

Alexi Karjalainen

Murskaamon varaosatiekanta



Insinööri (AMK)
Kone- ja tuotanto-
tekniikka

Kevät 2016



KAJAANIN
AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

TIIVISTELMÄ

Tekijä(t): Karjalainen Aleks

Työn nimi: Murskaamon varaosatiekanta

Tutkintonimike: Insinööri (AMK), kone- ja tuotantotekniikka

Asiasanat: Kunnossapitojärjestelmä, varaosatiekanta, murskaus

Tänä päivänä teollinen tuotanto vaatii kattavan kunnossapitojärjestelmän laitteiden huoltoa ja korjausta varten tehokkaan tuotannon ylläpitämiseksi. Jotta järjestelmää voidaan käyttää hyödyksi, vaatii se aika ajoin päivittämistä. Tämä opinnäytetyö tehtiin Terrafame Oy:n toimeksiantona kartoittamaan murskaamoon tarvittavat varaosat, laitteet ja käyttöpaikat. Tietokantaa oli järjestelmässä jo olemassa, mutta se ei ollut millään tavalla sidoksissa laitteisiin. Laitteet ja niiden varaosat liitettiin olemassa olevaan kunnossapitojärjestelmään käyttöpaikkakohtaisesti, ja puuttuvia käyttöpaikkoja lisättiin järjestelmään. Myös laitteille kuuluvat ohjeet, manuaalit ja kuvat lisättiin liitteiksi järjestelmään laitekohtaisesti.

Työn ensisijaisena tarkoituksena oli parantaa varaosien löydettävyyttä ja näin sekä tehostaa että helpottaa jokapäiväistä suunnittelijoiden työtä kunnossapito-osastolla. Toissijaisena tarkoituksena oli varaston toiminnan tehostaminen sekä varaosien oikea-aikainen hankinta yhden murskaamon osalta. Työssä käsiteltävään sekundäärimurskaamoon kuuluu kolme murskainta ja niille kuuluvat syöttimet, kuljettimet sekä suppilot. Työn suorittamiseen käytettiin apuna laitetoimittajan varaosasuosituksia sekä olemassa olevaa tietokantaa.

Työssä päästiin tavoiteltuun lopputulokseen, sillä kaikki murskaamoon kuuluvat käyttöpaikat sekä niihin kuuluvat laitteet löytyvät nyt oikeilta paikoiltaan. Laitteiden kaikki tarvittavat varaosat ovat järjestelmässä jaoteltuina laitetoimittajan käyttöohjeen mukaisiin osioihin. Tämä helpottaa vikailmoituksen tekoa juuri oikeaan kohteeseen sekä ilmoituksen kohdistumista juuri oikealle henkilölle, jolloin korjausprosessi lähtee etenemään sujuvimmin.

ABSTRACT

Author(s): Karjalainen Aleksi

Title of the Publication: Spare part database of grushing

Degree Title: Mechanical and production engineering

Keywords: Maintenance system, spare parts database, crushing

Today industrial production requires comprehensive maintenance system for maintaining and fixing machines to keep up effective production. So that the system can be useful, it requires update sporadically. This thesis was commissioned by Terrafame Oy to map spare parts, devices and place of use that crushing needs. There was already an existing database in the maintenance system but it was not connected to the devices in any way. The devices and their spare parts are now connected to the existing maintenance system by device position. Also the missing parts were added to the system. Instructions for devices, manuals and pictures were added to the system, attached for each device.

The main purpose for this thesis was to help finding spare parts and that way to enhance the everyday work of designers in maintenance department. The second purpose was to make the storage more effective and to optimize the purchase of spare parts. The secondary crushing includes three cone crushers, feeders, conveyors and funnels. References of spare parts from the suppliers and the existing database were used in this study.

The goals of this thesis were achieved because it is now possible to find all the crushing devices and their positions exactly in the right places based on the maintenance system. All the needed spare parts are divided in the system by the instructions of the supplier. In the future this will make easier to report about things that need to be fixed. With this updated system all the mistakes can be reported and transmitted directly to the right person. This way the repairing process starts fluently.

ALKUSANAT

Työn toimeksiantajana oli Terrafame Oy. Työssä luotiin kunnossapitojärjestelmä ajan tasalle varaosien osalta laitekohtaisesti. Erityiskiitokset Terrafame Oy:n kunnossapito-osaston työnjohdolle ja työnsuunnittelijoille sekä Sandvikin työnjohtajille. Heidän asiantuntija-apu auttoi monissa ongelma tilanteissa, mikä teki työstä laadukkaamman.

SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	1
2 TERRAFAME OY	3
2.1 Historia	3
2.2 Tuotantoprosessi.....	4
2.2.1 Louhinta	4
2.2.2 Malminkäsittely.....	5
2.2.3 Bioliuotus.....	7
2.2.4 Metallien talteenotto	8
3 MURSKAIMET	10
3.1 Leukamurskain	10
3.2 Valssimurskain	11
3.3 Iskumurskain	12
4 KARTIOMURSKAIMET	14
4.1 Kulutusosien vaihto	15
4.2 Murskaimen käyttö	16
5 KULJETTIMET	17
5.1 Suppilo	17
5.2 Hihna.....	18
5.3 Runko.....	18
5.4 Rummut.....	18
5.5 Kiristin	18
5.6 Rullat	19
5.7 Puhdistimet.....	19
6 SYÖTTIMET	20
7 TYÖN SUORITUS.....	21
8 KUNNOSSAPITOJÄRJESTELMÄT	22
8.1 Maximo-järjestelmä	22
8.2 Järjestelmän käyttö yrityksessä.....	22

9 ENNAKKOHUOLTO JA EHKÄISEVÄ KUNNOSSAPITO	24
9.1 Ennakkohuollon merkitys	24
9.2 Tehokas ennakkohuolto	24
10 KRIITTISYYSLUOKITTELU	25
10.1 Laitekohtainen kriittisyysluokittelu	25
10.2 Kriittisyyden luokittelu Terrafame Oy:ssä	26
11 YHTEENVETO	28
LÄHTEET	29
LIITTEET	

SYMBOLILUETTELO

Alite = Seulasta läpimenevä rae

A-mitta = Sisämanttelin ja huippulaakerin väli

Asri = Automatic setting regulation

Agglomerointi = Hienoaineen rakeistaminen isompien partikkeleiden ympärille

Pls-liuos = Laimea rikkihappoliuos metallien liuottamiseen

Biokasaliuostus = Metallia irroitetaan bakteerien avulla malmista

Mantteli = Murskaimessa kartion mallinen murskaava osa

Css = Murskaimen sisämanttelin suljetun puolen väli ulkomantteliin

Oss = Murskaimen sisämanttelin avonaisemman puolen väli ulkomantteliin

1 JOHDANTO

Kaivosteollisuudessa laitteiden kuluminen on erittäin suurta. Oikea-aikainen huolto ja suunniteltu kulutusosien vaihto säästää erittäin paljon tuotannon kuluja. Toimiva ja kattavalla tietokannalla oleva kunnossapitojärjestelmä on välttämätön missä tahansa tuotantolaitoksessa tehokkaan toiminnan ylläpitämiseksi. Tämä opinnäytetyö tehtiin Terrafame Oy:n toimeksiantona päivittämään olemassa olevan kunnossapitojärjestelmän laite- ja varaosatiekanta.

Terrafame Oy on vuonna 2015 perustettu yhtiö, joka jatkaa Talvivaara Sotkamo Oy:n monimetallikaivoksen toimintaa. Kaivoksen päätuotteina ovat nikkeli ja sinkki. Merkittävänä sivutuotteena saadaan myös kuparia. Nikkeliä käytetään ruostumattoman teräksen valmistuksessa, akuissa ja katalyyttinä. Sinkkiä käytetään teräksen päällystyksessä korroosiota vastaan, kuten sähkö- tai kuumasinkitys. Kuparia käytetään pääsääntöisesti elektroniikkateollisuudessa hyvän sähköjohtavuuden ja korroosiokestävyyden vuoksi.

Kaivoksen uuden alun myötä laitteiden kunnossapitojärjestelmän tietokannat täytyi saada vastaamaan tehokkaan tuotannon vaatimia haasteita taloudellisesti. Opinnäytetyössä päivitetään laite- ja varaosatiekanta nykyiselle tasolle sekä määritetään varaosien tilauspisteet tarpeen mukaisiksi niin ennakkohuoltoa kuin laiterikkoja ajatellen. Työ on erittäin tärkeä kartoittamaan nykyistä varaosatilannetta sekä kehittämään hankinta tehokkaalle tasolle, kuitenkin minimoimalla seisokkiaikoja. Varaston ja varaosien nimikkeiden kriittisyyden hallintaan käytetään laitekohtaista ABC-analyysiä. Varaston ja varaosien hallinnassa käytössä on jo olemassa oleva Maximo-järjestelmä.

Opinnäytetyö tehtiin yhden murskaamon osalta, että työstä saatiin laadukas, täsmällinen ja suuntaa näyttävä koko osastoa ajatellen. Projekti käynnistetään tehostamaan kunnossapidollista valmiutta häiriötilanteisiin sekä jatkossa helpottamaan

pääsemistä suunniteltuun ja järjestelmälliseen kunnossapitoon yrityksessä. Nykytilanteessa on liian paljon vikojen korjaamista. Järjestelmällinen hallittu ennakoiva kunnossapito ei ole vielä vakaalla pohjalla menneiden vaikeiden vuosien vuoksi.

Projektin tavoitteena on vastata paremmin käynnissä pidettävyyden haasteisiin ja helpottaa työsuunnittelijoiden jokapäiväistä työtaakkaa hyvin hallittavalla varaosatietokannalla. Lisäksi projektissa on tavoitteena saada aikaan toimiva ja helposti hallittava varaosien tietokanta, missä ”makaavat” varaosat saadaan käyttöön.

