

Risto Judin

VOIMALAITOKSEN PAINEILMAVERKOSTON KARTOITUS

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Energiatekniikan suuntautumisvaihtoehto
2012

VOIMALAITOKSEN PAINELMAVERKOSTON KARTOITUS

Judin, Risto
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Tekniikan koulutusohjelma
Helmikuu 2012
Ohjaaja: Zenger, Pekka
Sivumäärä:34
Liitteitä:5

Asiasanat: kompressorit, paineilma, pneumatiikka, putkistot

Opinnäytetyön aiheena oli kartoittaa Porin Prosessivoima Oy:n Kaanaassa sijaitsevan voimalaitoksen paineilmaverkoston rakenne, käyttökohteet ja mahdolliset vuotokohteet. Työn alkuvaiheessa oletusasetuksena oli, että öljyvoimalaitoksella ja Pyroflow-kattilalaitoksella on runsaasti vuotokohtia, putkilinjat ovat huonossa kunnossa ja tarpeettomia linjoja on paljon. Selvityksen edetessä todettiin, että öljyvoimalaitoksen työkaluilmalinja on erittäin huonossa kunnossa ja tarpeeton. Pyroflowlla todettiin olevan tarpeettomia kulutuskohteita ja vähäisiä vuotokohtia. POVO laitoksen osalta selvitys vain varmensi sitä oletusta, että tämän uuden laitoksen osalta paineilmaverkko on hyvässä kunnossa.

Paineilmaverkoston kartoitus on tehty ajalla 2.1.2012-14.2.2012. Selvitys aloitettiin perehtymällä voimalaitoksen PI-kaavioihin ja tekemällä kenttäkierroksia. Jokainen linja käytiin yksityiskohtaisesti läpi, seuraten putkien haarautumista. Mittaukset tehtiin käyttäen mahdollisuuksien mukaan TSI-mittaria, jolla pystyttiin helposti määrittämään vuotavan kohteen ilmamäärän.

Selvityksen tuloksena oli tarpeettomien paineilmakuluttajien rajaaminen venttiilien taakse ja verkon yleisen kunnan toteaminen hyväksi. Tämän selvityksen johdosta laajemmalle paineilmaverkoston kartoitukselle ei ole tällä hetkellä tarvetta.

A SURVEY OF THE COMPRESSED AIR NETWORK IN A POWERPLANT

Judin, Risto

Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Machine and Production Engineering

February 2012

Supervisor: Zenger, Pekka

Number of pages:34

Appendices:5

Keywords: compressors, compressed air, pneumatics, pipe systems

The purpose of this thesis was to chart the compressed air network in Porin Prosessivoima Oy's power plant situated in Kaanaa's industry area. The starting point for this study was that the oil power plants and the coal powered Pyroflow power plant have multiple leakage points in their compressed air network and that most of the pipelines are in poor condition and in need of replacement. As the study progressed it was found that the so called compressed tool air network that runs through the oil power plant is in very bad condition and unnecessary. The Pyroflow power plant had some minor leakage points in the network but mostly there were pipelines that are obsolete. These lines were closed. The POVO power plant's compressed air network survey showed that the plant's network is in as good condition as it should be.

The compressed air network study was carried out during 2.1.2012-14.2.2012. The study began by getting to know the pipelines and instrumentation charts and carrying out field surveys. All pipelines were checked by finding out where the line starts and where it ends. Measurements were made with a TSI-meter which made it easy to determine the amount of compressed air that flows through a certain leakage point.

The results of this study are that unnecessary compressed air consumer lines were closed and the overall condition of the network was found to be satisfactory. Because of this study was carried out there is no need for a wider survey to be carried out for this compressed air network.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	PAINEILMA	6
2.1	Vesijäähdytteinen kompressori.....	7
2.2	Ilmakuivaimet	9
2.3	Paineilmasäiliö.....	11
2.4	Pneumaattiset toimilaitteet.....	12
2.5	Paineilman käyttöohjeet.....	13
3	ÖLJYVOIMALAITOS	15
3.1	Instrumentti-ilma	15
3.2	Työkaluilma	16
3.3	Öljyvoimalaitoksen paineilman vuotokohdat	18
4	PYROFLOW	19
4.1	Instrumentti-ilma	19
4.2	Työkaluilma	21
4.3	Toimilaitteet.....	21
4.4	Pyroflown paineilmaverkon arviointi	23
4.5	Vesilaitos	24
5	POVO KATTILALAITOS.....	25
5.1	Instrumentti-ilma	26
5.2	Työkaluilma	28
5.3	Toimilaitteet.....	29
6	YHTEENVETO	31
	LÄHTEET.....	34
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Pori Energia Oy on porilaisessa omistuksessa oleva energia-alan palveluita tuottava ja tarjoava yritys.

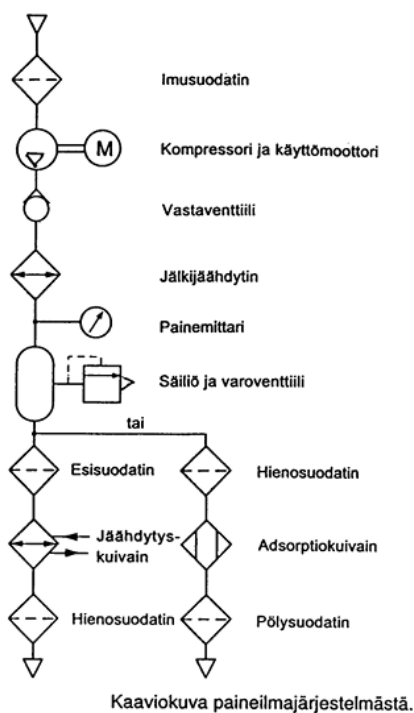
Porin Prosessivoimalla on käytössään kaksi paineilmaverkkoa Kaanaan teollisuusalueella. Ensimmäinen verkko on alueella toimivan kemianteollisuuden yrityksen tehtaan kompressoreihin nojautuva verkko, josta saadaan paineilmaa öljykattiloiden toimilaitteille, vesilaitokselle ja Pyroflow- kattilalaitokselle. Tästä vanhan puolen verkoksi nimetystä paineilmaverkosta Porin Prosessivoima Oy ostaa paineilmaa tarpeensa mukaan. Vanhan puolen verkon omistavalle yritykselle maksetaan vain käytetystä paineilmasta, joka määräytyy paineilmalinjassa olevan virtausmittauksen mukaan. Toinen verkoista on POVO -kattilalaitoksen paineilmaverkosto, johon tehdään paineilmaa kahdella laitoksella olevalla kompressorilla. POVO- kattilalaitoksen paineilmaverkko on erillinen verkkonsa, mutta se on yhdistetty tehtaan paineilmaverkoon ja näitä kahta verkkoa pystytään ajamaan ristiin jos paineilmavajetta esiintyy toisessa verkoista.

Koska tehtaan kompressorihuoneessa olevat paineilmakompressorit ja jälkikäsitteilylaitteistot eivät kuulu Porin Prosessivoima Oy:n omistukseen, ei niiden toimintaan paneuduta tässä selvityksessä kovin syvällisesti. Vain niiden toiminta ja vaikutus siihen paineilmaan, jonka Porin Prosessivoima Oy tehtaalta ostaa, käydään läpi.

2 PAINEILMA

Valmistettavaa paineilmaa tulisi käsitellä sillä tavalla, että sen laatu vastaa toimilaitteiden ja käyttötarkoituksen vaatimuksia (Airila, Hallikainen, Kääpä & Laurila 1983, 9). Liian laadukas paineilma ei tuota kuin lisäkuluja paineilman tuotossa, joten käyttökohteiden laatuvaatimukset on syytä tarkistaa hyvin. Paineilman laatuun vaikuttavat mm. imuilman lämpötila, pölyisyys, kosteus ja kuivausmenetelmät. Normaali-kierrossa ilma imetään kompressorin sisään, jossa se puristetaan korkeaan paineeeseen. Tämä lämmennyt ja kostea paineilma johdetaan usein ensin jälkijähdytimeen, jossa sitä jäähdytetään kuivaimelle sopivaan lämpötilaan. Kuivaimen jälkeen kuivattu, kastepisteeltään sopiva paineilma siirretään joko suoraan putkilinjaa pitkin tai paineilmasäiliön kautta käyttökohteeseensa. ”Paineilman jälkikäsitely lisää aina painehäviöitä, mutta puutteellisesti käsitelty paineilma aiheuttaa mm. korroosiota ja tuotantohäiriöitä”. (Motiva 2010 osa 1, 9.)

Tyypillisessä paineilmajärjestelmässä on vähintään yksi kompressor, ilman jäähdytinja järjestelmä, ilman kuivain, paineilmasäiliö ja ilmansuodatin kuvan 1 mukaisesti.



Kuva 1. Kaaviokuva paineilmajärjestelmästä (Keinänen, Kärkkäinen 2012, 24)

Yleensä paineilmalaitteisto on kytkettynä työ- ja instrumentti-ilman jakeluverkkoon. Paineilmajärjestelmä voidaan rakentaa monella eri tavalla sijoittelemalla paineilmalaitteistoja käyttökohteiden läheisyyteen ja valitsemalla oikeankokoiset ja teholtaan sopivat laitteistot vastaamaan käyttökohteiden paineilman tarvetta. Käytännössä ainoa periaate on mahdollisimman taloudellisen paineilman tuottaminen (Airila ym. 1983, 120). Tähän ajatteluun ohjaa se tieto, että paineilman tuoton hyötysuhde on erittäin huono. Kompressorille tuodusta akselitehosta noin 94 prosenttia menee lämpöhäviöihin ja vain noin 6 prosenttia saadaan siirrettyä paineilman käyttökohteeseen (Airila ym. 1983, 91). Kompressorin hyötysuhdetta on kuitenkin mahdollista parantaa ottamalla lämpöhäviöitä talteen ja hyödyntämällä niitä esimerkiksi huonetilan lämmittämiseen siirtämällä lämpö joko vesijäähdytteisen kompressorin vesikierron kautta tai ilmajäähdytteisen kompressorin öljynjäähdyttimen ilma-aukon kautta lämmitettävään kohteeseen.

Vaikka paineilman tuottaminen on kallista, on myös tärkeää, että se ei lopu kesken. Tehtaalla olevista kuudesta kompressorista 4-5 on käytössä koko ajan ja yksi on varalla jos jokin toiminnassa olevista kompressoreista pysähtyy tai rikkoontuu. Kompressorit tuottavat paineilmaa sekä tehtaan omiin tarpeisiin työpisteille ja toimilaitteille että paineilmaa Pyroflown, 3-, 4-, 5- kattilan ja vesilaitoksen työkaluilma tai instrumentti-ilmaverkostoon. POVO- kattilalaitoksella olevista kahdesta kompressorista molemmat ovat käyttövalmiudessa koko ajan. Turbiinialissa olevaa, paineilma-tuotoltaan isompaa kompressoria pyritään pitämään päällä koko ajan, koska se kykenee tuottamaan enemmän paineilmaa ja tuotettu paineilma syötetään suoraan suurempaan, 10 m³ paineilmasäiliöön.

