



Pyrolyysi uunin huolto- ja kunnossapito-ohjelma

Kalle Mourujärvi

OPINNÄYTETYÖ
Lokakuu 2022

Konetekniikan tutkinto-ohjelma
Tuotantotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Konetekniikan tutkinto-ohjelma
Tuotantotekniikka

MOURUJÄRVI, KALLE
Pyrolyysi uunin huolto- ja kunnossapito-ohjelma

Opinnäytetyö 25 sivua, joista liitteitä 1 sivu
Lokakuu 2022

Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda kunnossapidolle alustavaa aikataulutusta Carbofex Oy:n pyrolyysiprosessin laitteistolle. Lisäksi työssä luotiin työohjeita eri huoltotoimenpiteille.

Työn lähtökohtana oli tilanne, jossa huoltotoimenpiteistä ei ollut kunnollista dokumentointia tehtynä. Ongelmana oli vähäinen päiväkirjan käyttö isoissa jaksoissa ja laitteiston päivittäminen, joka mitätöi aikaisempia huoltotoimenpiteitä. Lisäksi huomattiin, ettei nykyisistä huoltotoimenpiteistä ollut kirjallisia ohjeita johon uudet työntekijät olisivat voineet perehtyä.

Aluksi perehdyttiin kunnossapitoon yleisesti ja sen merkitykseen yrityksessä. Nämä antoivat hyvän teoriapohjan huoltoaikataulun luomiseen Carbofex Oy:lle. Näiden lisäksi perehdyttiin pyrolyysiin ja biomassaan, jotta ymmärrettäisiin paremmin huoltovaatimukset.

Toteutus aloitettiin selvittämällä kunnossapidon nykyinen tilanne ja siihen kuuluva materiaali. Materiaalin ja kokeneimpien työntekijöiden avulla alettiin luoda työohjeita ja selvittää aikataulukseen tarvittavia isompia huoltotoimenpiteitä. Isommille huoltotoimenpiteille määritettiin toteutusväli ja luotiin niille työohjeet, jos oli mahdollista. Viimeisenä selvitettiin valmistajan antamat huolto-ohjeet toimilaitteille ja niiden lisääminen huoltotoimenpiteisiin.

Kunnossapidon tehokas toimivuus parantaa koneiden luotettavuutta ja tämän myötä myös tuotannon tehokkuus nousee. Tähän päästään, kun saadaan suunniteltua toimenpiteet mahdollisimman tehokkaasti ja vältetään turhilta tuotantokatkoksilta. Voidaan siis todeta, että kunnossapidolla on suuri merkitys yrityksen toimintaan. Toimenpiteet suunniteltiin niin, että suurin osa niistä pystytään toteuttamaan omien työntekijöiden voimalla. Osa toimenpiteistä vaatii ulkopuolista apua niiden suorittamiseen. Näistä toimenpiteistä tehtiin pelkästään maininnat.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical Engineering
Production Engineering

MOURUJÄRVI, KALLE:
Pyrolysis furnace Service- and Maintenance program

Bachelor's thesis 25 pages, appendices 1 page
October 2022

The purpose of the thesis was to create a preliminary maintenance schedule for Carbofex Oy's Pyrolysis process equipment. In addition, created work instructions for various maintenance procedures. The starting point of the work was a situation where there was no proper documentation of maintenance procedures.

The implementation started by finding out the current situation of maintenance and the material that belongs to it. With the help of the material and the most experienced employees, we started creating work instructions and figuring out the larger maintenance measures needed for the schedule. For larger maintenance procedures, an implementation interval was determined, and work instructions were created for them, if possible. Lastly, the maintenance instructions given by the manufacturer for the actuators and their inclusion in the maintenance procedures were explained.

The efficient functioning of maintenance improves the reliability of the machines, and with this, the efficiency of production also increases. This can be achieved when measures are planned as efficiently as possible and unnecessary interruptions are avoided. It can therefore be said that maintenance is of great importance to the operation of the company.

Key words: maintenance, manufacturing

SISÄLLYS

1	CARBOFEX OY JA PYROLYYSI.....	7
1.1	Carbofex	7
1.2	Pyrolyysi prosessi	7
1.2.1	Biomassa.....	8
1.2.2	Biohiili	8
2	KUNNOSSAPITO	10
2.1	Kunnossapito määritelmä.....	10
2.2	Kunnossapitolajit.....	10
2.2.1	Ehkäisevä kunnossapito.....	11
2.2.2	Parantaminen	12
2.2.3	Korjaava kunnossapito	12
2.2.4	Muita kunnossapitolajeja	13
2.3	Kunnossapidon merkitys yrityksessä	14
2.3.1	Käyttäjäkunnossapito	14
2.4	Kunnossapidon tulevaisuus	15
2.4.1	Ennakoivan kunnossapito seisokkien vähentämiseksi	16
2.4.2	Kasvava kognitiivinen automaatio kunnossapidossa.....	17
2.4.3	Ennakoivan kunnossapidon periaatteiden käyttöönotto.....	17
2.4.4	Vihreiden lähestymistapojen sisällyttäminen	18
3	TULOKSET.....	19
3.1	Huolto Carbofex:in näkökulmasta	19
3.1.1	Huollon tulevaisuus Carbofex:llä	20
3.2	Huolto-ohjeet.....	20
3.2.1	Työohjeet.....	21
3.2.2	Aikataulutus.....	21
3.2.3	Viikkohuolto	21
4	POHDINTA	23
	LÄHTEET.....	24
	LIITTEET	25
	Liite 1. Huoltopäiväkirja.....	25

ERITYISSANASTO

Pyrolyysi	Kuivatislaus, Kemiallinen reaktio hapettomassa tilassa.
Biomassa	Orgaaninen aines
Biohiili	Biomassasta pyrolyssiprosessista saatu aines
Torrefiointi	Biomassan paahtaminen hapettomassa tilassa

JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on tehty yhteistyössä Carbofex Oy:n kanssa. Opinnäytetyö sisältää yrityksen esittelyn, teoriaa pyrolyysiprosessista, teoriaa kunnossapidosta ja huolloista, tulokset, sekä lopuksi pohdinnan. Työssä keskitytään kunnossapidon- ja huollon näkökulmaan tuotannossa.

