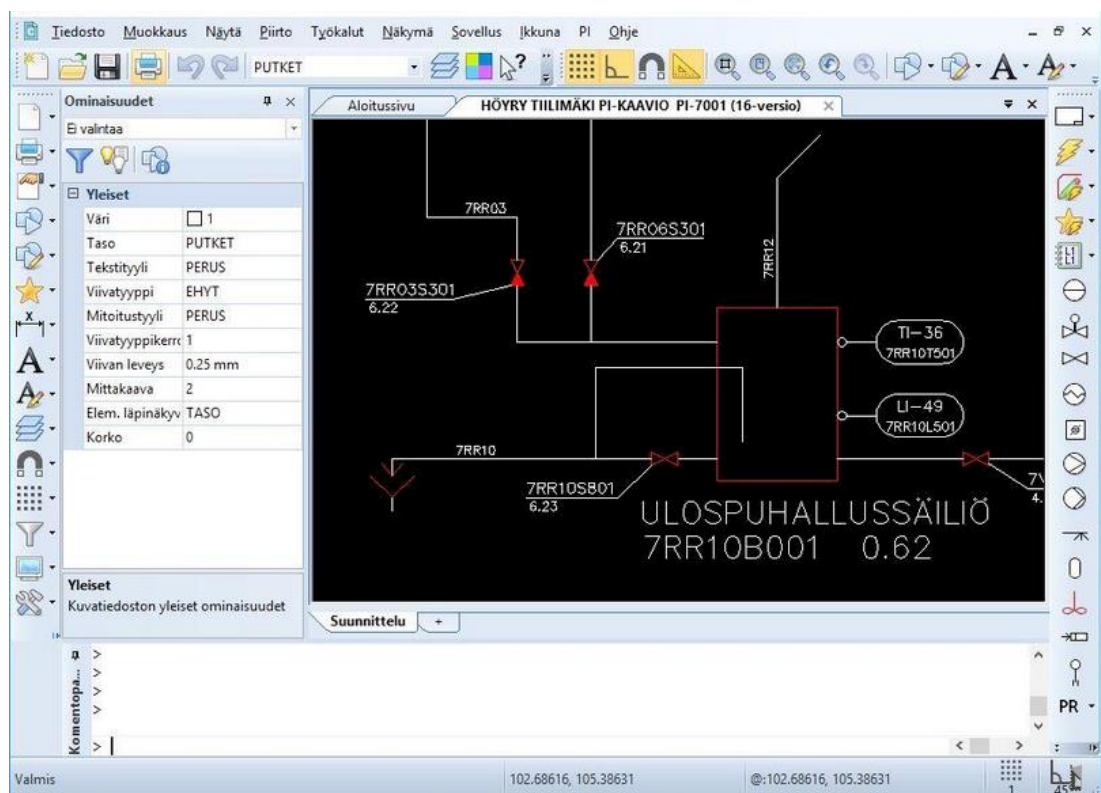


Kuva 12. Prosessikaavioiden piirrosmerkkejä (SFS 4286)

## 5.2 CADS PI 17 –ohjelma

CADS PI 17-ohjelma on CAD-piirto-ohjelma, joka on suunniteltu PI-kaavioiden piirtämiseen, ja sen on kehittänyt suomalainen Kyndata Oy. Kyndata Oy on perustettu vuonna 1979 ja se on kotoisin Kotkasta. Se on kehittänyt CADS-ohjelmiaan jo 30 vuotta (Kyndatan www-sivut 2018).

CADS PI 17 sisältää laajan valikoiman SFS 4286 standardin mukaisia instrumenttien ja laitteiden symboleja. Sen avulla voi myös tehdä positioluetteloa samalla kun lisää uuden putken, instrumentin tai laitteen piirustukseen. CADS PI 17 on myös suomenkielinen ja selkeä käytettävyydeltään. Symbolit sijaitsevat oikeassa reunassa, ja niitä on useita kymmeniä. Omia symboleja voi tietenkin luoda ja tallentaa muistiin. Symbolien kokoa ja ominaisuuksia voidaan muuttaa joustavasti ja monipuolisesti.