2.1 Vesijäähdytteinen kompressori

Niin vanhan puolen kuin POVO:n kompressorit ovat vesijäähdytteisiä. Omasta, sisäiseen jäähdytysvesiverkkoon kytketystä linjasta tuodaan putkessa vettä kompressorin läpi ja jäähdytetään kompressorissa kiertävää voiteluöljyä. Tehtaan kompressoreista syntyvä hukkalämpö otetaan talteen vesilaitokselle menevään VKE- veteen (puhdas vesi). POVO:lla molempien kompressorien jäähdytykseen käytetään sisäisen jäähdy-

tysvesikierron vettä. Taulukossa 1 on esitetty savukaasupuhallinhuoneessa olevan CSDX 169- kompressorin tuottotiedot ja taulukossa 2 turbiinialissa olevan DSD 202- kompressorin tuottotiedot.

CSDX-sarjan tekniset tiedot

Malli	Maks. käyttö-paine bar	Koko laitteiston tuotto *) eri käyt-töpaineissa m ³ /min	Maksimi-käyttöpaine bar	Moottorin nimellisteho kW	Ääni-taso**) dB(A)	Paineilma-litaintä	Paino kg	Mitat L x S x K mm
CSDX 137	7,5	13,71	8	75	72	G2	1920	1950 x 1285 x 2025
	10	11,87	11					
	13	9,88	15					
CSDX 162	7,5	16,11	8	90	73	G2	2038	1950 x 1285 x 2025
	10	13,50	11					
	13	11,70	15					

*) Tuoton mittaus ISO 1217: 1996 -standardin Liitteen C mukaisesti; **) Äänitason mittaus PN8NTC2.3 -standardin mukaisesti 1 metrin etäisyydellä avoimella kentällä

Taulukko 1. CSDX 162- kompressorin (Kaeser Online www-sivut 2012)

DSD-/DSDX-kompressorien tekniset tiedot

Perusversio

Moottorin nimellis-teho kW	Malli	Käyttö-paine bar	Tuotto *) Koko laitteiston tuotto nimelliskäyttö-paineessa m ³ /min	Maksimi-käyttö-paine bar	Mitat L x S x K mm	Äänitaso **) dB (A)	Paino kg
75	DSD 142	7,5	13,62	9	2350 x 1730 x 2040	68	2690
90	DSD 172	7,5	16,12	8,5	2350 x 1730 x 2040	69	2830
		10	13,20				
110	DSD 202	7,5	20,46	8,5	2350 x 1730 x 2040	70	3230
		10	15,52				
		13	12,68				
132	DSD 238	7,5	23,80	8,5	2350 x 1730 x 2040	71 79****)	3354
		10	19,92				
		13	14,80				
132	DSDX 243	7,5	24,10	8,5	2600 x 1980 x 2040	70 78****)	3631
		10	20,12				
		13	14,90				
160	DSDX 302	7,5	30,20	8,5	2600 x 1980 x 2040	71 78****)	4105
		10	23,50				
		13	19,52				

*) Tuoton mittaus ISO 1217: 1996 -standardin Liitteen C mukaisesti; **) Äänitason mittaus PN8NTC2.3 -standardin mukaisesti 1 m:n etäisyydellä avoimella kentällä ****) Korkealla tuuletinnopeudella

Taulukko 2. DSD 202- kompressorin (Kaeser Online www-sivut 2012)

2.2 Ilmakuivaimet

Tehtaan kompressorihuoneessa on käytössä kuusi ilmankuivausyksikköä. Kuivausyksiköiden elvytysilma johdetaan painesäiliön kautta suoraan ulkoilmaan. Tämänhetkinen kuivaimilta verkkoon tulevan paineilman kastepiste on vain $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$, mikä saattaa aiheuttaa vikoja Porin Prosessivoiman toimilaitteissa ulkolämpötilan laskiessa lähelle käytettävää kastepistettä. Jos paineilman virtaus pysyy suurena, ei kastepistettä alhaisempikaan ulkolämpötila välttämättä jäädytä putkistoja. Syynä alhaiseen kastepisteeseen voi olla lauhteenpoistinten tukkoisuus, joka vaikuttaa suoraan kuivainten kykyyn poistaa vettä paineilmasta (Airila ym. 1983, 158).

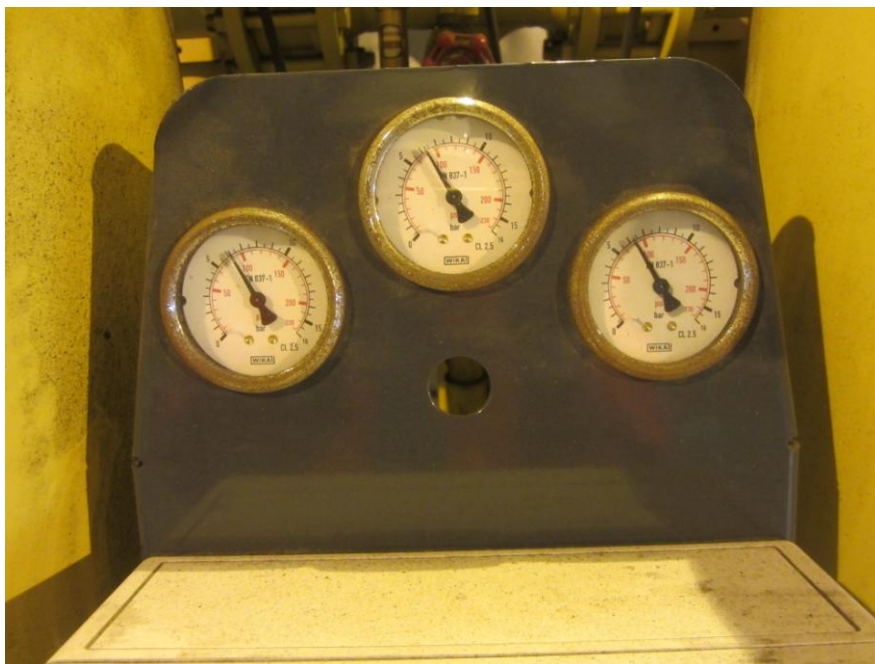
POVO:n puolella molempien kompressorien yhteyteen on kytketty adsorptiokuivaimet. Kuvassa 3 näkyy turbiinisalin KAESER DC 215 E adsorptiokuivain. Savukaasupuhallinhuoneessa oleva kuivain on mallia KAESER DC 169 E, joka eroaa turbiinisalin kuivaimesta vain teknisin tiedoin. DC 169 E on mitoitettu vastaamaan savukaasupuhallinhuoneessa olevan kompressorin pienempää paineilman tuottoa. Taulukon 1 mukaan kuivaimen kastepiste on $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, mutta Metso DNA prosessinäytöllä kastepistemittaus on pitkän aikaa näyttänyt $-59\text{ }^{\circ}\text{C}$:tta. Mittari todettiin selvityksen aikana vialliseksi ja se vaihdetaan toimivaan. Todellinen kastepiste on kuitenkin luultavasti ollut $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, koska KAESER huoltaa säännöllisin väliajoin kuvan 3 adsorptiokuivainta. Tarpeettoman alhainen kastepiste lisää vain adsorptiokuivainten kuormitusta ja sähkönkulusta, ollen täten haitallinen tekijä.



Kuva 3. Adsorptiokuivain KASER DC 215 E (Risto Judin)

Jos toinen kompressoreista tai molemmat otetaan huollon tai muun vikaantumisen ajaksi pois käytöstä talviaikana ja paineilmaa joudutaan ottamaan tehtaan verkosta, on tällöin kuivainten jälkeinen paineilmarunkoverkkoon menevä venttiili suljettava. Tämä on tehtävä sen takia, että vaikka kompressori ei olisikaan päällä, niin adsorptiokuivaimet pyrkivät elvyttämään itseään säännöllisin väliajoin. Kun tehtaan puolelta tuleva, jo kuivattu ilma pääsee adsorptiokuivainten sisään, käytössä oleva aktivoitu alumiini lämpenee, mutta ei kyllästy ja rupeaa tämän seurauksena murtumaan (Heino henkilökohtainen tiedonanto 14.2.2012). Runkolinjan venttiilin sulkemisen lisäksi on myös hyvä sammuttaa adsorptiokuivaimet. Kuivainten sammuttamisessa on huomioitava, että molemmissa kuivansäiliössä on oltava sama paine, kuvan 4 mukaisesti ennen kuin virta katkaistaan. Jos paineet eivät ole samat ja kuivain sammutetaan, voivat osa säätävistä läppäventtiileistä siirtyä väärään asentoon ja aiheuttaa lisää

huoltotoimenpiteitä tai paine-erosta voi syntyä paineisku, joka vaurioittaa laitteistoja(Endblom henkilökohtainen tiedonanto 14.2.2012).



Kuva 4. Adsorptiokuivainten painemittarit (Risto Judin)

2.3 Paineilmasäiliö

Paineilmasäiliö on painelaite, jota koskee kauppa- ja teollisuusministeriön päätös (953/1999) painelaiteturvallisuudesta: ”Painelaite on sijoitettava sekä sitä ympäröivät tilat ja rakenteet suunniteltava ja toteutettava niin, että vaurio- tai käyttöhäiriötilanteessa tapahtuva sisällön purkautuminen aiheuttaa mahdollisimman vähän vaaraa. Sijoituksen tulee lisäksi olla sellaisen, että painelaitetta voidaan asianmukaisesti käyttää, tarkastaa ja pitää kunnossa.”(KTMP painelaiteturvallisuudesta 953/1999, 6§.)

Paineilmasäiliöllä on verkostossa neljä tehtävää: Toimia verkoston paineentasaajana kulutushuippujen esiintyessä, tehdä kompressori käynti mahdollisimman joustavaksi, pienentäen sen energian kulutusta, toimia vedenerottimena ja toimia varastosäiliönä, joka etenkin sähkökatkon sattuessa takaa laitoksen turvallisen alasajon(Motiva 2010 osa1, s 10).

Paineilmasäiliön pohjaan on asennettu lauhteenpoistoverkostoventtiili, jolla pystytään tyhjentämään säiliö sinne mahdollisesti kertyneestä vedestä. POVO:n paineilmaverkostossa on neljä muutakin lauhteenpoistopistettä, jotka ovat sijoitettuna kattilahuoneen ensimmäiseen kerrokseen. Poistoverkostoventtiilit ovat työkalu- ja instrumentti-ilmaverkon runkoputkien alapäässä ensimmäisessä kerroksessa. Kaksi venttiiliä on sijoitettuna kattilahuoneen ulospuhalluslinjojen viereen ja toiset kaksi hissien puoleiselle seinälle. Käyttäjän on hyvä varmentaa verkon kuivuus avaamalla varovasti näitä venttiileitä kierroksensa aikana. Jos vettä esiintyy, indikoi se sitä, että adsorptiokuivaimet saattavat olla epäkunnossa. Pakkaskäytöllä tämän asian tarkkailu on erittäin tärkeää jäätymisvaaran takia.

