

Petri Niemi

HIEKAN KULJETUKSEN KEHITYS

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

2017

HIEKAN KULJETUKSEN KEHITYS

Niemi Petri
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Kone ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Toukokuu 2017
Ohjaaja: Juuso, Jarmo
Sivumäärä: 26
Liitteitä: 2

Asiasanat: sähkölaitokset, putkistot, voimalaitos, kunnonvalvonta

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli löytää kehitys ratkaisuja Porin Prosessivoima Oy:n Kaanaan voimalaitoksen hiekan palautuslinjaan ja hiekkasiilon täyttölinjaan, joiden putkisto rikkoontuu usein. Samantapaisia käytäntöjä on kaikilla voimalaitoksilla, joissa käytetään kiinteää polttoainetta.

Työssä käydään lävitse kunnossapitoa ja kunnonvalvontaa yleisesti ja esitellään Kaanaan voimalaitoksen hiekkajärjestelmä. Työ aloitettiin tutkimalla teoriaa ja tämän jälkeen tutkimalla nykyisiä käytössä olevia käytäntöjä. Työssä tutustuttiin voimalaitokseen Porissa ja sen ulkopuolella.

Tulosten pohjalta laadittiin uusia ratkaisuja hiekka putkiston kestävyuden ja valvonnan parantamiseksi.

DEVELOPMENT OF SAND TRANSPORTATION

Niemi, Petri

Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Mechanical and Production Engineering

May 2017

Supervisor: Juuso, Jarmo

Number of pages: 26

Appendices: 2

Keywords: electricity works, pipings, power plant, condition monitoring

The purpose of this thesis was to find new solutions to sand transportation in Kaanaa power plant of Porin Prosessivoima. All the power plants that use solid fuel, have similar kind of customs in sand transportation.

In this thesis, it is told what is maintenance and condition monitoring and what kind of sand transportation system is in use in Kaanaa power plant. Thesis was started by researching theory of maintenance and condition monitoring and after that researching sand transportation in use. In this thesis, other power plants were introduced in Pori and outside.

By the results of this researching, was made new solutions to improve sustainability and monitoring of sand pipings.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	PORI ENERGIA OY.....	6
2.1	Aittaluodon voimalaitokset.....	7
2.2	Porin Prosessivoima Oy.....	7
2.2.1	Kaanaan voimalaitos CFB.....	7
3	LEIJUPEDIT.....	9
3.1	Leijupeti.....	9
3.2	Kiertoleijupeti.....	9
4	HIEKKA JA POHJATUHKA KAANAAN VOIMALAITOKSELLA.....	11
4.1	Pohjatuhka.....	11
4.2	Hiekan palautus.....	12
4.3	Hiekkasiilon täyttö.....	13
4.4	Kustannukset putkiston hajoamisesta.....	14
5	BENCHMARKING.....	16
5.1	Aittaluodon voimalaitos.....	16
5.1.1	Petihiekan puhdistus.....	16
5.2	Kattilalaitos satakunnassa.....	17
5.2.1	Kattilalaitoksen hiekan palautus.....	17
5.3	Benchmarking:in lopputulos.....	18
6	KUNNOSSAPITO JA KUNNONVALVONTA.....	19
6.1	Kunnossapitolajeja.....	19
6.2	Mittaukset.....	20
6.2.1	Virtausmittaus.....	20
6.2.2	Ainevahvuuden mittaus.....	21
7	TOIMENPIDE EHDOTUKSET.....	22
7.1	Pallokäyrä.....	22
7.2	Kunnonvalvonta.....	23
7.3	Huomioita.....	24
	LÄHTEET.....	26
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli etsiä syitä ja ratkaisuja Porin Prosessivoiman Kaanaan voimalaitoksen hiekan täyttö- ja palautuslinjan kestävyysongelmiin. Opinnäytetyössä on Benchmark luku. Sen tarkoituksena oli selvittää muiden voimalaitosten käytäntöjä ja kokemuksia, jotta löydettäisiin uusia ratkaisuja Porin Prosessivoima Oy:n Kaanaan voimalaitoksen hiekkalinjojen korjaukseen ja kehitykseen. Opinnäytetyössä asiaa tutkittiin myös kunnonvalvonnan näkökulmasta.

Tällä hetkellä hiekan palautuslinja rikkoontuu usein. Lisäksi hiekan täyttölinjan käytössä purkuajat ylittävät sopimuksessa määritellyn purkausajan lähes poikkeuksetta. (Liite 2). Tämä rasittaa purkausputkistoa lisää.

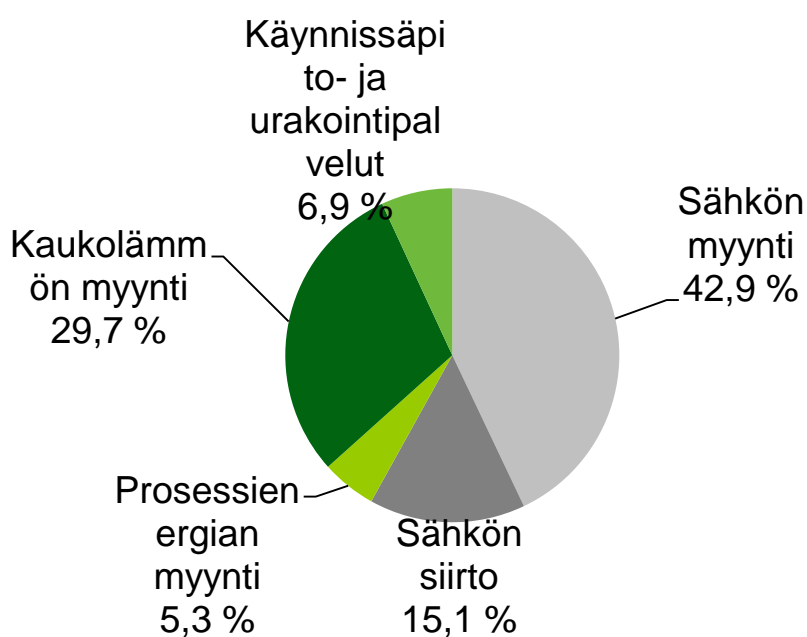
Haluan kiittää työnantajaani opinnäytetyön aiheesta ja tuesta työn tekemisen aikana. Kiitän myös kotipuolesta saatua tukea.