Opinnäytetyön pohjana oli hyvin vähäinen dokumentointi. Tämän vuoksi opinnäytetyö tehtiin, koska yrityksellä ei ollut dokumentoitua huolto- ja kunnossapito-ohjelmaa, jonka perusteella pystytään helposti seuraamaan huoltotoimenpiteitä tai kunnossapitoa ja kehittämään yrityksen toimintaa.

Carbofex Oy on ilmastoteknologia-alan yritys, joka on hyvin uusi ala. Ilmastoteknologia on ilmaston parantamiseen perustuva ala, jonka tarkoituksena on kehittää ja luoda uusia ratkaisuja ilmasto-ongelmiin. Ala on hyvin kasvava ja sen potentiaali tulevaisuudessa on todella suuri. Sen vaikutus voidaan nähdä joka puolella arkielämässä.

1 CARBOFEX OY JA PYROLYYSI

1.1 Carbofex

Carbofex Oy on vuonna 2016 perustettu ilmastoteknologia-alan yritys. Yrityksen tuottaa kaukolämpöä ja biohiiltä. Syntyvä kaukolämpö on tuotannon ylijäämä, mitä ei pystytä itse hyödyntämään. Tuotettu biohiili on uusi tapa vähentää hiilidioksidipäästöjä. Carbofex on nyt kesällä 2022 muuttanut vanhoista tiloistaan Tampereen Hiedanrannasta Nokialle Kolmenkulmaan uuteen tuotantolaitokseen.

Yrityksen tuotantokapasiteetti vanhalla Hiedanrannan laitoksella oli 700 tonnia biohiiltä ja 600 tonnia pyrolyysiöljyä vuodessa. Näiden lisäksi laitos tuotti kaukolämpöä 1MW verran. Uuden tuotantotilojen ja tuotantolinjan avulla kapasiteetti kolmen kertaistuu. (Carbofex. 2022.)

1.2 Pyrolyysi prosessi

Pyrolyysi eli kuivatuslausa on kemiallinen reaktio, jonka polttoaineena on orgaanisia aineita. Pyrolyysissä hajotetaan orgaaniset aineet eli biomassa. Prosessi vaatii korkeaa lämpötilaa, mikä saavutetaan syntyvän kaasun avulla. Pyrolyysin tuotteena tulee biohiiltä, pyrolyysiöljyä eli tervaa ja lämpöä. Lämpö voidaan ohjata verkostoon ja siten lämmitetään alueen asuintaloja.

Pyrolyysissä reaktoriin pääsevää happea rajoitetaan, jotta reaktio ei pääse muuttamaan palamiseksi. Jos reaktorissa oleva biomassa palaa kokonaan, jäljelle jää vain tuhkaa eli biomassan epäorgaaniset osat, jonka seurauksena ei jää yhtään biohiiltä. (Lehmann & Joseph, 2015)

1.2.1 Biomassa

Biomassa eli orgaaninen aine on luonnonvarainen uusiutuva kasvi, jota voidaan kasvattaa tai voi kasvaa luonnossa. Biomassa nimeä käytetään yleensä, kun kasvista tuotetaan muutakin kuin elintarvikkeita, kuten esimerkiksi energiaa, polttoainetta, muoviva tai kemikaaleja. (Piesala 2022)

Biomassa huonoja puolia on sen selkeästi pienempi energiatiheys fossiilisiin polttoaineisiin nähden. Koska biomassa voi olla jopa 50 % vettä, joka on hukattu energiaa muuntamisprosessissa. Insinöörit ja tiedemiehet ovat laskeneet, että biomassan kuljettaminen yli 160 km jalostamolta tuotantoon ei ole taloudellisesti kannattavaa. (Turgeon A. & Morse E. 2022)

1.2.2 Biohiili

Biohiili on huokoinen, hiilipitoinen materiaali, joka syntyy biomassan pyrolyysillä siten, että sisältämä hiili säilyy pitkäaikaisena hiilidioksidipäästöjen sitojana tai korvaa fossiilisen hiilen teollisessa valmistuksessa. Sitä ei ole tehty poltettavaksi energiaksi tuotantoon.

Biohiiltä tuotetaan biomassapyrolyysillä; prosessi, jossa orgaaniset aineet hajoavat 350–1000 °C lämpötiloissa vähähappisessa prosessissa. Siitä huolimatta torrefointi, hydroterminen karbonointi ja koksen tuotanto ovat karbonointiprosesseja, joiden lopputuotteita ei kuitenkaan voida kutsua biohiileksi yllä olevan määritelmän mukaan. Biohiilet ovat siksi erityiset pyrolyysihiilet, joille on tunnusomaista niiden lisäksi ympäristön kannalta kestävä tuotanto-, laatu- ja käyttöominaisuudet. Kaasuttaminen ymmärretään olevan osa pyrolyysiteknologiaa ja voidaan, jos se on optimoitu biohiilen tuotantoon, yhtä lailla sertifioida.