Kuva 13. CADS 17 -ohjelma (Tomi Peltomaa 2017)

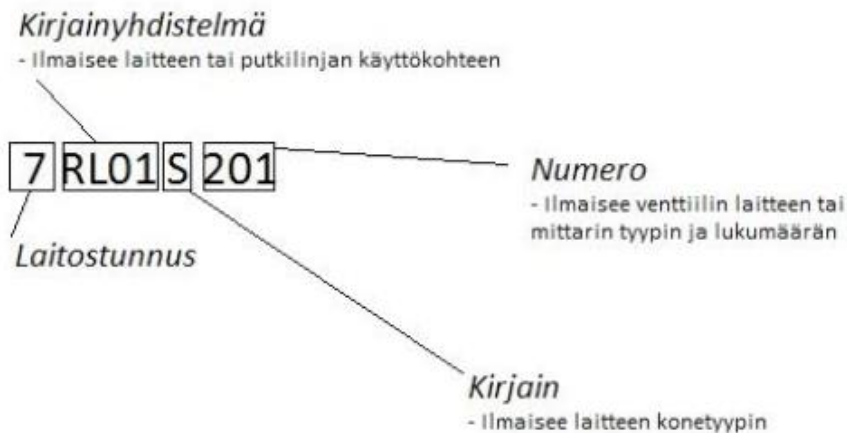
## 6 AKZ-TUNNUSJÄRJESTELMÄ

AKZ-tunnusjärjestelmä on alun perin Saksasta, ja se on tunnusten nimeämisjärjestelmä. Se on suunniteltu teollisuuden lämpövoimalaitosten laitososien ja laitteiden positiointiin. Voimalaitoksissa laitteisiin kohdistuva toiminta tapahtuu nykyään tietokoneilla, jolloin yksilöity laitekohtainen tunnus on tärkeä.

AKZ-positio koostuu kirjaimia ja numeroita sisältävästä koodista, jossa ensimmäinen numero kuvaa laitostunnusta, seuraavat kirjaimet ja numerot ovat laitteen tai putkiston tunnus, sitten tulee kirjain, joka ilmaisee konetyypin ja viimeiseksi numerokoodi, joka ilmaisee venttiilin, laitteen tai mittarin tyyppin ja lukumäärän.

Rakenne varmistaa että kaikki laitteet, venttiilit, instrumentit ja putkistot on yksilöity ja niillä on omat tunnuksensa.

### Esimerkki positiotunnus



Kuva 14. AKZ-tunnuksen rakenteen esimerkki. (Tomi Peltomaa 2017)

## 7 TYÖN ETENEMINEN

### 7.1 Projektin alku

Projekti aloitettiin selvittämällä työpaikan sijainti, ohjelma ja työkalut joilla työ suoritetaan, yleiset pelisäännöt, työn rajausta ja läheiset ohjaajat. Alkuun käytiin vierailemassa Puuvillan lämpökeskuksessa, jossa tutustuttiin prosessiin ja sen komponentteihin. Prosessiin tutustuttiin laitoskierroksella, jossa selvitettiin laitteiden ja putkistojen sijainnit. Ohjaamossa opeteltiin laitoksen käyttöön liittyvät säätöpiirit, lukitukset, sekvenssit sekä mittaukset. Puuvillan ohjaamosta löytyi paljon materiaalia, laitoksen laitteista, toiminnoista sekä ylös- ja alasajosta.

PI-kaavion piirtämisen alkuun opeteltiin AKZ-tunnusjärjestelmä: mistä tunnus muodostuu, mitä sen numerot ja kirjaimet tarkoittavat. Tutustuttiin CADS PI 17-ohjelman käyttöön ja sen toimintaan. Ohjelman opettelu oli pääosin itsenäistä, sillä ohjelmaa osasi käyttää vain muutama henkilö Aittaluodossa. Ongelmia muodostui alussa kuvan skaalaamisessa, sekä oikean kokoisen arkin valitsemisessa.

