

# KARTIOMURSKAIMEN KUNNOSSAPITO

Kunnari Janne

Opinnäytetyö  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Insinööri (AMK)  
2020

Kone- ja tuotantotekniikka  
Insinööri (AMK)

---

<b>Tekijä</b>	Janne Kunnari	<b>Vuosi</b>	2020
<b>Ohjaaja</b>	Ins. (AMK) Petri Kesälahti		
<b>Toimeksiantaja</b>	Outokumpu Chrome Oy Ins. (AMK) Heikki Rantalankila		
<b>Työn nimi</b>	Kartiomurskaimen kunnossapito		
<b>Sivu- ja liitesivumäärä</b>	43 + 1		

---

Opinnäytetyön tilaajana on Outokumpu Chrome Oy Kemin kaivos. Työn tarkoituksena oli tehdä huoltotyöohje keräämällä tietoa ja menetelmiä rikastamon murskaamon kartiomurskaimen vuorauksen vaihdosta. Teoriaosuudessa esiteltiin lyhyesti Outokummun Kemin kaivosta, rikastamon prosessia, kunnossapitoa sekä turvallisuutta. Teoriaosuudessa esiteltiin myös tarkemmin kartiomurskaimen toiminta sekä huoltokohteet.

Käytännön osuudessa tutkittiin Symons-kartiomurskaimen kulutusosien vaihtamisessa saatuja käytännön kokemuksia. Huoltotyöohje tehtiin käytännön kokemuksia ja parhaimpia menetelmiä mukailien, joiden mukaan kartiomurskaimen vuorausten vaihto suoritettiin.

Tuloksena saatiin työohjeet, joissa käydään läpi kartiomurskaimen purkamisen, vuorausten vaihdon ja murskaimen kokoamisen keskeisimmät asiat yksinkertaisesti ja selkeästi.

Huoltotyöohjeen avulla pystytään yhtenäistämään käytännöt ja kehittämään toimintoja. Materiaalia voidaan käyttää kunnossapidon koulutusmateriaalina. Huoltotyöohje tukee Outokummun kunnossapitoa ja vähentää toimittajariippuvuutta.

Technology, Communications and Transport  
Mechanical and Production Engineering  
Bachelor of Engineering

<b>Author</b>	Janne Kunnari	Year	2020
<b>Supervisor</b>	Petri Kesälähti, B.Eng.		
<b>Commissioned by</b>	Outokumpu Chrome Oy Heikki Rantalankila, B.Eng.		
<b>Subject of thesis</b>	Cone crushers maintenance		
<b>Number of pages</b>	43 + 1		

---

This thesis was commissioned by Outokumpu Chrome Oy Kemi mine. The purpose of this thesis was to make a standard operating procedure by gathering data and methods used when changing the wear parts of the cone crusher at the concentration plant. Outokumpu Kemi mine process, maintenance and safety are briefly introduced in the theoretical part. The actual subject is the demonstration of the cone crusher and its maintenance parts.

In the practical part, the practical experiences of changing the wear parts of the Symons cone crushers were researched. The standard operating procedure was made using the practical experiences and the best methods. The maintenance was executed by using those instructions.

As a result, the instructions were obtained that include the cone crusher's disassembly, wear part change and crusher assembly simply and clearly.

With the help of standard operating procedure, it is possible to combine methods and improve functions. The materials can be used as training instructions for maintenance. The instructions support Outokumpu's maintenance and reduces supply dependence

Key words                      cone crusher, maintenance, standard operating procedure

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	8
2	OUTOKUMPU OYJ .....	9
2.1	Outokumpu Chrome Oy .....	10
2.2	Kemin kaivoksen rikastusprosessi .....	11
3	MALMIN MURSKAUS .....	13
3.1	Yleistä murskausprosessista .....	14
3.2	Kartiomurskaimet .....	16
3.3	Kartiomurskainten ero .....	17
3.4	Kartiomurskaimen toimintaperiaate ja pääkomponentit .....	18
3.5	Kartiomurskaimen voitelu ja tiivisteilmat .....	20
3.6	Kartiomurskaimen syöttö .....	20
4	KULUTUSOSAT .....	22
4.1	Mangaaniteräket .....	22
4.2	Hardox 500 .....	22
4.3	Trellex poly-cer .....	23
5	KUNNOSSAPITO .....	24
5.1	Kunnossapidon määritelmiä .....	24
5.1.1	Huolto .....	25
5.1.2	Ehkäisevä ja korjaava kunnossapito .....	25
5.2	Rikastamon kunnossapito tiimi .....	26
5.3	Kunnossapidon toiminta rikastamolla .....	27
5.4	Standard operating procedure .....	27
6	TURVALLISUUS .....	28
6.1	Energian erottaminen .....	28
6.2	Erottamisen todentaminen .....	29
6.3	Irtomateriaalin poistaminen .....	29
6.4	Työturvallisuus Kemin rikastamolla .....	30
7	VUORAUSTEN VAIHTO VAKIOTYÖOHJE .....	31
7.1	Työohjepohja .....	31

