

Niko Pietikäinen

CHP-reaktorin käyttöönotto ja kehitystyö

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Kemiantekniikka

Insinöörityö

22.1.2017

Tekijä(t)	Niko Pietikäinen
Otsikko	CHP-reaktorin käyttöönotto ja kehitystyö
Sivumäärä	34 sivua + 2 liitettä
Aika	30.1.2017
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Bio- ja kemiantekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Kemiantekniikka
Ohjaaja(t)	Lehtori Timo Seuranen Tiimipäällikkö Ilkka Hiltunen, VTT
<p>CHP-kiinteäkerroskaasutin on reaktori, jossa polttoaineesta tuotetaan tuotekaasua. Tuotekaasu voidaan polttaa kattilassa lämmön tai höyryn tuottamiseksi moottorissa tai turbiinissa sähkön tuottamiseksi. VTT:n uusi katalyyttinen kiinteäkerrostekniikka luo suuret mahdollisuudet tuottaa energiaa sähkön muodossa ja uusiutuvana polttoaineena korvata fossiilisia polttoaineita.</p> <p>Insinöörityön aiheena oli käyttöönottaa uusi kiinteäkerroskaasutusreaktori ja tutkia siihen liittyviä asioita ja ilmiöitä. Kirjallisessa osassa tavoitteena oli luoda katsaus kaasuttimien historiaan ja verrata vanhoja kaasuttimia nykyiseen uuteen kaasuttimeen ja sen tuomiin etuihin. Tutustuttiin myös lainsäädäntöihin ja laitteiston käyttöönottamisen vaatimuksiin.</p> <p>Kokeellisessa ja käytännön osassa tehtiin kaksi koeajoa kiinteäkerroskaasutuslaitteistolla. Tavoitteena oli saada laitteiston automaatio otettua käyttöön. Lisäksi tutkittiin toisiovyöhykkeen katalyyttisen pedin toimintaa ja tällä pyrittiin vähentämään tervan muodostumista. Koeajojen aikana otettiin tuotekaasusta näytteitä, ja tuloksia analysoitiin määrätyllä tasealueella.</p> <p>Tulosten tarkastelun perusteella voidaan sanoa, että työ oli onnistunut. Tuloksia saatiin ja laitteisto toimi ainakin koeajojen aikana lähes halutulla ja turvallisella tavalla ja tasolla. Työ on myös onnistunut siltä pohjalta, koska laitteisto on käyttöönotettu ja näin ollen valmiina tulevaisuuden projekteihin sekä uusiin haasteisiin.</p>	
Avainsanat	CHP, kaasutus, biomassa, tuotekaasu

Author(s)	Niko Pietikäinen
Title	CHP-reactor deployment and development work
Number of pages	34 pages + 2 appendices
Date	22.1.2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Program	Biotechnology and Chemical Engineering
Specialisation option	Chemical Engineering
Instructor(s)	Timo Seuranen, Lecturer Ilkka Hiltunen, Team leader, VTT
<p>The CHP solid-state gasifier is a reactor where the fuel is produced by product gas. The product gas can be burned in a boiler to produce heat or steam in an engine or turbine to generate electricity. VTT's new catalytic solid-state technology creates great potential for generating energy in the form of electricity and as a renewable fuel to replace fossil fuels.</p> <p>The subject of the Bachelor's thesis was to introduce a new solid-state gasification reactor and to study related issues and phenomena. In the written part, the aim was to create an overview of the history of carburettors and compare old carburettors to the current new carburettor and its benefits. The legislation and the requirements for the deployment of hardware were also studied.</p> <p>In the experimental and practical part two experimental runs were carried out with solid-state gasification equipment. The goal was to get the hardware automation enabled. In addition, the function of the catalytic bed of the second zone was studied and this was intended to reduce tar formation. During the test runs samples of the product gas were taken, and the results were analyzed in a given balance area.</p> <p>On the basis of the results, it can be said that the work was successful. Results were obtained and the hardware worked at least during the test runs in an almost wanted and safe manner and level. The work has also been successful on the basis of the hardware being introduced and therefore ready for future projects and new challenges.</p>	
Keywords	CHP, gasification, biomass, product gas

Sisällys

1	Johdanto	2
2	CHP-tekniikka	3
2.1	Toimintaperiaate	3
2.2	Kaasutustekniikat pienimuotoiseen CHP-tuotantoon	3
2.3	Haasteet	5
2.4	CHP-Laitteita Suomessa ja lähialueilla	5
2.5	VTT Bioruukki	6
3	VTT:n uusi CHP-tekniikka	6
3.1	Edut vanhaan verrattuna	7
3.2	Uuden CHP-tekniikan tavoitteet	8
3.3	VTT:n suunnittelemaa mahdollisia käyttökohteita	9
4	Käyttöön otettavan prosessin kuvaus	10
4.1	Laitteet	11
4.2	Säiliöt ja kaasutin	12
4.3	Polttoaine	13
4.4	Reaktio	13
4.5	Kaasutus	14
4.6	Apuvirrat	15
4.7	Käyttö	16
4.8	Suodatus	16
4.9	Hävitysuunit ja pesuri	18
4.10	Näytteenotto	18
4.11	Terveysten analysointi	19
5	Painelaitteiden viranomaisvaatimukset	20
5.1	Painelaitteen sisältö ja luokitus	20
5.2	Suunnittelu	21
5.3	Painelaitelaki 16.12.2016/1144	21
5.4	Painelaitteasetus 1548/2016	24
6	Gasgen teknologian pilotointi	26

6.1	Toteutus	26
6.2	Käyttöönotto	26
6.3	Ensimmäinen koeajo	27
6.4	Toinen koeajo	27
7	Tulokset	30
8	Yhteenveto	32
	Lähteet	33
	Liitteet	
	Liite 1. Laiteluettelo	
	Liite 2. Analyysitulokset	

Sanasto

Arina	Tulipesän, lieden, kattilan tai muun vastaavan ristikko- tai säleikkömainen pohja, rosti. Tulisijan osana se erottaa toisistaan tulipesän ja tuhkalaatikon.
BTL	Biomass to liquids, Biomassasta nesteeksi.
CHP	Combined heat and power, Lämmön ja sähkön yhteistuotanto.
Gasgen	VTT: n projekti uudelle kiinteäkerroskaasuttimen kehitykselle.
Katalyytti	Katalyytti kiihdyttää kemiallista reaktiota, mutta ei itse osallistu reaktioon. Katalyytti on tavallisimmin metalli tai metallioksidi, ja sitä käytetään mm. typenoksidien poistamiseen voimalaitosten savukaasuista ja moottoriajoneuvojen pakokaasuista.
Mg/m ³ n	Milligrammaa kuutiometri normaalioloissa.
Moduuli	itsenäinen osa, josta voidaan koota isompia kokonaisuuksia.
Nando-tietokanta	Euroopan komission taho, jolla on lupa suorittaa vaatimustenmukaisia arviointitehtäviä.
Pyrolyysi	Toiselta nimeltä kuivatislaus on kemiallinen reaktio, jossa orgaanisia kiinteitä aineita hajotetaan kuumentamalla hapen pääsemättä vaikuttamaan prosessiin.
Sekundääri-ilma	Sekundääri-ilma eli toisioilma. Toisioilmaa johdetaan tulipesän yläosaan ja sen avulla poltetaan valtaosa muodostuneista savukaasuista.

1 Johdanto

Uusiutuvan energian tuotanto on kasvamassa valtaisesti koko maailmassa. Kasvihuonekaasujen tuottamat päästöt rajaavat mahdollisuuksia energian tuotannossa. Tämä luo nopeasti kasvavia markkinoita uusiutuvalle energialle. Kehittyvien maiden suuresti kasvava sähkönkulutus aiheuttaa merkittäviä ongelmia sähköntuotannolle ja energiantuotannon hajautukselle on valtava kysyntä.

Markkinoilla ei ole hyvän hyötysuhteen omaavia mikro- ja pien-CHP-kokoluokassa (<2000 kW_e) toimivia laitoksia, joilla on laaja polttoainepohja. Nykyiset pienen kokoluokan kaasutukseen perustuvat sähkön- ja lämmöntuotantolaitokset pohjautuvat vanhoihin myötävirtakaasuttimiin. Tämä tekniikka mahdollistaa vain hyvänlaatuisen polttoaineen käytön, ja ne ovat kalliita sekä käyttää että investoida.

Maailman biomassavarat ovat erittäin suuret, mutta melko hajanaiset ja puu- tai pelto-biomassojen saatavuus on paikallisesti rajoitettua. Maailman puu- ja peltobiomassojen varoja on selvitetty, ja ne mahdollistaisivat erittäin merkittävän liiketoiminnan luomisen laajalla polttoainepohjalla toimivalle CHP-teknologialle.

Biomassaa polttoaineena käyttävä sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitos kokoluokassa 50–2000 kW_e soveltuu maatila-, kylä- tai pienteollisuuskohteisiin ja mahdollistaisi paikallisen teollisuuden sivutuotteiden tai maanviljelyn tähteiden käytön polttoaineena. Laaja polttoainepohja laskee käytettävän polttoaineen hintaa ja samalla mahdollistaisi sijaispolttoaineen hankinnan paikallisesti ilman pitkiä kuljetusmatkoja.

Tulevassa uudessa käyttöön otettavassa kiinteäkerros kaasuttimessa on katalyyttinen kalkkia ja hiekkaa sisältävä peti, jonka pitäisi vaikuttaa merkittävästi tervojen vähenemiseen. Tervat tukkivat kaikki laitteistot ja pumppujen pyörimisen kannalta tämä on kohtalokasta.

Tämä insinöörityö on tehty VTT:n Bioruukin yksikölle Espoon Kivenlahdessa. Työn tarkoitus on tutkia ja käyttöönottaa uusi CHP-teknologian koekaasutusyksikkö ja saada siitä tuloksia analysoitavaksi koeajoihin osallistumalla. Tarkoituksena on olla myös mukana CHP-projektissa ja omaksua normaalia insinöörille kuuluvaa työtä osana asiantuntevaa VTT:n tiimiä.

2 CHP-tekniikka

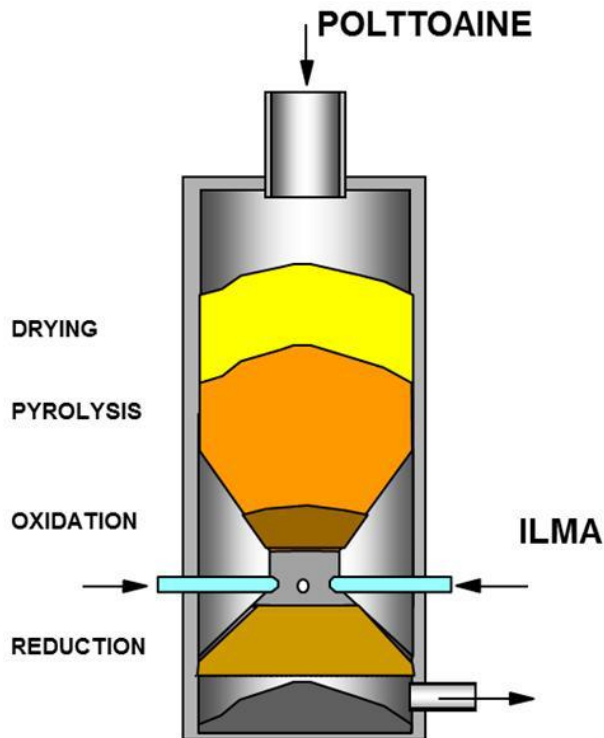
2.1 Toimintaperiaate

Kaasutusprosessissa puun biomassasta erotetaan kaasuuntuvia ainesosia korkeassa lämpötilassa $< 800\text{ °C}$ ja hapen saantia rajoittaen. Tämän palamisen ja kaasutuksen seurauksena syntyvä tuotekaasu puhdistetaan noesta, hiilestä sekä muista hiukkasista, jonka jälkeen se voidaan käyttää tehokkaasti esimerkiksi polttomoottorissa.

Tämän tyyppiselle kaasutukselle ja siitä syntyvälle energialle käyttökohteita ovat yhdistetty sähkön ja lämmön tuotanto eli CHP ja teollisuuden höyryntuotanto. Tuotteena saatava kaasus sisältää runsaasti vetyä ja hiilimonoksidia, ja se pystytään polttamaan puhtaasti ilman merkittäviä päästöjä. Uusiutuvana ja päästöttömänä energian tuotannon muotona puukaasu on erittäin ympäristöystävällinen. [1.]

2.2 Kaasutustekniikat pienimuotoiseen CHP-tuotantoon

Kiinteäkerroskaasutusreaktorit voidaan jakaa kahteen eri tyyppiin: vastavirta ja myötävirtakaasuttimiin. Yhdistetyn lämmön ja sähkön tuotannon yleisin teknologia on myötävirtakaasutin, koska sen tuotekaasu sisältää vähän tervaa ja näin kaasua vaatii vähemmän puhdistusta ennen moottoria tai kaasuturbiinia. Biomassaa käyttävät kiinteäkerroskaasuttimet tuottavat tuhkaa, joka sisältää biomassan mineraaleja. Tuhkapartikkelit ovat erittäin hienoja ja usein poistuvat kaasuttimesta tuotekaasun mukana, mikä aiheuttaa vaikeuksia energiantuotannossa polttomoottoreissa tai kaasuturbiineissa. Lisäksi tuhka vaikuttaa hiukkaspäästöihin savukaasuissa. Myötävirtakaasuttimessa polttoaine syötetään kaasuttimen päältä ja kaasua poistuu reaktorista alaosassa olevan arinan alta. Ilma kulkee samaan suuntaan kuin tuotekaasu. Kaasuttimella on hyvin erotetut alueet kiuvaukselle, pyrolyysille, palamiselle ja kaasutukselle (Kuva 1). Tuhka putoaa arinan läpi kaasuttimen alaosasta. Myötävirtakaasuttimen alhainen tervapitoisuus johtuu tuotekaasun kulkemisesta korkean lämpötilan hapetus- ja pelkistysvyöhykkeen läpi, jossa tervayhdisteet hajoavat, jotta saavutettaisiin vielä alhaisempi tervan pitoisuus, ilma voidaan jakaa kahteen vaiheeseen. [2.]

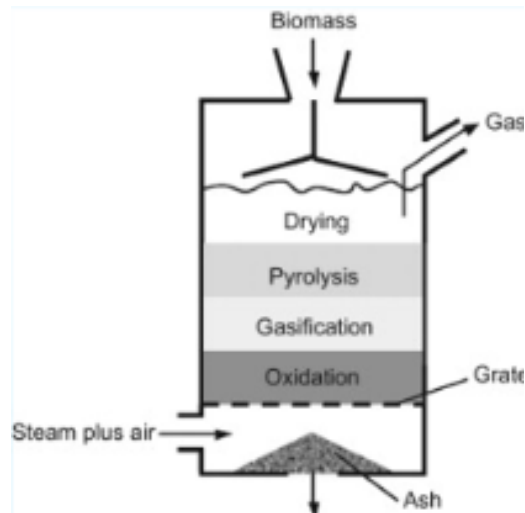


Kuva 1. Myötävirtakaasutuslaitteen toimintaperiaate. [3.]

Myötävirtakaasuttimet vaativat hyvälaatuisen ja tasalaatuisen puuhakkeen polttoaineeksi. Myötävirtakaasuttimen tyypillinen kapasiteetti on 200 kW. Tässä kokoluokassa ilma jakautuu tasaisesti polttovyöhykkeessä ja se toimii suunnitellusti. Partikkelikoko polttoaineessa on oltava yhtenäinen. Kosteutta saa olla enintään 25 % ja kuiva-aineen tuhkaa enintään 6 %. Myötävirta - kaasuttimilla on kolme päätyyppiä, joita erottaa ilman-syöttö: avoin yläosa, tavanomainen ja imbert-kaasutin. Avoimessa yläsäiliölaitteessa ilman virtaus on rajoittamaton. Suljetussa ylhäällä kuristumattomassa kaasuttimessa ilmaa syötetään myös kaasuttimen päältä. Imbert-kaasuttimessa kurkku sijaitsee lähellä arinaa ja ilma puhaltaa suoraan kaasuttimen polttovyöhykkeeseen.

Vastavirtakaasuttimessa kaasutusmassa liikkuu ylöspäin. Biomassa syötetään reaktoriin ylhäältä ja se liikkuu alaspäin. Tuotekaasu poistuu reaktorista ylhäältä. Tuhka putoaa liikkuvan arinan läpi. Vastavirtakaasuttimen edut ovat yksinkertaiset rakenteet, laaja raaka-aine ja tehokkuus (Kuva 2). Raaka-aine voi sisältää tuhkaa jopa 25 % ja kosteuspitoisuus on enintään 60 %. Vastavirtakaasuttimet saavat korkean kylmäkaasun hyötysuhteen, koska kaasutin hyödyntää palamista tehokkaasti. Suoraveden kaasutusaineen suurin haitta on tuotekaasun korkea tervapitoisuus, kun pyrolyysituotteet sekoitetaan tuotekaasun kanssa. Siten tuotekaasua voidaan käyttää vain suoraa polttamista varten .

Tuhka sisältää yli 20 % energiaa, joka menetetään puhdistuksessa. Lisäksi katalyytit eivät voi aktivoida katalysaattoreita, koska tuotekaasun energia ei riitä. Vastavirta-kaasutusaineet edellyttävät liikkuvia säleikköjä kaasujen pysyvien putkien välttämiseksi, mikä vaikeuttaa rakentamista. [2.]



Kuva 2. Vastavirtakaasutin. [4, s. 253.]

2.3 Haasteet

Tuotekaasun riittävä puhtaus moottorikäytössä ei ole saanut kaasutusta yleistymään laajempaan tuotantoon, vaikka sitä on testattu jo yli 100 vuotta. Pyrolyysivaiheessa sivutuotteena syntyvä terva pilaa moottorit pidemmällä käytöllä, ja tämä onkin prosessissa olevista haasteista suurin. Myös käytössä olevan puuhakkeen laatu ja sen kosteuspitoisuus aiheuttavat vaatimuksia biomassan valinnalle ja käsittelylle. Perinteinen hakemuoto on tähän asti ollut koivusta tehty kuiva pilke, jotta tuohiterva ei pääsisi moottoriin. [1.]

2.4 CHP-Laitteita Suomessa ja lähialueilla

Volter CHP, sähkö- ja lämpövoimaloita on useita suomessa. Vuonna 2015 perustettiin 22 uutta. 5 MW/th Bioneer-kaasutuslaitteita on 8 Suomessa ja yksi Ruotsissa. 7 MWth NOVEL Updraft demonstrointi sijaitsee Kokemäellä. 9 MW Skive CHP-plant sijaitsee Tanskassa. [5, s. 58.]

