

Sulatuskuljettimen huoltosuunnitelma ja työohje ketjujen vaihtoon

Riku Mehto

Opinnäytetyö
Marraskuu 2020
Tekniikan ala
Insinööri (AMK) Konetekniikka

Tekijä(t) Mehto, Riku	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Marraskuu 2020
	Sivumäärä 42	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Sulatuskuljettimen huoltosuunnitelma ja työohje ketjujen vaihtoon		
Tutkinto-ohjelma Insinööri (AMK), konetekniikan tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Niininen, Kirsi		
Toimeksiantaja(t) Botnia mill service Äänekoski		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Metsä Fibre Äänekosken Biotuotetehtas, joka valmistaa havu- ja koivusellua. Kunnossapidolla on iso merkitys isoissa tehtaissa, joissa käynti on katkotonta ja pyritään hyvään käytettävyyteen.</p> <p>Sulatuskuljetin on tärkeässä osassa sellun valmistusprosessia. Sulatuskuljettimen lävitse kulkee kaikki puuraaka-aine, jota sellun valmistuksessa käytetään, joten sen käytettävyyttä täytyy olla hyvä. Sulatuskuljettimien kunnossapidosta löytyy todella vähän tietoa, vaikka sen ongelmien kanssa painitaan myös muilla sellutehtailla.</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää kunnossapidon toimintoja sulatuskuljettimella ja tarkastella niiden tarpeellisuus sekä luoda työohje haastavaan kunnossapito työhön, joka oli ketjujen vaihtaminen sulatuskuljettimille.</p> <p>Opinnäytetyön tekeminen aloitettiin tutustumalla sulatuskuljettimen rakenteeseen Metsä Fibren opetusmateriaalin avulla. Työohjeen laatiminen perustui havainnointiin sekä haastatteluihin. Opinnäytetyön aikana sulatuskuljettimiin vaihdettiin ketjut alihankkijan toimesta. Kunnossapidon työntekijöitä haastateltiin kasvokkain avoimessa haastattelutilanteessa ja näin pystyttiin täydentämään havainnoinnista jääneitä kysymyksiä.</p> <p>Sulatuskuljettimen ennakkohuoltolistat käytiin lävitse ja niiden laajuuteen puututtiin. Opinnäytetyössä saatiin luotua työohje, mutta sen testaamista ei ollut mahdollista suorittaa, joten sen toimivuudesta ei ole tarkkaa tietoa. Työn sivussa kehkeytyi muutamia hyviä kehitysideoita helpottamaan kunnossapidon töitä tulevaisuudessa. Kehityskohteiden suunnitteluun ja tutkimiseen ei ollut käytettävissä kunnan resursseja, joten niiden toiminnasta ei ole saatavilla kokemukseräistä tietoa.</p>		
Avainsanat (asiasanat)		
Sellu, puunkäsittely, kunnossapito		
Muut tiedot (Salassa pidettävät liitteet)		

Author(s) Mehto, Riku	Type of publication Bachelor's thesis	Date November 2020 Language of publication: Finnish
	Number of pages 42	Permission for web publication: x
Title of publication Maintenance plan for De-icing conveyor and work instructions for chain replacement		
Degree programme Degree Programme in Mechanical and Production engineering		
Supervisor(s) Niininen, Kirsi		
Assigned by Botnia mill service Äänekoski		
Abstract <p>The thesis was assigned by Metsä Fibre Äänekoski bioproduct mill which produces spruce pulp and birch pulp. Maintenance plays a big role in big mills which have seamless run and that pursue good availability.</p> <p>De-icing conveyor is an important part of pulp making process. All wood material goes through de-icing conveyor which is used in making of pulp so its availability must be good. There is not much information about maintaining the de-icing conveyor even though its problems are common also in other pulp mills.</p> <p>The aim of this thesis was to examine maintenance operations at the de-icing conveyor and examine the reasonability of those operations and to make working guide for difficult maintenance work which was the changing of the de-icing conveyor chains.</p> <p>The thesis was started by studying the de-icing conveyor structure with Metsä group teaching material. Making of the work instructions based on observations and interviews. During this thesis, the de-icing conveyor chain was changed by a subcontractor. Maintenance workers were interviewed at an open interview face to face and so the open questions left from observations were able to be filled.</p> <p>The de-icing conveyor preventive maintenance work lists was studied, and the scope of those lists was intervened. the result of this thesis was working instructions but testing it was not possible so its functionality cannot be precisely measured. Along with the thesis a few new development ideas came up to make the maintenance easier in the future. There were not enough resources to design and develop those ideas, so their functionality is not known.</p>		
Keywords/tags (subjects) Pulp, wood handling, maintenance		
Miscellaneous (Confidential information)		

Sisältö

1	Johdanto	3
1.1	Työn vaiheet ja tavoitteet	3
1.2	Metsä Group.....	4
1.3	Metsä Fibre.....	4
1.4	Tutkimusmenetelmä	6
2	Sulatuskuljetin.....	6
3	Kunnossapito.....	8
3.1	Kunnossapitolajit	9
3.1.1	Ehkäisevä kunnossapito.....	10
3.1.2	Korjaava kunnossapito	11
3.1.3	Parantava kunnossapito	11
3.2	Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen	12
4	Huoltosuunnitelma.....	13
5	Sulatuskuljettimen kunnossapito	15
5.1	Huoltosuunnitelman laatiminen	15
5.2	Työohjeen laatiminen ketjun vaihtoon	19
6	Tulokset	23
7	Kehityskohteet	24
7.1	Ketjut ja kulutuskiskot	25
7.2	Sulatuskuljettimen luukkujen parantaminen.....	27
8	Pohdinta.....	28
	Lähteet	30
	Liitteet	31
	Liite 1. Työohje sulatuskuljettimien ketjujen vaihtoon	31
	Liite 2. Sulatuskuljettimen huoltosuunnitelma	37

Kuviot

Kuvio 1. Metsä Group yritys rakenne (Metsä group N.d.)	4
Kuvio 2. Metsä Fibre Äänekosken biotuotehdas (Kouvula, J. 2019.)	5
Kuvio 3. Sulatuskuljetin puun lastaus	7
Kuvio 4. PSK 7501:2010 mukainen jaottelu (Mts, 47.)	9
Kuvio 5. SFS-EN 13306:2010 mukainen jaottelu (Mts, 46.)	10
Kuvio 6. Optimoitu kunnossapito (Kister & Hawkins 2006.)	15
Kuvio 7. Vaihteen tarkastus reittityölista	16
Kuvio 8. Sulatuskuljettimen seisokitarkastukset	19
Kuvio 9. Sulatuskuljettimien nykyinen sijainti (Koivula, J. 2019.)	20
Kuvio 10. Ennakkovalmistelut työohje	21
Kuvio 11. Työvaiheiden kirjaaminen	22
Kuvio 12. Ketjun poistaminen	22
Kuvio 13. Päivitetty kola	25
Kuvio 14. Kolan kuluminen ennen uusia viisteitä	26
Kuvio 15. Luukkujen poistaminen	27

Taulukot

Taulukko 1. Sulatuskuljettimen vikojen vaikutus tuotantoon	18
--	----

1 Johdanto

1.1 Työn vaiheet ja tavoitteet

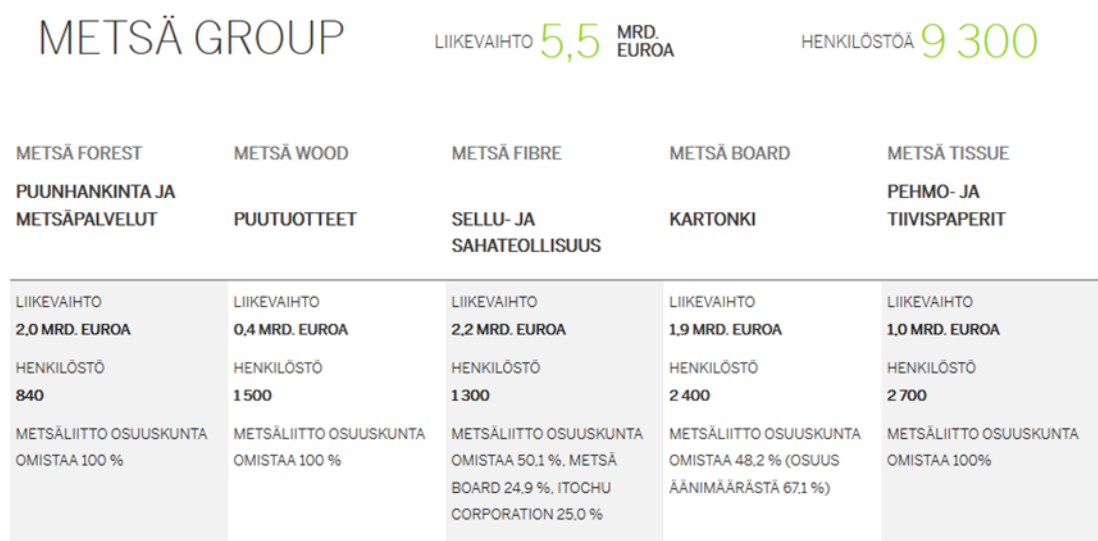
Opinnäytetyö tehtiin Metsä Fibren Äänekosken biotuotetehtaalle, jossa opinnäytetyöntekijä työskenteli opinnäytetyön tekemisen aikana. Aihe-ehdotus opinnäytetyölle tuli puunkäsittelyn mekaanisen kunnossapidon esimieheltä. Aiheeksi valikoitui suunnitella työohje sulatuskuljettimen ketjujen vaihtoon sekä huoltosuunnitelma sulatuskuljettimien kokonaisvaltaiseen kunnossapitoon. Sulatuskuljetin kuuluu osaksi puunkäsittelyä, jossa opinnäytetyöntekijä työskentelee. Tämä antoi hyvät lähtökohdat opinnäytetyöhön, koska työympäristö, henkilöstö sekä tehtaan toimintamallit ovat entuudestaan tuttuja.

