

Miikka Nurmi

MERI-PORIN VOIMALAITOKSEN KATTILAN TÄYSTARKISTUS

Energia- ja ympäristötekniikan koulutusohjelma

2018

MERI-PORIN VOIMALAITOKSEN KATTILAN TÄYSTARKISTUS

Nurmi, Miikka
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Energia- ja ympäristötekniikan koulutusohjelma
Tammikuu 2019
Ohjaaja: Lähde, Petri
Sivumäärä:54
Liitteitä:8

Asiasanat: täystarkastus, voimalaitos, painekoe

Opinnäytetyön aiheena oli kattilan täystarkastus. Työ suoritettiin Fortum Meri-Porin voimalaitoksella ja työn tilaajana oli Maintpartner Oy, joka vastaa laitoksen käytöstä sekä kunnossapidosta.

Työn tarkoituksena oli suunnitella, valvoa sekä dokumentoida kattilan täystarkastus toimenpiteineen Meri-Porin voimalaitoksen vuosihuollon yhteydessä lokakuussa 2018. Työstä ilmenee vaihe vaiheelta tarkastuksen suorituksen eteneminen sekä min-käläisiä toimenpiteitä eri vaiheet vaativat. Erityistä huomiota työssä kiinnitettiin erilaisten ongelmien ratkaisuun sekä harvemmin suoritettavien työvaiheiden tarkempaan kuvaukseen.

Meri-Porin voimalaitoksen kattilan täystarkastus on kahdeksan vuoden välein tehtävä toimenpide, jonka takia tarkastuksen huolellinen suunnittelu edesauttaa projektin onnistumista vuosihuollon aikataulun puitteissa. Onnistuneen täystarkastuksen lopputuloksena voidaan taata voimalaitoksen korkea käytettävyys Pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla sekä kantaverkkoyhtiö Fingridin varavoimalaitoksena.

Työn tarkoituksena oli myös toimia dokumentoituna materiaalina mahdollisesti myöhemmin tehtävien saman sisältöisten tarkastusten ohjeistuksena.

MERI-PORI POWER PLANTS FULL INSPECTION OF THE BOILER

Nurmi, Miikka

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Energy- and Environmental Engineering

January 2019

Supervisor: Lähde, Petri

Number of pages:54

Appendices:8

Keywords: full inspection, power plant, project

The subject of this thesis was a full inspection of the boiler. The work was performed at Fortum Meri-Pori power plant and the customer of the work was Maintpartner Oy, which is responsible for the operation and maintenance of the plant.

The purpose of this thesis was to design, supervise and document the full inspection of the boiler with its measures in pursuance of the yearly maintenance of Meri-Pori power plant in October 2018. The thesis documents the different phases of inspection and the actions required. Special attention was given to problem solving and documenting those stages that are not done on regular basis.

The boilers full inspection is carried out every 8 years, so careful planning of the inspection is critical for success within the schedule of the yearly maintenance. Successful process results in power plant's high usability in Nordic energy market and ensures the operation as a reserve power plant of transmission system operator Fingrid.

This thesis can later work as a documented material and instructions for other similar inspections.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	TILAAJAYRITYS	8
2.1	Maintpartner Oy.....	8
2.2	Meri-Porin voimalaitos	8
2.2.1	Voimalaitoksen tekniset arvot	10
2.2.2	Voimalaitoksen prosessi	12
2.3	Kattila.....	14
3	KATILAN TÄYSTARKISTUS PROJEKTINA	16
3.1	Projektin tarkoitus ja sisältö.....	16
3.2	Painelaitelaki.....	16
3.3	Projektsuunnitelma	17
4	PROJEKTIN VALMISTELU	19
4.1	Painelaitelain mukainen täystarkistus	19
4.2	Projektin sisällön rajaus	20
4.3	Tarjouksen laadinta	21
4.4	Aikataulutus	21
5	PROJEKTIN ALOITUS.....	23
5.1	Prosessierotussuunnitelma	23
5.2	Valmistelevat työt	23
5.2.1	Kattilan nokan pesu	24
5.2.2	Kelkkojen asennus.....	26
6	NDT-TARKASTUKSET	27
6.1	Tarkastussuunnitelma	27
6.2	Tarkastustulokset	27
6.3	Korjaavat toimenpiteet.....	30
7	KORJAUSTOIMENPITEET	31
7.1	Hitsaustyöt	31
7.1.1	Hitsaustyöohje31	
7.2	Lämpökäsittely.....	32
7.3	Jälkitarkistukset.....	32
8	PEITTAUS	33
8.1	Peittauksen tarkoitus	33
8.2	Peittausuunnitelma	33
8.3	Peittauksen toteutus	34

9	PAINEKOE	38
9.1	Painekokeen tarkoitus	38
9.2	Painekoesuunnitelma	38
9.3	Painekokeen toteutus	39
10	KOEAJO	42
10.1	Koeajosuunnitelma	42
10.2	Koeajossa tehtävät testit.....	42
10.3	Koeajon kulku.....	42
11	ONGELMIEN TARKASTELU	43
11.1	Projektin ongelmakohdat	43
11.2	Ratkaisuehdotukset	44
12	YHTEENVETO	45
	LÄHTEET	46
	LIITTEET	

TERMILUETTELO

Hiilimyly on hiilen jauhatukseen käytettävä valssi, joka murskaa poltettavan hiilen pölymuotoon.

Luvo on pyörivä levymäinen lämmönsiirrin, jonka tehtävänä on lämmittää levypaketin avulla toisella puolella kulkeva viileämpi ilma. Levypaketit varaavat lämpöä kuumasta savukaasusta ja luovuttavat lämmön viileään palamisilmaan.

Ekonomaiseri on syöttöveden esilämmitys savukaasuilla ennen syöttöveden johtamista kattilan alaosaan höyrystimelle.

Gavo on luvon kaltainen pyörivä levylämmönsiirrin, jonka avulla savukaasut joko lämmitetään tai jäähdytetään halutun lämpöiseksi ennen savukaasujen johtamista prosessissa eteenpäin.

Absorberi on säiliö, jonka lävitse savukaasut johdetaan pestäväksi merivedellä. Pesuveteen syötetään kalkkia jolloin oikeassa Ph-tasossa (5,2) syntyy kipsilietettä, josta kuivaamalla saadaan puhdasta kipsiä.

NDT-tarkastus on rikkomaton aineenkoetus. Erilaisia tarkastusmenetelmiä kuten: magneettijauhetarkastus, tunkeumanestetarkastus, pyörevirtatarkastus, ultraäänitarkastus, radiografinen tarkastus sekä silmämääräinen tarkastus käytetään esimerkiksi hitsien tarkastamiseen ilman että tuotetta rikotaan. NDT-menetelmillä löydetään mahdolliset poikkeamat kuten halkeamat ja säröt.

KP-reduktio on korkeapainereduktioasema eli venttiilit, joiden avulla kierrätetään höyryä turbiinin ohitse kun höyryä ei vielä voida ajaa turbiinille. reduktioventtiilien tehtävänä on säätää tuorehöyryn painetta sekä lämpötilaa ennen höyryn siirtymistä kylmiin VT-linjoihin.

MP-reduktio on turbiinin ohitusasema, jossa lasketaan höyryn painetta sekä lasketaan höyryn lämpötilaa ruiskuttamalla päälauhdetta jäähdytyskammioihin.

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on toteuttaa projektina Fortum Meri-Porin voimalaitoksen kattilan täystarkistus. Meri-Porin hiililauhdelaite sijaitsee Porin Tahkoluodossa. Omistajina Meri-Porin voimalaitoksessa toimivat Fortum Power and Heat Oy sekä Teollisuuden Voima Oy. Voimalaitoksen kaupallinen käyttö alkoi vuonna 1994 ja sen sähköteho on 565MW. Katalyyttinen typenpoistolaitteisto, moderni polttotekniikka sekä erillinen rikinpoistolaitos edustavat yhä edelleen viimeisintä käytössä olevaa ympäristönsuojelutekniikkaa.

Voimalaitoksen vuosihuollon yhteydessä toteutettava kattilan täystarkistus on painelaitelaissa (Painelaitelaki 1144/2016, 1 luku, 2 §, 16.12.2016) määritetty toimenpide, joka tulee suorittaa laajuudessaan joka kahdeksas vuosi. Tässä työssä kattilan täystarkistukseen paneudutaan käytännön tasolla aina projektin suunnittelusta laitoksen koeajoon asti. Opinnäytetyön kirjallisen osaamisen näytön tueksi haetaan käytännön kokemus toimimalla projektissa työnjohtotehtävissä, jolloin osallistumalla kaikkiin mahdollisiin työvaiheisiin, pystytään luomaan mahdollisimman realistinen ja totuudenmukainen kuva täystarkistuksen sisällöstä.

Työn tarkoitus on myös jatkossa palvella tukimateriaalina mahdollisissa uusissa kattilain liittyvissä tarkastustoimenpiteissä. Työtä varten laaditut ohjeistukset toimivat hyvänä pohjamateriaalina sekä ohjeistuksena huomioiden mahdolliset lisätarpeet suunnittelun suhteen.

2 TILAAJAYRITYS

2.1 Maintpartner Oy

Maintpartner Oy vastaa Fortum Meri-Porin voimalaitoksen käytöstä ja kunnossapidosta. Fortum omistajan roolissa taas vastaa polttoainehankinnoista, tuotannon suunnittelusta/optimoinnista sekä investointien suunnittelusta.

Maintpartner-konsernin toimintaperiaatteet:

- Maintpartner on pohjoismainen teollisuuden kunnossapito- ja käyttöpalvelujen toimittaja.
- Visiona on olla teollisuuden kunnossapidon ja käytön edelläkävijä. Olemme Pohjois-Euroopan johtava teollisuuden kunnossapito-yritys, jolla on toimintaa eri puolilla maailmaa.
- Missiona on poistaa teollisuuden prosessien häiriöitä turvallisella ja kestäväällä tavalla kannattavuuden varmistamiseksi.
- Strategian mukaisesti kehittää jatkuvasti teollisuuden kunnossapidon asiantuntevaa osaamista. Tarjota digitaalisiin ratkaisuihin perustuvia työkaluja ja prosesseja sekä hyödyntää analytiikkaa parantaakseen asiakkaiden arvонуontiin käytettyä aikaa ja Maintpartnerin kannattavaa kasvua.
- Arvoina Maintpartnerilla ovat asiakaskeskeisyys, luotettavuus sekä muutoksen toteuttaminen. (Johan Westermarck Maintpartner Group, CEO 1.4.2016)

2.2 Meri-Porin voimalaitos

Meri-Porin voimalaitos on Fortum Power and Heat Oy:n (osuus 55%) sekä Teollisuuden Voima Oy:n (osuus 45%) yhteisomistuksessa oleva laitos, joka sijaitsee Porin kaupungin syväsataman läheisyydessä Tahkoluodossa. Laitoksen kaupallinen käyttö alkoi vuoden 1994 alkupuolella ja se työllistää noin 40 henkilöä omaa henkilökuntaa sekä välillisesti 5-10 henkilöä voimalaitosta tukevissa tehtävissä, kuten siivous, hiilikentän hoito, tuhkankuljetus, laboratoriopalvelut, terveydenhoito sekä osa kunnossapidosta. Sähköä voimalaitos tuottaa vaihtelevasti Pohjoismaisen vesitilanteen sekä ajankohdan markkinahinnan mukaisesti. Vuosittainen suunniteltu käyttötuntimäärä on yli 6000

tuntia ja sähköntuotanto 3500 GWh. Pienimmät käyttötunnit ajoittuvat vuosille 2005 (1050 h) ja 2015 (1200 h). Vastaavasti sähköntuotanto on ollut v.2005 / 350GWh ja v.2015 / 450GWh. Suurimmat käyttötunnit ajoittuvat vuosille 1996/7800h ja v.2004 / 7400h. Vastaavasti taas sähköntuotanto on ollut suurimmillaan vuosina 2004 / 3550GWh ja v.2010 / 3500GWh. (Käyttötalousraportointi, Maintpartner Oy, Meri-Pori, 2018)

Suunnitellut materiaalivirrat 3500GWh:n vuosituotannolla:

- Hiili 1 200 000 t
- Kalkkikivi 40 000 t
- Ammoniakki 650 t
- Sivutuotteet
 - Lentotuhka 150 000 t
 - Pohjakuona 20 000 t
 - Kipsi 60 000 t



Kuva 1. Meri-Porin voimalaitos. (Pohjolan Voima Oy:n www-sivut 2018.)