2 TERRAFAME OY

2.1 Historia

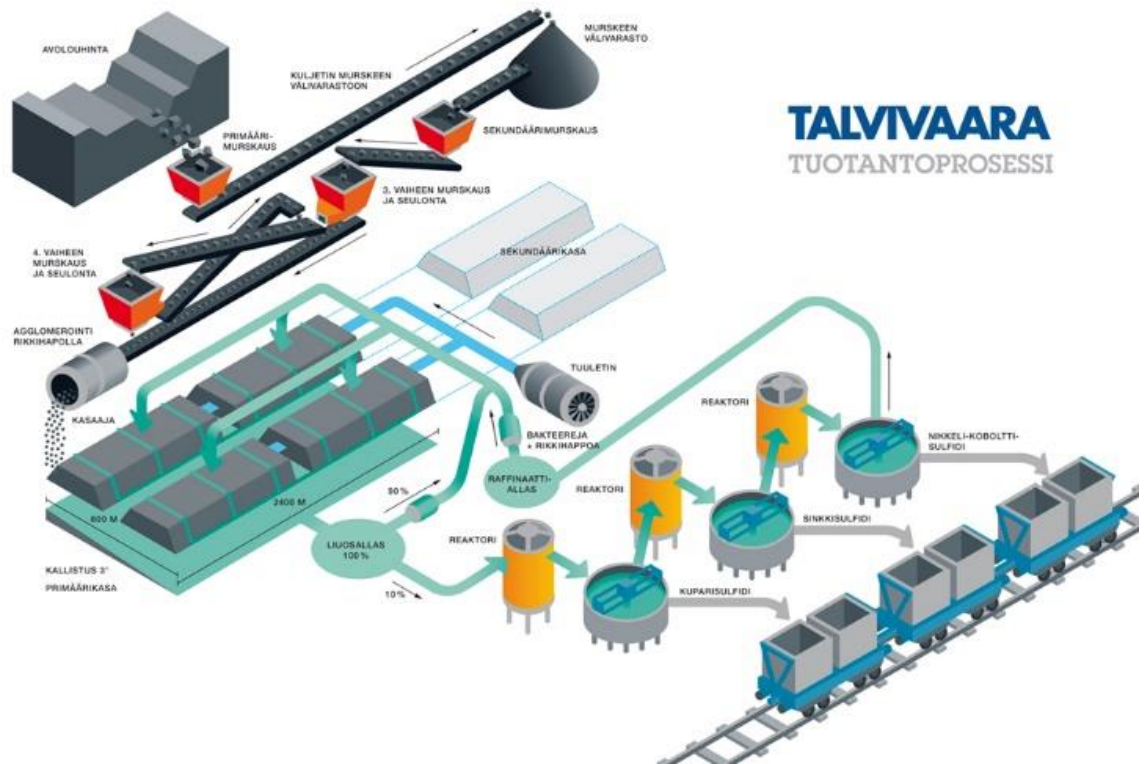
Alun perin Talvivaaran malmion on löytänyt Geologian tutkimuskeskus vuonna 1977. Alueesta tehtiin tarkkoja tutkimuksia vuosina 1977—1983. Esiintymä havaittiin laajaksi, mutta taloudellisesti kannattamattomaksi tavanomaisilla rikastusmenetelmillä. Kaivosoikeudet Talvivaaran alueeseen myönnettiin Outokumpu Oy:lle vuonna 1986. Bioliuotus oli siihen aikaan käytetty ainoastaan kuparille ja kullalle, mutta Outokumpu alkoi kehittää teknologiaa sopivaksi Talvivaaran köyhälle nikkelimalmiolle vuodesta 1987 alkaen. Vuonna 2004 Outokummun vetäytyttyä kaivos-toiminnasta yhtiö myi kaivosoikeudet Talvivaaralle. Kauppa sisälsi kaiken koe- ja tutkimustiedon bioliuotukseen liittyen.

Helmikuussa 2004 louhintaoikeuden saatuaan Talvivaara alkoi aktiivisesti kehittämään Kuusilammen ja Kolmisopen esiintymiä, jotka muodostavat yhden Euroopan suurimmista löydetyistä nikkelisulfidivarannosta. Kesäkuussa 2005 aloitettiin pilotliuotuskasan kokeilu, ja metallien talteenoton koe toteutettiin kesällä 2006. Kaivoksen kannattavuusselvitys kaikkeen toiminnan harjoittamiseen hyväksyttiin maaliskuussa 2007, jolloin myös ympäristölupa myönnettiin. Talvivaara aloitti tuotonsa lokakuussa vuonna 2008. Ensimmäinen nikkeli-kobolttisakkakuorma Harjavan Norilsk Nickelille lähti helmikuussa 2009.

Talvivaara Sotkamon emoyhtiö Talvivaaran kaivososakeyhtiö listautui Lontoon pörssiin toukokuussa 2009 kerättyään noin 300 miljoonaa euroa. Talvivaara Sotkamo Oy hakeutui konkurssiin marraskuussa 2014 rahoitusvaikeuksien vuoksi. Kassan kuihtumiseen oli suurena syynä aikaisemman kipsisakka-altaan vuodot sekä niistä aiheutuneet ympäristön korjauskulut. Terrafame Oy osti koko Talvivaara Sotkamo Oy:n konkurssipesän toiminnan. Talvivaaran kaivososake yhtiö jatkaa toimintaansa edelleen. Kaivosyhtiö myy konsultti- ja laitevuokrausta Terrafame Oy:lle. (1) (2)

2.2 Tuotantoprosessi

Tuotanto koostuu neljästä päävaiheesta, jotka on jaettu omiin osastoihinsa: louhinta, malminkäsittely, bioliuotus sekä metallien talteenotto. Terrafame Oy:n tuotantoprosessi on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Terrafame Oy:n tuotantoprosessi. (3)

2.2.1 Louhinta

Louhinta suoritetaan avolouhoksena. Louhinta aloitetaan poraus-panostusmenetelmällä. Räjähdyksen jälkeen malmi kuljetetaan murskattavaksi. Porauksen yhteydessä tehdään koemittauksia, joiden perusteella malmin mineraalipitoisuudet määritetään. Räjähdyttävistä kentistä suunnittelijat tekevät 3D-mallin. Malli näkyy lastauskoneessa, jotta lastauskoneen kuljettaja tietää, onko malmi tarpeeksi rikasta murskattavaksi. Murskattavaksi kelpaamaton sivukivi käytetään esimerkiksi

tarvekivenä sekundäärikasojen pohjustuksessa. Räjätetty malmi lastataan kaivinkoneella tai pyöräkoneella kiviauton kyytiin. Kiviautolla kuljetetaan malmit primäärimurskaan. Yksi kiviauto voi kuljettaa jopa 180 tonnia malmia kerrallaan. Kiviautonlastaus kaivinkoneella on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. Kiviauton lastaus kaivinkoneella (3)

2.2.2 Malminkäsittely

Primäärimurskaus on malminkäsittelyn ensimmäinen vaihe. Murskain on Sandvikin toimittama karamurskain ja sen syöttöaukko on 60 tuumaa eli 1525 mm. Noin 80 prosenttia murskaimen syötetystä materiaalista tulee olla pienempää kuin 80 prosenttia syöttöaukon radiaalisesta koosta. Ylisuuret kivet rikotaan pienemmiksi murskaimen päällä puomin päässä olevalla rikkojalla. Murskaimen kapasiteetti on reilu 3000 tonnia tunnissa. Primäärimurskattu malmi kuljetetaan hihnakuuljettimella välivarastoon. Välivaraston tarkoituksena on toimia puskurivarastona häiriön tai louheenkuljetuksen keskeytymisen aikana sekä tasaamaan varsinaisen murskausprosessin syöttöä.

Välivarastosta malmi syötetään varsinaiseen murskaus/seulontaprosessiin siilon pohjassa olevilla tärysyöttimillä. Seuraavana prosessissa on sekundäärimurskaus, jonka varaosia tässä opinnäytetyössä käsitellään. Sekundäärimurskaamossa malmi murskataan kolmella Sandvikin CH880-kartiomurskaimella. Samanlaisia murskaimia käytetään myös kolmannen ja neljännen vaiheen murskaimissa, mutta niissä käytetään erimallisia mantteleita jo pienentyneen raekoon vuoksi.

Sekundäärimurskauksen jälkeen aloitetaan primääriseulonta. Jo ensimmäisessä seulonnassa voi poistua lähes kolmannes materiaalista alitteena agglomerointiin. Jäljelle jäävä ylite syötetään kolmannen vaiheen murskaukseen. Neljä kolmannen vaiheen murskainta jakaa malmin kahteen eri piiriin sen mukaan, mitkä murskaimet ovat käytössä. Kolmannen murskausvaiheen jälkeen murskattu malmi syötetään sekundääriseuloille. Sekundääriseulat on jaettu samalla tavalla kahteen piiriin kuin murskaamokin. Malmi ei voi vaihtaa piiriä enää kolmannen vaiheen murskauksen jälkeen. Sekundääriseulan alite menee myös agglomerointiin ja ylite neljännen murskausvaiheeseen. Neljännen murskausvaiheen ja sekundääriseulojen välillä on suljettu kierto, mistä malmi poistuu ainoastaan seulomon alitteena. Seulosten alimpien verkkojen koko on 12–15 mm.

Seulottu malmi kuljetetaan hihnakuljettimia pitkin agglomerointiin, missä malmiin suihkutetaan pls-liuos ennen rumpuja. Rummuissa pls-liuos sitoo hienoaineksen isompien partikkeleiden pintaan eli agglomeroituu. Agglomeroitu malmi siirretään pitkiä hihnakuljettimia pitkin primäärikasauskoneelle. Primäärikasauskone on 400 metriä pitkä kuljetin yhdeksän telavaunun kannattelemana. Lisäksi hihnaa pitkin edestakaisin liikkuu purkausvaunu, mistä malmi heitetään kasalle toisella hihnakuljettimella. Malmi kasataan 8 metriä korkeaksi ja 400 metriä leveäksi kasaksi primäärikentälle, joka koostuu neljästä 1,2 kilometriä pitkästä lohkoista. Malmikasojen alla on kalvotus, joka viettää kohti pls-keruullasta. Kalvon päällä välikerroksen yläpuolella on ilmastusputket kahden metrin välein. Lisäksi ilmastusputkia käytetään kasan keskellä puhaltamaan ilmaa. Ilmastuksen tarkoituksena on hapettaa malmissa olevat metallit pls-liuokseen. Liuos syötetään kasaan päältä päin pieninä pisaroina kasteluputkistosta. Malmia liuotetaan primäärivaiheessa 18 kuumakautta, jonka jälkeen kasa puretaan jyrsimellä ja siirretään sekundäärikasalle hih-

nakuljettimia pitkin. Sekundäärivaiheessa saadaan talteen primäärillä liukenematomat metallit ja loppu kiviaines jää sekundäärikasaan. Primäärिकासauslaitteisto on esitetty kuvassa 3.