Ennen PI-kaavion piirtämistä tuli myös opetella SFS 4285 ja SFS 4286 standardit, jotka käsittelevät prosessipiirrosten säännöt ja piirrosmerkkejä.

Työn alussa Puuvillan lämpökeskuksella ei ollut lainkaan PI-kaaviota, mutta työn aikana löydettiin alkuperäinen kaavio vuodelta 1986, minkä seurauksena työn tarkoitus muunnettiin PI-kaavion päivittämiseksi ja digitoimiseksi.

### 7.2 PI-kaavion piirtäminen

PI-kaavion suunnittelu aloitettiin yksinkertaisesti piirtämällä kynällä paperille seuraamalla putkistot, laitteet ja instrumentit läpi. Alustavat piirustukset luotiin kaukolämpöpuolesta, öljypuolesta, raakavesilinjasta, sisäpuhalluskoneen lämmityspiiristä ja ilma- sekä savukaasukanavista. Lopuksi, kun kaikista osapuolista oli alustava käsin piirretty piirros, ne yhdistettiin yhdeksi piirroksiksi. Myöhemmin löydettiin Puuvillan alkuperäinen PI-kaavio.

Käsin piirtäminen oli paras vaihtoehto, sillä piirtäminen tapahtui samalla kuin laitoksen seuraaminen paikanpäällä. Käsin piirretyt kaaviot toimivat hyvin pohjana, sillä niissä oli putkistot ja pääkomponentit piirretty paikoilleen. Tämän ansiosta kun lopullista PI-kaaviota alettiin piirtämään tietokoneelle, putkistot ja laitteet olivat jo paikoillaan, eikä tarvinnut enää kuin lisätä, siirtää, poistaa tai nimetä uudelleen laitteita.

Käsin piirrettyjä kaavioita verrattiin vanhaan vuoden 1986 kaavioon, josta saatiin selville, mitä on otettu pois käytöstä prosessista, ja mitä uutta on otettu käyttöön. Alkuperäisestä PI-kaaviosta, hävisi suurin osa mittalaitteista, jota olivat pääosin paikallismittalaitteita. Enää laitoksella ei ole paikallismittareita läheskään yhtä paljon kuin ennen, johtuen siitä, että Puuvilla on miehittämätön laitos. Laitoksesta on myös poistettu kokonaan alkuperäinen nuohousjärjestelmä, joka sisälsi nuohouspumpun, nuohoussäiliön ja kierrätyslinjan. Nuohouksen poistamisen syy on laitoksen vähäinen käyttö ja se, ettei kattilaa ei ole koskaan tarvinnut nuohota. Laitokseen oli myös tullut uutena raakavesilinjan haarautuminen öljysäiliön vaahdotuslinjaan ja uuden öljysäiliön lämmityspiiri. Molemmat uudistukset prosessiin tehtiin vuonna 2013 valtioneuvoston asettaman PIPO-asetuksen takia.

Lopullisen PI-kaavion piirtäminen suoritettiin Aittaluodon voimalaitoksella CADS PI 17-ohjelmalla. PI-kaavio piirrettiin alustavan käsin piirretyn version mukaan, johon tehtiin myöhemmin muutoksia jotta kuva näyttäisi selkeämmältä. Piirtäminen aloitettiin rajaamalla kuva A3 arkin kokoon, jota pystyi myöhemmin skaalaamaan isommaksi. Kaavioon lisättiin pääkomponentit, joihin putkistot liittyvät kuten kattila, sykroni, käynnistysöljysäiliö ja paisuntasäiliö. Tämän jälkeen piirrettiin putkistot sekä ilma- ja savukaasukanavat, jotka nimettiin AKZ-tunnuksella. Putkistoihin ja kanaviin lisättiin laitteet, venttiilit ja instrumenttilaitteet. Kaikki piirrettiin SFS 4286 standardin piirrosmerkkien mukaan, mutta jotkut kuvan piirroksiset eivät ole määritelty standardissa, kuten sisäänpuhalluskone. Nämä määrittämättömät laitteet piirrettiin mahdollisimman selkeäksi, jotta PI-kaavion käyttäjä ymmärtäisi merkin.