2.2.1 Voimalaitoksen tekniset arvot

Voimalaitoksen hyötysuhde 43 %

Generaattori

- Sähköteho

brutto	595 MW
netto	565 MW
- Omakäyttöteho n. 27 MW
- Vuotuinen sähkön tuotanto n. 3.5 TW
- Valmistaja ABB
- Vetyjäähdytteinen
- Jännite 21 kV
- Taajuus 50 Hz
- Painot:
 - Staattori 320 tonnia
 - Roottori 78 tonnia



Kuva 2. Meri-Porin voimalaitoksen generaattori

Kattila

- Polttoaineteho 1300 MW
- Tuorehöyryn paine 240 bar
- Tuorehöyryn lämpötila 540 °C
- Tuorehöyryn määrä 1550 t/h
- Välitulistuslämpötila 560 °C
- Välitulistuspaine 48 bar

Polttoaine: kivihiili

- Kulutus / a 1,2 milj. t/a
- Kulutus / max. kuorma 52-60 kg / s
- Rikkipitoisuus 0,2 – 1,7 %

Sähkösuodattimet

- Erotusaste >99 %
- Lentotuhkan siirtotarve 150 000 t / a

Rikinpoistolaitos

- Puhdistusaste 90 %
- Kalkkikiven kulutus 40 000 t / a
- Kipsin tuotanto 60 000 t / a

Päästörajat

- Hiukkaset 50 mg/m³(N)
- Typenoksidit (NO_x) 200 mg/m³(N)
- Rikkidioksidi (SO₂) 400 mg/m³(N)

Lopputuotteet

- Kipsin tuotanto 35 000 t / a
- Lentotuhka 150 000 t / a

2.2.2 Voimalaitoksen prosessi

Meri-Porin voimalaitos on kivihiiltä polttoaineena käyttävä lauhdevoimalaitos eli se tuottaa pelkästään sähköä. Polttoaineen lisäksi lauhdevoimalaitos tarvitsee toimiakseen myös muita tekijöitä, kuten puhdasta vettä prosessivedeksi, suuren määrän merivettä jäähdytysvedeksi, palamisilmaa polttoon sekä tarvittavan omakäyttösähkön. Lisäksi prosessissa käytetään pieniä määriä erilaisia kemikaaleja. (J. Koski järjestelmäkuvaus 2.6.1992)

Polttoainejärjestelmä alkaa satamasta, jonne poltettava hiili tuodaan laivalla eri puolilta maailmaa. Satamasta hiili kuljetetaan hiilikuljettimilla Fortumin hiilikentälle ja sieltä edelleen hiilipurkaimien avulla hiilikuljettimia pitkin hiilisiiloihin laitokselle. Siiloista hiili annostellaan hiilisyöttimien avulla hiilimyllyille, joissa hiili jauhautuu hiilipölyksi. Jauhettu hiilipöly puhalletaan kantoilman avulla polttimien lävitse kattilan tulipesään, jossa se palaa raskaalla polttoöljyllä sytytetyn liekin voimalla. Kun saavutetaan riittävä polttoteho hiilellä (2kpl myllyjä), vaihdetaan hiili pääpolttoaineeksi ja sammutetaan öljytulet.

Palamisessa tarvittava happi saadaan syöttämällä tulipesään ilmaa kahden pääilmapuhaltimen avulla. Ilma otetaan kattilahuoneen sisältä tai ulkoa ja esilämmitetään luvon sekä ilmanesilämmittimien avulla. Ilma syötetään tulipesään osin polttimien kautta ja loput yläilmasuuttimien kautta.

Prosessivesi puhdistetaan Porin kaupungin vesijohtovedestä laitoksen omalla täys-suolanpoistolaitoksella, jossa vedestä poistetaan kiinteät aineet sekä humus hiekkasuodattimilla. Hiekkasuodattimien jälkeen vesi ohjataan raakavesialtaaseen, josta se pumpataan suolanpoistosarjan lävitse lisävesisäiliöön. Suolanpoistosarja poistaa vedestä suoiaionit ja tällöin valmistettu lisävesi on kelpoinen prosessivedeksi.

Vesi-höyrypiiri muodostuu syöttövesisäiliöstä, syöttövesipumpuista, korkeapaine-esilämmittimistä, kattilasta, turbiinista sekä lauhduttimesta. Syöttövesisäiliöstä vesi pumpataan korkeapaine-esilämmittimien lävitse kattilaan. Höyryllä esilämmitetty vesi siirtyy kattilassa ekonomaiseriin, josta se johdetaan kattilan höyrystinosaan. Höyrystimessä höyryksi muuttunut vesi siirtyy vedenerotuspullojen kautta tulistinosaan. 3-

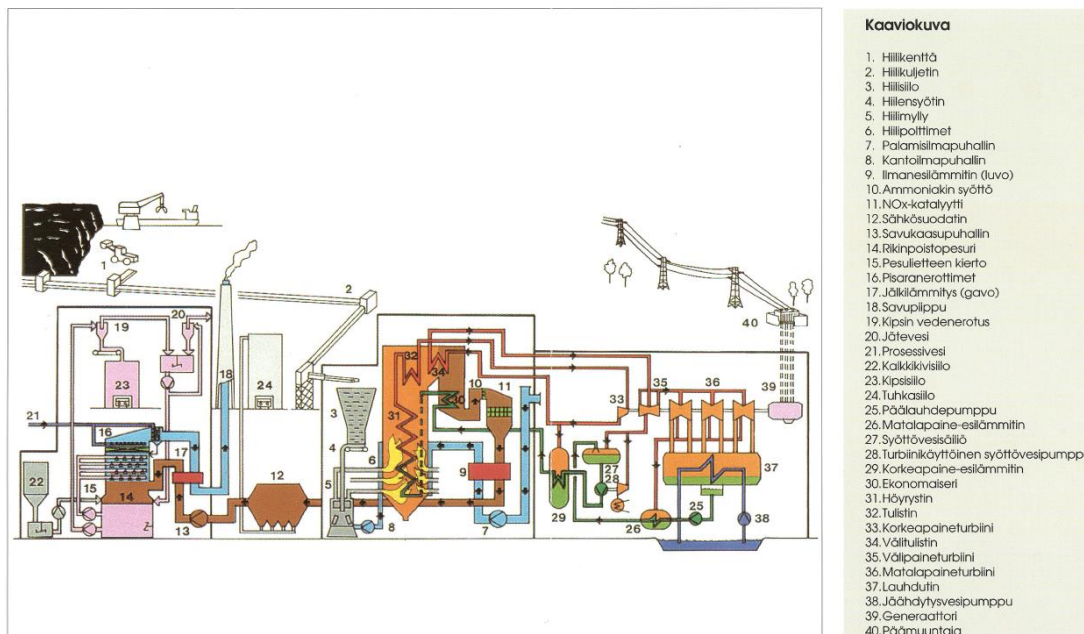
osaisen tulistimen jälkeen höyry on ns.tuorehöyryä, jonka prosessiarvot ovat: paine 240 bar ja lämpötila 540 °C.

Tuorehöyry johdetaan korkeapaineturbiinille, jossa höyry paisuu ja luovuttaa energiaa turbiinin pyörimisliikkeeksi. Korkeapaineturbiinin jälkeen höyry palaa kattilaan välitulistettavaksi eli saamaan lisää energiaa. Välitulistetun höyryn paine on 45 bar ja lämpötila 560 °C. Välitulistettu höyry johdetaan nyt välipaineturbiinille, jonka läpi kulkiessaan se luovuttaa taas energiaansa pyörimisliikkeeksi. Höyryssä jäljellä oleva energia muutetaan edelleen pyörimisliikkeeksi matalapaineturbiineissa (3 kpl), jonka jälkeen jäljelle jäävä höyryenergia lauhdutetaan lauhduttimessa meriveden avulla takaisin lauhdeksi. Lauhde pumpataan takaisin kiertoön matalapaine-esilämmittimien kautta syöttövesisäiliöön lauhdepumppujen avulla.

Turbiinin pyörivä liike muutetaan generaattoria pyörittämällä magneettikentän avulla sähköksi. Syntynyt sähkö siirretään muuntajan kautta valtakunnanverkkoon joko 110kV tai 400kV jännitteellä.

Poltossa syntynyt savukaasu imetään kattilasta katalyytin sekä luvon lävitse savukaasupuhaltimilla erilliselle rikinpoistolaitokselle. Ennen rikinpoistolaitosta savukaasuista otetaan lämpöä talteen luvossa, säädetään typen oksidit ammoniakkin avulla katalyytissä ja poistetaan savukaasuista tuhka sähkösuodattimien avulla. Itse rikinpoistolaitoksella savukaasut jäädytetään edelleen gavo-lämmönvaihtimen avulla ennen absorberia. Absorberissa savukaasut pestään kalkkikivilietteellä. Kalkki reagoi savukaasun kanssa ja muodostaa kipsilietettä, jota kuivaamalla saadaan kipsiä. Pesty savukaasu ”kuivataan” eli siitä erotetaan vesi. Tämän jälkeen pesty/kuivattu savukaasu johdetaan takaisin gavo-lämmönvaihtimeen, jossa se lämpenee riittävästi johdetavaksi savupiippuun.

Alla olevassa kuvassa (Kuva 1.) Meri-Porin voimalaitoksen prosessikaavio kaikkine pääkomponentteineen. Prosessikaaviota seuraamalla voi havainnoida polttoaineen syötön, vesi-höyryjärjestelmän, savukaasujen puhdistuksen sekä sähkönsyötön generaattorilta valtakunnanverkkoon.



Kuva 3. Meri-Porin prosessikaavio. (Fortum Oyj:n www-sivut 2018.)