2.5 VTT Bioruukki

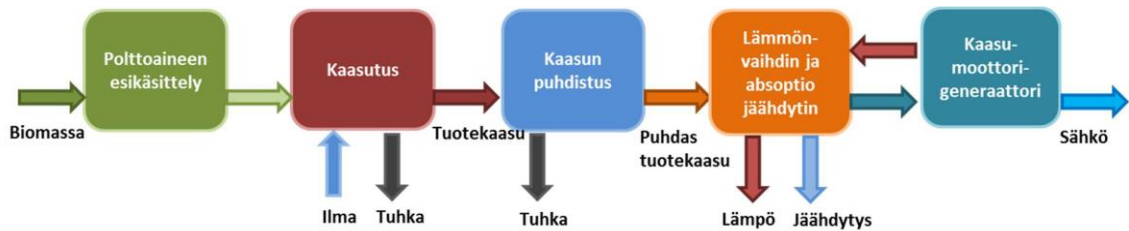
VTT Bioruukki on Espoon Kivenlahdessa sijaitsevan teknologian tutkimuskeskuksen VTT Oy:n yksi merkittävimmistä investoinneista tällä vuosikymmenellä (Kuva 3), ja se on Pohjoismaiden suurin biotalouden tutkimusympäristö. Bioruukki palvelee VTT:n ja sen tutkimuskumppaneiden projekteja sekä yritysten prosessi- ja tuotekehitystoimintaa. Bioruukissa tutkitaan ja kehitetään metsä- ja maatalouden biomassan sekä teollisuuden ja yhdyskuntien sivu- ja jätevirtojen prosessointia. Bioruukissa yhdistyy VTT:n kemian, energian ja biomassan käsittelyyn liittyvä osaaminen. Yritykset voivat teettää pilotoinnin Bioruukissa ja näin ollen välttää rakennuskuluja omilta laitteistoilta. [6.]



Kuva 3. Bioruukki Kivenlahti.

3 VTT:n uusi CHP-tekniikka

Uuden CHP teknologian avainkomponentti on innovatiivinen kaasutin, jossa kiinteä biomassaa muuntuu termisesti kaasuksi (Kuva 4), joka toimii kaasumoottorin polttoaineena. Polttoaineen esikäsittely ja syöttölaitteet ovat yleisesti käytössä olevaa teknologiaa, jolla on lukuisia valmistajia. Samoin kaasun puhdistus, jäähdytys ja kaasumoottorigeneraattoripaketti ovat koeteltua ja täysin kaupallista teknologiaa. [7.]



Kuva 4. Kaasutusvoimalan pääkomponentit. [7.]

3.1 Edut vanhaan verrattuna

Uusi CHP-tekniologia perustuu VTT:n omiin tutkimuksiin, jotka esittävät uuden kaasutusreaktorin ratkaisun. Uudella kaasutusratkaisulla saavutetaan seuraavat edut tunnettuihin kaasuttiimiin nähden:

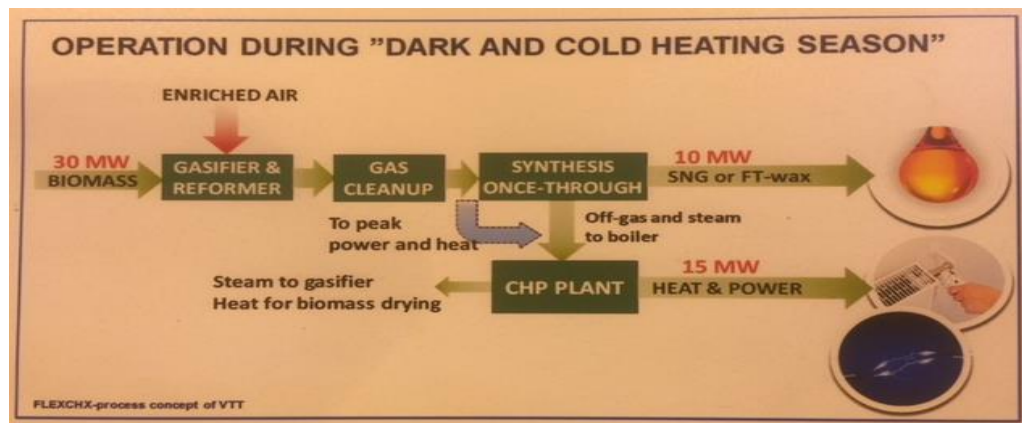
1. Polttoaineen ja siitä muodostuvan hiilipedin virtaus ei perustu painovoimaan eikä ratkaisussa tarvita kavennusosia, eikä tervojen hajoamisen kannalta erityisen tasaista hiilipetiä. Tämän ansiosta laitteiston polttoainepohja on laajempi kuin perinteisissä malleissa.
2. Kaasutin on rakenteeltaan uudenlainen myötä- ja vastavirtakaasuttimen yhdistelmä, jossa saavutetaan myötävirtakaasuttimen melko vähätervainen tuotekaasu ja vastavirtakaasuttimen täydellinen hiilikonversio.
3. Innovatiivisen ilmojen syötön ja katalyyttiratkaisun avulla tuotetaan tervatonta kaasua jo kohtuullisissa toimintalämpötiloissa. [7.]

Uusi teknologinen ratkaisu perustuu VTT:n pitkäaikaiseen kaasutustekniikan ja katalyyttisen puhdistuksen osaamiseen. Keksintö perustuu kiinteäkerroskaasutuksen ja katalyyttisen tervojen hajotuksen innovatiiviseen yhdistämiseen. Kiinteäkerroskaasutuksen sovellusmuotoja tunnetaan lukuisia ja VTT on ollut mukana kehittämässä ja kaupallistamassa erilaisia teknologioita 1980-luvulta lähtien. Periaatteessa myötävirta- ja vastavirtavyöhykkeiden toiminta on tunnettua, mutta uudesta innovatiivisesta kombinaatiosta ei ole vielä riittävä näyttöä. Uuden menetelmän toinen perusidea on tervojen katalyyttinen hajotus jo itse kaasutusreaktorissa. Katalyyttistä tervojen hajotusta on kehitetty VTT:n tuotekehityksessä 1990-luvulta lähtien ja tekniologia on demonstroitu teollisessa kokoluokassa menestyksellisesti BTL-sovelluksiin. Nyt osaamista sovelletaan uudella tavalla pienen mittakaavan kaasuttiimeen. [7.]

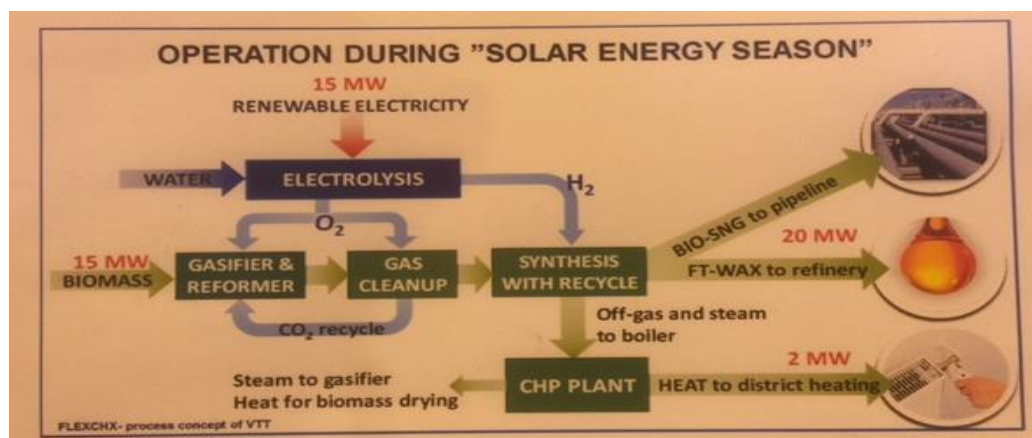
Höyryn ja sähkön yhteistuotantoa voitaisiin hyödyntää teollisuuden kohteissa. Kaasutuksen tuotekaasun ja kaatopaikkakaasun yhteiskäyttö sopisi hyvin moottorivoimalaitokselle. [7.]

3.3 VTT:n suunnittelema mahdollisia käyttökohteita

Fossiilisia polttoaineita voitaisiin korvata höyrykeskuksissa. Kaasutuksen tuotekaasun ja kaatopaikkakaasun yhteiskäyttö sopisi käytettäväksi moottorivoimalaitokselle (Kuva 6 ja 7). CHP-paikallisen lämpöverkon yhteydessä. Teollisuuden mahdollisuuksia ovat höyryntuotanto ja CHP. [7.]



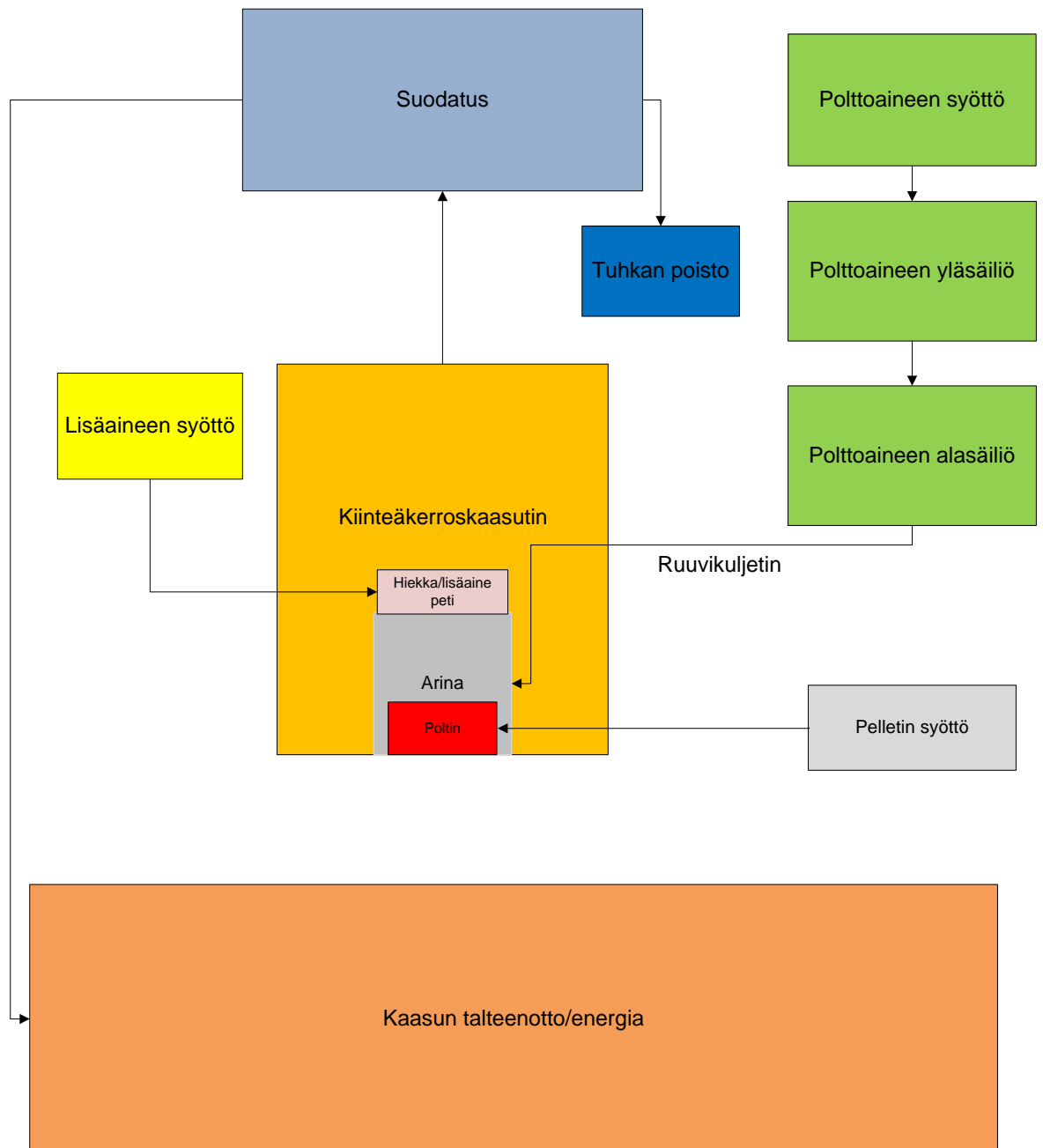
Kuva 6. Talvikauden käyttösuunnitelma suuressa tuotannossa.



Kuva 7. Kesäkauden käyttösuunnitelma.

4 Käyttöönottettavan prosessin kuvaus

Seuraavassa on prosessin karkea kuvaus, jossa keskellä tärkeimmässä osassa on kiinteäkerroskaasutin (kuva 8) ja siihen yhdistyvät komponentit ja sivuvirtaukset.



Kuva 8. Lohkokaavio prosessista.

4.1 Laitteet

Uuden kiinteäkerroskaasuttimen pilot-laitteistossa käytössä olevat laitteet ovat täysin automatisoituja ja niitä ohjataan automaatiojärjestelmällä tietokoneohjauksen kautta. Osa venttiileistä on varmistettu käsiventtiilein ja niitä operoidaan tarvittaessa paikan päältä (Kuva 9).



Kuva 9. Laitteisto ja säiliöt.

4.2 Säiliöt ja kaasutin

Prosessissa on neljä erillistä polttoainesäiliötä, joiden kautta polttoaine johdetaan kiinteälle kerroskaasureaktorille. Kaasuttimen sisällä on arina ja betonista valettu sisäosa ja kaksi kerrosta, primääri- ja sekundäärivaihe, jotka on jaettu betonivaipalla (Kuva 10). Näille säiliöille on omat vaatimuksensa käyttöönottoa varten ja siitä tarkemmin osiossa 5.



Kuva 10. Kaasuttimen sisäosa, jossa näkyy 1. ja 2. vaiheen välissä oleva vaippa ja yhdysputki.

4.3 Polttoaine

Polttoaineena tässä projektissa on käytössä melkoisen karkea kuusihake (kuva 11), joka on ylite paperiteollisuuden prosessista. Biomassa sisältää kosteutta ja pieniä määriä epäpuhtauksia, jotka tunnetaan tuhkana. Orgaaniset yhdisteet käsittävät neljä pääelementtiä: hiili (C), vety (H), happi (O) ja typpi (N). Biomassa (esim. MSW ja eläinjätteet) voi olla myös pieniä määriä klooria (Cl) ja rikkiä (S). [4, s. 73.]

Toinen koeajo tehdään lämmityskäyttöön soveltuvalla puupelletillä.

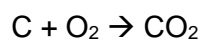


Kuva 11. Kuusihake.

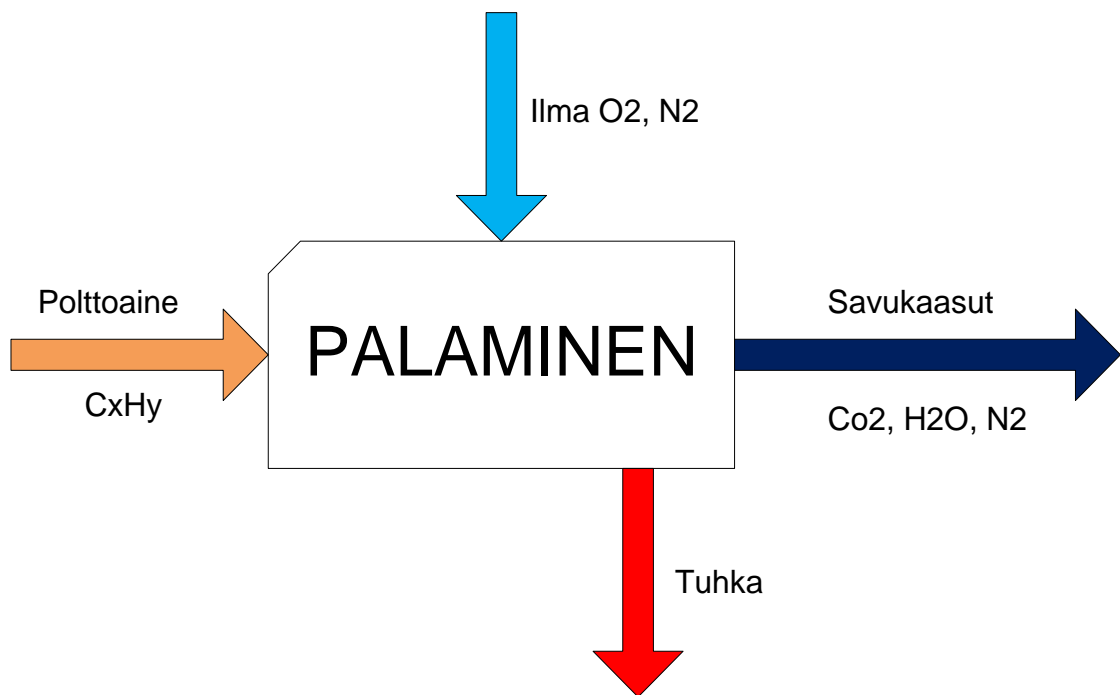
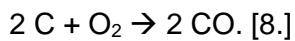
4.4 Reaktio

Kyseessä on palamisprosessi (Kuva 12) ja korkealla lämpötilalla kaasutusprosessi. Hiiltä lukuun ottamatta tavallisimmat polttoaineet ovat kemiallisia yhdisteitä, joiden tuotteet määräytyvät alkuainekoostumuksesta. Kaasutuksen jälkeen suodatetaan kaasusta epäpuhtaudet.

Hiilen palaminen:



Palaminen ei ole täydellistä, jos happea on liian vähän ja silloin muodostuu hiilimonoksidia eli häkää.



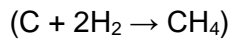
Kuva 12. Palamisprosessi. [8].

4.5 Kaasutus

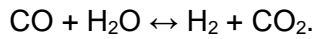
Päävaiheita kaasutusprosessissa ovat kuivuminen, pyrolyysireaktio, hiilen kaasuuntuminen ja palaminen (Kuva 13). Polttoaine muutetaan kaasutuksessa kaasuksi. Reaktiolämpö tuotetaan yleensä polttamalla osa polttoaineesta. Reaktioon tarvitaan yli 700 asteen lämpötila. [5, s. 5.]

Hiilen kaasutusreaktiot $T > 700^{\circ}\text{C}$ – sitovat lämpöä



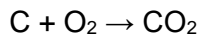


Kaasufaasireaktio (vesikaasu) tuottaa lämpöä:



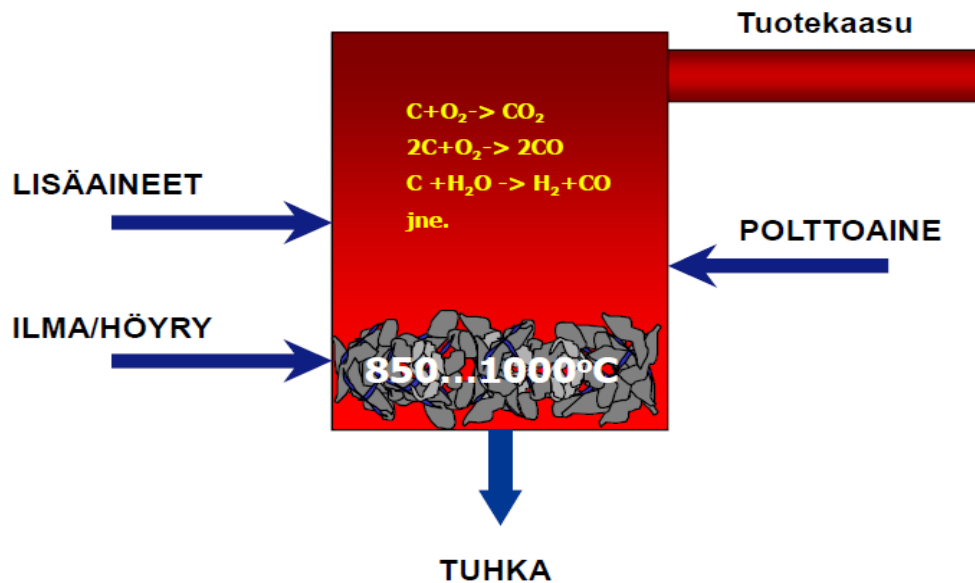
34 kJ/mol = 2,8 MJ/kg C

Palaminen tuottaa lämpöä:



395 kJ/mol = 32,9 MJ/kg C

[4, s. 202.]