2 PORI ENERGIA OY

Pori Energia Oy on Porin kaupungin omistama osakeyhtiö. Pori Energia Oy tuottaa ja siirtää sähköä. Se tuottaa myös kaukolämpöä Porin kaupungille ja prosessienergiaa Aittaluodon- ja kupariteollisuusalueen yrityksille. Pori Energia Oy:n sähköverkossa on yli 50 000 asiakasta Porin alueella. Kaukolämpöä toimitetaan myös Ulvilaan, Harjavaltaan, Laviaan ja Kristiinankaupunkiin.

Pori Energia Oy toimittaa teknisiä palveluita, kuten voimalaitosten käynnissäpitoa ja sähköverkkojen käyttöpalveluita. Pori Energia Oy tuottaa myös kaukojäähdytystä. Sitä käytetään mm. rakennusten jäähdyttämiseen. Kaukojäähdytystä on käytössä esimerkiksi Satakunnan keskussairaalassa. Lisäksi se myy aurinkoenergiajärjestelmiä.

Yhtiössä työskenteli vuonna 2016 227 vakituista työntekijää. Yhtiön päätoimipiste sijaitsee osoitteessa Radanvarsi 2, Pori. /1/



Kuva 1. Liikevaihdon jakautuminen Pori Energia Oy:ssä vuonna 2016 /1/

2.1 Aittaluodon voimalaitokset

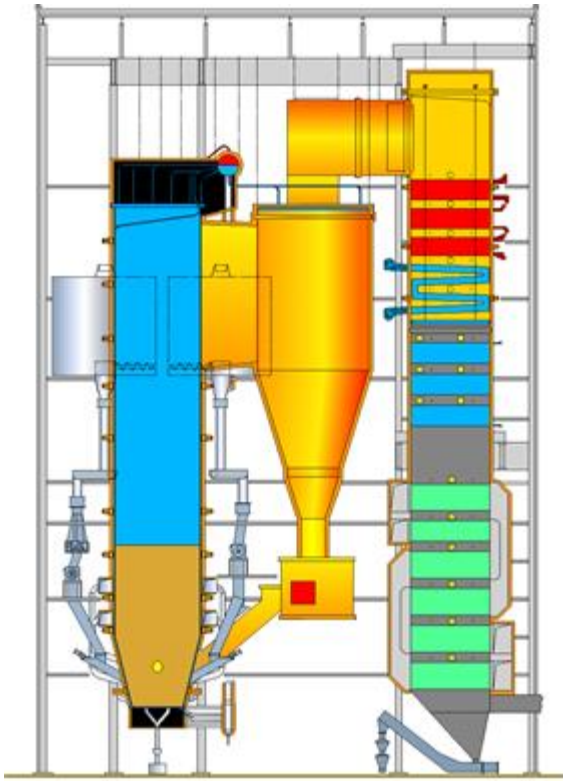
Porin kaupungissa sijaitsevat Aittaluodon voimalaitokset ovat Pori Energia Oy:n omistamia laitoksia. Laitokset tuottavat sähköä Porin Kaupungille sekä kaukolämpöä Porin ja Ulvilan kaupungeille sekä prosessihöyryä Aittaluodon- ja Kupariteollisuusalueen yrityksille. Aittaluodon voimalaitoksien yhteenlaskettu lämpöteho on 206 MW, josta saadaan kaukolämpötehoa 100 MW ja sähköä 55 MW.

2.2 Porin Prosessivoima Oy

Porin Prosessivoima on Pohjolan Voima Oy:n omistuksessa oleva tytäryhtiö. Porin Prosessivoima omistaa Kaanaan voimalaitoksen. Sen käynnissäpito on ostettu Pori Energia Oy:ltä.

2.2.1 Kaanaan voimalaitos CFB

Kaanaan teollisuusalueella sijaitseva voimalaitos on Porin Prosessivoima Oy:n omistama bio-voimalaitos, joka valmistui vuonna 2008. Kattila on malliltaan kiertopeti-kattila (CFB on lyhenne englannin kielen sanoista circulating fluidized bed). Voimalaitos käyttää polttoaineenaan turvetta, puuta, haketta, hiiltä sekä kierrätyspolttoainetta. Bio-polttoaineen osuus vuonna 2016 oli n. 47 %. Laitoksen käynnissäpidosta vastaa Pori Energia Oy. Pori Energia Oy hallinnoi n. 40 % Porin Prosessivoima Oy:n osakkeista. Laitos tuottaa sähköä 65 MW ja kaukolämpöä Porin Kaupungille maksimi teholla 72MW. /2/



Kuva 2 CFB-kattila (Kuva Metso Oy)

3 LEIJUPEDIT

Leijupetikattilassa on leijupeti eli ns. hiekkapatja kattilan alaosassa. Kiertoleijupedisä ei tätä ole vaan hiekka kiertää kattilan ja syklonin väliä. Kattilassa olevaa polttoainetta ja hiekkaa leijutetaan tai kierrätetään ilman avulla. Leijupoltto mahdollistaa hyvin eri polttoaineiden käytön, koska polttoaine hajoaa pieneksi kattilan hiekkakerroksessa ja tämän vuoksi palaa hyvin.