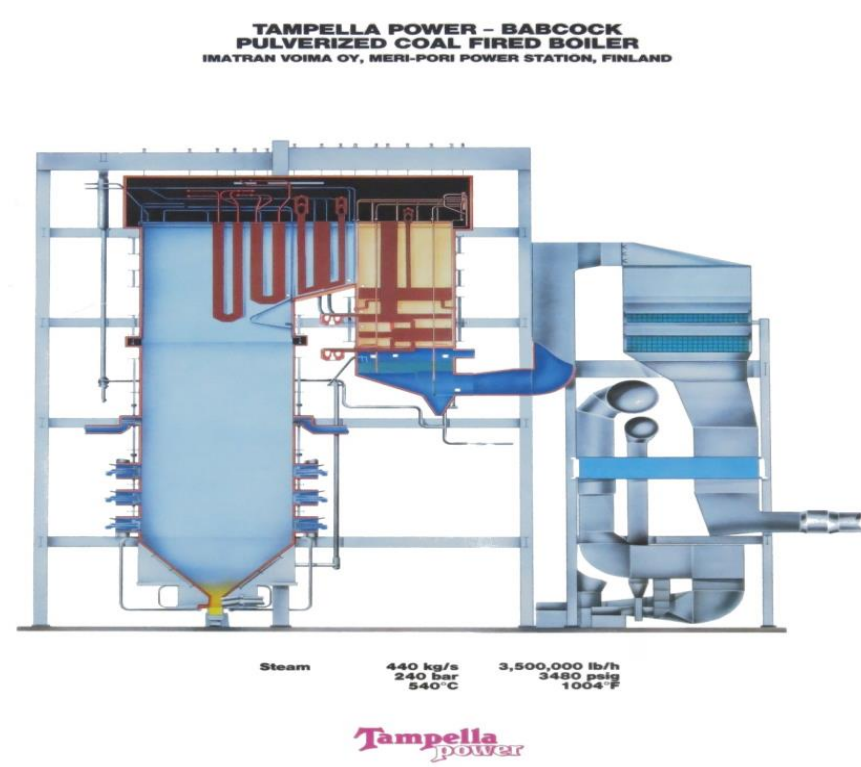
2.3 Kattila

Tulipesä on tyypiltään alipainetulipesä ja rakenteeltaan täysin jäähdytetty säteilytulipesä, jonka jäähdytysputkisto on tehty yhteen hitsatuista, kaasutiiviistä membraani-putkielementeistä. Hyvästä ja stabiilista vedenkierrrosta tulipesän seinämissä huolehditaan käyttämällä riittävästi kiertoputkia, jako- ja kokoojakammioita. Tulipesän taka-seinän yläosa on muotoiltu ns. nokaksi, joka ohjaa tulipesän kaasuvirtaa ja suojaa tulipesän yläosassa sijaitsevia tulistimia. (MP-HA-0028 Jari Niemelä).

Kuvassa 4. Meri-Porin voimalaitoksen kattilan rakenne savukaasukanavistoineen.

Kattilan päälaitteet:

- Toimittaja Tampella Power
- Babcockin lisenssillä valmistettu
- Benson-tyyppinen ylikriittinen läpivirtauskattila hiilen pölypoltolla
- 5 hiilimylyä
- 30 hiilipölypoltinta
- Polttoaineteho 1300MW
- Kivihiilimäärä 52kg-60kg (täydellä teholla)



Kuva 4 . Meri-Porin kattila. (Tampella Power – Babcock juliste 1992.)

3 KATTILAN TÄYSTARKISTUS PROJEKTINA

3.1 Projektin tarkoitus ja sisältö

Projektissa suoritettiin painelaitelain mukainen kattilan täystarkastus kaikkine siihen liittyvineen toimenpiteineen. Samalla projektissa toteutettiin allekirjoittaneen opinnytö, jonka sisältö muodostui toteutuneesta projektista eri vaiheineen. Opinnytötyöhön sisällytettiin projektin työnjohto kaikissa täystarkastukseen kuuluvissa toimenpiteissä. Sisältöön suunniteltiin NDT-tarkastukset, tarvittavien prosessierotusten suunnittelu, kattilan valmistelu puhdistuksineen, painekoe sekä viimeiseksi suoritettava laitoksen koeajo tarvittavine testeineen.

Vuosihuollossa toteutettiin myös kattilan tulistimien peittäminen. Tulistimien paine-ero oli noussut ja siksi peittäystä esitettiin omistajille, joka päätti myös toteuttaa peittauksen. Pääsin kattilan täystarkastuksen ohella siis toimimaan myös peittäusyrityksen yhteyshenkilönä sekä töiden yhteen järjestelijänä.

3.2 Painelaitelaki

Uusi painelaitelaki (1144/2016) tuli voimaan 1.1.2017. Taustalla on uuden painelaitedirektiivin 2014/68/EU määräysten saattaminen osaksi Suomen lainsäädäntöä. (AEL, painelaitteet 2017 – lainsäädäntö muuttuu, 2018)

Meri-Porin voimalaitoksen kattila täyttää sellaisenaan määritelmän painelaitelaista: laissa tarkoitetaan painelaitteella säiliötä, putkistoa ja muuta teknistä kokonaisuutta, jossa on tai johon voi kehittyä ylipainetta, sekä painelaitteen suojaamiseksi tarkoitettuja teknisiä kokonaisuuksia. (Painelaitelaki 1144/2016, 1 luku, 2 §, 16.12.2016.)

Tässä projektissa toteutettiin seuraavat säädökset:

Määräaikaistarkastuksia ovat paineastian:

- täystarkastus,
- sisäpuolinen tarkastus ja
- käyttötarkastus

Täystarkastus käsittää paineastian sisäpuolisen tarkastuksen, käyttötarkastuksen ja tarvittaessa painekokeen.

(Painelaitelaki 1144/2016, 3 luku, 10 §, 16.12.2016.)

Höyrykattilan määräaikaistarkastukset on suoritettava viimeistään tarkastuskirjaan ja käyttöluupaun merkittyinä ajankohtina, jotka määräytyvät käyttöönotto- tai täystarkastuksen perusteella seuraavasti:

- täystarkastus enintään kahdeksan vuoden aikavälein
- sisäpuolinen tarkastus enintään neljän vuoden aikavälein; sekä
- käyttötarkastus enintään kahden vuoden aikavälein

(Painelaitelaki 1144/2016, 4 luku, 16 §, 16.12.2016.)

3.3 Projektisuunnitelma

Projekti suunniteltiin toteutettavaksi Fortum Meri-Porin voimalaitoksen vuosihuollon yhteydessä. Projektiin suunniteltiin seuraavat työvaiheet:

- tarjous omistajille (Fortum ja TVO). Maintpartner Oy toteuttaa projektin päätyövaiheet kiinteähintaisesti sekä mahdolliset lisätyöt laskutetaan toteutuneiden kustannusten mukaisesti.
- projektin aloittamiseen sisältyvät työvaiheet kuten: tarvittavat prosessieroitukset, telinetyöt sekä kattilan puhdistustyöt.
- NDT-tarkastusten suorittaminen sekä näyteputkien ottaminen tulistimista peittauksen valmistelua varten.
- tulistimien peittäminen erillisen suunnitelman mukaan
- kattilan painekoe
- laitoksen koeajoa (sisältäen kp-reduktioventtiilien sekä Vt-varoventtiilien testauksen)

Projektissa todettiin jo suunnitteluvaiheessa mahdolliset lisäyötarpeet:

- tulistimien näyteputkien otto ja uusien putkien asennus vaatii pätevyöneet painelaitehitsaajat.
- NDT-tarkastuksessa löytyvät mahdolliset poikkeamat vaativat lisäyöresursseja lähinnä hitsaukseen

- päätös tulistimien peittäuksesta syntyi omistajataholta vasta hieman ennen vuosihuoltoa. Peittäus tarjottiin omistajille kokonaishintaan.
- painekokeesta mahdollisesti aiheutuvat lisätyöt laskutetaan toteutuneiden kustannusten mukaan.
- koeajo vaati peittauksen jälkeen erillisen tulistimien magnetiittikalvonajon, mikä pitkittää vuosihuollon jälkeistä koeajoa jonkin verran ja nostaa näin ollen hieman kustannuksia.

4 PROJEKTIN VALMISTELU

4.1 Painelaitelain mukainen täystarkistus

Meri-Porin voimalaitoksen pääkattilan, K18000, HA001 täystarkistus toteutettiin suunnittelemalla tarkastettavaksi seuraavat kohteet:

- Kattilan oikea sivuseinä
- Kattilan vasen sivuseinä
- Nuohoinputkien läpiviennit oikea sivuseinä
- Nuohoinputkien läpiviennit vasen sivuseinä
- Sekundääritulistin
- Tertiääritulistin
- Välitulistin 2
- Takaseinän nousuputket
- 2-vedon etuseinän nousuputket
- Primääritulistin
- Välitulistin 1
- Eko
- Kattokaappi
- Syöttövesisäiliö
- KP-esilämmitin LAD60
- KP-esilämmitin LAD61
- KP-esilämmitin LAD70
- Nesteenjäähdytysjärjestelmä
- Turbiinin tiivistehöyry MAW40AC001

Lisäksi tarkastettaviksi/testattaviksi laitteiksi määriteltiin:

- KP-reduktioventtiili varolaitteena LBF01AA301
- KP-reduktioventtiili varolaitteena LBF02AA301
- VT-varoventtiili varolaitteena HAV01AA401
- VT-varoventtiili varolaitteena HAV02AA401
- Välitulistetun höyryn painekeytkimet, avautumispaineella: 58bar

- LBC11CP003
- LBC11CP004
- LBC11CP005
- Tuorehöyryn painekeytkimet, avautumispaineella: 260bar
 - LBA11CP004
 - LBA11CP005
 - LBA11CP006

Kattilan painekoe tehdään vuosihuollon jälkeen täyttämällä kattila käynnistysyöttövesipumpulla ja nostamalla paine n;150bar:iin, jonka jälkeen loppu paine (1,1-1,3x298bar)korotetaan painepesautolla +3,5m tasolla olevan yhteen kautta.

4.2 Projektin sisällön raja

Projektin hallittavuuden kannalta tähän työhön rajattiin ainoastaan kattilan sisällä tehtävät työt tarkastuksineen sekä varoventtiilien/painekeytkimien koeistukset. Projektissa pyritään myös keskittymään lähinnä ongelmakohtien tarkasteluun sekä kokonaisuuden kannalta olennaisten asioiden pohdintaan. Mikäli tarkistettavan kohteen tarkastuksessa ei löydy mainittavia poikkeamia niin sitä ei sen tarkemmin tässä projektissa käsitellä.

Projektissa keskitytään lähinnä ongelmakohtien tarkasteluun ja vielä tarkemmin niiltä osin kuin niihin ehditään tarkastuksen/korjauksen yhteydessä paneutua. Täystarkastuksen laajuuden vuoksi osa tarkastettavaksi määritellyistä kohteista jätetään käsittelemättä tarkemmin, koska työt tulevat ajoittumaan päällekkäin.

Projektina tässä tapauksessa käsitellään kattilan täystarkastusta sekä erillisenä toimenpiteenä suoritettavaa tulistimien peittausta. Projektista laaditaan erillinen opinnäyte-työ, jonka tarkoituksena on havainnollistaa ja vetää yhteen projektin eri vaiheet.

4.3 Tarjouksen laadinta

Jotta omistajille laadittava tarjous muodostuisi Maintpartner Oy:lle mahdollisimman riskittömäksi niin päädyttiin tarjoamaan vain selkeästi ennalta tiedossa olevat työvaiheet tarvittavine henkilömäärineen.

Kattilan täystarkastus:

Kattilan täystarkastus tarjottiin omistajille kokonaishinnalla.

Tulistimien peittäus:

Peittäus ja peittäusputkiston rakentamisesta otettiin kiinteähintaiset tarjoukset alihankkijoilta. Näin varmistettiin, että peittäus lisätöineen voitiin tarjota omistajille kiinteään hintaan.

