



SAVONIA

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIKAN JA LIIKENTEEN ALA

ENNAKKOHUOLTO- SUUNNITELMAT JA TYÖOHJEET APATIITIN RIKASTUKSESSA KÄYTET- TÄVILLE LAITTEILLE

Yara Suomi Oy

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Janne Kervinen	
Työn nimi Ennakkohuoltosuunnitelmat ja työohjeet apatiitin rikastuksessa käytettäville laitteille	
Päiväys 23.4.2015	Sivumäärä/Liitteet 26/34
Ohjaaja(t) lehtori Ari Vuoti ja kunnossapitoasiantuntija Marko Räsänen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Yara Suomi Oy	
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyössä laadittiin apatiitin rikastuksessa käytettävien laitteiden ennakkohuoltosuunnitelmat ja työohjeet. Työ tehtiin Yara Suomi Oy Siilinjärven kaivoksen rikastamolle. Työ rajattiin nauhasuotimen, jauhatusmyllyjen ja ilmakompressorien ennakkohuoltosuunnitelmiin ja työohjeisiin.</p> <p>Työhön vaadittavaa tietoa saatiin alan kirjallisuudesta, valmistajien käyttöohjeista, laitteiden huolto- ja käyttöhistoriasta sekä yrityksen työntekijöiden haastatteluista. Tietojen pohjalta tehtiin ennakkohuoltosuunnitelmat täydentämään yrityksen kunnossapitoa. Tärkeimmistä huoltotoimenpiteistä laadittiin yksityiskohtaiset työohjeet auttamaan huoltotöiden suunnittelua ja suorittamista.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena saatiin nauhasuotimen, neljän jauhatusmyllyn sekä kolmen ilmakompressorin ennakkohuoltosuunnitelmat ja huolto-ohjeet. Ennakkohuoltosuunnitelmien aikataulutettujen tarkastusten ja huoltotoimenpiteiden avulla prosessilaitteiden luotettavuutta ja käyntiastetta pyritään nostamaan.</p>	
Avainsanat ennakkohuoltosuunnitelma, ehkäisevä kunnossapito, työohje	
julkinen	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering			
Author(s) Janne Kervinen			
Title of Thesis Preventive Maintenance Plans and Working Instructions for Apatite Concentration Machines			
Date	April 23, 2015	Pages/Appendices	27/34
Supervisor(s) Mr Ari Vuoti, Senior Lecturer and Mr Marko Räsänen, Maintenance Expert			
Client Organisation /Partners Yara Suomi Oy			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this final year project was to draw up plans for preventive maintenance and working instructions for machines used in apatite concentration. The work was commissioned by Yara Suomi Ltd. mine concentrator. The work was made to complete the old plans for preventive maintenance and also to draw up new plans for machines, which did not earlier have plans for preventive maintenance.</p> <p>The task was to create preventive maintenance plans to vacuum belt filter, grinding mills and air compressors. Information was collected from user guides, operation history and by interviewing the employees. The work instructions were drawn up for the most important maintenance operations.</p> <p>As a result of the thesis there were the preventive maintenance plans for a vacuum belt filter, four grinding mills and three air compressors which are indicated in a table. All the working instructions were compiled in one document. The company can use this data to make maintenance more effective and reliable. The operation time ratio for the machines will increase when preventive maintenance works effectively.</p>			
Keywords preventive maintenance, working instructions			
public			

ESIPUHE

Kiitos Yara Suomi Oy:n kunnossapitoasiantuntija Marko Räsäselle kiinnostavasta opinnäytetyöaiheesta. Suuri kiitos prosessiosaaja Heikki Sarvasillalle, jota ilman opinnäytetyön tekeminen olisi ollut mahdotonta. Kiitos myös opinnäytetyön ohjaajalle lehtori Ari Vuotille.

Kuopiossa 28.4.2015

Janne Kervinen

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	YARA SUOMI OY	7
2.1	Yaran Siilinjärven tehtaat ja fosfaattikaivos.....	7
2.2	Siilinjärven kaivoksen prosessi	7
3	KUNNOSSAPITO	9
3.1	Ehkäisevä kunnossapito.....	9
3.1.1	Ehkäisevän kunnossapidon hyöty	9
3.1.2	Ehkäisevän kunnossapidon suunnittelun periaatteet	10
3.2	Korjaava kunnossapito	11
4	VACUUM BELT FILTER 57 B30 -NAUHASUODIN	12
4.1	Ehkäisevän kunnossapidon suunnittelu	13
4.2	Tärkeiden toimenpiteiden työohjeet	14
4.2.1	Työohjeiden tausta.....	14
4.2.2	Nauhasuotimen suodatinkankaan vaihto	15
5	MYLLYT	18
5.1	Ehkäisevän kunnossapidon suunnittelu	19
5.2	Työohjeet myllyjen kulutusvuorausten vaihtoon	20
5.3	1670 - Myllyn kumivuorauksen vaihto.....	20
6	ILMAKOMPRESSORIT	23
6.1	Ehkäisevän kunnossapidon suunnittelu	23
6.2	Tärkeiden toimenpiteiden työohjeet	23
7	YHTEENVETO.....	24
	LÄHTEET	25
	LIITTEET	26 - 60

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehdään Yara Suomi Oy Siilinjärven kaivoksen rikastamolle. Työn tavoitteena on täydentää nauhasuotimen, myllyjen ja ilmakompressorien ennakkohuoltosuunnitelmat. Ennakkohuoltosuunnitelmien lisäksi kriittisimmistä tarkastus- ja huoltotoimenpiteistä tehdään yksityiskohtaiset huolto- ja työohjeet helpottamaan huoltotöiden tekemistä.

Työn aihe saatiin Yara Suomi Oy:n kaivoksen rikastamolalta, jossa olen työskennellyt kunnossapidon tehtävissä. Kunnossapidon parantamiseksi yritys haluaa täydentävät ennakkohuoltosuunnitelmat. Kunnossapitoa toteutetaan jatkossa näiden ennakkohuoltosuunnitelmien mukaan. Yritys haluaa myös tärkeimmille huoltotoimenpiteille ja tarkastuksille selkeät kirjalliset ohjeet, joista on apua huoltotöiden suorittamisessa.

Työn tavoitteena on, että ennakkohuoltosuunnitelmien ja työohjeiden avulla yritys voi parantaa kunnossapitoa. Hyvin suunniteltu ennakoiva kunnossapito parantaa käyntiastetta, alentaa kunnossapitokustannuksia ja vähentää yllättäviä laiterikkoja.

2 YARA SUOMI OY

Yara Suomi Oy on Yara International ASA:n tytäryhtiö. Yara Suomi Oy on erikoistunut lannoiteteollisuuteen ja tarjoaa suuren valikoiman lannoitteita viljelijöille ja metsänomistajille. Yara Suomi Oy tarjoaa myös teknisiä nitraatteja ja typpikemikaaleja teollisuuteen ja ympäristönsuojeluun. (Yara Suomi Oy.)

Yaralla on Suomessa neljä tuotantolaitosta, jotka sijaitsevat Siilinjärvellä, Kokkolassa, Uudessakaupungissa ja Harjavallassa. Vihdissä on tutkimusasema kehitys- ja tutkimustyötä varten. Tutkimusasema on ollut käytössä vuodesta 1961 lähtien. Yara Suomi Oy työllistää Suomessa noin 900 työntekijää ja 300 urakoitsijaa. (Yara Suomi Oy 2015.)