Kun PI-kaavio oli piirretty, kaikki venttiilit, laitteet ja instrumenttilaitteet nimettiin AKZ-positiotunnuksella, sekä instrumenteille kirjoitettiin myös niiden mittasuureet ja



valvomolaitteen kirjaintunnukset, jotka indikoivat instrumenttilaitteen mittaustoimintoja. Kirjaintunnuksen rakenne ja sen tulkinta on määritelty SFS 4286 standardissa. Lopuksi kaikkien laitteiden AKZ-positiot kerättiin yhteen laiteluetteloon.

### 7.3 Työn lopetus

Kun PI-kaavioon saatiin piirrettyä kaikki putket, laitteet, venttiilit ja instrumentit, sekä ne kaikki nimettiin AKZ-positiotunnuksella, tarkasteltiin kaavion paikkansapitävyyttä. PI-kaavion kanssa seurattiin jokainen putki ja linja Puuvillan lämpökeskuksella, sekä seurattiin, oliko kaikki laitteet piirretty ja oikeassa järjestyksessä. Ensimmäisessä tarkastuskierroksessa huomattiin, että joidenkin instrumenttilaitteiden järjestykset olivat PI-kaaviossa väärin, sekä kaukolämpöputken ilmausputki puuttui. Korjausten jälkeen suoritettiin toinen kierros lämpökeskuksella, jossa todettiin PI-kaavion paikkansapitävyys. Lämpökeskuksen tarkastuskierroksilla oli mukana käyttökäyttäjä, joka kuuluu PI-kaavion ensisijaiseen käyttäjäryhmään. Käyttökäyttäjän tahdon mukaan PI-kaaviota muokattiin korjaamalla muutaman putken ja viemärointilinjojen sijaintia, kuvan selkeyttämiseksi. Muita ulkopuolisia, joilta kysyttiin palautetta, olivat Aittaluodon sähkö- ja kunnossapitotyöntekijät.

Kun PI-kaavio oltiin todettu paikkansapitäväksi, tehtiin sen mukaan laiteluettelo, jossa listattiin kaikki PI-kaavion putket, laitteet, venttiilit ja instrumentit. Listaan kirjattiin uusi AKZ-positio sekä vanha tunnus ja toiminto prosessissa. Laiteluettelon avulla varmistettiin että kaikilla on oma yksilöity tunnus, ja onko PI-kaavioon mahdollisesti kirjoitettu väärä tunnus.

Laiteluettelon perusteella tilattiin positiotunnuskilvet, jotka käytiin asentamassa laitteisiin ja venttiileihin kiinni. Tunnuskilpien asentaminen toimii viimeisenä tarkistuksena, onko PI-kaavio paikkansapitävä. Tunnuskilvet asennetaan kiinni laitteisiin, venttiileihin ja instrumenttilaitteisiin seuraamalla PI-kaaviota, mikä tarkoittaa, että lämpökeskus joudutaan kokonaan kiertämään, ja kaikki putket, kanavat, laitteet, venttiilit ja instrumenttilaitteet tulevat tarkastettua.