Kiinteähintaiseen tarjoukseen sisällytettiin seuraavat työvaiheet:

- kelkkojen huolto ja asennus (huolto 2hlö + asennus 4hlö)
- kattilan nokan pesu (4hlö)
- ulkopuoliset tarkastajat (4 hlö)
- hitsarit näyteputkien ottoon + uusien asennus (2hlö)
- lämpökäsittelijä (1hlö)
- työnjohto (1hlö)
- tulistimien peittäus ja peittäusputkiston teko (6hlö)

4.4 Aikataulut

Projektin työt sijoittuvat pääosiltaan Meri-Porin vuosihuollon ajalle 29.10 – 27.11.2018. Valmistelevat työt, kuten muun muassa kelkkojen tarkastus ja huolto, ajoituivat ennen vuosihuoltoa.. Karkeaksi aikatauluksi laadittiin seuraavaa:

vko 38	Kelkkojen tarkastus ja huolto
vko 39	Prosessierotusten teko ajotilanteen mukaan
vko 40	Kattilan NDT-tarkastukset, peittäuksen valmistelua, tarvittavat telineet

- vko 41 Kattilan korjaukset, näyteputkien otto tulistimista, peittäusputkiston asennuksen valmistelu, näyteputkien tilalle uudet putket sekä lämpökäsittely
- vko 42 Kattilan korjaukset, peittäusputkiston (n;300m) asennus ja varsinainen peittäus
- vko 43 Peittäusputkiston poisto, liitoksien korjaus kattokaapissa, telineiden purku kattilasta ja kattilan painekoe.
- vko 45 Laitoksen koeajo

5 PROJEKTIN ALOITUS

5.1 Prosessierotussuunnitelma

Prosessierotukset toteutettiin pakettierotuksina, kuten Meri-Porissa on ollut tapana. Pakettierotuksessa eri järjestelmät on suunniteltu erotettaviksi kokonaisuutena huomioiden vuosihuollon määrittelemä työtilauslista. Pakettierotukset vaativat huolellisempaa suunnittelua, mutta oikein toteutettuna ovat turvallisia. Poikkeuksena pakettierotuksiin tulevat erillistyöt, jotka ovat töitä joiden prosessierotus suunnitellaan vasta työn toteutusvaiheessa. Kattilan täystarkastuksesta todettiin, että pakettierotuksilla saadaan tarpeeksi turvallinen prosessierotus ja mahdollisten erillistöiden vaatimat lisäprosessierotukset tehdään tarvittaessa työnumerokohtaisesti.

Prosessierotussuunnitelmassa huomioitiin kattilan osalta, että kattila on vuosihuollon alkaessa tyhjennetty erillisen ohjeen mukaan. (Liite 1) Varsinainen pakettierotus suunniteltiin huomioiden tämä erillinen ohje, jotta erotusten palauttaminen vuosihuollon jälkeen on selkeämpää. Pakettierotus: Kattila (Liite 2)

5.2 Valmistelevat työt

Valmisteleviin töihin varattiin tarvittava määrä telinemiehiä sekä apumiehiä (3kpl) kattilan nokan pesuun sekä oman kunnossapitoasentajan avuksi kelkkojen asennukseen kattilan sisälle. Kuvassa 5 olevien kelkkojen ja niihin tarvittavien vaijereiden asennus voitaisiin suorittaa heti kun kattilan nokka on saatu pestyä lentotuhkasta. Talon oma kunnossapitoasentaja kahden ulkopuolisen asentajan kanssa valmistelee vaijerit, sekä kelkat asennusta varten, kun nokkaa pestään. Oma osuuteni oli toimia yhtenä kattilan nokan pesijänä.

Kattilaan asennettavat kelkat huollettiin ja tarkastettiin ennen vuosihuollon alkamista. Kattilaan asennettiin valaistus kattilaluukuista, jotka sijaitsevat +49m:n hoitotasolla.



Kuva 5. Kattilaan asennettavat kelkat

5.2.1 Kattilan nokan pesu

Kattilan nokan pesu valmisteltiin vetämällä molemmille puolille kattilaa paloletkut suuttimiseen. Apumiehet asensivat vanerilevyt kattilan sisälle tulistinputkien päälle, jolla pesijät voivat turvallisesti seistä pesemässä. Koska nokan pesu aiheuttaa voimakasta pölyämistä, pukivat pesijät ylleen erilliset suojavaatteet sekä ilmasuodattimella varustetun suojamaskin. Suojakypärässä oleva valaisin sekä kattilaluukuista tuleva valo toimivat valonlähteenä.

Turvallisen työn suorittamisen kannalta päädyttiin ratkaisuun, jossa kattilan sisällä nokkaa pesee kaksi pesijää, joilla on omat luukkuvahdit molemmin puolin kattilaa.

Nokalla todettiin olevan kauttaaltaan noin 30-50 cm tuhkaa ja silmämääräisesti hieman enemmän molempaan kattilan sivuseinään kasaantuneena. Ennen pesun aloitusta käynnistettiin kattilan oma pohjakuonakuljetin sekä varmistettiin että Delete Oy:n imuauto on valmiina letkuineen pohjakuonakuljettimen altaalla. Deleten imuauton tarkoituksena on imeä pesty tuhka pois altaasta. Yhteydenpito imuauton ja pesijöiden välillä varmistettiin radiopuhelimen, jolloin imuauton hoitaja pystyi keskeyttämään pesun auton tullessa täyteen.

Pesu aloitettiin keskellä kattilaa. Pesijät siirtyivät puhdistaan nokkaa, kohti kattilan sivuseinää. Kuvassa 6 on kuvattuna kattilan sivuprofiili, jossa näkyvät kattilan nokka sekä tulistimet. Hyvin nopeasti todettiin, että yksi imuauto hidasti pesemistä merkittävästi sillä ensimmäisen 10 min pesun jälkeen oli auto jo valmis tyhjennettäväksi. Auton tyhjennys laitoksen tuhkantäyttöalueelle kesti noin 20-30 min, joten pesijät joutuivat varsin pienen pesun jälkeen odottamaan melko pitkän aikaa. Puhdistustyön tehostamiseksi olisi ollut järkevää hoitaa tuhkan imu kahdella imuautolla, jolloin työ olisi nopeutunut vähintään puolella. Kuvassa 7 kattilan nokalta kuvattuna pesun jälkeen puhtaat tulistimet sekä pölytön nokan pellitys.



Kuva 6 ja 7. Kattilan nokan havaintokuva sekä ylhäältäpäin kuvattuna

5.2.2 Kelkkojen asennus

Kattilan nokan pesun jälkeen voitiin tuvallisesti alkaa asentamaan kelkkoja eli riipputelineitä. Valmisteluihin kuului sammutusaltaan siirto kattilan alta heti nokan pesun jälkeen. Kelkkoja varten laskettiin kattilan kattokaapista vaijerit molemmille kattilan sivuseinille. Tällä tavoin saatiin kelkat asennettua valmiiksi molempien sivuseinien tarkastusta varten.

Myöhemmässä vaiheessa kelkkoja tarvittiin myös kattilan etu- ja takaseinällä. Etuseinällä suoritettiin polttimien sisäpuolinen silmämääräinen tarkastelu laitoksen omistajan toimesta. Tämä tarkastelu ei kuulunut kattilan täystarkastuksen piiriin. Takaseinän kelkka asennettiin tulistimista otettavia näyteputkia varten.

Koska kattilaan saatiin asennettua kerrallaan vain kaksi kelkkaa, niin eri toimenpiteet kattilan sisällä piti aikatauluttaa järkevästi. Kun kattilan oikea sivuseinä saatiin tarkastettua niin, kyseinen kelkka siirrettiin etuseinälle polttimien tarkastusta varten. Vasemman sivuseinän tarkastuksen jälkeen kelkka jätettiin paikalleen ja hitsari aloitti korjaustyöt tällä seinällä. Poltinten tarkastuksen jälkeen toinen kelkka siirrettiin etuseinältä takaseinälle, mihin se lukittiin paikalleen. Kelkkaan tehtiin kattilan sisällä olevasta telineestä kulkutaso lankuista. Kelkan toimiessa hoitotasona saatiin koeputket otettua ja hitsattua korjauspalat tilalle. Oikean sivuseinän korjaukset voitiin aloittaa, kun vasemman sivuseinän korjaukset olivat valmiit ja kelkka saatiin siirrettyä vasemmalta sivuseinältä oikealle.

Kelkkojen tai vaijereiden rikkoutuminen olisi hidastanut työtä todella paljon joten oli ensiarvoisen tärkeää, että ne oli huollettu ennen vuosihuollon alkamista.

6 NDT-TARKASTUKSET

6.1 Tarkastussuunnitelma

NDT-tarkastukset suoritettiin Inspecta Oy:n toimesta. Korjausten tarkastukset hoiti puolestaan paineestiatarkastaja.

Tarkastukset hoidettiin silmämääräisesti ja ainespaksuusmittauksin.

Tarkastusohjelma määräytyi kohdan: 4.1 mukaan mutta kuitenkin niin, että tarkastuksille tarvittavat valmistavat toimenpiteet päästiin tekemään ajoissa, kuten esim: telineet ja kelkkojen asennukset.

Tarkastukset sujuivat kokonaisuutena joutuisasti ja johdonmukaisesti. Löytyneiden vaurioiden korjaustöihin päästiin välittömästi tarkastuksen jälkeen. Inspecta Oy:n tekemä havainnointiraportti oli ajan tasalla aina päivän päätteeksi.

(Liite 3. Esimerkki havaintoraportista.11.10.2018. J.Starck / Kiwa Inspecta.)

6.2 Tarkastustulokset

Tarkastusten sisältö rajattiin silmämääräisin havainnoin kohteisiin, joiden tarkastajien kokemuksen perusteella oletettiin olevan alttiina tavallista korkeammalle kulumiselle. Tässä tarkastuksessa havaittiin voimakkainta kulumista erityisesti nuohointen läpivientien kohdilla. Kuten mittaustuloksista voidaan havaita niin poikkeamat ovat pääosin ainesvahvuuksissa mutta havaintoja tehtiin myös rakenteellisissa poikkeamissa, kuten esimerkiksi: nuohointen läpivientiaukkojen muodonmuutokset sekä kattilan seinämäalueen lommahdukset.

Tarkastusten tulokset/havainnot kohteittain olivat seuraavat:

- Oikea sivuseinä
 - Yhdellä säteilylevyn alueella särö
 - Nuohoimen nro:68 ympäristössä ainespaksuus < 4,1mm (s-minimi 4,1mm) > päällehitsattava (**Ainespaksuus siis alle 4,1mm**)
 - Nuohoimen nro:69 alue pinnoitettu, joka alkaa kuoriutumaan irti -> ei toimenpiteitä

-Nuohoimien nro:73-74 lohkorajalla voimakasta kulumaa: s-paksuus 3,9 – 4,6mm -> päällehitsattavia kohteita 7kpl

-Lommahdus koko seinämän alueella 60mm sisällepäin -> ei toimenpiteitä mutta todetaan että lommahdus rajumpaa kuin v.2004 tehdyssä tarkastuksessa

- Vasen sivuseinä

-Yläosan spiraalin läpiviennin alueella todettiin kahdessa pystyhitsissä särö -> korjaushitsaus

-Nuohoimen nro:33 ainespaksuus 4,1mm-5,0mm -> päälle hitsattavaa

-Nuohoimen nro:34 ainespaksuus 4,1mm-5,0mm -> päälle hitsattavaa

-Nuohoimen nro:35 ainespaksuus 3,9mm-5,0mm -> päälle hitsattavaa

-Nuohoimen nro:37 ainespaksuus 4,1mm-5,0mm -> päälle hitsattavaa

-Nuohoimen nro:38 ainespaksuus 3,3mm-5,0mm -> päälle hitsattavaa

-Nuohoimen nro:39 ainespaksuus 4,1mm-5,2mm -> päälle hitsattavaa

-Nuohoimen nro:41 ainespaksuus 4,1mm-5,0mm -> päälle hitsattavaa

-Nuohoimen nro:44 ainespaksuus 4,1mm-5,0mm -> päälle hitsattavaa

- Nuohoinputkien läpiviennit oikea sivuseinä

-Nuohoimen nro:63 putken pää särönnyt

-Nuohoimen nro:64 putken pää hävinnyt

-Nuohoimen nro:68 putkessa alkavia reikiä

-Nuohoimen nro:69 putkessa alkavia reikiä. Läpiviennin putkenpää muuttanut muotoaan ovaaliksi.