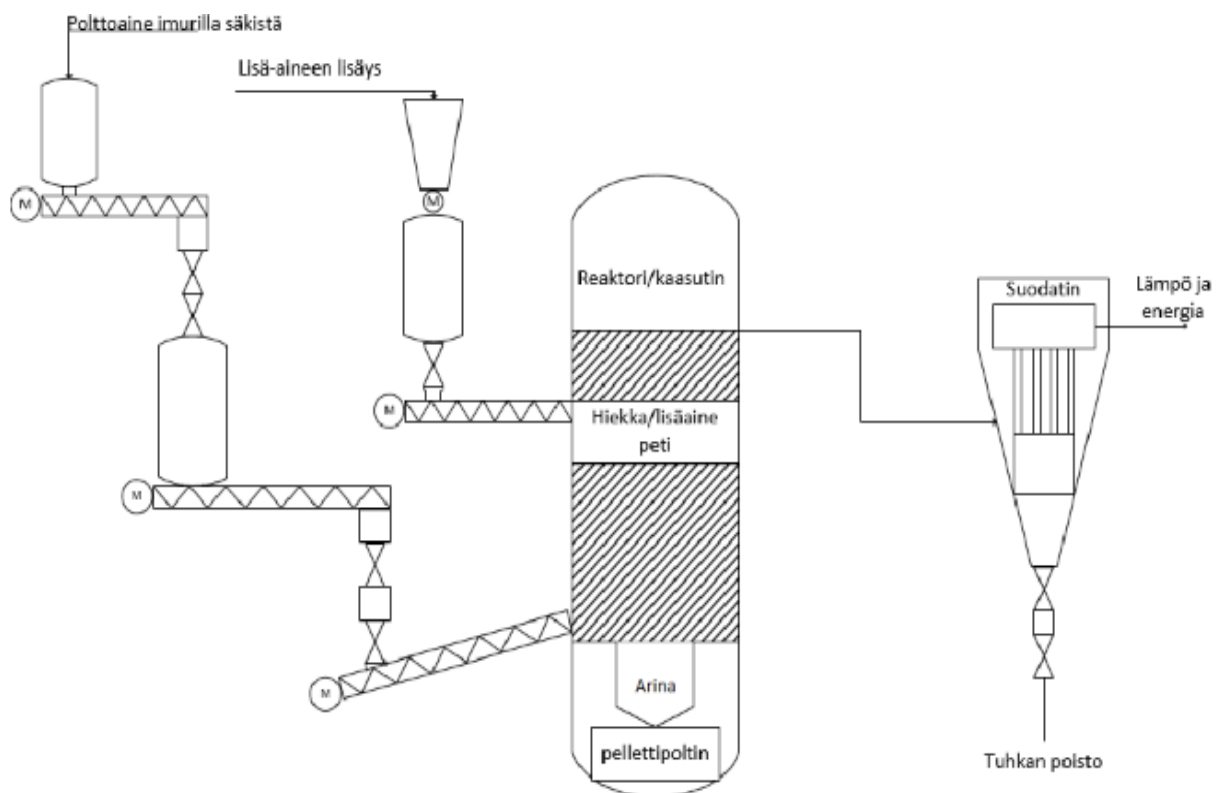
Kuva 13. Kaasutus.

4.6 Apuvirrat

Prosessissa käytetään tyyppiä suojakaasuna, hätäkaasuna, pursoina säiliöissä ja kuljetusruuveilla. Vesi on jäähdytystä varten, se kiertää säiliöiden vaippatiloissa ja siirtoruvien bokseilla. Paineilmalla ja hapella palamisreaktiota pidetään päällä. Höyry kehitetään höyrykehittimellä kattilahuoneessa ja sitä käytetään jäähdytykseen, sekä primäärikaasujen syötössä. Typpi ja happi johdetaan ulkona sijaitsevistä säiliöistä. Paineilma kehitetään omalla paineilmakompressorilla.

4.7 Käyttö

Pellettipolttimeen syötetään puupellettiä ja sitä poltetaan niin kauan, kunnes reaktori lämpenee riittävälle tasolle, ja tämän jälkeen aloitetaan polttoaineen lisääminen ruuvikuljettimien avulla reaktoriin. Pellettisyötin sytytetään ensin sähkövastuksella esilämmitystä varten. Kun reaktori on tarpeeksi kuuma, otetaan pellettipoltin pois päältä ja polttoainetta poltetaan arinassa ilman ja höyryn avulla. Virtauksia ja palamista säädetään hapensyötöllä, ja se määrää myös palamisen nopeuden. Kaasuttimen yläosaan lisätään hiekka- ja kalkkiseosta, josta muodostuu katalyyttinen peti (Kuva 14), jonka läpi kaasu johdatetaan. Tämän jälkeen palamisesta muodostunut kaasu johdetaan suodattimien kautta kaasukattilalle, jos se poltetaan.



Kuva 14. Prosessin kuvaus perus PI-kaaviona.

4.8 Suodatus

Suodattimen sisällä on neljä keraamista suodatinta (Kuva 15), joihin epäpuhtaudet kerääntyvät. Suodattimet ovat keraamisia ja piikarbidisuodatinmateriaaleja, joilla on suuri

mekaaninen lujuus ja lämmönkestävyys. Hiukkaset erottuvat kuumista kaasuista kiinnittyen suodattimen pinnalle. Suodattimia puhdistetaan käytön aikana ajastetulla typpipuhalluksella [9.]



Kuva 15. Keraaminen Schmalith-suodatin.

4.9 Hävitysuunit ja pesuri

Prosessin suodatettu tuotekaasu johdatetaan hävitysuuneille, joita on kaksi kappaletta Bioruukissa. Hävitysuuneissa on puhdistusta varten vesipesurit, joissa on metallisia täyttekappaleita. Savukaasu ajetaan tämän jäähdetyyn vesisuihkun lävitse ja jäähdetty savukaasu johdetaan ulkoilmaan.

4.10 Näytteenotto

Näytteenotto suoritetaan reaaliaikaisesti käynnissä olevan prosessiajon yhteydessä. Analysaattorit (Kuva 16) mittaavat muuttuvia arvoja kuten tuotekaasun sisältämää happea, häkää, metaania sekä hiilidioksidia. Analysaattoreita on kaksi, yksi kaasuttimessa ja yksi suodatuksen jälkeen. Tervapitoisuudesta otetaan myös näytteitä koeajojen aikana. Ne analysoidaan VTT:n Otaniemen analyysiosastolla. VTT:llä on erityisiä tervänäytteenottolaitteita, joita voidaan asentaa moniin eri prosesseihin. Yksi näistä on orgaanisen yhdisteen imeyttäminen liuottimeen, mikä mahdollistaa luotettavan analyysin vesimäärästä ja kiinteistä hiukkasista riippumatta. [10.]



Kuva 16. Tuotekaasun analysaattorin näyttö.

4.11 Tervejen analysointi

Terveilla ei ole yhtenäistä määriteltyä määritelmää. VTT:n analyyseissä (kuva 17) terva sisältää bentseenistä (C_6H_6 , moolimassa 78 g/mol) alkaen hiilivety-yhdisteitä aina ras-kaampiin 300 g/mol komponentteihin asti. Yli 300 g/mol tervakomponentit voidaan määrittää suhteessa kokonaistervamäärään.

Tervejen syntyvyys riippuu poltettavasta aineesta. Kaasutusprosesseissa hyvä pitoisuus on erittäin pieni ($< 200 \text{ mg/m}^3_n$). [10.]



Kuva 17. Tervejen näytteenottolaitteistoa.

5 Painelaitteiden viranomaisvaatimukset

Painelaitelaki (1144/2016) ja painelaitteasetus (1548/2016) määrittävät, mitä vaatimuksia painelaitteiden suunnittelulla ja valmistuksella on Euroopan unionin tasolla yhdenmukaistettu ja määritelty painelaitedirektiivissä (PED). [11.]

Turvallisuusvaatimukset ovat painelaitteiden suunnittelun ja valmistuksen perustana, sekä tähän liittyvät vaatimustenmukaiset arviointimenettelyt eli moduulit.

Standardeista löytyvät tekniset yksityiskohdat, joiden viitetiedot on julkaistu EU:n virallisessa oppaassa. [11.]

Painelaitteissa voidaan tarvita vaatimustenmukaiseen arviointiin kolmatta osapuolta eli jäsenvaltion Euroopan komissiolle ilmoittama taho, jolla on lupa suorittaa vaadittuja arviointitehtäviä, ja ne on luetteloitu NANDO-tietokantaan. [11.]

Painelaitteet ovat CE-merkittävät ja näistä on laadittava EU-vaatimustenmukaisuusvaakutus. Laitteen mukana tulevat käyttöohjeet ja vaaditut asiakirjat. [11.]

Yksilö tai organisaatio valmistaa painelaitteen, joka vastaa painelaitteen tai laitekokonaisuuden suunnittelusta, valmistuksesta, testauksesta ja tarkastuksesta. Valmistaja voi ostaa alihankintana yhden tai useamman edellä mainituista tehtävistä, mutta vastuu alihankintatyöstä jää valmistajalle. [11.]

5.1 Painelaitteen sisältö ja luokitus

Painelaitteen suunnittelu alkaa luokittelulla. Luokittelun perusteella selviää, mitä vaatimuksia suunnittelussa ja myöhemmin valmistuksessa on otettava huomioon. Painelaitteiden luokitteluun vaikuttavat laitteen tyyppi, painelaitteen ominaisuudet (PS = suurin sallittu käyttöpaine, V = tilavuus, DN = nimellissuuruus) sisällön olomuoto (kaasu, neste)

ja sen vaarallisuus. Lopullinen luokitus arvioidaan vaatimustenmukaisuuden arviointitaulukoiden perusteella. Painelaitteiden sisällöt jaetaan kahteen ryhmään, 1 vaarallinen ja 2 muut sisällöt. [12.]

5.2 Suunnittelu

Painelaite jaetaan neljään luokkaan ja näiden perusteella selviää, mikä arviointimenetelmä eli moduuli on otettava käyttöön. Nämä sisältävät erilaisia menettelyjä, jotta varmistetaan, että laite täyttää vaatimukset. [13.]

5.3 Painelaitelaki 16.12.2016/1144

Tätä lakia sovelletaan painelaitteisiin.

1) painelaitteella säiliötä, putkistoa ja muuta teknistä kokonaisuutta, jossa on tai johon voi kehittyä ylipainetta, sekä painelaitteen suojaamiseksi tarkoitettuja teknisiä kokonaisuuksia;

2) aluksen painelaitteella painelaitetta, joka on asennettu tai tarkoitettu asennettavaksi alukseen tai joka on tarkoitettu aluksen käyttämiseksi; aluksen painelaitteena ei kuitenkaan pidetä kaasusäiliöaluksen lastisäiliötä;

3) sotilaspainelaitteella yksinomaan sotilaalliseen käyttöön tarkoitettua puolustusvoimien painelaitetta sekä painelaitetta, joka on tarkoitettu puolustusvoimien aluksen käyttämiseksi; sotilaspainelaitteena ei kuitenkaan pidetä sotilasilma-aluksen painelaitetta;

4) erityissuojattavalla kohteella sellaista maanpuolustukselle keskeistä valtakunnallista tiedustelu-, valvonta-, johtamis-, viesti-, sähkö-, tietoliikenne-, ase- ja huoltojärjestelmää tai sen osaa, rakennetta tai tilaa, toimintaa, tietoa tai materiaalia tai johtamistilaa, jonka paljastuminen tai tuhoutuminen aiheuttaa merkittävää vahinkoa maanpuolustukselle tai puolustushallinnolle ja johon pääsyä tai josta viranomaisille annettavia tietoja on turvallisuussyistä tarpeen rajoittaa;

5) kuljetettavalla painelaitteella kuljetettavista painelaitteista sekä neuvoston direktiivien 76/767/ETY, 84/525/ETY, 84/526/ETY, 84/527/ETY ja 1999/36/EY kumoamisesta annetun Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2010/35/EU 2 artiklan 1 kohdassa tarkoitettua painelaitetta;

6) kuljetettavan painelaitteen kaltaisella painelaitteella painelaitetta, joka rakenteeltaan ja käytöltään vastaa kuljetettavaa painelaitetta;

7) laitekokonaisuudella valmistajan yhtenäiseksi ja toiminnalliseksi kokonaisuudeksi kokoamia useita painelaitteita;

8) ilmoitetulla laitoksella Suomen viranomaisen nimeämää ja Euroopan unionin komissiolle ilmoittamaa Suomeen sijoittautunutta laitosta, jonka tehtävänä on arvioida tuotteiden vaatimustenmukaisuus sovellettaessa unionin yhdenmukaistamislainsäädäntöön perustuvaa kansallista lainsäädäntöä;

9) vaatimuksenmukaisuuden arviointilaitoksella painelaitteiden asettamista saataville markkinoilla koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön yhdenmukaistamisesta annetussa Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivissä 2014/68/EU, jäljempänä painelaitedirektiivi, tarkoitettua ilmoitettua laitosta, käyttäjien tarkastuslaitosta ja tunnustettua kolmantena osapuolena olevaa organisaatiota sekä yksinkertaisten painesäiliöiden asettamista saataville markkinoilla koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön yhdenmukaistamisesta annetun Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivissä 2014/29/EU, jäljempänä yksinkertaiset painesäiliöt -direktiivi, tarkoitettua ilmoitettua laitosta, jotka arvioivat mainittujen direktiivien säännöksiin perustuvaa vaatimustenmukaisuutta kalibroimalla, testaamalla, sertifioimalla, tarkastamalla tai muulla tavoin;

10) yksinkertaisella painesäiliöllä yksinkertaiset painesäiliöt -direktiivin 1 artiklan 1 kohdassa tarkoitettua yksinkertaista painesäiliötä;

11) CE-merkinnällä tuotteiden kaupan pitämiseen liittyvää akkreditointia ja markkinavalvontaa koskevista vaatimuksista ja neuvoston asetuksen (ETY) N:o 339/93 kumoamisesta annetussa Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksessa (EY) N:o 765/2008, jäljempänä NLF-asetus, tarkoitettua merkintää, jolla valmistaja osoittaa tuotteen olevan merkinnän kiinnittämistä koskevassa unionin yhdenmukaistamislainsäädännössä asetettujen sovellettavien vaatimusten mukainen;

12) tarkastuslaitoksella kansallisen lainsäädännön nojalla päteväksi todettua organisaatiota, joka suorittaa kansalliseen lainsäädäntöön perustuvia painelaitteen vaatimustenmukaisuuden osoittamiseksi tehtäviä tarkastuksia ja määräaikaistarkastuksia;

13) valmistajalla luonnollista henkilöä tai oikeushenkilöä, joka valmistaa taikka suunnitteluttaa tai valmistuttaa painelaitteen tai laitekokonaisuuden ja markkinoi kyseistä painelaitetta tai laitekokonaisuutta omalla nimellään tai tavaramerkillään tai käyttää sitä omiin tarkoituksiinsa;

14) yhdenmukaistetulla standardilla eurooppalaista standardia, joka on vahvistettu Euroopan komission esittämän pyynnön perusteella unionin yhdenmukaistamislainsäädännön soveltamiseksi;

15) vaatimustenmukaisuuden arvioinnilla prosessia, jossa selvitetään, ovatko tuotteeseen liittyvät tässä laissa tarkoitetut olennaiset turvallisuusvaatimukset täyttyneet;

16) EU-vaatimustenmukaisuusvakuutuksella asiakirjaa, jolla valmistaja ottaa vastuun siitä, että painelaite on Euroopan unionin lainsäädännössä edellytettyjen säännösten mukainen;

17) markkinoilta poistamisella kaikkia toimenpiteitä, joiden tarkoituksena on estää toimitusketjussa olevan tuotteen asettaminen saataville markkinoilla;

18) materiaalien eurooppalaisella hyväksynnällä teknistä asiakirjaa, jossa määritellään painelaitteiden valmistuksessa toistuvaan käyttöön tarkoitettujen materiaalien ominaisuudet, joista ei ole olemassa yhdenmukaistettua standardia;

19) EU-tyyppitarkastuksella vaatimustenmukaisuuden arviointimenettelyn osaa, jossa ilmoitettu laitos tutkii säiliön teknisen suunnittelun sekä varmistaa ja vakuuttaa, että säiliön tekninen suunnittelu täyttää siihen sovellettavat Euroopan unionin lainsäädännön vaatimukset;

20) sisäiseen tuotannonvalvontaan perustuvalla tyypinmukaisuudella ja säiliöiden valvotulla testauksella vaatimustenmukaisuuden arviointimenettelyn osaa, josta erikseen säädetyt velvoitteet täyttämällä valmistaja varmistaa ja vakuuttaa yksinomaaisella vastuullaan, että kyseiset säiliöt ovat EU-tyyppitarkastustodistuksessa kuvatus tyyppin mukaisia ja täyttävät Euroopan unionin lainsäädännön vaatimukset;

21) maahantuojalla Euroopan unioniin sijoittautunutta luonnollista henkilöä tai oikeushenkilöä, joka saattaa kolmannesta maasta tuodun painelaitteen unionin markkinoille;

22) jakelijalla muuta toimitusketjuun kuuluvaa luonnollista henkilöä tai oikeushenkilöä kuin valmistajaa tai maahantuojaa, joka asettaa painelaitteen saataville markkinoilla;

23) valtuutetulla edustajalla luonnollista henkilöä tai oikeushenkilöä, jolla on valmistajan antama kirjallinen toimeksianto hoitaa valmistajan puolesta tietyt tehtävät;

24) markkinoille saattamisella tuotteen asettamista ensimmäistä kertaa saataville unionin markkinoilla;

25) asettamisella saataville markkinoilla tuotteen toimittamista unionin markkinoille liiketoiminnan yhteydessä jakelua, kulutusta tai käyttöä varten joko maksua vastaan tai veloitusetta;

26) talouden toimijoilla valmistajia, valtuutettuja edustajia, maahantuojia ja jakelijoita;

27) päteväintilaitoksella painelaitedirektiivissä tarkoitettua tunnustettua kolmantena osapuolena olevaa organisaatioita, joka suorittaa painelaitteiden pysyviä liitoksia ja rikkomatonta aineenkoetusta tekevien henkilöiden sekä liitosmenetelmien päteväintä ja hyväksymistä;

28) käyttäjien tarkastuslaitoksella painelaitedirektiivissä tarkoitettua vaatimustenmukaisuuden arviointilaitosta, joka suorittaa tietyille painelaitteiden käyttäjärühmille tehtäviä tarkastuksia;

29) hyväksytyllä laitoksella tarkastuslaitosta, jolla on oikeus suorittaa sille tässä laissa säädettyjä kansallisia painelaitteiden turvallisuuden varmistamiseen liittyviä tehtäviä;

30) omatarkastuslaitoksella tarkastuslaitosta, jonka oikeudet tehdä tarkastuksia on rajoitettu yksinomaan tietyille painelaitteen käyttäjärühmille;

31) käytön valvojalla painelaitteen omistajan tai haltijan nimeämää henkilöä, joka vastaa painelaitteen asianmukaisesta käytämisestä;

32) kattilalaitoksella yhden tai useamman höyry- tai kuumavesikattilan ja niihin liittyvien putkistojen, painesäiliöiden, tukirakenteiden, polttoaineen ja syöttöveden syöttöjärjestelmien sekä rakennusten muodostamaa yhtenäistä kokonaisuutta;

33) autoklaavilla painelaitetta, jonka sisältöä kuumennetaan ja jossa on pikalukittava pääty, seinä tai kansi toistuvaa täyttöä ja tyhjennystä varten;

34) höyrykattilalla vesihöyryn tuotantoon tai muun nesteen kuin veden kuumentamiseen yli sadan celsiusasteen lämpötilaan tarkoitettua laitekokonaisuutta, johon kuuluu vähintään yksi lämmitetty painelaite, jossa on ylikuumentamisen vaara;

35) kuumavesikattilalla veden kuumentamiseen tarkoitettua laitekokonaisuutta, johon kuuluu vähintään yksi lämmitetty painelaite, jossa on ylikuumentamisen vaara ja jossa vettä kuumennetaan yli sadan celsiusasteen lämpötilaan;

36) teholla suurimmalla jatkuvalla kuormituksella höyry- tai kuumavesikattilassa nesteeseen tai höyryyn aikayksikössä siirtyvän lämpöenergian tehoa;

37) teholluvulla lukua, joka saadaan laskemalla yhteen kattilalaitoksen käytössä olevien eri höyry- ja kuumavesikattiloiden suurimman sallitun käyttöpaineen ja tehon lukuarvojen tulot. [14.]