2.1 Yaran Siilinjärven tehtaat ja fosfaattikaivos

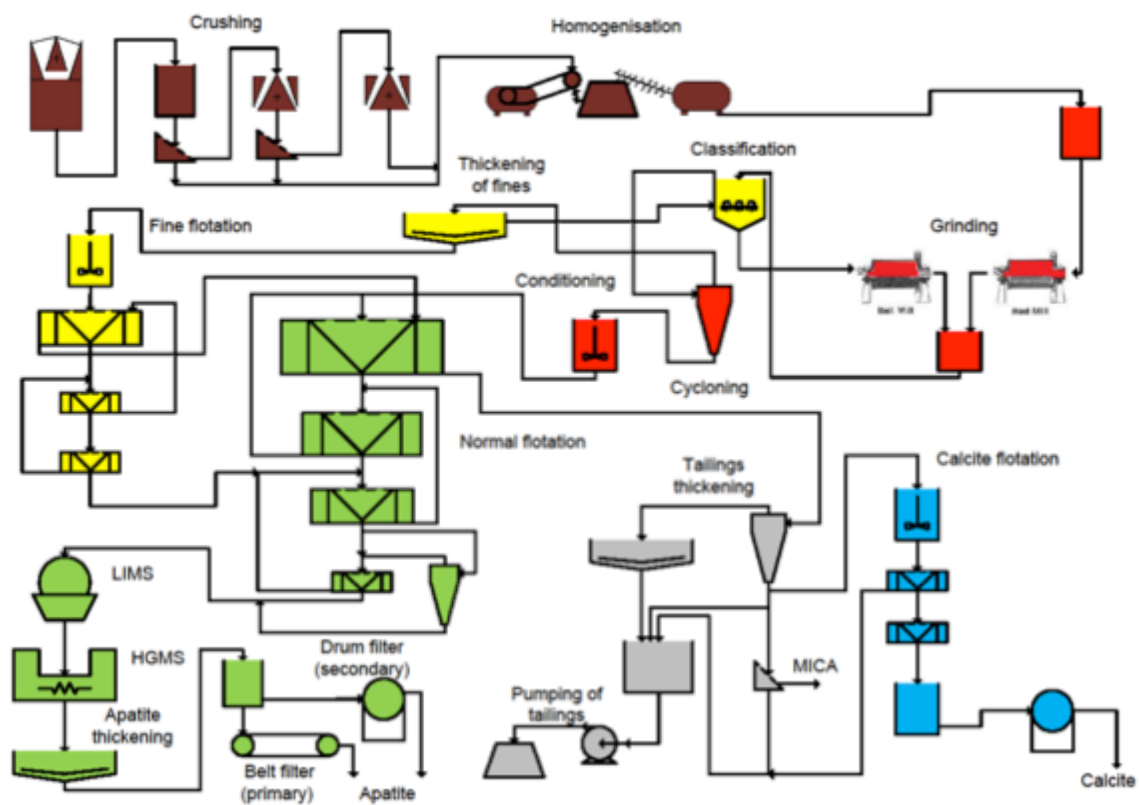
Siilinjärven toimipaikan päätuotteet ovat fosforihappo ja lannoitteet. Fosforihappoa tuotetaan vuosittain noin 300 000 tonnia lannoite-, elintarvike- ja eläinrehuteollisuuteen. Lannoitteita tuotetaan noin 500 000 tonnia kotimaiseen peltoviljelyyn. Siilinjärven toimipiste työllistää noin 350 työntekijää, lisäksi alueella työskentelee noin 250 urakoitsijaa. (Yara Suomi Oy 2015.)

Siilinjärvellä sijaitsee Länsi-Euroopan ainut fosfaattikaivos. Kaivos on Suomen suurin avolouhos ja sieltä louhittavaa apatiittia pidetään yhtenä maailman puhtaimpana. Rikasteen louhintamäärä vuodessa on noin 12 000 000 tuhatta kiloa. (Yara Suomi Oy 2015.)

2.2 Siilinjärven kaivoksen prosessi

Kaivokselta saatavan malmin rikastusprosessi alkaa murskauksella. Kuviossa 1 on esitetty rikastusprosessi vaiheineen. Louheautot ajavat malmin karkeamurskalle, josta kuljettimia pitkin malmi siirretään väli- ja hienomurskaukseen. Malmin ollessa hienomurskauksen jälkeen oikean kokoista se siirretään tasausvarastoon. Tasausvarastossa malmi homogenisoituu eli siitä tulee tasalaatuista. Välivarastosta malmi siirtyy jauhatukseen tanko- ja kuulamylyille. Malmi menee ensin tankomylyihin ja sen jälkeen kuulamylyihin, joissa se jauhautuu hienojakoiseksi. Jauhatuksen jälkeen malmi pumpataan vaahdotukseen.

Vaahdotuksessa vaahdotuskennoissa olevaan malmilietteeseen johdetaan paineilmaa ja pyörivät sekoittimet saavat aikaan kuplia lietteeseen. Sopivien kemikaalien avulla halutut mineraalit saadaan kiinnittymään ilmakupliin ja niiden kanssa rikaste nousee pintaan, josta se kerätään pois. Pohjalle jäävät rakeet, jotka eivät kiinnity ilmakupliin, poistetaan läjitysalueelle pumppujen avulla. Talteen otettu rikaste kuivataan nauha- tai rumpusuotimilla ja kuljetetaan varastoon. Apatiittirikastetta käytetään fosforihapon raaka-aineena fosforihappotehtaalla. (Yara Suomi Oy 2013.)



KUVIO 1. Kaivoksen rikastamon prosessikaavio (Yara mine presentation 2013, 12.)

3 KUNNOSSAPITO

Nykykäsityksen mukaan kunnossapidon ensisijainen tehtävä on pitää laitteet jatkuvasti käyttökunnossa. Kunnossapitoa voidaan nykyään pitää tärkeänä tuotannontekijänä. Kunnossapidon avulla voidaan varmistaa tuotantolaitoksen kilpailukyky. Kunnossapidolla pyritään pitämään laite toimintakunnossa tai se kunnostetaan normaaliin toimintakuntoon. (Mikkonen 2009, 25 – 26.)

3.1 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevä kunnossapito koostuu muutamista säännöllisesti tehtävistä toimenpiteistä. Näihin kuuluu vikaantumista aiheuttavien syiden säännöllinen tarkkailu ja havainnointi. Tämän suorittavat pääsääntöisesti laitteiden käyttäjät, jotka työskentelevät laitteiden parissa ja tuntevat koneiden normaalin ja epänormaalin toiminnan. Näin pyritään pitämään laite toimintakuntoisena ja estämään tilanteet, joissa laite voi helposti vaurioitua. (Järviö 2012, 96.)