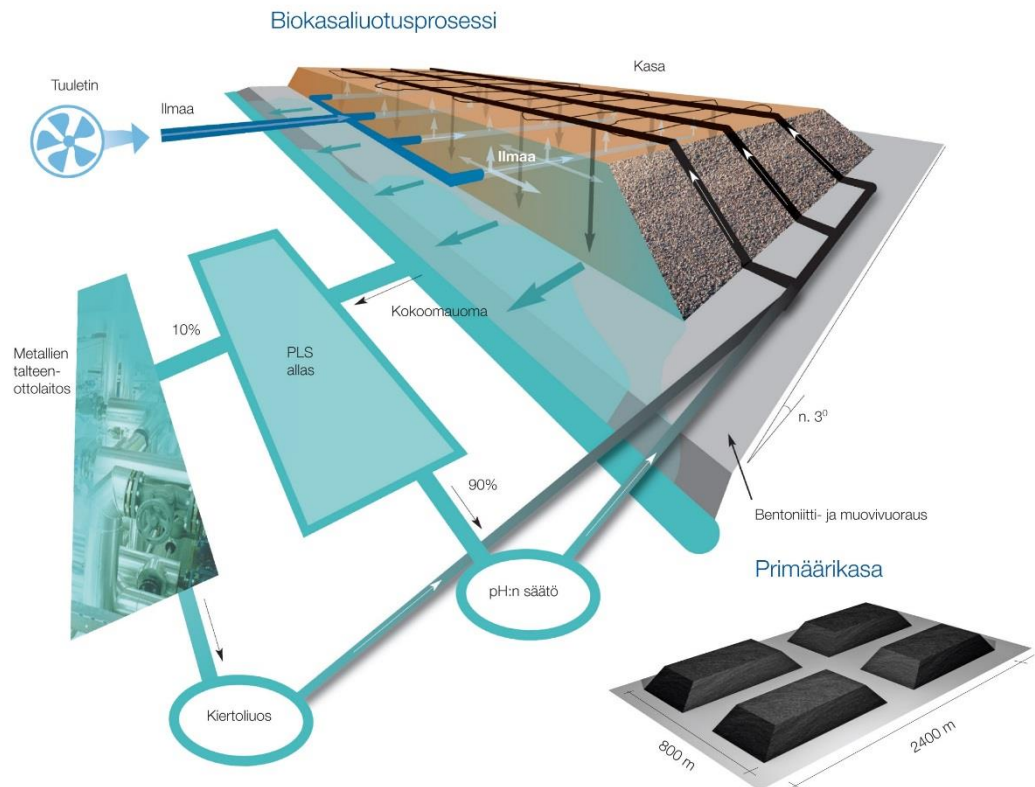


Kuva 3. Primäärिकासauslaitteisto (3)

2.2.3 Bioliuotus

Kasojen ilmastus ja pls-liuoksen syöttö kuuluu bioliuotusosastoon. Ilma syötetään suurilla puhaltimilla kasoissa olevaa putkiverkostoa pitkin, mistä ilma nousee ylöspäin kohti kasan pintaa. Ilmastus hapettaa malmissa olevat metallit pls-liuokseen. Pls-liuos pumpataan keruualtaasta kasan päälle, mistä liuos syötetään pieninä pisaroina kasan pintaan. Liuos imeytyy kasaan ja valuu kohti pohjalla olevaa kalvotusta. Ilma ja pls-liuos toimivat kiihdyttiminä sulfidimalmissa oleville bakteereille metallien irrottajina. Pls-liuosta kierrätetään koko ajan kasan läpi ja liuoksen metallipitoisuutta analysoidaan päivittäin. Kun metallien liukeneminen alkaa kasassa, reaktiossa alkaa syntyä lämpöä. Liuoksen metallipitoisuuden noustessa riittäväksi

voidaan liuosta ottaa metallien talteenottoon saostettavaksi. Nikkelin osalta taloudellisesti järkevä pitoisuus saostukseen on luokkaa $>1\text{g/l}$. Jos metallipitoisuus on liian alhainen, kemikaalien kulutus prosessissa kasvaa merkittävästi, eikä saostus näin ole taloudellisesti kannattavaa. (4) Kuvassa 4 on esitetty biokasaliuotusprosessi.



Kuva 4. Biokasaliuotusprosessi (3)

2.2.4 Metallien talteenotto

Metallien talteenottolaitoksessa eri metallit otetaan talteen eri vaiheissa saostamalla rikkivedyn avulla. Saostuksessa on tavoitteena saada kirkas ylite ja sakea alite. Tässä apuaineena käytetään flokkulointiainetta. Talteenottolaitoksessa on kaksi identtistä tuotantolinjaa, joiden liuoksen virtauskapasiteetti on yhteensä $1400\text{ m}^3/\text{h}$. Saostaminen tapahtuu rikkivedyllä, joka valmistetaan tehtaalla itse vedystä ja rikistä. Saostettu liete kuivataan sakaksi paine- ja nauhasuotimien avulla.

Terrafame Oy:ssä on saostukseen vaadittavat kaasulaitokset happi-, vety- ja rikkivetylaitokset. Myös kemikaalien loppuvalmistus sijaitsee tehdasalueella kalkkilaitoksella $CaCO_3$ ja $Ca(OH)_2$. (5)

Ensimmäisenä liuoksesta saostetaan kupari. Kupari saostuu kuparisulfidiksi reaktiolla: $CuSO_4 + H_2S (g) > CuS (s) + H_2SO_4$. Kupari saostuu helposti alhaisessa pH:ssa lyhyellä viipymällä. Seuraavassa vaiheessa saostetaan sinkki. Sinkki saostuu reaktiolla $ZnSO_4 + H_2S (g) > ZnS (s) + H_2SO_4$. Saostus tapahtuu rikkivedyllä, ja tarvittaessa pH:ta voidaan säätää kuparisaostuksen lopussa lipeällä. Liian korkealla pH:lla voi saostua jo nikkeliä. Sinkin saostuksen jälkeen syöttö esineutraloidaan kalkkikivilietteellä, jolloin pH kohoaa ja nikkeli voidaan saostaa. Nikkeli saostuu reaktiolla $NiSO_4 + H_2S(g) > NiS (s) + H_2SO_4$. Rauta erotetaan nikkelisaostuksen jälkeen, missä Fe_3 pelkistyy Fe_2 :ksi. $Fe_2(SO_4)_3 + H_2S (g) > 2 FeSO_4 + SO (s) + H_2SO_4$. Rikkivetysaostuksessa muodostuva happo neutraloidaan Na^2S -liuoksella. (6)

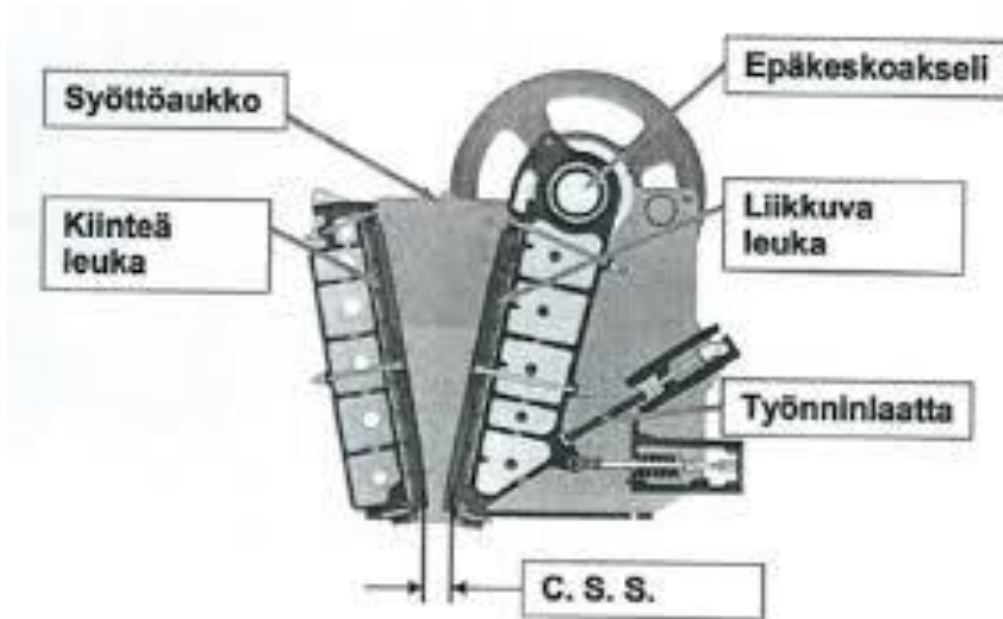
3 MURSKAIMET

Kaivosteollisuudessa käytetään monenlaisia murskaimia. Murskaus perustuu iskuun, puristukseen, hankaukseen, leikkaukseen tai yhteen törmäykseen. Murskaimet jaotellaan iskeviin ja puristaviin murskaimiin. Tarkemmin murskaimet voidaan jaotella niiden rakenteen mukaan kartio-, valssi-, isku- ja leukamurskaimiin. (7)

3.1 Leukamurskain

Leukamurskainta voidaan käyttää moneen tarkoitukseen, siirrettävänä mobiilimurskaimena, primäärimurskaimena tai sekundäärimurskaimena. Leukamurskaimen toimintaperiaate on hyvin yksinkertainen. Siinä on kaksi leukaa, joista toinen on kiinteä ja toinen liikkuva. Vanhoissa versioissa epäkeskoakseli oli yläpäässä, joten leuka liikkui vain alareunasta. Liike ei ollut niin tehokas ja hieman materiaalia takaisin ylöspäin hylkivä. Nykyisissä leukamurskaimissa koko leuka liikkuu, koska epäkesko on alempana ja murskaus on paljon tehokkaampaa.

