



samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Satakunta University of Applied Sciences

VILI VUORIO

# **Energiantuotannon etävalvonnan prosessin kuvaus ja ohjeistus**

ENERGIA- JA YMPÄRISTÖTEKNIIKAN  
TUTKINTO-OHJELMA  
2021

Tekijä(t) Vuorio Vili	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Helmikuu 2022
	Sivumäärä 49	Julkaisun kieli Suomi
<p>Julkaisun nimi <b>Energiantuotannon etävalvonnan prosessin kuvaus ja ohjeistus</b></p>		
<p>Tutkinto-ohjelma Energia- ja ympäristötekniikka</p>		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön aiheena oli tehdä ohjeistus Vatajankosken prosessista ja laitteista, jotka kuuluvat etävalvonnan piiriin. Tällaisen etävalvontapalvelun tuottaminen oli operaattorille täysin uutta, joten työ toimii ohjeistuksena heille.</p> <p>Työn aineistona on käytetty henkilökohtaisen tiedon ja tiedonantojen lisäksi laitosten toimittajien tekemiä oppaita sekä opinnäytetöitä.</p> <p>Työn tarkoitus on luoda käyttäjälle kuva siitä, minkälaista prosessia hän valvoo. Opinnäytetyötä voi käyttää myös apuna esimerkiksi uuden henkilön perehdytyksen yhteydessä.</p>		
<p><u><a href="#">Asiasanat</a></u> Etävalvonta, prosessin kuvaus, voimalaitos, energian tuotanto</p>		

Author(s) Vuorio, Vili	Type of Publication Bachelor's thesis	Date February 2022
	Number of pages 49	Language of publication: Finnish
Title of publication <b>Description and guidance of the process of remote monitoring of energy production</b>		
Degree program Energy and Environmental Engineering		
Abstract  <p>The purpose of this thesis was to make instructions about the Vatajankoski process and devices that are covered by remote monitoring. Remote monitoring service was completely new to the operator, so the thesis serves as a guide for them.</p> <p>The material used in the work is personal information and communications, as well as guides and theses.</p> <p>The purpose of the thesis is to create an image for the user of what kind of process he is controlling. The thesis can also be used for example in connection with the induction of a new person.</p>		
<u>Key words</u> Remote monitoring, guidance of the process, power plant, energy production		

## ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty Pori Energia Oy:lle.

Haluan kiittää Pori Energiaa ja erityisesti käyttöinsinööri Kimmo Kurikkaa hyvistä neuvoista ja työn ohjauksesta. Lisäksi haluan kiittää myös Vatajankoski Oy:n kehitysinsinööri Aleks Granforsia henkilökohtaisista tiedonannoista.

## SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	7
2 PORI ENERGIA .....	8
3 VATAJANKOSKI OY .....	9
4 KAANAAN VOIMALAITOS.....	10
4.1 Lähtötilanne.....	10
4.2 Kaanaan voimalaitos .....	10
4.3 Vatajankosken etävalvontapalvelu.....	11
5 PALVELUTOIMINTA.....	12
5.1 Valvomopalvelun tuottaminen .....	12
5.2 Toimittajan vastuulle kuuluvat tehtävät .....	12
5.3 Tilaajan vastuulle kuuluvat tehtävät.....	13
6 VALVOTTAVAT KOHTEET .....	14
6.1 Kankaanpään ja Niinisalon kaukolämpöverkko.....	14
6.2 Kankaanpään voimalaitos .....	15
6.3 Hukkalämpölaite .....	15
6.4 Kirkkokallion voimalaitos.....	15
6.5 Huippukuormalaitokset .....	16
7 PROSESSIKAAVIO.....	18
8 KANKAANPÄÄN VOIMALAITOKSEN PROSESSIN KUVAUS.....	19
8.1 Kankaanpään voimalaitos .....	19
8.2 Komponentit.....	20
8.2.1 Polttoaineen vastaanotto ja käsittely.....	20
8.2.2 Petihiekkajärjestelmä.....	22
8.2.3 Lentotuhkajärjestelmä.....	23
8.2.4 Vesijärjestelmä .....	24
8.2.5 Ilmajärjestelmät .....	25
8.2.6 Höyry-, turbiini, reduktiojärjestelmät .....	27
9 HUKKALÄMPÖLAITOKSEN PROSESSIN KUVAUS .....	29
9.1 Komponentit.....	29
9.2 Toimintakuvaus.....	29
9.2.1 Hönkäputkisto.....	30
9.2.2 Pesuri .....	31
9.2.3 Lauhteen käsittely .....	31
9.2.4 LTO-vyöhyke .....	32
9.2.5 Lämpöpumput.....	33

9.2.6 Kaukolämpöpumput .....	34
9.2.7 Kaukolämpöakut.....	35
10 HONKAJOEN VOIMALAITOKSEN PROSESSIN KUVAUS.....	37
10.1 Honkajoen voimalaitos.....	37
10.2 Komponentit.....	37
10.2.1 Polttoaineen vastaanotto ja käsittely.....	37
10.2.2 Petihiekka .....	38
10.2.3 Tuhkajärjestelmä.....	39
10.2.4 Vesijärjestelmä .....	39
10.2.5 Ilmajärjestelmät .....	40
10.2.6 Paineilma .....	41
11 HUIPPUKUORMALAITOKSET .....	42
12 TILANNEKOHTAINEN OHJEISTUS .....	44
12.1 Kankaanpää .....	44
12.2 Honkajoki .....	45
12.3 Kaukolämpöverkko .....	47
12.4 Huippukuormalaitokset .....	47
12.5 Hukkalämpölaitos .....	47
13 YHTEENVETO .....	49
LÄHTEET	
LIITTEET	

## 1 JOHDANTO

Energiantuotannon etäpalvelun tuottaminen on uusi osa operaattoreiden työtä. Työn tarkoitus on tehdä käyttäjille kuvaus valvottavista kohteista, laatia kokonaisuudesta prosessikaavio, sekä tehdä raamiohjeistus yleisimmistä operointitilanteista. Opinnäytetyön aiheena on Pori Energia Oy:n keväällä 2021 aloittama etävalvontapalvelun tarjoaminen Kaanaan voimalaitoksella, jossa on tarkoitus luoda käyttäjille kuva kokonaisuudesta ja sen eri komponenteista, sekä antaa alustavia ohjeita prosessin eri vaiheisiin. Opinnäytetyö rajataan etävalvonnan näkökulmaan.

Etävalvonnan piiriin tuli keväällä 2021 etävalvontapalvelun tarjoamisen myötä Vatajankoski Oy:n tuotantolaitokset. Valvonta suoritetaan Porin Prosessivoiman keskusvalvomosta operaattoreiden toimesta. Valvonnan piiriin kuuluu Kankaanpäässä sijaitseva voimalaitos, Honkajoella sijaitseva voimalaitos, huippu- ja tukikuormalaitokset, sekä Knauf Oy:n kipsilevytehtaan yhteyteen keväällä 2021 valmistunut hukkalämpölaitos.

## 2 PORI ENERGIA

Pori Energia on Satakunnan alueella toimiva energia-alan yritys. Pori Energia on perustettu vuonna 1898 ja silloinen päätehtävä oli Porin kaupungin valaistuksen rakentaminen. Kaukolämmöntuotannon Pori Energia aloitti vuonna 1969. Nykymuodossaan Pori Energia Oy on ollut vuodesta 2006, jolloin Pori Energia -liikelaitos ja Porin Lämpövoima Oy yhdistyivät.

Pori Energia Oy tuottaa asiakkailleen energiaa ja energiapalveluita. Tällä hetkellä se työllistää yli 200 työntekijää. Pori Energia Oy koostuu energia-, energiapalveluiden ja sähkön erillistuotannon-, tekniikan ja tietohallinnon- ja konsernipalveluiden yksiköistä. Pori Energia Oy:llä on tuotantolaitoksiaan mm. Kaanaassa, Aittaluodossa ja Harjavallassa. Suurimmat kokonaisuudet näistä sijaitsee Kaanaassa ja Aittaluodossa, joissa voimalaitokset tuottavat sähköä, kaukolämpöä ja prosessihöyryä. Näiden lisäksi kaukolämpöverkon tukena on seitsemän huippukuormalaitosta.

Vuodelta 2020 kerättyjen tietojen mukaan Pori Energia Oy:n tuottamasta kaukolämmöstä yli 55 % on tuotettu lähialueilta hankitusta biopolttoaineesta. Sähkönsiirron piiriin kuuluu yli 50 000 asiakasta. Vuonna 2020 sähköä myytiin asiakkailleen 312 GWh ja lämpöä 579 GWh, prosessienergiaa myytiin 273 GWh. (Pori Energia www-sivut 2021.)



### 3 VATAJANKOSKI OY

Vatajankoski Oy on Pohjois-Satakunnan alueella toimiva energia-alan yritys. Nykyään yritys omistaa laajan sähköverkon pohjoisessa Satakunnassa, sekä Kankaanpään kaupungin kaukolämpöverkon. Vatajankoski Oy tarjoaa kiertotalouteen pohjautuvaa ja päästötöntä kaukolämpöä asiakkailleen Kankaanpäässä ja Niinisalossa.

Vatajankosken uusin investointi on Knauf Oy:n kipsilevytehtaan yhteyteen rakennettu hukkalämpölaitos, jonka avulla tuotetaan noin kolmannes kaupungin kaukolämmöstä tehtaan ylijäämälämpöä hyödyntämällä. (Vatajankoski Oy www-sivut 2021.)

Vatajankosken Sähkö Oy on perustettu vuonna 1926. Vatajankosken ensimmäinen vesivoimalaitos valmistui vuonna 1927. Yritys tuotti uransa alkuvaiheessa sähköä vesivoiman avulla. Vuonna 1980 perustettiin Kankaanpään kaukolämpö Oy, jolloin kaukolämmöntuotanto alkoi Kankaanpäässä. Kaukolämpöverkko koki suuren laajennuksen vuonna 1990, jolloin Niinisalon kaukolämpöverkko siirtyi Kankaanpään kaukolämpö Oy:n omistukseen. Nykyinen nimi Vatajankoski Oy otettiin käyttöön vuonna 2020. (Vatajankoski Oy www-sivut 2021.)

## 4 KAANAAN VOIMALAITOS

### 4.1 Lähtötilanne

Voimalaitoksen käytön vuorossa työskentelee normaalisti kaksi voimalaitoskäyttäjää. Tämän lisäksi jokaisessa vuorossa on vuoroinsinööri, joka vastaa voimalaitosten operatiivisesta toiminnasta ja kapasiteetin optimaalisesta käytöstä. Voimalaitoskäyttäjän tehtäviin kuuluu valvomotyön lisäksi myös kenttätyöskentelyä ja valvontakierroksia.

Päivittäisissä työtehtävissään operaattori huolehtii kaukolämmön tuotannosta Porin kaupungin verkkoon, sähköntuotannosta ja prosessihöyryn tuottamisesta höyryverkkoon. Porin Prosessivoiman valvomossa oli ennen Vatajankosken kanssa tapahtuvaa yhteistyötä kokeilussa pilottijakso, jossa suoritettiin etävalvontaa tuulivoimapuistoihin.