3.1 Leijupeti

”Leijukerroksen toimintaperiaate käy selville, kun tarkastellaan hiekkakerroksen käyttäytymistä ilman virratessa sen läpi eri nopeuksilla. Kun ilmavirran vauhti on hidas, nopeuden kasvaessa kasvaa ilmavirtauksen painehäviö suoraan verrannollisena nopeuteen. Tällöin hiekkakerros muodostaa kiinteän ilmavirtauksen vaikutuksesta liikkumattoman kerroksen. Nopeutettaessa ilmavirtaa kasvaa painehäviö ja tietyssä nopeudessa se on kasvanut hiekkakerroksen hydrostaattisen paineen suuruiseksi. Silloin ilmavirtauksen hiekkapartikkeleihin kohdistama voima on yhtä suuri kuin maan vetovoima ja hiekkakerros alkaa ilmavirtauksen vaikutuksesta leijua.” (Huhtinen, Kettunen, Nurminen & Pakkanen 1994, 154)

Tällöin tulipesän alaosaan on muodostunut niin sanottu hiekkapeti. Tämä hiekkapeti erottuu selvästi kattilassa ja sen voidaankin ajatella olevan kerros ”sulaa” hiekkaa. Tämä peti on keskimäärin 550 senttimetriä paksu. Leijupedissä on suuri lämpövaraus eikä hieman märempi polttoaine aiheuta juurikaan muutoksia kattilan lämpötilassa tai sen käytössä. /3/

3.2 Kiertoleijupeti

Kiertoleijupedin ilmavirtaus eli leijutusnopeus on leijupedin ilmavirtausta selkeästi suurempaa. Kiertoleijupedissä hiekka ja muut kiinteät partikkelit kiertävät kattilan yläosasta sykloonaan, jossa savukaasu- ja hiekkavirta tekevät pyörteen sykloonan reunoille sen erottaessa kevyet ja painavat kiintopartikkelit. Painavammat partikkelit

tippuvat sykloonan alaosassa sijaitsevaan hiekkalukkkoon, josta hiekka matkaa sulana takaisin kattilaan ja siitä jälleen kierto.

Kiertoleiju periaate toimii hyvin, kun kattilan pohjasta poistetaan säännöllisesti painavaa ja palamatonta kiertoainesta. Tällöin painava materiaali ei häiritse kiertoleijun toimintaa./3/

4 HIEKKA JA POHJATUHKA KAANAAN VOIMALAITOKSELLE

CFB - kattilan hiekkasiilon koko on 60 m³. Kattilan hiekkapedin ollessa 550mm on hiekkaa kierrossa noin 98 tonnia. Kattilan ollessa päällä täydellä kuormalla, joudutaan hiekkaa lisäämään siiloon 2-3 autokuormallista kuukaudessa (n.120 t).

Yksi ongelmakohta on hiekan täyttölinja (ns. autopurkauslinja tai hiekkakuorman purkauslinja) sen pituuden vuoksi. Pitkät ja suorat putkilinjat aiheuttavat hiekan nopeuden kiihtymisen putkessa. Tästä seuraa ns. flipperi-ilmiö, jolloin hiekka rupeaa kimpoilemaan putkessa aiheuttaen pyörteitä ja voimakasta kulumista putkistossa. Täyttölinjaa käyttää petihiekkaa toimittavan yrityksen hiekan kuljetusauto. Linjaa on myös mahdotonta tarkastella visuaalisesti sen kulkiessa purkauskohdasta laitoksen toiselle puolelle. Tätä voidaan pitää myös turvallisuusriskinä. Hiekkakuorman purkamisen itsessään tapahtuu tasaisella ilmapaineella, joka tuotetaan auton omalla paineilmakompressorilla. Kattilan petihiekan toimittajan kanssa on sovittu purkausajaksi kaksi tuntia ja ylimenevästä ajasta laskutetaan sovitulla tuntihinnalla. Tämä kahden tunnin purkausaika ylittyy usein. (Liite 2) Purkaus tapahtumassa hiekka-auton kuljettajan mukaan myös putkiston vastapaine vaihtelee useasti. Tämä ilmenee purkausajan vaihteluna.

Toisena ongelmakohtana on hiekan palautuslinja kattilaan. Hiekan palautuslinjassa hajoamiset tapahtuvat usein laippaliitoksissa ja niiden välittömässä läheisyydessä putkiston suorilla osuuksilla. Hiekan palautuslinja on auton purkauslinjaan verrattuna hieman lyhyempi, mutta mutkia on enemmän. Hiekan kuljetus tapahtuu painelähtimellä. Pinalähtetimen kuljetustapahtuma, mutkikkaat putkistot ja putkistoon mahdollisesti jäänyt hiekka aiheuttavat paineiskuja, jotka rasittavat putkistoa.

4.1 Pohjatuhka

Kattilasta poistetaan pohjatuhkaa neljän minuutin väliajoin seitsemän eri pohjatuhkatorven kautta. Pohjatuhka tippuu kahdelle jäähdytetylle ruuvikuljettimelle, mitkä kuljettavat sen pohjatuhkan kolakuljettimelle. Pohjatuhkan kolakuljetin vie pohjatuhkan rumpuseulalle, jossa erotellaan isommat partikkelit sekä irtoesineet (naulat, rautalan-

gat yms.) pois. Normaaliajossa hienempi pohjatuikka tippuu seualta suoraan painelähettimeen, joka lähettää seulotun pohja-aineen takaisin kattilaan. Karkeampi ja likaisempi pohjatuikka ajetaan pohjatuuhkan konteille 4kpl. /4/



Kuva 2 Pohjatuuhkan poisto (Kuva Petri Niemi)

4.2 Hiekan palautus

Kattilan ollessa normaaliajossa hiekkaa palautetaan painelähettimen tullessa täyteen eli noin 10 minuutin väliajoin. Kuljetus tapahtuu paineilmaverkoston paineella, joka on 6 bar. Lähetytputkisto koostuu vahvaseinäisestä teräsputkesta ja vahvistetuista putkikäyristä. Palautustapahtuma on mallia ”tulppa” millä tarkoitetaan, että painelähetin tyhjentää säiliönsä putkeen paineilmalla ja paineilma työntää tämän säiliöllisen (tulpan) hiekkaa kattilaan. Koska putkistossa kulkee niin sanottu tulppa, joka muuttaa muotoaan kulkiessaan mutkikkaassa putkistossa aiheuttaa se paineiskuja putkistoon.