Sulatuskuljettimia on Äänekosken tehtaalla 3 kpl, joista kaikki ovat identtisiä. Sulatuskuljettimet ovat ketjukuljettimia, joilla on pituutta yli 70 m. Sulatuskuljettimien läpi kulkee kaikki puuraaka-aine, josta jalostetaan haketta sellunvalmistukseen. Kuljettimien tarkoitus on syöttää puuta kuorintarumpuihin noin 900-1500 m³ tunnissa. Äänekosken biotuotetehdas on uusi, joten kunnossapitoa on tehty vähän. Puutteita kunnossapidon osalla on niin töiden suunnittelussa sekä siinä mitä, milloinkin olisi ajankohtaista tehdä. Opinnäytetyön tavoitteena olisi saada aikaan ratkaisuja, jotka auttavat tehdasta suunnittelemaan oikeanlaisen huoltosuunnitelman sulatuskuljettimille.

Työ aloitettiin seuraamalla huoltoseisokkia sulatuskuljettimilla, jonka suunnittelijana ja työnsuorittajana toimi laitevalmistaja. Seisokki kesti kokonaisuudessaan 3 päivää ja sen aikana vaihdettiin kaikki ketjut 1 ja 2 sulatuskuljettimille, hitsattiin uudet kulutus-kiskot ketjuille sekä paikattiin sulatuskuljettimien pohjia.

1.2 Metsä Group

Metsä Group on suomalainen noin 30 maassa toimiva metsäteollisuuteen keskittynyt konserni, jolla on tuotantolaitoksia 8 eri maassa. Metsä Groupilla on henkilöstöä yhteensä noin 9300. Metsä Group koostuu viidestä eri liiketoimialueesta, josta Metsä Forest keskittyy puun hankintaan ja metsäpalveluihin, Metsä Wood puutuotteet, Metsä Fibre sellu ja sahateollisuus, Metsä Board kartonki tuotteet sekä Metsä Tissue pehmo- ja ruoanlaittopapereihin. (Ks. Kuvio 1.) Metsä Groupin kokonaisliikevaihto oli vuonna 2019 noin 5.4 miljardia euro. (Metsä Group N.d.)



Kuvio 1. Metsä Group yritysrakenne (Metsä group N.d.)

1.3 Metsä Fibre

Metsä Fibre on Metsä Groupin yksi konsernin osa, joka keskittyy sellu ja sahateollisuuteen. Sellu liiketoiminta tuottaa ja kehittää sellua, biokemikaaleja sekä muita biotuotteita Suomessa. Metsä Fibre valmistaa eri sellulaatuja, jotka soveltuvat käytettäväksi kartongin, pehmopaperin, erikoispaperin sekä aikakauslehti- ja kirjoituspaperin valmistukseen. Sellutehtaita Metsä Fibrellä on neljä, jotka sijaitsevat Joutsenossa, Kemissä, Raumalla sekä Äänekoskella. Metsä Fibrellä on myös sahatoimintaa Kyrössä, Lappeenrannassa, Raumalla, Merikarvialla, Rengossa, Vilppulassa sekä Svirin

saha Venäjällä. Sahat tuottavat tavaraa teolliseen höyläykseen, puutuoteteollisuuteen, rakennusteollisuuteen sekä ovi- ja ikkunateollisuuteen. Metsä Fibren liikevaihto oli vuonna 2019 2.2 mrd. euroa ja henkilöstöä oli noin 1300. (Metsä Group N.d.)

Äänekoskella on paikkakuntana pitkä historia teollisuuspitäjänä ja paikkakunnalla on nähty jo neljän eri aikakauden sellutehdasta. Ensimmäinen sellutehdas käynnistyi Äänekoskella 1938 ja kyseinen tehdas siirtyi Metsä Groupin edeltäjän Metsäliiton omistukseen 1953 ja oli ensimmäinen sellutehdas Metsäliitolle. Toinen tehdas käynnistyi vuonna 1961, kolmas tehdas 1985 ja oli alueella ensimmäinen jatkuvan eli vuokeiton tehdas, kun kaksi ensimmäistä toimi eräkeitto toimintamallilla. Vuosi 2017 oli merkittävä, kun Äänekoskella käynnistyi yksi maailman nykyaikaisemmista sellutehtaista. Tehtaan nimenä toimii Metsä Fibre Äänekosken Biotuotetehdas. Tehtaan nimi biotuotetehdas tulee siitä, koska se valmistaa sellu lisäksi paljon muita erilaisia biotuotteita, tuottaa bioenergiaa yli oman tarpeensa, eikä myöskään käytä prosesseissa fossiilisia polttoaineita. Sellun valmistuksen sivuvirroista saatavat biotuotteet ovat mm. mäntyöljy, tärpähti, bioenergia, tuotekaasu ja rikkihappo sekä kehitteillä olevat tekstiilikuidut, biokomposiitti ja ligniinijalosteet. Kuviossa 2. Äänekosken biotuotetehdas ja etualalla kuviossa puunkäsittely sekä sulatuskuljettimet. (Hänninen. 2017; Lähteenmäki. 2017; Metsä Fibre N.d)



Kuvio 2. Metsä Fibre Äänekosken biotuotetehdas (Kouvula, J. 2019.)

1.4 Tutkimusmenetelmä

Tutkimusten taustalla on aina, jokin ongelma. Kun ongelmaa lähdetään ratkaisemaan, täytyy ongelman syyt sekä asiayhteys selvittää. (Kananen, J. 2015, 11)

Tässä opinnäytetyössä käytettiin kvalitatiivista tutkimusmenetelmää eli laadullista tutkimustapaa. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa on tarkoitus pyrkiä ymmärtämään tutkittavaa ilmiötä. Laadullisessa tutkimuksessa tutkija kerää tietoa kyselemällä sekä keskustelemalla ilmiöstä ja tätä kautta tutkittava ilmiö alkaa hahmottua. Saaduilla vastauksilla pyritään luomaan uusia kysymyksiä, jolloin kokonaiskuvan hahmottaminen ilmiöstä syntyy tutkijalle. Laadullisessa tutkimuksessa tuloksiksi pyritään saamaan sanoja ja lauseita eikä tilastoja tai lukuja. Laadullisessa tutkimuksessa ei ole niin tarkkoja menettelyohjeita, kuin määrällisessä tutkimuksessa. Laadullisessa tutkimuksessa pyritään ilmiön syvälliseen ymmärtämiseen. (Mts. 34-35.)

Kvalitatiivisen tutkimuksen aineistonkeruumenetelmiin sisältyvät haastattelut, havainnointi ja dokumentit. Edellä mainitut menetelmät voidaan jakaa primääriaineistoon, joka sisältää havainnot ja kyselyt sekä sekundääriaineistoon, johon kuuluvat dokumentit. (Mts. 76.)

Tässä opinnäytetyössä aineistonkeruumenetelmänä käytettiin havainnointia sekä haastatteluja. Havainnointi perustui työvaiheiden seuraamisen ja niiden kirjaamiseen. Haastattelut järjestettiin avoimena haastattelu tilaisuutena kunnossapidon työntekijöiden kesken, jossa käytiin lävitse havainnointiin jääneitä kysymyksiä.

2 Sulatuskuljetin

Sulatuskuljetin on rakenteeltaan ketjukuljetin, joka löytyy kaikista sellutehtaista, joissa puuraaka-aine haketetaan itse. Sulatuskuljettimen päätehtävä on kuljettaa puut kuorintarumpuun sekä pehmentää puunkuorta kuumalla vedellä ennen puun siirtymistä kuorintarumpuun. Kuumavesisuihku myös irrottaa puusta tehokkaasti

epäpuhtauksia mm. hiekkaa. Sulatuskuljettimet ovat todella isoja ja ovat yleensä sel-lutehtaiden isoimpia kuljettimia. Äänekoskella sulatuskuljettimien pituus on 74m ja nousua 2.5 astetta. Kuljetin koostuu 10 kpl ketjuja, jotka ovat rinnakkain. Yhdessä kuljettimessa ketjujen yhteispituudeksi tulee noin 1.5 km. Sulatuskuljettimet ovat pyörintä nopeudeltaan verrattain hitaita kuljettimia. Äänekosken sulatuskuljettimien nopeus vaihtelee kuorintarummun sekä sulatuskuljettimen täytön mukaan 0 – 0.06 m/s. (Äänekosken biotuotetehtas; Metsä Group N.d.). Kuviosta 3. näkee hyvin, kuinka paljon puuta lastataan kuljettimelle. Oikealla kolmoslinja tuotannossa ja kak-koslinja vasemmalla on tyhjennetty ketjujen ja kulutuskiskojen tarkastamista varten.



Kuvio 3. Sulatuskuljetin puun lastaus

3 Kunnossapito

Kunnossapidolla on merkittävä jalansija tuotannon tekijänä monilla teollisuuden aloilla ja sen merkitys kansantaloudessa on huomattava erilaisilla mittareilla arvioiduna. Kunnossapito on hankala määritellä taloudellisesti, koska kansallisia tai kansainvälisiä tilastointia ei ole toteutettu. Syynä tähän on se, ettei kunnossapito ole oma toimiala vaan se on toiminnassa mukana kaikenlaisessa teollisuudessa. (Mikkonen 2009. 25)

Kunnossapidolla on tarkoitus säilyttää kohde siinä tilassa tai palauttaa se siihen tilaan, jossa se pystyy suorittamaan sille suunnitellun toimenpiteen koko sen elinkaaren aikana. Kunnossapidon tavoitteena on saavuttaa korkea tuotannon kokonaistehokkuus (KNL) sekä hyvä käyttövarmuus. Oikein hoidettuna kunnossapito luo hyvän mahdollisuuden hyvätasoiseen käytettävyyteen sekä käyttöasteeseen. (Järviö & Lehtiö 2017, 17 ja 59.)