- Nuohoinputkien läpiviennit vasen sivuseinä

-Nuohoin nro:35 putken pää voimakkaasti särönnyt/haljennut

-Nuohoin nro:38 putkessa alkavia reikiä ja läpivientiputki palanut päästä

-Nuohoin nro:39 läpivientiputki muuttanut voimakkaasti muotoa

-Nuohoin nro:40 läpivientiputki muuttanut muotoa

-Nuohoin nro:42 nuohoin putkessa pieni reikä

-Nuohoin nro:43 nuohoin putkessa pieniä reikiä

- Tertiääritulistin
 - Siderautojen alueella vaurioita, max. ”kuoppa 3,0mm
 - Suurin osaa sidetapeista palanut, joka aiheuttaa voimakasta kulumaa tulistin-putkelle
- Välitulistin 2
 - Tulistinelementtien nro:3, 65, 72, 80 ja 87 kannatukset pettäneet. Ulomainen putki makaa kanavan pohjan päällä
 - Ainespaksuusmittauksissa löydettiin 7kpl s-minimin alittavia putkia ->putket vaihdettiin uusiin. Tarkistus: radiografinen tarkistus
- Takaseinän nousuputket
 - Muutama putki pullistunut linjasta
- 2-vedon etuseinän nousuputket
 - Putki pullistunut linjasta vastaavanlaisesti kuin edellisinä vuosina
- Primääritulistimen yläosa
 - Putki pullistunut primääritulistimen kannatin putkista
- Välitulistin 1
 - Nuohointen alueella lievää kulumaa
- Ekonomaiseri
 - Lievää kulumaa ripaputkien välissä
 - Nuohointen läpivientien pellityksessä todennettavissa korroosiota
- Kattokaappi
 - Tertiääritulistimen läpivientien alueella todettiin runsaita tuhkavuotoja

6.3 Korjaavat toimenpiteet

Korjaavat toimenpiteet käynnistettiin välittömästi kattilan vasemman ja oikean sivuseinän osalta päälle hitsauksin.

Välitulistin 2:n osalta päädyttiin putkien vaihtoon, joka aloitettiin välittömästi tertiäritulistimista otettujen näyteputkien uusimisen jälkeen.

Kattilan sivuseinien korjaus vei yhdeltä hitsarilta aikaa 8 päivää. Tänä aikana toinen kattilan kelkoista oli sidottu tähän työhön.

Välitulistin 2:n putkien uusinta jatkui kahden työparin voimin ja lisäksi sama ryhmä osallistui peittausputkiston liittämiseen tuorehöyrylinjaan. Välitulistin 2:n putket tarkastettiin radiografisesti ja tuorehöyrylinja magneettijauheella.

7 KORJAUSTOIMENPITEET

7.1 Hitsaustyöt

Kattilan vasen- ja oikea sivuseinä päällehitsauksineen toteutettiin alihankkijan toimesta. Nämä korjaustoimenpiteet kestivät vajaa kaksi viikkoa eli viikot 41 ja 42. Välitulistusputkien vaihto, tertiääritulistinputkien uusinta näyteputkien tilalle sekä liittotyöt peittausputkiston ja kattokaapissa olevan jakotukin kanssa hoituivat Valmetin hitsareiden toimesta. Huomioitavaa oli, että varsinaiseen kattilaputkistoon tehtävät hitsaustyöt tulee aina teettää painelaitehitsauspätevyyden omaavalla hitsaajalla mutta päällehitsaukset voi suorittaa riittävän hitsaajan pätevyystodistuksen omaava henkilö. Esimerkki hitsaajan pätevyystodistuksesta löytyy liitteestä 4.

7.1.1 Hitsaustyöohje

Ennen hitsaustyön aloitusta tulee hitsaajalla olla hitsaustyöohje (WPS eli welding procedure specification) Liite 5, vaatimuksenmukaisuusvakuutus (Declaration of conformity) sekä painelaitteen korjaussuunnitelma (Repair plan of pressure equipment) Liite 6.

Näistä selviävät seuraavat asia:

- vaurion kuvaus
- korjaus- / muutostöiden työnkuvaus
- sovellettavat säädökset ja ohjeet
- kattilan suunnitteluarvot (paine, lämpötila, aineolomuoto sekä virtausnopeus)
- materiaaliryhmät (putkikoko ja materiaali)
- hitsausmenetelmä, hitsausohje sekä lisäaine
- NDT-tarkastusmenetelmä
- mahdollinen tarve painekokeelle
- yhteystiedot (tilaaja, toimittaja ja tarkastuslaitos)

7.2 Lämpökäsittely

Valmetin tekemissä hitsaustöissä oli jo etukäteen tiedossa hitsausten lämpökäsittelytarve. Lämpökäsittely sisällytettiin Valmetin hitsaustyöhön jolloin he hoitivat lämpökäsittelyn oikea-aikaisesti. Maintpartnerin tilattavaksi jäi painekokeen jälkeisten korjaustöiden lämpökäsittely.

Varsinainen lämpökäsittelyohje löytyy WPS hitsaustyöohjeesta. Lämpökäsittelyohje sisältää seuraavat asia:

- menetelmä esim. sähkövastukset
- vaadittava lämpötila esim. 630-700°C
- kuumennusnopeus esim. 50-220°C/h
- pitoaika esim. min 30min.
- lämpötilan laskunopeus

Lämpökäsittelijää tilattaessa tuli olla hitsausten valmistumisaikataulu selvillä sekä huomioida lämpökäsittelijän tarvitsema aika laitteiden valmisteluun lämpökäsittelyä varten.

7.3 Jälkitarkistukset

Korjaushitsausten sekä lämpökäsittelyiden tarkastukset hoitivat Inspecta Oy:n tarkastajat. Myös tarkastajien tilaamisessa tuli huomioida oikea-aikaisuus eli tarkastus päätettiin tekemään vasta kun lämpökäsittelyn lämpötila oli laskenut riittävästi. Tarkastajien ja hitsaajien yhteistyötä helpotti myös mikäli tarkastajat olivat oikea-aikaisesti tarkastamassa hitsattavat saumat ennen hitsausten aloitusta.

8 PEITTAUS

8.1 Peittauksen tarkoitus

Peittauksella tarkoitetaan syöttövesilinjan, ekonomaiserin, kattilaputkiston sekä tulistimien putkipintojen puhdistusta siten, että peittauksen jälkeen putkipinnat ovat puhtaat kaikista kerrostumista ja muista epäpuhtauksista. Peittaus tehdään vanhan kattilan osalta siksi, että putkipinnoilla on liian paksut epäpuhtauksien ja magnetiittikalvon muodostamat kerrostumat. Peittauksen tarkoituksena on puhdistaa putkipinnat kaikista kerrostumista ennen uuden magnetiittikalvon kehitysajoa. Tällöin varmistutaan, että putkipinnoille muodostuu tiivis ja tasainen magnetiittikalvo. (Lähde: Enprima Ltd. R.Sonninen. 1994. käsiohje)

Meri-Porissa peittaukseen päädyttiin koska tulistimien paine-ero oli kasvanut. Peitasta ei kuitenkaan R.Sonnisen ohjeen mukaan toteutettu koko kattilan osalta vaan ainoastaan tulistimet peitattiin.

8.2 Peittaus suunnitelma

Peittauskierto suunniteltiin siis kierrättämällä peittausliuos kattilan kattokaapissa olevien tulistien jakotukkien lävitse sekundääritulistimille. Sekundääritulistimilta liuos jatkaa matkaansa tertiääritulistimille ja sieltä takaisin pumpuille tuorehöyrylinjojen kautta.

Peitasta varten asennettiin erillinen peittausputkisto. Putkisto liitettiin Valmetin toimesta kattokaapissa tulistimien jakotukkiin kattilan molemmin puolin. Paluulinja rakennettiin käynnistyssyöttövesipumpun imusuodattimen kautta erillisille peittausliuoksen kierrätyspumpuille. Pumputta taas rakennettiin tyhjennyslinja vesilaitoksen neutralointisäiliöön, jonne peittausliuos lopuksi ajettiin jatkokäsiteltäväksi. Kuvassa 8. näkyy erillinen peittauspumppu, jolla peittausliuos pumpattiin n.300m pitkään peittausputkistoon. Peittauspumppun ja putkiston avulla liuosta kierrätettiin tulistimissa.



Kuva 8. Peittauspumput sekä putkistoa

Varsinaisen peittauksen aikaohjelman suunnitteli Enerkem Oy. Yritys oli vastuussa niin peittausputkiston asennuksesta kuin varsinaisesta peittauksen suorittamisesta. Jäljempänä olevasta peittauksen toteutuksessa on kuvattu toteutunut peittaustapahtuma, joka jäljittelee järjestelmällisesti peittauksen aikaohjelmaa.

8.3 Peittauksen toteutus

Peittaus suoritettiin seuraavan aikajanan mukaisesti, jossa pyrittiin noudattamaan Enerkem Oy:n tekemää aikaohjelmaa. Alla oleva ohjelma on kuvaus tarkalleen miten

peittaus suoritettiin ja mihin kellonaikaan mikäkin toimenpide suoritettiin. Kuvaus kellonaikoineen on tarkka, sillä eri toimenpiteet kuten esim. kemikaalien annostelu, tuli suorittaa juuri oikea-aikaisesti. Tässä tapauksessa alkuperäinen aikataulu hieman viivästyi suunnitellusta, sillä kattilakierron lämpötila laski odotettua nopeammin ja tällöin kemikaalien vaikutusaika pidentyi.

17.10.2018 Peittausputkiston asennus valmis

18.10.2018

- 12.00 Peittauspalaveri valvomossa
- 12.30 Vesitäyttö. Enerkemmin painelaippa vuotaa. Tiivisteiden vaihto.
- 13.40 Venttiili korjattu.
- 13.45 Kiertopiirin vesitäyttö ja lämmittäminen n.90°C syöttövedellä alkaa
- 14.45 Tulistajan paluulinjan liitoksessa 2-kerroksessa on kiertopiirin täytön ja kierrätyksen aikana havaittu vuoto. Paluulinja tyhjennetään ja Enerkem korjaa vuodon hitsaamalla.
- 16.10 Korjaushitsaus suoritettu ja kiertopiirin uudelleen täyttö n.80°C syöttövedellä.
- 16.30 Kiertopiiri on täynnä ja kierrätys aloitetaan. Tarkastetaan tertiäritulistimien lämpötilat mittaamalla, että vesi kiertää joka putkessa. Todetaan yhden putken olevan kylmempi kuin muut.
- 16.50 Lämpötila kierrossa noin 70-75°C, inhibiittorin annostelu alkaa.
- 17.00 Suolahapon annostelu kierto aloitetaan, inhibiittorin annostelu jatkuu. Lämpötila kierrossa noin 68°C. Sama tertiäritulistinputki edelleen kylmempi.
- 17.20 Fluorivetyhapon annostelu alkaa, suolahapon annostelu jatkuu.
- 18.10 Kaikki happokäsittelyn kemikaalit annosteltu kierto. Lämpötila kierrossa 62°C.

Inhibiittori Armohib 28	160kg
Suolahappo 33%	6000kg
Fluorivetyhappo 75%	600kg

- 23.40 Kiertopiirissä imupuolen paine pumppuasemalla on laskenut. Kiertopiirin täyttö peittäuspumpulla suoritetaan. Otetaan tarvittava lisävesi avaamalla käynnistyspumpun imuventtiiliä.
- 23.50 Kiertopiiri täynnä ja kierrätys jatkuu.