Kuva 3 Hiekan palautus putki kattilaan (Kuva Petri Niemi)

4.3 Hiekkasiilon täyttö

Hiekkasiilon täyttö tapahtuu hiekan toimittajan puolesta. Heillä on käytössään hiekan kuljetusauto, jonka hiekkakuorma puretaan siiloon autossa olevalla paineilmakompressorilla. Hiekan täyttölinja sijaitsee CFB - kattilan vasemmalla puolella. Täyttölinja lähtee maan tasalta suoraan ylös kymmeniä metrejä, josta se jatkaa matkaansa kattilalaitoksen toiselle puolelle aina siiloon asti (Kuva 4). Auton optimi purkausaika on kaksi tuntia ja hiekkaa menee noin 40 tonnia.

Ajatuksena on löytää tulevaisuudessa uusi kulkureitti purkausputkistolle. Tällä tavoin hiekkakuorman purkausaikaa saadaan varmasti lyhyemmäksi ja toisaalta putkien lyhyys myös todennäköisesti lisää niiden käyttöikä. Putkiston siirto vaatii suunnitelman erikseen ja riskien kartoitus tulisi tehdä tarkoin.



Kuva 4 Nykyinen hiekan täyttölinja (Kuva Petri Niemi)

4.4 Kustannukset putkiston hajoamisesta

Hiekan siirtolinjat aiheuttavat kustannuksia aina korjauksesta siivoukseen. Korjaustarpeita on kuukausittain vähintäänkin kahteen kertaan. Korjaukset aiheuttavat erinäisiä kuluja, joita ovat putkiston korjauskulut materiaaleineen ja töineen sekä siivous- ja telinekulut. Korjaustapahtuman ajaksi joudutaan ottamaan hiekanpalautusprosessi pois ajosta. Sillä tarkoitetaan sitä, että joudutaan ajamaan kattilaan uuta hiekkaa hiekkasiilosta hiekan palauttamisen sijasta. Uuden hiekan käyttö on kallista ja se nostaa oleellisesti vuotuisia kustannuksia. Lajittelematta kustannuksia pienempiin osiin menee rahaa kaiken kaikkiaan vuoden aikana kymmeniä tuhansia euroja putken hajoamisesta aiheutuviin kuluihin.

Kopar Oy:ltä on pyydetty tarjous uudesta hiekan täyttölinjasta. Jos uusi täyttölinja rakennettaisiin toimittajan lyhyemmän vaihtoehdon (Kuva 5) mukaan, tulisi siitä kustannuksia tuhansia euroja (lukuja ei opinnäytetyön julkisessa versiossa julkaista).

Tästä hinnasta puuttuu vielä sähköistyksen ja automaation siirto vanhasta auton purkauspaikasta uuteen sekä vanhan auton purkauslinjan purkaminen.



Kuva 5 Uusi putkireitti (Kuva Petri Niemi)

5 BENCHMARKING

Luvun tarkoituksena on ottaa selvää vastaavanlaisilta voimalaitoksilta tietoa heidän hiekkalinjoista. Näin pyritään saamaan uusia ratkaisuja Kaanaan voimalaitoksen ongelmien ratkaisuun.

5.1 Aittaluodon voimalaitos

Porin Keskustan välittömässä läheisyydessä sijaitsevalla Aittaluodon teollisuusalueella on Porin Energia Oy:n voimalaitokset, joista tässä luvussa käsitellään vuonna 1968 käyttöönotettua Oy W. Rosenlew Ab:n kattilaa. Kattila oli tuolloin arinapetikattila, mutta on sen jälkeen vuonna 1994 saneerattu leijupetikattilaksi. Laitoksen teho on 90 MW.

5.1.1 Petihiekan puhdistus

Polttoaineen ollessa hyvää ja hiekkapedin ollessa hyvässä kunnossa pohjatuhkaa poistetaan kaksi kertaa vuorokaudessa. Kattilan hiekkapedin likaisuuden lisääntyessä joudutaan hiekkaa poistamaan pahimmillaan kaksinkertainen määrä vuorokaudessa. Tämä tarkoittaa sitä, että hiekkasiilo, jonka koko on 40m³, joudutaan täyttämään keskimäärin kerran viikossa. Tästä 40m³ siilosta otetaan hiekkaa myös toiseen kattilaan jakopellin avulla. Tämä lisää kylmempinä vuodenaikoina hiekan kulutusta, koska molemmat kattilat ovat tällöin käytössä.

Kattilan pohjalla on kuusi pohjatuhkan poistoluukkua. Poistoluukuista tiputetaan pohjatuhka jäädytetyille pohjatuhkaruuville ja siitä edelleen pohjatuhkan kolakuljettimelle ja siitä tuhkakonttiin. Kattilalla ei ole hiekanpalautusta vaan poistettu hiekka ajetaan kokonaisuudessaan tuhkakontteihin.

Kyseisen kattilan hiekkaputkisto rikkoontuu tasaisin väliajoin. Putkiston keskimääräinen rikkoontumisväli on 2 viikkoa. /5/

5.2 Kattilalaitos satakunnassa

Satakunnassa sijaitsee 2006 rakennettu BFB kattila (BFB tulee englannin kielen sanoista bubbling fluidized bed), joka on tyypiltään kerrosleijukattila. Kattila tuottaa mm. prosessihöyryä saman teollisuusalueen yrityksille. /6/

5.2.1 Kattilalaitoksen hiekan palautus

Pohjatuhkan poisto tapahtuu 6 pohjatuhkapellin kautta kahdelle jäädytetylle pohjatuhkaruuville. Ruuvien jälkeinen pohjatuhkan kolakuljetin vie pohjatuhkan rum-puseulalle, jossa hienompi aines erotetaan ja palautetaan painelähettimellä (Kuva 6) kattilaan noin 120 kertaa päivässä. Autonpurkauslinjat ovat hiekkasiiloon ja suoraan kattilaan. Suoraa linjaa käytetään kattilan hiekka täyttöön esim. revisioiden jälkeen. Kattilaan lisätään hiekkaa hiekkasiilosta 1-2 tonnia viikossa. Kattilalla on käytössä yksi tuhkakontti, joka tyhjennetään kerran päivässä.