5.4 Painelaitteasetus 1548/2016

Eu direktiivi [2014/68/EU](#), määrittää olennaisimmat turvallisuusmääräykset, jotka listattuna alapuolella. Säiliöiden on täytettävä olennaiset turvallisuusvaatimukset, lukuun ottamatta 3 momentissa tarkoitettuja painelaitteita, jotka on tarkoitettu:

1) niille kaasuille, nesteytetyille kaasuille, paineenalaisena liuotetuille kaasuille, höyryille sekä nesteille, joiden höyrynpaine korkeimmassa sallitussa lämpötilassa on yli 0,5 baaria yli normaali-ilmakehän paineen (1 013 mbar) seuraavin rajoin;

a) ryhmään 1 kuuluva painelaitteen sisältö, kun $V > 1 \text{ L}$ ja $PS \cdot V > 25 \text{ bar} \cdot \text{L}$ tai kun $PS > 200 \text{ bar}$;

b) ryhmään 2 kuuluva painelaitteen sisältö, kun $V > 1 \text{ L}$ ja $PS \cdot V > 50 \text{ bar} \cdot \text{L}$ tai kun $PS > 1\,000 \text{ bar}$ sekä kaikki käsisammuttimet ja hengityslaitteiden pullot;

2) nesteille, joiden höyrynpaine korkeimmassa sallitussa lämpötilassa on enintään 0,5 baaria yli normaali-ilmakehän paineen (1 013 mbar) seuraavin rajoin:

a) ryhmään 1 kuuluva painelaitteen sisältö, kun $V > 1 \text{ L}$ ja $PS \cdot V > 200 \text{ bar} \cdot \text{L}$ tai kun $PS > 500 \text{ bar}$;

b) ryhmään 2 kuuluva painelaitteen sisältö, kun $PS > 10 \text{ bar}$ ja $PS \cdot V > 10\,000 \text{ bar} \cdot \text{L}$ tai kun $PS > 1\,000 \text{ bar}$.

Sellaisten liekillä tai muutoin lämmitettävien painelaitteiden, joiden sisäpuolinen tilavuus on suurempi tai yhtä suuri kuin kaksi litraa ($V > 2 \text{ L}$) ja joissa on ylikuumenemisen vaara ja jotka on tarkoitettu höyryn tai ylikuumennetun veden tuotantoon yli $110 \text{ celsiusasteen}$ lämpötilassa, sekä kaikkien painekeitinien on täytettävä olennaiset turvallisuusvaatimukset.

Putkistojen on täytettävä olennaiset turvallisuusvaatimukset, jos ne on tarkoitettu:

1) niille kaasuille, nesteytetyille kaasuille, paineenalaisena liuotetuille kaasuille, höyryille sekä nesteille, joiden höyrynpaine korkeimmassa sallitussa lämpötilassa on yli $0,5 \text{ baaria}$ yli normaali-ilmakehän paineen ($1\,013 \text{ mbar}$) seuraavin rajoin:

a) ryhmään 1 kuuluva painelaitteen sisältö, kun $DN > 25$;

b) ryhmään 2 kuuluva painelaitteen sisältö, kun $DN > 32$ ja $PS \cdot DN > 1\,000 \text{ bar}$;

2) nesteille, joiden höyrynpaine korkeimmassa sallitussa lämpötilassa on enintään $0,5 \text{ baaria}$ yli normaali-ilmakehän paineen ($1\,013 \text{ mbar}$) seuraavin rajoin:

a) ryhmään 1 kuuluva painelaitteen sisältö, kun $DN > 25$ ja $PS \cdot DN > 2\,000 \text{ bar}$;

b) ryhmään 2 kuuluva painelaitteen sisältö, kun $PS > 10 \text{ bar}$ ja $DN > 200$ ja $PS \cdot DN > 5\,000 \text{ bar}$.

Sellaisten varolaitteiden ja paineenalaisten lisälaitteiden, jotka on tarkoitettu 2–4 momentissa tarkoitettuihin laitteisiin, myös silloin, kun tällaiset laitteet ovat laitekonaisuuden osia, on täytettävä olennaiset turvallisuusvaatimukset. [15.]

6 Gasgen-teknologian pilotointi

Työn kokeellisessa osassa pyrittiin saamaan tuloksia uudesta Gasgen-teknologian kaasuttimen toimivuudesta käytännön tasolla koeajamalla uutta laitteistoa (Taulukko 1), näytteitä ottamalla ja analysoimalla näytteitä ja niistä saatuja tuloksia.

Taulukko 1. Gasgen-kaasuttimen tekniset tiedot. [7.]

Kapasiteetti	0,2 - 1 MW
Käyttöpaine	1-10 Bar
Kaasutusaineet	Ilma + höyry, Happi + höyry/CO ₂
Sovellukset	Kaasumootorit, kattilat, uunit
Polttoaine	Biomassa jätteet ja jätteet
Kaasuttimen kuvaus	Vastavirta 1. vaihe, katalyyttinen 2. vaihe
Teollinen koko	1-50 MW

6.1 Toteutus

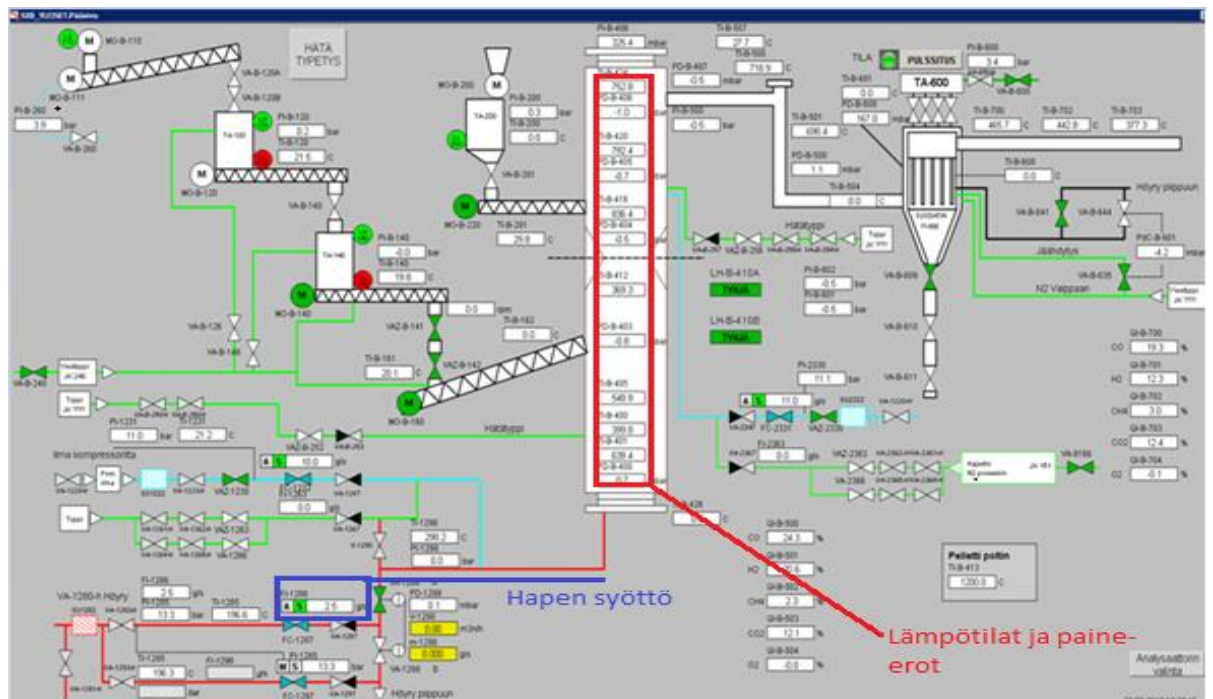
Projektista on tehty tarkat suunnitelmat, piirustukset, PI-kaaviot, läpiviennit ja kaikki tarpeellinen jo hyvissä ajoin. Käytännön valmistelut ja työt aloitettiin alkuvuodesta 2017. Lopullinen toteutus määräytyi koeajojen ja siitä saadun tietomäärän mukaan. Parannuksia, muutoksia ja kehitystyötä tehdään jatkuvasti tulevaisuuden uusia projekteja silmällä pitäen.

6.2 Käyttöönotto

Laitteistoille tehtiin tarvittavat toiminnalliset testaukset ennen käyttöönottoa. Tarkastuksia ei tarvitse tehdä painelaitteelle, jos laite ei ole rekisteröity. Anturit ja ohjausjärjestelmät testattiin käytännössä. Laippojen ja venttiilien tiiveys vuotojen varalta testattiin painestamalla säiliöitä ja putkistoja. Käyttöönotto tapahtui koeajoissa, joissa ajetaan laitetta käyttöpaineessa ja kehitetään näin uusi tekniikka käyttövalmiiksi.

6.3 Ensimmäinen koeajo

Kaasuttimen lämmitys aloitettiin pellettipolttimella jo 13.9.2017, jotta reaktori kerkeää lämpiämään tarpeeksi kuumaksi polttoaineen palamista varten ja varsinaiset koeajot aloitettiin 18.9.2017. Arinalle syöttökaasuina oli ilma, typpi ja höyry. Ylempään sekundäriivöhykkeeseen kaasunsyöttöinä typpi ja ilma (Kuva 18). Tavoitteena oli suorittaa noin 90 tunnin mittainen yhtenäinen koeajo ja tutkia kaasuttimen toimivuutta katalyytilla pedillä, joka sisältää puolet hiekkaa ja puolet kalkkia. Tavoitteet täyttyivät osin, mutta peti ei pysynyt paikallaan ajon aikana vaan valui alas yläkerroksesta. Kovettunut hiekka valui reaktorin pohjalle ja jäähmettyi sinne isoina palasina (Kuva 20). Tätä varten reaktorin sisäosaan tehdään parannuksia pedin pysymiseen yläosassa.

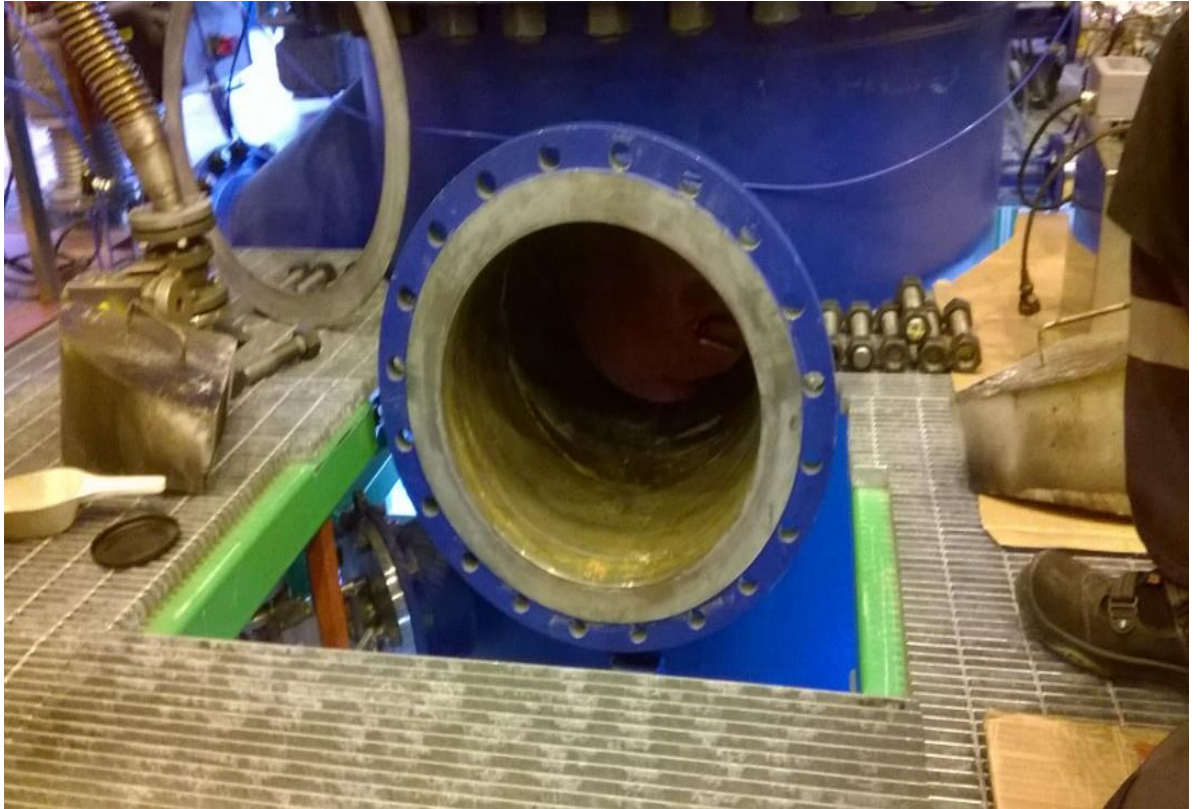


Kuva 18. Päänäyttö ohjausjärjestelmästä koeajoissa.

6.4 Toinen koeajo

Lämmitys aloitettiin torstaina 19.10.2017 ja tämä suoritettiin manuaalisesti pellettipolttimen sytyttämisellä sytytyspaloilla, koska vastus, jolla sytytys tehdään, oli vioittunut. (Kuva 19). Laitteistoa ajettaessa kaikki sujui kuitenkin hyvin ja suuremmilta ongelmilta vältyttiin. Pieni tukos muodostui ajon puolivälissä nostaen paine-eroa 1. ja 2. vaiheen

välissä, mutta tukos saatiin poltettua pois. Kun paine-ero oli tarpeeksi matala, polttoaineen syöttöä jatkettiin normaalisti. Kaasuvirtauksesta määriteltiin tasealue ja näytteitä otettiin näytteenottajien tekemänä säännöllisin väliajoin.



Kuva 19. Kaasuttimen sytytystä Bilteman sytytyspaloilla. Pieni liekki palaa kaasuttimen sisällä.



Kuva 20. Kaasuttimen sisäisen arinan kuukivi eli sulanutta hiekkaa ja kalkkia jähmettyneenä.

7 Tulokset

Tasealueilla tehtiin 6 ajanjakson mittausta ja keskityttiin tervan pitoisuuksiin, jotka ovat kuvassa 21 merkittynä punaisella. Tervejen keskiarvo koko tasealueella on 6206 mg/m³n, joka on melko korkea johtuen katalyyttisen pedin toimimattomuudesta.

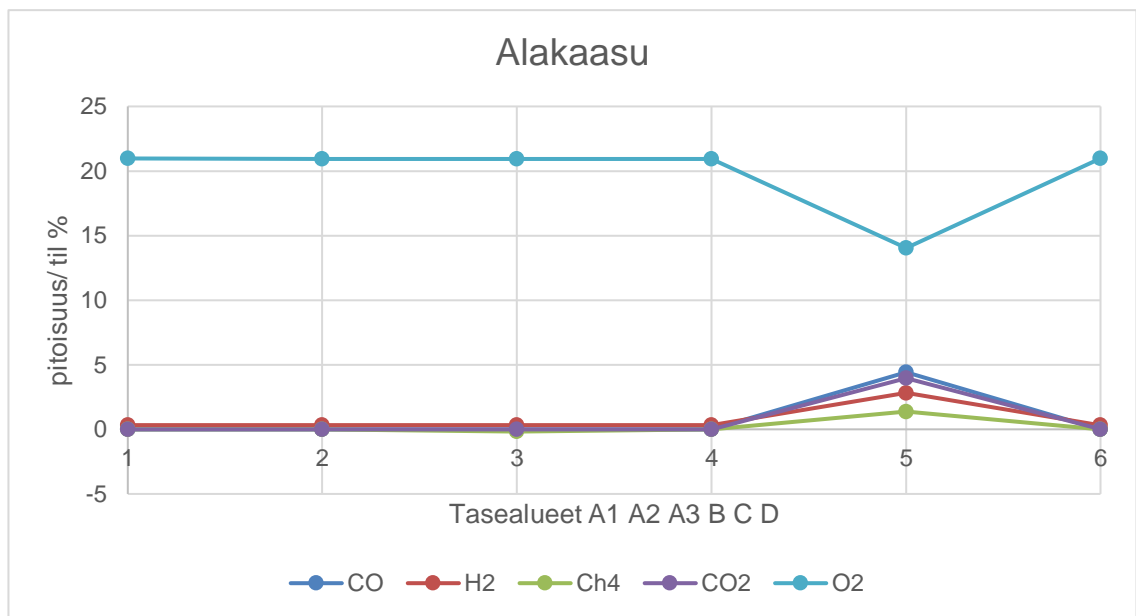
Tasealueita mitattiin kuusi:

- A1 = 26.10.17 Kello 6.00–8.30
- A2 = 26.10.17 Kello 8.45–10:00
- A3 = 26.10.17 Kello 10.15– 11.15
- B = 26.10.17 Kello 13.00–15:00
- C = 26.10.17 Kello 16.00–17.15
- D = 26.10.17 Kello 19.30–20.30

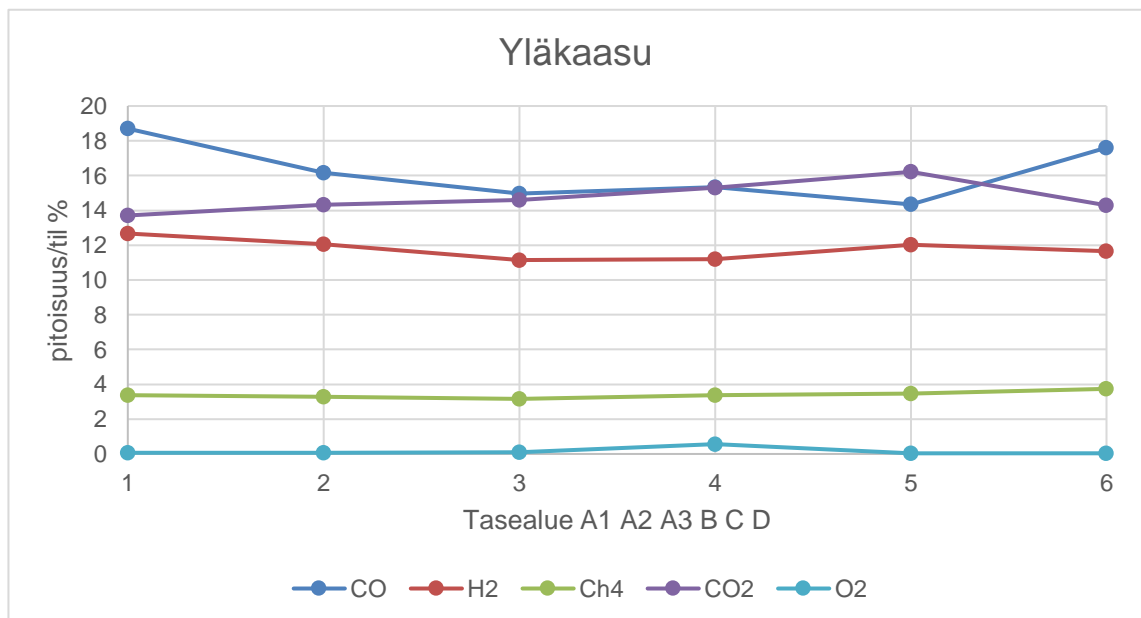
SUOTIMEN JALKEEN						
	SXB17/43 A1	SXB17/43 A2	SXB17/43 A3	SXB17/43 B	SXB17/43 C	SXB17/43 D
Avg Filter T, °C	680	680	680	680	680	680
Gasifier bed [mg/m ³ n]	786	786	786	786	786	786
	wood pellet	wood pellet	wood pellet	wood pellet	wood pellet	wood
Benzene	4803	6164	6314	6788	6584	7641
Light oils	2868	2245	1495	2328	2031	3875
Napthalene	1315	1745	1825	1936	1977	2383
Heavier PAH	1376	1659	1744	1885	1871	2678
Unknown compounds	0	0	0	0	0	0
Tars	5559	5649	5063	6150	5879	8936
Tars+benzene	10362	11813	11378	12938	12463	16577

Kuva 21. Mitatut tulokset.