Tammikuussa 2017 tehtaalla syttyi suuri tulipalo, joka on ajansaatossa johtanut siihen, että tuotanto tehtaalla loppuu. Tehtaan ollessa käynnissä se oli merkittävä höyry- ja lämpöasiakas voimalaitokselle. Etävalvonnan lisäksi operoitavana on oman laitoksen prosessit.

### 4.2 Kaanaan voimalaitos

Kaanaan voimalaitos sijaitsee Meri-Porissa Venatorin tehdasalueella. Kaanaan voimalaitoksen omistaa Pohjolan Voima Oy:n tytäryhtiö Porin Prosessivoima Oy. Sen käytöstä ja kunnossapidosta vastaa Pori Energian henkilöstö. Voimalaitos tuottaa kaukolämpöä, sähköä ja prosessihöyryä. Kaanaan voimalaitos on osana Porin kaupungin kaukolämpö- ja sähköverkkoa.

Voimalaitokseen kuuluu vuonna 2008 valmistunut biopolttoainetta käyttävä kiertopetikattila, jonka polttoaineena toimii lähialueilta hankitut biopolttoaineet. Kattilassa on myös mahdollista polttaa kierrätyspolttoainetta. Biokattilan lisäksi voimalaitokselta

löytyy oma vedenkäsittelylaitos, sekä kaksi käytössä olevaa varakattilaa. Varakattiloita käytetään mm. tukikattilana ja ongelmatilanteissa.

Kesäisin biokattila on seisakissa, koska kattilalle suoritetaan laaja vuosihuolto. Kesäisin myös korkeat ulkolämpötilat estävät kattilan ajamisen, koska kaukolämmön kulutus on pientä. Kesäaikaan käytössä on siis vain kaasukattila. Nykyisin kesäajan kaukolämmöntuotanto tapahtuu suurimmaksi osaksi Porin keskustan laitamilla sijaitsevalta Aittaluodon voimalaitokselta.

Taulukko 1. Voimalaitoksen kattilat

Kattila	Cymic (biokattila)	K-5 (maakaasukattila)	K-4 (kevytöljykattila)
Höyryteho (MW)	177	32	44
Tuorehöyry (t/h)	242	45	55
Tuorehöyry (bar)	83	55	80
Tuorehöyry (°C)	522	500	525
Polttoaineteho (MW)	206	-	-
Käyttöönottovuosi	2008	1974	1970

#### 4.3 Vatajankosken etävalvontapalvelu

Vatajankoski Oy:n kanssa aloitetun yhteistyön johdosta Kaanaan valvomoon rakennettiin kokonaan uusi operointiasema, johon asennettiin valvottavien kohteiden prosessinäytöt, sekä valvontakameraruudut. Operaattori valvoo prosessin eri kohteita ja tekee tarvittavia muutoksia ja säätöjä tarvittaessa yhteistyössä Vatajankosken päivystäjän kanssa.

Etävalvonta vaatii paljon valvontaa ja kehitettävää löytyy mm. laitosten välisen kommunikoinnin osalta. Tämän kaltainen etävalvonta on täysin uutta valvomon operaattoreille, mutta Vatajankosken antaman palautteen mukaan etävalvonta on ollut kiitettävällä tasolla.

## 5 PALVELUTOIMINTA

### 5.1 Valvomopalvelun tuottaminen

Pori Energia Oy tarjoaa valvomopalvelua Vatajankoskelle Kaanaan voimalaitoksen ohjaamosta käsin. Kankaanpäässä etävalvonnan piiriin kuuluu Kankaanpään voimalaitos, Pansian hukkalämpölaite, sekä huippu- ja tukikuormalaitokset esimerkiksi nestekaasulaitos voimalaitoksen yhteydessä. Honkajoella valvontaan kuuluu Honkajoen kiinteän polttoaineen kattilan lisäksi biokaasumoottori, huippu- ja varalämpökeskus ja kirkkokallion teollisuuspuiston kaukolämpöverkko.

Valvontaa suoritetaan Honeywell Experionin, Siemens WinCC:n ja VNC-viewerin avulla. Honeywellin perässä tällä hetkellä on Kankaanpään voimalaitos. WinCC:n perässä on Kankaanpään kaukolämpöverkko, Pansian hukkalämpölaite, sekä huippu- ja varalämpökeskukset. VNC-viewerin avulla valvotaan Honkajoen voimalaitosta, biokaasumoottoria, Kirkkokallion huippukuormalaitos, sekä Honkajoen teollisuuspuiston kaukolämpöverkko.

### 5.2 Toimittajan vastuulle kuuluvat tehtävät

Etävalvonnassa tavoitteena on ajaa valvottavia laitoksia mahdollisimman kustannus- ja energiatehokkaasti, sekä selvittämään laitoksilta tulleet hälytykset mahdollisuuksien mukaan etänä. Laitosten toiminnan valvonta, sekä ajokombinaatioiden muutokset tehdään jatkuvasti miehitetyn laitoksen toimesta, eli toimittajan puolelta etäkäyttöjärjestelmien avulla, jotka tilaaja on toimittanut.

Toimittajan ja tilaajan välillä on käyttöpäiväkirja, johon molempien osapuolien tulee merkata poikkeavia tilanteita ja havaintoja. Näin molemmat osapuolet saavat tiedot mahdollisista muutoksista. Jos valvottavilla laitoksilla tulee häiriötilanteita, joita ei etäyhteyden kautta pysty korjaamaan, niin toimittajan tulee saada varalla oleva tilaajan päivystäjä korjaamaan tilanne ja turvata hänen turvallisuutensa kentällä mahdollisesti puhelimen tai kameravalvonnan avulla.

Tilaajan tulee laatia kuukausiraportteja suoritetusta valvonnasta. Raportissa käydään läpi merkittäviä tapahtumia ja muutoksia ja siihen tilaaja voi kerätä mahdollisia kehitysehdotuksiaan. Laitosten käytöstä tehdään yhteenveto ja mahdolliset jatkokehityssuunnitelmat.

### 5.3 Tilaajan vastuulle kuuluvat tehtävät

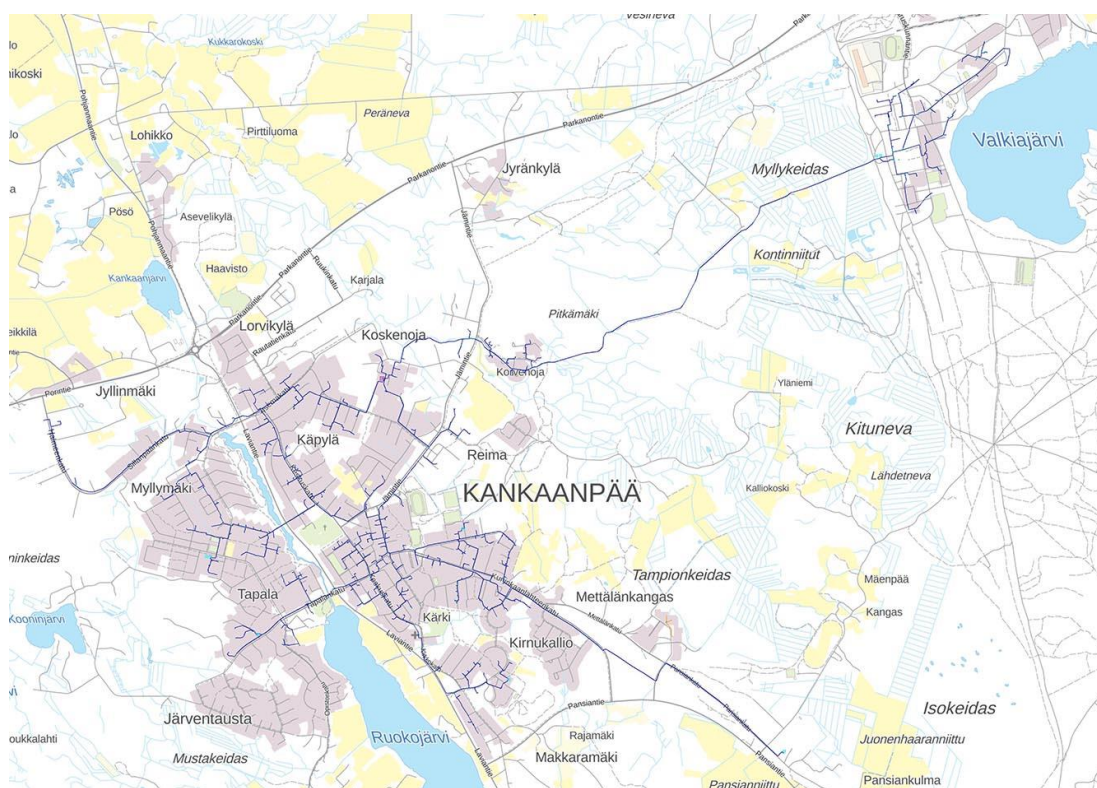
Toimittaja on vastuussa operaattoreiden riittävästä perehdyttämisestä operoitaviin laitoksiin ja kaukolämpöverkkoon. Tilaaja toimii omien laitteidensa käytönvalvojana ja sähkökäytön johtajana. Heidän vastuullaan on myös tuotannon optimointi ja kapasiteetin käyttöön ja ajojärjestelyihin liittyvät ohjeistukset.

Ongelmatilanteissa tilaaja on vastuussa riittävästä paikallisesta varallaolomiehityksestä, sekä laitosten paikalliskäyttö. Tilaajan tulee hoitaa tietoliikenneyhteyksien rajapinnat siten, että toimittajalla on mahdollisuus päästä niihin. He ovat myös velvollisia pitämään laitosten kameravalvonnan kunnossa, sillä se on merkittävä osa etävalvontaa.

## 6 VALVOTTAVAT KOHTEET

### 6.1 Kankaanpään ja Niinisalon kaukolämpöverkko

Kaukolämpöverkon kaksi päälaitosta ovat Kankaanpään voimalaitos ja Knauf Oy:n kipsilevytehtaan yhteydessä oleva hukkalämpölaitos. Verkkoon kuuluu myös huippu- ja tukikuormalaitoksia. Nämä ovat pääsääntöisesti öljypolttimella toimiva kattiloita, mutta Kankaanpään voimalaitoksen yhteydessä oleva huippukuormalaitos sai uudet nestekaasupolttimet vuonna 2018. (Vatajankoski Oy www-sivut 2021.)



Kuva 1. Kankaanpään ja Niinisalon kaukolämpöverkko karttaan piirrettynä (Vatajankoski Oy:n www-sivut, 2021)

## 6.2 Kankaanpään voimalaitos

Kankaanpäässä Pirkanlaaksonkadulla sijaitsee leijupetikattila ja turbiini. Kattilan on valmistanut A.Ahlström Oy:n Thermoflow. Valmistaja on ilmoittanut kattilan höyrytehoksi 7,9 kg/s. Turbiinin ilmoitettu sähköteho on 6,0 MW ja kaukolämpöteho 17 MW. Kattilan käyttöpaino on 60 bar. Kattilassa on poltettu turvetta, mutta nykyläin-säädännön johdosta turvetta on alettu korvaamaan biopolttoaineilla. Viime vuosina turpeen osuus polttoaineesta on ollut noin 15–40 %, mutta syyskuusta 2021 lähtien kattilan polttoaineena on käytetty 100 % biopolttoaineita. Talvella kovilla pakkasilla turvetta on kuitenkin poltettu n. 20 % kokonaismäärästä, ja siitäkin tavoitteena luopua kokonaan.