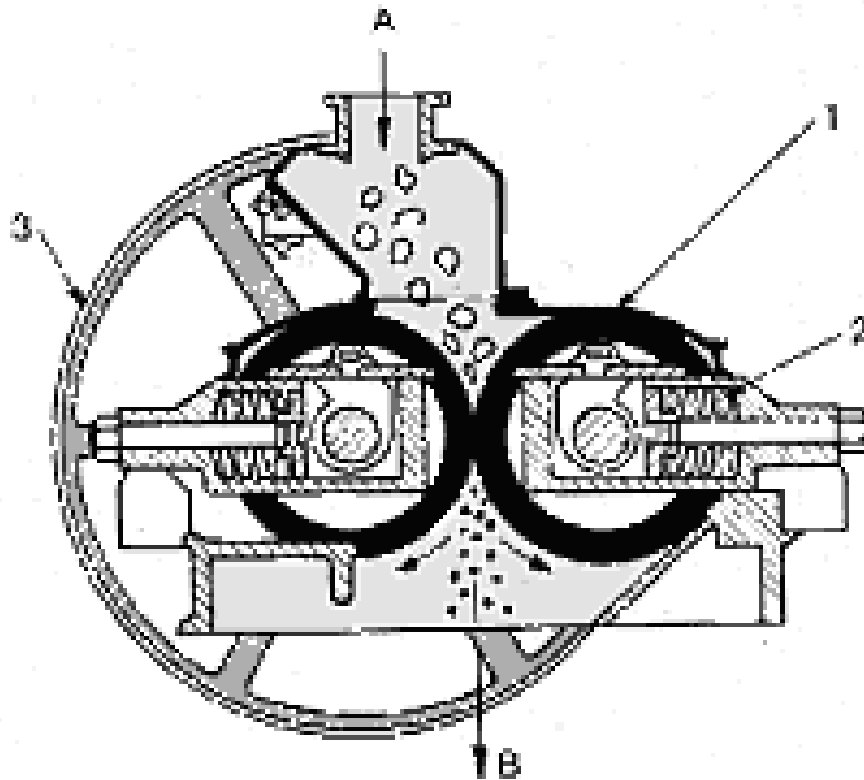
Leukojen väliin murskattava materiaali syötetään joko suoraan kaivinkoneella tai erillisellä syöttölaitteella. Leukamurskaimen tuote on hyvin tasalaatuista, mutta kapasiteetti on rajallinen, koska leuka tekee töitä vain puristusvaiheessa. Myös Terrafame Oy:ssä käytetään leukamurskaimia primäärikasan purun lisäkasiteettina sekä tarvekiven murskauksessa. Kuvassa 5 on esitetty periaatekuva vanhanmallisesta leukamurskaimesta.



Kuva 5. Leukamurskaimen periaatekuva. (8)

3.2 Valssimurskain

Valssimurskaimessa on kaksi sylinteriä, jotka pyörivät vastakkaisiin suuntiin. Murskaus tapahtuu näiden "valssien" välissä. Valssimurskainta käytetään hienomurskaukseen, koska sen murskaussuhde on pieni. Valssien asetuksia voidaan säätää, jolloin raekoko muuttuu. Kuvassa 6 on esitetty valssimurskain.

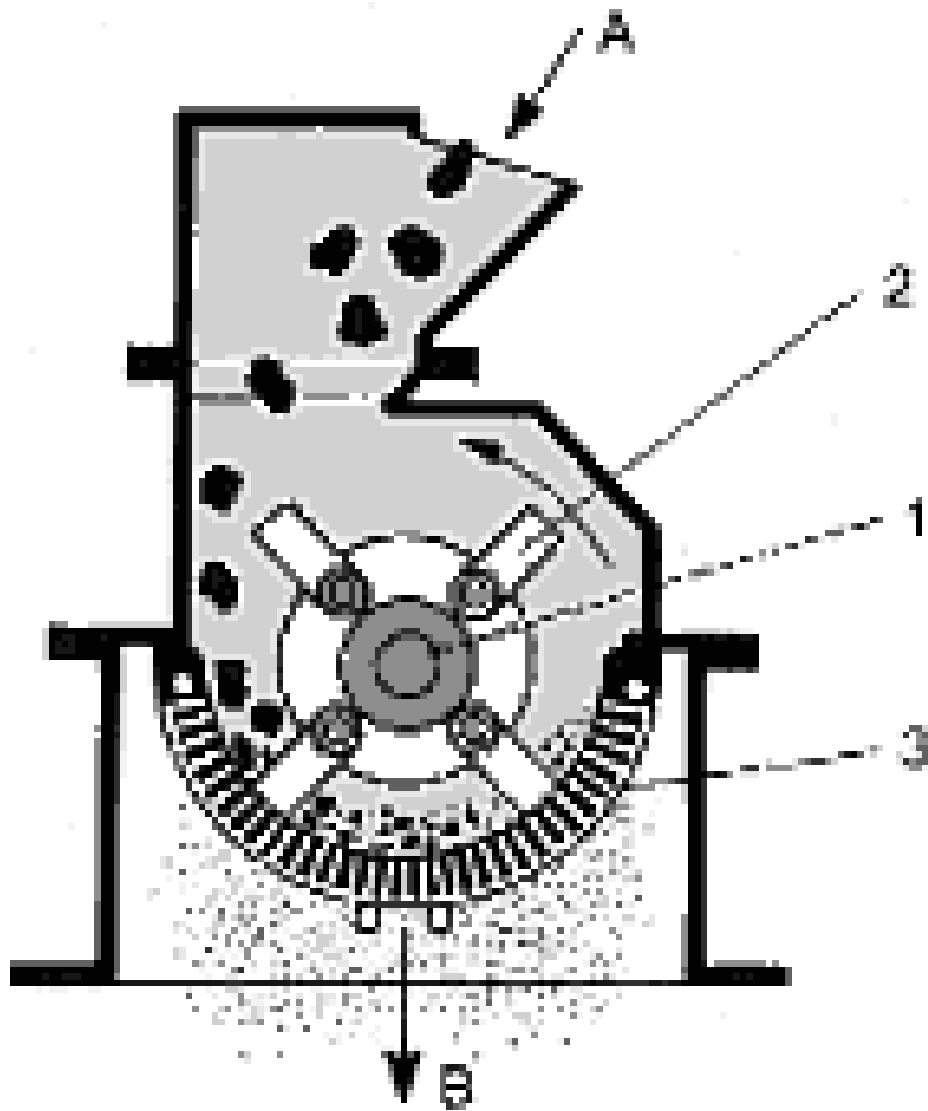


Kuva 6. Valssimurskain(9)

A. Syöte B. Murskattu materiaali 1. Valssit 2. Jousi 3. Vauhtipyörä ja käyttömekanismi

3.3 Iskumurskain

Iskumurskauksessa murskaus tapahtuu iskemällä nopeasti liikkuvan vasaran ja murskaimen sisävuorauksen välisessä tilassa. Iskumurskausta käytetään pehmeiden tai mineraalipinnoiltaan helposti lohkeavien ainesten hienontamiseen. Tuotteen hienonnusaste riippuu hienonnettavasta materiaalista, iskurien pyörimisnopeudesta sekä iskurin ja vuorauslevyjen välisestä asetuksesta. Iskumurskain on esitetty kuvassa 7.



Kuva 7. Iskumurskain (9)