19.10.2018

- 04.10 Kiertopiirin huuhtelu neutralointisäiliölle alkaa. Säiliön neutralointi lipeällä 2600kg ja teollisuushienokalkkia 1000kg. Aikataulu hieman venyy sillä kiertävän liuoksen lämpötila hieman liian alhainen joten reagointiaika pitenee.
- 04.25 Syöttövesisäiliön pinta < 1m, huuhtelu lopetetaan ja lopputäyttö aloitetaan.
- 05.00 Kiertopiiri täynnä, kierrätys alkaa. Aloitetaan uudelleen syöttövesisäiliön täyttö ja lämmitys.
- 05.15 Sitruunahapon annostelu alkaa 100 kg.
- 05.50 Ammoniakkiveden annostelu alkaa 180 kg.
- 06.25 Natriumnitriitin annostelu alkaa 50 kg.
- 08.20 Huuhtelu. Yläkerran venttiilit ensin auki 30 sekuntia, sen jälkeen venttiilejä ajettu vuorotellen 40 sekuntia. Neutralointiallas täynnä.
- 08.30 Systeemin täyttö ”huppuun”.
- 09.10 Kierrätys. Tarkastetaan kiertojen lämpötilat. Yksi putki edelleen kylmempi kuin muut. Muut putket 0 – 0,2°C sisällä toisistaan.
- 10.30 Enerkemille lupa aloittaa putkiston purkutyöt. Neutralointisäiliön pH noin 6,8

Huuhteluissa todettu kylmempi putki tertiääritulistimilla oli toinen niistä putkista, joista otettiin näyteputket. Kiertohäiriön syyksi epäiltiin hitsauksen juurikaasun takia putkeen laitettua paperia, mikä vettyneenä tukkii putkistoa. Koska lämpötilaero oli kuitenkin muihin putkiin verrattuna pieni, niin todettiin, että paperi liukenee pois kun koeajo suoritetaan ja höyry alkaa virtaamaan tulistimissa.

Analyysituloksista vastasi Enerkem Oy, joka tulkitse tuloksia ja teki tarvittavat muutokset kemikaalien syötöissä sekä kierrätysajoissa sen mukaisesti. Käytännön havaintona oli kuitenkin se, että kattilakierron lämpötilan laskiessa alle 60°C, niin kemikaalien vaikutusaika pidentyi tuntuvasti. Kuten taulukosta 1 voidaan todeta, niin kattilakierron lämpötila laski varsin nopeasti alle 60°C:een ja tällöin kemikaalien kierrätysaika pidentyi huomattavasti. Tämän tarkempaa analyysiä eri kemikaalien vaikutuksista tai arvoista ei annettu, sillä ovat Enerkem Oy:n omaa tietoa.

Taulukossa 1 kellonaikoinen otetut analyysit, joiden mukaan Enerkem Oy eteni peittäusprosessissa aina eteenpäin. Tarkempia tietoja peittäusliuoksen koostumuksesta kyseisinä ajankohtina tai syitä peittäusliuoksen koostumuksen muuttamiseen eri ajankohdina ei ole saatavilla.

Analyysitulokset kierrätyksen aikana:				
Klo.	Inhibiittori	HCL%	Fe++ g/l	temp°C
19.00	OK	3,0	0,8	61
20.30	OK	3,0	1,0	57
21.30	OK	2,8	1,5	56
22.30	OK	2,8	2,2	56
23.30	OK	2,7	2,7	55
00.30	OK	2,3	3,0	55
01.30	OK	2,1	3,3	54
02.30	OK	2,0	3,8	54
03.30	OK	2,0	4,2	54

Taulukko 1. Peittäusliuoksen analyysitulokset

9 PAINEKOE

9.1 Painekekeen tarkoitus

Paineastialain (98/73) 1 §:

Paineastialla tarkoitetaan höyrykattilaa, painesäiliötä, putkistoa tai muuta sellaista laitetta, jossa on tai johon saattaa kehittyä ilmakehän painetta suurempi paine.

(Lähde: SFS-Käsikirja 12. Paineastiat. 1994.)

Painekekeen tarkoitus tässä projektissa on todentaa Meri-Porin kattilan paineenalaisen kattilanosien paineenkesto täystarkastuksen yhteydessä. Kattila ponnistetaan 1,1 – 1,3 kertaa kattilan suurin käyttöpaine (289bar). Kattila täytetään vuosihuollon jälkeen käynnistysyöttövesipumpulla ja paine nostetaan noin 150bar:iin. Loppupaine nostetaan painepesautolla ulospuhallussäiliön viereen tulevan vesityslinjan yhteen kautta.

9.2 Painekeesuunnitelma

Painekoe suoritettiin 30.10.2018. Kattilan täyttö vesipainekoetta varten aloitettiin kun erotuspaketit: HAHCBH, LA + LAC-paketit oli palautettu. Ennen HAHCBH-paketin palautusta palautettiin erillisen ohjeen mukaan tehty kattilan tyhjennys-erotus, joka oli toteutettu 12.9.2018 kattilan tyhjäksi puhalluksen takia. Pakettien palautuksissa huomioitiin myös, että venttiilit jäivät valmiiksi oikeaan asentoon kattilan täyttöä varten. Erotuspaketilla tarkoitetaan prosessin saattamista tilaan, jossa tarvittavat toimenpiteet voidaan suorittaa turvallisesti, sekä tarkoituksenmukaisesti.

Laajuus:

Tiiveyskokeen aikana paineenalaisena ovat syöttövesilinja, kp-esilämmittimet ja kattilan kp-osa.

Rajapintaventtiilit:

Rajapintoina kokeen aikana ovat *suljettuina* seuraavat venttiilit:

LAF02AA002 ->lukitaan

LBF01AA301 ->lukitaan

LBF02AA301 ->lukitaan

LBA11AA101

LBA12AA101

Pidetään *auki* seuraavat vesitysventtiilit mahdollisten vuotojen takia:

LBA15AA101

LBA16AA101

LBC13AA101

LBC14AA101

Kattilan täyttö:

Täytön aikana syöttövesisäiliötä pidetään apukattilan höyryn avulla 105°C lämpötilassa. Kun aloitetaan täyttö, pidetään aluksi kaikki kattilan, syve-linjan ja kp-esilämmittimien vesitykset/ilmaukset auki. Vesityksiä ryhdytään sulkemaan kun ne ovat vähän lämmenneet. Ilmataan kaikki linjat hyvin täytön edetessä. Vesitykset ja ilmaukset, joissa on moottoriventtiili, jätetään pelkästään moottoriventtiilin varaan. Ne, joissa kummatkin venttiilit ovat käsiventtiileitä, suljetaan molemmat.

Seuraavat venttiilit pidetään *auki* kokeen ajan:

HAC11AA101

HAG30AA101

HAG31AA101

HAG32AA101

LAE11-14AA101

LAE21-24AA101

HAN53AA101

9.3 Painekokeen toteutus

Painekoetta aloiteltaessa kattila täytettiin ja ilmattiin hyvin. Paineennosto aloitettiin käynnistyssyöttövesipumpulla, ajamalla pumpputta käsin. Paineennostossa noudatettiin maksimipaineennostonopeutta 4bar/min. Tällä välin painepesulaitteet tankattiin laitok-

sen omalla lisävedellä, jotta voitiin varmistua veden riittävästä puhtaudesta. Painepesuauto liitettiin järjestelmään ja aloitettiin paineennosto 150bar:sta kohti tavoitepainetta 390bar. Paineennosto tapahtui hyvin hitaasti, joka johtui ilmeisesti riittämättömästä ilmauksesta. Paineen noustessa käytiin käsin kiristämässä kattilan pohjaventtiileitä. Taukoja paineenkorotuksessa aiheutui myös paineauton tankkauksesta sillä vettä kului ennakoitua enemmän. Paineessa päästiin lopulta arvoon 347bar, jonka jälkeen kattilan kattokaapissa havaittiin 3 kpl vuotoja kuuloaistin perusteella. Tämän jälkeen koe lopetettiin ja todettiin suoritetuksi.

Tämän jälkeen aloitettiin välittömästi kattilan paineenlasku ja valmistelut vuotokohtien korjaamiseksi. Vuotokohtien korjaaminen edellytti kattilan vajauttamista siten että pintaa laskettiin alle pullojen (vesi-höyry erotus) minimipinnan. Ongelmia korjaushetkissä aiheutti myös voimakas imu kattilaputkistossa, joka saatiin loppumaan sulkemalla kaikki vesitykset vesi/höyrypiirissä.

Korjausten jälkeen kattila oli ns. märkäsäilönnässä. Märkäsäilöntä ei ollut kuitenkaan onnistunut, koska kattilaa jouduttiin vajauttamaan. Myös tuorehöyrylinjat olivat täynnä vettä, mikä tulisi huomioida käynnistyksen yhteydessä vesittämällä ne tyhjäksi.

Paineenkorotuskäyrä (Kuva 9.) näyttää, kuinka paine lähtee kattilassa nousemaan hitaasti. Käyrä kääntyi aina laskusuuntaan, kun painepesuauto tankattiin tai jokin venttiili alkoi vuotamaan läpi. Todettiin myös, että kattilassa oli ilmaa ja tällöin paineen korotusnopeus pidettiin hitaana, jotta kertynyt ilma ehti painua kokoon. Käyrän oli pitänyt siis periaatteessa olla lineaarinen ajan ja paineen suhteen.



Kuva 9. Kattilan painekäyrä painekokeessa

10 KOEAJO

10.1 Koeajosuunnitelma

Koeajo suunniteltiin alun perin ajettavaksi 7.11.2018. Samassa yhteydessä tehdään kantaverkkoyhtiö Fingridin vaatima reservikoeajo. Laitos kuitenkin oli ajovalmiudessa välittömästi painekokeessa esiintyneiden vuotojen korjausten jälkeen 3.11.2018. Koska painekokeessa ilmeni kattilavuotoja ja korjaus jouduttiin aloittamaan heti kokeen loputtua niin kattila jäi ns. märkäsäilöntään. Tulistimien tarvitsema peittauksen jälkeinen magnetiittikalvonajo päätettiin täten suorittaa vasta koeajon yhteydessä.

10.2 Koeajossa tehtävät testit

Koeajoon suunniteltiin testattavaksi kattilan täystarkastukseen liittyvät kp-reduktioventtiilit, sekä välitulistuksen varoventtiilit. Koeajo venyi ensimmäisen polttimen sytyksestä n;15h, ennen kuin laitos päästiin tahdistamaan verkkoon. Koeajon venyminen johtui höyrynäytteiden rautapitoisuuden korkeasta ja vaihtelevasta arvosta. Tämän arveltiin johtuvan peittauksen jäämistä, jotka kuitenkin todettiin huuhtoutuvan lopulta pois. Ylösajossa suunnitellut testit peruuntuivat aikataulun epätarkkuuden vuoksi ja ne päätettiin tehdä alasajon yhteydessä.

10.3 Koeajon kulku

Varsinainen generaattorin tahdistuksen jälkeinen tehoajo sujui varsin normaalisti ja koeajon kesto oli 24 tuntia.

Alasajon yhteydessä tehdyt kp-reduktioventtiilien testaukset ja vt-varojen koeistukset menivät seuraavasti:

- KP-reduktio painekeytkin LBA11CP004 avautui 265bar
- KP-reduktio painekeytkin LBA11CP005 avautui 264bar
- KP-reduktio painekeytkin LBA11CP006 avautui 266bar

Suunniteltu avautumispaine oli 260bar.

- VT-varoventtiili painekytkin LBC11CP003 avautui 60bar
 - VT-varoventtiili painekytkin LBC11CP004 avautui 59,8bar
 - VT-varoventtiili painekytkin LBC11CP005 avautui 60bar
- Suunniteltu avautumispaine 58bar.

Molempien osalta tarkastus tulkittiin hyväksytysti suoritetuksi.

Koeajon alkaessa suoritettiin tulistimien magnetiittikalvon kehitysajo. Magnetiittikalvon kehitysajo aloitettiin alhaisella syöttöveden pH-arvolla kun tavallisesti veden pH-arvo <7. Kehitysajon aikana veden pH-arvoa nostettiin hitaasti siten, että kehitysajon loppupuolella käyttö pH:n (8,5-9) tasolle. Kattilan lämmitys aloitettiin hitaasti ja samalla paine pyrittiin pitämään tasolla 10-20bar. Pientä painetta pidettiin yli 10 tuntia, jonka jälkeen aloitettiin normaali tehonnosto.