Kattilalla tuotetaan tuorehöyryä, jonka lämpötila on 510 °C. Biopolttoaineen määrän nostamisen on huomattu aiheuttavan kattilan polttoaineen syötössä ongelmia mm. polttoaineen holvaantumista syöttösiilon lahkeisiin. Holvaustilanteiden vuoksi kattilan paineasetusta on pudotettu 60 bar → 59,5 bar, joka antaa syöttöruuveille pelivaraa, kun niiden kierrosnopeus kasvaa ja holvaus loppuu.

## 6.3 Hukkalämpölaitos

Vatajankoski Oy:n uusin investointi on hukkalämpölaitos, joka sijaitsee Kankaanpäässä Knauf Oy:n kipsilevytehtaan yhteydessä. Hukkalämpölaitoksella saadaan kipsilevytehtaan eri linjojen hönkähöyryä hyödyntämällä tuotettua kaukolämpöä kaupungin verkkoon. Ennen hukkalämpölaitoksen rakentamista kipsilevytehtaan linjojen hönkähöyry päästettiin taivaalle, mutta nykyään se kattaa valtaosan Kankaanpään ja Niinisalon kaukolämmön tarpeesta. Hukkalämpölaitoksella saadaan tuotettua noin kolmasosa koko kaukolämpöverkon energiantarpeesta.

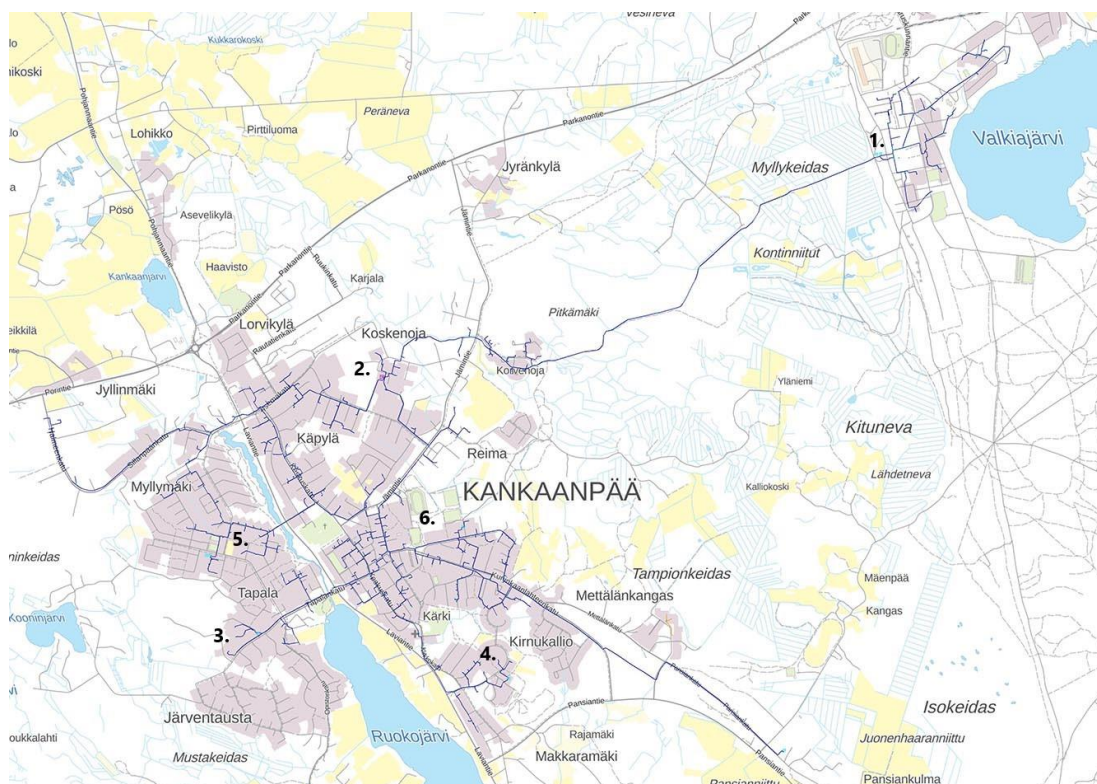
## 6.4 Kirkkokallion voimalaitos

Honkajoella Santastentiellä sijaitsee toinen Vatajankoski Oy:n voimalaitoksista. Kattila on niin ikään leijupetikattila ja sen käyttöpaino on 29 bar. Kattilan polttoaineena

toimii turve. Kirkkokallion kattilan lämpöteho on 15 MW, eli se ei kuulu päästöoikeuksien piiriin, joten siellä saadaan polttaa turvetta myös jatkossa. Laitosta on tarkoitus päivittää lähivuosina siten, että siellä pystyttäisiin polttamaan myös uusiutuvia polttoaineita.

Kattilalla tuotetaan prosessihöyryä Honkajoki Oy:n tarpeisiin, heille höyry ajetaan reduktioaseman kautta 12 bar paineella. Alueen muita asiakkaita ovat Gasum Oy:n biokaasulaitos, Lihajaloste Korpela Oy ja KKK-vihannes Oy. Gasumille ajetaan 90°C vettä priimausvaihdin HX05 kautta, Korpelalle ajetaan 65°C vettä priimausvaihdin LS1 kautta ja KKK-vihannekselle ajetaan 80°C vettä KKK-vaihtimen kautta. Honkajoella on myös kaasumoottori ja pakokaasukattila, sekä erillinen huippukuormalaitos.

## 6.5 Huippukuormalaitokset



Kuva 2, huippukuormalaitosten sijainti kartalla (Vatajankoski Oy:n www-sivut, 2022)



Kankaanpään ja Niinisalon kaukolämpöverkossa on yhteensä 6 lämpökeskusta, joita käytetään tapauskohtaisesti suuren kaukolämpökuorman apuna tai ongelmatilanteissa. Kankaanpään voimalaitoksen yhteydessä on ainoat nestekaasulla toimivat polttimet, jotka vaihdettiin sinne vuonna 2018. Öljypolttimilla toimivat lämpökeskukset sijaitsevat Kankaanpään terveyskeskuksella, koululla, Soikanpuistossa, kuntokeskuksella ja Niinisalossa.

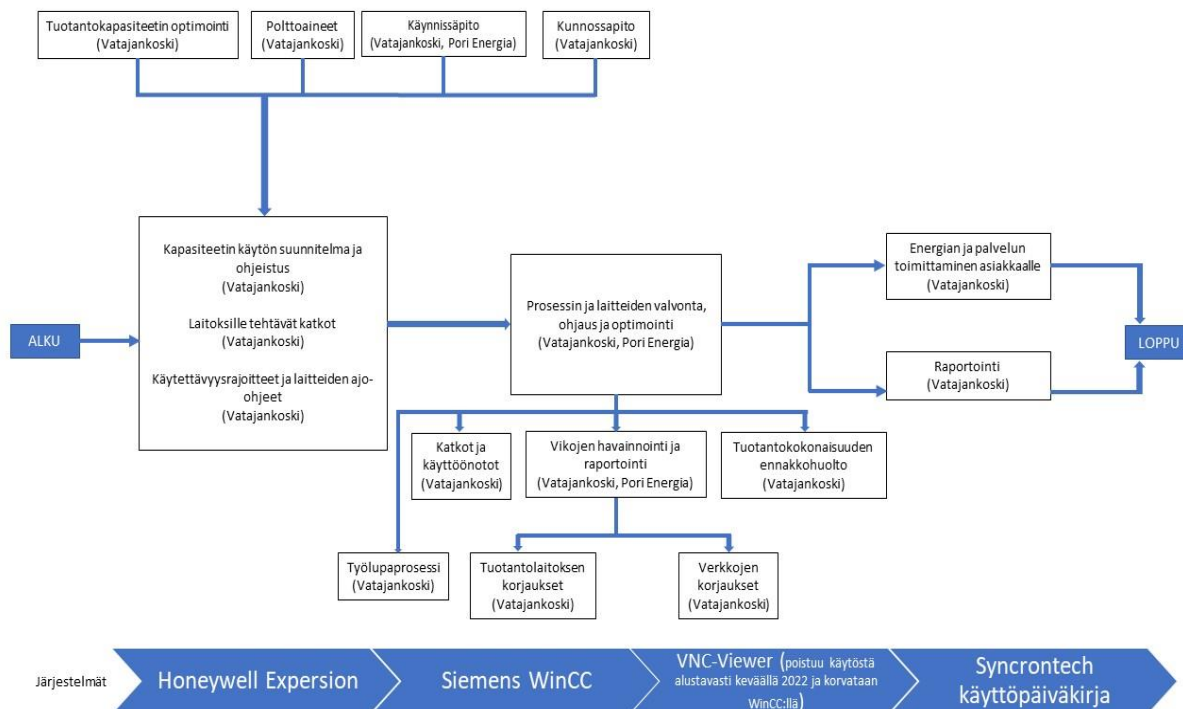
Taulukko 2. Huippukuormalaitokset

<b>Sijainti</b>	<b>Teho</b>
1.Niinisalo	1,4 ja 6 MW (öljy)
2.Voimalaitos	5 ja 8 MW (nestekaasu)
3. Terveyskeskus	1,2 MW (öljy)
4.Kuntoutuskeskus	2 MW (öljy)
5.Soikanpuisto	2 ja 4 MW (öljy)
6.Koulu	8 MW (öljy)

## 7 PROSESSIKAAVIO

Prosessikaavion on tarkoitus selkeyttää Pori Energian ja Vatajankosken välistä yhteistyötä. Kaaviossa on ensin esitetty tuotantokapasiteetin optimointi, polttoaineiden tilauksen, käynnissäpito, sekä kunnossapito. Näistä neljästä Pori Energia osallistuu käynnissäpitoon. Kapasiteetin käytön suunnittelu ja ohjeistusta, tehtävät katkot, sekä käytettävyyssrajoitteet ja laitteiden ajo ohjeiden toimitus kuuluu Vatajankoskelle. Pori Energia osallistuu vahvasti prosessin ja laitteiden valvontaan, ohjaukseen ja optimointiin, sekä prosessissa tapahtuvien häiriöiden raportointiin.

Etävalvonnan käytössä on neljä eri järjestelmää, jolla työ tehdään. Laitosten välinen raportointi hoidetaan puhelimitse, sekä Synchronotech:n käyttöpäiväkirjan avulla. Muuten katkoista, käyttöönotoista ja ennakkohuolloista vastaa Vatajankoski itse. Tuotteiden toimituksesta asiakkaille on vastuussa Vatajankoski. Heidän tehtävänänsä on huoltaa ja kunnossapitää verkostoa ja suorittaa sinne tarvittavia korjaavia toimenpiteitä.