A. Syöte

B. Murskattu materiaali

1. Roottori

2. Vasarat (4 kpl)

3. Seulapohja

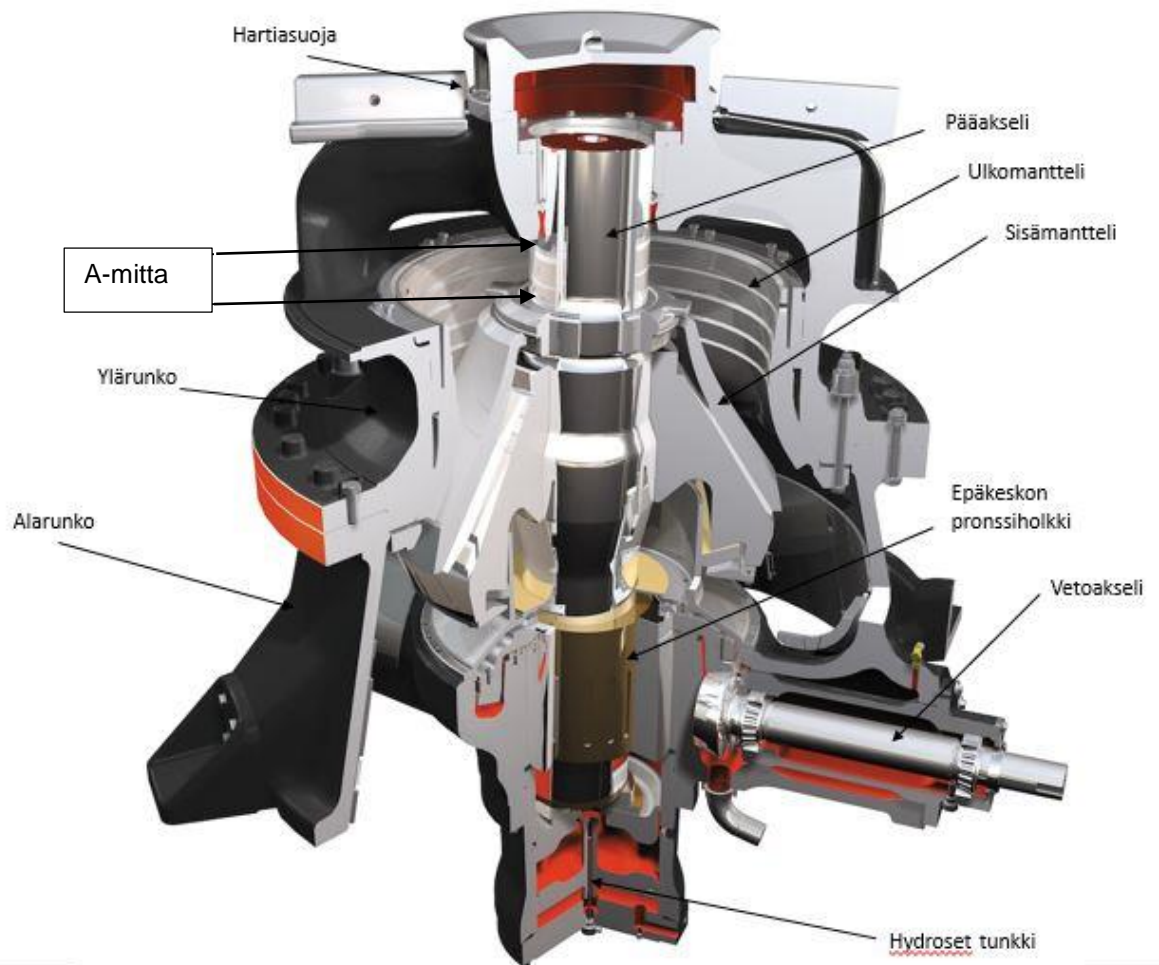
4 KARTIOMURSKAIMET

Kartiomurskaimia käytetään, kun tarvitaan suurta murskauskapasiteettia. Terrafame Oy:n tuotantoprosessissa on välttämätöntä murskata suuria määriä, koska malmi on niin köyhää. Kartiomurskaimessa hyötysuhde on perinteistä leukamurskaa parempi, koska murskain tekee työtä koko ajan. Samalla hetkellä toisella puolella murskainta murskataan kiveä, kun toinen puoli purkaa jo murskattua kiveä alaspäin ja ottaa uutta tilalle murskattavaksi. Kartiomurskaimessa materiaali murskataan kahden kovan pinnan välissä. Murskaus toteutetaan pääkselin epäkeski-kiertoliikkeellä.

Murskain koostuu pääkselistä, rungosta, epäkeskokoneistosta, hopperista, hydraulikasta sekä voimansiirrosta. Pääkseli on alaspäin tuettu, ja sitä pyöritetään epäkeskokoneiston välityksellä sähkömoottorilla. Pääkselin ympärille on kiinnitetty sisämantteli, ja se pyörii epäkeskeisesti rungon sisäpuolella puristaen kiveä rungossa kiinniolevaa ulkomanttelia vasten. Manttelien yläpuolella on ala- ja syöttöhopperit. Hopperi on murskauskammion yläpuolella oleva säiliö materiaalille. Siinä pidetään aina murskaushetkellä vakio-pinta, jotta murskain toimii halutulla tavalla. Kun murskain on täynnä, kivet puristuvat toisiinsa nähden, mikä säästää murskaimen kulutusosia. Murskassa olevan materiaalin määrää säädetään materiaalia syöttävän syöttimen käyntinopeudella. Syötin voi olla täry- tai hihnasyötin.

Murskaimen asetusta säädetään hydraulikoneikon avulla. Jos halutaan pienempää raekokoa, nostetaan kartion mallista sisämanttelia ylemmäs, jolloin manttelien väli pienenee. Pienempi asetusta tietenkin heikentää kapasiteettia. Vastaavasti asetusta suurentamalla sisämanttelia lasketaan alaspäin, jolloin väli kasvaa. Asetusta suurentamalla kapasiteetin kasvaminen on kuitenkin rajallista manttelien muodon vuoksi.

Murskaimen kiertoliike ei juurikaan muutu kuormituksesta. Kuitenkin tyhjäpyöritystä tulee välttää, koska tämä aiheuttaa huippulaakerille ylimääräistä ei-toivottua kuormaa. Kartiomurskaimen rakenne on esitetty kuvassa 5.



Kuva 5. Kartiomurskaimen rakenne (10)

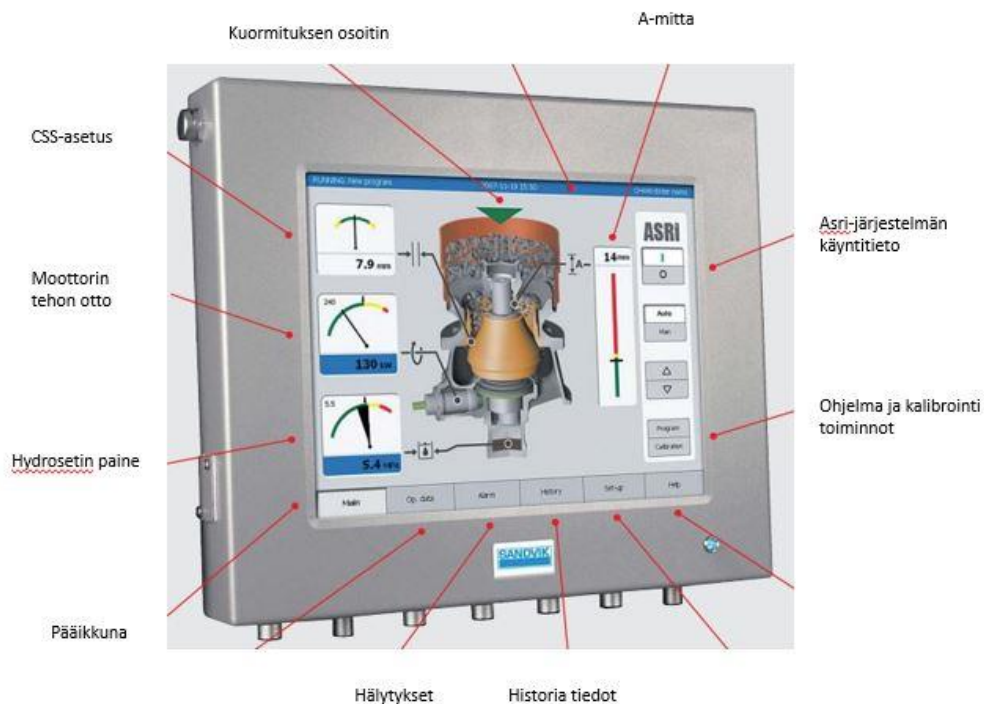
4.1 Kulutusosien vaihto

Terrafame Oy:n kaivoksesta louhittava grafiitti on erittäin kovaa ja kuluttavaa materiaalia. Kuluvin osa murskaimessa on sisämantteli. Mantteli kuluu kirkonkellon malliseksi sekä ohenee niin ohueksi, että koko mantteli voi irrota pääakselista. Sisämantteli vaihdetaan uuteen 500—1000 murskaustunnin jälkeen, riippuen murskausvaiheesta. Tämä huolto kestää vähintään yhden työpäivän, jolloin kyseinen laite on pois tuotannosta. Murskaimesta joudutaan purkamaan hopperit ja ylärunko, että sisäterä saadaan vaihdettua. Uusi sisäterä on oltava aina valmiina ennen remontin alkua. Loppuun kuluneesta sisäterästä irrotetaan jäljelle jäänyt mantteli ja pääakseli käytetään uudelleen. Pääakselin päälle kiinnitetään uusi mantteli seuraavaa teränvaihtoa varten. Jotta varaosat ja tarvikkeet saadaan valmisteltua,

on järjestelmä oltava ajan tasalla. Murskaimia pyritään käyttämään niin, ettei saman vaiheen murskaimia ole yhtä aikaa kulutusosien vaihdossa, koska silloin murskaamon kapasiteetti laskisi huomattavasti ja monen murskaimen yhtäaikainen huolto vaatisi enemmän resursseja kunnossapidolta.

4.2 Murskaimen käyttö

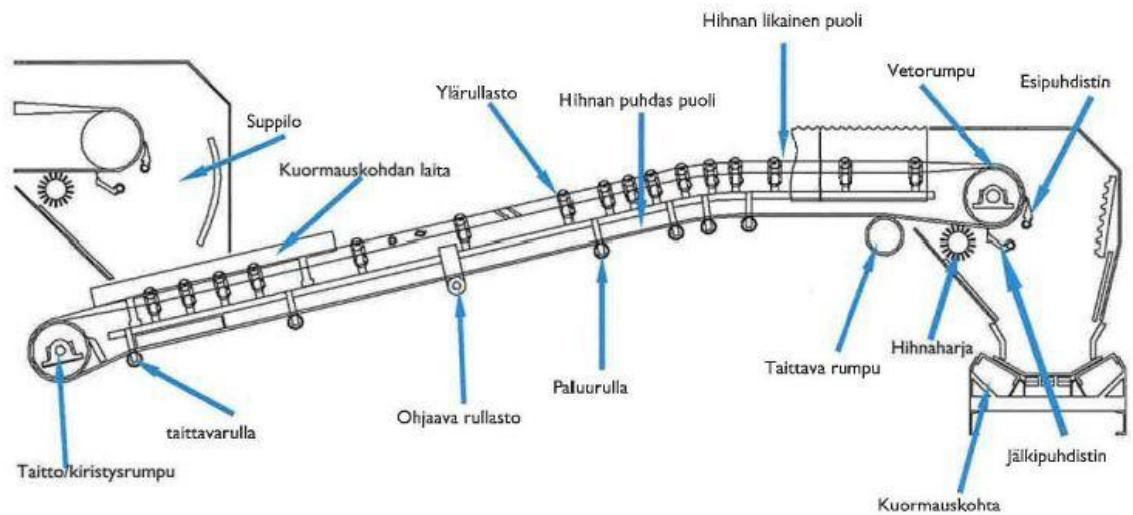
Kartiomurskainta käytetään aina joko täydellä kapasiteetilla tai ei ollenkaan. Sandvikin toimittamissa murskaimissa on automatic setting regulation (Asri). Asri-järjestelmä suojaa murskainta liian suurilta rasituksilta. Mikäli järjestelmä havaitsee kriittisen vian, ei ohjelma anna syöttää materiaalia murskaimeen. Järjestelmään syötetään haluttu minimi CSS sekä maksimiteho- ja painerajat. Jos murskain ottaa tehoa tai painetta yli sallitun, hydraulikka laskee automaattisesti pääakselia alaspäin mahdollisten vaurioiden välttämiseksi. Tämä tietenkin johtaa siihen, että murskaimen tuote on haluttua suurempaa hetkellisesti. Säädettävänä suureina on materiaalin pinnan korkeus murskaimessa sekä minimi CSS. Kuvassa 6 on esitetty Asri-ohjausnäyttö.