Ehkäisevään kunnossapitoon kuuluu kaikki ne toimenpiteet, joiden avulla laite pystyy toimimaan suunnitellulla tavalla, esimerkiksi voiteluhuollon suorittaminen, laitteen rakenteen ylläpito ja laitteen toimintaympäristön siisteyden ylläpitäminen. Tärkeä osa ehkäisevää kunnossapitoa on alkaneen vikaantumisen havaitseminen ja korjaaminen ennen vian aiheuttamaa koneen pysähtymistä. Säännöllinen laitteiden toimintakunnon ja vikojen tarkastelu auttaa vähentämään laiterikkoja. Kun laitteessa havaitaan vika käynnissäolon aikana, voidaan korjaus ehtiä suunnittelemaan etukäteen. Tämä edellyttää, että vika ei ole kriittinen ja laitetta voidaan käyttää turvallisesti sitä rikkomatta. Jos vika on kriittinen ja vika voi aiheuttaa enemmän vahinkoa, tulee korjaus tehdä välittömästi isompien vahinkojen estämiseksi. (Järviö 2012, 96.)

Toimenpiteet ovat joko jaksotettuja, jatkuvasti tehtäviä tai tarvittaessa tehtäviä. Päämääränä on vähentää vikaantumisen todennäköisyyttä ja estää toimintakyvyn laskua. Kunnonvalvontaa voidaan tehdä kohteen ollessa käynnissä tai seisokin aikana. Kunnonvalvonnan avulla pyritään löytämään oireilevat viat ja toteamaan laitteen toimintakuntoisuus. (Järviö 2012, 49 - 50.)

3.1.1 Ehkäisevän kunnossapidon hyöty

Prosessiteollisuuden prosessilaitteilta edellytetään luotettavuutta. Kunnossapidon tehokkaan toiminnan takaamiseksi toiminnan pitää olla hallittua ja systemaattista. Pelkästään reagoivalla toimintatavalla ei pystytä toimimaan tuottavasti ja tehokkaasti. Ehkäisevän kunnossapidon avulla voidaan prosessien luotettavuutta lisätä halutulle tasolle. Korkea luotettavuustaso vaatii enemmän resursseja ja kustannuksia; luotettavuustason korkeus on siis taloudellinen asia. Ympäristöön ja turvallisuuteen liittyvät riskit prosesseissa ja laitteissa tulee käsitellä asiallisesti ja riskit pitää hallita. (Järviö 2012, 97.)

Tehokkaan ehkäisevän kunnossapidon avulla kunnossapito voidaan suunnitella ja aikatauluttaa etukäteen. Hyvän kunnossapidon tunnuspiirteenä noin 80 % työkuormasta tiedetään kolme viikkoa

etukäteen. Tällöin pystytään suunnittelemaan toimenpiteet, hankkimaan varaosat ja tarvikkeet sekä aikatauluttamaan huoltotyöt siten, että ne aiheuttavat mahdollisimman vähän häiriötä tuotannolle. (Järviö 2012, 97.)

Ehkäisevää kunnossapitoa kannattaa tehdä silloin, kun sen kustannukset ovat pienemmät kuin ilman ehkäisevää kunnossapitoa tapahtuvat vahingot ja menetykset. Tämän ehdon avulla määritetään myös se, kuinka paljon ehkäisevää kunnossapitoa kannattaa tehdä. Toisena ehtona ehkäisevän kunnossapidon kannattavuuteen on se, onko laitteelle olemassa tehokasta ennakkohuoltomenetelmää. Jos laitetta ei pysty järkevästi ja tehokkaasti ennakkohuoltamaan, on ehkäisevän kunnossapidon hyöty todennäköisesti vähäinen tai jopa kustannuksia lisäävä. (Järviö 2012, 97.)

3.1.2 Ehkäisevän kunnossapidon suunnittelun periaatteet

Ehkäisevän kunnossapidon perusedellytys on suunnitelmallisuus ja aikatauluttaminen. Hyvin suunniteltu työ poistaa viiveitä työn tekemisen yhteydessä ja töiden aikatauluttaminen poistaa töiden väliin jääviä viiveitä. Tällä tavoin resurssien käyttö tehostuu ja laitteiden vikaantuminen saadaan mahdollisimman hyvään hallintaan. Ehkäisevän kunnossapidon suunnittelu on kunnossapidon vaikea osa-alue. Perinteisesti ehkäisevän kunnossapidon työllistä on laadittu seuraavien tietojen avulla:

- aiemmat kokemukset vikaantumisista
- varaosat ja niiden käyttömäärät
- koneen ja osien toimintatapa
- koneen valmistajan suositukset.

Ehkäisevällä kunnossapidolla on siis pyritty estämään aikaisemmin esiintyneet laiterikot. Tämän vuoksi suunnitelmat ovat yleensä ylimitoitettuja ja sisältävät tehottomia menetelmiä.

Hyvä keino ehkäisevän kunnossapidon suunnitteluun on kriittisyysanalyysi. Sen avulla saadaan kunnossapidollisesti tärkeät kohteet rajattua eikä resursseja käytetä sellaisten laitteiden kunnossapitoon, joiden rikkoutuminen ei vaikuta kriittisesti tuotantoon. Kriittisyysanalyysin avulla suunnittelutyö etenee siten, että ensin rajataan kohteet ja prosessit. Prosessit jaetaan omiin toiminnallisiin yksiköihinsä, joita kutsutaan usein kunnossapidollisiksi yksiköiksi. Seuraavaksi tulee määrittää tarkasteltavien kohteiden toiminnot ja kunnossapidollisesti estettävät tilanteet. Tässä voidaan käyttää apuna laitteiden vikaistoriaa, varaosien kulutusta ja valmistajien ohjeita. Tärkein asia ehkäisevän kunnossapidon suunnittelussa kriittisyysanalyysin avulla on eri toimintojen priorisointi niiden kriittisyyden mukaan.

Kunnossapidettävät kohteet jaetaan A-, B- ja C-ryhmiin. A-ryhmän laitteet ovat kaikkein kriittisimpiä ja niitä on yleensä noin 20 - 25 % kaikista laitteista. Pääpaino kunnossapidossa tulee keskittää A- ja B-ryhmän laitteisiin, joilla on suurin merkitys prosessin toimintaan. C-ryhmän laitteille riittää pelkkä huolto, koska niiden rikkoutuminen ei vaikuta valmistusprosessiin. Ehkäisevän kunnossapidon toimien määrä laskee, koska kunnossapito kohdistetaan oikeisiin laitteisiin. Tämän seurauksena prosessin luotettavuus paranee, koska vikaantuvuus vähenee. (Järviö 2012, 100 - 101.)

3.2 Korjaava kunnossapito

Korjaavan kunnossapidon tavoitteena on palauttaa vikaantunut laite tai komponentti takaisin käyttö-
kuntoon. Kun sen suoritusajkoja seurataan, voidaan niiden avulla laskea osien tai komponenttien
elinaikoja. Korjaava kunnossapito voi olla suunnittelematonta häiriökorjausta tai suunniteltua kun-
nostusta. Siihen sisältyy vian määrittäminen, vian tunnistaminen, vian paikallistaminen, korjaus ja toimin-
takunnon palauttaminen. (järviö 2012, 51.)

4 VACUUM BELT FILTER 57 B30 -NAUHASUODIN

Nauhasuodin Vacuum Belt Filter 57 B 30 on apatiitin rikastusprosessissa käytettävä prosessilaitte, jonka avulla apatiittilietteestä poistetaan vesi. Alipaineen avulla vesi imetään pois suodatinkankaan läpi ja kankaan päälle jää apatiittirikaste (kuva 1). Suodatinkangas pyörii laitteen ympärillä kumimaton päällä. Nauhasuotimen loppupäästä apatiittirikaste tippuu kuljettimille, joita pitkin se viedään varastoitavaksi. Nauhasuodin on apatiitin rikastusprosessin viimeinen vaihe. Nauhasuotimen jälkeen apatiitti kuljetetaan varastoitavaksi ja varastosta jatkojalostettavaksi.