Kuva 3, Prosessikaavio Pori Energian ja Vatajankosken välisestä yhteistyöstä (Vuorio, 19.1.2022)

## 8 KANKAANPÄÄN VOIMALAITOKSEN PROSESSIN KUVAUS

### 8.1 Kankaanpään voimalaitos



Kuva 4, Kankaanpään voimalaitos (Vuorio, 7.12.2021)

Taulukko 3. Kankaanpään leijupetikattila

Valmistaja	Ahlström
Höyryteho	7,9 kg/s
Turbiinin sähköteho	6,0 MW
Kaukolämpöteho	17 MW
Tulistetun höyryn paine	60 bar
Tulistetun höyryn lämpötila	510 °C

## 8.2 Komponentit

Voimalaitos koostuu polttoaineen vastaanottoasemasta, polttoainekuljettimen eri osista aina vastaanottoasemalta kattilalle asti, leijupetikattilasta ja sen puhaltimista ja pumpuista, lento- ja pohjatuhkan käsittelylaitteista, höyryverkon eri komponenteista mm. ekonomaiserista, lieriöstä, tulipesän keittoputkista ja tulistimista, turbiinista, lämmönvaihtimista sekä kaukolämpöverkkoon liittyvistä komponenteista mm. kaukolämpöpumpuista ja paisuntasäiliöstä.

### 8.2.1 Polttoaineen vastaanotto ja käsittely



Kuva 5, Polttoaineen vastaanottoasemat (Vuorio, 7.12.2021)

Voimalaitoksen piha-alueella on polttoainekenttä, johon suurin osan polttoaineesta varastoidaan. Kentältä polttoaine ajetaan polttoainehallin syöttöasemiin. Asemia on yhteensä kolme. Asemien päässä ennen pudotuskuilua on repijätelat, jotka rikkovat polttoainetta pienempiin osiin. Repijäteloilta polttoaine putoaa kolakuljettimelle, jossa on



asemakohtaiset ruuhkaleikkurit. Niiden tehtävänä on säätää aseman nopeutta, jotta polttoainetta ei tulisi liikaa ja tukkisi pudotustorvea.

Ruuhkaleikkureiden jälkeen polttoaine kuljetetaan kolakuljettimella hihnakuljettimelle, jossa on raudanerotus magneetti. Ongelmatilanteissa magneettia voidaan nostaa ja hihnaa ajaa taakse päin, jos magneetin väliin tulee esim. kanto tai oksia.

Magneetin jälkeen polttoaine seulotaan kiekoseulalla ja siitä se putoaa murskalle. Murskan tai kiekoseulan tukoksen tullen, ne on myös mahdollista ohittaa ja ajaa polttoaine suoraan siilolle menevälle kuljettimelle. Kun turpeen osuutta on alettu vähentämään, niin myös polttoaineen rikkipitoisuus on laskenut, joten hihnakuljettimelle on asennettu rikinsyöttölaitteisto estämään kattilassa tapahtuvaa korroosiota. Rikki syötetään seulonnan jälkeen polttoaineen sekaan heti hinnan alkupäästä.



Kuva 6, Polttoaineen seulonta (Vuorio, 7.12.2021)

Hihnakuljetin kuljettaa polttoaineen kattilan vieressä olevaan syöttösiiloon. Siilossa on rajakytkimet, jotka käynnistävät ja sammuttavat polttoaineen vastaanottoaseman.

Siilo koostuu kahdesta ”lahkeesta”, joiden molempien pohjalla on syöttöruuvit. Ruuveilta polttoaine menee sulkusyöttimien kautta tulipesään. Sulkusyöttimet estävät ns. takapalon ja sitä valvotaan mm. pudotustorvessa olevilla lämpötilamittauksilla.

### 8.2.2 Petihiekkajärjestelmä

Hiekan syöttö pesään tapahtuu manuaalisesti paikanpäältä. Petihiekan keskiraekoko on 0,5–1,5 mm. Käytön aikana tarkkaillaan petipaineita ja tarvittaessa lisätään hiekkaa. Myös petiä vaihdetaan määräajoin poistamalla vanhaa isompaa partikkelia ja lisäämällä uutta tilalle. Tämä kaikki tapahtuu manuaalisesti paikanpäältä. Hiekan syötön aikana tulee tarkkailla, etteivät petilämmöt laske liian alas. Petituhkan poistaminen edesauttaa siihen, ettei leijumattomat partikkelit tekisi pedistä liian paksua. Hiekan ja tuhkan poisto tapahtuu kattilan pohjasta tuhkanpudotusputkien kautta pohjatuhkalavoille. (Ahlström, 1993, luku 12)

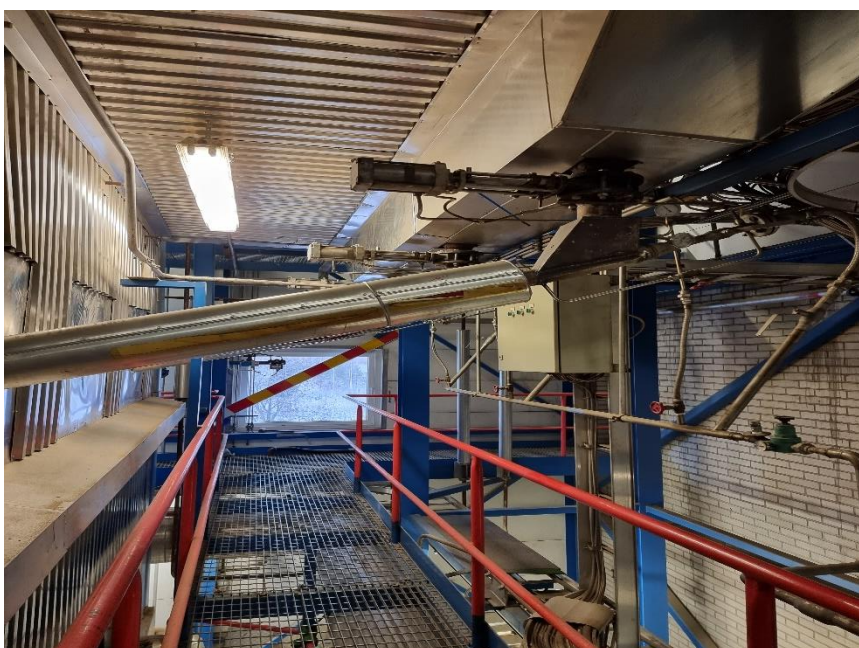


Kuva 7, Pohjatuhkalava, johon pedin vaihto tapahtuu (Vuorio, 7.12.2021)



### 8.2.3 Lentotuhkajärjestelmä

Raskaan lentotuhkan poisto tapahtuu takavedosta ekon jälkeen tuhkan takaisinkiertämällä petiin, sekä hienon lentotuhkan sähkösuodattimilta. Ekon jälkeen tuhkaa palautetaan takaisin pesään paineilman avulla, ja näin saadaan poltettua lentotuhkan palamattomat polttoainepartikkelit ja palautettua käyttökelpoinen petihiekka takaisin tulipesään.



Kuva 8, Tuhkan, hiekan ja palamattoman polttoaineen palautus ekonomaiserin pohjasta (Vuorio, 7.12.2021)

Sähkösuodattimet keräävät lentotuhkaa levyihin, jotka saadaan täristämällä puhtaaksi. Tuhkan valuttua suodattimien pohjasuppiloon tuhka ohjataan kostutusruuvien kautta tuhkalavoille, joita tyhjennetään säännöllisin väliajoin. Käyttäjän tulee varmistua tuhkanpoistojärjestelmää käyttäessä, että ainakin toinen tuhkakontti on paikallaan ja jakopelti on ohjattu kyseiseen lavaan. Normaalisissa ajotilanteessa lentotuhkan ja petihiekan kierrätys on päällä ja tuhkanpoistokuljettimet ajossa.

Kattilan nuohous tapahtuu automaattisesti toimivien ääninuohoimien avulla. Ekonomaiserin yhteydessä on kaksi paineilmalla toimivaa ääninuohointia ja kattilan hila- ja tulistinosassa on neljä nestekaasulla ja paineilmalla toimivaa ääninuohointia. Nuohous on tärkeä osa pintojen lämmönsiirron kannalta. (Ahlström, 1993, luku 15)



Kuva 9, Nestekaasulla ja paineilmalla toimiva ääninuohoin (Vuorio, 7.12.2021)

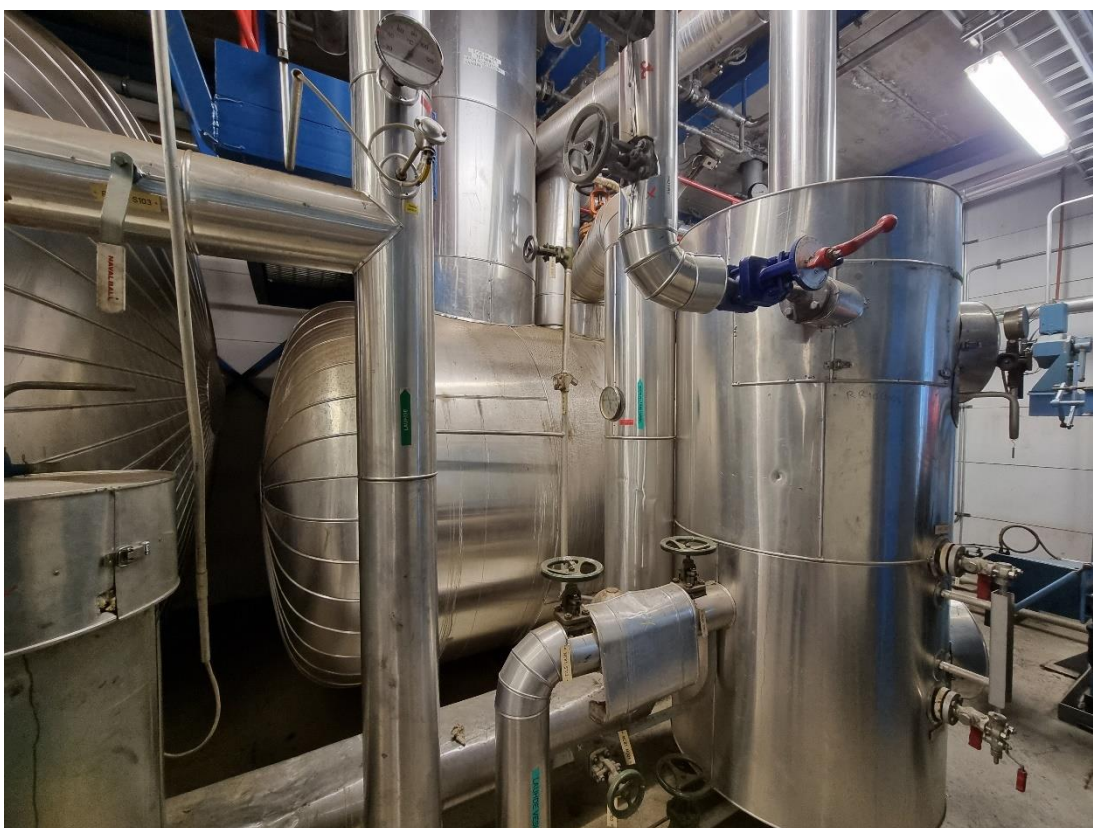
#### 8.2.4 Vesijärjestelmä

Kattilalaitoksella käytetään kaupungin vesijohtovettä, eikä se sovellu käytettäväksi sellaisenaan. Vesi puhdistetaan suolanpoistosarjojen avulla ja se varastoidaan lisävesisäiliöön. Lisävesisäiliön pinta ohjaa vedenpuhdistussarjoja, säiliöön otetaan kerrallaan n. 5m<sup>3</sup> vettä, jolla saadaan sarjat toimimaan täydellä teholla mahdollisimman pitkään. Lisävesisäiliöstä puhdistettu vesi pumpataan säätöventtiilin kautta syöttövesisäiliöön. (Ahlström, 1993, luku 2)