2.4 Pneumaattiset toimilaitteet

”Pneumatiikka on yleisnimitys järjestelmille ja laitteille, joissa käytetään kokoonpuristuvaa väliainetta(kaasua).”(Fonselius, Korhonen, Saarineva & Pekkola 1993, 10.)

Niin vanhemman kuin uuden puolen verkostossakin paineilman suurimmat kuluttajat ovat lentotuhkan lähettimet. Näissä on säätöventtiilit, jotka annostelevat paineilmaa painesäiliöön sitä mukaan kuin lentotuhkaa kertyy ja säiliö täyttyy. Kuvassa 5 on POVO:n letkusuodatin 1:sen paineilmalähetin. Suurin kulutus menee poistolinjan huuhteluun, jossa automatiikka varmentaa sen, että puhallettava linja on tyhjä. Tämän savuttaakseen automaattinen venttiili päästää paineilmaa huuhdeltavaan linjaan niin kauan, kunnes poistolinjan paine on laskenut alle alarajan. Tällöin putki on tyhjä ja kaikki linjassa ollut tuhka on kulkeutunut siiloon.



Kuva 5. Letkusuodatin 1, paineilmalähetin (Risto Judin)

2.5 Paineilman käyttöohjeet

Haittatekijöiden vähentämiseksi Keinänen ja Kärkkäinen(2005, 22) esittävät paineilman käytölle seuraavanlaisia ohjeita: Paineilmaverkostoa suunniteltaessa on selvitettävä paineilman kokonaiskulutustarve ja valittava kompressorikapasiteetti sen mukaan. Paineilman siirtämiseen on valittava oikeat putkikoot ja liittimet painehäviöiden minimoimiseksi. Erittäin tärkeä asia paineilman kokonaiskulutuksen kannalta on venttiilien sulkeminen työajan päättyessä. Tällä pienellä toimenpiteellä estetään paineilman jatkuva kulutus työajan ulkopuolella. Kompressorien kuormitusta lisää myös paineilmalinjassa olevat vuodot, joihin on syytä puuttua välittömästi. Myös

jatkuvaa toimilaitteiden, verkoston, venttiilien ja liittimien kunnan seuranta on syytä harjoittaa.

Ilmankosteus lisää paineilma kuivaustarvetta, joten kompressorin sijoituksella ja huonetilan valinnalla on olennainen merkitys valmistettavan paineilman laatuun. Paras tapa poistaa kosteutta on kuivainten käyttö, mutta jos kuivaimia ei ole, on järjestelmässä oltava vedenerottimia, joilla vesi saadaan pois järjestelmästä. Veden poistamisella pienennetään jäätymisriskiä ja parannetaan voitelua, koska lauhdevesi ei pääse huuhtelemaan öljykalvoa.

Paineilmakoneet on huollettava säännöllisesti ja ne on pidettävä käyttökunnossa. Laitteissa on käytettävä oikeita voiteluaineita ja säädettävä niiden kulutus toimilaitteille sopivaksi.

Paineilmaa ei saa käyttää jäähdytys- tai tuuletustarkoituksiin. Koeponnistuksen teko kokoonpuristuvalla yllättäen purkautuvalla paineilmalla on hengenvaarallista! Myös vaatteiden puhaltaminen paineilmalla on ehdottomasti kielletty. Sekin voi olla hengenvaarallista!

3 ÖLJYVOIMALAITOS

Öllyvoimalaitoksella on kolme erillistä öljykattilaa, joihin kuluu paineilmaa. Pääosa kuluvasta paineilmasta menee öljypolttimilla oleviin näkölaseihin, joiden läpi tarkastellaan palavan liekin muotoa. Näkölaseja on polttimilla kolme kappaletta ja jokaisella kattilalla on kaksi öljypoltinta. Vaikka näkölaseille tulevan paineilmaputken halkaisija onkin pieni, aiheuttaa jatkuva ilman kulutus sekä tarpeetonta kompressorien käyntiä että ylimääräisiä kustannuksia. Näkölaseille tulevat linjat ovat käsiventtiileillä suljettavia ja tämän vuoksi jäävät helposti kattilan ylös- tai alasajon jäljiltä huomaamatta auki. Ja koska linjojen on oltava auki kattiloiden ollessa päällä, jotta kattilan ylipaine ei puhaltaisi kuumaa ilmaa kattilan sisältä päin näkölaseja rikkoen niitä, ei niiden sulkemista tehdä välittömästi vaan ne jäävät muistinvaraiseen sulkemiseen.

Öllyvoimalaitoksen ja tehtaan kompressorihuoneen PI-kaaviot löytyvät Porin Prosessivoiman Kronodoc- järjestelmästä numeroilla 657100v2 ja 697227v1.

3.1 Instrumentti-ilma

Öllyvoimalaitoksen instrumentti-ilma voidaan nähdä jakautuvaksi kahdeksi eri linjakseen. Tehtaan kompressorihuoneesta lähtee kaksi erillistä linjaa öljyvoimalaitokselle. Linjat eivät yhdisty missään vaiheessa.

Ensimmäinen linjoista kulkee kompressorihuoneen ja öljyvoimalaitoksen yhdistävää käytävää pitkin öljyvoimalaitokselle ja toinen menee kompressorihuoneen perältä, katon rajasta ulkokautta 3. turbiinisaliin. Tähän linjaan on kytkettynä kaikki toimilaittekaapit ja 3-kattilan polttimille menevät paineilmat. Linjaan on kytkettynä myös 2. ja 3. turbiinin instrumentoinnin säätökaapit, joista 2. turbiinin säätökaapille tuleva paineilmalinja on hyvä sulkea, koska 2. turbiinia ei enää tulla käyttämään.

Toinen linja kulkee 4- ja 5- kattiloille. Tästä isosta, DN 125 runkolinjasta otetaan paineilmaa poltinten ja kattilan näkölaseille ja paineilmaksiksi polttimille. Linjaan on asennettu mittalaippa, jonka tarkoituksena on mitata putkessa kulkevaa paineilman määrää, mutta mittausta ei ole vielä kytketty järjestelmään. Tämä kytkentä on syytä suorittaa mahdollisimman pian tarkan kulutusmäärän saamiseksi.

3.2 Työkalu ilma

Öllyvoimalaitoksen työkaluilmaverkon selvityksen jälkeen huomattiin, että linjassa on tällä hetkellä kytkettynä vain kaksi paineilmaa tarvitsevaa kohdetta. Ensimmäinen näistä on kuvassa 6 näkyvä paineilmatyöpiste. Tämän kohteen käyttöarvoa on vaikea arvioida, mutta työpisteelle tuleva paineilmalinja olisi järkevämpää yhdistää öljyvoimalaitoksen instrumentti-ilmalinjan verkkoon, mikäli tämän kappaleen johtopäätökset pannaan täytäntöön.



Kuva 6. Öllyvoimalaitoksen 2. kerroksen paineilmatyöpiste (Risto Judin)

Toinen kohde on 2. kerroksesta seinän läpi, uudelle öljyasemalle menevä linja. Tämä linja on kytketty öljyasemalla olevaan toimilaitekaappiin. Kyseinen linja on järkevämpää siirtää Pyroflown instrumentti-ilmalinjasta tulevaksi, vähentäen painehäviöitä ja tarpeettomia putkilinjoja.

Työkaluilmalinja on kokonaisuudessaan huonossa kunnossa ja tarpeeton. Käyttäviä kohteita ovat vain edellä mainitut ja näidenkin osalta kulutus on vähäistä. Kuvassa 7 näkyy osa työkaluilman putkesta. Linja ei ole kokonaisuudessaan päässyt näin ruostuneeseen kuntoon, mutta silmämääräinen tarkastelukin jo osoittaa, että kunto on huono. Paineilmalinja on pitkä ja haaraumakohtia on paljon. Selkeitä vuotokohtia ei selvityksen aikana esiintynyt, mutta linjan poistoa on sen huonon kunnon ja tarpeettomuuden vuoksi syytä harkita.



Kuva 7. Työkaluilmalinjan putki, 2. turbiinisali (Risto Judin)

3.3 Öljyvoimalaitoksen paineilman vuotokohdat

Vuotokohtina voi pitää edellä mainittuja näkölaseja, joille tulee paineilmaa linjasta jatkuvalla syötöllä. Etenkin 4- ja 5-kattilalle tulevaan runkolinjaan olisi järkevää asentaa joko käsikäyttöinen tai automaattinen sulkuventtiili, joka voitaisiin sulkea, kun kattilat eivät ole päällä. Tällöin minimoitaisiin kulutettavan paineilman määrä. Muita kohteita ovat polttimille ja liekkivahtiin menevät paineilmalinjat, jotka pidetään auki normaaliajon aikana, mutta joita ei ole tarvetta pitää aukinaisena kattilan ollessa pois käytöstä. 5- kattilan näkölaseihin menevän paineilmalinjan jatkeena on linja, joka jatkuu polttimille tulevan poltinilman kanavaan. Tämä linja puhaltaa paineilmaa imuilmalinjaa ja on täten tarpeeton ja se olisi syytä poistaa. Linja on kokoluokkaa DN 15, jolloin putken halkaisijan pinta-ala on $346,36 \text{ mm}^2$. Ilmaa virtaa putkessa $28,33 \text{ m}^3/\text{min}$ aiheuttaen taulukon 3 tiedoilla vuositasolla 79 330,40 euroa ylimääräisiä kustannuksia. Linja suljettiin välittömästi kyseisen huomion johdosta.

4 PYROFLOW

Pyroflow hiilivoimalaitokselle tuotetaan paineilmaa tehtaan kompressoreista. Paineilmatasot ovat 7 baaria ja sekoitusilmaksi menee 3 baarin sekoitusilmaa. Vaikka sekoitusilmaa kulutetaankin kattilan käynnissäpidon kannalta oleelliseen asiaan, polvi-ilmaksi, ei kyseisen verkoston selvitys kuulu tämän työn piiriin. Mainittakoon kuitenkin, että instrumentti-ilmaverkosta on yhteys sekoitusilmaverkkoon. Linjat on erotettu toisistaan käsiventtiilillä. Käsiventtiili on sijoitettu Pyroflown ensimmäisen kerroksen petilanssien tasolle. Jos sekoitusilmaa tuottavat kompressorit pysähtyvät, on mahdollista korvata tämä puuttuva ilma instrumentti-ilmalla. Instrumentti-ilma kulkee paineenalentajan kautta sekoitusilmaverkkoon.

Aikaisemmin työkaluilmaverkko ja instrumentti-ilmaverkko ovat olleet omia kokonaisuuksiaan, mutta nykyään tehtaan kompressorihuoneesta tulevasta linjasta haarautuvat niin instrumentti-ilma kuin työkaluilmakin. Eli paineilma tuotetaan yhteen putkeen, joka haarautuu kahdeksi eri käyttöverkoksi.