Hankaluutta kunnossapidon suunnitteluun tuo myös se seikka mitenkä saataisiin tietoon mitä toimenpiteitä pitäisi tehdä ja milloin ne pitäisi tehdä. Hyvä kustannustehokkuus myös edellyttää sitä, että tehdään mahdollisimman vähän toimenpiteitä ja mahdollisimman vähällä työajan käytöllä. Välillä on kuitenkin pakko tehdä kriittisten laitteiden osalta töitä myös varmuuden vuoksi, mutta kuitenkin pitäisi löytää optimi eli tehdään oikeita töitä oikeaan aikaan. (Laine 2010, 41)

Toinen oleellinen seikka on, että työt hoidetaan mahdollisimman korkealla ammattitaidolla sekä äärimmäisen huolellisesti. Käytäntö on kuitenkin osoittanut, että monesti laitteen rikkoutumisen syy on virheellisesti suoritettu huoltotyö. Riittävän ammattitaidon varmistaminen jää organisaation vastuulle ja heidän pitää olla varmoja, että heidän käyttöhenkilöstöllänsä, kunnossapitohenkilöstöllä ja ostettavien palvelutuottajienhenkilöstöllä on tarpeeksi ammattitaitoa töiden oikeaoppiseen suorittamiseen. Kaikkien edellä mainittujen tahojen osaamisen kehittäminen täytyy olla jatkuvaa ja järjestelmällistä. Aina ei myöskään henkilöstön luja osaaminen riitä vaan täytyy kehittää osaamista tukevia komponentteja, joita ovat mm. selkeät prosessikuvaukset sekä työohjeet. (Mts, 41)

3.1 Kunnossapitolajit

Eri kunnossapito menetelmien jaottelu ja niiden hahmottaminen on avain asemassa tehokkaassa johtamisessa. Jaottelu mahdollistaa erilaisten työlajien kustannuksien sekä työtuntien tarkastelua. Kunnossapito lajeja on useita ja alla olevassa kuviossa 4. on esillä PSK 7501:2010 standardin mukainen jaottelu, joka jaottelee kunnossapitolajit sen mukaan ovatko ne suunniteltuja vai aiheuttavatko ne tuotantohäiriön. Kuviossa 5. on SFS-EN 13306:2010 standardin mukainen jaottelu, joka taas jaottelee kunnossapitolajit vian havaitsemisen mukaan. (Järviö & Lehtiö 2017, 46.)



Kuvio 4. PSK 7501:2010 mukainen jaottelu (Mts, 47.)



Kuvio 5. SFS-EN 13306:2010 mukainen jaottelu (Mts, 46.)

3.1.1 Ehkäisevä kunnossapito

Jaksotetusti tai suunnitellusti eri kriteerien täytyessä suoritettava kunnossapito, jolla pienennetään kohteen vikaantumisen mahdollisuutta tai sen toiminnan heikkene- mistä. Ehkäisevällä kunnossapidolla pidetään siis yllä kohteen käyttöominaisuuksia, palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai jopa estetään vauri- oiden syntyminen (PSK 6201:2011; Järviö & Lehtiö 2017, 50.)

Ehkäisevän kunnossapidon menetelmillä seurataan kohteen eri parametreja sekä tar- kastellaan kohteen suorituskykyä. Ennakoivan kunnossapidon päämääränä on pie- nentää kohteen vikaantumisen todennäköisyyttä sekä ehkäistä koneenosien toimin- takyvyn heikkenemistä. Ehkäiseväkunnossapito on säännöllistä kunnossapitoa. Kun- nossapito on joko aikataulutettua, jatkuvaa tai suoritetaan vaadittaessa. Erilaisten tu- losten perusteella voidaan kunnossapito tehtäviä suunnitella sekä aikatauluttaa. Eh- käisevään kunnossapitoon sisältyy seuraavat toimet:

- tarkastaminen
- kuntoon perustuva kunnossapito (kunnonvalvonta sekä kuntoon perustuva suunniteltu korjaus)
- määräysten mukainen toteaminen
- testaaminen / toimintakunnon toteaminen
- käynninvalvonta
- vikaantumistietojen analysointi (Järviö & Lehtiö 2017, 50.)

Kunnonvalvontaa suoritetaan kohteen toimiessa tai sen seisokin aikana ja kunnonvalvonnan avulla on tarkoitus löytää oireilevia vikoja tai todeta kohteen olevan toimintakunnossa. (Järviö & Lehtiö 2017, 50.)

3.1.2 Korjaava kunnossapito

Korjaavakunnossapito on kunnossapitoa, jota tehdään vasta vian huomaamisen jälkeen ja saatetaan kohde siihen kuntoon missä se pystyy jälleen suorittamaan sille vaaditun tehtävän. Korjaava kunnossapito on häiriökorjaus, kunnostaminen ja kuntoon perustuva suunniteltu korjaus. (PSK 6201:2011; Järviö & Lehtiö 2017, 51.)

Korjaavan kunnossapidon menetelmin vikaantuvaksi todettu kohde, osa tai komponentti palautetaan korjaamalla takaisin käyttökuntoon. Korjaavan kunnossapidon suoritusajkoja tarkastelemalla voidaan suoraan määrittellä kohteen elinaika. Korjaavakunnossapito voi olla joko häiriökorjausta, joka on suunnittelematonta tai sitten kunnostusta, joka taas on suunniteltua. Korjaavaan kunnossapitoon sisältyy seuraavat toimet:

- vian määrittely
- vian tunnistus
- vian paikallistaminen
- korjaus, väliaikainen korjaus
- toimintakuntoon palauttaminen (Järviö & Lehtiö 2017, 51.)

PSK standardi tuntee myös käsitteen häiriökorjaus välittömänä sekä siirrettynä. SFS-EN 13306:2010 standardin mukaan taas häiriökorjaus kuuluu osaksi korjaavaa kunnossapitoa. Näiden lisäksi PSK standardi tuntee myös käsitteen kunnostaminen, joka tarkoittaa kohteesta irrotettujen osien korjaamista verstaalla. (Järviö & Lehtiö 2017, 51.)

3.1.3 Parantava kunnossapito

Tämä kunnossapito laji voidaan jakaa kolmeen pääryhmään. Ensimmäisessä ryhmässä kohteeseen vaihdetaan uudempia tai päivitettyjä osia parantamatta kuiten-

kaan kohteen suorituskykyä. Hyvänä esimerkkinä voitaisiin käyttää bensiini käyttöisen polttomoottorin muuttaminen käyttämään bioetanolia. Suorituskykyä ei parannetaan, vaan muutetaan polttomoottori toimimaan kahdella polttoaineella. (Järviö & Lehtiö 2017. 51.)

Toinen pääluokka muodostuu semmoisista kohteista, joissa uudelleen suunnitellaan tai kohdetta korjataan semmoisilla menetelmillä, joilla saadaan kohdetta luotettavammaksi. Tässäkään ei vielä keskitytä parantamaan suorituskykyä. Esimerkkinä voitaisiin käyttää semmoista, kun polttomoottorin ja vaihteiston väliin vaihdetaan enempi vääntöä kestävä kytkin. Tällöin luotettavuus kasvaa, mutta suorituskykyyn se ei vaikuta. (Mts, 51.)

Kolmanteen pääryhmään kuuluvat isot modernisaatiot, joissa laitteen suorituskykyä nostetaan. Useasti modernisaatiolla muutetaan sekä kone että valmistusprosessia tehokkaammaksi. Ajankohtainen esimerkki olisi paperikoneen muuttaminen kartonkikoneeksi. Paperin kysyntä maailmalla on laskemassa ja yhtiöiden, joilla paperin valmistusta vielä on olisi kehitettävä koneille jatko käyttöä. Tietenkin olettaen, että paperintehdas on siinä kunnossa, että sen muuttaminen kartonkitehtaaksi on kannattavaa. Kyseinen tilanne esiintyy yhä useammin sellaisilla aloilla, joilla tuotteen käyttöikä on lyhyempi, kuin tuotteita valmistavien koneiden. (Mts, 51.)

3.2 Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen

Vikojen ja vikaantumisen selvittämistä ei määrittele mikään standardi ja sitä ei vielä mielletä kunnossapitoon kuuluvaksi toiminnoksi. Selvittämisen tärkeys ymmärretään, mutta vain harvoissa yrityksissä niiden tekeminen on järjestelmällistä. Datan kerääminen vikaantumisista suhteudutaan negatiivisesti ja harvoin myös resursseja sekä osaamista laitepuolella on riittävästi. Nykyaikaisissa koneissa on paljon sensoreita ja prosessoreita, jotka ohjaavat laitteen toimintaa. Kyseiset sensorit ja prosessorit keräävät myös tietoa laitteen toiminnasta. Tätä tietoa pystyy analysoimaan ja sitä kautta pääsemään kiinni laitteen vikaantumisen juurisyihin. Vikaantumisen juurisyit, kun on selvillä, voidaan asiaa lähteä ratkomaan ja suunnitella korjaavia toimenpiteitä

ja joskus voidaan saavuttaa vikaantumisien pienentyneen 90 %. (Järviö & Lehtiö 2017. 52.)

Asiantuntijoiden mielestä riskianalyysi sekä vikahistorioiden käyttö muodostavat suurimmat kunnossapitoa ohjaavat voimat. Analyysien tekeminen vaatii erikoisosamista ja paneutumista laitteen toimintaan, ja tämän takia jokaista vikaa ei kannata lähteä analysoimaan. Eniten käytössä olevat menetelmät ovat:

- vika-analyysi (fault analysis)
- vikaantumisen selvittäminen, simulointi
- mallintaminen (reconstruction)
- juurisyyn selvittäminen (RCFA, root cause failure analysis)
- materiaalien- ja suunnittelun analyysit (analysis of material/design)
- vikaantumispotentiaalın kartoitukset/riskinhallinta (Mts, 52.)

4 Huoltosuunnitelma

Hyvin aikataulutettu ja suunniteltu ehkäisevä kunnossapito on todella tehokasta. Hyvin suunniteltu kunnossapitotyö poistaa työn tekemisen yhteydessä esiintyviä viiveitä ja hyvin aikataulutettu kunnossapitotyö poistaa töiden väliin jääviä viiveitä. Kun nämä asiat ovat kunnossa on silloin kunnossapito resurssien käyttö tehokasta sekä laitteiden vikaantumiset saadaan niin hyvään hallintaan kuin mahdollista. Tämän kunnossapidon osa-alue ja sen suunnittelu on yksi vaikeimmista. Usein ehkäisevän kunnossapidon työlistat on laadittu seuraavien tietojen pohjalta:

- aikaisemmat vikaantumiset
- varaosat ja niiden käyttömäärät
- koneen ja sen osien toimintatapa
- laitevalmistajan suositukset (Mts, 104-105.)