Vettä jouduttiin puhdistamaan korkean rautapitoisuuden takia 12 tuntia, ennen kuin höyry voitiin johtaa turbiinille. Rauta-arvo liikkui välillä 50 – 250ppm, kun sen raja-arvoa turbiinille ajettaessa voidaan pitää < 30ppm.

11 ONGELMIEN TARKASTELU

11.1 Projektin ongelmakohdat

Projekti kokonaisuutena sujui ilman suurempia ongelmia. Tarkastuksessa löytyneet ongelmat, jotka eivät olleet etukäteen tiedossa muodostivat haasteita työn etenemiselle. Projektin aikataulutuksessa oli kuitenkin varauduttu mahdollisiin ongelmiin jo suunnittelu vaiheessa. Ennakoimattomat ongelmat tuovat tullessaan niin aikataulumuutoksia, kuin lisäkustannuksia, mutta tässä projektissa vaikutti että ne oli optimaalisesti hallittu.

Varsinaisia ennakkosuunnitelmissa huomioimattomia tekijöitä esiintyi seuraavasti:

- tulistinelementtien kiinnitysten pettäminen ja tulistin slingojen putoaminen
- aikatauluongelmat eri toimijoiden kesken
- peittausliuoksen käsittely neutralointisäiliössä
- magnetiittiajon suunnittelu
- painekokeeseen liittyvien rajapintaventtiilien ennakkohuolto

11.2 Ratkaisuehdotukset

Ratkaisuehdotukset edellä mainittujen ongelmakohtien korjaamiseksi:

- tulistinelementtien kiinnityksien korjaaminen vaati erillisen työryhmän tunkaamaan elementit ylös. Työ kestää arviolta 1-2 viikkoa ja vaatii myös melko mittavat telinetyöt.
- aikatauluongelmiin eri toimijoiden kesken on mielestäni hyvä ratkaisu jos työ tilataan kokonaispakettina. Tällöin esimerkiksi hitsaustyön toimittaja huolehti lämpökäsittelystä. Järjestely tuo kuitenkin lisäkustannuksia.
- sekä peittausliuoksen käsittely kuin magnetiittikalvon ajokin vaatisi erityisen vesikemian ammattilaisen. Tuo lisäkustannuksia.
- rajapintaventtiilien huolto aina ennen painekoetta. Tuo lisäkustannuksia.

12 YHTEENVETO

Kokonaisuutena projekti kuitenkin oli onnistunut. Kaikki tarpeellinen täystarkastukseen liittyvä saatiin tehtyä ja budjetoidussa kustannuksissa pysyttiin. Mitään suurta yllättävää ei löytynyt mutta kuitenkin jotakin pientä, joihin on syytä varautua jatkossa mahdollisina lisäkustannuksina.

Oppimistilanteena projekti oli ainutlaatuinen ja erittäin opettavainen. Käytännön kokemus tarjouksen laadinnasta, projektisuunnitelmasta, NDT-tarkastuksista, hitsaustöiden valmistelusta, hitsausten jälkikäsitelystä, peittauksesta, magnetiittikalvon kehityksistä ovat kaikki sellaista, joihin ei normaalisti käyttövuoron esimiehenä näin käytännönläheisesti pääse tutustumaan.

Tästä projektista laadittu opinnäytetyö toimi erinomaisena oppimistapahtumana ja opintoja tukevana viimeistelynä. Tutkintoon kuuluvien kattilan käytönvalvojan pätevyyteen vaadittavien opintojaksojen teoreettiseen sisältöön yhdistettynä, tämä projekti antaa erinomaiset valmiudet toimia jatkossa kenties Meri-Porin kattilan käytönvalvojana.

LÄHTEET

Johan Westermarck Maintpartner Group, CEO 1.4.2016. Maintpartner Oy:n www-sivut. 2018. Viitattu 5.11.2018. <http://maintpartner.fi>

Käyttötalousraportointi, Maintpartner Oy, Meri-Pori, 2018. Viitattu 6.11.2018.

Pohjolan Voima www-sivut. 2018. Viitattu 6.11.2018. <http://www.pohjolanvoima.fi>

Fortum Oy www-sivut. 2018. Viitattu 7.11.2018. <http://www.fortum.com>

AEL www-sivut. 2018. Viitattu 9.11.2018.

<https://www.ael.fi/koulutustarjonta/painelaitteet-2017-lainsaadanto-uudistuu>

Painelaitelaki, 1144/2016. Viitattu 9.11.2018. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016>

Enprima Ltd, Risto Sonninen. 1994. Käsiöohje. Viitattu 16.11.2018

Enerkem Oy, Tim Nylund. 16.10.2018. Käsiöohje. Viitattu 18.11.2018

SFS-käsikirja. Paineastiat. 1994. Viitattu 19.11.2018

MP-HA-0028 Jari Niemelä. 1992. Viitattu 4.2.2019

KATTILAN TYHJENNYS 12.09.2018

Tyhjennetään kattilan kp-osa

Avataan syvelinjan ja kp-osan vesitykset:

LAB20AA03, LAB20AA024, LAB20AA025, LAB20AA026

LAE00AA003, LAE00AA004

HAN11AA001, HAN11AA002, HAN12AA001, HAN12AA002

HAN13AA101 (moottoriventtiili)

HAN14AA001, HAN14AA002, HAN15AA001, HAN15AA002, HAN18AA001, HAN18AA002

HAN20AA101 (moottoriventtiili)

HAN21AA001, HAN21AA002, HAN44AA001, HAN44AA002, HAN46AA001, HAN46AA002,
HAN54AA001, HAN54AA002

Avataan kp-tulistimien vesitykset:

HAN24AA101, HAN26AA101, HAN27AA101, HAN32AA101, HAN33AA101, HAN34AA101,
HAN35AA101, HAN47AA101, HAN52AA101

Avataan kattilan kp-osan ilmaukset:

HAN23AA101, HAN25AA101, HAN28AA101, HAN29AA101, HAN31AA101, HAN36AA101,
HAN37AA101, HAN43AA101, HAN45AA101

Avataan ilmaukset:

HAN17AA001, HAN17AA002, HAN19AA001, HAN19AA002, HAN48AA001, HAN48AA002,
HAN49AA001, HAN49AA002

Avataan venttiilit:

HAG21AA101, HAG21AA102, HAG22AA101, HAG22AA102, HAG30AA101, HAG31AA101,
HAG32AA101, HAC11AA101, HAN53AA101

Otetaan sähköt pois kiertopumpulta HAG30AP001 BFB08.B

Avataan venttiilit:

LAE11AA101, LAE12AA101, LAE13AA101, LAE14AA101, LAE21AA101, LAE22AA101,
LAE23AA101, LAE24AA101

MAN14AA101 CUA11

--	--

Otetaan sähköt pois venttiililtä:
LBR51AA101 BFK07.A

Tehty	Purettu

Avataan ja otetaan sähköt pois: CPK50/60 keskuksilta lähtee kai-
kista

HCE20AA101
HCB50AA101
HCB01AA101
HCB01AA102
HCB10AA101
HCB10AA102
HCB10AA103
HCB11AA101
HCB11AT001
HCB12AA101
HCB12AT001

Tehty	Purettu

Suljetaan nuohoushöyryn käsiventtiili
HCB01AA001

Tehty	Purettu

Kuonakaukalo tyhjennys:

AVAA pohjaventtiili HDA10AA001

Tehty	Purettu

Otetaan sähköt pois kuljettimilta:

HDA10AF001 BFG08.F
HDA20AF001 BFB06.A

Tehty	Purettu

Suljetaan venttiilit:

PCB64AA003 ja LDR20AA001 sekä suljetaan pinnan-
mittauksen ja säätöventtiilin paineilmat.

Tehty	Purettu

Suljetaan nuohoushöyryn käsiventtiili
HCB01AA001

Tehty	Purettu

**Otetaan SÄHKÖT POIS kattilan NUOHOIMILTA
(keskukset CPK50/60) sekä luvon nuohoimilta ja
säätöventtiileiltä. Kaikki menee kylmäksi kun ote-
taan sähköt pois BME08.C ja BME08.D kaapilta**

HCN NUOHOUK keskus sähköt pois BME08.C

HCE NUOHOUKESKUS sähköt pois BME08.D

Tehty	Purettu

Avataan nuohoushöyryn vesitysventtiilit.

HCN50AA101

HCN10AA101

HCN10AA102

HCN10AA103

HCN12AA101

Tehty	Purettu

**Pysäytetään ja otetaan sähköt pois VT-varojen hydr.
Pumput**

HAV00AP001 (A-porras +47-taso)

HAV00AP002

HAV00AP003

HAV00AN001

Tehty	Purettu



TARKASTUSPÖYTÄKIRJA / INSPECTION REPORT

Silmämääräinen

Konttori - Office: 535 Pori

Työ nro / Work no WO-00719759	Pik. Nro / Document no. 66833844433	Rev. No. 0	Järjestys No. / Sequence No. -	Sivu / Sheet 1 of 1
Liitteet / Attachments -	Liitteet kpl. / Attachments pcs. -	Aliaikooan pik. nro / Customer's document no. -		
Tarkastussuunnitelma nro / Inspection plan no. -				

Tilaaja / Purchaser Maint Partner / Jukka Pyykönen		Laitos tai tarkastuspaikka / Plant or place of inspection Tahkoluodon Voimalaitos		
Tarkastuskohde / Inspection object Kattila K18000 Sekundääntullatin				
Piirustus nro / Drawing no. AO 862	Rev. nro -	Perusaine / Base material -	Nimellimitat / Nominal dimensions Ø-	
Pinnan laatu / Surface Condition Käytetty		Lämpötila / Temperature 20°C	Lämpökäsittely / Heat treated Ei	
Tarkastusohje / Inspection procedure ISO 17637:2016	Rev. nro -	Liitosaatimus / Quality requirement -	Tarkastuslaajuus / Scope of examination Silmämääräinen näkyvin osin	
Käytetyt laitteet / Used equipment ohdevalo, Kamera, Työntömitta, Muotokampa			Laitte nro. / Equipment no. -	
Lisätietoja / Supplementary data -				
Huomiot ja poikkeamat tarkastusohjeesta / Observations and defects from inspection manual Tarkastettiin tulipesästä kelkasta käsin. Elementit siistissä järjestyksessä				
Tarkastustulos / Result of inspection				
<input type="radio"/> Täyttää vaatimukset / Fulfills requirements	<input type="radio"/> Ei täytä vaatimuksia / Does not fulfill requirements	<input type="radio"/> Korjattu, täyttää vaatimukset / Repaired, fulfills requirements	<input checked="" type="checkbox"/> Huomiot raportoituun / Observations are reported	
Tarkastajan nimi / Name of inspector Juha Starck	Allekirjoitus / Signature 	Paikka / Place Tahkoluoto	Päiväys / date 11.10.2018	Pätevyys / Competence SFS-EN ISO 9712 6683 L2
Valvoja / Supervisor -				

DEKRA Industrial Oy

Notified Body No. 0875

Tuuskankuja 1
FIN-01740 Vantaa, FINLAND
E-mail: info@dekra.fi
tel +358 (0)9 878 020
fax +358 (0)9 878 6653

HITSAAJAN PÄTEVYYSTODISTUS

WELDER APPROVAL TEST CERTIFICATE

SFS-EN ISO 9606-1 (2017)

PED 2014/68/EU



Pöytäkirjan nro. Report No.