Syöttövesisäiliöön syötetään hapenpoistokemikaalia, jolla saadaan esim. termisen kaasunpoiston jäännöshappi poistettua. Laitoksella on kaksi syöttövesipumppua, joista



toinen käy ja toinen on varalla. Pumput on mitoitettu suurimman käyttöpaineen mukaan. Pumppujen ohjaus tulee lieriön paine-ero mittauksesta, paineesta ja pumpattavasta vesimäärästä. Ennen pumppuja on imusihdit, jotka poistavat lieriöön menevästä mahdolliset epäpuhtaudet. Tämän jälkeen vesi virtaa ekonomaiserin ja säätöventtiilin läpi lieriöön. Syöttövesilinjassa on myös minimikiertoventtili, josta ylimääräinen vesi palaa takaisin syöttövesisäiliöön. Painetasosta riippuen syöttöveden lämpötila ennen ekonomaiseria on n. 110–120 °C. Syöttövesisäiliön paineenpidosta vastaa lieriöstä tuleva kylläinen höyryä, jonka paine lasketaan säätöventtiilin avulla. (Ahlström, 1993, luku 3)



Kuva 10, Syöttövesisäiliö (Vuorio, 7.12.2021)

### 8.2.5 Ilmajärjestelmät

Kattilan ilmoista huolehtii primääri-, sekundääri-, kiertokaasu- ja savukaasupuhallin. Primääri-ilmajärjestelmän tehtävänä on syöttää tulipesään oikea määrä ilmaa palamiseen ja pedin leijuttamiseen. Primääri-ilmaa käytetään myös sytytyspolttimien liekki-vahtien jäähdyttämiseen ja sytytyspolttimien palamis- ja jäähdytysilmaksi. Primääri-

ilmapuhallin ottaa ilmansa kattilahuoneen yläosasta sijaitsevasta ilmanavasta. Primääri-ilman määrää säädellään imukanavassa olevalla venturimittauksella, jonka avulla primääri-ilman määrä saadaan oikeiksi muihin ilmoihiin verrattuna. Normaalissa käytössä primääri-ilman määrä määräytyy ennakolta tehtyjen käyrien mukaan, käyrät ovat laskennallisia eri polttoaineilla. (Ahlström, 1993, luku 10)

Sekundäärijärjestelmä huolehtii tulipesään syötettävästä ilmamäärästä, jolla saavutetaan mahdollisen täydellinen palaminen. Sekundääri-ilmaa käytetään myös polttoaineen heittoilmana ja varapolttimen palamisilmana. Sekundääri-ilman säätö toimii samalla periaatteella kuin primääri-ilmankin. Virtaus mitataan venturimittauksella imukanavasta. Asetusarvosignaali muokataan vastaamaan haluttua sekundääri-ilmaosuutta kokonaisilmasta ennakkoon määrätyn käyrän mukaisesti. Asetusarvoon lisätään petilämpötilan säätäjistä korjausviesti. Arvoissa on minimiarvo, joka riittää pitämään riittävän korkean happitason, sekä varmistaa sekundäärisuuttimien auki olemisen. Käytössä on myös jäännöshappimittaus, joka vaikuttaa suoraan sekundääri-ilmamäärän asetukseen. (Ahlström, 1993, luku 11)

Kattilan tulipesään syötetään myös kiertokaasua. Hyviä biopolttoaineita käytettäessä petilämmöt nousevat liian korkeiksi, jolloin petiin syötettävä kiertokaasu jäädyttää petiä. Kiertokaasupuhallin imee ilmansa savukaasupuhaltimen jälkeisestä kanavasta ja puhalttaa ne kattilan pohjalle poltinkammioon, jossa se sekoittuu primääri-ilman kanssa. Kiertokaasun määrää säädetään kiertokaasupuhaltimen nopeutta muuttamalla. Kanavissa on kaksoissulkupelti, joka pidetään suljettuna silloin, kun kiertokaasua ei tarvita. Tällöin peltien väliin puhalletaan ilmaa, jotta savukaasut eivät pääse vahingoittamaan kiertokaasukanavaa. (Ahlström, 1993, luku 14)

Neljäntenä puhaltimena on savukaasukanavassa oleva savukaasupuhallin. Sen tehtävä on poistaa palamisesta syntyvät kaasut piippuun. Poistettavasta savukaasusta otetaan lämpöä talteen kattilaveteen ekonomaiserin avulla, sekä palamisilmaan luvon avulla. Savukaasupuhaltimella pidetään tulipesässä jatkuvasti pieni alipaine, joka turvaa palamisolosuhteet ja savukaasujen poistumisen tulipesästä. Maksimikuormalla puhallin pystyy poistamaan kostea savukaasua n.  $14 \text{ Nm}^3/\text{s}$ . Veto määritetään savukaasupuhaltimen pyörimisnopeudella. (Ahlström, 1993, luku 9)

### 8.2.6 Höyry-, turbiini, reduktiojärjestelmät

Höyryturbiinin ja reduktiojärjestelmän tehtävänä on siirtää ja käyttää kattilasta tuotettu tulistettu höyry niin, että saadaan mahdollisimman tehokkaasti tuotettua sähköä ja kaukolämpöä. Turbiinin siivistön läpi virtaava höyry pyörittää turbiiniroottoria tuottaen sähköä. Turbiinin loppuosassa höyryn paine laskee alle 1 bar:iin, tämä matalapaine höyry ohjataan kaukolämmönvaihtimeen, jolla säädetään lähtevän kaukolämpöveden lämpötila. Silloin kun turbiinia ei voida käyttää, niin silloin käytetään reduktiojärjestelmää, tällaisia tilanteita on esimerkiksi turbiinin pikasulku. Tällöin ei saadaan tuotettua pelkkää kaukolämpöä.

Höyryputkessa on sivuhaara ennen turbiinia, josta saadaan ohjattua höyry reduktioasemalle. Reduktioventtiili säätelee höyryn lämpötilan ja paineen asetetun arvon mukaisesti. Tästä höyry johdetaan tasaantumisputken kautta lämmönvaihtimeen kaukolämmöntuotantoa varten. Höyryn lämpötila on 510 °C ja paine 61 bar ennen reduktioventtiiliä. Venttiilin jälkeisen höyryn lämpötilan on 180 °C ja paine 6 bar. Reduktio läpäisee maksimissaan 6,9 kg/s.

Normaalissa turbiiniajossa turbiinin teho määräytyy lähtevän kaukolämpöveden mukaan. Lämpötilasäätäjä on paikallinen säädin turbiinin automaatiassa. Säädin ohjaa sen ottamaa höyrymäärää ja kattilan paineensäätöpiiri höyryn paineen vakiona. Turbiinin rinnalla ja rinnalla on varajärjestelmänä reduktionlinja. Reduktionhöyryn paineen asetusarvo muodostetaan kaukolämpöveden lämpötilan perusteella, mutta sen saadaan määritettyä myös käsin.

Normaalissa ajossa säätäjä on automaattilla, mutta asetusarvo on nollassa. Jos turbiini menee pikasulkuun, säätäjän asetusarvoa lähdetään nostamaan hiljalleen kohti asetusarvoaan. Näin saadaan jatkettua tuotantoa, vaikka turbiini menisikin alas. (Ahlström, 1993, luku 7)



Kuva 11, Kankaanpään turbiini (Vuorio, 7.12.2021)

## 9 HUKKALÄMPÖLAITOKSEN PROSESSIN KUVAUS



Kuva 12, Hukkälämpölaitos (Vuorio, 7.12.2021)

### 9.1 Komponentit

Hukkälämpölaitos on rakennettu kipsilevyn valmistusprosessista muodostuvien kaasu- ja muunnettujen energiaksi, joka voidaan siirtää Kankaanpään kaukolämpöverk-  
koon. Hukkälämpölaitoksen oleelliset komponentit ovat pesuri, lauhteenkäsittelylait-  
teisto, kaksi lämpöpumppua ja kaksi kaukolämpöakku.

### 9.2 Toimintakuvaus

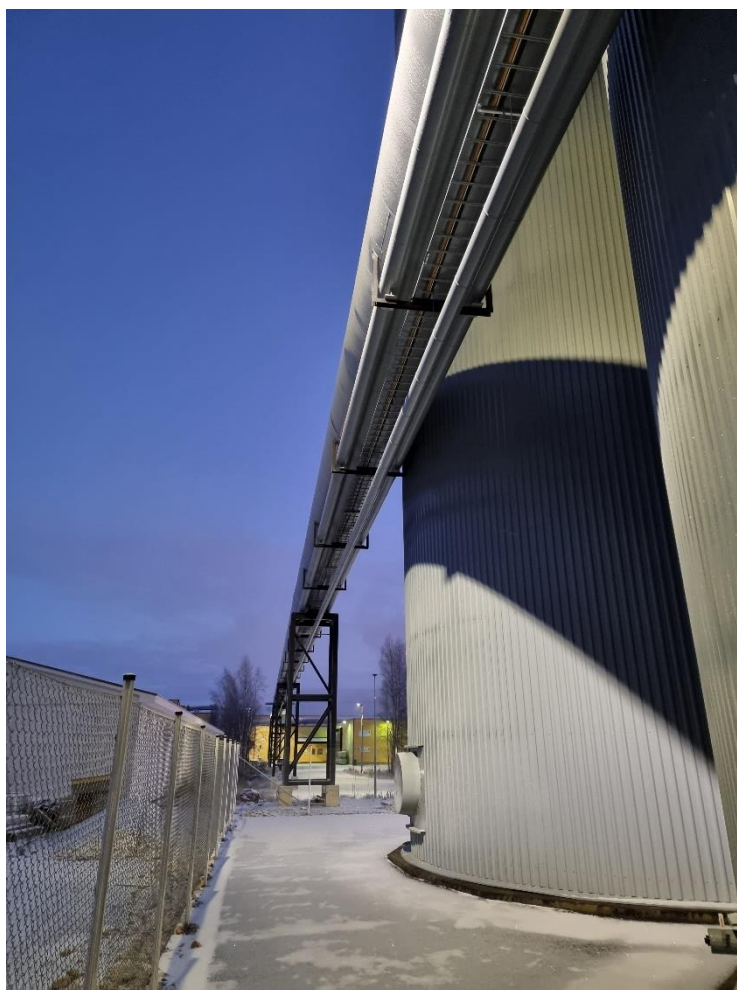
Hukkälämpölaitoksen käytöstä vastaa pääasiallisesti viisi eri ajotapasekvenssiä, pesu-  
rin ja lämpöpumppujen ylös- ja alasajosekvenssit, koko laitoksen sammutussekvenssi,  
useita pesu- ja puhdistussekvenssejä sekä useita eri säätö- ja lukituspiirejä. Normaali-  
lissa ajossa hukkälämpölaitos ei juurikaan vaadi operointia. (Caligo, 2021, s. 23)



### 9.2.1 Hönkäputkisto

Kipsilevytehtaan ja hukkalämpölaitoksen välillä on hönkäputkisto, jossa kulkee kipsilevytehtaan eri työvaiheista syntyvät hönkäkaasut. Osaprosesseja on kolme; kuivain, esikuivain ja kalsinointi, suurin osa kaasuista syntyy kuivausprosessista. Hönkäkaasujen virtauksesta huolehtii hukkalämpölaitoksen puolella oleva hönkäkaasupuhallin, joka imee kaasut putkistosta pesurille.