## 8 YHTEENVETO

Lopputulokseksi saatiin Puuvillan huippukuormalaitokselle PI-kaavio, joka antaa selvän kuvan sen prosessista, instrumenteista ja putkistoista. Piirustuksen mukana kaikki laitteet, putkistot ja venttiilit nimettiin uudelleen saksalaisella AKZ-tunnusjärjestelmällä, jotta kaikilla olisi yksilöity tunnus. Tunnusjärjestelmä on vanhentunut ja hieman epäselvä, joten sen opetteleminen oli hankalaa. PI-kaavio piirrettiin CADS PI 17 –ohjelmalla digitaaliseen muotoon, jotta sitä voi jatkossa muokata kätevästi. Kaavio piirrettiin SFS 4285 ja SFS 4286 standardien mukaisesti, sekä mahdollisimman selkeäksi ja helposti tulkittavaksi.

PI-kaavion lisäksi laitoksen laitteista, instrumenteista ja venttiileistä luotiin laiteluettelo, jossa ne listattiin putkiston mukaisesti järjestykseen. Laiteluetteloon kirjoitettiin myös jokaisen laitteen, instrumentin ja venttiilin toimintakuvaus ja tarkoitus prosessissa.

Puuvillasta oli alun perin vain yksi PI-kaavio vuodelta 1986. Päivitettävää oli paljon, ja työ oli aloitettava melkein tyhjästä. PI-kaavion päivittäminen ja sen ylläpitäminen on tärkeää käyttötöiden ja huoltotöiden kannalta. Työn vaikein osa oli CADS PI 17 –ohjelman, sekä AKZ-tunnusjärjestelmän opetteleminen.

Työ itsessään oli varsin mielenkiintoinen ja opettavainen. Haluan vielä lopuksi kiittää Pori Energia Oy:tä tämän opinnäytetyön mahdollistamisesta ja kaikesta tuesta sekä opettavaisesta toiminnasta.

## LÄHTEET

Energiateollisuus kaukolämpötilasto raportti 2015. 2015. Viitattu 1.2.2018.  
[https://energia.fi/files/1184/Kaukolampotilasto\\_2015.pdf](https://energia.fi/files/1184/Kaukolampotilasto_2015.pdf)

Grönroos, H. 2018. Projekti-insinööri, Pori Energia Oy. Pori. Henkilökohtainen tiedonanto 1.3.2018.

Kymdatan www-sivut 2018. Viitattu 2.2.2018. <http://www.cads.fi>

Pori Energia Oy intranet tietokanta. 2018. Viitattu 1.2.2018 <http://porienergia-intra.sofis.fi/>

Pori Energia Oy M-Files tietokanta. 2018. Viitattu 1.2.2018

Pori Energia Oy:n konserni. 2018. Viitattu 24.1.2018 <https://www.porienergia.fi/Tieto/Yritys/Pori-Energia-konserni/PorE/#.WIOZOYXHanc>

Pori Energia Oy:n vuosiraportti ja katsaus. 2018. Viitattu 24.1.2018 [https://www.porienergia.fi/Global/Vuosiraportit/Vuosikatsaus\\_PoriEnergia\\_2016\\_web.pdf](https://www.porienergia.fi/Global/Vuosiraportit/Vuosikatsaus_PoriEnergia_2016_web.pdf)

Pori Energia Oy:n www-sivut. 2018. Viitattu 24.1.2018. <https://www.porienergia.fi/>