7.2	Turvalukituksen laittaminen.....	32
7.3	Tasojen purku .....	33
7.4	Kartiomurskaimen purku .....	34
7.5	Ylemmän murskausvaipan kulutusosien vaihto .....	36
7.6	Alemman murskausvaipan vaihto .....	37
7.7	Sisällä olevien keraamilevyjen vaihtaminen.....	38
7.8	Kartiomurskaimen kasaaminen.....	39
8	POHDINTA.....	40
	LÄHTEET.....	42
	LIITTEET .....	44

## ALKUSANAT

Haluan kiittää Outokumpu Chrome Kemin rikastamon kunnossapito insinööri Heikki Rantalankilaa mielenkiintoisesta ja hyvästä opinnäytetyön aiheesta. Kiitän myös koko rikastamon kunnossapito henkilöstöä. Lisäksi haluan kiittää Lapin Amk:lta Petri Kesälahtea hyvästä opinnäytetyön ohjaamisesta.

Isoin kiitos perheelle ja tyttöystävälleni, jotka ovat tukeneet ja kannustaneet minua opinnäytetyön aikana.

Torniossa 29.1.2020

Janne Kunnari

## KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

Mako	Materiaalikoodi
Kuti	Kunnossapidon tietojärjestelmä
Vällys	Maljan ja kartion kulutusosien välinen etäisyys mitattuna kohdasta, kun kulutusosat ovat lähimpänä toisiaan kartion pyörintäliikkeen aikana. Vällys määrää tuotekoon.
Malmi	Luonnollinen mineraaliesiintymä, josta voidaan taloudellisesti tuottaa metalleja.
Isku (E)	Kartion ja maljan kulutusosan alaosan välisen enimmäis- ja vähimmäisetäisyyden erotus epäkeskoakselin yhdenkierroksen aikana.
1400 kartiomurskain	Kemin kaivoksella käytetään numerosarjaa jokaiselle laitteelle, jolla kohdennetaan laitteen paikka prosessista.
r/min	Kierrosta minuutissa
STD	Standard
SH	Shorth head
HBW	Brinellin kovuustesti (HB)
FeCr	Ferrokromi
kN	Kilonewton
kp	Kilopondi

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tilaajana on Outokumpu Chrome Oy Kemin rikastamo. Työn tarkoituksena on selventää ja dokumentoida Kemin rikastamon murskaamon kartiomurskaimen vuorausten vaihdon prosessit ja menetelmät. Dokumentoinnin avulla saadaan määriteltyä ja yhtenäistettyä kunnossapidon toiminta vuorausten vaihdossa ja tehostettua toimintoja.

Tavoitteena on laatia huoltotyöohje, josta saadaan laaja ja yksiselitteinen kuvaus vuoraustenvaihdon eri vaiheista. Työohjeen avulla Outokummun oma kunnossapito voi tehdä vuoraustenvaihdon kartiomurskaimeen turvallisesti ja tehokkaasti. Työohjetta voidaan hyödyntää kunnossapidon koulutustarkoituksessa.

Opinnäytetyön aihealue rajataan murskaamon kartiomurskaimen purkuun, kulu- tus vuorauksien vaihtoon ja kartiomurskaimen kokoamiseen. Opinnäytetyö sisältää salassa pidettävää aineistoa ja se on poistettu julkistetusta versioista.

Tutkimusmenetelmänä käytetään konstruktivistista tutkimustapaa. Tietoa on kerätty opinnäytetyöhön rikastamon sisäisestä tietokannasta ja kartiomurskaimen mukana tulleista ohjeista. Tietoa on myös kerätty työsuunnittelijoiden, työnjohtajien ja kunnossapitoasentajien kertomien asioiden pohjalta. Eniten tietoa ja toiminta tapoja saatiin esille kartiomurskaimen vuorausten vaihtoa seuraten. Kaikista saamista tiedoista kerättiin parhaimmat menetelmät yhteen ja tehtiin työohje.