Myös tällä laitoksella hiekan lähetyslinjat ovat erityisen alttiit kulumiselle ja vuotoja onkin vähintään kaksi kertaa kuukaudessa. Vuotoja on lähinnä suorilla putkiosuuksilla laippojen läheisyydessä sekä anturien kiinnityskohtien läheisyydessä. Lähetyslinja on karkeasti arvioiden noin 40 metriä pitkä. /7/



Kuva 6 Hiekan palautuslähetin, Kattilalaitos Satakunnassa (kuva Petri Niemi)

5.3 Benchmarking:in lopputulos

Benchmark luvussa esiintyvillä laitoksilla on vastaavanlaisia ongelmia eikä näissä laitoksissa ole löydetty asiaan hyviä ratkaisuja. Putkiston rikkoontuminen oli melko runsasta. Kummassakaan laitoksessa ei ollut suoria vahvistettuja putkenosia käyrien jälkeen. Putkikäyriä on Aittaluodon voimalaitoksella, heikoimmissa kohdissa vahvistettu alumiini-oksidi pinnoitteella. Tämä on tuonut lisää käyttöikää käyrille.

6 KUNNOSSAPITO JA KUNNONVALVONTA

Teollisuuden prosessit ja prosessilaitteet kuluvat ja rikkoontuvat. Kunnossapito on olemassa olevien resurssien käyttöä, joilla ylläpidetään tai palautetaan kohteen toimintakyky sellaiseksi, että se pystyy suorittamaan haluttu tehtävä tai tulos. Kunnossapidon suorituskykyyn vaikuttaa moni asia, kuten esimerkiksi laitteen käyttöaste, ikä ja sijainti. Kunnonvalvonta eli ehkäisevä kunnossapito on tärkeä osa toimivaa kunnossapitokokonaisuutta. Sen tarkoitus on vähentää vikoja ja se voi olla esim. tarkastuksia tai modernisointeja. Sen tarkoitus on myös kerätä luotettavaa tietoa ennakoinnin huollon tarpeisiin. Kunnonvalvonnan päätarkoituksena on myös syyn löytäminen seurauksien takaa. Kunnonvalvonta voi olla silmämääräistä tai mittaavaa, kuten värinänmittausta.

Kunnossapito on käyttövarmuuden ja tuotantotehokkuuden ylläpitoa. Ennakoiva kunnossapito on järkevää, kun sen kustannukset ovat pienemmät kuin sen vähyydestä aiheutuneet vahingot ja menetykset. /8/

6.1 Kunnossapitolajeja

Kunnossapidon tehokkuuden varmistamiseksi voidaan se jakaa pienempiin osiin. Esimerkiksi:

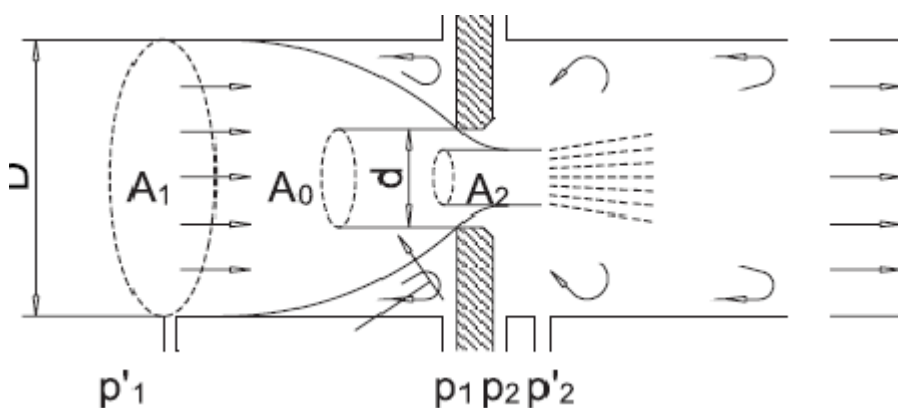
- Ehkäisevä kunnossapito, jossa tehdään huolto toimenpiteitä määritetyn ajan tai käyttöjakson mukaan.
- Korjaava kunnossapito, jossa korjaus tehdään mahdollisimman pian vian havaitsemisen jälkeen, jotta välttyttäisiin ylimääräisiltä kustannuksilta kuten tuotanto katkokselta tai laiterikolta.
- Ennakoiva kunnossapito / kunnonvalvonta, jossa suoritetaan esimerkiksi värinän mittauksia etämittauksilla tai manuaalisesti, visuaalisia tarkastuksia ja muita mittauksia tarkastuksia laitteiden kunnosta ja toimintakyvystä.

6.2 Mittaukset

Kaanaan CFB laitoksen hiekkalinjoissa on painemittaus, mistä ei kuitenkaan voida todeta putkiston hajoamista. Kuljetus tapahtuma on epätasainen ja aiheuttaa paineiskuja varsinkin hiekan palautuslinjassa. Esimerkiksi hiekkasiilon täyttölinjassa putkirikon tarvitsisi olla niin suuri, ettei hiekkasiilon pinta nousisi. Tällöin voitaisiin todeta putkiston olevan rikki. Kuljetuksen epätasaisuudesta johtuen siihen on vaikeaa lisätä minkäänlaista virtausmittausta. Seuraavassa luvussa on kerrottu esimerkkinä erään virtausmittauksen toiminta periaate.