KUVA 1. Nauhasuodin toiminnassa (Kervinen 2015-3-6.)

4.1 Ehkäisevän kunnossapidon suunnittelu

Nauhasuodin on yksi apatiitin rikastuksen tärkeimmistä prosessilaitteista, joten nauhasuotimen ehkäisevän kunnossapidon suunnittelu oli tärkeää. Käyttöohjeisiin tutustumalla saatiin selville valmistajan suositukset tarkastusten ja huoltojen aikatauluille. Tämän lisäksi tutustuttiin laitteen käyttö- ja huoltohistoriaan, joista saatiin selville toistuvat laiterikot ja prosessiin vaikuttavat pysähdykset. Suuri osa ehkäisevän kunnossapidon suunnittelua oli nauhasuotimella työskentelevien työntekijöiden haastattelut. Haastattelujen avulla saatiin hyödyllistä tietoa tarkastusten ja huoltotoimenpideiden suorittamisesta. Tämän suullisen tiedon kirjaaminen oli osa tämän opinnäytetyön toteutusta ja lopputulosta.

Aineistojen pohjalta tehtiin taulukko nauhasuotimen tarkastuksista ja huoltotoimenpiteistä aikatauluineen (taulukko 1). Taulukossa on kaikki tärkeät tarkastukset ja määräaikaisten huoltotoimien avulla nauhasuodin pysyy toimintakuntoisena. Suodatinkankaan tarkastaminen on yksi tärkeimmistä nauhasuotimen toimintakuntoa ylläpitävistä tarkastuksista. Kankaan ollessa hyvässä kunnossa nauhasuodin suodattaa paremmin ja takaa laitteen tehokkaan toiminnan.

Liitteessä 1 olevan täydellisen tarkastuslistan mukaan tehtävillä tarkastuksilla varmistetaan nauhasuotimen toimintakyky ja luotettavuus. Laitteen luotettavuuden kannalta kriittisimmät tarkastukset suoritetaan useammin kuin vähemmän kriittiset. Kriittiset viat huomataan aiemmin ja niihin ehditään reagoida nopeammin. Jos tarkastuskierroksilla huomataan vika, raportoidaan viasta eteenpäin, jotta korjaavan toimenpiteen suunnittelu pääsee alkuun. Vian kriittisyyttä analysoimalla suunnitellaan korjauksen aikataulu. Vian vakavuus ei välttämättä vaadi välitöntä korjausta, jolloin jää aikaa suunnitella huolto paremmin. Tarvittaessa samalle huoltokerralle voidaan suunnitella myös muuta huollettavaa, jotta huoltopysäyksen voi käyttää mahdollisimman hyvin hyödyksi.

TAULUKKO 1. Nauhasuotimen taskastuslista mekaanisille töille (Kervinen 2015.)

Tarkastuslista mekaaniset työt	Kankaan vaihto	Viikottain	kahden viikon välein	Kuukausittain	Puoli vuotta	Vuosittain
Kankaan vaihto	x					
Kankaan kiristysjärjestelmän säätö ja puhdistus	x					
Kankaan ohjausjärjestelmän säätö ja puhdistus	x					
Kaapimen säätö	x			x		
Kankaan ja hihnan pesuveden talteenottokaukalon puhdistus	x		x			
Kaikkien osien puhdistus (Runko, rullat)	x			x		
Liukulaakerien voitelu		x				
Reunavallien tarkastus matosta		x				
Korkeapainepesurin ja suodattimen tarkastus		x				
Telojen ja rullien tarkastus		x				
Kankaan tarkastus (kulunut kangas)		x				
Imulaatikon kiskojen tarkastus			x			
Imulaatikon sisäpuolen tarkastus			x			
Imulaatikon ja pöydän käyttöihhojen kunnan tarkastus			x			
Imulaatikon kallistus ja tarkastus				x		
Syöttimen puhdistus				x		
Imulaatikon ja pöydän reunalistojen kunnan tarkastus					x	
Ylävarusteiden kumiläpän vaihto					x	
Imulaatikon ja pöydän ohjaushihnojen voitelujärj. tarkastus					x	
Ohjausrullan kumivuoraksen kunnan tarkastus					x	
Vesipillien rotsaus					x	
Kiilahihnojen tarkastus/vaihtaminen					x	
Vaihdelaatikon öljynvaihto						x
Laakerien tarkastus						x
kumihihnan kireyden tarkastus						x
Hidastinöljyn vaihto						x
Maalipinnan tarkastus ja korjaus						x

4.2 Tärkeiden toimenpiteiden työohjeet

Ehkäisevän kunnossapidon suunnittelun lisäksi osana opinnäytetyötä oli työohjeiden tekeminen kriittisille huoltotoimenpiteille. Työohjeiden avulla huoltotoimenpiteet voidaan suunnitella paremmin ja työn suorittajat saavat apua töiden tekemiseen. Kirjallisille työohjeille on suuri tarve siinä vaiheessa, kun työvoima uudistuu ja kokeneet työntekijät jäävät eläkkeelle. On tärkeää saada kirjattua kokeneiden työntekijöiden tietotaitoa helpottamaan huoltotöitä jatkossa.

4.2.1 Työohjeiden tausta

Työohjeiden suunnittelussa tuli huomioida työturvallisuusasiat. Yara Suomi Oy pitää työturvallisuutta erittäin tärkeänä ja työt tulee suunnitella siten, että ne voidaan tehdä turvallisesti. Työtehtäviä suoritettaessa tarvitaan työhön sopivat työluvut. Lisäksi työtehtäväkohtainen perehdytys tulee järjestää ennen työn aloittamista. Työntekijällä tulee olla oikea turvavarustus ja työvälineiden työhön sopivia ja turvallisia.

Kunnossapidon asiantuntijoiden ja työntekijöiden kanssa pidetyissä palavereissa päätettiin huolto-työt, joille tarvittiin huolto-ohjeet. Nauhasuotimen kohdalla tärkeimpinä pidettiin suodatinkankaan vaihtoa, tiivistenauhojen vaihtoa, kannatinnauhojen vaihtoa ja imulaatikon korkeuden säätämistä. Nämä toimenpiteet ovat tärkeitä nauhasuotimen luotettavan toiminnan takaamiseksi. Kaikille edellämainituille huoltotoimenpiteille tehtiin kirjalliset ohjeet, joiden avulla töiden suorittaminen onnistuu kunnossapidon ammattitaitoa omaavilta henkilöiltä. Ohjeet tehtiin selkeiksi ja helposti ymmärrettäviksi. Seuraavassa luvussa huolto-ohjeiden esimerkkinä on kerrottu liitteen 2 nauhasuotimen suodatinkankaan vaihdon pääperiaatteet. Yksityiskohtaiset huolto-ohjeet toimenpiteille ovat liitteissä 2 - 5.