Nämä kuvaajat kertovat kaasujen koostumusta ennen ja jälkeen (Kuvat 22, 23) suodatuksen.



Kuva 22. Puhtaan tuotekaasun koostumus ennen suodatinta.



Kuva 23. Puhtaan tuotekaasun koostumus suodattimen jälkeen.

8 Yhteenveto

Insinööriyön tarkoituksena oli käyttöönottaa uusi kiinteäkerroskaasutin koeajoja ja yritysten projekteja varten. Lisäksi tarkoituksena oli tutustua laitteistoon, automaatiojärjestelmään, vaadittaviin viranomaisvaatimuksiin, sekä tulosten käsittelyyn. Lähtökohtana oli saada laitteisto toimintakuntoon.

Työn teoriaosuudessa tutkittiin vanhoja kaasutusmenetelmiä ja kaasuttimia, tutustuttiin VTT:n uuteen teknologiaan sekä käyttöönotettavaan prosessiin käytännön tasolla.

Työn kokeellinen osa tässä työssä tapahtui tekemällä asennustyötä asentajien mukana, koestamalla automaatiojärjestelmää, sekä koeajamalla laitteistoa koeajojen muodossa. Näytteenotto kaasutuksesta tapahtui ammattilaisten tekemänä ja tulokset ovat myös sen mukaiset. Työn monipuolisuus ja huomioon otettavat useat asiat yllättivät. Projektin vetäjiltä ja vastuuhenkilöiltä vaaditaan laajaa ammattitaitoa sekä osaamista tekniikan eri osa-alueilta. Liitteenä 1 olevasta laiteluettelosta selviää vaadittujen laitteistojen ja linjojen määrä. Nämä kaikki saatettiin toimintakuntoon ja ohjausjärjestelmä käyttöönotettua

Tulosten perusteella voidaan sanoa, että katalyyttipeti ei pysynyt paikoillaan ja tämän vuoksi tervojen pitoisuus oli haluttua korkeampi.

Työtä voidaan pitää onnistuneena, koska laitteisto toimii käytännössä ja pienillä parannuksilla siitä saa toimivan laitteiston koetoimintaa varten tulevaisuuden haasteita silmällä pitäen.

Työn tekijä sai arvokasta kokemusta tutkimustyön tekemisen laajuudesta, projektien toiminnasta sekä toteuttamisen vaatimuksista.

Lähteet

- 1 Gasekin kotisivut: puun kaasutus. <<http://www.gasek.fi/technology/wood-gasification>>. Luettu 24.8.2017
- 2 Seppä, E. 2017. Techno-economic study on biomass-based small-scale combined heat and power production by gasification. Diplomityö, Aalto-Yliopisto. Luettu 31.8.2017.
- 3 VTT:n kotisivu: Kaasutustekniikka. <http://www.vtt.fi/Documents/01_Pienen_kokoluokan_kaaasutustekniika.pdf >. Luettu 4.9.2017
- 4 Basu, Prabir. 2013. Biomass Gasification, Pyrolysis and Torrefaction, Practical Design and Theory. Elsevier Science.
- 5 Badeau, Jean-Pierre & Levi, Albrecht. 2009. Biomass Gasification, Chemistry, Processes and Applications. Nova.
- 6 VTT:n kotisivu: Bioruukki. <<http://www.vtt.fi/palvelut/biotalousden-mahdollistavattutkimus/bioruukki-pilotointikeskus>>. Luettu 24.8.2017
- 7 Kaasutusyksikön projektisuunnitelma. <EAKR GasGen Projektisuunnitelma>. VTT, sisäinen materiaali.
- 8 Antila Anna-Maija, Karppinen Maarit ym. 2010. Tekniikan kemia. Edita
- 9 Kotisivut. Verkkojulkaisu. Pall corporation ><https://chemicals-polymers.pall.com/content/dam/pall/chemicals-polymers/literature-library/non-gated/PIDIASCHUMALEN.pdf> >. Luettu 2.10.2017
- 10 1Sampling and analysis of tar and particles in biomass producer gases. Verkko-raportti. <http://www.eeci.net/results/pdf/Technical-Report-version-3_8-final.pdf>. Luettu 4.12.2017
- 11 Painelaitteen suunnittelu ja valmistus. Verkkojulkaisu. Tukes. <<http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Painelaitteet/Painelaitteen-suunnittelu/>>. Luettu 28.8.2017
- 12 Painelaitteen sisältö ja luokitus. Verkkojulkaisu. Tukes. <<http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Painelaitteet/Painelaitteen-suunnittelu/Sisalto-luokitus/>>. Luettu 30.8.2017
- 13 Painelaitteen arviointi. Verkkojulkaisu. Tukes. <<http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Painelaitteet/Painelaitteen-suunnittelu/arviointimenettelyt/>>. Luettu 30.8.2017

- 14 Painelaitelaki 1144. Verkkojulkaisu. Tukes. <<http://plus.edilex.fi/tukes/fi/lainsaadanto/20161144>>. Luettu 4.9.2017
- 15 Painelaitesetus 1548. Verkkojulkaisu. Tukes. <<http://plus.edilex.fi/tukes/fi/lainsaadanto/20161548>>. Luettu 4.9.2017

Laiteluettelo

Laitteistojako-osa	Tunnus	Nimi	IO	Signaalin nimi
N2 syöttö	B-FI-238	Prosessitypen virtaus	AI	Mittaus
N2 syöttö	B-JK-230	Yleistyyppi (Jakotukki)		
N2 syöttö	B-JK-240	Prosessityppi (Jakotukki)		
Polttoaineen yläsäiliö	B-LH-120	Polttoaineen yläsäiliön ylärajavahti	DI	Pintaraja
Polttoaineen aläsäiliö	B-LH-140	Polttoaineen ala säiliön ylärajavahti	DI	Pintaraja
Lisäaineensyöttö	B-LH-200	Lisäaineen aläsäiliön ylärajavahti	DI	Pintaraja
Polttoaineen yläsäiliö	B-LL-120	Polttoaineen yläsäiliön alarajavahti	DI	Pintaraja
Polttoaineen aläsäiliö	B-LL-140	Polttoaineen ala säiliön alarajavahti	DI	Pintaraja
Lisäaineensyöttö	B-LL-200	Lisäaineen aläsäiliön alarajavahti	DI	Pintaraja
Polttoaineen syöttö TA-100	B-LS-110	Alipaineimun suodattimen tukosvahti		
Polttoaineen syöttö TA-100	B-M-100	Polttoainesilo purkuruuvi		
Polttoaineen syöttö TA-100	B-M-110	Alipainesuodattimen sulkusyöttimen moottori		
Polttoaineen syöttö TA-100	B-M-111	Polttoaineen yläsäiliön täyttöruuvi TAMU	PN	Nopeusohje
Polttoaineen syöttö TA-100	B-M-111	Polttoaineen yläsäiliön täyttöruuvi TAMU	PN	Nopeustieto
Polttoaineen syöttö TA-100	B-M-111	Polttoaineen yläsäiliön täyttöruuvi TAMU	PN	Ohjaus eteen
Polttoaineen syöttö TA-100	B-M-111	Polttoaineen yläsäiliön täyttöruuvi TAMU	PN	Ohjaus taakse
Polttoaineen syöttö TA-100	B-M-111	Polttoaineen yläsäiliön täyttöruuvi TAMU	PN	Käyntitieto
Polttoaineen syöttö TA-100	B-M-111	Polttoaineen yläsäiliön täyttöruuvi TAMU	PN	Hälytys
Polttoaineen syöttö TA-100	B-M-111	Polttoaineen yläsäiliön täyttöruuvi TAMU	DI	Turvakytkin
Polttoaineen syöttö TA-100	B-M-111	Polttoaineen yläsäiliön täyttöruuvi TAMU	DI	Käsi käyttö
Polttoaineen yläsäiliö	B-M-120	Polttoaineen yläsäiliön purkuruuvi TAMU	PN	Nopeusohje
Polttoaineen yläsäiliö	B-M-120	Polttoaineen yläsäiliön purkuruuvi TAMU	PN	Nopeustieto
Polttoaineen yläsäiliö	B-M-120	Polttoaineen yläsäiliön purkuruuvi TAMU	PN	Ohjaus eteen
Polttoaineen yläsäiliö	B-M-120	Polttoaineen yläsäiliön purkuruuvi TAMU	PN	Ohjaus taakse
Polttoaineen yläsäiliö	B-M-120	Polttoaineen yläsäiliön purkuruuvi TAMU	PN	Käyntitieto
Polttoaineen yläsäiliö	B-M-120	Polttoaineen yläsäiliön purkuruuvi TAMU	PN	Hälytys
Polttoaineen yläsäiliö	B-M-120	Polttoaineen yläsäiliön purkuruuvi TAMU	DI	Turvakytkin
Polttoaineen yläsäiliö	B-M-120	Polttoaineen yläsäiliön purkuruuvi TAMU	DI	Käsi käyttö
Polttoaineen yläsäiliö	B-M-121	Polttoaineen yläsäiliön sekoitin TAMU	PN	Nopeusohje
Polttoaineen yläsäiliö	B-M-121	Polttoaineen yläsäiliön sekoitin TAMU	PN	Nopeustieto
Polttoaineen yläsäiliö	B-M-121	Polttoaineen yläsäiliön sekoitin TAMU	PN	Ohjaus eteen
Polttoaineen yläsäiliö	B-M-121	Polttoaineen yläsäiliön sekoitin TAMU	PN	Ohjaus taakse
Polttoaineen yläsäiliö	B-M-121	Polttoaineen yläsäiliön sekoitin TAMU	PN	Käyntitieto
Polttoaineen yläsäiliö	B-M-121	Polttoaineen yläsäiliön sekoitin TAMU	PN	Hälytys
Polttoaineen yläsäiliö	B-M-121	Polttoaineen yläsäiliön sekoitin TAMU	DI	Turvakytkin
Polttoaineen yläsäiliö	B-M-121	Polttoaineen yläsäiliön sekoitin TAMU	DI	Käsi käyttö
Polttoaineen aläsäiliö	B-M-140	Polttoaineen aläsäiliön purkuruuvi TAMU	PN	Nopeusohje

Polttoaineen aläsäiliö	B-M-140	Polttoaineen aläsäiliön purkuruuvi TAMU	PN	Nopeustieto
Polttoaineen aläsäiliö	B-M-140	Polttoaineen aläsäiliön purkuruuvi TAMU	PN	Ohjaus eteen
Polttoaineen aläsäiliö	B-M-140	Polttoaineen aläsäiliön purkuruuvi TAMU	PN	Ohjaus taakse
Polttoaineen aläsäiliö	B-M-140	Polttoaineen aläsäiliön purkuruuvi TAMU	PN	Käyntitieto
Polttoaineen aläsäiliö	B-M-140	Polttoaineen aläsäiliön purkuruuvi TAMU	PN	Hälytys
Polttoaineen aläsäiliö	B-M-140	Polttoaineen aläsäiliön purkuruuvi TAMU	DI	Turvakytkin
Polttoaineen aläsäiliö	B-M-140	Polttoaineen aläsäiliön purkuruuvi TAMU	DI	Käsikäyttö
Polttoaineen aläsäiliö	B-M-141	Polttoaineen aläsäiliön sekoitin TAMU	PN	Nopeusohje
Polttoaineen aläsäiliö	B-M-141	Polttoaineen aläsäiliön sekoitin TAMU	PN	Nopeustieto
Polttoaineen aläsäiliö	B-M-141	Polttoaineen aläsäiliön sekoitin TAMU	PN	Ohjaus eteen
Polttoaineen aläsäiliö	B-M-141	Polttoaineen aläsäiliön sekoitin TAMU	PN	Ohjaus taakse
Polttoaineen aläsäiliö	B-M-141	Polttoaineen aläsäiliön sekoitin TAMU	PN	Käyntitieto
Polttoaineen aläsäiliö	B-M-141	Polttoaineen aläsäiliön sekoitin TAMU	PN	Hälytys
Polttoaineen aläsäiliö	B-M-141	Polttoaineen aläsäiliön sekoitin TAMU	DI	Turvakytkin
Polttoaineen aläsäiliö	B-M-141	Polttoaineen aläsäiliön sekoitin TAMU	DI	Käsikäyttö
Polttoaineen aläsäiliö	B-M-160	Polttoaineen aläsäiliön purkuruuvi TAMU	PN	Nopeusohje
Polttoaineen aläsäiliö	B-M-160	Polttoaineen aläsäiliön purkuruuvi TAMU	PN	Nopeustieto
Polttoaineen aläsäiliö	B-M-160	Polttoaineen aläsäiliön purkuruuvi TAMU	PN	Ohjaus eteen
Polttoaineen aläsäiliö	B-M-160	Polttoaineen aläsäiliön purkuruuvi TAMU	PN	Ohjaus taakse
Polttoaineen aläsäiliö	B-M-160	Polttoaineen aläsäiliön purkuruuvi TAMU	PN	Käyntitieto
Polttoaineen aläsäiliö	B-M-160	Polttoaineen aläsäiliön purkuruuvi TAMU	PN	Hälytys
Polttoaineen aläsäiliö	B-M-160	Polttoaineen aläsäiliön purkuruuvi TAMU	DI	Turvakytkin
Polttoaineen aläsäiliö	B-M-160	Polttoaineen aläsäiliön purkuruuvi TAMU	DI	Käsikäyttö
Lisäaineensyöttö	B-M-200	Lisäaineen aläsäiliön purkuruuvi TAMU	PN	Nopeusohje
Lisäaineensyöttö	B-M-200	Lisäaineen aläsäiliön purkuruuvi TAMU	PN	Nopeustieto
Lisäaineensyöttö	B-M-200	Lisäaineen aläsäiliön purkuruuvi TAMU	PN	Ohjaus eteen
Lisäaineensyöttö	B-M-200	Lisäaineen aläsäiliön purkuruuvi TAMU	PN	Ohjaus taakse
Lisäaineensyöttö	B-M-200	Lisäaineen aläsäiliön purkuruuvi TAMU	PN	Käyntitieto
Lisäaineensyöttö	B-M-200	Lisäaineen aläsäiliön purkuruuvi TAMU	PN	Hälytys
Lisäaineensyöttö	B-M-200	Lisäaineen aläsäiliön purkuruuvi TAMU	DI	Turvakytkin
Lisäaineensyöttö	B-M-200	Lisäaineen aläsäiliön purkuruuvi TAMU	DI	Käsikäyttö
Lisäaineensyöttö	B-M-220	Lisäaineen purkuruuvi TAMU	PN	Nopeusohje
Lisäaineensyöttö	B-M-220	Lisäaineen purkuruuvi TAMU	PN	Nopeustieto
Lisäaineensyöttö	B-M-220	Lisäaineen purkuruuvi TAMU	PN	Ohjaus eteen
Lisäaineensyöttö	B-M-220	Lisäaineen purkuruuvi TAMU	PN	Ohjaus taakse
Lisäaineensyöttö	B-M-220	Lisäaineen purkuruuvi TAMU	PN	Käyntitieto
Lisäaineensyöttö	B-M-220	Lisäaineen purkuruuvi TAMU	PN	Hälytys
Lisäaineensyöttö	B-M-220	Lisäaineen purkuruuvi TAMU	DI	Turvakytkin
Lisäaineensyöttö	B-M-220	Lisäaineen purkuruuvi TAMU	DI	Käsikäyttö
Polttoaineen syöttö TA-100	B-MK-110	Alipaineimun suodatin murtokalvo		
Polttoaineen yläsäiliö	B-P-120	Polttoaineen yläsäiliön paine (paikallinäyttö)		
Polttoaineen aläsäiliö	B-P-140	Polttoaineen aläsäiliön paine (paikallinäyttö)		

Lisäaineensyöttö	B-P-200	Lisäaineen alasäiliön paine (paikallisnäyttö)		
Polttoaineen yläsäiliö	B-PI-120	Polttoaineen yläsäiliön paine	AI	Mittaus
Polttoaineen alasäiliö	B-PI-140	Polttoaineen alasäiliön paine	AI	Mittaus
Lisäaineensyöttö	B-PI-200	Lisäaineen alasäiliön paine	AI	Mittaus
Vesi syöttö	B-PI-260	Vesilinja painemittaus	AI	Mittaus
Vesi syöttö	B-PU-260	Vesilinja paineennosto pumppu		
N2 syöttö	B-RO-240	N2 rotametri B-TA-120		
N2 syöttö	B-RO-245	N2 rotametri LI1-SR2		
N2 syöttö	B-RO-247	N2 rotametri painelähttimet		
N2 syöttö	B-RO-241	N2 rotametri B-TA-140		
N2 syöttö	B-RO-242	N2 rotametri PA1-SR2		
N2 syöttö	B-RO-243	N2 rotametri PA1-SR3		
N2 syöttö	B-RO-244	N2 rotametri B-TA-200		
N2 syöttö	B-RO-245	N2 rotametri LI1-SR1		
N2 syöttö	B-RO-259	N2 kaasutin II-Arina		
Vesi syöttö	B-RO-260	PA1-SR1 ruuviboxsi rotametri		
Vesi syöttö	B-RO-261	B-TA-120 sekoitin ruuviboxsi rotametri		
Vesi syöttö	B-RO-262	PA1-SR2 ruuviboxsi rotametri		
Vesi syöttö	B-RO-263	B-TA-140 sekoitin ruuviboxsi rotametri		
Vesi syöttö	B-RO-264	PA1-SR3 ruuvin jäähdytys rotametri		
Vesi syöttö	B-RO-265	PA1-SR3 ruuviboxsi rotametri		
Vesi syöttö	B-RO-266	LI1-SR2 ruuviboxsi rotametri		
Vesi syöttö	B-RO-267	LI1-SR1 ruuviboxsi rotametri		
Vesi syöttö	B-RO-268	PA1-SR4 ruuviboxsi rotametri		
Polttoaineen alasäiliö	B-S-140	Polttoaineen yläsäiliön purkuruuvi	AI	Pyörintänopeus
Polttoaineen alasäiliö	B-S-141	Polttoaineen sekoitin purkuruuvi	AI	Pyörintävahti
Polttoaineen alasäiliö	B-S-160	Polttoaineen yläsäiliön purkuruuvi	AI	Pyörintävahti