Biohiilen määrittelee sen laatuominaisuudet, käytetyt raaka-aineet ja kestävä

tuotantoa ja loppukäyttö. Biohiili on erittäin monipuolinen materiaali, jota käytetään yhä useammin maataloudessa, ympäristötekniikka ja perusteollisuus. Jokainen käyttökohde, kuten käyttö maaperän korjauksessa, hulevesisuodattamiseen tai lisäaineena rakennusmateriaaleille, tekstiileille ja muoville, vaativat erityisiä ominaisuuksia biohiileltä. Siten jokainen sovellus vaatii asianmukaiset sertifiointiparametrit. Parametrit on määriteltävä, valvottava ja taattava. (European Biochar Certificate. 2022.)

2 KUNNOSSAPITO

2.1 Kunnossapito määritelmä

Eurooppalainen standardijärjestö on määrittänyt kunnossapidolle seuraavan määritelmän. Kaikki kohteen elinjakson aikaiset tekniset, hallinnolliset ja liikkeenjohdolliset toimenpiteet, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon. Kunnossapidon johdon vastuulla on määrittellä kunnossapidon strategia SFS-EN 13306:2017 standardissa tuotujen tavoitteiden mukaisesti:

- Varmistaa kohteen käytettävyys vaaditulla tavalla toimimiseen huomioiden optimaaliset kustannukset
- huomioida turvallisuus, henkilöstö, ympäristö ja muut pakolliset vaatimukset, jotka liittyvät kohteeseen
- huomioida kaikki ympäristövaikutukset
- ylläpitää kohteen kestävyyttä ja tuotteiden tai palveluiden laatua huomioiden kustannukset

Nykypäivänä toimiva kunnossapito vaatii roolituksen, joka perustuu vastuualueihin:

- Teknikot, jotka toteuttavat kunnossapito toimenpiteet
- Suunnittelijat, jotka määrittelevät koska toimenpiteet pitäisi suorittaa
- Johto, jonka vastuulla on varmistaa toimenpiteiden laatu ja pätevyys
- Insinöörit, jotka tutkivat ja kehittävät laitteistoja ja toimenpiteitä.

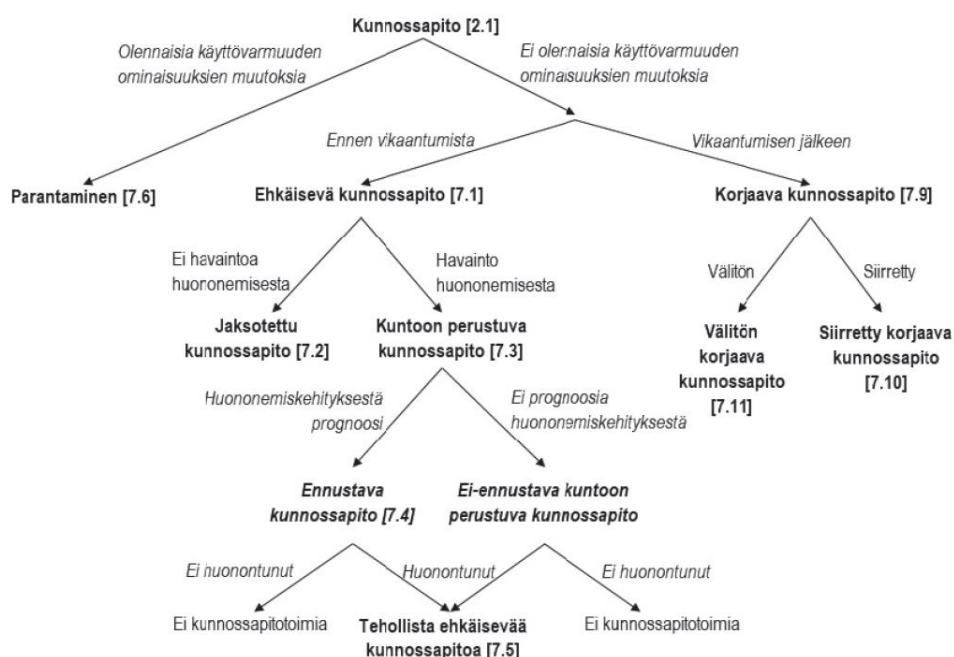
Teknologian kehittyessä osaava työhenkilöstö on tärkeä osa kunnossapitoa. Tämä edistää yrityksen kilpailukykyä ja edistystä. (ATS.2022.)

2.2 Kunnossapitolajit

Kunnossapito voidaan jakaa kolmeen isompaan osaan, joiden alta löytyy lisää pienempiä osioita. Vaikka toiset osiot ovat ”pienempiä” niiden tärkeys on saman arvoinen. Kunnossapidon isot osiot ovat ehkäisevä kunnossapito, korjaava kunnossapito ja parantaminen. Parantaminen on ainoa osa-alue, jonka tehtävä on kehittää tai muuttaa kohteen ominaisuuksia ilman, että alkuperäinen toiminto

muuttuu. Ehkäisevä kunnossapito sisältää osa-alueet, joiden tarkoituksena on ehkäistä tai vähentää kohteen vikaantumista. Korjaava kunnossapito sisältää huolto- tai korjaustoimenpiteet, jotka palauttavat vioittuneen kohteen takaisin toimintakyvylliseksi.

Kunnossapidon strategiakartan (KUVA 1) avulla pystytään havainnollistamaan nämä eri osa-alueet ja myös niiden alla olevat osat. Tämä selkeyttää järjestystä, joka määräytyy kunnossapidossa.



KUVA 1. Kunnossapitolajit (SFS-EN 13306:2017)

2.2.1 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevä kunnossapidon avulla seurataan kohteen suorituskykyä. Tulosten avulla voidaan suunnitella ja aikatauluttaa tulevia kunnossapitotoimenpiteitä. Ehkäisevä kunnossapito on aikataulutettua, jatkuvaa tai sitä voidaan tehdä vaadittaessa (Järvio J.2007.).