4.2.2 Nauhasuotimen suodatinkankaan vaihto

Suodatinkangas on nauhasuotimen tärkein komponentti. Suodatinkankaan avulla vesi saadaan erotettua apatiittilietteestä. Kankaan tulee olla ehjä ja sen suodattavuuden tulee olla kunnossa tehokkaan toiminnan takaamiseksi. Pieniä reikiä suodatinkankaassa voidaan tarvittaessa paikata, mutta suodatinkankaan käyttöään tullessa loppuun, suodatinkangas tulee vaihtaa uuteen.

Kankaan vaihtoon tarvitaan työhön sopiva työluupa, jonka kunnossapidon asiantuntijat ja prosessin asiantuntijat laativat. Työluvasta tulee ilmi työn kohde, työn suorittajat, sallitut työmenetelmät, huomioon otettavat riskit ja sallittu työskentelyaika. Työluupa tulee kuitata ohjaamossa, jotta prosessin valvoja tietää työntekijöiden olevat työkohteessa. Ennen työn aloitusta tulee täyttää työn turvallisuusanalyysi, jolla kartoitetaan työhön liittyvät riskit ja turvatoimenpiteet. Työn turvallisuusanalyysillä varmistetaan, että työntekijän on turvallista työskennellä työkohteessa.

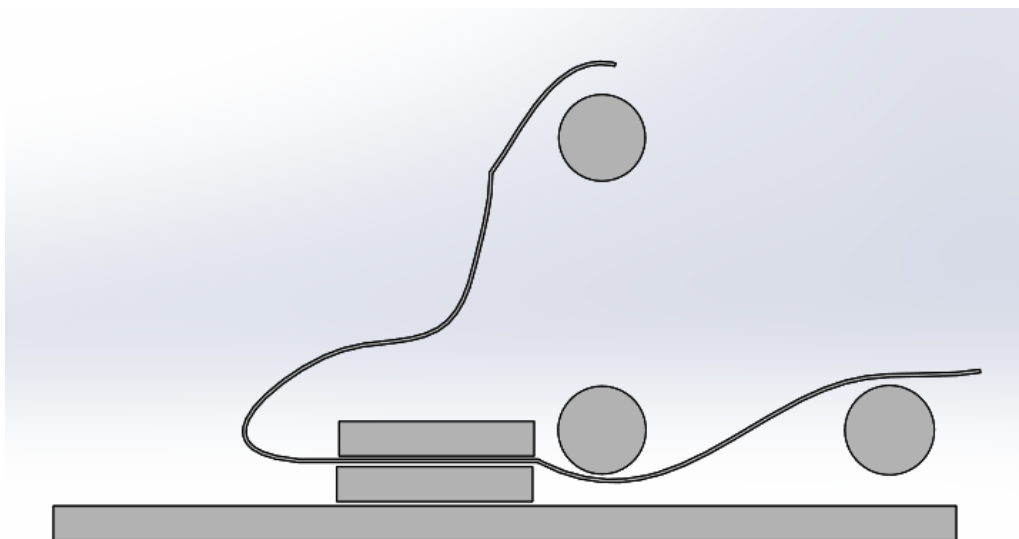
Suodatinkankaan vaihto alkaa sillä, että nauhasuotimen käynnissä ollessa pestään nauhasuotimen syöttölaatikon ympäristö. Apatiittilietteen pääsy suodatinkankaalle on estetty ja suodatinkangas pyörii tyhjänä. Pesun jälkeen nauhasuodin turvalukitaan prosessin käyttömiesten toimesta sekä oman turvalukon avulla. Kaksinkertaisella turvalukituksella estetään vahinkokäynnistykset työtehtävän aikana. Nauhasuodin muutetaan paikallisajolle ohjaamosta, jotta sitä voidaan käyttää nauhasuotimella olevasta paikallisajolaatikosta. Paikallisajolaatikon kytkin tulee kääntää paikallisajoasentoon.

Seuraavaksi nauhasuotimen kaavari taljataan auki asentoon, myös patotela löysätään taljojen avulla irti kankaasta. Tämän jälkeen irrotetaan turvasuojat nauhasuotimen takaosasta, jotta pystytään työskentelemään. Instrumentti-ilmakaapista otetaan ohjaukselta ja kiristykseltä paineilma pois päältä, jonka jälkeen venttiilit laitetaan turvalukkoon, että ne eivät vahingossa käänny päälle missään vaiheessa. Paineilmakiristuksen pois päältä ottaminen päästää kankaan löysälle. Mekaaninen kiristystela löysätään vinssin avulla mahdollisimman löysälle.

Entisen kankaan suunnitellun katkaisukohdan lähelle tehdään viilto, josta paluupuolelta tuleva kangas sidotaan narun avulla kiinni nauhasuotimen suojuksen kannatinpalkkiin. Näin estetään se, että suodatinkangas ei pääse karkaamaan takaisinpäin. Tämän jälkeen kankaaseen tehdään merkkiviiva poikkisuunnassa, jotta kangas saadaan katkaistua suoraan. Merkkiviivan tekemisen jälkeen kangas katkaistaan, jonka jälkeen uudessa kankaassa kiinni olevan adapteripalan avulla vanhaan kankaaseen tehdään reiät, jotta kankaat voidaan liittää toisiinsa nippusiteiden avulla väliaikaisesti.

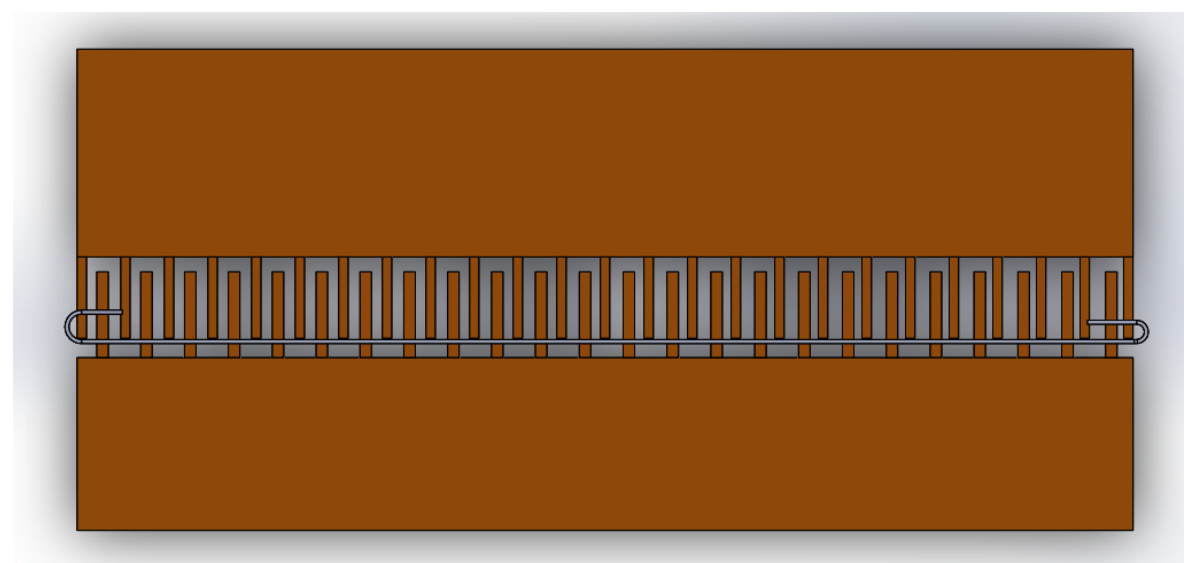
Uuden suodatinkankaan vaihdon periaate on se, että vanha kangas vedetään pois, jolloin uusi kangas seuraa mukana ja kangas saadaan vaihdettua. Tässä vaiheessa otetaan turvalukko pois, jotta nauhasuodinta voidaan ajaa paikallisajolla. Yksi työntekijä ajaa paikallisajoa ja 2 työntekijää vetää vanhaa kangasta pois. Neljäs työntekijä seuraa, että kangas kulkee hyvin syöttölaatikon alla ja kumimaton päällä. Paikallisajoa ajava työntekijä seuraa, että uuden ja vanhan suodatinkankaan liitoskohta kulkee hyvin kaavarin kohdalta. Ajoa jatketaan niin pitkään, että uuden suodatinkankaan rullasta on kangasta jäljellä enää yksi kierros. Tässä vaiheessa kaksi työntekijää pitää kangasta tiukalla,

eivätkä päästä kangasta karkaamaan. Kannakkeille nostetaan kaksi lankkua joiden väliin kangas puristetaan puristimilla kiinni, tämä estää kankaan karkaamisen (kuva 2).