Puhallin tarkkailee myös kanaviston painetasoa ja muuttaa kierrosnopeuttaan sen mukaan. Osaprosesseilta tulee jokaiselta oma linjansa, joissa on sulkua- ja ohituspelti, joiden avulla hönkä ohjataan joko ulos tai hyödynnettäväksi prosessiin. Ohituspelleissä on AUMA-toimilaitteet, jotka aukeavat turvatoimena, jos hönkää ei voidakaan syöttää pesurille. (Caligo, 2021, s. 6)



Kuva 13, Knaufilta tuleva hönkäputki (Vuorio, 7.12.2021)

### 9.2.2 Pesuri

Hönkäkaasukanavasta kaasut ohjataan pesurin ns. likaiselle puolelle. Kaasut virtaavan kammion yläosasta alaspäin, ja viiden virtausnopeutta rajoitetaan hajotuskartiolla, joka takaa kaasujen tarpeellisen viipymisajan pesurissa. Pesurikammiossa hönkäkaasu jäähdytetään suutimilta suihkutettavan veden avulla, tulolämpö on 80–100 °C ja se jäähdytetään 60–65 °C:een väliin. Suihkutettava vesi myös pesee kaasuissa olevia hiukkasia, jotka putoavat pesurin pohjalle lietteeksi, joka pumpataan jatkuvasti ulos



Kuva 14, Hönkäkaasujen pesuri (Vuorio, 7.12.2021)

kammioista pesupumpun (AP101) avulla lauhteen käsittelyyn. Hiukkasten laskennallinen erotusaste on >80 %. Pesurin vesipintaa säädetään säätöventtiilin (AA331) avulla. (Caligo, 2021, s.)

### 9.2.3 Lauhteen käsittely

Pesurin pohjalle kertyneestä kiintoaineksesta huolehtii lauhteenkäsittelyjärjestelmä, jolla lauhteesta erotetaan sen sisältämä kiintoaines. Lauhde ajetaan kahden hienosuodattimen ja rejektiselkeyttimen läpi, jonka jälkeen puhdistettu lauhde voidaan ajaa takaisin kipsilevytehtaan käytettäväksi. (Caligo, 2021, s. 9)



Kuva 15, Rejektiselkeytin (Vuorio, 7.12.2021)

#### 9.2.4 LTO-vyöhyke

Puhdistettu ja jäädytetty hönkäkaasu ohjataan lämmöntalteenottovyöhykkeelle (myöhemmin käytetään termiä LTO-vyöhyke), eli ns. puhtaalle puolelle, jossa kaasut kulkevat alhaalta ylös päin. LTO-vyöhykkeellä hönkäkaasu alkaa välittömästi kondensoitumaan ja vapauttamaan lämpöä n. 2350 kJ/kg, kondensoituvan veden määrään vaikuttaa kaasujen kastepiste ja loppulämpötila.

Lämmöntalteenotto tapahtuu pesurin puhtaan puolen kahdessa päällekkäisessä täytekerroksessa, joista alempi kerros on yhteydessä kaukolämmön paluukiertoon ja ylempi yhteydessä lämpöpumpuilla jäädytettyyn välipiiriin. Höngän virtaussuuntaan katsoen syötetään vastavirtaan LTO-kierron vettä, joka kiertää lämmönsiirtimien läpi täytekerroksien yläpuolelle. Täytekerroksien painehäviö todella pieni, sillä niiden huokoisuus on n.95 % ja lämmöntalteenotto pinta-ala on n. 240 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>.

Painehäviö taas kasvaa nopeasti, mikäli hönkäkaasun ja/tai vastavirtaan syötettävän veden määrä kasvaa nopeasti. Painehäviön kasvu aiheuttaa sen, että pesurin



täytekappalekerros tukkeutuu ja pesu alkaa ns. tulvimaan. Automaatiossa oletuksena on, että jos pesuri alkaa tulvimaan, niin täytekappalekerrokseen syötettävän veden määrää aletaan rajoittamaan 50 %:iin maksimimäärästä. Jos veden määrän vähentäminen ei auta asiaan, niin pesuri käynnistää alasajosekvenssin ja hönkäkaasut ohjataan suoraan ulkoilmaan. (Caligo, 2021, s. 10–12)

### 9.2.5 Lämpöpumput

Hukkalämpölaitokseen kuuluu kaksi rinnakkaista lämpöpumppua. Lämpöpumppujen kiertoaineena toimii kylmäaine R707 eli ammoniakki  $\text{NH}_3$ . Välipiirissä kiertävä vesi virtaa lämpöpumppujen höyrystimen läpi, joiden avulla pesuriveden lämmönvaihtimen E2 lämmittämän kiertoveden sisältämä lämpö saadaan siirrettyä lämpöpumppujen lauhduttimien kautta kaukolämpövedeen.

Lämpöpumpuille ja ylemmälle täytekerrökselle menevä välipiiri on myös yhteydessä kaukolämpöakkuhin. Ajotavasta riippuen sama vesi kiertää akkujen, lämpöpumppujen höyrystimien ja täytekappalekerroksen läpi. Höyrystimen jälkeinen jäähdytetty vesi johdetaan lämmönvaihtimeen AC002, jonka pesurivesi johdetaan ylempään täytekappalekerrokseen. Jäähdytetyn veden avulla piippuun virtaavien kaasujen lämpötila saadaan laskettua jopa 35 °C:een. (Caligo, 2021, s. 16–17)



Kuva 16, Toinen lämpöpumpuista (Vuorio, 7.12.2021)

#### 9.2.6 Kaukolämpöpumput

Laitokseen kuuluu kaksi kaukolämpöpumppua AP103 ja AP113. Pumppuja voidaan ajaa joko lämpötilan tai paine-eron mukaan. Hukkalämpölaitos on valtaosan vuodesta ns. tukilaitoksena, jolloin pumppuja ajetaan lämpötilamoodin mukaan. Tällä ajotavalla pystytään hyödyntämään kipsilevytehtaalta tuleva hönkä mahdollisimman tehokkaasti.

Jos hukkalämpölaitos on verkon ainut lämmöntuottaja, silloin pumppuja ajetaan paine-eromoodissa, jolloin pumppujen tehoa säätelee automatiikka kaupungin paine-eron mukaan. Kaukolämpöverkkoon syötettävän teho ja kaukolämpöakkuihin menevä teho tulee säätää siten, että latauspiiri pystyy tarvittaessa joustamaan suuntaan tai toiseen. Akkujen tavoitetehto pyritään pitämään yli 0,8 MW. (Caligo, 2021, s. 17)



Kuva 17, Kaukolämpöpumput (Vuorio, 7.12.2021)

### 9.2.7 Kaukolämpöakut

Laitoksen pihalla on kaksi 1500m<sup>3</sup> kaukolämpöakkuja, joihin pystytään varmaan lämpöä n. 90 MWh/akku. Akkuihin varastoidaan lämpöä kipsilevytehtaan ollessa ajossa ja sieltä saadaan purettua lämpöä viikonlopun yli, jolloin uutta hönkää ei tule. Järjestelmän logiikka kääntää purun akuista päälle automaattisesti, jos tehtaalta ei tule hönkää. Akusta lämpö puretaan verkkoon lämmönvaihtimen AC003 ja lämpöpumppujen lauhduttimien kautta. Normaalisissa ajotilanteissa pesurilta talteenotettu energia siirretään akkuihin ja/tai kaukolämpöverkkoon. Akkujen yläpäästä puretaan lämmin vesi (n.83 °C) ensin lämmönvaihtimelle AC003, jossa se luovuttaa lämpöä ja jäähtyy n. 55–60 °C:een. AC003 vaihtimesta poistuvan jäähdytysveden lämpötila riippuu kaukolämpöveden paluulämpötilasta, virtausmäärästä sekä akkupiirin virtausmäärästä. Vaihtimen jälkeen vesi kiertää vielä lämpöpumppujen kiertopumppujen AP104 ja AP114 ja jäähtyy siellä n. 30–40 °C:een. Jäähdytetty vesi pumpataan takaisin akun pohjan kautta vesimassan alaosaan, jossa se lämmitetään uudestaan.

Akkuja voidaan ladata tarvittaessa myös kaukolämpöverkon avulla, jos esimerkiksi kipsilevytehtaalla ei ole tuotantoa ja akuissa on vielä tilaa. Tällöin kaukolämpöä kierrätetään normaaliin ajotapaan verrattuna laitoksella vastapäivään ja tällöin hukkalämpölaitos toimii ns. kaukolämmön kuluttajana. (Caligo, 2021, s. 18–21)



Kuva 18, Voimalaitoksen pihalla olevat kaukolämpöakut (Vuorio, 7.12.2021)

## 10 HONKAJOEN VOIMALAITOKSEN PROSESSIN KUVAUS

### 10.1 Honkajoen voimalaitos

Taulukko 4, Honkajoen voimalaitos

Valmistaja	Ahlström, (nyk. Foster Wheeler)
Höyryteho	5 kg/s
Lämpöteho	15 MW
Höyryn lämpötila	235°C
Höyryn paine	30 bar

### 10.2 Komponentit

Valvonta kattaa kokonaisuudessaan Kirkkokallion höyrykattilalaitoksen. Näihin komponentteihin kuuluu polttoaineen vastaanottolaitos, josta polttoaine ohjataan seulonnan ja kuljettimien kautta kattilahuoneessa sijaitsevaan siiloon. Kattilahuoneen puolella suurimmat valvottavat komponentit ovat leijupetikattilan hiekkajärjestelmä, tuhka-järjestelmän, polttoaineen syöttö, vesi- ja höyryjärjestelmät esim. kattilan syöttöve-sisäiliö ja lieriö. Ilmajärjestelmään kuuluu leijutusilmapuhallin, sekundääri-ilmapuhallin, apusekundääripuhallin ja savukaasupuhallin.