Ehkäisevään kunnossapittoon lajeihin kuuluu:

- Jaksotettu kunnossapito
 - o Tehdään ennalta määriteltujen ajanjaksojen tai käytön mukaan.

- Kuntoon perustuva kunnossapito
 - o Fyysisen tilan arviointia ja analyysiä sekä mahdollisesti niiden johdosta tehtäviä toimenpiteitä
- Ennustava kunnossapito
 - o Toteutetaan perustuen ennusteisiin, jotka saadaan toistuvien analyysien ja tunnettujen tunnusmerkkien sekä tarkastelemalla kohteen heikentymistä kuvaavia arvoja.
- Tehollinen kunnossapito
 - o Toimenpiteet kohdistuvat suoraan ylläpitoon tai tilan palauttamiseen, jossa kohde pystyy suorittamaan halutun toiminnon.

(SFS-EN 13306:2017)

2.2.2 Parantaminen

Parantaminen tai parantava kunnossapito voi olla vain kohteen osien päivittämistä uudempiin tai kokonaan uuden kokonaisuuden luonti. Uusien osien päivittäminen ei kuitenkaan aina muuta kohteen suorituskykyä. Viimeinen vaihtoehto parantamiselle on modernisointi, joka tuo kohteen täyttämään uudet vaatimukset. Usein on halvempaa päivittää vanha kone kuin hankkia uusi (Järviö.J. 2007.).

Kunnossapidon parantamiseen lajeihin kuuluu:

- Muuttaminen
 - o Yhdistelmä kaikista toimenpiteistä, joilla muutetaan yhtä tai useampaa kohteen toimintoa.
- Modernisointi
 - o Kohteen parantaminen tai muuttaminen, kun huomioidaan teknologiset edut. Pyritään täyttämään uudet tai muuttuneet vaatimukset.

(SFS-EN 13306:2017)

2.2.3 Korjaava kunnossapito

Korjaava kunnossapito on vikaantuneen kohteen palauttaminen toimintakuntoon. Se voi olla joko häiriökorjaus eli suunnittelematon tai kunnostus eli suunniteltu.

Suoritusaikojen perusteella voidaan määrittää koneelle tai osalle elinaika (Järvio. J. 2007.).

Korjaavan kunnossapidon lajeihin kuuluu:

- Siirretty korjaava kunnossapito
 - o Ei suoriteta välittömästi vian löytämisen jälkeen, vaan sitä siirretään sallituissa puitteissa
- Välitön korjaava kunnossapito
 - o Suoritetaan heti vian löytämisen jälkeen, jotta ei tulisi haitallisia seurauksia.

(SFS-EN 13306:2017)

2.2.4 Muita kunnossapitolajeja

Muita kunnossapitolajeja, jotka on määritelty Standardissa SFS-EN 13306:2017:

- Aikataulutettu kunnossapito
 - o Kunnossapito, joka tehdään määritetyn ajan tai käytön mukaan
- Tilanteenmukainen kunnossapito
 - o Ennakoiva tai siirrettyä korjaavaa kunnossapitoa, joka suoritetaan ilman aikataulutusta hyödyntäen muita kunnossapitotoimien samanaikaisuutta tai tapahtumien kanssa
- Etäkunnossapito
 - o Ilman henkilöstön fyysistä läsnäoloa kohteessa
- Käynninaikainen kunnossapito
 - o Ilman vaikutusta kohteen sen hetkiseen toimintaan
- Kenttäkunnossapito
 - o Laitteen tavanomaisella käyttö- tai sijaintipaikalla tehty kunnossapito
- Käyttäjäkunnossapito
 - o Käyttöhenkilöstön tekemä kunnossapito
- Kunnossapidon ulkoistaminen
 - o Ulkopuolisen toimijan tekemä kunnossapito, josta yrityksen kunnossapito tai osa siitä on sopimus pohjainen.
- Kunnossapidon taso

- Vaikeusasteikko, jonka perusteella luokiteltu kunnossapitotehtävät (SFS-EN 13306:2017)

2.3 Kunnossapidon merkitys yrityksessä

Kunnossapidolla voi olla yrityksen menestyksessä iso rooli, kun kunnossapito vaikuttaa suuriin osa-alueisiin. Jotta yrityksen kunnossapito on tehokasta, täytyy luoda omat parhaat työtavat. Parhaat työtavat voivat olla standardien määrittelemiä tai sitten yrityksen kehittämät työtavat. Standardien määritelmät työtavat eivät aina toimi joka paikassa, joten niitä joudutaan soveltamaan löytääkseen parhaat työtavat. Tämän myötä standardit antavat vain ohjeita, kuinka työt suoritetaan eikä määrää, paitsi vähimmäisturvallisuus määräykset tulevat standardien kautta. Työtapojen kehittämisen avulla saadaan selviä parannuksia kunnossapitoon ja täten myös pystytään vähentämään kustannuksia.

Parhaat työtavat auttavat kehittämään tuotantoa, turvallisuutta ja kustannuksia. Kunnossapidossa tämä näkyy tuotantokatkoksien määrän laskemisessa ja ajallisen pituuden pienentymisessä. Kun kunnossapito integroidaan osittain tuotantoon, saadaan luotua uusia työtapoja. Näiden uusien työtapojen avulla pystytään kehittämään toimintaa, jotka vaikuttavat komponenttien ja osien laatuun ja kestävyteen. (Gulati, R. 2021.)