KUVA 2. Kankaan lukitseminen lankkujen avulla kiinnitystä varten (Kervinen 2015-4-14.)

Kun kangas on saatu lukittua, otetaan uuden ja vanhan kankaan välissä ollut adapteripala pois. Tämän jälkeen uuden kankaan päät liitetään yhteen. Suodatinkankaassa olevien kohdistusmerkkien avulla kankaan päät liitetään oikeaan kohtaan. Kangas lukitaan työntämällä kiinnityslenkkien läpi teräslanka, jossa on kiinni muovilanka. Lanka vedetään niin pitkälle, että muovilanka menee koko liitoksen matkalla. Tämän jälkeen muovilangan päihin tehdään u-lenkit, jonka avulla lanka lukitaan hakasiin (kuva 3).



KUVA 3. Kankaan liittäminen (Kervinen 2015-4-14.)

Mekaaninen kiristysysteemi kiritään oikeaan mittaan. Seuraavaksi kytketään instrumentti-ilma päälle ohjaukseen ja kiristykseen, jotta kangas kiristyy. Paikallisajolla liitoskohta pyöritetään nauhasuotimen alimman telan lähelle. Nauhasuotimen suojarakenteen ja kankaan väliin laitetaan lankkuja, jotta päästään kankaan päälle. Kumiliimalla liitoskohtaan liimataan suodatinkangaskaistale. Liimauksen jälkeen liitoskohta ajetaan paikallisajolla ylöpuolelle nauhasuodinta, jossa liitoskohta täytetään liimalla toiseltakin puolelta. Annetaan liiman kuivua noin tunnin verran.

Kuivumisen jälkeen muutetaan nauhasuodin jälleen ohjaamoajolle ja kangasta voidaan pyörittää, jotta nähdään pyörikö suodatinkangas kunnolla ja oikeassa linjassa.

5 MYLLYT

Rikastamon jauhimossa on neljä jauhatusmyllyä, joiden tarkoituksena on jauhaa malmi hienojakoiseksi jauheeksi. Kaksi jauhatusmyllyistä on kuulamylyä ja kaksi tankomylyä. Tankomyllyjen sisällä olevat terästangot ja kuulamyllyjen sisällä olevat teräskuulat jauhavat malmiä jauhoksi. Sähkömoottorit pyörittävät myllyjä vaihdelaatikon välityksellä. Kuvassa 4. on 1650 jauhatusmylly käytön aikana. Jauhatusmyllyt ovat kriittinen osa rikastusprosessia ja on tärkeää, että kaikki jauhatusmyllyt pysyvät käyttökunnossa. Myllyt muodostavat kaksi erillistä piiriä, joten toisella piirillä pystyy ajamaan sillä aikaa, kun toista joko tarkastetaan tai huolletaan. Yhdellä piirillä ajo pienentää tuotantomäärää ja vaikeuttaa prosessia. Tästä syystä myllyjen pysäytykset tulee suunnitella mahdollisimman hyvin, jotta huoltoseisokit voidaan käyttää hyvin hyödyksi.



KUVA 4. 1650 jauhatusmylly (Kervinen 2015-3-6.)

5.1 Ehkäisevän kunnossapidon suunnittelu

Ehkäisevän kunnossapidon suunnittelussa myllyille pidettiin tärkeänä suurten kokonaisuuksien huomioon ottamista. Myllyjen huolto- ja käyttöhistoriaa tarkastelemalla kunnossapidon työntekijöiden kanssa suunniteltiin myllyjen tarkastukseen soveltuva tarkastuslista, jota noudattamalla kriittiset kohteet tulee käytyä läpi. Säännöllisesti tehtynä tarkastuksista saadaan tietoa prosessilaitteiden kunnosta ja kulumisesta.

Myllyt ovat kriittinen osa rikastusprosessia ja siksi pyritään välttämään niiden ylimääräisiä pysäytyksiä. Osa tarkastuksista voidaan tehdä myllyjen ollessa käynnissä, joten ne on helppo tehdä aikataulujen mukaan. Osa tarkastuksista vaatii myllyjen pysäytyksen, joten tarkastukset tulee ajoittaa esimerkiksi tankojen lisäyksen ajaksi, jolloin tankomyllyt joudutaan pysäyttämään. Tankojen lisäys suoritetaan noin kahden viikon välein, jotta jauhatus pysyy tehokkaana. Myllyjen sisällä tehtävät tarkastukset eivät onnistu tankojen lisäyksen aikana, joten niille tulee suunnitella erillinen pysäytys tuotantotilanteen salliessa.

Myllyjen sisällä tehtäviin tarkastuksiin tarvitaan luvat suljetuissa tiloissa työskentelyyn. Työntekijöillä tulee olla myllyn sisällä happimittarit ja myllyn ulkopuolella myllyn sisäänkäynnin luona tulee olla koulutettu luukkivahti, joka valvoo kuinka monta henkilöä on myllyn sisällä ja myllyn sisällä työskentelevät ovat turvassa. Sisällä tehtävät tarkastukset koostuvat vuorauspalojen kulumisen mittauksista ja myllyjen sisällä olevien holkkien kunnan tarkastuksista. Vuorauksen kulumisen mittauksella pyritään ennakoimaan vuorauspalojen vaihdon ajankohtaa. Myllyjen vuorauspalat vaihdetaan myllystä riippuen 2-10 vuoden välein.

Myllyjen kunnossapidon kannalta tärkeimmät tarkastukset kirjattiin taulukkoon 2. Tämän tarkastuslistan avulla mahdollistetaan jauhatusmyllyjen tehokas kunnossapito ja toiminta. Taulukkoon on kerätty kriittisimmät tarkastuskohteet, joilla on eniten vaikutusta myllyjen toimivuuteen. Romuseulojen tarkastuksen tarkoituksena on seurata romuseulojen kuntoa. Se sijaitsee myllyn poistopäässä, josta malmi poistuu. Romuseulan tehtävänä on suodattaa malmin joukosta pois tankojen kappaleita tankomyllyistä ja rautakuulia kuulamylyistä. Romuseula on lieriön muotoinen ja se koostuu romuseulan rungon ympärillä olevista päällekkäisistä verkoista, joiden ollessa ehjinä ylimääräiset kappaleet poistuvat prosessista. Malmi valuu verkkojen läpi jatkoprosessiin.