Ehkäisevällä kunnossapidolla pyritään estämään aikaisempien vikaantumisien uusiutumista. Ennakkohuolto ohjelmat ovat yleensä ylimitoitettuja, koska niillä yritetään saada liiallinen varmuus. Osasyynä tähän on valmistajan ohjeiden noudattaminen ja

heillä on tavoitteena oman tuotteen moitteeton toiminta. Laitetoimittajalla ei myöskään ole kustannusvastuuta kunnossapidosta laitteen ollessa tuotantokäytössä, joten liiallisella huollolla ei laitetoimittajalle ole väliä. Vähemmät myönnetty seikka liittyy EH-ohjelmien käyttöön eli niiden avulla viedään käyttäjät ja kunnossapitäjät koneiden luo tarkastamaan niiden toiminnat. Tällä seikalla saadaan kehitetty käyttäjälle ja kunnossapitäjälle tarkka tuntemus koneen rakenteesta sekä sen toiminnasta.

Hyvin usein laitteiden huoltosuunnitelmat pohjautuvat laitevalmistajan suositukseen, joista on sitten muokattu vähän tuotantolaitoksen omien käyttökokemusten perusteella. Usein laitevalmistajilla huoltosuunnitelman tekeminen jää viimeiseksi työvaiheeksi ennen uuden laitteen luovuttamista asiakkaalle ja on tällöinkin tyypillisesti vain insinöörien arvioiden perässä, kuinka laitteiden eri komponentit kuluvat. Laitevalmistajilla ei tyypillisesti ole yleensä dataa siitä, kuinka laitteet ja sen komponentit ovat toimineet käytännössä. Luotettava paikka mistä analyysiä lähteä tekemään on varaosien myyntitilastot. (Järviö & Lehtiö 2017, 104-105; Laine 2010, 124.)

EH-ohjelmia voidaan luoda esimerkiksi kriittisyysanalyysin ja RCM pohjalta. Kriittisyysanalyysi on käytössä useissa yrityksissä onnistuneesti ja suunnittelutyö etenee seuraavanlaisesti:

- Kohteen ja prosessin selkeä rajaus. Näin varmistetaan projektin tehokkuus
- Jaetaan prosessi yksiköihin/toimintoihin
- Määritellään tarkasteltavan kohteen toiminnot, jossa otetaan huomioon vikahistoria, varaosien kulutus sekä otetaan huomioon valmistajan ohjeet.
- Priorisoidaan toiminnot ja jaetaan ne kriittisyyden perusteella ryhmiin, jotka ovat A, B ja C. Joista A on kriittisin ja kattaa yleensä noin 20-25 % laitoksen laitteista. Kunnossapito kohdistetaan ryhmiin A ja B. C-ryhmän laitteet eivät ole tuotannon jatkuvuuden kannalta kriittisiä, joten niille riittää yleensä huolto.
- Laaditaan uusi EH-ohjelma. (Järviö & Lehtiö 2017. 104-105.)

Laitteen kriittisyysluku voidaan määritellä seuraavanlaisella kaavalla:

$$R = T \times (M + K + HY + VL + VO)$$

R = kriittisyysluku

T = tapahtuman todennäköisyys

M = materiaalihinkojen suuruus

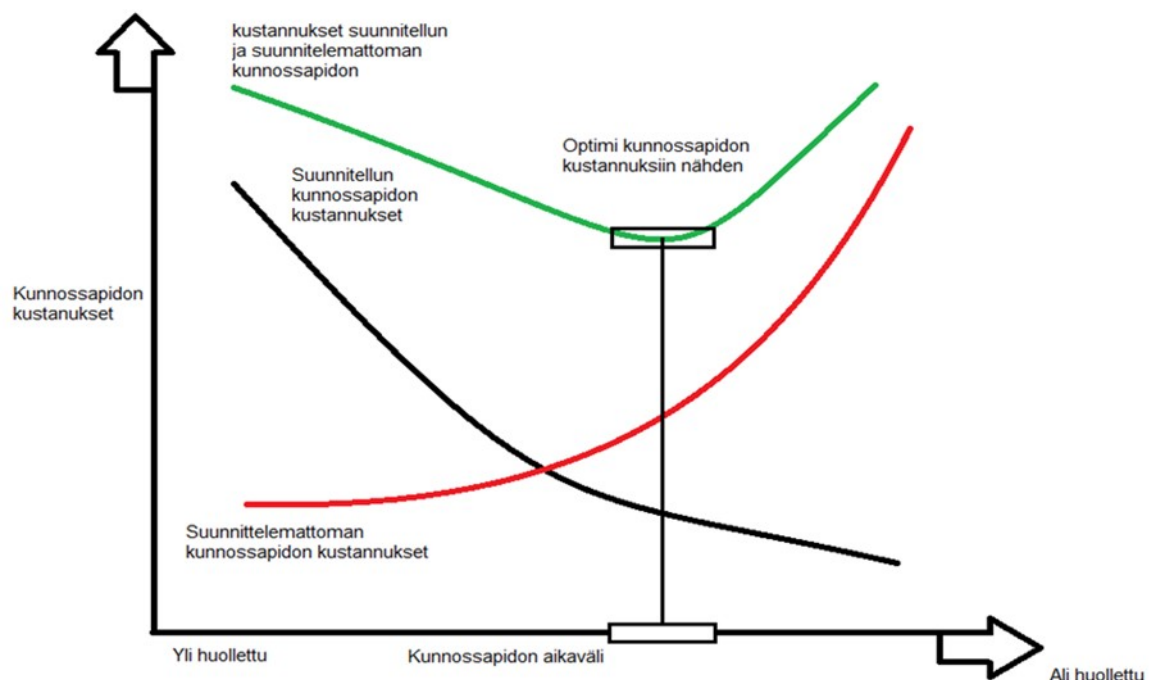
K = tuotantomenetykset

HY = henkilöstö- ja ympäristövaara

VL = varalaitteen saatavuus

VO = varaosan saatavuus

Kaavaan syötetyt arvot päätetään itse. Luvuille myös täytyy määrittää arvo, joka on kriittinen. Luvut voivat esimerkiksi olla 1 – 5 ja mitä suurempi luku niin sitä kriittisempi. (Mts, 105.)



Kuvio 6. Optimoitu kunnossapito (Kister & Hawkins 2006.)

5 Sulatuskuljettimen kunnossapito

5.1 Huoltosuunnitelman laatiminen

Huoltosuunnitelman laatiminen alkoi tarkastelemalla olemassa olevia reitti, tarkastus ja seisokkityölistoja. Heti tarkastelun aloittamisessa havaittiin niissä ongelma. Rasvaukset, tarkastukset ja mittaukset ovat tulleet suoraan laitetoimittajalta, jolloin on

mahdollisesti yli huoltoa laitteille havaittavissa. Laitetoimittajalla ei ole kustannusvastuuta laitteiden ollessa jo tuotantokäytössä, vaan he ovat tyypillisesti luoneet kunnossapidon ylimitoitetuksi minimoidakseen laitevauriot. Ylimitoitus näkyy mm. automaattirasvareiden säädöissä, jotka syöttävät kohteisiin tyypillisesti liika rasvaa. Tämä ei kuitenkaan pitkässä juoksussa ole kannattavaa ylimääräisien kustannusten takia vaan kunnossapito pitää optimoida aina käyttöympäristön sekä laitteiden mukaan kohteelle sopivaksi.

Suunnitelmassa lähdettiin hiukan yksinkertaistamaan EH-ohjelmaa, jolloin se olisi paremmin toteutettavissa. Tuotannonväelle oli mm. merkattu semmoisia töitä mistä he eivät voi suoriutua osaamisen sekä puuttuvien työkalujen takia sekä osa töistä vaatisi seisokin onnistuakseen. Reittityölista sisältää sulatuskuljettimien toimilaitteiden tarkastuksia sekä tarvittaessa pienimuotoista kunnossapitoa mm. öljyn lisäämistä. Kuviossa 7. käy ilmi mitä reittityölista pitää sisällään ja siinä on esitetty sulatuskuljettimen vaihteen tarkastus, joka tehdään 4 viikon välein. Tuotannontyöntekijöille kuuluu reittityölistaan kaikki 4 viikon välein suoritettavat tarkastukset ja kunnossapidolle tarkastusvälit ovat 8 viikkoa.

VAIHTEEN TARKASTUS 4 VIIKKOA

VAIHTEEN TARKASTUS

Tarkasta vaihteen:

- Kotelon tiiveys ja kiinnitys
- Akselitiivisteiden tiiveys ja kiinnitys
- Käyntiääni, värinä ja lämpötila. Lämpötilan raportointiraja 70 astetta.
- Huohottimen kunto ja kiinnitys, vaihda tarvittaessa.
- Öljypinnan korkeus, lisää tarvittaessa.
- Momenttituen kiinnitys ja kunto, jos sellainen on

Kuvio 7. Vaihteen tarkastus reittityölista

Tarkastukset sisältävät paljon päällekkäisyyksiä kunnossapidon ja tuotannon työtekijöiden välillä. Kunnossapidon työntekijät suorittavat tarkastuksensa yleensä seisokeissa, jolloin he pystyvät myös suorittamaan mittauksia, ettei tarkastukset jää pelkästään näköaistin varaan. Näiden muutosten ja parannusten jälkeen syntyi päivitetty reittityölista. (Ks. Liite 2. Sulatuskuljettimen huoltosuunnitelma.)

Sama huoltosuunnitelma toimii kaikissa kolmessa sulatuskuljettimissa, koska kuljettimet ovat rakenteeltaan ja toimilaitteiltaan identtiset. Huoltosuunnitelman tarkastuksista on tehtäviä jaettu eri vuoroille heidän reittityölistansa, josta he käyvät kuitaamassa tarkastukset tehdyiksi. Kierrosta tehdessä huomiot kirjoitetaan reittityölistan ohjelmaan, josta ne tallentuvat SAP-järjestelmään, jota kunnossapito käy lukemassa päivittäin. SAP-järjestelmä on maailmanlaajuinen toiminnanohjausjärjestelmä, joka on käytössä useissa yrityksissä eripuolilla maailmaa. SAP-järjestelmän kautta hoituu niin varaston hoitaminen kuin vikaantumisien kirjaaminen kunnossapidolle.