Pyroflown PI-kaavio löytyy Kronodoc- järjestelmästä numerolla 697257v1.

4.1 Instrumentti-ilma

Tehtaan kompressorit tuottavat tällä hetkellä kaiken Pyroflown tarvitseman instrumentti-ilman. Instrumentti-ilmalinja kulkee kompressorihuoneen ulkokautta Pyroflown ja öljyvoimalaitoksen yhdistävään kulkusiltaan. Kulkusillalta linja haarautuu siten, että paineilmaputkisto jatkaa kulkuaan aina Pyroflow kattilahuoneeseen saakka ja yhdistyy siellä toiseen, kulkusillalta ulkona olevan paineilmasäiliön kautta kattilahuoneeseen tulevaan linjaan. Kahta linjaa käyttämällä voidaan kulutuskohteet ja linjat eristää venttiilien taakse ajokatkojen ajaksi.

Kuvassa 8 näkyy Pyroflown rakennuksen ulkoseinälle sijoitettu paineilmasäiliö.



Kuva 8. Pyroflow- kattilalaitoksen paineilmasäiliö (Risto Judin)

Kulkusillalta paineilmasäiliölle haarautuva linja tulee kuvassa säiliön vasemmalta ja jatkaa kulkuaan savukaasupuhallin huoneeseen kuvassa säiliön oikealta puolelta lähtevää linjaa pitkin. Instrumentti-ilman suurimmat käyttökohteet ovatkin savukaasupuhallinhuoneessa olevat lentotuhkan palautustykit, joita käytetään syntyneen tuhkan siirtämisen keruusäiliöön ja sieltä edelleen se siirretään jälkikäyttöön. Lentotuhkan käsittelylaitteiston jälkeen linja jatkaa kulkuaan kattilahuoneeseen. Kattilahuoneen sisäpuolella, idän puoleista seinää pitkin nousee instrumentti-ilmalinjan runkolinja aina kattilan ylämpään kerrokseen saakka. Runkolinjaan on liitetty toimilaitteita, joiden on ajateltu kuuluvan kattilan käynnissäpidon kannalta kriittisiin toimilaitteisiin.

Näihin lukeutuvat mm. pohjatuhkan sulkupeltien pneumaattiset sylinterit ja pohjatuhkan paineilmatykit. Myös kattilan ylemmissä kerroksissa olevat toimilaittekaapit ja impulssiliitäntä tulistin kaapille kuuluvat instrumentti-ilmalinjaan.

4.2 Työkaluilma

Tehtaan kompressorihuoneesta tulevasta linjasta haarautuu myös putkikooltaan pienempi paineilmalinja Pyroflowlle. Tämä työkaluilmaksi nimetty paineilmalinja pitää sisällään kaikki loput toimilaitteet, joita ei ole liitetty instrumentti-ilmaverkkoon. Työkaluilmalinja kulkee instrumentti-ilman runkolinjan vieressä Pyroflown kattilahuonetta ensimmäisestä kerroksesta aina seitsemänteen kerrokseen saakka. Työkaluilmalinjaan kuuluvat mm. näkölaseille menevät paineilmayhteet, joiden tarkoituksena on jäähdyttää näkölaseja kattilan ollessa päällä. Koska Pyroflow kattila on paineen puolella ollessaan päällä, kohdistuu näkölaseihin suuri lämpökuorma. Jäähdytyksellä on siis kaksi tarkoitusta: lasin jäähdyttäminen ja sen puhtaanapito.

Tarpeetonta paineilman kulutusta aiheuttaa kuudennesta kerroksesta lähtevä, viidennen kerroksen palaturpeen pinnanmittaukseen menevä paineilmalinja. Ennen pinnanmittausta on käsiventtiili, joka on noin 60 % auki. Pinnanmittaukselle tuleva linja on kokoluokkaa DN 25, jolloin ilmaa virtaa $43 \text{ m}^3/\text{min}$ tuottaen taulukon 3 arvoilla tarpeettomia kuluja 120 405,20 euroa vuodessa. Tämä linja suljettiin tämän selvityksen johdosta.

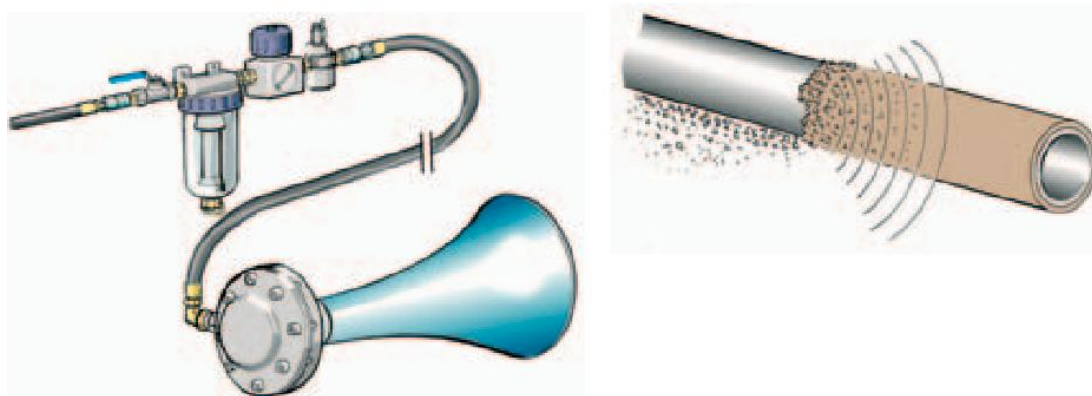
4.3 Toimilaitteet

Pyroflown paineilmaverkoston toimilaittejako on pääosin kunnossa, toisin sanoen laitteet on jaettu niin, että käynnissäpidon kannalta tärkeät laitteet ovat osana instrumentti-ilmaverkkoa ja muut laitteet ja Pyroflown korjaamo ovat osana työkaluilmaverkkoa. Verkossa on kuitenkin kohteita jotka ovat ristiriidassa tämän jaon kanssa. Esimerkiksi kalkinsyöttöön on kytkettynä molemmista runkolinjoista omat eri tarkoitukseen menevät linjansa. Instrumentti-ilmaa tulee kalkkisiilon päälle fluidisointiilmaksi ja siilon alle syöttölinjan puhallukseen. Työkaluilmataa tulee kalkin syötön

pneumaattiselle venttiilille, joka annostelee kalkkia. Tämä annostelijaventtiilille tuleva linja olisi syytä siirtää kuulumaan instrumentti-ilman verkkoon.

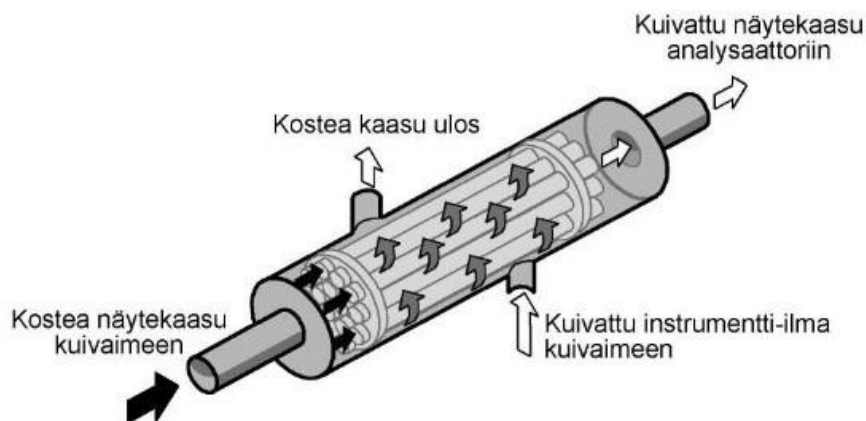
Pyroflow- kattilan seinällä on kaksi paineilmatykkiä, joiden tarkoituksena on paineilmaa kattilan sisään vapauttamalla puhdistaa kattilan ylempiä kerroksia. Toinen ilmatykki on kytketty instrumentti-ilmalinjaan ja toinen työkaluilmalinjaan. Nämä paineilmatykit eivät ole kattilan käynnissäpidon kannalta kriittisiä, joten ne voisi molemmat kytkeä työkaluilmalinjaan. Paineilmatykit vapauttavat paineilmaa kattilan sisään myös silloin, kun kattila on poissa käytöstä.

Pyroflowlla on käytössä höyrynuohouksen lisäksi jatkuvatoiminen ääninuohoin. Kuvassa 9 on esitetty kuvallisesti ääninuohoimen toiminta. Ääninuohoin vaatii toimiakseen paineilmaa, joka johdetaan nuohoimelle instrumentti-ilmaverkosta alennusventtiilin kautta. Paineilmaa käytetään nuohoukseen ja äänigeneraattorin jäähdytykseen. (Keinänen, Kärkkäinen, s.15)



Kuva 9. Ääninuohoimen toiminta (Keinänen, Kärkkäinen, s.15)

Paineilmaa menee myös öljyvoimalaitoksen ja Pyroflown yhteiseen savupiipun päästömittaukseen. Paineilma otetaan instrumentti-ilmaverkosta ja sitä käytetään kostean näytekaasun kuivaamiseen ennen savukaasuanalysointia kuvan 10 mukaisesti.



Kuva 10. Permeaatiokuivaimen toiminta (Osa 1: Päästömittaustekniikan perusteet 2007, 26)

4.4 Pyroflown paineilmaverkon arviointi

Kokonaispaineilmahäviöiden kannalta olisi kannattavaa asentaa työkaluilmaverkoon, korjaamolle menevän linjan jälkeen sulkuventtiili, käsikäyttöinen tai automaattinen, joka olisi kiinni asennossa, kun kattila ei ole käytössä. Kattilan ollessa poissa käytöstä kuluu paineilmaa kohteisiin, joiden käsiventtiileitä ei yleensä laiteta kiinni. Näitä kohteita ovat mm. hiilen syötön sulkupellit, näkölasit ja polttimille tulevat ilmat.

Ainoa selkeä vuotokohta on pohjatuhkan palautustykille menevässä paineilmalinjassa. Tämä mutteriliitoksen välistä vuotava paineilma virtaa TSI-mittarilla mitattuna $15,5 \text{ dm}^3/\text{s}$ tuottaen taulukon 3 arvoilla 2597,60 euron tappiot vuositasona.

4.5 Vesilaitos

Vesilaitokselle tulee paineilmaa työkaluilmaverkosta, käynnistyspoltinten tasolta jatkuva linjasta. Linja tulee vesilaitoksen puolelle, jossa se haarautuu kahdeksi. Toinen linjoista menee paineenalentajan kautta MB- ja SC- suotimien sekoitusilmaksi. Paineilmaa käytetään elvytyksen aikana massoja sekoittavana ilmaa sekvenssin mukaisesti. Toinen linja menee magneettiventtiileille, jotka säätävät linjoja au-ki/kiinni- periaatteella sekvenssin ajastuksen mukaisesti.