#### 10.2.1 Polttoaineen vastaanotto ja käsittely

Polttoaine puretaan polttoaineen vastaanottoaseman asemakuljettimille, asemia on kaksi ja kummallekin asemalle mahtuu yksi yhdistelmäkuormallinen turvetta. Asemakuljet-timilta polttoaine menee repijätelan kautta pohjakuljettimelle. Pohjakuljettimen puto-tustunneliin on sijoitettu saulus rajakytkin, joka säätelee asemasta tulevan polttoaineen määrää siten, ettei pohjakuljetin pääse tukkeutumaan liiallisen polttoainemäärän joh-dosta. Pohjakuljettimelta polttoaine putoaa hihnakuljettimelle, jossa on nostettava rau-danerotusmagneetti, hihnalta polttoaine kulkeutuu seulottavaksi ja murskattavaksi,

jonka jälkeen polttoaine siirretään pitkällä kolakuljettimella kattilahuoneessa sijaitsevaan polttoaineen syöttösiiloon. Siilossa on kaksi pintarajakytkintä, jotka ohjaavat vastaanottoaseman toimintaa. (Jari Niinikoski, 2010, s. 10–21)

Siilosta polttoaine kuljetetaan kattilaan siilon pohjalla olevien neljän syöttöruuvien avulla sulkusyöttimille ja sitä kautta kattilaan. Automatiikka säätelee syöttöruuvien nopeutta sen mukaan, mikä kattilan tuottaman höyryn paine on. Sulkusyöttimet estävät ns. takapalon mahdollisuuden, ettei tuli pääse kattilasta polttoainesiiloon. Tätä valvotaan muun muassa sulkusyöttimien jälkeisen pudotustorven lämpötilan seurannalla. Polttoaineen syöttöongelmien vuoksi on olemassa myös öljypoltinjärjestelmä, jolla voidaan pitää kattila ajossa, mutta pääsääntöisesti poltin on kattilan ylösajoa varten. (Jari Niinikoski, 2010, s. 21–31)

#### 10.2.2 Petihiekka

Leijupetikattilassa käytettävän hiekan raekoko asettuu 1–1,2 mm väliin. Pedin hiekkakerroksen läpi ohjataan palamiseen tarvittavaa primääri-ilmaa, joka leijuttaa kattilan hiekkapatjaa. Normaalisissa ajotilanteissa petihiekan lämpötila on n. 700°C-850°C. Kiinteä polttoaine putoaa syöttötorvesta kuumaan leijuvaan hiekkaan ja syttyy palamaan. Leijuva hiekkapeti levittää kattilaan syötettävän polttoaineen tasaisesti koko pedin alueelle ja näin ollen on edellytyksen polttoaineen täydelliseen palamiseen.

Normaalin käytön aikana osa pedin hiekasta karkeutuu ja muodostaa partikkelikooltaan isompaa materiaalia. Tämän isomman partikkelin kanssa pedin pohjalle valuu myös palamatonta polttoainetta, jota leijuilma ei jaksa leijuttaa. Näitä tapauksia varten kattilasta tulee määräajoin poistaa pohjalle kertynyttä petihiekkaa. Pedin poisto tapahtuu neljän pohjatuhkan poistotorven avulla paikanpäältä. Kattilahuoneen yläkerrassa sijaitsee hiekkasiilo, josta petiin saadaan syötettyä uutta hiekkaa siilon pohjalla olevan sulkusyöttimen avulla. Hiekkaa lisätään pedin vaihdon yhteydessä ja jos ajon aikana petipaine laskee. (Jari Niinikoski, 2010, s. 32–35)

### 10.2.3 Tuhkajärjestelmä

Palamisesta syntyy tuhkaa, kulkeutuu savukaasujen mukana pois tulipesästä. Tuhkaa poistetaan takavedon pohjalta ja sähkösuodattimilta. Takavedon pohjalla on veden alla olevan kolakuljetin, joka kuljettaa tuhkan sille tarkoitettuun konttiin. Kolalla oleva vesi jäähdyttää tuhkaa ennen konttia. Kuljettimen pää nousee kaltevasti ennen konttia ja näin ollen kuljettimella oleva vesi ei päädy tuhkakonttiin. Ekonomaiserin jälkeen savukaasut ohjataan kattilahuoneen ulkopuolella sijaitseville sähkösuodattimille. Tässä kuvauksessa ei käydä läpi suodattimien toimintaa päästöjen osalta. Sähkösuodattimilla saadaan puhdistettua lähes kaikki savukaasuihin sitoutunut tuhka.

Tuhka kertyy sähkösuodattimien levyihin, joita saadaan tärjistettyä siten, että tuhka varisee niistä pois. Tuhka varisee suodattimien pohjalle, joissa on sulkusyöttimet. Sulkusyöttimiltä tuhka siirretään kokoojaruuvien avulla tuhkan välisiiloon. Välisiilon pohjalla on tuhkan kuljetusruuvi, jolla tuhka kuljetetaan kostutusruuville. Siellä pyörii kaksi akselia, joissa molemmissa on lapoja, jotka sekoittavat tuhkaa. Lavoille sumutetaan vettä suuttimista ja näin saadaan aikaan tuhka muutettua pölyävästä kiinteäksi viileäksi tuhkaksi, joka ohjataan tuhkakonteille. Konteissa on tasoitinruuvi, jolla saadaan ohjattua tuhka tasaisesti koko kontin alueelle. Näitä kontteja käydään manuaalisesti tyhjentämässä määräajoin. (Jari Niinikoski, 2010, s. 36–45)

### 10.2.4 Vesijärjestelmä

Kattilalaitoksen tarvitsema vesi otetaan vesijohtoverkosta. Vesi ei sovellu käyttöön sellaisenaan, se ajetaan vedenpehmentimen läpi, pehmentimiä on kaksi, toinen on ajossa ja toista elvytetään. Pehmentimen jälkeen syöttövesisäiliöön kulkeutuva vesi menee vesimittarin läpi, jolla valvotaan kattilaan menevän veden määrää. Mittarin jälkeen vesi johdetaan syöttövesisäiliöön. Tässä vaiheessa veteen lisätään hapenpoistokemikaalia. Syöttövesisäiliössä oleva vesi on noin 120°C ja se on n. 1,25 bar paineessa. Syöttövesisäiliöön tulee myös Honkajoki Oy:ltä palautuvat lauhteet, lauhdesäiliöt ja lauhdepumput sijaitsevat Honkajoki Oy:n puolella.

Liian alhainen syöttövesisäiliön pinta pysäyttää syöttövesipumpun, säiliössä on myös ylijuoksutus venttiili poikkeustilanteita varten. Syöttövesisäiliöstä vesi pumpataan

kattilaan syöttövesipumpuilla. Ennen pumppuja on suodattimet, jotka estävät epäpuhtauksien pääsyn kattilaan. Suodattimien toimintaa valvotaan suodattimen yli paine-eromittauksella. Automatiikka ohjaa syöttövesipumppuja siten, että niiden tuottama paine on n. 10 bar kattilan painetta korkeampi. Lieriöön kulkeva vesi ohjataan kahden ekonomaiserin (syöttöveden esilämmittimen) läpi, ensin alemman ja sitten ylemmän läpi. Ekonomaiserin avulla saadaan myös laskettua savukaasujen lämpötilaa.

Lieriössä kuuma vesi pääsee höyrystymään ja sieltä höyry johdetaan päähöyryputkeen. Höyryn lämpö on normaalitilanteessa n. 230°C ja paine n. 30 bar. Lieriöstä poistetaan epäpuhtauksia jatkuvan ulospuhalluksen avulla.

Höyrylinjassa on ensimmäisenä aumaventtiili, joka toimii linjan päähöyryventtiilinä. Tämän jälkeen Honkajoki Oy:lle menevä höyry redusoidaan 12 bar paineeseen. Reduktioventtiilin jälkeen on myös oma säätöventtiilin, josta saadaan ajettua 3 bar höyryä syöttöveden lämmityslinjaan. Kattilan pohjatasolla sijaitsee ulospuhallussäiliö, jonka tehtävä on jäähdyttää jatkuvalta ulospuhallussäiliöltä tuleva vesi. Myös kattilan pohjalla sijaitsevalta vedenpoistotukilta voidaan johtaa vesi ulospuhallussäiliöön. (Jari Niinikoski, 2010, s. 46–60)

#### 10.2.5 Ilmajärjestelmät

Kattilan tulipesään syötetään palamiseen tarvittava happi kolmella eri puhaltimella, primääri-ilmapuhaltimella, eli leijutusilmapuhaltimella ja kahdella sekundääri-ilmapuhaltimella. Kattilaan syöttävät puhaltimet ovat vakionopeuksisia ja niiden tuottamaa ilmamäärää säädetään johtosiipisäädöillä.

Kattilasta poistuvista ilmoista, eli savukaasuista huolehtii taajuusmuuntaja ohjattu savukaasupuhallin, joka pitää kattilan alipaineisena. Leijutusilmapuhallin puhaltaa kattilan pohjasta esilämmitettyä raitista ilmaa, joka leijuttaa kattilan petihiekkaa. Leijutusilmapuhallin saa tarvittaessa kiertokaasua myös savukaasukanavasta. Tästä ilmasta tulee myös heittoilma kattilan polttoaineen syöttötorville.



Sekundääripuhallin huolehtii kattilan palamiseen tarvitseman riittävän hapen määrän. Apusekundääripuhallinta käytetään pääsääntöisesti syöttötorvien näkölasien jäähdytykseen, sekä puhdistusilmana mm. CO- kiintoainemittauksien antureille. Apusekundääripuhallinta voidaan myös käyttää ilmakehään syöttämistä varten, jos sekundääripuhallimen tuottama ilma on riittämätön. (Jari Niinikoski, 2010, s. 61–66)

#### 10.2.6 Paineilma

Toimilaitteiden paineilmasta huolehtii kaksi kompressoria, joista toinen käy ja toinen on varalla. Käytettävästä paineilmasta poistetaan sen sisältämä vesi kuivaimien avulla. Kuiva ilma takaa toimilaitteiden toiminnan. Kompressorien käynnistys tapahtuu manuaalisesti, mutta käynnissä ollessaan ne huolehtivat itse paineilmaverkon tarvittavan paineen. Jos paineilmasäiliö paine laskee liian alas, niin varakompressori käynnistyy automaattisesti. (Jari Niinikoski, 2010, s. 67)

## 11 HUIPPUKUORMALAITOKSET

Kaukolämpöverkon tukena on huippu- ja tukikuormalaitoksia, joita käytetään esimerkiksi tilanteissa, joissa voimalaitoksella kaukolämmöntuotanto häiriintyy. Laitoksia käytetään myös kesäaikana, jolloin voimalaitos ei ole ajossa ja talven kylmimpinä aikoina, jolloin tarvitaan enemmän lämpöä. Voimalaitoksen yhteydessä olevaa neste-kaasulaitosta käytetään ensisijaisesti.



Kuva 19, 8 MW nestekaasukattila (Vuorio, 7.12.2021)

Polttimien käynnistys tapahtuu WinCC:n operointikuvista. Nestekaasulaitoksella on myös oma paineenpitopumppu ja paisuntasäiliö. Järjestyksessä seuraavana on pääsääntöisesti kevyellä polttoöljyllä toimivat koulun ja Soikanpuiston lämpökeskukset. Näitä käytetään niin ikään ongelmatilanteissa ja kaukolämmön menoveden priimaukseen. Kuntokeskuksen kattila on ns. stand by-tilassa ja se käy automaattisesti tarvittaessa. Laitos käynnistyy, jos verkon paine-ero putoaa tarpeeksi alas.