Kuva 6. ASRI-ohjausnäyttö (11)

5 KULJETTIMET

Materiaalin siirtoon kaivoksilla käytetään usein hihnakuljettimia. Ne ovat taloudellisia ja tehokkaita kuljettaessa suuria määriä jatkuvasti. Kuljettimet voivat olla jopa monen kilometrin mittaisia. Yleensä voimanlähteenä on yksi tai useampi sähkömoottori. Kuljettimen materiaalipuoli ohjataan roikkuvilla tai kulmaan asennettavilla rullilla kouruksi. Periaatekuva kuljettimen osista on esitetty kuvassa 7.



Kuva 7. Periaatekuva kuljettimen osista. (12)

5.1 Suppilo

Suppilon eli lastausasemaan materiaali syötetään edellisellä kuljettimella, syöttimellä tai pudotetaan suoraan murskaimesta. Suppilossa materiaali ohjataan tarvittaessa erilaisten hyllyjen avulla keskelle kuljetinta. Suppiloon kuuluvimpia osia ovat hyllyt ja mahdolliset kulutuslevyt. Kulumista ehkäistään autogen-hyllyillä, missä materiaalia kerääntyy hyllyn päälle suojaamaan rakenteita materiaalivirralta.

5.2 Hihna

Kuljettimen hihna on yleensä päältä kumia, jonka sisällä on vahvikkeena teräsrunko. Hihnalle vahinkoa tekevät materiaalin seassa olevat ei toivotut kappaleet, kuten terävät raudat, jotka voivat puhkaista hihnan rikki. Muuten kuljetinhihna vain kuluu ja se vaihdetaan uuteen, kun vahvuus on heikentynyt alle suositetun rajan. Kuljetintoimittajia on Suomessakin monia kuten Metso, Sandvik ja New Paakkola.

5.3 Runko

Kuljettimen runkona kaivosteollisuudessa käytetään metallista teräspalkkirunkoa. Runko ei yleensä vaadi erityistä huoltoa. Rakenteiden kuntoa tulee kuitenkin seurata säännöllisesti. Mikäli murtumia löytyy, on rakenteita uusittava. Murtumat johtuvat kuljettimen ylikuormituksesta, perustuksien peittämisestä tai rakenteen alimitoittamisesta.

5.4 Rummut

Rumpuja on kahdenlaisia veto- ja taittorumpuja. Vetorummut ovat aina pinnoitettuja kitkan varmistamiseksi. Pinnoitteena käytetään kumi- tai keraamipinnoitetta. Vettorumpu voi sijaita yläpäässä, keskellä tai molemmissa päissä. Taittorummuksi kutsutaan moottoritonta päätyrumpua. Kuljettimen päätyrummun lähellä olevaa rumpua kutsutaan taittavaksi tai snuppirummuksi. Taittava rumpu ohjaa hihnan keskelle päätyrumpua. Rummuissa kuluvia osia ovat pinnoitteet ja akselin laakerointi.

5.5 Kiristin

Kuljettimen kireys säädetään yleensä taittorummulta kuljettimen alkupäästä tai väliltä. Kiristys toteutetaan mekaanisella pulttikiristyksellä, hydraulisyylinterillä tai punuksella. Hydraulikiristin on näistä vikaherkin, mutta se on ainut, jolla kuljettimen

kireyttä voidaan muuttaa välittömästi esimerkiksi vaihtelevan kuorman vuoksi. Hydraulikiristimessäkin vikakohteet ovat vähäiset: vuodot tai pumpun kuluminen.

5.6 Rullat

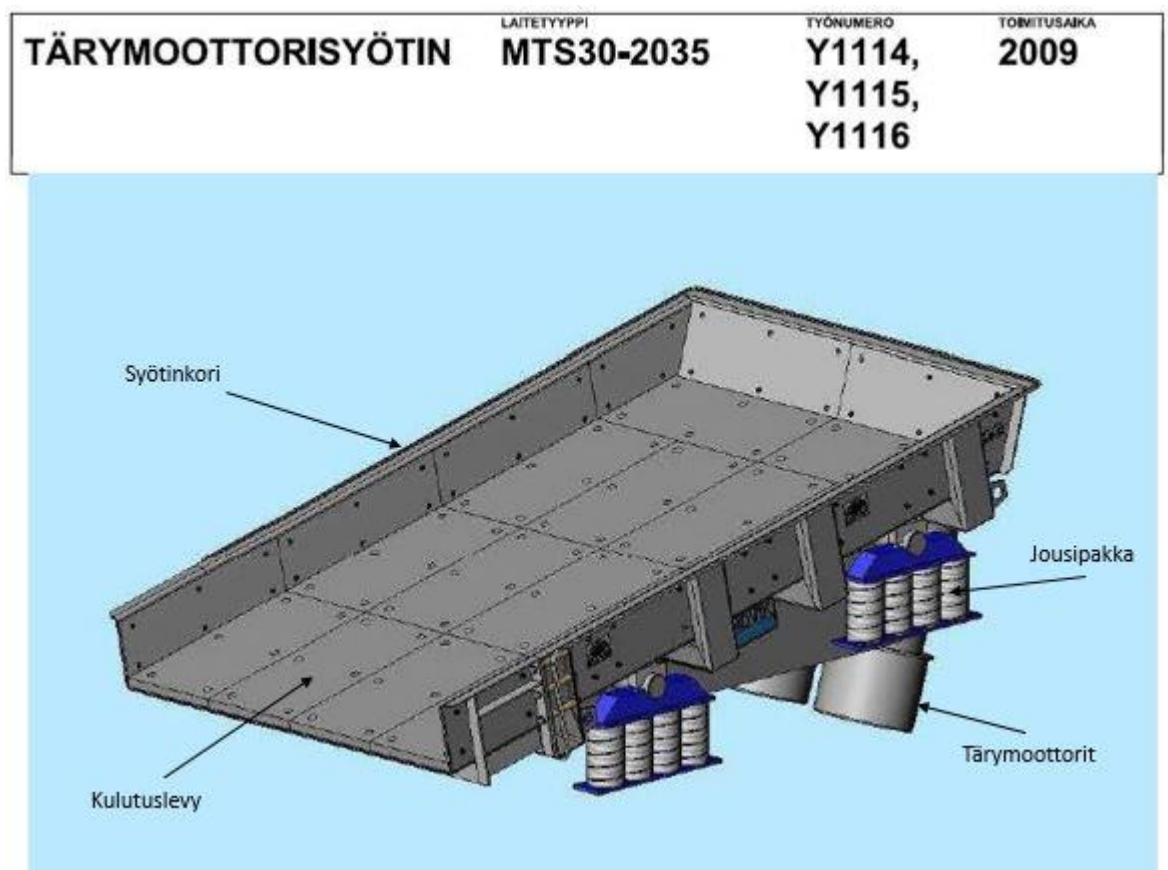
Kuljettimen rullat ovat peltisiä tai kumisia. Kuormarulla joutuu kannattelemaan sekä hihnan että materiaalin painon. Rullat ovat joko useammasta rullasta muodostuvia päistä nivellettyjä riippuvia rullia tai kiinteästi erilliseen pukkiin sijoitettuja yksittäisiä rullia. Rullapukkeja käytetään usein materiaalin lastauskohdassa. Rullapukkien sijaan lastauskohdassa voidaan käyttää myös iskupalkkeja. Paluurulla kannattelee tyhjän hihnan takaisin kääntörummulle. Kuljettimen kulkua säädetään paluurullilla. Kuormarullat ja rummut tulee pitää suorassa toisiinsa nähden. Rullista kuluvia osia ovat laakerit ja rullien väliset kiinnikkeet. Itse rulla voi kulua soikeaksi tai kulua puhki.

5.7 Puhdistimet

Puhdistimina käytetään esi- ja jälkipuhdistimia materiaalin irti saamiseksi. Hihnaan tarttunut materiaali kulkeutuisi muuten takaisin lähtöpaikkaan sotkien matkalla ympäristöä, rullia ja rumpuja. Puhdistimina käytetään eri materiaaleista valmistettuja kynsiä, jotka painetaan hihnaa vasten. Kynnet ovat kulutustavaraa, ja niitä vaihdetaan tarpeen vaatiessa. Rumpujen luona voidaan käyttää myös paineilmapuhdistinta hihnan puhtaalla puolella rummun puhtaana pitämiseksi. Myös hihnan kulkusuuntaa vasten pyöriviä hihnaharjoja on käytössä. (13)

6 SYÖTTIMET

Syöttimiä käytetään silojen pohjassa syöttämään materiaalia kuljettimelle, murskaimeen tai seulaan. Tärymoottorisyöttimellä saadaan juuri haluttu määrä materiaalia syöttökohteeseen moottorin syöttönopeutta säätämällä. Tärymoottoreissa on vastapainot, ja ne pyörivät vastakkaisiin suuntiin heiluttaen syöttimen pulkkaa jousien varassa pituussuunnassa. Tärymoottorin painotusta eli iskunpituutta voidaan muuttaa, jos nopeuden säätöalue ei ole sopiva kyseiseen syöttökohteeseen. Syöttimen pohjalla ja reunoissa on kulutuslevyt, joko keraamiset, kumiset tai metalliset. Kuluvia osia syöttimessä ovat kulutuslevyt ja laakerit. Myös jouset kuoleutuvat ajan mittaan, minkä vuoksi syöttimen kulma muuttuu eikä syöttömäärä pysy ennallaan ja materiaali voi vyöryä syötintä pitkin vaikka syötin ei olisi käynnissäkään. Tärymoottorilla toimiva syötin on esitetty kuvassa 8.



Kuva 8. Tärymoottorilla toimiva syötin. (14)

7 TYÖN SUORITUS

Työn aloitus hetkellä nimikeitä oli monenlaisia ja yksittäisiä varaosia saattoi olla liikaa, mutta osakokonaisuuksista puuttui joitakin. Myös samoja varaosia saattoi löytyä useilla eri nimikkeillä.

Projekti aloitettiin kartoittamalla kaikki kyseisen murskaamon laitteet ja niiden olemassa olevat varaosat järjestelmästä eri nimikkeineen. Varaosat liitettiin varaosajärjestelmään laitteiden alle selkeästi löydettäviksi. Laitteita ja käyttöpaikkoja luotiin tarvittava määrä lisää vastaamaan järjestelmän todellisuutta sekä selkeyttämään laitekokonaisuuksia. Varaosientarve kartoitettiin tiedossa olevan huoltohistorian perusteella. Monet samanlaiset eri nimikkeet yhdistettiin.