Vesilaitos on kytkettynä Pyroflown kattilan TLJ- lukitusketjuun liitteen 3 mukaisesti. Liitteessä on esitetty instrumentti-ilman painetason vaikutus lukitusketjussa. Jos linjassa oleva painemittaus ilmoittaa, että linjan paine on alle 3 baaria ja yksi painekyt-kin havaitsee saman, niin 2/3- sääntö toteutuu ja vesilaitoksen elvytykset loppuvat. TLJ- lukitusketju on voimassa, vaikka Pyroflow ei olisikaan päällä(Leppänen suullinen tiedonanto 14.2.2012).

5 POVO KATTILALAITOS

CFB Cymic- kattilalaitoksesta käytetään yleisesti nimitystä POVO- laitos. Laitoskokonaisuus pitää sisällään laajan paineilmaverkoston. Verkosto on jaettu kahteen erilliseen putkilinjaan venttiileillä eli niitä on mahdollista ajaa erikseen tai yhdessä. Tärkeimpänä näistä kahdesta paineilmalinjasta on instrumentti-ilma ja sen jatkuva toimivuus. Työkaluilmalinja siirtää paineilmaa toimilaitteille ja venttiileille, joiden toiminnalla tai toimimattomuudella ei ole välitöntä vaikutusta kattilan käynnissäpitoon. Tällä ajatusmallilla on pyritty rajaamaan paineilmaverkoston kulutuskohteet siten, että kaikki kattilan ja höyryverkon kriittiset toimilaitteet ovat osana instrumenttiilmalinjaa ja muut, kuten esimerkiksi pölynpoistoon menevät paineilmayhteet lähtevät työkaluilmalinjasta. Tärkeää on huomioida, että liitteessä 1 (automaatiojärjestelmän kuva 1.8), on valittuna kohta, käynnistyslupa. Jos käynnistyslupaa ei ole annettu, ei kompressorilla käynnisty. Tämä tarkoittaa sitä, että nopea paineenalentuminen, johtuen kulutuksen nopeasta kasvusta, voi aiheuttaa kattilan alasajon. Käyttäjän onkin varmistuttava siitä, että huollossa olevalla kompressorilla ei ole käynnistyslupaa, mutta muussa tapauksessa käynnistyslupa on päällä. Jos kulutus on kuitenkin vähäistä, on taloudellisempaa tuottaa paineilmaa yhdellä kompressorilla ja evätä toiselta kompressorilta käynnistymismahdollisuus hetkellisten kulutuspiikkien seurauksesta.

Liitteessä 3 on kuvattu kattilan TLJ- lukitusketju. Jos instrumentti-ilman paine laskee alle 4 baarin, automaatio rupeaa ajamaan kattilaa pienemmälle teholle ja lopulta kokonaan pois päältä.

POVO:n PI- kaaviot löytyvät Kronodoc- järjestelmästä numeroilla 698213a1, 698214a1 ja 698212a1.

5.1 Instrumentti-ilma

Instrumentti-ilmaa tuotetaan molemmista POVO- laitoksen kompressoreista. Turbiinisalin puolella oleva kuvassa 11 näkyvä Kaeser DSD 202- kompressori tuottaa välitöntä paineilmaa turbiinisalin instrumentti-ilman verkostoon.



Kuva 11. Turbiinisalin kompressoriyksikkö ja kuivausyksikkö (Risto Judin)

Turbiinisalin instrumentti-ilmalinja on liitettyä työkaluilmalinjaan kahdella tavalla. Turbiinisalin puolella, paineilmasäiliöstä tulevasta linjasta on suora yhteys instrumentti-ilmalinjaan ja venttiilin takana oleva yhteys työkaluilmalinjaan. Toinen liittymäkohta on kattilahuoneen toisessa kerroksessa, kuvassa 12 näkyvä venttiilillä erotettu linja.



Kuva 12. Instrumentti-ilman sulkuventtiili, 1QEB10AA001 (Risto Judin)

Työkaluilmalinjaan tuodaan paineilmaa pääosin edellä mainitun, kattilahuoneen linjan kautta ja turbiinisalin paineilmalinja pidetään venttiilin takana. Tällöin on mahdollista nopeasti eristää instrumentti-ilma omaksi kokonaisuudeksi ja varmistaa paineilman riittävyys tärkeille toimilaitteille.

Paineilmaverkossa on myös nk. tuenta, joka pyrkii varmistamaan instrumentti-ilman painetason ja paineilman riittävyyden instrumentti-ilmalinjaan liitettyihin toimilaitteisiin. Kun verkoston paine putoaa alle 5 baarin, sulkeutuu kuvan 12 venttiili. Tällöin tuotettava paineilma menee vain instrumentti-ilmaverkkoon. Kompressorit pyrkivät tällöin tuottamaan riittävästi painetta, jotta painetaso olisi jälleen asetusten mukainen. Kun verkostolle asetettu painetaso saavutetaan, aukeaa kuvan 12 venttiili jälleen ja paineilman kulku työkaluilmaverkkoon normalisoituu.

Liitteen 5 sivuilla 2-3 on tehty jako paineilman kulutuskohteista ja niiden käyttämän paineilman määrästä. Listausta on hieman harhaanjohtava, koska molemmat kompressorit tuottavat paineilmaa koko verkostoon ja kuvan 12 venttiilin ollessa kiinni rajoittuu paineilman kulutus vain instrumentti-ilmaverkkoon, johon eivät kuulu polttoainetarastosiiloille, REF- vastaanottoon, seulomolle ja polttoaineen vastaanottoon menevä työkaluilmaverkosta lähtevä putkilinja.

5.2 Työkaluilma

Työkaluilmalinja toimii nimensä mukaisesti pääosin työpisteille tulevana paineilmana. Linja on kytketty instrumentti-ilmaverkkoon kohdassa 5.1 selvitetyllä tavalla. Paineilmaverkko toimii käytännössä katsoen suurena paineakkuna verkossa. Paineilmasäiliöiden paineentasauskyvyn lisäksi verkossa on siis pitkä matka putkea, joka on myös täynnä paineilmaa. Ylikokoisen verkon olemassaolo mahdollistaa paineilman kulutuksen lisäämisen tulevaisuudessa (Airila ym. 1983, 97).

Työkaluilma haarautuu POVO:n 8. kerroksesta ja menee ulkokautta polttoaineen päiväsiiloille tulevaan kuljetinkäytävään. Putki kulkee koko matkan polttoainesiilojen alakertaan asti kuljettimen yläpuolella, sisätiloissa. Polttoainesiilojen alapuolelta linja nousee jälleen ylös polttoainesiilojen päälle menevään kuljetinkäytävään. Kuljetinkäytävässä linja haarautuu kahteen suuntaan. Kuljetinkäytävää ylöspäin jatkava linja menee seinän läpi ulos polttoainesiilojen päällä oleviin pölynpoistolaitteisiin. Paineilmaa käytetään laitteissa puhdistusilmana. Kuljetinkäytävää alaspäin, kohti seulomaa menevässä linjassa on kaksi pölynpoistoyksikköä. Ensimmäinen on seulomolta lähtevän kuljettimen ja tämän jälkeen alkavan kuljettimen haaraumakohdassa ja toinen pölynpoistoyksikkö on sijoitettu polttoaineen seulomorakennukseen.

Seulomolta linja jatkaa vastaanottoasemalle, jossa paineilmaa käytetään vastaanoton automaattiseen näytteenottoon. Pääosin ilmaa kuluu pneumaattisten sulkupeltien liikkuttamiseen.

Vastaanottorakennuksessa on myös sprinkleri KHV9, jolle tulee paineilmaa POVO:lta alkaneesta linjasta paineenalentajan läpi. Sprinkleriin on kytketty kompressori, joka lähtee käyntiin, jos verkosto ei kykene tuottamaan sprinklerin kalvon vaatimaa painetasoa. Jokaisella POVO:n sprinklerillä on oma kompressorinsa varmistamassa, että kalvon yläpuolella on riittävä paine, mutta KHV9:llä kompressorin olemassaolo on vieläkin akuutimpi. Muut sprinkleriyksiköt ovat kytkettynä instrumentti-ilmaverkkoon, jolloin paine pysyy linjassa, vaikka verkossa oleva tuenta

käynnistysisikin, eli automatiikka ajaisi kuvassa 12 näkyvän instrumentti-ilman sulkuventtiilin kiinni johtuen verkon alhaisesta painetasosta (< 5bar). Tällöin työkaluilmaverkkoon ei enää menisi ilmaa. Tämä tarkoittaa sitä, että polttoaineiden siiloraennus, seulomo ja vastaanotto ovat ilman paineilmaa.

5.3 Toimilaitteet

Instrumentti-ilman verkosta tuodaan paineilmaa kattilan käynnissäpidon kannalta tärkeille toimilaitteille. Tällaisia toimilaitteita ovat esimerkiksi kattilan sisäiset paine- ja lämpötila-anturit, höyryverkon pneumaattiset säätöventtiilit ja öljypolttimille tulevat poltinilmat. Kuvassa 13 näkyy laitoksella oleva tyypillinen toimilaittekaappi, johon tuodaan paineilmaa instrumentti-ilmaverkosta ja se jaetaan kaapissa menemään toimilaitteille.



Kuva 13. Toimilaittekaappi (Risto Judin)

Ennen toimilaitekaappia on paineilmamittari, mutta ei virtausmittaria. Tämä tarkoittaa sitä, että paineilman virtausta toimilaitekaapin läpi toimilaitteille ei pystytä seuraamaan. Paineilman kulutuksen ja mahdollisten vuotokohtien selvityksen helpottamiseksi voisi olla kannattavaa asentaa virtausmittari ennen jokaista toimilaitekaappia, jolloin lisääntyneen tai vähentyneen paineilmavirtauksen seuraaminen helpottuisi. On myös syytä lisätä virtaustiedot datan keruujärjestelmään, mikäli edellä mainittuun ratkaisuun päädytään.