Huoltosuunnitelma laadittiin käyttäen apuna havaittuja vikoja ja niiden vaikutusta tuotantoon. Jotkut viat aiheuttavat heti linjan pysäytyksen ja joidenkin vikojen kanssa voidaan sinnitellä suunniteltuun seisokkiin asti. Taulukossa 1. on kirjattu potentiaaliset vikaantumiset sulatuskuljettimille ja esitetty niiden vaikutus tuotantoon. Osa vikaantumisista on tapahtunut todellisuudessa ja osa ei. Opinnäytetyöntekijällä on kumminkin hyvä kokemuspohja luoda kyseinen listaus, koska on työskennellyt paljon kyseillä tehtaalla. Tekijä myös hahmottaa hyvin viat ja niistä mahdollisesti aiheutuvat ongelmat. Listausta käytettiin apuna, kun päivitettiin huoltosuunnitelmaa ja näin saatiin suunnitelmassa kohdistettua ja painotettua ennakkohuoltoja kriittisiin kohteisiin, jotta saavutettaisiin mahdollisimman hyvä käytettävyys sulatuskuljettimille.

Taulukko 1. Sulatuskuljettimen vikojen vaikutus tuotantoon

Pontentiaaliset vikaantumiset	Sulatuskuljettimen vikojen vaikutus tuotantoon		
	Ajot seis	Pätkee ajoja	Selvitään seisokkiin
Ketju poikki	X		
Vetorataan pultit poikki	X		
Vetorattaat kuluneet			X
Vetoakseli kulunut/poikki	X		
Sähkömoottori rikki	X		
Vaihteisto rikki	X		
Ketju liu'ut kuluneet			X
Runko rikki			X
Ketjut löysällä		X	
Ketjut kuluneet			X
Sulatusvesi häiriö	X		

Sulatuskuljettimille on myös oma seisokkityölista, johon on listattu semmoiset työt, jotka vaativat onnistuakseen sulatuskuljettimien pysäytyksen. Listassa on myös paljon työllistäviä töitä, joita ei kerkeä nopeissa seisokeissa tehdä vaan niiden tekemiseen täytyy olla varattu aikaa. Tämä seikka edellyttää kunnonvalvonnan tarkkaa toimivuutta, jotta töiden valmisteluun ja työn suorittamiseen jää aikaa. Lista sisältää paljon tarkastuksia, mutta tarkastuksista voi kehkeytyä kunnossapito töitä, jos komponentit ovat kuluneita. (Ks. Kuvio 8.) Tällöin voi komponentteja joutua vaihtamaan ja tämä vaati tämän koko luokan kohteissa paljon aikaa. Sen takia tämä seisokkityölista käydään lävitse vuosihuoltoseisokeissa, jotka ovat tyypillisesti monta päivää kestäviä.

Sulatuskuljettimen seisokitarkastus

- Tarkasta vetoakselin, ketjupyörien ja laakeripesien kunto ja kiinnitys. Käännä tai vaihda kuluneet ketjupyörät.
- Tarkasta laakerien ja laakeripesien tiivisteiden kunto. Vaihda tarpeen mukaan.
- Tarkasta käyttöjen kunto ja puhtaus sekä vaihda huohotin.
- Tarkasta taittoakseliston kunto. Kiinnitä erityistä huomiota laakereiden ja ketjurummun kuntoon.
- Tarkasta kolaketjun kunto ja kireys, sekä kolien kiinnitys.
- Tarkasta ketjun paluukourun ja kuljettimen pohjan kunto
- Tarkasta ketjun katkeamisvahdin kunto ja toiminta.

Kuvio 8. Sulatuskuljettimen seisokitarkastukset

5.2 Työohjeen laatiminen ketjun vaihtoon

Työohjeen laatiminen ketjunvaihtoon perustui havainnointiin sekä avoimiin haastatteluihin. Tähän mennessä kaikille linjoille on vaihdettu ketjut kertaalleen, mutta ketjunvaihtotyön on suorittanut laitetoimittaja. Ketjujen vaihtamisen prosessi on ajallisesti pitkä ja haastava projekti. Laitetoimittajalta kesti kahden linjan ketjujen vaihtoon kolme päivää. Töitä tehtiin kellon ympäri kahdessa vuorossa. Ketjun vaihtotyö työllistää henkilöstöä ja koneita paljon, koska työn suorittamiseen vaaditaan iso nosturi ja muita apuvälineitä, johtuen sulatuskuljettimien sijainnista järven rannalla. Sulatuskuljettimien sijainti järven rannalla aiheuttaa sen, että ei voida enää vaihtaa ketjuja niin kuin edellisellä Äänekosken tehtaalla. Vanhalla tehtaalla ketjut pystyttiin vetämään ulos sulatuskuljettimesta käyttäen apuna kurottajaa. Uudet ketjut myös pystyttiin levittämään puukentälle suoraksi ja vetämään sulatuskuljettimen käyttöillä ketjut takaisin paikalleen, joten isoja nostureita ei tarvittu. Kuviossa 9. näkyy nykyisen tehtaan sulatuskuljettimet, jotka sijaitsevat lähellä järveä. Tämän seikan takia ketjuja ei voida vaihtaa samaan tapaan, kuin vanhalla tehtaalla.



Kuvio 9. Sulatuskuljettimien nykyinen sijainti (Koivula, J. 2019.)

Laitetoimittajan ketjunvaihtotyötä tarkkailtiin ja työvaiheet kirjattiin ylös. Ketjunvaihto prosessin yksityiskohtia jäi paljon huomaamatta, koska alue oli rajattu todella tarkkaan nostotyömaan takia. Näitä tiedon aukkoja täydennettiin kunnossapidontyöntekijöitä haastatteleamalla. Laitetoimittajan työvaiheet kirjattiin ylös ja niistä tehtiin listaus, joka esiteltiin ja käytiin lävitse kunnossapidontyöntekijöiden kanssa. Työvaiheita ei lähdetty laitetoimittajanmallista paljoa muuttamaan, koska kokemusta ei ollut uusien toimivuudesta.

Ensimmäisenä vaiheena tarkasteltiin tarvittavia apuvälineitä, resursseja sekä tarvittavia ennakovalmisteluista ja niistä tehtiin listaus. (Ks. Kuvio 10.)

Ennakkovalmistelut:

1. Työ- ja tulityölupien laatiminen:

- Ketjujen kokoamiseen hitsaamalla
- Ketjujen vaihto työmaalle mm. kuljettimen peräluukun irrottamiseen, ketjujen katkaisuun ja liittämiseen, tarvittaessa kulutuskiskojen vaihtamiseen.

2. Ketjujen liittäminen pätkistä kahteen osaan. (Yläpuolisiin ja alapuolisiin). Tämä ennen töiden aloittamista valmiiksi!!

3. Lukitukset ja varmistukset

4. Nosturin nostotyösuunnitelma sekä pystytyspöytäkirja

- Nosturi LIEBHERR LTM 1220 (tai muu vastaavilla ominaisuuksilla oleva)

- Nostokyky 220t
- Nostokorkeus 101m
- Nostosäde 88m

5. Sulatuskuljettimien ympäristön siisteys. Välit tyhjäksi puusta sekä ylimääräisen palokuorman poistaminen

Resurssit ja tarvikkeet:

- Vinssi, ketjujen vetämiseen paikalleen
- Ketju liu'ut
- Telineet taitto ja vetopäähän
- Hitsauskoneet sekä muut tarvikkeet

Kuvio 10. Ennakkovalmistelut työohje

Ennakkovalmistelut, kun oli saatu tehtyä, alkoi työvaiheiden laatiminen. Työvaiheiden laatiminen alkoi kirjaamalla ylös havainnointia apuna käyttäen ketjunvaihdoista aiheutuneet työvaiheet ja niistä syntyi seuraavanlainen lista, joka oli hyvin yksinkertainen. Seuraavassa kuviossa on esitetty pieni pätkä ketjujen poistaminen työvaiheista. (Ks. Kuvio 11.)

Vanhojen ketjujen poistaminen

- Sulatuskuljettimen päätylevyyn hitsataan nostokorvakkeet
- Sulatuskuljettimen päätylevyn irrottaminen (hitausten aukaisu)
- Sulatuskuljettimen päätylevyn nosto pois
- Telineiden rakentaminen ja niiden siirtäminen sulatuskuljettimen pätyyn

Kuvio 11. Työvaiheiden kirjaaminen

Tämä yksinkertainen listaus täytyi vielä muuttaa työohjeen kaltaiseksi tekstiksi, joka sisälsi havainnollistavia kuvia. (Ks. Kuvio 12.)

- Ketjujen poistaminen kuljettimesta käyttäen apuna Mantsisen portaalikonetta.



Kuvio 12. Ketjun poistaminen

Työohje laadittiin listan mukaan vaihe vaiheelta ja käyttäen apuna mahdollisimman paljon kuvia, jotka helpottavat työvaiheiden ymmärtämistä. Kuvia olisi saanut olla enempiäkin, mutta nostotyöalue rajoitti työmaalla kulkemista. Tällaisissa tilanteissa, jossa kuvia ei ollut mahdollista käyttää apuna on asiat pyritty selittämään sanallisesti tarkemmin. Näillä menetelmillä syntyi valmis työohje ketjunvaihtoon, joka toimii kaikilla sulatuskuljettimilla Äänekoskella, koska sulatuskuljettimet ovat kaikki identtisiä. (Ks. Liite 1. Työohje sulatuskuljettimien ketjujen vaihtoon.)

6 Tulokset

Opinnäytetyössä päästiin osittain tavoitteisiin, jota toimeksiantaja edellytti. Aineiston kerääminen perustui haastatteluihin sekä havainnointiin, joten tutkimustulosta voidaan pitää kvalitatiivisena eli laadullisena tutkimuksena. Konkreettisimpina tuloksina voidaan pitää työohjetta ketjujen vaihtoon sekä huoltosuunnitelma laatimista järkevään muotoon, jotta sen toteuttaminen olisi mahdollisimman helppoa ja yksinkertaista.