Polttoaineen syöttö TA-100	B-SS-111	Polttoaineen yläsäiliön täyttöruuvi	DI	Pyörintävahti
Polttoaineen yläsäiliö	B-SS-120	Polttoaineen yläsäiliön purkuruuvi	DI	Pyörintävahti
Polttoaineen yläsäiliö	B-SS-121	Polttoaineen yläsäiliön sekoitin	DI	Pyörintävahti
Lisäaineensyöttö	B-SS-200	Lisäaineen alasäiliön purkuruuvi	AI	Pyörintänopeus
Lisäaineensyöttö	B-SS-220	Lisäaineen purkuruuvi	DI	Pyörintävahti
Polttoaineen syöttö TA-100	B-SY-110	Alipaineimun suodatin sulkusyötin		
Polttoaineen syöttö TA-100	B-TA-100	Polttoainesilo (vaaka)		
Polttoaineen syöttö TA-100	B-TA-110	Alipaineimun suodatin		
Polttoaineen syöttö TA-100	B-TA-115	Alipaineimun suodatin pulssisäiliö N2		
Polttoaineen yläsäiliö	B-TA-120	Polttoaineen yläsäiliö		
Polttoaineen alasäiliö	B-TA-140	Polttoaineen alasäiliö		
Lisäaineensyöttö	B-TA-200	Lisäaineen alasäiliö		
Lisäaineensyöttö	B-TA-200	Lisäaineen yläsäiliö		
Vesi syöttö	B-TA-260	Vesisäiliö ruuvien boxseille		
Polttoaineen yläsäiliö	B-TI-120	Polttoaineen yläsäiliön lämpötila	AI	Mittaus
Polttoaineen alasäiliö	B-TI-140	Polttoaineen alasäiliön lämpötila	AI	Mittaus
Polttoaineen alasäiliö	B-TI-160	Polttoaineen alasäiliön lämpötila	AI	Mittaus
Polttoaineen alasäiliö	B-TI-161	PA1-SR3 lämpötila	AI	Mittaus
Polttoaineen alasäiliö	B-TI-162	PA1-SR3 jäähdysvaipan lämpötila	AI	Mittaus
Lisäaineensyöttö	B-TI-200	Lisäaineen alasäiliön lämpötila	AI	Mittaus
Lisäaineensyöttö	B-TI-201	Lisäaineen syötön lämpötila ennen petiruuvia	AI	Mittaus
Polttoaineen yläsäiliö	B-V-120	Polttoaineen yläsäiliön varoventtiili		
Polttoaineen alasäiliö	B-V-140	Polttoaineen alasäiliön varoventtiili		
Lisäaineensyöttö	B-V-200	Lisäaineen yläsäiliön varoventtiili		
Polttoaineen syöttö TA-100	B-VA-110	Keskuspölynimurin imuventtiilin ohjaus	DO	Ohjaus
Polttoaineen syöttö TA-100	B-VA-111	Keskuspölynimurin imuventtiilin ohjaus	DO	Ohjaus
Polttoaineen syöttö TA-100	B-VA-112	Keskuspölynimurin imuventtiilin ohjaus		Käsi käyttö
Polttoaineen yläsäiliö	B-VA-120a	Polttoaineen yläsäiliön sulkuventtiili		
Polttoaineen yläsäiliö	B-VA-120b	Polttoaineen yläsäiliön sulkuventtiili		
Polttoaineen yläsäiliö	B-VA-121	Polttoaineen yläsäiliön venttiilien paineistus	DO	Ohjaus
Polttoaineen yläsäiliö	B-VA-122	Polttoaineen yläsäiliön venttiilien paineenalennus		
Polttoaineen yläsäiliö	B-VA-123	Polttoaineen yläsäiliön venttiilien paineenpoisto	DO	Ohjaus
Polttoaineen yläsäiliö	B-VA-124	Polttoaineen yläsäiliön paineenpoisto	DO	Ohjaus
Polttoaineen yläsäiliö	B-VA-125	Polttoaineen yläsäiliön paineenpoisto		
Polttoaineen yläsäiliö	B-VA-126	Polttoaineen yläsäiliön paineistus	DO	Ohjaus
Polttoaineen yläsäiliö	B-VA-127	Polttoaineen yläsäiliön paineistus		
Polttoaineen yläsäiliö	B-VA-128	Polttoainesäiliöiden paineentasausventtiili		
Polttoaineen yläsäiliö	B-VA-129	Polttoainesäiliöiden paineentasausventtiili	DO	Ohjaus
Polttoaineen yläsäiliö	B-VA-130	Polttoaineen yläsäiliön paineistus (huuhtelu N2)	DO	Ohjaus
Polttoaineen yläsäiliö	B-VA-131	Polttoaineen yläsäiliön paineistus (huuhtelu N2)		

Polttoaineen aläsäiliö	B-VA-140	Polttoaineen aläsäiliön sulkuventtiili (ylempi)	DO	Ohjaus
Polttoaineen aläsäiliö	B-VA-141	Polttoaineen aläsäiliön sulkuventtiili(alempi)	DO	Ohjaus
Polttoaineen aläsäiliö	B-VAZ-142	Polttoaineen aläsäiliön sulkuventtiili (alempi)	DO	Ohjaus
Polttoaineen aläsäiliö	B-VA-144	Polttoaineen aläsäiliön paineenpoisto	DO	Ohjaus
Polttoaineen aläsäiliö	B-VA-145	Polttoaineen aläsäiliön paineenpoisto		
Polttoaineen aläsäiliö	B-VA-146	Polttoaineen aläsäiliön paineistus	DO	Ohjaus
Polttoaineen aläsäiliö	B-VA-147	Polttoaineen aläsäiliön paineistus		
Polttoaineen aläsäiliö	B-VA-148	B-TA-140 paineentasaussventtiili		
Polttoaineen aläsäiliö	B-VA-149	B-TA-140 paineentasaussventtiili	DO	Ohjaus
Polttoaineen aläsäiliö	B-VA-150	Polttoaineen aläsäiliön paineistus (huuhtelu N2)	DO	Ohjaus
Polttoaineen aläsäiliö	B-VA-151	Polttoaineen aläsäiliön paineistus (huuhtelu N2)		
Lisäaineensyöttö	B-VA-200	Lisäaineen aläsäiliön sulkuventtiili (ylempi)		Käsi käyttö
Lisäaineensyöttö	B-VA-200	Lisäaineen aläsäiliön sulkuventtiili (ylempi)	DO	Ohjaus
Lisäaineensyöttö	B-VA-201	Lisäaineen aläsäiliön sulkuventtiili (alempi)	DO	Ohjaus
Lisäaineensyöttö	B-VA-202	Lisäaineen aläsäiliön sulkuventtiili (alempi)		
Lisäaineensyöttö	B-VA-204	Lisäainesäiliön aläsäiliön paineenpoisto	DO	Ohjaus
Lisäaineensyöttö	B-VA-205	Lisäainesäiliön aläsäiliön paineenpoisto		
Lisäaineensyöttö	B-VA-206	Lisäaine aläsäiliön paineistus	DO	Ohjaus
Lisäaineensyöttö	B-VA-207	Lisäaine aläsäiliön paineistus		
N2 syöttö	B-VA-230	Yleistyyppi sulkuventtiili	DO	Ohjaus
N2 syöttö	B-VA-231	Yleistyyppi sulkuventtiili		
N2 syöttö	B-VA-232	Yleistyyppi takaiskuventtiili		
N2 syöttö	B-VA-233	Yleistyyppi sulkuventtiili		
N2 syöttö	B-VA-234	Yleistyyppi sulkuventtiili	DO	Ohjaus
N2 syöttö	B-VA-235	Prosessityyppi sulkuventtiili tuhkalinja		
N2 syöttö	B-VA-236	Yleistyyppi sulkuventtiili	DO	Ohjaus
N2 syöttö	B-VA-237	Yleistyyppi sulkuventtiili		
N2 syöttö	B-VA-239	Yleistyyppi sulkuventtiili	DO	Ohjaus
N2 syöttö	B-VA-240	Prosessityyppi sulkuventtiili	DO	Ohjaus
N2 syöttö	B-VA-241	Prosessityyppi sulkuventtiili		
N2 syöttö	B-VA-242	N2 B-TA120 takaiskuventtiili		
N2 syöttö	B-VA-243	N2 B-TA140 takaiskuventtiili		
N2 syöttö	B-VA-244	N2 PA1-SR2 purso takaiskuventtiili		
N2 syöttö	B-VA-245	N2 PA1-SR3 purso takaiskuventtiili		
N2 syöttö	B-VA-246	N2 B-TA-200 takaiskuventtiili		
N2 syöttö	B-VA-247	N2 LI1-SR1 takaiskuventtiili		
N2 syöttö	B-VA-248	N2 LI1-SR2 takaiskuventtiili		
N2 syöttö	B-VA-249	N2 painelähettimien takaiskuventtiili		
N2 syöttö	B-VA-250	Hätä N2 kaasutin I-vyöhyke		
N2 syöttö	B-VA-251	Hätä N2 kaasutin I-vyöhyke		
N2 syöttö	B-VA-252	Hätä N2 kaasutin I-vyöhyke	DO	Ohjaus
N2 syöttö	B-VA-253	Hätä N2 kaasutin I-vyöhyke takaiskuventtiili		

N2 syöttö	B-VA-254	Hätä N2 kaasutin II-vyöhyke		
N2 syöttö	B-VA-255	Hätä N2 kaasutin II-vyöhyke		
N2 syöttö	B-VA-256	Hätä N2 kaasutin II-vyöhyke	DO	Ohjaus
N2 syöttö	B-VA-257	Hätä N2 kaasutin II-vyöhyke takaiskuventtiili		
N2 syöttö	B-VA-258	N2 kaasutin II-Arina		
N2 syöttö	B-VA-258b	N2 kaasutin II-Arina neulaventtiili		
N2 syöttö	B-VA-259	N2 kaasutin II-Arina	DO	Ohjaus
N2 syöttö	B-VA-259b	N2 kaasutin II-Arina takaiskuventtiili		
Vesi syöttö	B-VA-260	Vesilinja sulkuventtiili	DO	Ohjaus
Vesi syöttö	B-VA-261	Vesilinja sulkuventtiili		
Vesi syöttö	B-VA-262	Vesilinja takaiskuventtiili		
Vesi syöttö	B-VA-263	Vesilinja sulkuventtiili		
Vesi syöttö	B-VA-264	PA1-SR1 ruuviboxsi takaiskuventtiili		
Vesi syöttö	B-VA-265	B-TA-120 sekoitin ruuviboxsi takaiskuventtiili		
Vesi syöttö	B-VA-266	PA1-SR2 ruuviboxsi takaiskuventtiili		
Vesi syöttö	B-VA-267	B-TA-140 sekoitin ruuviboxsi takaiskuventtiili		
Vesi syöttö	B-VA-268	PA1-SR3 ruuvijäähdytys takaiskuventtiili		
Vesi syöttö	B-VA-269	PA1-SR3 ruuviboxsi takaiskuventtiili		
Vesi syöttö	B-VA-270	LI1-SR2 ruuviboxsi takaiskuventtiili		
Vesi syöttö	B-VA-271	LI1-SR1 ruuviboxsi takaiskuventtiili		
Vesi syöttö	B-VA-272	PA1-SR4 ruuviboxsi takaiskuventtiili		
Polttoaineen yläsäiliö	B-V-120	Polttoaineen yläsäiliön varoventtiili		
Polttoaineen aläsäiliö	B-V-140	Polttoaineen aläsäiliön varoventtiili		
Lisäaineensyöttö	B-V-200	Lisäaineen yläsäiliön varoventtiili		
Polttoaineen syöttö TA-100	B-VA-110	Keskuspölynimurin imuventtiilin ohjaus	DO	Ohjaus
Polttoaineen syöttö TA-100	B-VA-111	Keskuspölynimurin imuventtiilin ohjaus	DO	Ohjaus
Polttoaineen syöttö TA-100	B-VA-112	Keskuspölynimurin imuventtiilin ohjaus		Käsi käyttö
Polttoaineen yläsäiliö	B-VA-120a	Polttoaineen yläsäiliön sulkuventtiili		
Polttoaineen yläsäiliö	B-VA-120b	Polttoaineen yläsäiliön sulkuventtiili		
Polttoaineen yläsäiliö	B-VA-121	Polttoaineen yläsäiliön venttiilien paineistus	DO	Ohjaus
Polttoaineen yläsäiliö	B-VA-122	Polttoaineen yläsäiliön venttiilien paineenalennus		
Polttoaineen yläsäiliö	B-VA-123	Polttoaineen yläsäiliön venttiilien paineenpoisto	DO	Ohjaus
Polttoaineen yläsäiliö	B-VA-124	Polttoaineen yläsäiliön paineenpoisto	DO	Ohjaus
Polttoaineen yläsäiliö	B-VA-125	Polttoaineen yläsäiliön paineenpoisto		
Polttoaineen yläsäiliö	B-VA-126	Polttoaineen yläsäiliön paineistus	DO	Ohjaus
Polttoaineen yläsäiliö	B-VA-127	Polttoaineen yläsäiliön paineistus		
Polttoaineen yläsäiliö	B-VA-128	Polttoainesäiliöiden paineentasausventtiili		
Polttoaineen yläsäiliö	B-VA-129	Polttoainesäiliöiden paineentasausventtiili	DO	Ohjaus
Polttoaineen yläsäiliö	B-VA-130	Polttoaineen yläsäiliön paineistus (huuhtelu N2)	DO	Ohjaus
Polttoaineen yläsäiliö	B-VA-131	Polttoaineen yläsäiliön paineistus (huuhtelu N2)		

Polttoaineen aläsäiliö	B-VA-140	Polttoaineen aläsäiliön sulkuventtiili (ylempi)	DO	Ohjaus
Polttoaineen aläsäiliö	B-VA-141	Polttoaineen aläsäiliön sulkuventtiili(alempi)	DO	Ohjaus
Polttoaineen aläsäiliö	B-VAZ-142	Polttoaineen aläsäiliön sulkuventtiili (alempi)	DO	Ohjaus
Polttoaineen aläsäiliö	B-VA-144	Polttoaineen aläsäiliön paineenpoisto	DO	Ohjaus
Polttoaineen aläsäiliö	B-VA-145	Polttoaineen aläsäiliön paineenpoisto		
Polttoaineen aläsäiliö	B-VA-146	Polttoaineen aläsäiliön paineistus	DO	Ohjaus
Polttoaineen aläsäiliö	B-VA-147	Polttoaineen aläsäiliön paineistus		
Polttoaineen aläsäiliö	B-VA-148	B-TA-140 paineentasausventtiili		
Polttoaineen aläsäiliö	B-VA-149	B-TA-140 paineentasausventtiili	DO	Ohjaus
Polttoaineen aläsäiliö	B-VA-150	Polttoaineen aläsäiliön paineistus (huuhtelu N2)	DO	Ohjaus
Polttoaineen aläsäiliö	B-VA-151	Polttoaineen aläsäiliön paineistus (huuhtelu N2)		
Lisäaineensyöttö	B-VA-200	Lisäaineen aläsäiliön sulkuventtiili (ylempi)		Käsi käyttö
Lisäaineensyöttö	B-VA-200	Lisäaineen aläsäiliön sulkuventtiili (ylempi)	DO	Ohjaus
Lisäaineensyöttö	B-VA-201	Lisäaineen aläsäiliön sulkuventtiili (alempi)	DO	Ohjaus
Lisäaineensyöttö	B-VA-202	Lisäaineen aläsäiliön sulkuventtiili (alempi)		
Lisäaineensyöttö	B-VA-204	Lisäainesäiliön aläsäiliön paineenpoisto	DO	Ohjaus
Lisäaineensyöttö	B-VA-205	Lisäainesäiliön aläsäiliön paineenpoisto		
Lisäaineensyöttö	B-VA-206	Lisäaine aläsäiliön paineistus	DO	Ohjaus
Lisäaineensyöttö	B-VA-207	Lisäaine aläsäiliön paineistus		
N2 syöttö	B-VA-230	Yleistyyppi sulkuventtiili	DO	Ohjaus
N2 syöttö	B-VA-231	Yleistyyppi sulkuventtiili		
N2 syöttö	B-VA-232	Yleistyyppi takaiskuventtiili		
N2 syöttö	B-VA-233	Yleistyyppi sulkuventtiili		
N2 syöttö	B-VA-234	Yleistyyppi sulkuventtiili	DO	Ohjaus
N2 syöttö	B-VA-235	Prosessityyppi sulkuventtiili tuhkalinja		
N2 syöttö	B-VA-236	Yleistyyppi sulkuventtiili	DO	Ohjaus
N2 syöttö	B-VA-237	Yleistyyppi sulkuventtiili		
N2 syöttö	B-VA-239	Yleistyyppi sulkuventtiili	DO	Ohjaus
N2 syöttö	B-VA-240	Prosessityyppi sulkuventtiili	DO	Ohjaus
N2 syöttö	B-VA-241	Prosessityyppi sulkuventtiili		
N2 syöttö	B-VA-242	N2 B-TA120 takaiskuventtiili		
N2 syöttö	B-VA-243	N2 B-TA140 takaiskuventtiili		
N2 syöttö	B-VA-244	N2 PA1-SR2 purso takaiskuventtiili		
N2 syöttö	B-VA-245	N2 PA1-SR3 purso takaiskuventtiili		
N2 syöttö	B-VA-246	N2 B-TA-200 takaiskuventtiili		
N2 syöttö	B-VA-247	N2 LI1-SR1 takaiskuventtiili		
N2 syöttö	B-VA-248	N2 LI1-SR2 takaiskuventtiili		
N2 syöttö	B-VA-249	N2 painelähtettimien takaiskuventtiili		
N2 syöttö	B-VA-250	Hätä N2 kaasutin I-vyöhyke		
N2 syöttö	B-VA-251	Hätä N2 kaasutin I-vyöhyke		
N2 syöttö	B-VA-252	Hätä N2 kaasutin I-vyöhyke	DO	Ohjaus
N2 syöttö	B-VA-253	Hätä N2 kaasutin I-vyöhyke takaiskuventtiili		