Myllyjen käynnissä ollessa tehtävien tarkastukset koostuvat pintapuolisista silmillä ja kuulon perusteella havaittavista tarkastuksista. Tarkastetaan, että katkenneita pultteja ei ole myllyjen ulkovaipalla ja holkeissa. Tarkastetaan rasvauksen ja öljynkierron toiminta.

TAULUKKO 2. Myllyjen ehkäisevän kunnossapidon tarkastuslista (Kervinen 2015.)

Tankojen lisäys (n. 2 viikon välein)							
Romuseulojen kunto tarkastetaan tankojen lisäyksen yhteydessä.							
Myllyjen käynnissäollessa							
Tarkastetaan myllyjen käynnissä ollessa, onko vuorauspalojen pultteja mennyt poikki.							
Rasvauksen ja öljykierron toiminta tarkastetaan.							
Syöttöpään poksi tarkastetaan, että ei vuoda ilmaa tai kuraa.							
Tarkastetaan, onko holkin kiinnityspultteja katkennut, vaihdetaan tangonlisäysseisokissa.							
Myllyjen ollessa pysähdyksissä							
Myllyn sisältä syöttöpäästä tarkastetaan syöttökierteen kunto.							
Poistopään holkin kunnan tarkastus.							
Myllyjen vuorauksen kulumisen mittaaminen							
Seisakissa							
Seisakissa syöttöholkkien ja poistoholkkien tarkastukset ja tarvittaessa kaulan ja holkin sorvaus							

5.2 Työohjeet myllyjen kulutusvuorausten vaihtoon

Yaran kunnossapidon asiantuntijoiden kanssa pidetyissä palavereissa tuli ilmi, että tarvittiin ohjeet myllyjen kulutusvuorauksien vaihtoon. Jokaisen myllyn kulutusvuoraus on erilainen, joten jokaiselle myllylle tarvittiin erilliset ohjeet. Myllyjen kulutusvuorauksen uusiminen on yksi jauhatusmyllyjen suurimmista huoltotoimenpiteistä. Yhdessä myllyistä kulutusvuoraus on kumia ja lopuissa kolmessa kulutusterästä. Ohjeissa on otettu huomioon työturvallisuus ja turvalliset toimintatavat, jotta työn tekemisen riskit ovat mahdollisimman vähäiset. Jokainen vuorauksen vaihto suunnitellaan etukäteen ja työryhmien kanssa käydään palaveria, jotta työskentelytavat ja tavoitteet ovat kaikille selviä. Myllyn vuorauksen vaihtoon tarvitaan asianmukaiset työluvut ja suljetun tilan luvat. Seuraavassa luvussa on kerrottu esimerkkinä 1670 myllyn kumivuorauksen vaihdon periaatteet.

5.3 1670 - Myllyn kumivuorauksen vaihto

Seuraavassa on kerrottu 1670 - myllyn kulutusvuorauksen vaihdon pääperiaatteet, liitteessä 7 on yksityiskohtaiset ohjeet vuorauksen vaihtoon. 1670 jauhatusmyllyn kulutusvuorauspalat ovat kumia ja ne tulee vaihtaa 2-3 vuoden välein kulumisen mukaan.

Vuorauksen vaihdon alkuvaiheeseen kuuluu kulutusvuorauspalojen järjestely jauhimoon valmiiksi vaihtoa varten. Palat tulee järjestellä selkeään järjestykseen siten, että samanlaiset palat laitetaan samaan kohtaan jauhimoon. Tällä tavalla oikean vuorauspalan löytäminen on helppoa ja vuorauksen paikalleen laittaminen sujuu nopeasti. Uuden vuorauksen mukana tulee vuorauspiirustus, josta nähdään vuorauksen oikea järjestys. Vuorauspiirustus on levityskuva vuorauksesta, jossa jokainen rivi on numeroitu ja vastaavat numerot löytyvät myllyn vaipasta. Paikalleen laitettavat rivit merkitään vuorauspiirustukseen sekaannusten välttämiseksi.

Vuorauksen vaihtotyön aloittamiseen tarvitaan työluvut ja suljetun tilan luvat. Myllyn hidaspööritys-laitte kytketään, jotta myllyä voidaan vuorauksen vaihdon aikana pyörittää haluttuun suuntaan. Myllyjen sulakkeet poistetaan vahinkokäynnistysten estämiseksi. Ennen vuorauksen vaihtoa romuseula ja poistoholkki pitää ottaa pois myllyn poistopästä, jotta vuorauksen vaihto onnistuu. Myllyn laakeri lukitaan paikoilleen. Vuorauspaloja kuljetetaan sisään ja ulos kevytkuljettimella.

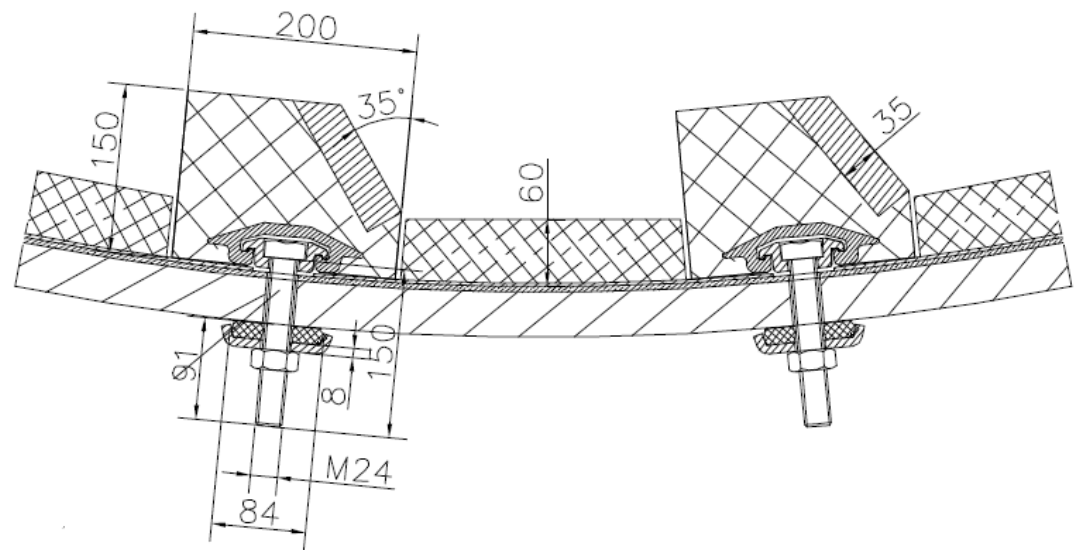
Vuorauksen vaihto alkaa vanhan vuorauksen purkamisella. Vanhoja vuorauspaloja puretaan pois rivi kerrallaan niin pitkälle kuin yletään. Tämän jälkeen myllyn vaipan tausta puhdistetaan ja uudet vuorausrivit laitetaan paikoilleen rivi kerrallaan. Samalla tulee purkaa myllyn päädyn päätyvuorausta ja vaihtaa sitä yhtä matkaa vaippavuorauksen kanssa (kuva 5).