Projektin suurimpana työnä oli kartoittaa laitteille tarvittavat varaosat ja etsiä ne olemassa olevasta järjestelmästä. Monien viikkojen työn jälkeen varaosat voitiin liittää laitteiden alle. Tämä tehtiin laitetoimittajan manuaalin mukaisesti, jotta yhdenmukaisuus säilyi alkuperäisen manuaalin ja sähköisen järjestelmän välillä. Varaosien sijoituksessa käytettiin apuna laitetoimittajan suosituksia, jotta vähintään kaikki oleelliset varaosat löytyvät varastosta tai ainakin nimikkeet, joilla tilaus saadaan tarvittaessa tehtyä.

Kun varaosat ja laitetietokanta olivat liitettynä käyttöpaikoille, määritettiin kullekin varaosalle tarpeen mukainen tilauspiste jatkotilausta varten. Tilauspisteiden määrittämiseen käytettiin apuna laitteiden kriittisyysanalyysiä sekä varaosien kulutushistoriaa. Laitekohtaisen kriittisyysluokittelun tein yrityksen ohjeen mukaan.

8 KUNNOSSAPITOJÄRJESTELMÄT

Tänä päivänä saatavilla on monenlaisia kunnossapitojärjestelmiä. Kuuluisimpana niistä on SAPPI-järjestelmä, missä yhteen järjestelmään on pakattu kaikki mahdollinen tietoliikenne yrityksessä. Järjestelmä on hyvin laaja ja käyttää samaa tietokantaa, mutta on käytettävyydeltään kankea, jos kaikkia ominaisuuksia ei tarvita. Kunnossapitojärjestelmissä voi olla äärettömän paljon reaaliaikaista tai historiadataa. Terrafame Oy:n kaivoksella on käytössä Maximo-järjestelmä.

8.1 Maximo-järjestelmä

Maximo-järjestelmä, niin kuin suurin osa muistakin kunnossapitojärjestelmistä, on hyvin paljon Sappi-järjestelmän kaltainen, mutta huomattavasti kevyempi versio. Koska isossa yrityksessä toiminta on jaettu osastoihin ja yhden henkilön toimenkuva sisältää suppean tehtäväalueen, ei liian laajasta järjestelmästä saada kaikkea hyötyä irti ja käyttö olisi hankalaa. Terrafame Oy:n Maximo-järjestelmä on tilattu Sigma solution-yritykseltä jo tuotannon alkuvaiheessa. Järjestelmässä on käytössä osto, varastointi ja kunnossapito. Muihin yrityksen toimintoihin on omat järjestelmänsä. Maximo-järjestelmä on hierarkkinen, joten laitteet löytyvät osastoittain käyttöpaikkojen alta omilta paikoiltaan.

8.2 Järjestelmän käyttö yrityksessä

Yrityksen toiminnanohjausjärjestelmässä on huomioitu yhden tietokannan hyödyntäminen niin varaosien varastointiin, hankintaan ja poistoon kuin ennakoivan ja vikakorjauksen kunnossapidolliseen käyttöön. Myös vikailmoitukset sekä laitteen vikahistoria on käytössä samassa järjestelmässä. Varastoinnin puolella varaosille löytyy nimikkeen perusteella hyllypaikka, varastosaldo, tilauspiste sekä aiemmat tilaukset ja toimittajat. Varastosaldon mennessä tilauspisteeseen osto generoituu seuraavan yön aikana ja tilaus lähtee automaattisesti.

Kunnossapidon puolella järjestelmästä saadaan laitekohtainen huoltohistoria, missä näkyy käytetyt varaosat, työmäärät sekä samojen osien käytettävyys eri laitteiden välillä. Järjestelmällä voidaan myös suunnitella esimerkiksi ennakkohuoltoja, jotka generoituvat automaattisesti jaksoittain työpyynnöksi.

Tuotanto-osasto tekee työpyyntöjä kunnossapidolle laitteiden rikkoutuessa. Työpyynnöt generoituvat työryhmän mukaan oikeille työsuunnittelijoille tai työjohtajille, jotta vikailmoitukset tulevat suoraan oikeille henkilöille asian etene-
miseksi. (15) Kuvassa 9 on esitetty murskaimen varaosien jaottelu.

Laitteet	Suodatin	Kuvaus	Yhtäso	Kiertävä nimike	Tärkevluokka	Late käynnissä?	Kalenteri
153961		ALARUNKO, manuaalin luvut 3-5				<input checked="" type="checkbox"/>	
153965		EPÄKESKO, manuaalin luku 6				<input checked="" type="checkbox"/>	
153966		MALJANSUOJA, manuaalin luku 7				<input checked="" type="checkbox"/>	
153967		HYDROSET SYLINTERI, manuaalin luku 8				<input checked="" type="checkbox"/>	
153968		PIIJON AKSELI, manuaalin luku 9				<input checked="" type="checkbox"/>	
153969		PÄÄAKSELI, manuaalin luku 10				<input checked="" type="checkbox"/>	
153973		YLÄRUNKO manuaalin luku 11				<input checked="" type="checkbox"/>	
153976		HOPPERIT, manuaalin luvut 12-13				<input checked="" type="checkbox"/>	
153977		HYDROSET SYSTEM, manuaalin luku 14				<input checked="" type="checkbox"/>	
153978		LETKUT JA SUOJAUKSET, manuaali luku 15				<input checked="" type="checkbox"/>	
153979		VOIMANSIRTO, manuaalin luku 16				<input checked="" type="checkbox"/>	
153980		ÖLJYTANKKI CT8				<input checked="" type="checkbox"/>	
153983		Tools				<input checked="" type="checkbox"/>	
153994		Sivuvirtausuudatit JENSEN				<input checked="" type="checkbox"/>	
50570		Kartiomurskain CH80 C				<input checked="" type="checkbox"/>	

Kuva 9. Murskaimen varaosajaottelu (16)

9 ENNAKKOHUOLTO JA EHKÄISEVÄ KUNNOSSAPITO

9.1 Ennakkohuollon merkitys

Kunnossapidon onnistumisen mittarina voidaan käyttää toteutunutta tuotantoa. Toteutuneeseen tuotantoon vaikuttavat tekninen suorituskyky, käyttövarmuus sekä käytön tehokkuus. Tekninen suorituskyky tarkoittaa tuotantolaitoksen huipputoimintaa, jonka määrittävät olemassa olevat laitteet. Käyttövarmuus taas kertoo mahdollisuuden käyttää laitteita taloudellisesti järkevällä nopeudella. Käyttövarmuuteen voidaan vaikuttaa hyvin suunnitellulla ennakkoivalla kunnossapidolla ja oikea-aikaisella kulutusosien vaihdolla. Käytön tehokkuuteen vaikuttavat ajotapa, saatavilla oleva materiaali tai lisäaine ja muut yrityksen sisäiset tai ulkoiset tuotantoa rajoittavat tekijät, kuten varastotila ja materiaalien saatavuus. (17)

Ennakkohuoltoa voidaan tehdä silloin, kun laitteelle tyypillinen vikaantuminen on tiedossa. Ennakkohuoltoa ovat kaikki laitteelle tehtävät tutkimukset ja tarkkailut pintapuolisesti sekä voiteluöljyjen vaihdot ja värähtelymittaukset. Toimivaa laitetta ei kannata syyttää purkaa, sillä monesti turhalla laitteen avauksella lyhennetään vain koneen elinaikaa.

9.2 Tehokas ennakkohuolto

Tehokkaan ehkäisevän kunnossapidon perusedellytykset ovat työn suunnitelmallisuus sekä oikeanlainen aikatauluttaminen. Huolellisella suunnittelulla saadaan poistettua turhia viiveitä ja näin itse seisokkiaika saadaan lyhemmäksi. Myös varaosat ja tarvikkeet saadaan ennalta varattua kyseiselle työllä ja näin saadaan varaston kierto säännöstellä sekä vähennettyä yllättäviä kulutuspiikkejä.

Amerikkalaisen Doc Palmerin mukaan suunnittelematon työn tehokkuus on 35 % käytetystä työajasta. Mutta kun otetaan käyttöön suunnittelu, työn tehokkuus on 55 % työajasta. Eli kolme työntekijää tekee työtä suunnittelemattomasti viikon aikana $3 \times 40\text{h} \times 35\% = 42$ tuntia. Mutta jos yksi työntekijä alkaa suunnitella työtä, on tehollinen työaika $2 \times 40\text{h} \times 55\% = 44$ tuntia. (18)

10 KRIITTISYYSLUOKITTELU

Kriittisyyden luokittelulle on olemassa kotimainen standardi PSK 6800. Standardi kuvaa kohteeseen liittyvän riskin suuruutta. Riskin tyyppiä ovat loukkaantuminen, merkittävät aineelliset vahingot tai tuotannon menetys. Riskin suuruudella tarkoitetaan vian vaikutuksen ja sen toteutumisen tuloa. Kohde on kriittinen, jos siihen liittyvä riski ei ole hyväksyttävä. Kriittisyysarvioinnissa määritetään tarkasteltava alue. Tässä opinnäytetyössä tarkasteltava alue on yksi murskaamo ja sen sisällä olevat laitteet. Tämän murskaamon päälaitteistoon kuuluu kolme murskainta, niiden kuljettimet ja syöttimet sekä yksi yhteinen kuljetin murskainkohtaisten kuljettimien jälkeen. Kriittisyyskartoitusta käytetään kunnossapitosuunnitelmien lähtötietoina. Sitä voidaan käyttää myös apuna laitehankinnassa määrittäessä laitteen ominaisuuksia, laatua tai kapasiteettia.