Reittityölistat selkeytyivät tuotannontyöntekijöiden osalta ja heiltä poistettiin semmoiset työt/tarkastukset listalta, joiden tekeminen ei ole heille mahdollista. Reittityölistan tarkastamista auttoi tekijän aikaisempi työskentely kuorimolla. Tämä mahdollisti hahmottamaan sen, minkälaisia tarkastuksia pystyy sulatuskuljettimille luotettavasti tekemään, kun tuotanto on käynnissä. Esimerkiksi taitto- ja vetorattaiden sekä ketjun kunnon tarkastaminen on käynninaikana mahdotonta ja tämän tarkastuksen tekee kumminkin kunnossapidontyöntekijä 8 viikon välein seisokissa. Tarkastuksien tekemistä helpottaa kuorimon joka keskiviikkoinen pieni seisokki, jos tehtaantuotanto tämän sallii. Tällöin on mahdollista ajaa sulatuskuljetin tyhjäksi puusta ja silloin päästään mittaamaan ketjujen ja kulutuskiskojen paksuudet sekä tarkastamaan ne. Paksuuden mittaukseen käytetään ultraääneen perustuvaa paksuusmittari, jonka käyttö on nopeaa ja helppoa.

Opinnäytetyössä syntyneitä tuloksia voidaan pitää luotettavina. Luotettavuutta tuoksiin tuo opinnäytetyössä käytetty aineistonkeruu menetelmä, joka perustui haastatteluihin sekä havainnointiin. Haastateltavina käytettiin pitkän työhistorian omaavia kunnossapidontyöntekijöitä, joten heiltä saatu tieto on riittävän luotettavaa. Myös havainnointi tuki se, koska opinnäytetyöntekijällä on työkokemusta Äänekoskelta puunkäsittelystä ja hänellä on ymmärrys vikojen vaikutuksista tuotantoon. Opinnäytetyöntekijä on myös työskennellyt kunnossapidossa monessa tehtaassa mm. kyseisellä biotuotetehtaalla. Myös tämä työkokemus tuo työhön luotettavuutta kokonaisuuden hahmottamisessa, joka peilautuu suoraan myös tuloksien syntyneeseen.

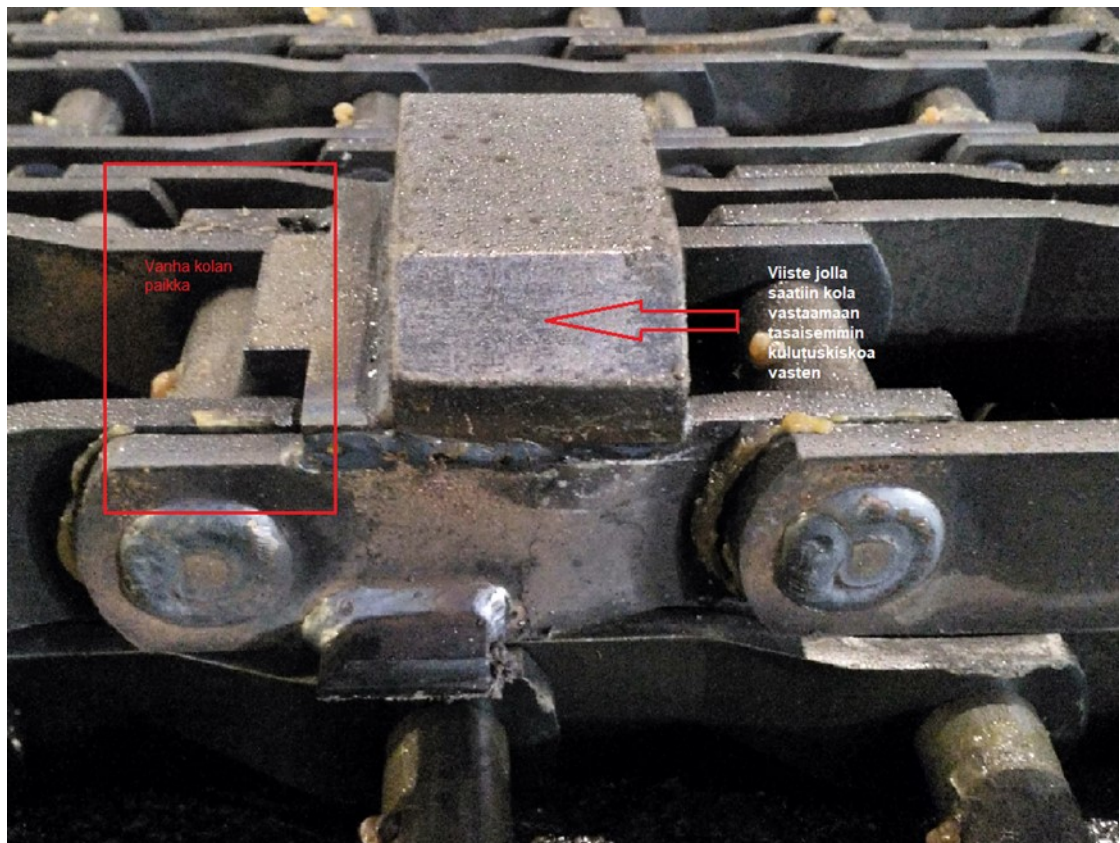
7 Kehityskohteet

Haastatteluja tehdessä tuli esiin monta hyvää kehityskohdetta tai haasteellisia töitä, jotka olivat sulatuskuljettimet hitaasti pyörivien laakereiden kunnonvalvonta, sulatuskuljettimen ketjut ja kulutuskiskot sekä sulatuskuljettimen miehistö/huolto luukkujen parantaminen.

Sulatuskuljettimen hitaasti pyörivien laakereiden kunnonvalvonta on haastavaa, koska hitauden takia niistä on mahdoton mitata värinää tai kuunnella käyntiääntä. Edellä mainittuihin menetelmiin myös vaikuttaa prosessista tuleva värinä sekä kova meteli. Oikeastaan ainoaksi mahdolliseksi menetelmäksi jää laakereiden välysten tarkastelu, joka onnistuu mittalaitteita sekä tunkkia käyttämällä. Tälläkään ei vielä saada tietää vierintäelinten kuntoa vaan saadaan pelkkä laakeri vällys selville. Vierintäelimet voivat siis edelleen olla mm. syöpyneet, joka voi pitkällä aikavälillä aiheuttaa laakerin kiinnileikkaantumisen. Tähän ongelmaan olisi hyvä keksi varma toimintatapa, jolla saataisiin luotettavasti selville laakerien kunto, jotka pyörivät hitaasti.

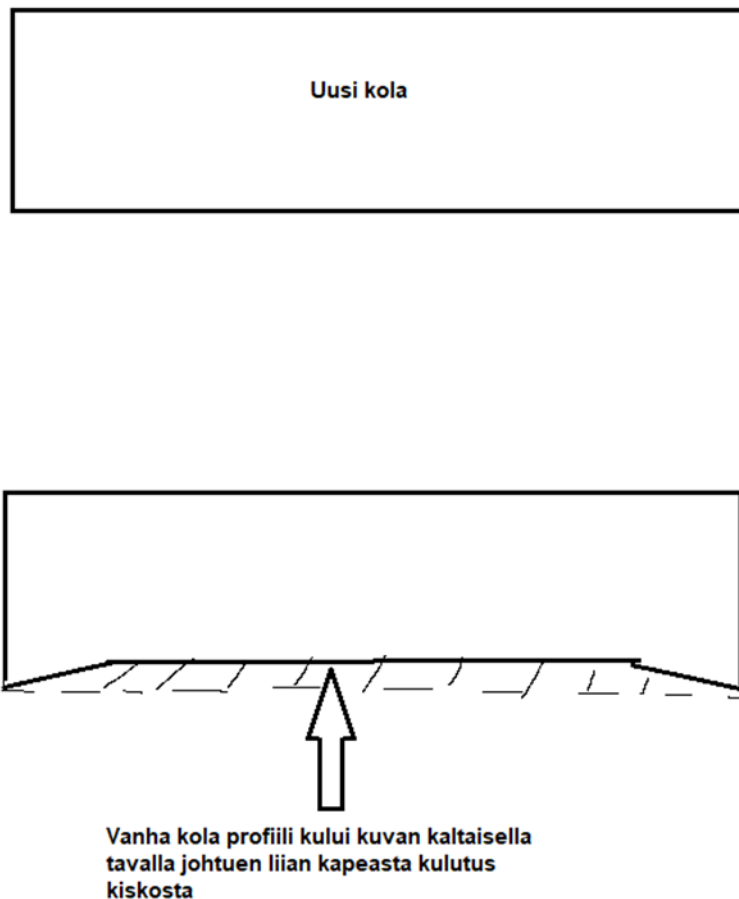
7.1 Ketjut ja kulutuskiskot

Sulatuskuljettimet joutuvat todella koville juuri ketjujen, liukukiskojen ja rungon osalta kuljettaessaan puunippuja kuorintarumpuun. Sulatuskuljettimet sijaitsevat pihalla, joten ne ovat alttiita lämpötilojen vaihteluille. Isoimmat ongelmat ovat nimenomaan ketjujen ja liukukiskojen kulumisen kanssa. Sulatusvesi voitelee ketjuja ja kiskoja, mutta puunippujen mukana kulkeutuu aina epäpuhtauksia, jotka kuluttavat ketjuja sekä kiskoja. Äänekoskella on kokeilu menossa uusien ketju tyyppien kanssa. Uudessa ketjutyyppissä kola siirrettiin ketjulenkin keskelle, jolloin saatiin ketjun tapeille aiheutuva kuorma tasaisemmaksi. Kolia myös hieman viistettiin samalla, jolloin kulutuskisko ei pääse kuluttamaan kolaan montulle ja kola kulkisi tasaisesti kulutuskiskon päällä sille tarkoitetun elinkaaren. Alkuun kolien kulumisen kanssa oli hiukan ongelmia, mutta se ratkaistiin kolaan tulevilla viisteillä. (Ks. Kuvio 13.)



Kuvio 13. Päivitetty kola

Alkuun kulutuskisko kulutti kolan montulle ja tämä, joko johtui kulutuskiskon kapeudesta tai väärästä materiaalista kolissa ja kulutuskiskoissa. Nykyisenä materiaalina kulutuskiskoissa on Hardox 400, joka on mittaustuloksissa osoittautunut hyväksi. Seurantajakso vaan on vielä lyhyt, joten tulevaisuus näyttää onko tämä materiaali ollut oikea valinta. Kuviossa 14. on esitetty kolien kuluminen ennen uusia viisteitä.