Vuorauspalat kiinnitetään kohopaloihin kiinnitettävien pulttien avulla. Pultit pujotetaan vuorauspalan sisällä olevaan uraan teräslappujen avulla. Vuorauspalat nostetaan paikoilleen ja kiinnitetään mutterilla ulkopuolelta. Mutterin ja myllyn vaipan väliin tulee kuminen aluslevy, kuppialuslevy ja teräsaluslevy (kuva 6). Vuorauspalat kiritään pulttikoneella rivi kerrallaan niin tiukkaan, että kiinnitettävien palojen välissä oleva välirivi kiristyy paikoilleen. Kun vuoraus on vaihdettu kokonaan, pultit kiritään liitteessä 10 olevan momenttitaulukon mukaiseen momenttiin.

Kun myllyä on käytetty uuden vuorauksen asentamisen jälkeen kaksi päivää, tulee vuorauspalaille tehdä jälkikiristys. Näin varmistetaan, että kaikki vuorauspalat ovat varmasti tiukasti paikoillaan.



KUVA 5. 1670 myllyn päätyvuorauksen vaihtaminen (Sarvasilta 2014-9-24.)



KUVA 6. 1670 – myllyn kumivuorauksen rakenne ja kiinnityspäriate (Yara, arkisto.)

6 ILMAKOMPRESSORIT

Rikastamalla ilman tuottamisesta vastaa kolme ilmakompressoria. Ilmakompressorien tehtävänä on tuottaa paineilmaa prosessilaitteiden käyttöön. Paineilmaa käytetään myös huoltotöissä paineilmatyökaluissa, kuten esimerkiksi mutterinväntimissä. Kaksi ilmakompressoreista on ruuvikompresso-reita, joiden ilmantuotto 7 barin ylipaineella on 35,5 m³/min vapaata ilmaa. Kolmas kone on mäntä-kompressori, joka on tuotoltaan heikompi ja sitä käytetään tästä syystä varakoneena. Ilmakompresso-reista yksi valitaan pääkoneeksi ja loput ilmakompressoreista on varalla ilmantarpeen mukaan. Pääkone tuottaa suurimman osan paineilmosta. Paineilman tarpeen ollessa suuri varakoneet käynnistyvät ja tuottavat lisäksi tarvittavan määrän paineilmaa. Ilmakompressorit toimivat painekeytkimien avulla. Paineen laskiessa tietyn rajan alle painekeytkimet käynnistävät ilmakompressorit.

6.1 Ehkäisevän kunnossapidon suunnittelu

Ilmakompressorien luotettava toiminta on rikastamon rikastusprosessin toiminnan vaatimus. Ilman paineilmaa vaahdotuskennoilla tapahtuva vaahdotus ei onnistu. Suuri osa prosessilaitteista tarvitsee paineilmaa toimiakseen. Käytössä on kolme ilmakompressoria, joten vikatilanteiden sattuessa kaksi ilmakompressoria tuottaa paineilmaa yhden ollessa huollettavana.

Ilmakompressoreille tehtiin päivittäisiin tarkastuskierroksiin soveltuvat tarkastuslistat, joiden avulla pyritään täydentämään ilmakompressorien kunnossapitoa (liite 14). Tarkastukset pystytään suorittamaan nopeasti, eikä niillä ole suurta vaikutusta käyntiasteeseen. Tarkastuslistan tarkastusten avulla ilmakompressoreista löydetään viat nopeasti. Tarkastuslistaan kuuluu silmämääräisiä tarkastuksia, jotka ovat helppoja suorittaa ja hyödyllisiä ilmakompressoreiden kunnossapidon kannalta. Tarkastuksiin kuuluu öljymäärien, öljy-, ilma- ja vesivuotojen, suodattimien, ohjaussylinterien toiminnan, venttiilien ja kytkimen kunnon tarkastukset.

6.2 Tärkeiden toimenpiteiden työohjeet

Ilmakompressorien kunnossapitoa täydentämään laadittiin tärkeiden huoltotoimien huolto-ohjeet (liite 15). Ohjeista ilmenee huoltotoimien peruseriaatteen ja huomioon otettavat erityisasiat. Ilmakompressorien huoltotoimet ovat yksinkertaisia ja selkeitä, mutta joissakin huolloissa on erityistä huomiota vaativia kohtia, jotka kirjattiin helpottamaan huoltotöitä. Työohjeissa on otettu huomioon työturvallisuusasiat ja Yaran turvallisuusvaatimukset, jotta työn suorittaminen on mahdollisimman turvallista. Riskit pyritään ottamaan huomioon etukäteen ja niiden toteutuminen pyritään estämään työskentelemällä turvallisesti ja käyttämään turvallisia työkaluja.

7 YHTEENVETO

Työn aiheena oli nauhasuotimen, jauhatusmyllyjen ja ilmakompressorien ehkäisevän kunnossapidon suunnittelu ja työohjeet tärkeille huolloille. Tavoitteena oli tehostaa rikastamon kunnossapitoa ennakkohuoltosuunnitelmilla. Työohjeiden tavoitteena oli helpottaa huoltotöiden suunnittelua ja suorittamista.

Opinnäytetyön tuloksena laadittiin nauhasuotimen, neljän jauhatusmyllyn ja kolmen ilmakompressorin ehkäisevän kunnossapidon suunnitelmat. Ehkäisevän kunnossapidon tarkastuslistojen avulla nauhasuotimen, jauhatusmyllyjen ja ilmakompressoreiden kunnossapito helpottuu, koska tarkastuslistojen mukaan tehtävät tarkastukset antavat tietoa prosessilaitteiden kunnosta ja tulevasta huoltotarpeesta. Hyvin toimivan ennakkohuollon avulla prosessilaitteiden käyntiastetta pyritään nostamaan.

Suunnitelmien lisäksi kriittisistä työtehtävistä tehtiin työohjeet. Ohjeiden avulla työtehtävät voidaan suunnitella paremmin ja niistä on apua työtä suoritettaessa. Ohjeista on hyötyä jatkossa varsinkin kokeneiden työntekijöiden jäädessä eläkkeelle. Nuoremmat työntekijät saavat paljon apua ohjeissa olevista vinkeistä ja työtavoista.

LÄHTEET

- JÄRVINEN, Jorma ja LEHTIÖ, Taina 2012. Kunnossapito tuotanto-omaisuuden hoitaminen. Helsinki: KP-Media Oy.
- KERVINEN, Janne 2015. Kotialbumit. Sijainti: Kuopio: Janne Kervisen valokuva-albumi.
- MIKKONEN, Henry 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito. Helsinki: KP-Media Oy.
- RPA PROCESS 2010. Operation and maintenance manual Vacuum Belt Filter 57 B30. [PDF-tiedosto] Siilinjärvi: Yara Suomi Oy.
- SARVASILTA, Heikki 2015-3-4. Prosessiosaja [Haastattelu.] Siilinjärvi: Yara Suomi Oy
- SARVASILTA, Heikki 2014-4-14. Valokuvat. Sijainti: Siilinjärvi: Heikki Sarvasillan valokuvat
- YARA SUOMI OY 2015. Tietoa Yarasta. [Viitattu 2015-04-06.] Saatavissa: <http://www.yara.fi/tietoa-yarasta/about-yara-local/>
- YARA SUOMI OY 2013. Yara mine presentation 2013 [verkkoaineisto]. Sijainti: Siilinjärvi: Yara Suomi Oy [intranet].
- YARA SUOMI OY 2015. Yara, arkisto. Sijainti: Siilinjärvi: Yara Suomi Oy [intranet].

LIITTEET