6.2.1 Virtausmittaus

Virtausmittauksessa mitataan putkistossa liikkuvan nesteen tai kiinteän aineen määrää esim. kg/s. Mitattava aine voi olla mm. kuumaa, kylmää, karkeaa, hienoa. Virtausta voidaan mitata esim. kuristuselementtiä käyttäen (Kuva 7). Tässä putkistoon sijoitetaan kuristuselementti, josta johtuen elementin ympärille syntyy paine-eroa, jota voidaan pitää virtauksen mittarina. /9/



Kuva 7, Konwell, BOPP&REUTHER Oriflow kuristuslaipat esite/10/

6.2.2 Ainevahvuuden mittaus

Putkimateriaalien seinämävahvuuksia voidaan mitata ultraäänimittareilla. Ultraäänimittareita voidaan käyttää erinäisissä kunnossapidon tehtävissä. Ultraäänimittarilla voidaan tutkia materiaalien paksuuksia myös pinnoitusten lävitse. Mittaustaajuudet voivat olla jopa 4 Hz (mittaa 4 kertaa sekunnin aikana) ja toiminta perustuu kaiku-
luotaukseen. Mittaustarkkuus on + - 1 %. Mittarit ovat pieniä ja niitä on helppo käyttää./11/

7 TOIMENPIDE EHDOTUKSET

Putkilaippojen (kuva 8) kokoamisessa tulisi kiinnittää huomiota asian mukaiseen tapaan. Hitsatessa uutta laippaa paikalleen tulisi laippa hitsata tasan putken päähän (kuva 9). Tällä varmistetaan putkia liitettäessä, että laippojen väliin jää mahdollisimman pieni ilmarako, mikä estää pyörteiden syntymisen putken sisällä.



Kuva 8 Laippaliitos (Kuva Petri Niemi)



Kuva 9 Laipan asennus putken päähän (Kuva Petri Niemi)

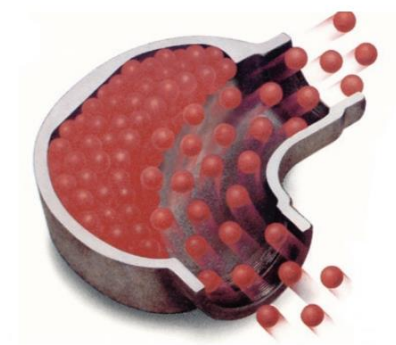
Jos tämän jälkeen ilmarakoa vielä jää, asennetaan laippa tarvittava mitta syvemmälle. Uutena ratkaisuna voisi kokeilla myös vahvistettuja suorja putkenosia heti vahvistettujen putkikäyrien jälkeen. (Liite 1)

7.1 Pallokäyrä

Eräältä toimittajalta on kysely myös pallokäyrien (Kuva 10) saatavuutta ja muuta tietoa. Kaanaan voimalaitoksessa näitä ei ole ainuttakaan, eikä siis kokemusta näistä

ole. Benchmarking osiossa olevalla Kattilalaitoksella Satakunnassa oli yksi kappale kyseisiä käyriä ja siellä kerrottiin sen olleen kestävä.

Toimittaja kertoi sen olevan kestävä. Joissain tapauksissa on kuulemma purkutapah-tuma hieman hidastunut pallokäyrillä varustetuissa linjoissa. Heiltä ei kuitenkaan ole toimitettu juuri hiekan kuljetukseen kyseisiä putkikäyriä. Pallokäyrässä siis putkessa kuljetettava aine tekee käyrän ulkoseinämään patjan ja siitä nimitys pallokäyrä.



Kuva 10 Pallokäyrä (Kuva Stanelle)

Kyseinen käyrän mutka on vahvistettuja käyriä jyrkempi. Mutkan jyrkkyydestä ei osata sanoa vaikutusta esim. putkessa syntyvän pyörteen syntymiseen. Pallokäyrissä lähtökohtainen asennusasento on pystyssä, jolloin käyrän suojaus kuljetettavalla ai-neella onnistuisi hyvin. Käyrän toimivuutta vaakasennossa ei voitu taata toimitta-jan toimesta. Kaanaan voimalaitoksen hiekan palautuslinja on melko mutkikas ja käyriä tulisi asentaa myös vaakatasoon. Tästä syystä ei ole suositeltavaa asentaa pal-lokäyriä hiekan palautuslinjaan.

Hiekan täyttölinjassa käyrät voisivat toimia asennusasentonsa puolesta. Auton pur-kauksessa on myös tasaisempi kuljetus. Tällöin pallokäyrä toimii kuten pitääkin.

7.2 Kunnonvalvonta

Kaanaan CFB kattilan hiekan palautuksessa on painemittaus, josta voidaan todeta, että hiekan palautus on käynnissä. Paineen vähentyessä todetaan, että putkessa ei enää kulje hiekkaa, joten hiekan palautus on valmis. Paineen kasvaessa liian suureksi

voidaan todeta putkiston olevan tukossa. Painemittaus ei kuitenkaan kerro, jos putkistoon tulee vaurio ja hiekka ei pysy putkiston sisällä, koska hiekan kuljetusputken sisällä on ns. tulppakuljetus. Tämän tyyppinen hetkellinen kuljetustapahtuma tekee siitä myös vaikeasti mitattavan. Hiekkakuorman purkausta voidaan seurata suoraan hiekkasiilon pinnanmittauksesta.

Tällä hetkellä ei ole selkeää kunnonvalvonta ohjelmaa hiekkaputkistolle. Tämän voisi aloittaa tekemällä esim. excel – taulukon, johon kirjataan putkiston rikkoontumiset. Taulukkoon tulisi liittää kuva putkistosta. Tällä tavoin kertyisi dokumenttia, jonka avulla voidaan kehittää putkiston rikkimenevää osaa selkeämmin.