Kunnossapidon suunnittelun laiminlyönti johtaa yrityksissä pahimmillaan suuriin tappioihin. Tästä seuraa ylimääräisiä tuotantokatkoksia, turhia osien vaihtamista, tuotantokapasiteetin lasku, sekä työntekijöiden tyytymättömyyttä. Nämä kaikki vaikuttavat yrityksen menestykseen negatiivisesti. Tämä pystytään välttämään, kun kunnossapito on suunniteltu hyvin ja tehokkaasti. (Galar D, Sandborn P, Kumar U. 2017.)

2.3.1 Käyttäjäkunnossapito

Käyttäjien osallistuminen koneiden huoltoon on todella tärkeä osa kunnossapitoa. Käyttäjäkunnossapidon ajatuksena onkin, että käyttäjien kunnossapito-osaa-

mista kasvatetaan, siten he tuntevat koneensa paremmin ja ovat valmiina reagoimaan poikkeavuuksiin heti. Näin asentajien aikaa säästyy, kun käyttäjät tekevät itse rutiinihuollot koneille. (Gulati, R. 2021.)

Käyttäjäkunnossapitoa tehtäessä käyttäjien tulisi havainnoida vikaantumia ja korjata nämä. Lisäksi käyttäjien tulee pitää koneet puhtaina, öljytyinä ja huolehtia yleisestä järjestyksestä. (Gulati, R. 2021.)

Koneita puhdistettaessa ne tulevat samalla tarkastetuksi. Lika voi peittää esimerkiksi murtumat, vuodot ja löysällä olevat pultit. Kun kone pidetään puhtana, on sillä työskentely mukavampaa ja turvallisempaa. Käyttäjien tekemät aistinvaraiset tarkastukset ovat tärkeässä osassa käyttäjäkunnossapidossa. Käyttäjien tulee tarkistaa, että kone on puhdas, kaikki osat ovat paikoillaan, eikä koneessa ole vuotoja ja koneen luokse pääsee kulkemaan. Lisäksi pitää kuunnella, onko koneen käyntiäännessä poikkeavuuksia. (Gulati, R. 2021.)

Koneiden voitelulla vähennetään koneiden kulumista ja näin pidennetään niiden käyttöikää. Voiteluun tulee käyttää vain oikeantyyppistä voiteluainetta. Voitelua ei kannata tehdä liian usein, vaan on noudatettava valmistajan ohjetta tai tehtaan huoltosuunnitelmaa. (Gulati, R. 2021.)

2.4 Kunnossapidon tulevaisuus

Yrityksen kunnossapidon tulevaisuus koskee digitalisaatiota ja automaatiota. Digitaalisten teknologioiden laajempi käyttöönotto tuotantolaitoksissa ja muissa organisaatioissa on suunniteltu poistamaan työläisiä tehtäviä, optimoimaan huoltoaikatauluja, lisäämään valmiutta ja tuottavuutta, sekä luomaan turvallisempia ympäristöjä työntekijöille. Viime kädessä parantaa teollisten organisaatioiden tuloa. (Prometheus Group. 2019.)

Yksi esimerkki digitalisointiin ja automaatioon kunnossapidossa on Data-tekniikoiden käyttö siirryttäessä ehkäisevästä kunnossapidosta ennakoivaan kunnos-

sapitoon. Toinen esimerkki on, kuinka dronit ja robotit ottavat haltuunsa huolto- tarkastukset keinona lisätä tuottavuutta ja suojella huoltotyöntekijöitä vaarallisilta tarkastuksilta ankarissa ympäristöissä. (Prometheus Group. 2019.)

Visiota digitalisaation, automaation ja kunnossapitotehtävien turvallisuuden lisäämisestä vauhdittaa räjähdysmäisesti kehittyvien digitaalisten teknologioiden kiihdytynyt kehitys. Tämä eksponentiaalinen kasvu vaikeuttaa yritysten ja työntekijöiden pysymistä muutosvauhdissa, mikä voi vaikuttaa haitallisesti niiden kilpailukykyyn ja yleiseen kykyyn selviytyä markkinoiden paineista. (Prometheus Group. 2019.)

On elintärkeää, että yritykset ymmärtävät yrityksen ylläpidon tulevaisuuden maiseman ja toimet, jotka niiden on tehtävä voidakseen hyödyntää automaation ja digitalisoinnin etuja ja välttää samalla niiden sudenkuopat. Tämä on avain menestymiseen kiihdytetyn muutoksen tulevalla aikakaudella. (Prometheus Group. 2019.)

Teollisuuden organisaatiot eivät voi olla huomioimatta digitalisoinnin ja automaation lisääntymistä kunnossapidossa. Tulevaisuuden kunnossapito voidaan jakaa neljään trendiin. 1. Ennakoivan kunnossapidon lisääminen seisokkien vähentämiseksi, 2. Kasvava kognitiivinen automaatio kunnossapitojärjestelmissä, 3. Ennakoivan kunnossapidon periaatteiden käyttöönotto, sekä 4. Ympäristöystävällisempien lähestymistapojen sisällyttäminen. (Prometheus Group. 2019.)

2.4.1 Ennakoivan kunnossapito seisokkien vähentämiseksi

Tehokkuus on pelin nimi nyt enemmän kuin koskaan ennen – ja se tarkoittaa ennakoivaa tehottomuuden vähentämistä tai poistamista. Teollisuusorganisaatiot siirtyvät kohti ennakoivampia lähestymistapoja yritysten ylläpitoon tavoitteenaan vähentää seisokkeja, optimoida suunnittelua ja parantaa tuottavuutta. (Prometheus Group. 2019.)

Erityisesti ennakoivan ylläpidon periaatteiden käyttöönotto on kasvava trendi. Yritykset eivät enää odota laitteiden vikaantumista suorittaakseen kunnossapidon.