N2 syöttö	B-VA-254	Hätä N2 kaasutin II-vyöhyke		
N2 syöttö	B-VA-255	Hätä N2 kaasutin II-vyöhyke		
N2 syöttö	B-VA-256	Hätä N2 kaasutin II-vyöhyke	DO	Ohjaus
N2 syöttö	B-VA-257	Hätä N2 kaasutin II-vyöhyke takaiskuventtiili		
N2 syöttö	B-VA-258	N2 kaasutin II-Arina		
N2 syöttö	B-VA-258b	N2 kaasutin II-Arina neulaventtiili		
N2 syöttö	B-VA-259	N2 kaasutin II-Arina	DO	Ohjaus
N2 syöttö	B-VA-259b	N2 kaasutin II-Arina takaiskuventtiili		
Vesi syöttö	B-VA-260	Vesilinja sulkuventtiili	DO	Ohjaus
Vesi syöttö	B-VA-261	Vesilinja sulkuventtiili		
Vesi syöttö	B-VA-262	Vesilinja takaiskuventtiili		
Vesi syöttö	B-VA-263	Vesilinja sulkuventtiili		
Vesi syöttö	B-VA-264	PA1-SR1 ruuviboxsi takaiskuventtiili		
Vesi syöttö	B-VA-265	B-TA-120 sekoitin ruuviboxsi takaiskuventtiili		
Vesi syöttö	B-VA-266	PA1-SR2 ruuviboxsi takaiskuventtiili		
Vesi syöttö	B-VA-267	B-TA-140 sekoitin ruuviboxsi takaiskuventtiili		
Vesi syöttö	B-VA-268	PA1-SR3 ruuvijäähdytys takaiskuventtiili		
Vesi syöttö	B-VA-269	PA1-SR3 ruuviboxsi takaiskuventtiili		
Vesi syöttö	B-VA-270	LI1-SR2 ruuviboxsi takaiskuventtiili		
Vesi syöttö	B-VA-271	LI1-SR1 ruuviboxsi takaiskuventtiili		
Vesi syöttö	B-VA-272	PA1-SR4 ruuviboxsi takaiskuventtiili		
PA pintavahti kaasutin ylempi	B-LH-410A	PA pintavahti kaasutin ylempi	DI	Pintaraja
PA pintavahti kaasutin alempi	B-LH-410B	PA pintavahti kaasutin alempi	DI	Pintaraja
Arinan pyöritys	B-HY-400	Arinan pyöritys		
Kaasuttimen alaosa (I-vyöhyke)	B-PD-400	Kaasuttimen alaosa I-vyöhyke paine-ero	AI	Mittaus
Kaasuttimen alaosa (II-vyöhyke)	B-PD-401	Kaasuttimen alaosa II-vyöhyke paine-ero	AI	Mittaus
Kaasuttimen alaosa (III-vyöhyke)	B-PD-402	Kaasuttimen alaosa III-vyöhyke paine-ero	AI	Mittaus
Kaasuttimen alaosa (IV-vyöhyke)	B-PD-403	Kaasuttimen alaosa IV-vyöhyke paine-ero	AI	Mittaus
Kaasuttimen yläosa (I-vyöhyke)	B-PD-404	Kaasuttimen yläosa I-vyöhyke paine-ero	AI	Mittaus
Kaasuttimen yläosa (II-vyöhyke)	B-PD-405	Kaasuttimen yläosa II-vyöhyke paine-ero	AI	Mittaus
Kaasuttimen yläosa (III-vyöhyke)	B-PD-406	Kaasuttimen yläosa III-vyöhyke paine-ero	AI	Mittaus
Kaasuttimen yläosa (III-vyöhyke)	B-PI-406	Kaasuttimen yläosa paine	AI	Mittaus

Arinan pyöritys	B-RO-400	Tuhkanpoisto kaasutin N2 purso petiin		
Arinan pyöritys	B-RO-401	Tuhkanpoisto kaasutin N2 purso säiliöön		
Arinan pyöritys	B-SS-400	Arinan pyöritys	DI	Pyörintävahti
Kaasuttimen alaosa (I-vyöhyke)	B-TI-400	Kaasuttimen alaosa I-vyöhyke lämpötila	AI	Mittaus
Kaasuttimen alaosa (I-vyöhyke)	B-TI-401	Kaasuttimen alaosa I-vyöhyke lämpötila	AI	Mittaus
Kaasuttimen alaosa (I-vyöhyke)	B-TI-402	Kaasuttimen alaosa I-vyöhyke lämpötila	AI	Mittaus
Kaasuttimen alaosa (I-vyöhyke)	B-TI-403	Kaasuttimen alaosa I-vyöhyke lämpötila	AI	Mittaus
Kaasuttimen alaosa (II-vyöhyke)	B-TI-404	Kaasuttimen alaosa II-vyöhyke lämpötila	AI	Mittaus
Kaasuttimen alaosa (II-vyöhyke)	B-TI-405	Kaasuttimen alaosa II-vyöhyke lämpötila	AI	Mittaus
Kaasuttimen alaosa (II-vyöhyke)	B-TI-406	Kaasuttimen alaosa II-vyöhyke lämpötila	AI	Mittaus
Kaasuttimen alaosa (II-vyöhyke)	B-TI-407	Kaasuttimen alaosa II-vyöhyke lämpötila	AI	Mittaus
Kaasuttimen alaosa (III-vyöhyke)	B-TI-408	Kaasuttimen alaosa III-vyöhyke lämpötila	AI	Mittaus
Kaasuttimen alaosa (III-vyöhyke)	B-TI-409	Kaasuttimen alaosa III-vyöhyke lämpötila	AI	Mittaus
Kaasuttimen alaosa (III-vyöhyke)	B-TI-410	Kaasuttimen alaosa III-vyöhyke lämpötila	AI	Mittaus
Kaasuttimen alaosa (III-vyöhyke)	B-TI-411	Kaasuttimen alaosa III-vyöhyke lämpötila	AI	Mittaus
Kaasuttimen alaosa (IV-vyöhyke)	B-TI-412	Kaasuttimen alaosa IV-vyöhyke lämpötila	AI	Mittaus
Kaasuttimen alaosa (IV-vyöhyke)	B-TI-413	Kaasuttimen alaosa IV-vyöhyke lämpötila	AI	Mittaus
Kaasuttimen alaosa (IV-vyöhyke)	B-TI-414	Kaasuttimen alaosa IV-vyöhyke lämpötila	AI	Mittaus
Kaasuttimen alaosa (IV-vyöhyke)	B-TI-415	Kaasuttimen alaosa IV-vyöhyke lämpötila	AI	Mittaus
Kaasuttimen yläosa (I-vyöhyke)	B-TI-416	Kaasuttimen yläosa (I-vyöhyke) lämpötila	AI	Mittaus
Kaasuttimen yläosa (I-vyöhyke)	B-TI-417	Kaasuttimen yläosa (I-vyöhyke) lämpötila	AI	Mittaus
Kaasuttimen yläosa (I-vyöhyke)	B-TI-418	Kaasuttimen yläosa (I-vyöhyke) lämpötila	AI	Mittaus
Kaasuttimen yläosa (I-vyöhyke)	B-TI-419	Kaasuttimen yläosa (I-vyöhyke) lämpötila	AI	Mittaus
Kaasuttimen yläosa (II-vyöhyke)	B-TI-420	Kaasuttimen yläosa II-vyöhyke lämpötila	AI	Mittaus
Kaasuttimen yläosa (II-vyöhyke)	B-TI-421	Kaasuttimen yläosa II-vyöhyke lämpötila	AI	Mittaus
Kaasuttimen yläosa (II-vyöhyke)	B-TI-422	Kaasuttimen yläosa II-vyöhyke lämpötila	AI	Mittaus
Kaasuttimen yläosa (II-vyöhyke)	B-TI-423	Kaasuttimen yläosa II-vyöhyke lämpötila	AI	Mittaus
Kaasuttimen yläosa (III-vyöhyke)	B-TI-424	Kaasuttimen yläosa III-vyöhyke lämpötila	AI	Mittaus
Kaasuttimen yläosa (III-vyöhyke)	B-TI-425	Kaasuttimen yläosa III-vyöhyke lämpötila	AI	Mittaus
Kaasuttimen pedinpoisto	B-TI-426	Kaasuttimen pedinpoisto	AI	Mittaus
Kaasuttimen ilmasyöttö (alaosa)	B-TI-427	Kaasuttimen ilmasyöttö	AI	Mittaus
Kaasuttimen ilmasyöttö (yläosa)	B-TI-428	Kaasuttimen ilmasyöttö	AI	Mittaus
Kaasuttimen varaventtiili	B-V-400	Kaasuttimen varaventtiili		

Kaasuttimen pedinpoisto	B-VA-400	Kaasuttimen pedinpoisto	DO	Ohjaus
Kaasuttimen pedinpoisto	B-VA-401	Kaasuttimen pedinpoisto	DO	Ohjaus
Arinan pyöritys	B-VA-403	Tuhkanpoisto kaasutin N2 purso petiin (takaisku)		
Arinan pyöritys	B-VA-404	Tuhkanpoisto kaasutin N2 purso petiin		
Arinan pyöritys	B-VA-405	Tuhkanpoisto kaasutin N2 purso säiliöön (takaisku)		
Arinan pyöritys	B-VA-406	Tuhkanpoisto kaasutin N2 purso säiliöön		
Arinan pyöritys	B-VA-407	Tuhkanpoisto kaasutin N2 purso säiliöön (takaisku)		
Arinan pyöritys	B-VA-408	Tuhkanpoisto kaasutin N2 purso säiliöön		
Kaasuttimen varaventtiili	B-V-400	Kaasuttimen varoventtiili		
Kaasuttimen pedinpoisto	B-VA-400	Kaasuttimen pedinpoisto	DO	Ohjaus
Kaasuttimen pedinpoisto	B-VA-401	Kaasuttimen pedinpoisto	DO	Ohjaus
Arinan pyöritys	B-VA-403	Tuhkanpoisto kaasutin N2 purso petiin (takaisku)		
Arinan pyöritys	B-VA-404	Tuhkanpoisto kaasutin N2 purso petiin		
Arinan pyöritys	B-VA-405	Tuhkanpoisto kaasutin N2 purso säiliöön (takaisku)		
Arinan pyöritys	B-VA-406	Tuhkanpoisto kaasutin N2 purso säiliöön		
Arinan pyöritys	B-VA-407	Tuhkanpoisto kaasutin N2 purso säiliöön (takaisku)		
Arinan pyöritys	B-VA-408	Tuhkanpoisto kaasutin N2 purso säiliöön		
Kaasuputki	B-LV-500	LV ennen suodatinta FI-600		
Kaasuputki	B-PD-500	B-LV-500 paine-ero	AI	Mittaus
Kaasuputki	B-PD-500B	B-LV-500 paine-ero yli	AI	Mittaus
Kaasuputki	B-PI-500	B-LV-500 jäähdytysveden paine	AI	Mittaus
Kaasuanalyysaattori A-CO	B-QI-500	Kaasuanalyysi ennen suodatinta CO	AI	Mittaus
Kaasuanalyysaattori A-H2	B-QI-501	Kaasuanalyysi ennen suodatinta H2	AI	Mittaus
Kaasuanalyysaattori A-CH4	B-QI-502	Kaasuanalyysi ennen suodatinta CH4	AI	Mittaus
Kaasuanalyysaattori A-CO2	B-QI-503	Kaasuanalyysi ennen suodatinta CO2	AI	Mittaus
Kaasuanalyysaattori A-O2	B-QI-504	Kaasuanalyysi ennen suodatinta O2	AI	Mittaus
Kaasuputki	B-TI-500	Kaasulinja 1 lämpötila	AI	Mittaus
Kaasuputki	B-TI-501	Kaasulinja 2 lämpötila	AI	Mittaus
Kaasuputki	B-TI-502	Kaasulinja 3 lämpötila	AI	Mittaus
Kaasuputki	B-TI-503	Kaasulinja 4 lämpötila	AI	Mittaus
Kaasuputki	B-TI-504	Kaasulinja 5 lämpötila	AI	Mittaus
Kaasuputki	B-TI-505	B-LV-500 menoveden lämpötila	AI	Mittaus
Kaasuputki	B-TI-506	B-LV-500 menoveden lämpötila (I-piiri)	AI	Mittaus
Kaasuputki	B-TI-507	B-LV-500 paluueden lämpötila(I-piiri)	AI	Mittaus
Kaasuputki	B-TI-508	B-LV-500 menoveden lämpötila (II-piiri)	AI	Mittaus
Kaasuputki	B-TI-509	B-LV-500 paluueden lämpötila(II-piiri)	AI	Mittaus
Vesi syöttö B-LV-500	B-VA-500	Vesilinja sulkuventtiili (lämmönvaihtimet)	DO	Ohjaus
Vesi syöttö B-LV-500	B-VA-501	Vesilinja sulkuventtiili (lämmönvaihtimet)		
Vesi syöttö B-LV-500	B-VA-502	Vesilinja takaiskuventtiili (lämmönvaihtimet)		
Vesi syöttö B-LV-500	B-VA-503	Vesilinja kolmitieventtiili (lämmönvaihtimet)		
Vesi syöttö B-LV-500	B-VA-504	Vesilinja sulk B-LV-500	DO	Ohjaus

Vesi syöttö B-LV-500	B-VA-505	Vesilinja sulkuventtiili (lämmönvaihtimet) I-piiri		
Vesi syöttö B-LV-500	B-VA-506	Vesilinja sulkuventtiili (lämmönvaihtimet) I-piiri	DO	Ohjaus
Vesi syöttö B-LV-500	B-VA-507	Vesilinja varoventtiili (lämmönvaihtimet) I-piiri		
Vesi syöttö B-LV-500	B-VA-508	Vesilinja takaiskuventtiili (lämmönvaihtimet) I-piiri		
Vesi syöttö B-LV-500	B-VA-509	Vesilinja sulkuventtiili (lämmönvaihtimet) II-piiri		
Vesi syöttö B-LV-500	B-VA-510	Vesilinja sulkuventtiili (lämmönvaihtimet)II-piiri	DO	Ohjaus
Vesi syöttö B-LV-500	B-VA-511	Vesilinja varoventtiili (lämmönvaihtimet) II-piiri		
Vesi syöttö B-LV-500	B-VA-512	Vesilinja takaiskuventtiili (lämmönvaihtimet) II-piiri		
Höyry syöttö B-LV-500 ja LV-700	B-VA-515	Höyrylinja sulkuventtiili (lämmönvaihtimet)ensio-piiri	DO	Ohjaus
Vesi syöttö B-LV-500	B-VA-500	Vesilinja sulkuventtiili (lämmönvaihtimet)	DO	Ohjaus
Vesi syöttö B-LV-500	B-VA-501	Vesilinja sulkuventtiili (lämmönvaihtimet)		
Vesi syöttö B-LV-500	B-VA-502	Vesilinja takaiskuventtiili (lämmönvaihtimet)		
Vesi syöttö B-LV-500	B-VA-503	Vesilinja kolmitieventtiili (lämmönvaihtimet)		
Vesi syöttö B-LV-500	B-VA-504	Vesilinja sulku B-LV-500	DO	Ohjaus
Vesi syöttö B-LV-500	B-VA-505	Vesilinja sulkuventtiili (lämmönvaihtimet) I-piiri		
Vesi syöttö B-LV-500	B-VA-506	Vesilinja sulkuventtiili (lämmönvaihtimet) I-piiri	DO	Ohjaus
Vesi syöttö B-LV-500	B-VA-507	Vesilinja varoventtiili (lämmönvaihtimet) I-piiri		
Vesi syöttö B-LV-500	B-VA-508	Vesilinja takaiskuventtiili (lämmönvaihtimet) I-piiri		
Vesi syöttö B-LV-500	B-VA-509	Vesilinja sulkuventtiili (lämmönvaihtimet) II-piiri		
Vesi syöttö B-LV-500	B-VA-510	Vesilinja sulkuventtiili (lämmönvaihtimet)II-piiri	DO	Ohjaus
Vesi syöttö B-LV-500	B-VA-511	Vesilinja varoventtiili (lämmönvaihtimet) II-piiri		
Vesi syöttö B-LV-500	B-VA-512	Vesilinja takaiskuventtiili (lämmönvaihtimet) II-piiri		
Höyry syöttö B-LV-500 ja LV-700	B-VA-515	Höyrylinja sulkuventtiili (lämmönvaihtimet)ensio-piiri	DO	Ohjaus
Suodatin	B-FI-600	Suodatin		
Suodatin	B-P-600	Suodattimen paine		
Suodatin	B-PD-600	Paine-ero suodattimen yli	AI	Mittaus
Suodattimen painekuori 1.	B-PdC-600	Paineenpoisto painekuori 1. (paine-ero säätö)	AI	Mittaus
Suodattimen painekuori 2.	B-PdC-601	Paineenpoisto painekuori 2. (paine-ero säätö)	AI	Mittaus
Suodattimen typpisäiliö	B-PI-600	Suodattimen typpisäiliön paine	AI	Mittaus
Suodattimen painekuori 1.	B-PI-601	Paineenpoisto painekuori 1.	AI	Mittaus
Suodattimen painekuori 2.	B-PI-602	Paineenpoisto painekuori 2.	AI	Mittaus
Suodattimen tuhkasäiliö	B-PI-653	Suodattimen TA-610 paine	AI	Mittaus
Suodattimen tuhkasäiliö	B-PI-655	Suodattimen TA-620 paine	AI	Mittaus
Suodatin	B-RO-600	Rotametri suodattimen purso		
Suodattimen painekuori 1.	B-RO-601	Rotametri suodattimen painekuoren jäähdytys		
Suodattimen painekuori 2.	B-RO-602	Rotametri suodattimen painekuoren jäähdytys		