## 2 OUTOKUMPU OYJ

Outokumpu on ruostumattoman teräksen alansa huippu maailmalla. Outokumpu pystyy räätälöimään ruostumattoman terästuotteen mihin tahansa muotoon ja lähes kaikkiin käyttökohteisiin. Outokummun historia on yhtä pitkä kuin ruostumattoman teräksenkin. Tehtaita ruostumattoman teräksen valmistukseen löytyy Suomesta, Ruotsista, Saksasta, Iso-Britanniasta, Yhdysvalloista sekä Meksikosta. Outokummun palveluksessa on yli 30 erimaassa noin 10 000 ammattilaista. (Outokumpu Oyj 2019a.) Kuvassa 1 on Outokummun Kemin kromikaivos.

Outokummun liikevaihto oli 6,9 miljardia euroa ja ruostumattoman teräksen toimitukset olivat 2,4 miljoonaa tonnia vuonna 2018. Yhtiön osake on listattu Nasdaq Helsingin pörssiin. Yhtiön pääkonttori on Helsingissä. (Outokumpu Oyj 2019a.)



Kuva 1. Outokummun Kemin kaivos (Outokumpu 2019).

## 2.1 Outokumpu Chrome Oy

Outokummun Kemin kaivos sijaitsee Keminmaan kunnassa Elijärvellä. Kemin kaivos on ainoa kromikaivos Euroopan unionin alueella. Kemin kaivos on osa Outokummun omistamaa integroitua ferrokromin ja ruostumattoman teräksen valmistusketjua Kemi-Tornio-alueella. (Outokumpu Oyj 2019c.)

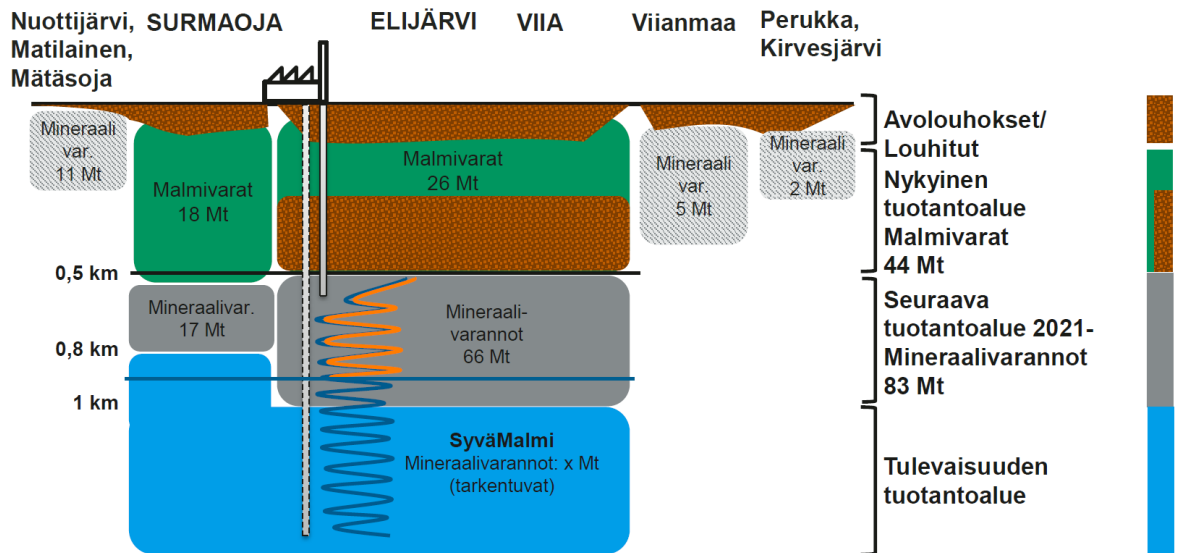
Kemin kaivokselta louhittu malmi rikastetaan hieno- ja palarikasteeksi, jotka toimitetaan Tornion tehtaalle. Tornion tehtaalla on kolme FeCr- sulattoa ja kaksi pell etointi- ja sintrauslinjaa. Tuotanto kuvio on esitetty kuvassa 2. Puhdasta ferrokromia tuotetaan noin 530 000 tonnia vuodessa, joka on 5 % maailman ferrokromi- kapasiteetista. Puhtaan ferrokromin sivutuotteena tulee kuonaa ja CO<sup>2</sup> kaasua. (Outokumpu Oyj 2019e.)