Putkiston heikkoja kohtia voidaan myös mitata ainevahvuusmittarilla, jolloin saataisiin tietoa heikosta putkesta jo ennen putken rikkoontumista. Toisaalta vältetään myös turhia putkiston korjauksia.

Edellä mainitut ehdotukset tarvitsevat tarkan dokumentoinnin (huolto-ohjelman), jotta tietoa voidaan tulkita selkeästi ja ajoittaa korjaustarpeet oikeaan ajankohtaan.

7.3 Huomioita

Mietittäessä uutta hiekkakuorman purkauslinjaa, voisi se kestää paremmin jo todetuilla toimenpiteillä. Laipan oikeanlaisella asennuksella ja lisäämällä vahvistetut putkenosat. Markkinoilla on myös nykyisiä kestävämpiä materiaaleja vahvistettuihin putkenosiin. Se todennäköisesti pidentäisi osien käyttöikä. Se on kalliimpaa eikä suoraan poista ongelmaa eli putken kulumista. /12/

Toisaalta olisi parasta löytää uusi sijainti, johon purkauslinjan voisi rakentaa lyhyempänä. Tämä varmasti lyhentäisi hiekkakuorman purkausaikaa sekä lisäisi putkiston käyttöikä.

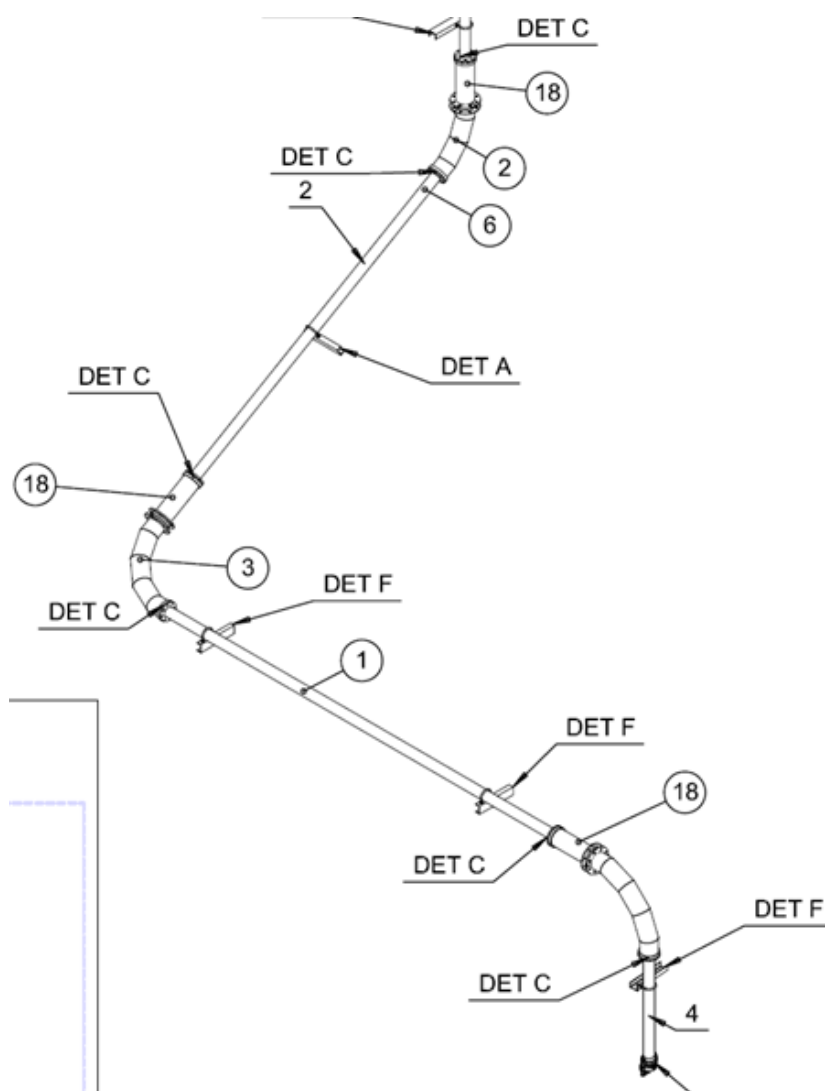
Hiekkaputken asennuksesta mainittakoon, että putket tulisi asentaa hieman vinoon eikä vaakaan. Vaakaputken pohjalle voi jäädä hiekkaa, joka pienentää silloin putken sisähalkaisijaa ja hiekka kiihdyttää nopeuttaan putkessa. Tässä kohdassa varsinkin ensimmäisenä eteen tuleva mutka ja laippaliitos ovat kovilla. Hiekan kuljetus on kuin hiekkapuhallusta.

Molemmista linjoista mainittakoon, että nykyisen remontti tarpeen perusteella niissä olisi hyvä olla enemmän kiinteitä tasoja telinekustannusten minimointiin sekä remontti toimenpiteiden helpottamiseen.

LÄHTEET

- /1/ <http://porienergiaintra.sofis.fi/index.php?action=item-view&item-action=view&item-hash=bd8c040762465ac886ce7ddc26cea585>
- /2/ <http://www.pohjolanvoima.fi/energiantuotanto/lampovoima/pori>
- /3/ Huhtinen, M., Kettunen, A., Nurminen, P., Pakkanen, H., 2000 Höyrykattilatekniikka. Edita: Helsinki. S 153 – 163
- /4/ Mahlamäki T, insinööri, Pori Energia Oy
Henkilökohtainen tiedonanto
- /5/ Pursiheimo K, Luotettavuus teknikko, Pori Energia Oy,
henkilökohtainen tiedonanto
- /6/ Kattilalaitos satakunnassa internet sivusto
- /7/ Henkilö X, Insinööri, Kattilalaitos satakunnassa
Henkilökohtainen tiedonanto
- /8/ Järviö, J., Lehtiö, T., 2012 Kunnossapito tuotanto-omaisuuden hoitaminen. Copy - set Oy, Helsinki. S 17, 53, 59
- /9/ Halko, P., Härkönen, S., Lähteenmäki, I., Välimaa, T., 1990 Teollisuuden mittaustekniikka. Perusmittauksia. Painatuskeskus Oy, Helsinki. S 95-96
- /10/ <https://www.konwell.fi/fi/tuotteet/hoyry-ja-lauhde/kenttalaitteet-ja-instrumentit/virtausmittarit-ja-energiälaskurit/paine-eroon-perustuvat-virtausmittaukset>
- /11/ <https://www.ytm.fi/tuotteet/mittaus-testaus-ja-tyoturvaluus/mittaus-ja-testauslaitteet/ultraanimittarit-ndt/>
- /12/ Saarela S, Service Manager, Kopar
Henkilökohtainen tiedonanto