10.1 Laitekohtainen kriittisyysluokittelu

Laitekohtainen kriittisyys kuvaa vaikutukset turvallisuuteen, ympäristöön, tuotantoon sekä korjauskustannuksiin. Kriittisyysindeksille on olemassa kaava PSK 6800 standardin mukaan $K = p (W_s M_s + W_e M_e + W_p M_p + W_q M_q + W_r M_r)$

- P= vikaväli
- W_s = turvallisuusriskin painoarvo, M_s = kerroin
- W_e = ympäristöriskien painoarvo, M_e = kerroin
- W_p = tuotannon menetyksen painoarvo, M_p = kerroin
- W_q = laatukustannusten painoarvo, M_q = kerroin
- W_r = korjauskustannusten painoarvo, M_r = kerroin

Kertoimet ja painoarvot määritetään tapauskohtaisesti, esimerkiksi painoarvo välille 20–50 ja kerroin 0–5. Näin saadaan laitteet jaoteltua kriittisyyden mukaan. (18)

10.2 Kriittisyyden luokittelu Terrafame Oy:ssä

Terrafame Oy:n kaivoksella ei ole standardin mukaista kriittisyyden luokittelua. Käytössä on laitekohtainen ABC-analyysi kriittisyyden määrittämiseen. Koko tuotannon pysäyttäviä laitteita tässä murskaamossa on ainoastaan murskaamosta lähtevä kuljetin. Muut laitteet rajoittavat tuotantoa 1/3. Laitteen normaali vikaantumisen ei aiheuta muutoksia turvallisuuteen, joten kriittisyys koskee ainoastaan tuotannon menetystä. Hienomurskaamo 2:n laitekohtainen kriittisyyden luokittelu on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Laitteiden kriittisyys.

Laitenumero	Laitteen nimi	Kriittisyys
50570	344MRK0001	B
50571	344MRK0002	B
50572	344MRK0003	B
50554	344KUL0001	B
50556	344KUL0002	B
50558	344KUL0003	B
50560	344KUL0004	A
50609	344STN0001	B
50610	344STN0002	B
50611	344STN0003	B

A=Välitön vaikutus turvallisuuteen, ympäristöön tai tuotantoon

B=Vaikutus turvallisuuteen, ympäristöön tai tuotantoon 6h päästä (Vaikuttaa välittömästi, mutta rajoittaa tuotantoa)

C= Ei vaikutusta turvallisuuteen, ympäristöön tai tuotantoon

Varaosat ja varalaitteet hankitaan varastoon tämän kriittisyysmittarin perusteella.

A-laite

Laitteen kahdentamista harkittava. Varalaite/-osat on oltava Terrafamen varastossa

B-laite

Varalaite/-osat on oltava Terrafamen varastossa tai toimittajan palveluvarastossa. Laitteen purkamisaika määrittää toimitusajan.

C-laite

Varalaitteen/-osan saatavuustiedot on oltava Maximossa

(19)

11 YHTEENVETO

Kunnossapitojärjestelmän päivitys oli todella tarpeen, sillä jo pelkkä laitehierarkia oli puutteellinen. Nyt käyttöpaikka sekä laitehierarkia on päivitetty ajantasaiseksi, joten kaikki laitekohtainen historia jää talteen oikeaan paikkaan. Murskaamon laitteistoon kuuluu kolme sekundäärivaiheen murskainta, jotka jaettiin vielä 14 eri osioon laitteen alle. Murskaimien varaosia lisättiin kaikkiaan 225 kappaletta kullekin murskaimelle. Murskaimien kohdalla laitekohtaisen tietokannan muodon valintaa käytettiin perustellusti laitetoimittajan mukaista osiointia, jotta tietokannat ovat yhdenmukaisia.

Murskaimilla on jokaisella oma syötin, jonka varaosiin tuli 31 kappaletta. Suurin osa syöttimen varaosista on mitoitettuja kulutuslevyjä syöttimen pohjaan sekä syöttävään suppiloon. Murskaimien alta lähteville kuljettimille järjestelmään tuli 16 erilaista varaosaa kuljettimen rullia, rumpuja sekä kaavareiden osia. Hierarkiaan täytyi lisätä kuusi suppiloa ja rasvanvoiteluyksikkö. Rasvanvoiteluyksikkö on jälkikäteen asennettu rasvausyksikkö murskaimien huippulaakereille.

Opinnäytetyössä päästiin tavoiteltuun lopputulokseen. Kaikki laitteet ovat järjestelmässä sekä niihin kuuluvat varaosat oikeilla paikoillaan omine nimikkeineen. Varaosien saldon saavuttaessa tilauspisteen lähtevät tilaukset, joten kulutettujen varaosien tilalle saapuu automaattisesti uusia. Nyt kun järjestelmä on ajan tasalla, tulee kaikki vikakirjaukset oikeilla positiioilla sekä laitekohtainen korjaus/vikahistoria on huomattavasti helpommin löydettävissä tulevaisuudessa.

LÄHTEET

- (1) Talvivaara. Historia. [Http://talvivaara.crasman.fi/fi/yhtio/historia/](http://talvivaara.crasman.fi/fi/yhtio/historia/). Viitattu 8.3.2016.
- (2) Talvivaara Mining Company. Historia.2009. [Http://www.talvivaara.com/yhtio/historia](http://www.talvivaara.com/yhtio/historia). Viitattu 8.3.2016.
- (3) Talvivaara Mining Company. Kuvapankki.2009. [Http://www.talvivaara.com/media/galleria/kuvapankki](http://www.talvivaara.com/media/galleria/kuvapankki). Viitattu 10.3.2016.
- (4) Talvivaara Mining Company. Biokasaliuotus.2009. [Http://www.talvivaara.com/toiminta/teknologia/biokasaliuotus](http://www.talvivaara.com/toiminta/teknologia/biokasaliuotus). Viitattu 10.3.2016.
- (5) Pussinen,K. 2013. Käynnissäpitoryhmän koulutus Saostus, sakeutus ja suodatus. Power Point esitys 3.9.2013.
- (6) Pussinen, K. 2013. Käynnissäpitoryhmän koulutus Rikkivetysaostus. Power Point esitys 29.4.2013.
- (7) Pietarila, J. 2012. Litiumspodumeenimalmin murskaus leukamurskaimella ja raekoon seuranta. Keski-pohjanmaan ammattikorkeakoulu. Kemiantekniikan koulutusohjelma.
- (8) Mekaaniset prosessit. 2014. [Http://kaiva.fi/wp-content/uploads/2014/12/Hie-nonnuus_Kaiva-fi.pdf](http://kaiva.fi/wp-content/uploads/2014/12/Hie-nonnuus_Kaiva-fi.pdf). Viitattu 15.3.2016
- (9) Prosessitekniikka. Pihkala, J. [Http://prosessitekniikka.kpedu.fi/kg/gallery/Murskaus.htm](http://prosessitekniikka.kpedu.fi/kg/gallery/Murskaus.htm). Viitattu 15.3.2016
- (10) Sandvik SRB AB. Sandvik käyttäjän käsikirja CH880. 2008.
- (11) Sandvik SRB AB. Sandvik crusher Automatic Setting Regulation. 2010. [Http://www.miningandconstruction.sandvik.com/_C125715E002EBF7D.nsf/All-docs/Products*5CCrushers*and*screens*5CCrusher*automation*2AAutomatic*setting*regulation/\\$file/Sandvik%20ASRi_ENG.pdf](http://www.miningandconstruction.sandvik.com/_C125715E002EBF7D.nsf/All-docs/Products*5CCrushers*and*screens*5CCrusher*automation*2AAutomatic*setting*regulation/$file/Sandvik%20ASRi_ENG.pdf). Viitattu 30.3.2016

- (12) Lahti, T. 2011. Hihnakuiljettimen vetopään rungon suunnittelu valmistuksen kannalta. Lappeenrannan tekninen yliopisto. Konetekniikan koulutusohjelma.
- (13) Viitala, S. 2013. Hihnakuiljettimen kiristysmekanismin kehitys ja suunnittelu. Opinnäytetyö. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Kone- ja tuotantotekniikan tutkinto-ohjelma. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/56288/Viitala_Sakari.pdf?sequence.
- (14) Sandvik SRB AB. 2008. Syötin SP1630 varaosakirja MTS30-2035.
- (15) Savolainen, T. Järjestelmäkouluttaja. Terrafame Oy. Keskustelu 25.2.2016.
- (16) Murskaimen laiteluettelo. 2016. Terrafamen Maximo-järjestelmä.
- (17) Järviö, J. 2007. Kunnossapito N:o 10. Sivut 35, 75, 79.
- (18) Mikkonen, H. 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito käsikirja. S. 148.
- (19) Jauhiainen, S. Terrafame Oy:n käyttövarmuussuunnitelmaohje. Sähköpostiviesti 15.1.2016. Vastaanottaja Alekski Karjalainen

LIITTEET

Liitteenä Ramentor Oy:n tekemä esimerkki kriittisyyden luokittelusta.

Laitos	Laitos 1
Kriittisyysluokittelun kohde	Prosessi 1
Tekijät	Ramentor Oy
Versio	1.0
Päiväys	14.11.2011

Kriittisyyden raja-arvo	700
-------------------------	-----

ID	Nimi	Tuotannon painoarvo	Vikaantumsväli	Ympäristöriskit	Turvallisuusriskit	Tuotannon menetys	Laatukustannus	Korjaus- tai seurauks- kust.	Laitteen kriittisyys	Turvallisuuden kriittisyysindeksi	Ympäristön kriittisyysindeksi	Tuotannon kriittisyysindeksi	Laadun kriittisyysindeksi	Korjauskustannusten kriittisyysindeksi
L1.1.1	Laitte 1.1.1	50	2	2	4	2	1	3	700	240	80	200	60	120
L1.1.2	Laitte 1.1.2	50	4	2	4	3	0	2	1400	480	160	600	0	160
L1.1.3	Laitte 1.1.3	50	2	2	2	1	0	2	380	120	80	100	0	80
L1.1.4	Laitte 1.1.4	50	1	4	8	0	0	1	340	240	80	0	0	20
L1.1.5	Laitte 1.1.5	50	2	2	2	3	1	3	680	120	80	300	60	120
L1.1.6	Laitte 1.1.6	25	4	2	2	2	2	2	1000	240	160	200	240	160
L1.1.7	Laitte 1.1.7	25	4	2	2	2	2	2	1000	240	160	200	240	160

Taulukko 1: Kriittisyysluokittelutaulukko