Suodatin	B-VA-650	Hätä N2 suodatin rotametri		
Suodattimen tuhkasäiliö	B-RO-652	Rotametri B-TA-610		
Suodattimen tuhkasäiliö	B-RO-654	Rotametri B-TA-620		
Pulssi typpisäiliö	B-TA-600	Pulssi typpisäiliö		
Suodatin	B-TI-600	Suodattimen alaosan lämpötila	AI	Mittaus
Suodatin	B-TI-601	Suodattimen yläosan lämpötila	AI	Mittaus
Suodattimen typpisäiliö	B-V-602	Suodattimen typpisäiliö varoventtiili		
Suodattimen typpisäiliö	B-V-603			
Suodattimen typpisäiliö	B-V-604			
Typpilinja suodattimelle	B-VA-600	Typen sulkuventtiili suodattimelle	DO	Ohjaus
Typpilinja suodattimelle	B-VA-600	Typen sulkuventtiili suodattimelle		Käsi käyttö
Typpilinja suodattimelle	B-VA-601	Typen paineensäätöventtiili B-TA-600		
Suodattimen typpisäiliö	B-VA-605	Suodattimen typpiventtiili 1	DO	Ohjaus
Suodattimen typpisäiliö	B-VA-606	Suodattimen typpiventtiili 2	DO	Ohjaus
Suodattimen typpisäiliö	B-VA-607	Suodattimen typpiventtiili 3	DO	Ohjaus
Suodattimen typpisäiliö	B-VA-608	Suodattimen typpiventtiili 4	DO	Ohjaus
Suodattimen tuhkasäiliö	B-VA-609	Suodattimen tuhkalinja venttiili1	DO	Ohjaus
Suodattimen tuhkasäiliö	B-VA-610	Suodattimen tuhkalinja venttiili2	DO	Ohjaus
Suodattimen tuhkasäiliö	B-VA-611	Suodattimen tuhkalinja venttiili3	DO	Ohjaus
Suodatin	B-VA-612	Typpi suodattimen purso		
Suodatin	B-VA-613	Typpi B-FI-600 purso takaiskuventtiili		
Suodattimen tuhkasäiliö	B-VA-614	Typpi tuhkanpoisto B-FI-600 jakotukki	DO	Ohjaus
Suodattimen tuhkasäiliö	B-VA-614	Typpi tuhkanpoisto B-FI-600		
Suodattimen tuhkasäiliö	B-VA-615	B-TA-610 huuhtelutyyppi	DO	Ohjaus
Suodattimen tuhkasäiliö	B-VA-616	B-TA-610 huuhtelutyyppi käsisäätö		
Suodattimen tuhkasäiliö	B-VA-617	Typpi B-TA-610 purso takaiskuventtiili		
Suodattimen tuhkasäiliö	B-VA-618	Typpi purso B-TA-610	DO	Ohjaus
Suodattimen tuhkasäiliö	B-VA-619	B-TA-620 huuhtelutyyppi	DO	Ohjaus
Suodattimen tuhkasäiliö	B-VA-620	B-TA-620 huuhtelutyyppi käsisäätö		
Suodattimen tuhkasäiliö	B-VA-621	Typpi B-TA-620 purso takaiskuventtiili		
Suodattimen tuhkasäiliö	B-VA-622	Typpi purso B-TA-620	DO	Ohjaus
Suodattimen painekuori 1.	B-VA-623	Typensyöttö painekuoreen (paineensäätö)	DO	Ohjaus
Suodattimen painekuori 1.	B-VA-624	Typensyöttö painekuoreen (neulaventtiili)		
Suodattimen painekuori 1.	B-VA-625	Typensyöttö painekuoreen (neulaventtiili)		
Suodattimen painekuori 1.	B-VA-626	Typensyöttö suodattimen painekuori jäähdytys	DO	Ohjaus
Suodattimen painekuori 1.	B-VA-626	Typensyöttö suodattimen painekuori jäähdytys		Käsi käyttö
Suodattimen painekuori 1.	B-VA-627	Takaiskuventtiili painekuori 1.		
Suodattimen painekuori 1.	B-VA-628	Varoventtiili painekuori 1.		
Suodattimen painekuori 1.	B-VA-629	Paineenpoisto painekuori 1.	DO	Ohjaus
Suodattimen painekuori 1.	B-VA-630	Paineenpoisto painekuori 1. (neulaventtiili)		
Suodattimen painekuori 1.	B-VA-631	Paineenpoisto painekuori 1. (neulaventtiili)		

Suodattimen painekuori 1.	B-VA-632	Paineensäätö painekuori 1.	DO	Ohjaus
Suodattimen painekuori 1.	B-VA-633	Paineensäätö painekuori 1. (neulaventtiili)		
Suodattimen painekuori 1.	B-VA-634	Jäähdytysveden sulkuventtiili		
Suodattimen painekuori 2.	B-VA-635	Typensyöttö painekuoreen (paineensäätö)	DO	Ohjaus
Suodattimen painekuori 2.	B-VA-636	Typensyöttö painekuoreen (neulaventtiili)		
Suodattimen painekuori 2.	B-VA-637	Typensyöttö painekuoreen (neulaventtiili)		
Suodattimen painekuori 2.	B-VA-638	Typensyöttö suodattimen painekuori jäähdytys	DO	Ohjaus
Suodattimen painekuori 2.	B-VA-638	Typensyöttö suodattimen painekuori jäähdytys		Käsikäyttö
Suodattimen painekuori 2.	B-VA-639	Takaiskuventtiili painekuori 2.		
Suodattimen painekuori 2.	B-VA-640	Varoventtiili painekuori 2.		
Suodattimen painekuori 2.	B-VA-641	Paineenpoisto painekuori 2.	DO	Ohjaus
Suodattimen painekuori 2.	B-VA-642	Paineenpoisto painekuori 2. (neulaventtiili)		
Suodattimen typpisäiliö	B-V-602	Suodattimen typpisäiliö varoventtiili		
Suodattimen typpisäiliö	B-V-603			
Suodattimen typpisäiliö	B-V-604			
Typpilinja suodattimelle	B-VA-600	Typen sulkuventtiili suodattimelle	DO	Ohjaus
Typpilinja suodattimelle	B-VA-600	Typen sulkuventtiili suodattimelle		Käsikäyttö
Typpilinja suodattimelle	B-VA-601	Typen paineensäätöventtiili B-TA-600		
Suodattimen typpisäiliö	B-VA-605	Suodattimen typpiventtiili 1	DO	Ohjaus
Suodattimen typpisäiliö	B-VA-606	Suodattimen typpiventtiili 2	DO	Ohjaus
Suodattimen typpisäiliö	B-VA-607	Suodattimen typpiventtiili 3	DO	Ohjaus
Suodattimen typpisäiliö	B-VA-608	Suodattimen typpiventtiili 4	DO	Ohjaus
Suodattimen tuhkasäiliö	B-VA-609	Suodattimen tuhkalinja venttiili1	DO	Ohjaus
Suodattimen tuhkasäiliö	B-VA-610	Suodattimen tuhkalinja venttiili2	DO	Ohjaus
Suodattimen tuhkasäiliö	B-VA-611	Suodattimen tuhkalinja venttiili3	DO	Ohjaus
Suodatin	B-VA-612	Typpi suodattimen purso		
Suodatin	B-VA-613	Typpi B-FI-600 purso takaiskuventtiili		
Suodattimen tuhkasäiliö	B-VA-614	Typpi tuhkanpoisto B-FI-600 jakotukki	DO	Ohjaus
Suodattimen tuhkasäiliö	B-VA-614	Typpi tuhkanpoisto B-FI-600		
Suodattimen tuhkasäiliö	B-VA-615	B-TA-610 huuhtelutyyppi	DO	Ohjaus
Suodattimen tuhkasäiliö	B-VA-616	B-TA-610 huuhtelutyyppi käsisäätö		
Suodattimen tuhkasäiliö	B-VA-617	Typpi B-TA-610 purso takaiskuventtiili		
Suodattimen tuhkasäiliö	B-VA-618	Typipurso B-TA-610	DO	Ohjaus
Suodattimen tuhkasäiliö	B-VA-619	B-TA-620 huuhtelutyyppi	DO	Ohjaus
Suodattimen tuhkasäiliö	B-VA-620	B-TA-620 huuhtelutyyppi käsisäätö		
Suodattimen tuhkasäiliö	B-VA-621	Typpi B-TA-620 purso takaiskuventtiili		
Suodattimen tuhkasäiliö	B-VA-622	Typipurso B-TA-620	DO	Ohjaus
Suodattimen painekuori 1.	B-VA-623	Typensyöttö painekuoreen (paineensäätö)	DO	Ohjaus
Suodattimen painekuori 1.	B-VA-624	Typensyöttö painekuoreen (neulaventtiili)		
Suodattimen painekuori 1.	B-VA-625	Typensyöttö painekuoreen (neulaventtiili)		
Suodattimen painekuori 1.	B-VA-626	Typensyöttö suodattimen painekuori jäähdytys	DO	Ohjaus
Suodattimen painekuori 1.	B-VA-626	Typensyöttö suodattimen painekuori jäähdytys		Käsikäyttö
Suodattimen painekuori 1.	B-VA-627	Takaiskuventtiili painekuori 1.		

Suodattimen painekuori 1.	B-VA-628	Varoventtiili painekuori 1.		
Suodattimen painekuori 1.	B-VA-629	Paineenpoisto painekuori 1.	DO	Ohjaus
Suodattimen painekuori 1.	B-VA-630	Paineenpoisto painekuori 1. (neulaventtiili)		
Suodattimen painekuori 1.	B-VA-631	Paineenpoisto painekuori 1. (neulaventtiili)		
Suodattimen painekuori 1.	B-VA-632	Paineensäätö painekuori 1.	DO	Ohjaus
Suodattimen painekuori 1.	B-VA-633	Paineensäätö painekuori 1. (neulaventtiili)		
Suodattimen painekuori 1.	B-VA-634	Jäähdytysveden sulkuventtiili		
Suodattimen painekuori 2.	B-VA-635	Typensyöttö painekuoreen (paineensäätö)	DO	Ohjaus
Suodattimen painekuori 2.	B-VA-636	Typensyöttö painekuoreen (neulaventtiili)		
Suodattimen painekuori 2.	B-VA-637	Typensyöttö painekuoreen (neulaventtiili)		
Suodattimen painekuori 2.	B-VA-638	Typensyöttö suodattimen painekuori jäähdytys	DO	Ohjaus
Suodattimen painekuori 2.	B-VA-638	Typensyöttö suodattimen painekuori jäähdytys		Käsi käyttö
Suodattimen painekuori 2.	B-VA-639	Takaiskuventtiili painekuori 2.		
Suodattimen painekuori 2.	B-VA-640	Varoventtiili painekuori 2.		
Suodattimen painekuori 2.	B-VA-641	Paineenpoisto painekuori 2.	DO	Ohjaus
Suodattimen painekuori 2.	B-VA-642	Paineenpoisto painekuori 2. (neulaventtiili)		
Suodattimen painekuori 2.	B-VA-643	Paineenpoisto painekuori 2. (neulaventtiili)		
Suodattimen painekuori 2.	B-VA-644	Paineensäätö painekuori 2.	DO	Ohjaus
Suodattimen painekuori 2.	B-VA-645	Paineensäätö painekuori 2. (neulaventtiili)		
Suodattimen painekuori 2.	B-VA-646	Jäähdytysveden sulkuventtiili		
Suodatin	B-VA-647	Hätä N2 suodatin käsiventtiili		
Suodatin	B-VA-648	Hätä N2 suodatin neulaventtiili		
Suodatin	B-VAZ-649	Hätä N2 suodatin	DO	Ohjaus
Suodatin	B-VA-651	Hätä N2 suodatin takaiskuventtiili		
Kaasuputki	B-LV-700	LV suodattimen FI-600 jälkeen		
Kaasuputki	B-PD-700	B-LV-700 paine-ero	AI	Mittaus
Kaasuanalysointila A-CO	B-QI-700	Kaasuanalyysi jälk. suodatinta CO	AI	Mittaus
Kaasuanalysointila A-H2	B-QI-701	Kaasuanalyysi jälk. suodatinta H2	AI	Mittaus
Kaasuanalysointila A-CH4	B-QI-702	Kaasuanalyysi jälk. suodatinta CH4	AI	Mittaus
Kaasuanalysointila A-CO2	B-QI-703	Kaasuanalyysi jälk. suodatinta CO2	AI	Mittaus
Kaasuanalysointila A-O2	B-QI-704	Kaasuanalyysi jälk. suodatinta O2	AI	Mittaus
Kaasuputki	B-TI-700	Kaasulinja 1 lämpötila	AI	Mittaus
Kaasuputki	B-TI-701	Kaasulinja 2 lämpötila	AI	Mittaus
Kaasuputki	B-TI-702	Kaasulinja 3 lämpötila	AI	Mittaus
Kaasuputki	B-TI-703	Kaasulinja 4 lämpötila	AI	Mittaus
Kaasuputki	B-TI-704	Kaasulinja 5 lämpötila	AI	Mittaus
Kaasuputki	B-TI-705	B-LV-700 menoveden lämpötila (I-piiri)	AI	Mittaus
Kaasuputki	B-TI-706	B-LV-700 paluueden lämpötila(I-piiri)	AI	Mittaus
Kaasuputki	B-TI-707	B-LV-700 menoveden lämpötila (II-piiri)	AI	Mittaus
Kaasuputki	B-TI-708	B-LV-700 paluueden lämpötila(II-piiri)	AI	Mittaus

Kaasuputki	B-TI-709	B-LV-700 menoveden lämpötila (III-piiri)	AI	Mittaus
Kaasuputki	B-TI-710	B-LV-700 paluueden lämpötila(II-piiri)	AI	Mittaus
Kaasuputki	B-TI-711	B-LV-700 menoveden lämpötila (IV-piiri)	AI	Mittaus
Kaasuputki	B-TI-712	B-LV-700 paluueden lämpötila(IV-piiri)	AI	Mittaus
Vesi syöttö B-LV-700	B-VA-700	Vesilinja sulk B-LV-500	DO	Ohjaus
Vesi syöttö B-LV-700	B-VA-701	Vesilinja sulkuventtiili (lämmönvaihtimet) I-piiri		
Vesi syöttö B-LV-700	B-VA-702	Vesilinja sulkuventtiili (lämmönvaihtimet) I-piiri	DO	Ohjaus
Vesi syöttö B-LV-700	B-VA-703	Vesilinja varoventtiili (lämmönvaihtimet) I-piiri		
Vesi syöttö B-LV-700	B-VA-704	Vesilinja takaiskuventtiili (lämmönvaihtimet) I-piiri		
Vesi syöttö B-LV-700	B-VA-705	Vesilinja sulkuventtiili (lämmönvaihtimet) II-piiri		
Vesi syöttö B-LV-700	B-VA-706	Vesilinja sulkuventtiili (lämmönvaihtimet)II-piiri	DO	Ohjaus
Vesi syöttö B-LV-700	B-VA-707	Vesilinja varoventtiili (lämmönvaihtimet) II-piiri		
Vesi syöttö B-LV-700	B-VA-708	Vesilinja takaiskuventtiili (lämmönvaihtimet) II-piiri		
Vesi syöttö B-LV-700	B-VA-709	Vesilinja sulkuventtiili (lämmönvaihtimet) III-piiri		
Vesi syöttö B-LV-700	B-VA-710	Vesilinja sulkuventtiili (lämmönvaihtimet) III-piiri	DO	Ohjaus
Vesi syöttö B-LV-700	B-VA-711	Vesilinja varoventtiili (lämmönvaihtimet) III-piiri		
Vesi syöttö B-LV-700	B-VA-712	Vesilinja takaiskuventtiili (lämmönvaihtimet) III-piiri		
Vesi syöttö B-LV-700	B-VA-713	Vesilinja sulkuventtiili (lämmönvaihtimet) IV-piiri		
Vesi syöttö B-LV-700	B-VA-714	Vesilinja sulkuventtiili (lämmönvaihtimet)IV-piiri	DO	Ohjaus
Vesi syöttö B-LV-700	B-VA-715	Vesilinja varoventtiili (lämmönvaihtimet) IV-piiri		
Vesi syöttö B-LV-700	B-VA-716	Vesilinja takaiskuventtiili (lämmönvaihtimet) IV-piiri		
Kaasuputki	B-VA-717	Säätöventtiili 1. B-LV-700 jälkeen		Käsi käyttö
Kaasuputki	B-VA-718	Säätöventtiili 2. B-LV-700 jälkeen		Ohjaus
Arinan pyöritys	B-M-800	Arinan pyöritys, PUMPPU		Käsi käyttö
Arinan pyöritys	B-M-801	Arinan pyöritys, JÄÄHDYTIM		Ohjaus
Arinan pyöritys		Arinan pyöritys		
Arinan pyöritys		Arinan pyöritys		
Arinan pyöritys	B-VA-805	Arinan pyöritys,PROP.VENTTIILI		Ohjaus
Arinan pyöritys	B-VA-806	Arinan pyöritys		
Arinan pyöritys	B-VA-807	Arinan pyöritys,MANG.VENTIILI		Ohjaus eteen
Arinan pyöritys	B-VA-808	Arinan pyöritys,MANG.VENTIILI		Ohjaus taakse
Arinan pyöritys	B-VA-809	Arinan pyöritys		
Arinan pyöritys	B-VA-810	Arinan pyöritys		Turvakytkin
Arinan pyöritys	B-AL-800	Paluu suodattimen lian ilmaisin	DI	Hälytys
Arinan pyöritys	B-AL-801	Jäähdyttimen virtaus	DI	Hälytys
Arinan pyöritys	B-AL-802	Arinan pyöritys pintakytkin seis	DI	Hälytys
Arinan pyöritys	B-AL-803	Pintakytkin hälytys	DI	Hälytys
Arinan pyöritys	B-AL-804	Lämpötila hälytys (öljy)	DI	Hälytys
Arinan pyöritys	B-AL-805	Lämpötila hälytys (öljy)	DI	Hälytys

Analyytitulokset

GC ANALYSES FOR LIGHT & HEAVY TARs

TASE A1

Sample	SXB KTE6
Set point	SXB 17/43 KTE6 Suodattimen jäl- keen
Date & time	26.10.17 klo 07:34-07:47
Sampling location	
HUOM!	
V (gas), dm ³	50
T (gas), °C	24,3
P (gas), mbar	1005
V (solvent), ml	700
multiplicator	15,3713088

Concentration:	[mg/l]	[mg/m ³ n]
Benzene	327,30	5031,1
Pyridine	0,00	0,0
1H-Pyrrole	0,00	0,0
Toluene	85,97	1321,5
Ethylbenzene	0,00	0,0
m-Xylene	6,93	106,6
Ethynylbenzene	2,10	32,4
Styrene	26,91	413,6
o-Xylene	0,00	0,0
Benzaldehyde	0,00	0,0
Phenol	24,72	380,0
Benzonitrile	0,00	0,0
4-Methylstyrene	4,70	72,3
Indene	43,20	664,0
o-Cresol	1,73	26,5
m+p-Cresol	6,18	95,1
Naphthalene	86,61	1331,3
Quinoline	0,00	0,0
Quinazoline	0,00	0,0
Isoquinoline	0,00	0,0
1H-Indole	0,00	0,0
2-Methylnaphthalene	10,84	166,6
1-Methylnaphthalene	6,50	99,9
Biphenyl	4,29	66,0
2-Ethyl-naphthalene	0,00	0,0
1.6 Dimethylnaphthalene	4,48	68,8

Acenaphtylene	22,61	347,6
Acenaphthene	1,59	24,5
Dibenzofuran	2,33	35,8
Bibenzyl	0,00	0,0
2-Methyl-1-Naphthol	1,25	19,2
Fluorene	7,09	109,0
Phenanthrene	14,21	218,4
Anthracene	4,30	66,1
Carbazole	0,00	0,0
1-Phenylnaphthalene	0,00	0,0
2-Methylanthracene	0,00	0,0
4H-Cyclopenta(def)Phenanthrene	2,07	31,9
Fluoranthene	4,19	64,4
Pyrene	4,26	65,5
2,3-Benzofluorene	0,00	0,0
1,1 Binaphthyl	0,00	0,0
1,2 Benzanthracene	0,99	15,2
Chrysene	0,96	14,7
2,3 Benzanthracene	0,00	0,0
Benzo(b)fluoranthene	0,00	0,0
Benzo(e)pyrene	0,00	0,0
Benzo(a)pyrene	0,89	13,7
Perylene	0,00	0,0
Indeno(1,2,3-cd) pyrene	0,00	0,0
Benzo(ghi)perylene	0,00	0,0
Anthanthrene	0,00	0,0
Coronene	0,00	0,0

IDENTIFIED TARS		5870,6
IDENTIFIED TARS+BENZENE		10901,7
	mg/l	[mg/m ³ n]
TARS < NAPHTHALENE	221,8	3409,5
NAPHTHALENE	86,6	1331,3
HEAVIER TARS	127,6	1962,0
		%
C-%		91,9
H-%		7,4
N-%		0,0
O-%		0,8

Identified-%		92,9
--------------	--	------

Boiling point range (based on area)

Area

Area-%

Benzene	493,46	39,7
Tars < 130	141,2	11,3
130-180	66,5	5,3
180-230	309,8	24,9
230-280	119,9	9,6
280-330	32,1	2,6
330-380	63,0	5,1
380-430	12,8	1,0
430-480	4,2	0,3
480-530	1,5	0,1
	1244,5	100,0