Jos ei ole tarkoituksenmukaista asentaa virtausmittaria ennen jokaista toimilaitekaappia, olisi kuitenkin hyvä asentaa mittari mittaamaan tuotetun paineilman määrää. Tämän piirin tiedot olisi hyvä näkyä prosessikuvassa 1.8(liite 1), jolloin käyttäjän olisi helppo valvoa paineilman kulutusta ja reagoida nopeasti muutoksiin. Tällä hetkellä järjestelmästä tulee paineilmahälytyksiä, kun verkoston painetaso putoaa tai kun paine-ero kuivainten yli kasvaa. Näiden lisäksi hälytysten piiriin voisi kuulua virtausmittauksista tulevat tiedot.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön lähtöasetelmana oli ajatus, että vuotokohtia on verkostossa paljon. Tämä on kuitenkin osoittautunut olevan väärä käsitys. Vuotokohtia on verkon laajuuteen nähden erittäin vähän. Paineilmaverkoston jatkuvaa seurantaan tehdään niin käyttö- kuin kunnossapitohenkilöstönkin toimesta päivittäin ja linjat ja venttiilit ovat ainakin päällisin puolin hyvässä kunnossa. Linjojen sijoittelu on niiden sulkemisen kannalta hieman vaikea, ainakin öljyvoimalaitoksen puolella, koska putket kulkevat katon rajassa ja venttiilien tavoitettavuus ilman kunnan tikapuita tai tasoja ei ole mahdollista. Paineilmalinjojen merkitseminen paremmin auttaisi linjojen löytämistä ja niiden seuraamista. Vanhat merkinnät, etenkin öljyvoimalaitoksen puolella ovat kuluneet tai maalautuneet käyttökelvottomiksi. Uudet, selkeät tarramerkinnot tai laputukset parantaisivat tilannetta.

Paineilmaa kuluu tarpeettomasti pääosin kattiloiden näkölaiselle meneviin linjoihin. Jokaisen kattilan kohdalla on syytä asentaa vähintäänkin käsiventtiili paineilmalinjaan, jolla pystytään sulkemaan kulutuskohteet yhden venttiilin taakse. Tällöin käyttäjän on helppo sulkea ja avata paineilma kattilalle tarpeen mukaan. Linjaan tehtävät muutokset on ilmoitettava henkilöstölle ja kirjattava kattilan ylös- ja alasajo-ohjeisiin.

Taulukossa 3 on esitetty paineilmaverkostossa olevien vuotoreikien vaikutus paineilman kulutukseen ja tämän tarpeettomasti tuotetun paineilman hinta vuositasolla. Lukijan on tässä hyvä huomata, että voimalaitokset käyttävät itse tuottamaansa sähköä, joka on selvästi edullisempaa kuin kuluttajan käyttämä sähkö. Taulukko on viitteellinen, koska siinä reiät ovat täysin pyöreitä profiileiltaan ja tämän selvityksen osalta tärkeämpää onkin paineilman vuotomäärän hahmottaminen.

Käyttöpaine 6 bar, ympäristön paine 1 bar, kompressorin ominaisteho 7 kW/m³/min, käyttötunnit 8000 h/a, sähkön hinta 50 €/MWh, pyörästetty sisäänvirtausreuna.

Relän läpimitta (mm)	Relän poikkipinta-ala (mm ²)	Ilmamäärä (m ³ /min)	Kustannus (€/a)
1	0,79	0,064	179
1,5	1,77	0,145	406
2	3,14	0,257	720
3	7,07	0,578	1618
4	12,57	1,028	2878
5	19,64	1,606	4497
6	28,27	2,313	6476
8	50,27	4,112	11514
10	78,54	6,425	17990
12	113,10	9,252	25906

Taulukko 3. Paineilmaverkoston reiän vuodon määrä ja kustannusvaikutus (Motiva 2010 osa 2, 12)

Selvityksen aikaisten vuotokohtien paikkaamisella tehdään vuositasolla 120 405,20€ + 2597,60€ + 79 330,40€ = 202 333,20 € säästöä, kun laskennassa käytetään taulukon 3 arvoja.

POVO:n hiilisiiloon tulevaa kuljetinkäytävää pitkin menee työkaluilmalinja jakopelille asti. Kuvassa 14 on piirretty punaisella viivalla työkaluilmalinjan kulku.



Kuva 14. Hiilikuljetin Pyroflowlle ja POVOlle. (Risto Judin)

Tämä linja olisi mahdollista yhdistää Pyroflown instrumentti-ilmaverkkoon. Tällöin Pyroflown instrumentti-ilma tulisi POVO:n kompressorien kautta. Pyroflown ollessa poissa ajosta, olisi kyseisen kattilalaitoksen instrumentti-ilmaverkko POVO:n käytössä, lisäksi paineilman varastokapasiteettia. Tämä edellyttäisi sitä, että ennen kohdassa 4.1 kuvattua instrumentti-ilmalinjan haarautumista olisi automaattiventtiili, joka sulkisi tehtaan kompressorihuoneesta tulevan paineilmalinjan ja ennen POVO:n ja Pyroflown paineilmaverkkojen yhdistymiskohtaa olisi myös automaattiventtiili. Tässä on tärkeitä huomioida myös se, että POVO:lta tuleva paineilmalinja tulee työkaluilmalinjasta, jolloin on mahdollista, että nk. tuennan tapahtuessa, työkaluilmalinja ja täten myös Pyroflown instrumentti-ilmalinja rajautuisivat akuuttien kulutuskohteiden ulkopuolelle. Varmuutta toisi lisää jos automatiikka säätäisi, tuennan tapahtuessa, automaattiventtiilien sulkeutumisella ja aukeamisella Pyroflown instrumentti-ilmaverkon painetason kohdilleen. Eli, kun POVO:n paineilmaverkoston paine putoaisi alle 5 baarin, sulkeutuisi kuvan 12 instrumentti-ilman sulkuventtiili, ja Pyroflowlle menevän paineilmalinjan automaattiventtiili. Pyroflown instrumentti-ilmaverkkoon asennettu, tehtaan paineilmaverkon erottava venttiili avautuisi, jolloin Pyroflown paineilma tulisi tehtaan verkosta.

LÄHTEET

Airila, M., Hallikainen, K., Käätä, J. & Laurila, T. 1983. Kompressorikirja. Helsinki: Korpivaara Oy Hydor Ab.

Endblom, K. 2012. Kaeser kompressorit. Pori. Puhelinhaastattelu 14.2.2012. Haastattelijana Risto Judin.

Fonselius, J., Korhonen, J., Saarineva, J. & Pekkola, K. 1993. Koneautomaatio. Pneumatiikka. 6. uud. p. Helsinki: Painatuskeskus.

Heino, J. 2012. Kaeser kompressorit. Pori. Puhelinhaastattelu 14.2.2012. Haastattelijana Risto Judin.

Kaeser kompressorit www-sivut. Viitattu 13.2.2012. <http://fi.kaeser.com>

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös painelaiteturvallisuudesta. 1999. 958/1999.

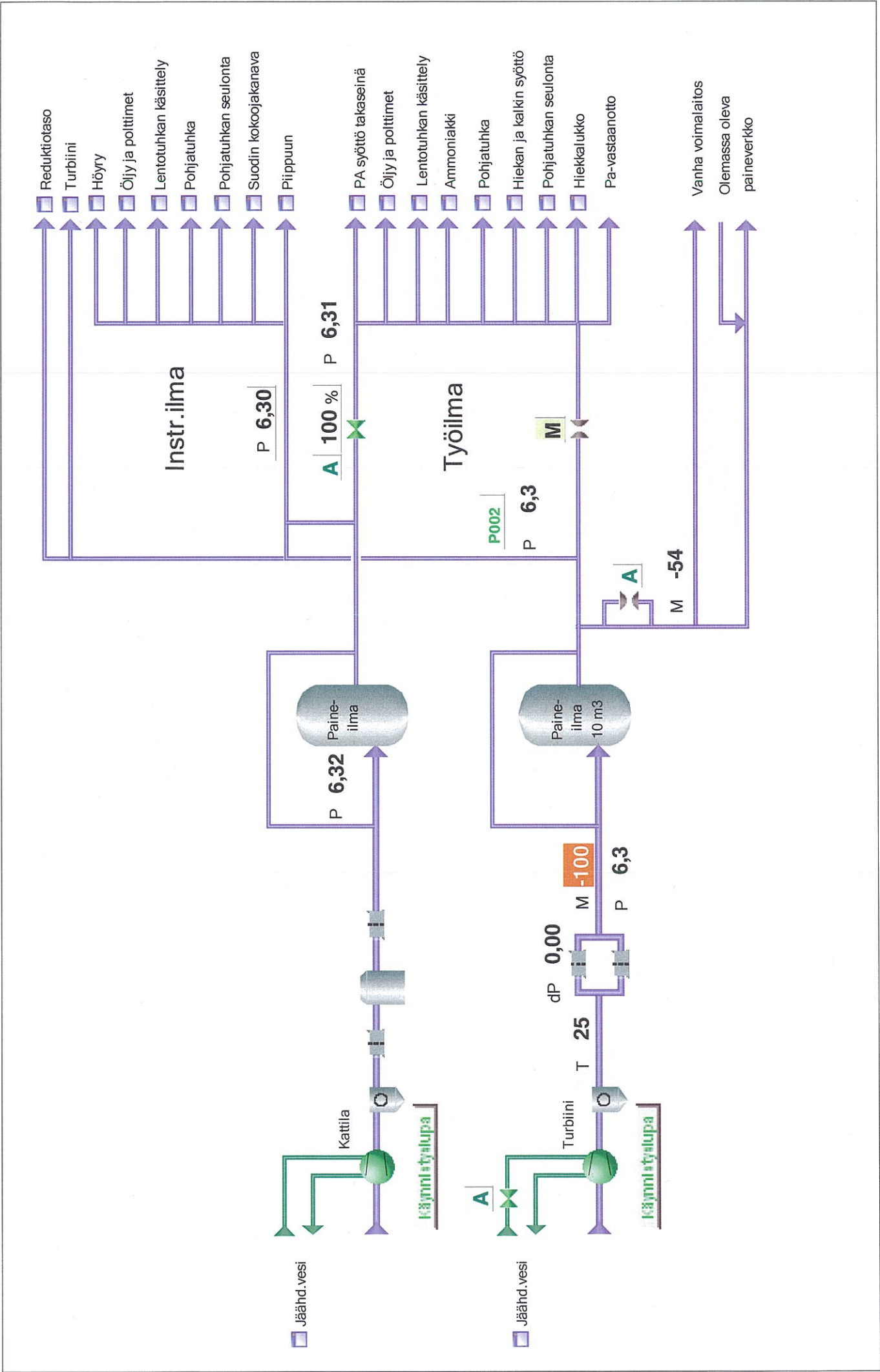
Keinänen, T. & Kärkkäinen, P. 2005. Automaatiojärjestelmien hydraulikka ja pneumatiikka. Helsinki: WSOY.