Pikemminkin he yrittävät ennustaa vikojen ajankohtaa varhaisen varautumisen keinona välttää suunnittelemattomia katkoksia. (Prometheus Group. 2019.)

2.4.2 Kasvava kognitiivinen automaatio kunnossapidossa

Viime vuosisadalla olemme jo nähneet automaatiossa mittaamatonta kasvua – eikä tämä osoita pysähtymisen merkkejä. Tulevat huoltotehtävät eivät kuitenkaan ole vain pitkälle automatisoituja, vaan ne ovat myös paljon älykkäämpiä. Huoltojärjestelmät pystyvät itse diagnosoimaan osien tai työkalujen viat ja samalla tekemään tilauksia komponenttien vaihtoa varten tai kutsumaan teknikoita tiettyihin kenttähuoltotehtäviin. (Prometheus Group. 2019.)

Samoin droneilla ja roboteilla on kognitiivisia ominaisuuksia, joiden avulla ne voivat kerätä oikean määrän tietoa huoltotehtävän kontekstin ja ajoituksen perusteella. Huolto- ja kenttähuoltotoimet saadaan siksi päätökseen mahdollisimman vähäisellä ihmisen toimenpiteillä. Lisäksi huoltoinsinöörit pystyvät analysoimaan paljon enemmän tietoja laitteista, mukaan lukien huoltoprosessien kokonaiset digitaaliset kaksoset, keinona simuloida laitoksen toimintaa ja tehdä tietoisempia ja tarkempia päätöksiä. (Prometheus Group. 2019.)

2.4.3 Ennakoivan kunnossapidon periaatteiden käyttöönotto

Koska ylläpitotyöntekijöiden päätöksentekokykyä auttavat tekoäly ja kognitiiviset data-analytiikkatyökalut, tämä tukee määräävä kunnossapito lähestymistapaa yrityksen ylläpidossa. Erityisesti ohjeelliset kunnossapitojärjestelmät ohjaavat työntekijöitä ryhtymään toimiin vain silloin ja siellä, missä niitä tarvitaan. (Prometheus Group. 2019.)

Teoriassa määräävä kunnossapito menee "askeleen pidemmälle" kuin ennakoiva ylläpito, koska se ei vain ennusta, milloin jotain tapahtuu, vaan pikemminkin selittää, miksi se tapahtui tai tulee tapahtumaan. Tämän tiedon pohjalta määräävä kunnossapitojärjestelmät suosittelevat parasta toimintatapaa laitteen tilan perusteella. (Prometheus Group. 2019.)

Tulevaisuudessa kunnossapidon ammattilaiset tulevat näkemään määräävät kunnossapitojärjestelmät "digitaalisina neuvonantajina", jotka suosittelevat parhaita mahdollisia toimia omaisuuden käyttäytymisen hallitsemiseksi. "Parhaaksi" toiminnaksi määritellään se, jolla optimoidaan yksi tai useampi tavoiteindikaattori, kuten ylläpitokustannukset, kokonaistehokkuus tai jopa kestävä kehityksen ja ympäristön suorituskyvyn indikaattorit. (Prometheus Group. 2019.)

2.4.4 Vihreiden lähestymistapojen sisällyttäminen

Kognitiiviset ja ennakoivat lähestymistavat kunnossapitoon pyrkivät myös optimoimaan kunnossapitotoimien ympäristönsuojelun tasoa. Tämä sisältää hukkaan menevien raaka-aineiden minimoimisen, laitteiden käyttöiän ja käytön maksimoimisen sekä huoltoprosessien CO₂-päästöjen vähentämisen.

Ympäristöystävällinen kunnossapitotoiminta tulee jatkossakin korostumaan kestävämpään teollisuuden kasvuun tähtäävien kiertotaloustehtävien aallolla. "Vihreitä" kunnossapitotoimia mitataan, jotta nähdään niiden panos paitsi taloudellisiin tuotoksiin, myös sosioekonomisiin tavoitteisiin. (Prometheus Group. 2019.)

3 TULOKSET

3.1 Huolto Carbofex:in näkökulmasta

Carbofex:in huolto ja kunnossapito on elintärkeää yrityksen menestyksen kannalta. Koska yritys on henkilöstöltään vielä sen verran pieni, huolloista ja kunnossapidosta vastaa tuotantotyöntekijät. Tehdyt huoltotoimenpiteet merkataan huoltopäiväkirjaan (Liite 1), jota ylläpidetään ja seurataan päivittäin. Huoltopäiväkirjassa on myös merkinnät häiriöistä ja huomioista. Tuotantotyöntekijöiden vastuu on toteuttaa kunnossapito ja myös ilmoittaa johdolle, kun on tarvetta tehdä isompia huoltotoimenpiteitä. Johdolle täten jää aikataulutuksen ja suunnittelun vastuu alueet. Isompia huoltoja varten hankitaan ulkopuolista apua toimenpiteisiin, kun ei löydy yrityksen omista henkilöstöstä pätevää tai osaavaa työntekijää. Hyvä esimerkki tästä on sähkötyöt.

Kaksi tärkeintä kunnossapitolajia, jotka ovat käytössä Carbofex:llä on ehkäisevä kunnossapito ja käyttäjäkunnossapito. Nämä on valittu tärkeimmiksi kunnossapitolajeiksi, koska suurimman osan huolto ja kunnossapito tehtävistä suorittaa tuotantotyöntekijät eli käyttäjät, sekä säännöllisen viikkohuoltoon. Säännöllinen viikkohuolto on tärkeä osa ehkäisevää kunnossapitoa, kun viikkohuollon yhteydessä pystytään havaitsemaan ja huomioimaan osien kulumista tai vikaantumisia, minkä avulla voidaan varautua ennalta isompiin huoltotoimenpiteisiin. Käyttäjäkunnossapito näkyy laitoksen operoinnin yhteydessä kuunnellen ja visuaalisesti huomioiden kaikki ylimääräiset äänet, savu tai pöly, mitkä voi kertoa tiivisteen tai kuljettimen vikaantumisesta.