H14982

Työnantaja Employer	Toimipalkka ja yhdyshenkilö. Office and contact person		
Porin Teollisuusputki Oy	Pori, Janne Kujansuu		
Osoite Address	Puhelin Phone		
Nyrhintie 19 28760 Pori	0405270898		
Hitsaaja (nimi ja sukunimi) Welder	Tunnus ID	Syntymäaika ja -paikka Date and place of birth	
Kataja Eelis	EK-52	13.5.1952, Pori	
Tunnistamistapa Means of identification	Tietopuolinen osaaminen Job knowledge		
Ajokortti Driving licence	Ei testattu Not tested		
Kokoon merkintä Designation			
SFS-EN ISO 9606-1 (2017) 141 T BW/FW FM3 S t1,6/8 D21,3/60,3 H-L045 ss nb ml			

Vaikka (vasemmalla)
Photo (if required)

VALVONTA SUPERVISION

NEUJUTTIJAT PARAMETERS	HITSAUSKOKOEN MERKINTÄ / YKSIYTIKHOHTA WELD TEST DESIGNATION / DETAIL		PÄTEVYYSALUE RANGE OF APPROVAL	
Hitsausprosessi Welding process	141	TIG (S)	141, 142, 143, 145	Ks. Ref. 5.2
Kaarimuoto Transfer mode				Ks. Ref. 5.2
Levy tai putki Plate or pipe	T	Putki Tube	T, P, T(B) haarakulma ≥60°, T(B) branch angle ≥60°	Ks. Ref. 5.3
Liitosmuoto Type of joint	BW/FW	BW+FW Lisäkoee Suppl. test	BW, FW	Ks. Ref. 5.4
Puruainesryhmä Base metal group	5	13C/Mo4-5	1-11 (paitsi/except 142: 5)	Ks. Ref. 5.6
Lisäaineryhmä Filler material group	FM3	OK Tigrod 13.12	FM1, FM2, FM3	Ks. Ref. 5.5
Lisäainetyyppi Filler material type	S		S, M, nm, Juuri Root: S	Ks. Ref. 5.6
Shielding gas	Inertti Inert	Argon	-	
Apuainet Auxiliaries			-	
Virtatyyppi ja polariteetti Type of current and polarity	DC-		-	
Ammeyksikön / Hitsausnopeus (mm) Material / Deposited thickness (mm)	1,6/8,0		1,6 ... 16	Ks. Ref. 5.7
Putken ulkohalk. (mm) Outside pipe diam. (mm)	21,3/60,3		≥ 21	Ks. Ref. 5.7
Hitsausasento Welding position	H-L045		PA, PB, PC, PD, PE, PF, (PH, H-L045)	Ks. Ref. 5.8
Hilan yksityiskohdat Weld details	ss nb		ss nb, ss mb, bs, ss gb, ss fb	Ks. Ref. 5.9
Yksikerroksinen Single layer	ml	Monipalkko Multi layer	FW: st, mt	Ks. Ref. 5.9
Hitsauspvm. Weld date	Kokoon valvoja Examiner 10.4.2018 Seppo Saarela, DEKRA Industrial Oy		WPS nro WPS No. 141.5.1/4032, -8015H	

TARKASTUS INSPECTION

Tarkastusmenetelmä Type of test	Suoritettu ja hyväksytty Performed and accepted	Ei vaadittu Not required
Silmänselkäläinen Visual	10.04.2018 182	
Radiografia tai ultrasoni Radiography or ultrasonic	20.-23.4.2018 D48441,-469	
Kiurtokoe Fracture	10.04.2018 182 (FW)	
Tähtikokeet Bend test		X
Maikroskoopia Macro		X
Lisäkoekset Additional test		X

Huomautukset Notes

--

HYVÄKSYNTÄ APPROVAL

Paikka Place	Oikiluoto
Päivämäärä Date	12.6.2018
Hyväksyjä Approval	Mikka Lang
Yritys Company	DEKRA Industrial Oy
Allekirjoitus Signature	Digitaalisesti allekirjoitettu. Digitally signed.



VOIMASSAOLON JATKAMINEN PROLONGATION FOR APPROVAL

Päiväys Date		Allekirjoitus Signature	
Päivityksen jatkaminen seuraavaksi 6 kuukaudeksi (työnantaja, ks. kohta 9.2) Prolongation for approval for the following 6 months (employer, refer to 9.2)			
Voimassaolon jatkaminen seuraavaksi 2 vuodeksi (hyväksyjä, ks. kohta 9.3) Prolongation for approval for the following 2 years (examiner, refer to 9.3)			

Päivitysmenetelmä, ks. kohta 9.3
Revalidation method, refer to 9.3

A

Päivityksen voimassaoloaika
Validity of qualification until

10.04.2021

Rev. 6



Porin Teollisuusputki Oy
 Nyrhentie 19, 28760 PORI
 Puh. +358 40 487 7222

WPS 141/5.1/2123

WELDING PROCEDURE SPECIFICATION
 SFS-EN ISO 15609-1

31.7.2014

Työnumero Work no. Sivunumero Sheet no.
 1 (1)

Valmistaja Manufacturer Porin Teollisuusputki Oy	Projektin nimi Project Menetelmäkoostopöytäkirjan nro WPQR no. PTP 141/5/02	Muu ohje Other procedure Lämpökäsittelyohje 2
Paikka Place Pori	Rullon valmistusmenetelmä ja puhdistus Method of preparation and cleaning Hionta / Harjaus	
Hitausasento Welding position Kaikki paitsi PG ja J-L045	Perusaine Parent material 13 CrMo 4-5	Materiaaliryhmä Material group 5.1
Aineensiyntimuoto Mode of metal transfer	Paksuus Thickness [mm] 1,8-5,2	Ulkoalkaisija Outside diameter [mm] 10,6-42,6
Liitosmuoto Joint type BW=päittäishitsi	Hitsilaji Weld type 141-Tig	

Palko Run	Hitausprosessi Welding process	Lisäaineen koko Size of filler metal [mm]	Hitausvirta Current [A]	Kaarijännite Voltage [V]	Virtalaji Current type [AC, DC+, DC-]	Langansyöttö Wire feed speed [m/min]	Kuljetusnopeus* Travel speed [mm/min]	Lämmönsuonti* Heat input [kJ/mm]
1&2 PF	141	2	40-60	22-26	DC+		16	2-3,5
1&2 PC	141	2	40-60	22-26	DC+		42	0,8-1,3

Lisäaine Filler metal OK Tigrod 13.12	Käsittely Baking or drying Valmistajan ohjeen muk	Korotettu työlämpötila Preheat temperature 200-250 C	HITSIN DIMENSIOT WELD DIMENSIONS
Jauhe Flux		Välipalkolämpötila Interpass temperature max 300 C	a 40-60°
Suojakaasu Shielding gas Ar	Virtausnopeus Flow rate 8-10 l/min	Ylläpitolämpötila Pre-heat maintenance temperature	b 0-4 mm
Juurikaasu Gas backing	Virtausnopeus Flow rate	Vedynpoistohetketus Post-heating	c 0-2 mm
			t 2,6 mm

Voltframi-elektrodin tyyppi Tungsten electrode type Koko Size
WT 2%, 2,4mm

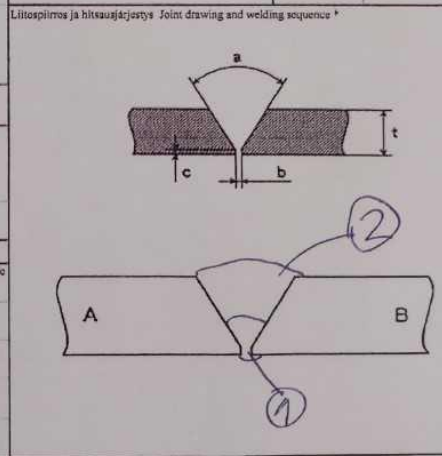
Juurin avaus/juurituki Details of back gouging/backing

Hitsauksen jälkeinen lämpökäsittely ja/tai vanhentaminen
Post-weld heat treatment and/or ageing


Menetelmä Method Sähkövastukset	Aika Time minimi 30 min
Lämpötila Temperature 630-700	Jäähdytysnopeus Cooling rate * max 275 ast. C/h
Kuumennusnopeus Heating rate *	
50-220 ast. C/h	

Muu informaatio Other information *

Sivuttähtäily Weaving	Vapalankapituus Stand off distance
Vaaputus Oscillation	
Pulsivahitus Pulse welding	Plasmahitsaus Plasma welding
Hitauspiistoolin/hitsaimen kulma Torch angle	
Suuttimetäisyys Distance contact tube/work piece	



* Jos vaadittu If required	Hyväksyntä Approval
Valmistajan edustaja Manufacturer's representative	Pvm ja allekirjoitus Date and signature
Pvm ja allekirjoitus Date and signature 31.07.2014 <i>[Signature]</i>	Pvm ja allekirjoitus Date and signature 31.07.2014

	PAINELAITTEEN KORJAUSSUUNNITELMA		Nro / No	2 / 2018
	REPAIR PLAN OF PRESSURE EQUIPMENT		Sivu / Page	1 (1)
			Muutos / Rev.	0

1 Yleistiedot / General information

Toimittaja / Supplier	Työnro / Work no.	Laatija / Prepared	Pvm / Date
Porin Teollisuusputki Oy	18901	Janne Kujansuu	31.7.2018
Tilaaaja / Client	Kohde / Subject	Toteutusaika / Schedule	
Fortum, Meri-Porin Voimalaitos	Kattila, HAD20BG001	31.7.2108	
Piirustukset ja muu aineisto / Drawings and further documentation			Tunnus / Identifier
Työmaalla käynti ja tilanteen toteaminen			HAD20BG001
Vaurion kuvaus (Tarvittaessa) / Description of the damage (if necessary)			
Kahden elementin välisestä evästä lähtenyt särö, joka edennyt putkeet asti. (Tarkastusraportti liitteenä)			
Korjaus- / muutostöiden kuvaus / Description of the repair or modification work			
Hiotaan särö pois ja hitsataan TiG:llä sauma kiinni. Lisäaine 13.12. Putki 13CrMo44, 38x5,6mm			

2 Sovellettavat säädökset ja ohjeet / Directives and instructions applied

Säädökset / Directives	Moduulit / Modules	Huomautuksia / Remarks
X G-moduulia soveltaan 1144/2016 kohdan 76 mukaan	G	Rekisteröidyt painelaitteet
Tilaaajan ohjeet / Client's instructions		

3 Suunnitteluarvot / Design data

Suunnitteluapaine / Design pressure	287	bar
Suunnitteluämpötila / Design temperature	470	°C
DN tai tilavuus / DN or capacity		

4 Materiaaliryhmät / Material groups

1.1, 1.2	St 35.8, C22.8, P235GH, 16Mo3 ja vast.
8.1	1.4301 (304), 1.4436 (316) ja vast.
X 5.1, 5.2	13CrMo4-5, 10CrMo9-10 ja vast.

5 Hitsaus / Welding

Hitsi / Weld	Menetelmä / Process	Hitsausohje / WPS	Lisäaineet / Consumables	Huomautuksia / Remarks
1 ja 2 palko	141	PTP WPS 141/5.1/2123	OK 13.12	

6 NDT

Hitsi / Weld	Menetelmä / Method	Laajuus / Extent	Hyväksymisraja / Acceptance level	Huomautuksia / Remarks
Korjatut saumat	MT	100 %	B	

7 Paineet / Pressure test

Kohde / Subject	Välialine / Medium	Koepaine / Test pressure	Huomautuksia / Remarks
-			

8 Yhteystiedot / Contact information

Tilaaaja / Client	Maintpartner Oy	Toimittaja / Supplier	Porin Teollisuusputki Oy	Tarkastuslaitos / Inspection body	Inspecta Tarkastus Oy
Yhteyshenkilö / Contact person	Jukka Pyykönen	Yhteyshenkilö / Contact person	Janne Kujansuu	Yhteyshenkilö / Contact person	Saku Teperi
Puhelinnumero / Phone number	0504543741	Puhelinnumero / Phone number	0405270696	Puhelinnumero / Phone number	0505401536

Porin Teollisuusputki Oy