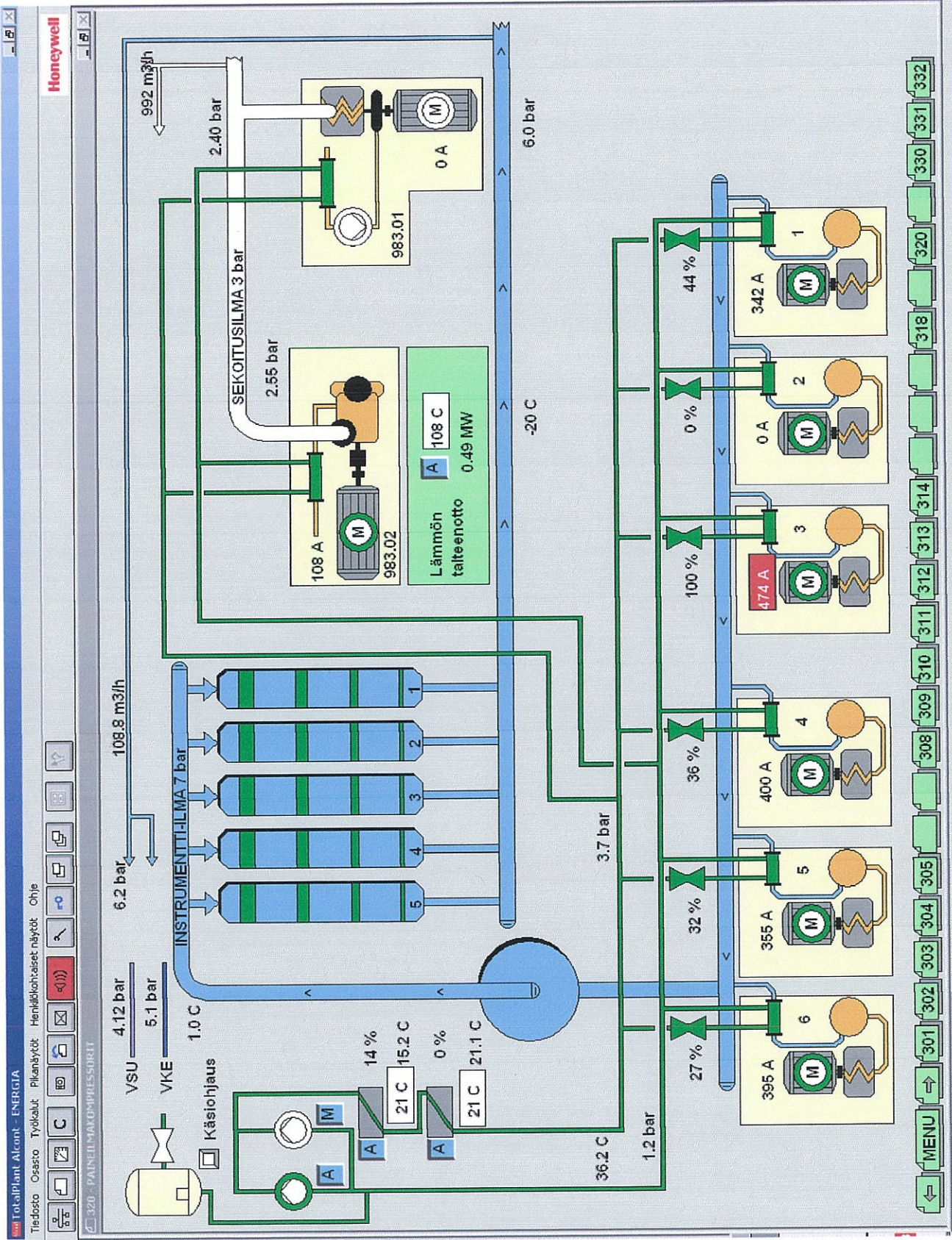
Leppänen, T. 2012. Sähköautomaatio esimies, Pori Energia Oy. Pori: Henkilökohdainen tiedonanto 14.2.2012.

Motiva. 2010. Energiatehokas paineilmajärjestelmä osa 1,9 . Viitattu 13.2.2012. www.motiva.fi

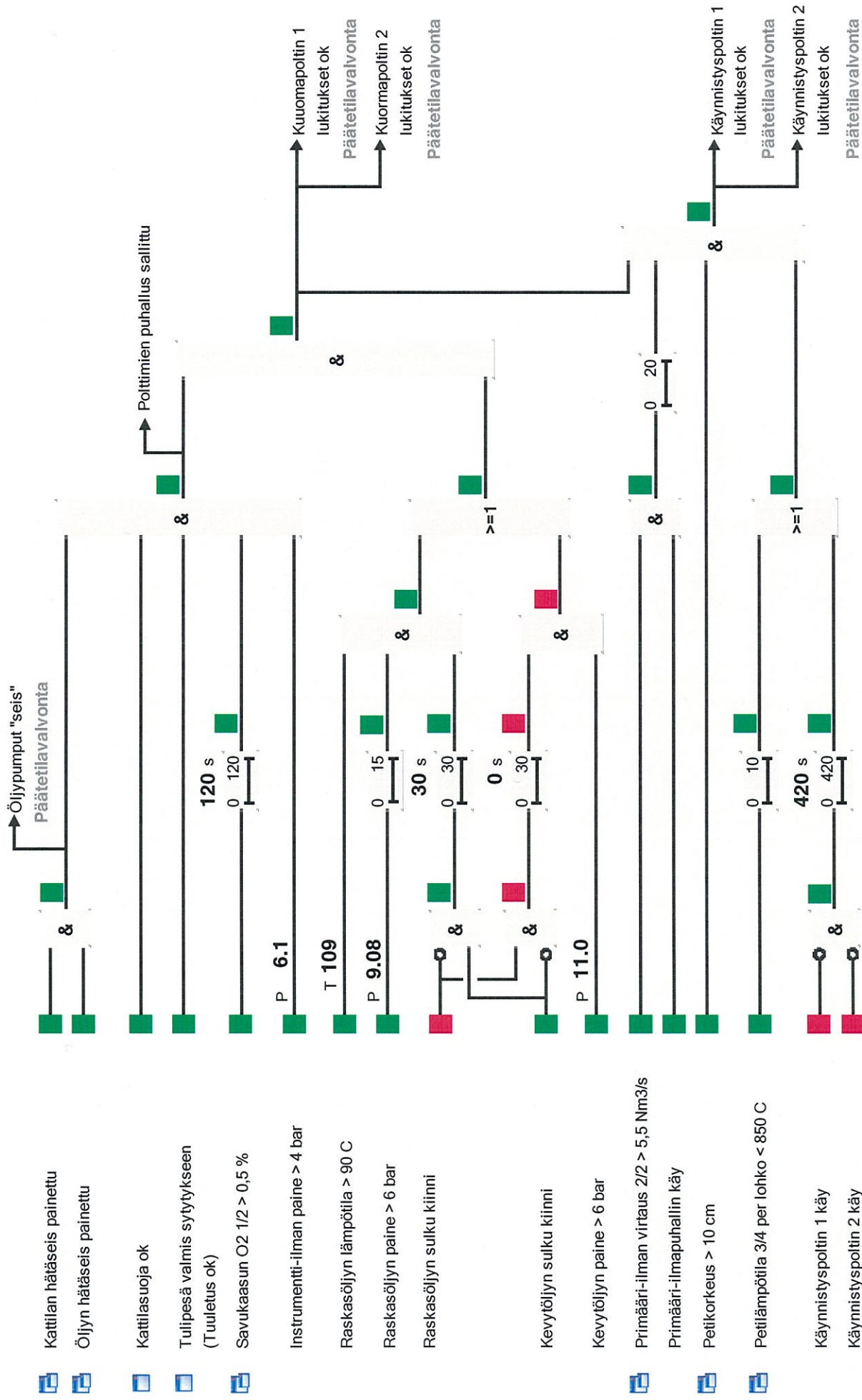
Motiva 2010. Energiatehokas paineilmajärjestelmä osa 2, 12. Viitattu 13.2.2012. www.motiva.fi

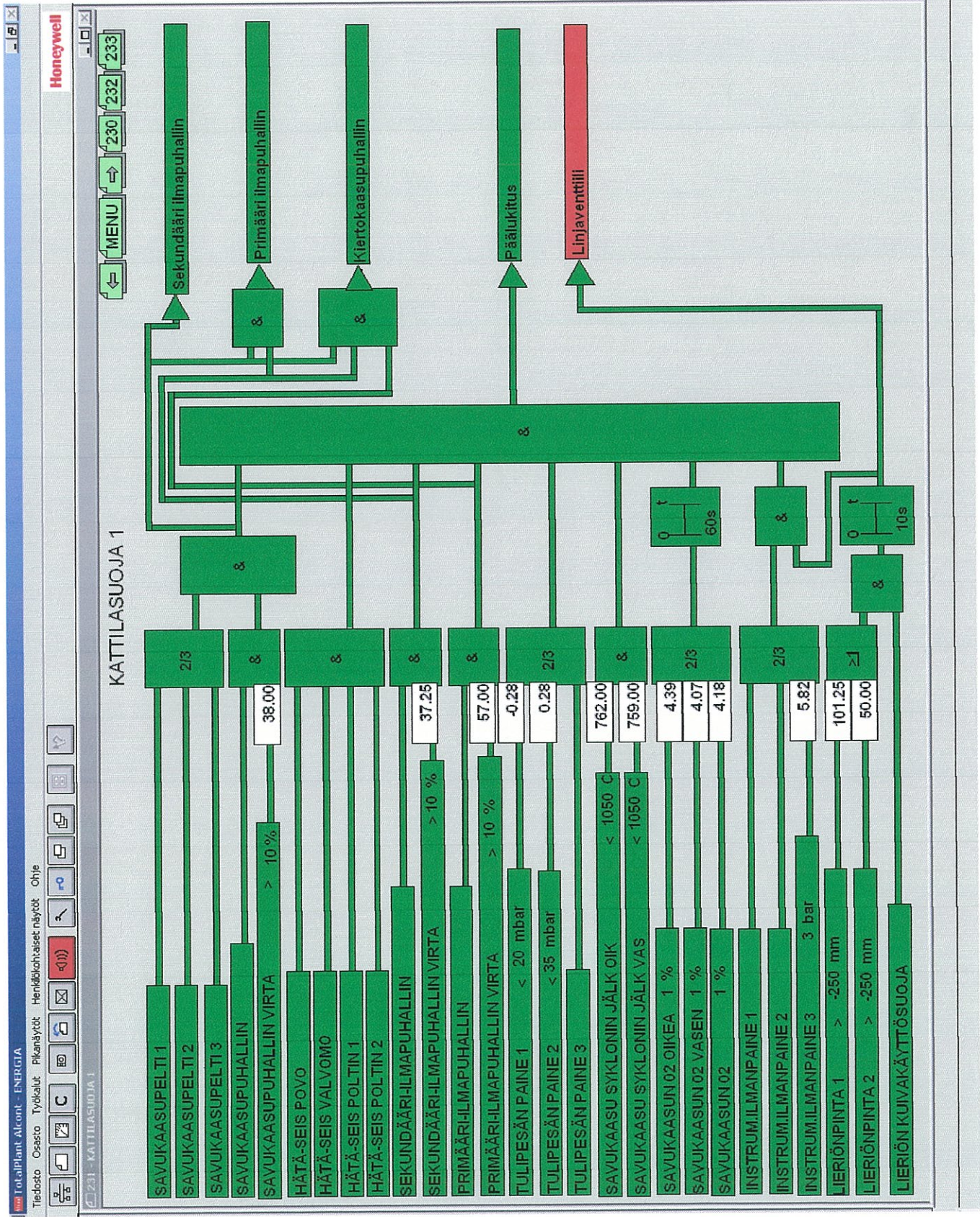
Osa 1: Päästömittaustekniikan perusteet. 2007. Helsinki: Ilmansuojeluyhdistys ry ja VTT Prosessit. Viitattu 14.2.2012. <http://www.isy.fi/osa1.pdf>