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

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



## LIITE 2

Putkisto	Komponentti	Positio (uusi)	Positio (vanha)	Selvennys	Lisäselvennys
KL-vesi paluu	putki	8UN01			
KL-vesi paluu	venttiili	8UN01S701		ilmaus	
KL-vesi paluu	venttiili	8UN01S201		sulkuventtiili	
KL-vesi paluu	venttiili	8UN01S202		sulkuventtiilin ohitus	
KL-vesi paluu	mittalaitte	8UN01T001		KL-paluuvesi lämpötila	paikallinen
KL-vesi paluu	mittalaitte	8UN01P001	PSA211	KL-paluuveden painehälytys	PIA
KL-vesi paluu	mittalaitte	8UN01P002	PSA212	Paineenpitopumpun ohjaus	PIC
KL-vesi paluu	mittalaitte	8UN01T002	TE 5.2	Teholaskun KL-paluuveden lämpötila	TI
KL-vesi paluu	mittalaitte	8UN01T003	T-20	KL-paluuvesi lämpötila	TI
KL-vesi paluu	mittalaitte	8UN01P003	PdIC-19 ala	KL-veden paine-ero	PdIC
KL-vesi paluu	mittalaitte	8UN01F001	FE-1	Teholaskun virtaus	FIRQ
KL-vesi paluu	venttiili	8UN01S203		sulkuventtiili	
KL-vesi paluu	venttiili	8UN01S204		sulkuventtiilin ohitus	
KL-vesi paluu	venttiili	8UN01S702		ilmaus	
KL-vesi paluu	venttiili	8UN01S205		sulkuventtiili	
KL-vesi paluu	mittalaitte	8UN01T004		KL-paluuvesi lämpötila	paikallinen
KL-vesi paluu	pumppu	8UN01D001		kaukolämpöpumppu 1	
KL-vesi paluu	pumppu	8UN01D002		kaukolämpöpumppu 2	
KL-vesi paluu					
KL-vesi paluu	putki	8UN02		kattilan menovesi	
KL-vesi paluu	venttiili	8UN02S201		sulkuventtiili KL-pumppu 1 jälkeen	
KL-vesi paluu	venttiili	8UN02S001		KL-pumppu 2 jälkeen säätöventtiili	
KL-vesi paluu	venttiili	8UN02S002		shunttiventtiili paluupuoli	
KL-vesi paluu	mittalaitte	8UN02T001	TICA-3	Kattilaan KL-veden lämpötilasäätö	TICA
KL-vesi paluu	venttiili	8UN02S401		paluupuolen varoventtiili	
KL-vesi meno	putki	8UN03		KL-vesi kattilasta	
KL-vesi meno	venttiili	8UN03S401		menupuolen varoventtiili	
KL-vesi meno	mittalaitte	8UN03T001	TZA-31	lämpötila korkea rajoitus 1	TZA
KL-vesi meno	venttiili	8UN03S701		ilmaus	
KL-vesi meno	venttiili	8UN03S702		ilmaus	
KL-vesi meno	mittalaitte	8UN03T002	TZA-32	lämpötila korkea rajoitus 2	TZA
KL-vesi meno	mittalaitte	8UN03T003	TICA-2	kattilasta KL-menoveden lämpötilasäätö	TICA
KL-vesi meno	mittalaitte	8UN03L001		kuivakeittosuoja 1	LZA
KL-vesi meno	mittalaitte	8UN03T004	TZA-34	käyttötermostaatti	TZA
KL-vesi meno	mittalaitte	8UN03L002		kuivakeittosuoja 2	LZA
KL-vesi meno	mittalaitte	8UN03P001	PZA-33	paine rajoitin 1	PZA
KL-vesi meno	mittalaitte	8UN03P002	PZA-34	paine rajoitin 2	PZA
KL-vesi meno	venttiili	8UN03S001		shunttiventtiili menupuoli	
KL-vesi meno	mittalaitte	8UN01P003	PdIC-19 ylä	KL-veden paine-ero	PdIC
KL-vesi meno	mittalaitte	8UN03P003	PE-17	KL-menoveden paine	PI
KL-vesi meno	mittalaitte	8UN03T005	TE-5.1	Teholaskun KL-menoveden lämpötila	TI
KL-vesi meno	mittalaitte	8UN03T006	TICA-4	KL-menoveden lämpötilasäätö	TICA
KL-vesi meno	mittalaitte	8UN03T007		KL-menoveden lämpötila	paikallinen
KL-vesi meno	venttiili	8UN03S201		sulkuventtiili	
KL-vesi meno	venttiili	8UN03S202		sulkuventtiilin ohitus	
KL-vesi meno	venttiili	8UN03S703		ilmaus	