LIITE 1



LIITE 2

Toimitaja	Tuote	Tuontiaika	Auto	Näyte	Kuorma	Tonnit	Kosteus	Tuhke	MJ/kg	MWh	Purkuaika	min.
PORIN PROSESSIVOIMA	Petihiekka (CFB)	21.01.2015 21:58	HIE-1	1104034	30,05	557						
PORIN PROSESSIVOIMA	Petihiekka (CFB)	30.01.2015 13:12	HIE-1	1104489	45,15	236						
PORIN PROSESSIVOIMA	Petihiekka (CFB)	13.02.2015 16:26	HIE-1	1105289	45,95	169						
PORIN PROSESSIVOIMA	Petihiekka (CFB)	23.02.2015 15:01	HIE-1	1105839	32,80	123						
PORIN PROSESSIVOIMA	Petihiekka (CFB)	11.03.2015 12:56	HIE-1	1106686	24,25	85						
PORIN PROSESSIVOIMA	Petihiekka (CFB)	16.03.2015 15:48	HIE-1	1106923	44,95	142						
PORIN PROSESSIVOIMA	Petihiekka (CFB)	23.03.2015 12:08	HIE-1	1107226	45,60	191						
PORIN PROSESSIVOIMA	Petihiekka (CFB)	09.04.2015 07:36	HIE-1	1108006	29,00	120						
PORIN PROSESSIVOIMA	Petihiekka (CFB)	14.04.2015 21:10	HIE-1	1108284	17,35	71						
PORIN PROSESSIVOIMA	Petihiekka (CFB)	24.04.2015 08:45	HIE-1	1108699	46,25	222						
PORIN PROSESSIVOIMA	Petihiekka (CFB)	28.04.2015 18:05	HIE-1	1108892	45,55	140						
PORIN PROSESSIVOIMA	Petihiekka (CFB)	07.05.2015 18:26	HIE-1	1109243	28,75	108						
PORIN PROSESSIVOIMA	Petihiekka (CFB)	18.05.2015 17:15	HIE-1	1109693	45,00	163						
PORIN PROSESSIVOIMA	Petihiekka (CFB)	10.06.2015 19:39	HIE-1	1110725	48,05	263						
PORIN PROSESSIVOIMA	Petihiekka (CFB)	18.06.2015 18:41	HIE-1	1111090	16,30	61						
PORIN PROSESSIVOIMA	Petihiekka (CFB)	08.07.2015 06:12	HIE-1	1111793	44,15	181						
PORIN PROSESSIVOIMA	Petihiekka (CFB)	27.07.2015 17:24	HIE-1	1112505	31,35	121						
PORIN PROSESSIVOIMA	Petihiekka (CFB)	22.08.2015 13:57	HIE-1	1113225	44,65	300						
PORIN PROSESSIVOIMA	Petihiekka (CFB)	22.08.2015 19:16	HIE-1	1113230	48,20	236						
PORIN PROSESSIVOIMA	Petihiekka (CFB)	25.08.2015 07:15	HIE-1	1113271	45,45	191						
PORIN PROSESSIVOIMA	Petihiekka (CFB)	28.08.2015 13:32	HIE-1	1113409	17,25	84						
PORIN PROSESSIVOIMA	Petihiekka (CFB)	18.09.2015 10:09	HIE-1	1114364	44,85	152						
PORIN PROSESSIVOIMA	Petihiekka (CFB)	30.09.2015 16:17	HIE-1	1115063	25,45	96						
PORIN PROSESSIVOIMA	Petihiekka (CFB)	20.10.2015 10:13	HIE-1	1116184	45,05	139						
PORIN PROSESSIVOIMA	Petihiekka (CFB)	02.11.2015 19:12	HIE-1	1116917	45,90	132						
PORIN PROSESSIVOIMA	Petihiekka (CFB)	24.11.2015 15:16	HIE-1	1118070	47,90	183						
PORIN PROSESSIVOIMA	Petihiekka (CFB)	17.12.2015 14:38	HIE-1	1119184	45,65	155						
PORIN PROSESSIVOIMA	Petihiekka (CFB)	18.01.2016 20:51	HIE-1	1121027	50,35	674						
PORIN PROSESSIVOIMA	Petihiekka (CFB)	28.01.2016 12:29	HIE-1	1121592	45,90	125						
PORIN PROSESSIVOIMA	Petihiekka (CFB)	09.02.2016 10:16	HIE-1	1122214	46,05	164						
PORIN PROSESSIVOIMA	Petihiekka (CFB)	20.02.2016 00:11	HIE-1	1123140	45,70	1						
PORIN PROSESSIVOIMA	Petihiekka (CFB)	05.03.2016 10:37	HIE-1	1123398	45,70	206						
PORIN PROSESSIVOIMA	Petihiekka (CFB)	19.03.2016 08:53	HIE-1	1124857	58,55	1						
PORIN PROSESSIVOIMA	Petihiekka (CFB)	06.04.2016 15:19	HIE-1	1125008	45,95	161						