Valitse näyttö





Järjestelmäkuvaus

Pöyry Energy Oy
PL 93 (Tekniikantie 4 A)
02151 Espoo
Kotipaikka Espoo
Y-tunnus 0577450-7
Puh. 010 3311
Faksi 010 33 24981
E-mail: energy.fi@poyry.com

Päiväys 1.2.2008

Viite 60R70006.01-O0008
Sivu 1 (5)
Yhteyshlö Magnus Karlsson

Porin Prosessivoima Oy
POVO

PAINEILMAJÄRJESTELMÄ

Sisältö

1	JÄRJESTELMÄN KUVAUS	2
2	SUUNNITTELUPERUSTEET	2
3	JÄRJESTELMÄN LAITTEET	3
3.1	Turbiinisalin paineilmakompressori (1QEA30AN001)	3
3.2	Paineilman adsorptiokuivain (1QEA35AT001)	4
3.3	Paineilmasäiliö (1QEA45BB001)	4
3.4	Putkisto	4
4	AUTOMAATIO	4
5	JÄRJESTELMÄN KÄYTTÖ	5
5.1	Käynnistys	5
5.2	Käyttö normaalilanteessa	5
5.3	Käyttö häiriötilanteissa	5

Jakelu

(3) Porin Prosessivoima Oy
(5) EEFI

H. Turunen, J. Varmavuo, J. Valkama
E.ark/JGK/MBK/TUH/UNA

1 JÄRJESTELMÄN KUVAUS

Paineilmajärjestelmän tehtävä on tuottaa voimalaitoksen instrumentti- ja työpaineilmaverkkoon riittävä määrä laadultaan kohteiden vaatimukset täyttävää paineilmaa.

Laitoksen paineilma kehitetään kahdella kompressoriyksiköllä: kattilahuoneen paineilmakompressorilla (1QEA10AN001) ja turbiinisalin paineilmakompressorilla (1QEA30AN001). Kattilahuoneen paineilmakompressorin ja sen kuvaus kuuluu kattilatoimittajalle (Metso Power).

Paineilma johdetaan turbiinisalin paineilmakompressorista jatkuvatoimiseen adsorptiokuivaimen (1QEA35AT001).

Paineilman jakeluverkko koostuu 10 m³ paineilmasäiliöstä (1QEA45BB001) sekä työilman ja instrumentti-ilman jakeluverkoista. Paineilmasäiliö toimii kulutuksen paineen tasaajana ja puskurikapasiteettina paineilmaverkkoon.

Uusi paineilmajärjestelmä yhdistetään olemassa olevan tehtaan paineilmajärjestelmään. Täten uuden voimalaitoksen paineilmatarve voidaan turvata uuden paineilmakompressorin huolto- ja vikaantumistilanteessa.

Voimalaitoksen instrumentti-ilma- ja työpaineilmaverkoissa käytetään samaa ilmaa. Turbiinisalin työilman jakelu voidaan erottaa venttiilillä 1QEC01AA101 siten, että instrumentti-ilman saatavuus varmistetaan kaikissa käyttötilanteissa. Kattilahuoneessa on vastaava erotusventtiili.

Kattilahuoneessa ja turbiinisalissa on yhteiset työ- ja instrumentti-ilmaverkot. Kattilahuoneesta otetaan haara polttoaineenkäsittelyyn.

Paineilmajärjestelmä on esitetty PI-kaavioissa 698212a1, 698213a1 ja 698214a1.

2 SUUNNITTELUPERUSTEET

Jatkuvaa paineilman kulutusta voimalaitoksella on kattilalla ja tuhkan kuljetusjärjestelmällä sekä venttiileiden pneumaattisilla toimilaitteilla. Tarvittaessa työilmaa käytetään lähinnä käsikäyttöisiin paineilmatyökaluihin. Seisokkien aikana voi työpaineilman kulutus nousta huomattavasti, mutta tällöin muut voimalaitoksen normaalikäytön aikaiset paineilman kulutuskohteet ovat poissa käytöstä.

Kattilalla on oma kompressorin (Metso Power), joka on mitoitettu vastaamaan kattilan työilmatarpeita. Kattilan instrumentti-ilmatarpeita katetaan turbiinisalin paineilmakompressorilla ja varmennetaan tehtaan verkosta. Kompressorin ja kuivainkapasiteetti on mitoitettu vastaamaan uuden voimalaitoksen tarpeita.

Paineilman tarve on kulutuskohteittain seuraava:

Kattila työilma (kattilan kompressorista)	maksimi Nm³/min
– Pohjatuhkaseulalta kierrätettävän hiekan lähettimille	2.0
– Kakkosvedon/hiekkalukon tuhkalähttimet	1.2

– Lentotuhkalähettimet (4 kpl.)	5.7
– Kevyen polttoöljyn hajotusilma	4.7
– Polttimille sytytin, liekinvalvoja yms.	4.2
– Savukaasun käsittely	0.8
– Muu (siilojen fluidisointi, ammoniakki-suuttimet, venttiilit yms.)	5.0

Kattilalaitos työilma yhteensä jatkuva 20.0

Turbiinisalin kompressori	maksimi
	Nm³/min
– Instrumentti-ilma kattilahuoneen käyttökohteisiin	8.0
– Instrumentti-ilma savukaasun käsittelyyn	<u>0.6</u>
– Instrumentti-ilma kattila-laitokselle yhteensä jatkuva	8.3
– Instrumentti-ilma turbiinille	0.5
– Muu instrumentti-ilma (toimilaitteventtiilit yms.)	3.0
– Työilma turbiinisali (käytön aikana)	1.0
– Muu (mukaan lukien polttoaineen käsittely)	2.2

Turbiinisalin kompressori yhteensä 15.0

15.0 Nm³/min vastaa 16.1 m³/min FAD (Free Air Delivery).

3 JÄRJESTELMÄN LAITTEET

3.1 Turbiinisalin paineilmakompressori (1QEA30AN001)

Paineilmakompressori on sijoitettu turbiinisaliin pohjatasolle +6.500. Kompressori ja moottori on varustettu omalla äänenvaimennussuojalla.

Kompressori on varustettu omalla imuilman suodattimella. Syklonierotin erottaa veden paineilmasta ja lauhteenpoistin poistaa öljypitoisen lauhdeveden.

Kompressori on vesijäähdytteinen. Jäähdytys on kytketty suljettuun jäähdytysvesikiertoon.

Kompressorin tekniset tiedot ovat:

– Lukumäärä	1 x 100 %
– Valmistaja	KAESER
– Tyyppi	ruuvikompressori
– Malli	DSD 202
– Nimellispaine	bar(g)
– Tuotto nimellispaineessa	m ³ /min 20.46
– Akseliteho työpaineella	kW 114.2
– Akseliteho tyhjäkäynnillä	kW 23.2
– Moottorin kierrosluku	r/min 1485
– Sähkömoottorin nimellisteho	kW 110
– Jäähdytysveden tarve (dt=30°C)	l/s 0.97

3.2 Paineilman adsorptiokuivain (1QEA35AT001)

Adsorptiokuivain on sijoitettu paineilmakompressorin viereen turbiinisalin pohjatasolle + 6.500.

Kuivain elvytetään paineilmalla. Kuivain on automaattinen ja jatkuvatoiminen.

Adsorptiokuivaimien tekniset tiedot ovat:

– Lukumäärä	1 x 100 %	
– Valmistaja	KAESER	
– Malli	DC 215 E	
– Kapasiteetti	m ³ /min	21.47
– Tulevan paineilman lämpötila maks.	°C	35
– Kastepiste	°C	-40
– Maks. käyttöpaine	bar(g)	10
– Painehäviö uudessa laitteessa	bar	< 0.3

3.3 Paineilmasäiliö (1QEA45BB001)

Paineilmasäiliön pääasiallisimmat tehtävät ovat tasata kulutuskohteiden aiheuttamia paineenvaihteluita ja toimia varauskapasiteettina.

Paineilmasäiliö on sijoitettu ulos turbiinisalin seinän viereen tasolla +6.500.

Paineilmasäiliön tekniset tiedot ovat seuraavat:

– Tyyppi	pystymalli	
– Nettotilavuus	m ³	10
– Halkaisija	mm	1910
– Vaipan korkeus	mm	4000
– Suunnitteluarvot		
– Suunnittelupaine	MPa	1.0
– Suunnittelulämpötila	°C	50
– Materiaali		1.4404
– Suojaeristys		ei eristetä

3.4 Putkisto

Paineilmaputkiston materiaali on haponkestävä teräs 1.4404. Suunnittelupaine on 1.0 MPa ja suunnittelulämpötila on 50 °C.

4 AUTOMAATIO

Turbiinisalin paineilmakompressorin on varustettu omalla SIGMA CONTROL ohjaus- ja valvontajärjestelmällä. SIGMA CONTROL järjestelmä ohjaa ja valvoo kompressorin täysin automaattisesti. DCS:ään otetaan yhteishälytyksiä.

Järjestelmän muu automaatio on kuvattu piirikohtaisissa toimintaselostuksissa.

5 JÄRJESTELMÄN KÄYTTÖ

5.1 Käynnistys

Turbiinisalin paineilmakompressori ja muut paineilmalaitteet käynnistetään laitteen paikallisohjaukskeskuksesta ennen paineilmaa tarvitsevien järjestelmien käynnistystä. Tämän jälkeen paineilmalaitteet toimivat automaattisesti.

5.2 Käyttö normaalitilanteessa

Paineilmajärjestelmän ollessa päällä kompressoria ohjataan automaattisesti kompressorin ohjaujärjestelmällä.

Normaalikäytössä paineilmakompressori on voimalaitoksella aina päällä.

5.3 Käyttö häiriötilanteissa

5.3.1 Paineilmaverkon paine laskee

Jos paine paineilmaverkossa laskee alle asetusarvon, turbiinisalin työilman jakeluverkon sulkuventtiili (1QECAA101) suljetaan automaattisesti.

5.3.2 Tehtaan paineilmaverkon paine laskee

Jos tehtaan paineilmaverkon paine laskee, operaattori voi avata erotusventtiilin 1QEC15AA101. Tällä tavalla voidaan operaattorin harkinnan mukaan tukea tehtaan verkkoa, jos voimalaitoksella on ylimääräistä kapasiteettia.

5.3.3 Paineilman lämpötila on korkea

Tuotetun paineilman lämpötilan ollessa poikkeuksellisen korkea on syytä tarkastaa paineilmakompressoreiden suodattimien ja lämmönvaihtimien puhtaus.

Liian kuuma (yli 35°C) ilma saattaa rikkoa kuivaimen tai pilata kuiva-aineen.