Turvallisuutta mietitään paljon ja sen eteen on otettu lisää parannuksia. On otettu eri käytäntöjä, mitkä määräävät mitä suojarusteita on käytettävä. Myös huomioitu mahdollisia kiinteitä työtasoja lisäys, jotka tekevät huoltotoimenpiteistä helpompia suorittaa ja pienentävät tippumisen tai loukkaantumisen riskiä. Moni toimenpiteistä oli jo itsessään turvallinen, kun se on suoritettava laitoksen olevan sammuneena. Tämä asia on otettu työohjeissa huomioon ja on painotettu sen tärkeyttä turvallisen toiminnan puolesta. Mahdollisia turvakytkimien lukkoja otetaan käyttöön, jotta vältätettäisiin vahinkoja.

3.1.1 Huollon tulevaisuus Carbofex:llä

Tuotantolaitosten tulevaisuus yleisesti automatisoituu, mikä pitää paikkaansa myös Carbofex:llä. Täten myös kehitetään ratkaisuja, kuinka saadaan myös kunnossapito pidettyä kehityksen mukana. Nämä asiat huomion ottaen on uuden linjaston mukana tulossa enemmän automaatiota, mikä tuo omat uudet haasteensa kunnossapitoon. Uusi linjasto on kehitetty vanhasta linjastosta, joten tiedetään jo entuudestaan tietyt huoltotoimenpiteen, mutta varmasti niitäkin joudutaan vähän soveltamaan.

Linjastot sisältävät paljon kohteita, joiden kunnossapito pystytään automatisoinnin avulla päivittämään ehkäisevästä kunnossapidosta ennakoivaan kunnossapitoon. Tämä askel vaatii lisää osaamista työntekijöiltä ja myös käyttöliittymän päivittämistä, jotta saadaan tarvittava data esille ja ymmärretään mitä se tarkoittaa. Osa nykyisistä toimenpiteistä on mahdollista automatisoida, jolla pystytään vähentämään mahdollista voiteluaineiden hukkaa ja inhimillisiä virheitä. Inhimilliset virheet voivat aiheuttaa tässä tapauksessa työkalujen vikaantumisia tai ylimäärästä menekkiä.

3.2 Huolto-ohjeet

Monet huoltotoimenpiteet olivat ennen tehty silloin kun jokin osa tai komponentti hajosi / meni tukkoon. Näistä tilanteista oli pidetty päiväkirjaa, joka auttoi paljon selventämään kuinka kauan komponentit tai osat kestävät enne vikaantumista tai tukosta. Päiväkirjan perusteella pystyttiin luomaan selkeämpi ohjeistus, milloin mitään pitää tehdä. Ohjeistuksen avulla pystytään ennakoimaan tulevia huolto toimia ja myös ajoittamaan isommat huollot viikoittaisten huoltojen yhteyteen, mikä vähentää seisakkien määrää.

Samalla päivitettiin vanhat huolto-ohjeet, jotka laitoksen uusien komponenttien ja tapojen myötä olivat vanhentuneet tai virheellisiä. Vanhat huolto-ohjeet olivat määritelty kokeilun ja erilaisten kokemusten perusteella. Osa ohjeista saatiin laitteiston valmistajalta tai asentajilta.

3.2.1 Työohjeet

Monista toimenpiteistä puuttui melkein kokonaan dokumentointi, mutta suurimmasta osasta puuttui vain työohjeet. Työohjeiden laatiminen toteutettiin haastatteleamalla kokeneempi työntekijöitä toimenpiteistä, sekä myös muistiinpanojen avulla, jotka tehtiin perehdytys vaiheessa.

Nämä työohjeet nostavat yrityksen valmiutta perehdyttää uusia työntekijöitä, sekä helpottaa uusien työntekijöiden oppimista huoltotoimenpiteisiin liittyen. Työohjeet myös tukevat vanhempien / kokeneempien työntekijöiden toimintaa, varsinkin jos he eivät ole olleet paikalla, kun viimeksi toimenpide on tehty tai he ovat tulleet takaisin töihin pitkän loman jälkeen.

3.2.2 Aikataulutus

Moni harvemmin tehtävä huoltotoimenpide piti alustavasti tehdä arvoidulla aikataululla, kun aikaisempaa dokumentointia ei ollut tai sieltä löytyi puutteita. Myös käytettävän raaka-aineen laatu on merkittävä tekijä tukosten ja osiin kohdistuvien voimien eroavaisuuksissa. Huomattiin kun raaka-aine on isompaa kokoluokkaa, kärsii laitteet ylimääräisestä tärinästä, joka aiheutuu kappaleiden törmäämisestä keskenään tai kiilautumisesta ruuvien ja seinämän väliin.

Käytyä läpi eri kohdat ja komponentit saatiin luotua jokaiselle toimenpiteelle omat jaksotukset, kuinka usein kyseinen toimenpide on tehtävä vuositasolla. Osissa oltiin yhteydessä myös valmistajaan ja kysyttiin heidän antamaa arviointia osan eliniästä.