Kuvio 14. Kolan kuluminen ennen uusia viisteitä

Kulutuskiskojen hylkäysraja on laitetoimittajan mukaan 5 mm ja uuden paksuus on 10 mm. Kulumismateriaali ei siis ole, kuin 5 mm. Haastatteluissa esiin tuli mahdollisuus myös paksumpaan kulutus kiskoon, mutta tämä vaatisi mittailua sekä tutkimista onko mahdollista. Kulutuskiskojen halkeilun kanssa on myös ollut hiukan ongelmia, mutta tämä johtune todennäköisesti väärästä asennustavasta. Vanhat kiskot poltetaan irti kuljettimen pöydästä niin tällöin on todella tärkeää poistaa vanha hitsisauma

täysin kuljettimen pöydästä, ettei uusi kisko jää ”kantamaan”. Tästä ei heti aiheudu ongelmia, vaan kiskojen kulumisen myötä rupeavat kiskot murtumaan hitsisaumojen lähettäviltä. Ongelman korjaamiseksi voisi aluksi kokeilla huolellista asentamista niin, että kisko vastaa kunnolla kuljettimen pöytää vasten. Tällöin kuormitus tulee tasaiseksi eikä niin, että hitsisauman kohdalta kisko on irti pöydästä ja pääse murtumaan kohonneelta kohdalta. Kiskoista on hävinnyt tästä syystä isoja paloja ja kulkeutuessaan kuoripuolelle ne voivat aiheuttaa ongelmia ja onhan itse pöytäkin altis kulumiselle, kun kulutuskiskosta puuttuu palanen.

7.2 Sulatuskuljettimen luukkujen parantaminen

Sulatuskuljettimen ketjunvaihdon työohjetta tehdessä tuli haastatteluissa esille hyviä ideoita mitenkä saataisiin työtä helpotettua sekä nopeutettua ajallisesti. Kehitysideat täsmentyvät huoltoluukkujen saranointiin, koska nykyiset ovat hitsattuja. Tämä aiheuttaa ylimääräisen työvaiheen, kun henkilönosturilta käsin hitsisaumat aukaistaan sekä hitsataan luukun kanteen nostokorvakkeet. Laitetoimittajalta luukkujen poistamiseen kului aikaa noin 4 tuntia. Saranoinnit olisivat mahdollista toteuttaa sekä vetopään, että kuljettimen taittopään luukkuihin, mutta vaatisi suunnittelua. Kuviossa 15. on meneillään luukun hitsisaumojen poistaminen sekä nostokorvakkeiden hitsaaminen.



Kuvio 15. Luukkujen poistaminen

Nämä kaksi edellä mainittua työvaihetta jäisi kokonaan pois saranoinnin avulla nopeuttaen työn etenemistä. Saranoinnin sekä luukkujen lukitusten on oltava jyrkää tekoa, koska puuta säilytetään kuljettimien väliköissä ja tämä aiheuttaa luukkuihin osumia.

8 Pohdinta

Toimeksiantajan tavoitteisiin opinnäytetyöllä päästiin, mutta parannettavaa jäi rutkasti. Ketjunvaihdon työohjeesta saa tehtyä tulevaisuudessa paljon yksityiskohtaisemman, kunhan ensiksi tehtaan oma kunnossapito perehtyisi ketjunvaihdon prosessiin. Laitetoimittaja rajasi seisokissa alueen todella tarkasti nostotöiden takia, joten yksityiskohtien tarkkailu oli osittain jopa mahdotonta, joka rajoitti työohjeen laajuutta. Opinnäytetyö aiheen painottaminen muuttui työtä tehdessä useaan kertaan ja aluksi suunnitelmassa oli vain keskittyä sulatuskuljettimen seisokissa tapahtuviin kunnossapito töihin. Mukaan kumminkin tuli ennakkohuollot ja seisokki osio hiukan keventyi tästä syystä. Sulatuskuljettimille oli valmiina osittain toimiva huoltosuunnitelma, mutta sitä yksinkertaistettiin sekä kohdistettiin paremmin juuri kyseisiin sulatuskuljettimille.

Opinnäytetyön suorittamista vaikeutti vuorotyö toisella osastolla sekä koronasta aiheutuvat rajoitukset tehdasalueella. Opinnäytetyössä saavutettiin hyviä ja luotettavia tuloksia ja saatiin tuotantohenkilöiden reittityölistaa tarkennettua sekä painotettua tärkeitä asioita. Opinnäytetyön sivutuotteina syntyneistä kehitysideoista uskotaan olevan hyötyä tulevaisuudessa, koska niillä saadaan tehostettu kunnossapidon suorittamista. Opinnäytetyön tekeminen myös avasi tekijän omia silmiä, kuinka laaja prosessi kunnossapidon suunnittelu ja työohjeiden laatiminen on yhdellekin kohteelle.

Tuotannontyöntekijöille voisi olla hyvä järjestää kunnollinen koulutus oman alueen ennakkohuolloista sekä painottaa niiden tärkeyttä esimerkkien ja tilastojen avulla. Käyttäjä kunnossapito on jatkuvasti lisääntymään päin, joten samassa suhteessa myös kunnossapito koulutustenkin pitäisi olla. Tämän avulla saataisiin luotettavuutta

lisää laitteille oikeaoppisen kunnossapidon avulla, joka olisi todella maltillinen kustannus näinkin ison tehtaan osalta.

Lähteet

Hänninen, S. 2017. Äänekosken sulfiittisellutehdas. Viitattu 13.11.2020. <http://www.arkistot.info/sulfiitti/sellutehtaat.php>

Järviö, J. & Lehtiö, T. 2017. Kunnossapito tuotanto-omaisuuden hoitaminen. 6, täydennetty painos. Kunnossapitoyhdistys Promaint ry.

Kananen, J. 2012. Kehittämistutkimus opinnäytetyönä – Kehittämistutkimuksen kirjoittamisen käytännön opas. Jyväskylän ammattikorkeakoulu: Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja 134.

Kister, T, C. & Hawkins, B. 2016. Maintenance Planning and Scheduling handbook. Elsevier Science & Technology. <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.jamk.fi:2443/lib/jypoly-ebooks/reader.action?docID=269583>

Koivula, J. 2019. Perinteikäs teollisuuspaikkakunta sai uuden alun ”biotuotetehdas luo taloudellista ja henkistä uskoa tulevaan. Viitattu 18.11.2020. <https://www.maa-seuduntulevaisuus.fi/talous/artikkeli-1.510905>

Laine, H. 2010. Tehokas kunnossapito, tuottavuutta käynnissäpidolla. 1, painos. Kunnossapitoyhdistys Promaint ry.

Lähteenmäki, P. 2017. Äänekosken uusi sellutehdas on supertehokas vientikone, mutta onko Suomi palaamassa takaisin bulkkituotteiden viejäksi? Viitattu 2.11.2020. <https://www.talouselama.fi/uutiset/aanekosken-uusi-sellutehdas-on-supertehokas-vientikone-mutta-onko-suomi-palaamassa-takaisin-bulkkituotteiden-viejaksi-lue-talouselaman-reportaasi/e129a3d5-2e3d-36c7-bdf4-6772deecd49f>

Metsä Group. N.d. Viitattu 27.10.2020 <https://www.metsagroup.com/fi/yhtio/Pages/default.aspx>

Metsä Fibre. N.d. Viitattu 5.11.2020 <https://www.metsafibre.com/fi/Sellu/Pages/default.aspx>

Metsä Group. N.d. Äänekosken biotuotetehdas Metsä Fibre.

Mikkonen, H. 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito. 1, painos. Kunnossapitoyhdistys Promaint ry.

PSK 6201. 2011. Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät. 3, painos. PSK Standardisointiyhdistys ry. Viitattu. 3.11.2020. <https://psk-standardisointi-fi.ezproxy.jamk.fi:2443/standardit/>

Liitteet

Liite 1. Työohje sulatuskuljettimien ketjujen vaihtoon

Työohje

Sulatuskuljettimen ketjun vaihto

Tämä kyseinen työohje on laadittu opinnäytetyön ohella. Työohje saattaa sisältää virheitä sekä puutteita. Työohjetta voidaan kumminkin käyttää seisokin suunnittelussa apuna, mutta tämä työohje ei ota täysin vastuuta työn oikeaoppiseen suorittamiseen vaan toimii nimenomaan apuna suunnittelussa.

Ennakovalmistelut:

1. Työ- ja tulityölupien laatiminen:

- Ketjujen kokoamiseen hitsaamalla
- Ketjujen vaihto työmaalle mm. kuljettimen peräluukun irrottamiseen, ketjujen katkasuun ja liittämiseen, tarvittaessa kulutuskiskojen vaihtamiseen.

2. Ketjujen liittäminen pätkistä kahteen osaan. (Yläpuolisiin ja alapuolisiin). Tämä ennen töiden aloittamista valmiiksi!!

3. Lukitukset ja varmistukset

4. Nosturin nostotyösuunnitelma sekä pystytyspöytäkirja

- Nosturi LIEBHERR LTM 1220 (tai muu vastaavilla ominaisuuksilla oleva)

- Nostokyky 220t
- Nostokorkeus 101m
- Nostosäde 88m

5. Sulatuskuljettimien ympäristön siisteys. Välit tyhjäksi puusta sekä ylimääräisen palokuorman poistaminen

Resurssit ja tarvikkeet:

- Vinssi, ketjujen vetämiseen paikalleen
- Ketju liu'ut
- Telineet taitto ja vetopäähän
- Hitsauskoneet sekä muut tarvikkeet

Työvaiheet

- Päätylevyn irrotus sulatuskuljettimen pedistä, joka on kiinnitetty hitsaamalla. Päätylevyn hitsisaumat täytyy aukaista sekä levyyn hitsata nostoa varten nostokorvakkeet. Tähän työvaiheeseen tarvitaan siirrettävät telineet tai henkilönosturi, koska nostojen ajaksi telineet ja nosturi on siirrettävä pois tieltä



Kuva 1

- Kuvassa 1 meneillä työvaihe, jossa irrotetaan luukku sulatuskuljettimen pedistä.
- Sulatuskuljettimen päätylevyn aukaisu, jotta päästään käsiksi taittopään.