Kesällä 2021 tehdyn verkoston putkimuutoksen jälkeen laitoksen käytön toivotaan vähenävän ja paine-erojen nousevan kuntokeskuksella. Terveyskeskuksen ja Niinisalon laitosten käyttö on hyvin vähäistä, ja niitä käytetäänkin vain päästömittauksien ja laajempien ongelmatilanteiden aikana. Niinisalon laitoksella on kuitenkin käytössä välipumppaukseen käytettävät kaukolämpöpumput meno- ja paluulinjassa, joilla saadaan ylläpidettyä varuskunnan paine-eroa.

Kaikilla lämpökeskuksien kaukolämpöpumpuilla voidaan ajaa joko automaattilla tai manuaalilla. Automaattilla ollessa Soikanpuisto, koulu ja nestekaasulaitos ajavat kaupungin paine-eroa (kirkon mittaus), terveyskeskus omaa paine-eroaan ja Niinisalo huolehtii varuskunnan paine-erosta. (Granfors, 2021)

## 12 TILANNEKOHTAINEN OHJEISTUS

Valvottavista prosesseista tulee melko paljon hälytyksiä, osa niistä vaatii operointia ja osa on taas ns. informatiivisia hälytyksiä, jotka eivät vaadi operointia. Seuraavaan listaukseen on kerätty valvontakohteiden yleisimpiä hälytyksiä, jotka vaativat operaattorilta toimenpiteitä.

### 12.1 Kankaanpää

#### Pedin yhden nurkan lämpötilan putoaminen

On tilanteita, joissa pedin yhden kulman lämpötila rupeaa laskemaan runsaasti, tämä on viesti siitä, että todennäköisesti pedin leijuminen on heikentynyt tai loppunut kokonaan. Tämä voi johtua esimerkiksi huonosta polttoaineseoksesta. Tähän on yleensä auttanut leijutusilmapuhaltimen kaskadinpiirin maksimi arvon nostaminen, jolloin se lisää leijutusilman määrää.

#### Polttoainekuljettimien ja seulonnan taajuusmuuntaja viat

Polttoainekuljettimiin ja seulontaan tulee usein hälytyksiä. Tämä tarkoittaa yleensä jonkinlaista hetkellistä tukosta. Jos jokin laite ottaa hetkellisesti paljon virtaa, niin se laukaisee taajuusmuuntajan. Taajuusmuuntajat saadaan kuitattua kuljetin sivulta erillisestä kuitauspainikkeesta. Joskus myös raudanerotusmagneetin ja hihnakuljettimet väliin voi jäädä esim. kanto tai isompi jääkumi, tällöin magneetin ajaminen yläasentoon ja hinnan peruutus on yleensä auttanut. Tukoksen poistuttua magneetti tulee muis-  
taa laskea takaisin alas.

## 12.2 Honkajoki

### Leijutusilman paine

Leijutusilman paineen lasku kertoo yleensä siitä, että pedin hiekkapatjan paksuus on alhainen, jolloin tulee syöttää lisää hiekkaa. Hiekkaa lisätään käynnistämällä hiekan syöttöruuvi ja se käy kerrallaan 30 sek. Paine ei nouse välittömästi, eli hiekkaa ei tule syöttää montaa kertaa putkeen.

### Pedin yhden nurkan lämpötilan putoaminen

On tilanteita, joissa pedin yhden kulman lämpötila rupeaa laskemaan runsaasti, tämä on viesti siitä, että todennäköisesti pedin leijuminen on heikentynyt tai loppunut kokonaan. Tähän on yleensä auttanut leijutusilmapuhaltimen asettaminen manuaalille ja lisäämällä näin petiin menevän ilman määrää, hyvä määrä on ollut n. 78 %. Ongelman poistuessa puhaltimen voi laittaa takaisin kaskadille ja porrastaa ilmamäärään takaisin tarvittavalle tasolle.

### Lieriön matala paine

Kun paine laskee lieriössä, tarkoittaa se yleensä nopeasti kasvanutta höyrynkulutusta Honkajoki Oy:n puolella. Tällöin polttoainesyötön maksimiarvoa nostetaan ja odotetaan, että paine nousee. Paineen nousua voi nopeuttaa myös höyrykuvasta pienentämällä Honkajoki Oy:n reduktion paineasetusta esim. 12 bar → 11,5 bar → 11 bar. Kun paine jälleen nousee, niin reduktion asetusarvo nostetaan takaisin 12 bar:iin. Tämän voi tehdä myös automaattisesti ”höyrynpaineen rajoittimen PIC\_1159\_2” avulla, joka löytyy höyrykuvasta reduktioventtiilin yläpuolelta. Kun kattilan paine laskee setpointin alle, niin säädin laskee reduktion paineasetusta automaattisesti.

## Tuhkakonttien täyttyminen

Tuhka ohjataan kontin etu- tai takapäähän. Toisen pään tullessa täyteen tulee kolan suuntaa vaihtaa. Jos kontin molemmat päät ovat täynnä, vaihdetaan tyhjä lava käyttöön ja odotetaan tuhkanlavan tyhjennystä.

## Polttoainekuljettimien ja seulonnan taajuusmuuntaja viat

Polttoainekuljettimiin ja seulontaan tulee usein hälytyksiä. Tämä tarkoittaa yleensä jonkinlaista hetkellistä tukosta. Jos jokin laite ottaa hetkellisesti paljon virtaa, niin se laukaisee taajuusmuuntajan. Taajuusmuuntajat saadaan kuitattua jokaisen toimilaitteen omasta piiristä reset- painikkeesta. Joskus myös raudanerotusmagneetin ja hihnakuljettimet väliin voi jäädä esim. kanto tai isompi jääkumi, tällöin magneetin ajaminen yläasentoon ja hihnan peruutus on yleensä auttanut. Tukoksen poistuttua magneetti tulee muistaa laskea takaisin alas.

## Tuhkankäsittelyn laiteviat

Tuhkan purkulaitteisiin tulleet viat saadaan yleensä korjattua kuittaamalla laitteen taajuusmuuntaja reset-painikkeella. Jos tämä ei auta, niin ongelma vaatii päivystäjän käynnin paikan päällä.

## Kaasumoottori

Kaasumoottorista tulee hälytyksiä mm. kaasunpaineesta, kun moottori käynnistyy. Kaasumoottori ajaa biokaasulaitoksen kaasupallon pintaa ja joskus on tarpeen muuttaa rajoja, jolloin moottori käy, jos esim. kaasun tuotanto on vähäistä, niin tällöin pallon pintaa ei ajeta niin alas, kuin tilanteessa, jolloin kaasun tuotanto on runsasta.

### 12.3 Kaukolämpöverkko

#### Verkon paine-ero

Varsinkin kesäaikaan nämä hälytykset ovat yleisiä, jolloin ajossa on pelkästään hukkalämpölaitos. Tällöin verkon toisessa päässä paine-ero saattaa laskea hälytysrajan alapuolelle viileämpinä päivinä. Tähän auttaa esim. nestekaasukattilan ottaminen tuoksi.

### 12.4 Huippukuormalaitokset

#### Poltinhäiriö käynnistyksen yhteydessä

Huippukuormalaitoksia käynnistäessä poltin saattaa mennä häiriötilaan, joka saadaan kuitenkin monissa tilanteissa kuitattua suoraan polttimen omasta piiristä ja sytytettyä uudelleen. Jos hälytys tulee kaasun alhaisesta paineesta, se vaati päivystäjän käyntiä paikan päällä.

### 12.5 Hukkalämpölaitos

#### Lämpöpumppujen hälytykset

Lämpöpumpuilla on muutamia hälytyksiä, jotka aiheuttavat lukituksen pumppuun ja saattaa sammuttaa sen esim. liian matala öljyn lämpötila. Jos vika ei jää aktiiviseksi, niin pumpun voi käynnistää uudestaan. Jos vika kuitenkin jää aktiiviseksi, eikä se salli pumpun uudelleen käynnistystä, niin se vaatii toimenpiteitä paikallinäytöstä pumpun luota.

## Lämpöakun venttiilien liikeaikaohjelmat

On tilanteita, joissa sekvenssi vaihtaa purettavaa tai ladattavaa akkua ja venttiiliin aukeaminen tai sulkeutuminen kestää liian kauan. Jos tästä tulee hälytys, niin yleensä venttiilin käsin avaaminen tai sulkeminen auttaa asiaan ja akku on taas käyttökunnossa.

## Kaukolämpöpumpun imupaine

Tämä hälytys esiintyy varsinkin kesäaikana, jolloin ei ole muita käynnissä olevia laitteita kuin hukkalämpölaitos. Hälytys tulee siitä, kun kaukolämpöpumpun imupaine on liian pieni. Tähän auttaa esimerkiksi kirkon paine-ero asetuksen laskemista, jos siinä on vielä varaa (ei alle 1,3 bar). Jos paine-eron asetusarvoa ei voida enää laskea, niin imupainetta saa nostettua esim. käynnistämällä nestekaasulaitos ja voimalaitoksen kaukolämpöpumppujen ohjausta kasvattamalla. Voimalaitoksella sijaitsevan paineenpito pumpun ohjauksen nosto auttaa myös imupaineeseen, mutta painetta ei voi nostaa kuitenkaan rajattomasti, sillä silloin paine nousee liian korkeaksi voimalaitoksen puolella.



## 13 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli luoda valvottavasta kokonaisuudesta kokonaiskäsitys. Valvottavaan prosessiin ja sen eri laitteisiin luotiin toimintakuvaus ja ohjeistus. Ohjeistus käsittelee valvontaa etävalvonnan näkökulmasta ja käsiteltävät asiat ovat yleisimmin esiintyviä. Ohje antaa käyttäjälle kokonaiskuvan valvottavasta prosessista. Ohjeistuksen luomista hankaloitti se, että mitä asioita pitää tärkeänä ja mikä taas ei vaikuta etävalvontaan. Hankaloittavana tekijänä oli myös kirjallisuuden puute työhön liittyen. Työn oli tarkoitus olla informatiivinen niin nykyisille kuin uusille käyttäjille. Työtä voidaan siis käyttää esimerkiksi osana perehdytysmateriaalia.

Ohjeistus onnistui hyvin ja siitä tuli tarpeeksi kattava. Työtä voisi laajentaa huomasti, jos tutkittavaa näkökulmaa laajennettaisiin ja mentäisiin prosessin eri kohtiin syvällisemmin kiinni. Työhön kerättiin vain yleisimpiä hälytyksiä, vaikka hälytyksiä tulee paljon enemmän.

## LÄHTEET

1. Pori Energia Oy:n www-sivut. 2021. Viitattu 23.8.2021 (<https://www.porienergia.fi/yritys>)
2. Vatajankoski Oy:n www-sivut. 2021. Viitattu 23.8.2021 ( <https://www.vatajankoski.fi/tietoa-vatajankoskesta/>)
3. Ahlström. 1993. Käyttö- ja hoito-ohjeet. Viitattu 22.9.2021
4. Niinikoksi, J. 2010. Vatajankosken Sähkö Oy:n Honkajoen höyrykattilalaitoksen PI-kaaviot ja käytön opastus. [AMK-opinnäytetyö, Satakunnan ammattikorkeakoulu]. Theseus. Viitattu 28.9.2021 (<https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201002112111>)
5. Caligo. 2021. Hukkalämpölaitoksen käyttöohje. Viitattu 1.10.2021
6. Granfors, A. 2.11.2021. Kehitysinsinööri Aleks Granforsin sähköposti.