3.2.3 Viikkohuolto

Viikkohuollosta löytyi valmiiksi jo lista toimenpiteistä. Sen avulla pystyi tuotannon-työntekijät tekemään viikoittaisen huollon. Lista on hyvin toimiva, kun henkilöstö

on kokenutta tai osaavaa. Lista kuitenkin uudelle työntekijälle ei antanut paljoakaan Sen takia myös viikoittaiselle huollolle tehtiin uusi kattavampi ohjeistus. Ohjeisiin lisättiin kuvia, joihin nuolilla merkittiin muun muassa rasvanippojen paikat ja myös selvennettiin mitä komponenttia tarkoitetaan. Ohjeiden tarkoituksena on tukea työntekijöiden toimintaa ja helpottaa uusien työntekijöiden kouluttamista. Jo viikoittaisen huollon ohjeiden teon aikana tuli palautetta kokeneimmilta työntekijöiltä, mitä kannattaa ottaa huomioon, mitä suojarusteita tarvitaan, pieniä vinkkejä, joista on paljon apua vaikeisiin paikkoihin kurottaessa.

Viikoittaisen huollon tärkeys laitoksessa on suuri, koska sen yhteydessä on helppo havaita osien kulumista, mahdollisten tukoksien kertymistä, sekä huomata muita vikoja tai vaurioita laitoksessa. Viikoittainen huolto kattaa jokaiselle osa-alueelle, jonkinlaista toimenpidettä. Ei vain linjan alkupään tai loppupään komponenteille. Nämä toimenpiteet ovat hyvin yksinkertaisia ja helppoja suorittaa myös yksin, mutta on jo huomioitu toimenpiteiden määrässä ja niihin kuluva aika yksin tehdessä ei ole kovin tehokasta. Toimenpiteitä on yhteensä 11 erilaista, joiden suorittaminen on aikaa vievää, kun joudutaan käymään läpi koko tuotantolinja ja käyttämään erityökaluja. Kahdella tai kolmella työntekijällä toimenpiteet voidaan jakaa hyvin tehokkaasti ja saadaan viikoittainen huolto suoritettua ilman isompaa tuotantokatkoa.

4 POHDINTA

Opinnäytettä tehdessä selkeni kuinka käsikädessä tuotanto ja huolto / kunnossapito toimivat. Vain pelkästään tuotantotyöntekijöiden kouluttaminen viikoittaisiin perushuolto toimenpiteisiin, auttaa huomattavasti koko laitoksen kunnossapitoa. Ennakoivan kunnossapidon tärkeys automatisoidussa laitoksessa nousee huomattavasti, kun työntekijöitä ei ole aina montaa paikalla, jotka voisivat tehdä huoltotoimenpiteitä vikojen tai vaurioiden sattuessa.

Ennalta suunniteltu huollon jaksotus helpottaa paljon yrityksen toimintaa, kun ei tarvitse käyttää ylimäärästä aikaa / energiaa pohdintaa, koska jokin komponentti tai osa on vaihdettava tai kauanko se vielä kestää ennen kuin tulee vikoja / vaurioita. Jotta huollon jaksotus toimisi tehokkaasti pitäisi olla selvä roolitus kunnossapidossa, mikä jakaa vastuu alueet selvästi kaikille ja kaikki tietävät mitä heidän kuuluu tehdä. Roolituksen avulla myös tiedetään kenelle antaa palautetta tai kehitys ideoita kunnossapitoon.

Kunnossapidon tulevaisuus vaikuttaa menevän enemmän ja enemmän automaation suuntaa huoltorobottien ja itsensä huoltavien koneiden avulla. Tämä tuo haasteensa osaavan henkilöstön saamiseen ja heidän kouluttamiseensa. Tulevaisuudessa yritysten on itse koulutettava henkilöstöään vielä enemmän kuin nykyään, kun laitteistojen äly kehittyä ja niiden käyttö tulee monimutkaisemmaksi.

Ympäristöystävällisyys kunnossapidossa ei ole tehtaan lattiatasolla kovinkaan suuri murhe, mutta yrityksille asia on hyvin tärkeää. Yhä enemmän halutaan asiakkaiden ja valtioiden puolesta vähentää hiilidioksidipäästöjä teollisuudessa. Suurin haitta kunnossapidolla on hukattu raaka materiaali tai osien liian vähäinen käyttö.

LÄHTEET

Carbofex Oy. 2022. Luettu 5.8.2022. <https://www.carbofex.fi/Home>

Turgeon A. & Morse E. Biomass energy. National Geographic Society. Luettu 5.7.2022. <https://education.nationalgeographic.org/resource/biomass-energy>

Piesala P.2022. Biomassa. Opetushallinto. Luettu 5.7.2022.
<https://www.oph.fi/fi/oppimateriaali/luovasti-luonnonvaroista/suomen-luonnonvarat/biomassa>

EBC (2012-2022) 'European Biochar Certificate - Guidelines for a Sustainable Production of Biochar.' European Biochar Foundation (EBC), Arbaz, Switzerland. (<http://european-biochar.org>). Version 10.1 from 10th Jan 2022

Gulati, R. 2021. Maintenance and Reliability Best Practices. 3. painos. Industrial Press, Inc.

Galar, Diego, Peter A. Sandborn, and Uday Kumar. Maintenance Costs and Life Cycle Cost Analysis. Boca Raton: CRC Press, 2017. Print.

SFS-EN 13306. 2017. Kunnossapito. Kunnossapidon terminologia. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS.

ATS. The Evolution of Industrial Maintenance. Luettu 20.7.2022 <https://www.advancedtech.com/blog/evolution-of-industrial-maintenance/>

Prometheus Group. 2019. The Future of Maintenance Work: How Will the Era of Accelerated Change Affect You? Luettu 3.8.2022 <https://www.prometheus-group.com/posts/the-future-of-maintenance-work-how-will-the-era-of-accelerated-change-affect-you-part-1>