- Taittopäähän asennetaan ketju liu'ut, jotka helpottavat ketjujen asentamista sekä poistamista ja estää ketjujen päitä tippumista hiekkuri koppiin. (Ks. Kuva 2)



Kuva 2

- Vinssin asennus kuljettimen päälle, joka on apuna uusien ketjujen asentamisessa.
- Ketjujen katkaisu 2 osaan. Katkaisu tapahtuu taitto ja vetopäästä ja tämä tehdään sen takia, koska Mantsisen kone ei jaksa vetää kokonaista ketjua ulos.

- Ketjujen poistaminen kuljettimesta käyttäen apuna Mantsisen portaalikoketta.



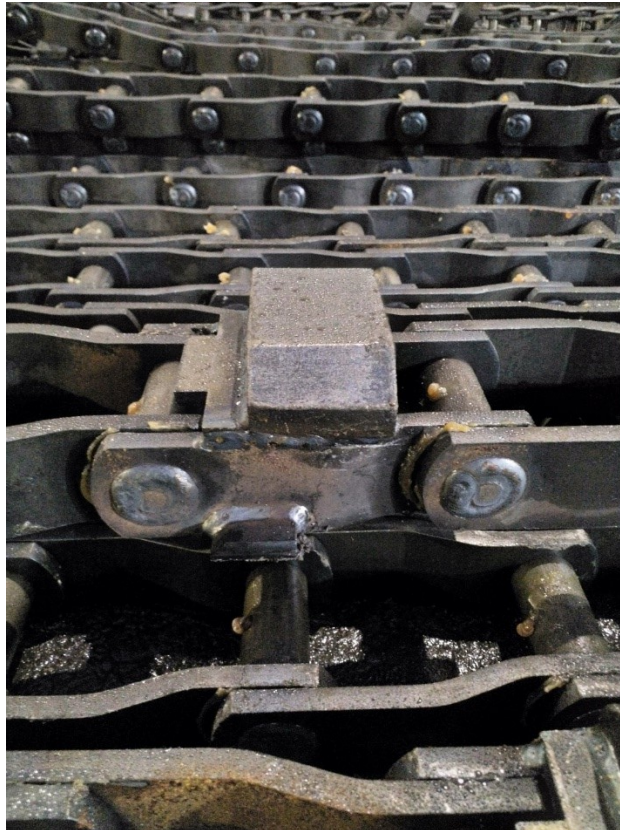
Kuva 3

- Viimeisen alapuoliseen ketjuun täytyy muistaa kiinnittää vinssin vaijeri, jotta saadaan se vedetty helposti peräluukulle odottamaan uusien ketjujen päälle laittamista.

Tässä vaiheessa, kun ketjun on saatu poistettua, olisi hyvä kiertää lävitse koko sulauskuljetin ja tarkastaa kuljettimesta rungon, vetorattaiden, rattaiden akselin, kuluskiskojen ym. kunto.

Ketjujen päälle laitto

- Nosturilla ketjun puolikas ilmaan yksi kerrallaan. Ketju nostetaan nosturilla korkealle ja alapää jätetään juuri luukun tasolle taittopäähän. Kiinnitetään vinssin vaijeri ketjun alapäähän sekä **NARU**, jonka kela näkyy kuvassa 2. Narulla voidaan vetää vinssin vaijeri takaisin aseemiin odottamaan uutta ketjua. Ketjua vedetään paikalleen vinssin avulla ja nosturikuski laskee samaa vauhtia ketjua alas. Kuvassa 2 menossa juuri kyseinen työvaihe.
- Ensiksi vedetään kaikki yläpuolen ketjut, jonka jälkeen on alapuolen ketjujen vuoro. Ketjut liitetään lopuksi veto ja taittopästä hitsaamalla. Kuvassa 4 näkyy hyvin hitsattu ketjulenkin liitos.



Kuva 4

- Ketjujen liittämisen jälkeen. Poistetaan ketju liu'ut, laitetaan taittopään pelti kiinni, irrotetaan vinssi, puretaan telineet roskasuppilosta ja laitetaan luukku kiinni, nostetaan nosturilla kuljettimen päätylevy taittopäähän paikalleen ja hitsataan kiinni.
- Kuljettimesta on myös hyvä purkaa lukitukset ja pyörittää sitä hiukan. Näin saadaan ketjut asettumaan kuljettimeen ja tämän jälkeen katsotaan, onko ketjut tarpeeksi tiukalla.

Liite 2. Sulatuskuljettimen huoltosuunnitelma

Kunnossapito tekee 8 viikon välein olevat tarkastukset ja tuotannontyöntekijät 4 viikon välein olevat.

SULATUSKULJETIN 1 TARKASTUS Mekaaninen

Turvalaitteiden tarkastus 8 VIIKKOA

Turvalaitteiden tarkastus

Tarkasta turvalaitteet:

- Kytkin-/hihnasuojan kunto ja kiinnitys
- Turvakytkimen ja kaapeloinnin kunto ja kiinnitys
- Mahdollisten hoitotasojen kunto ja kiinnitys

Sähkömoottorin tarkastus 8 VIIKKOA

Sähkömoottorin tarkastus

Tarkasta sähkömoottorin:

- Kiinnitys petiin
- Imusäleikön ja jäähdytysrivaston puhtaus,
- puhdista tarvittaessa.
- Käyntiääni, värinä ja lämpötila. Käytä hyväksi lämpökameraa

- tai kosketuslämpömittaria. Lämpötilan raportointiraja 70 astetta.
- Voiteluputkien/-letkujen tiiveys ja kunto
- Sadesuojan kunto ja kiinnitys, jos sellainen on

Tarkasta laitteen rajakytkinten:

- Kiinnitys ja kaapelointien kunto, mikäli sellaisia on.
- Tarkasta laitteen takometrien:
- Kiinnitys ja kaapelointien kunto, mikäli sellainen on.
- Tarkasta laitteen pyörintävahdin:
- Kiinnitys ja kaapelointien kunto, mikäli sellainen on.

Vaihteen tarkastus 8 VIIKKOA

Vaihteen tarkastus

Tarkasta vaihteen:

- Kotelon tiiveys ja kiinnitys
- Akselitiivisteiden tiiveys ja kiinnitys
- Käyntiääni, värinä ja lämpötila. Lämpötilan raportointiraja 70 astetta.
- Huohottimen kunto ja kiinnitys, vaihda tarvittaessa
- Öljypinnan korkeus, lisää tarvittaessa

- Momenttituen kiinnitys ja kunto, jos sellainen on

Ketjukuljettimen tarkastus 8 VIIKKOA

Ketjukuljettimen tarkastus

Tarkasta ketjukuljettimen:

- Veto-, taitto- ja kiristyspyörien kunto ja kiinnitys
- Ketjujen kunto ja kireys, kiristä tarvittaessa
- Laakerien, laakeripesien ja tiivisteiden kunto ja tiiveys
- Kulutuskiskojen kunnan tarkastus
- Rungon ja johteiden kunto ja kiinnitys
- Käyntiääni, lämpötila ja värinä

Puhdistus 8 VIIKKOA

Puhdistus

- Tarkasta mahdolliset rasva- tai öljyvuotojen jäljet, puhdista tarvittaessa.

TURVALAITTEIDEN TARKASTUS 4 VIIKKOA

TURVALAITTEIDEN TARKASTUS

Tarkasta turvalaitteet:

- Kytkin-/hihnasuojan kunto ja kiinnitys
- Turvakytkimen ja kaapeloinnin kunto ja kiinnitys
- Mahdollisten hoitotasojen kunto ja kiinnitys

SÄHKÖMOOTTORIN TARKASTUS 4 VIIKKOA

SÄHKÖMOOTTORIN TARKASTUS

Tarkasta sähkömoottorin:

- Kiinnitys petiin
- Imusäleikön ja jäähdytysrivaston puhtaus, puhdista tarvittaessa.
- Käyntiääni, värinä ja lämpötila. Käytä hyväksi lämpökameraa tai kosketuslämpömittaria lämpötilan raportointiraja 70 astetta.
- Voiteluputkien/-letkujen tiiveys ja kunto.

Tarkasta laitteen rajakytkinten:

- Kiinnitys ja kaapelointien kunto, mikäli sellaisia on.

Tarkasta laitteen takometrien:

- Kiinnitys ja kaapelointien kunto, mikäli sellainen on.

Tarkasta laitteen pyörintävahdin:

- Kiinnitys ja kaapelointien kunto, mikäli sellainen on.

VAIHTEEN TARKASTUS 4 VIIKKOA

VAIHTEEN TARKASTUS

Tarkasta vaihteen:

- Kotelon tiiveys ja kiinnitys
- Akselitiivisteiden tiiveys ja kiinnitys
- Käyntiääni, värinä ja lämpötila. Lämpötilan raportointiraja 70 astetta.
- Huohottimen kunto ja kiinnitys, vaihda tarvittaessa.
- Öljypinnan korkeus, lisää tarvittaessa.
- Momenttituen kiinnitys ja kunto, jos sellainen on

KETJUKULJETTIMEN TARKASTUS 4 VIIKKOA

KETJUKULJETTIMEN TARKASTUS

Tarkasta ketjukuljettimen:

- Ketjujen kunnan ja kireyden tarkastus
- Laakerien, laakeripesien ja tiivisteiden kunto ja tiiveys
- Rungon ja johteiden kunto ja kiinnitys
- Käyntiääni, lämpötila ja värinä

PUHDISTUS 4 VIIKKOA

PUHDISTUS

- Tarkasta toimintopaikan laitteiden ulkoinen puhtaus, puhdista tarvittaessa.

Sulatuskuljettimen seisokitarkastus

- Tarkasta vetoakselin, ketjupyörien ja laakeripesien kunto ja kiinnitys. Käännä tai vaihda kuluneet ketjupyörät.
- Tarkasta laakerien ja laakeripesien tiivisteiden kunto. Vaihda tarpeen mukaan.
- Tarkasta käyttöjen kunto ja puhtaus sekä vaihda huohotin.
- Tarkasta taittoakseliston kunto. Kiinnitä erityistä huomiota laakereiden ja ketjurummun kuntoon.
- Tarkasta kolaketjun kunto ja kireys, sekä kolien kiinnitys.
- Tarkasta ketjun paluukourun ja kuljettimen pohjan kunto
- Tarkasta ketjun katkeamisvahdin kunto ja toiminta.