Kuva 2. Outokumpu Chromen tuotanto (Mukaiillen Outokumpu Oyj 2019e).

Kemin kaivos avattiin vuonna 1968 eli noin 10 vuotta malmin löytämisen jälkeen. Avolouhinnalla louhittiin kromimalmia vuoteen 2005 saakka ja päästiin noin 200 metrin syvyyteen saakka. Vuonna 2003 maanalainen toiminta aloitettiin, ja vuodesta 2006 alkaen kaikki malmi on louhittu maanalaisesta kaivoksesta. Kemin kaivos on 1000 metriä syvä ja tulevaisuudessa louhitaan 500-1000 tasojen välit.

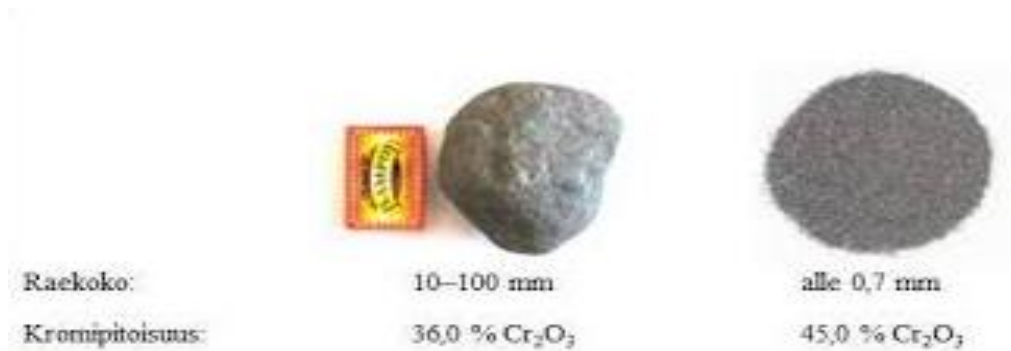
Seismisillä mittauksilla ollaan todettu, että malmio jatkuisi ainakin muutaman kilometrin syvyyteen (Kuvio 1). Malmia louhitaan 2,7 miljoonaa tonnia vuodessa, ja kaivosalueella toimii päivittäin noin 250 Outokummun työntekijää ja eri palveluntarjoajaa. (Outokumpu Oyj 2019b.)



Kuvio 1. Kemin kaivoksen malmivarat ja mineraalivarannot (Outokumpu, Webdoha 2011).

## 2.2 Kemin kaivoksen rikastusprosessi

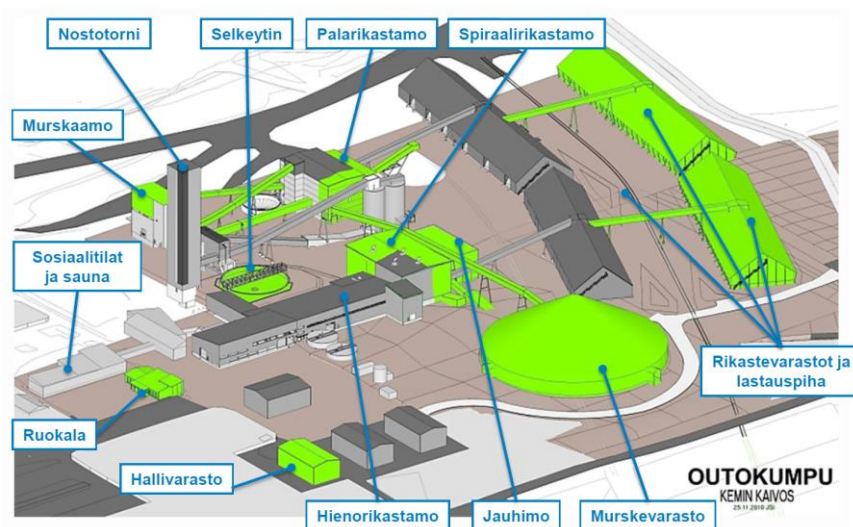
Kemin rikastamolla rikastusprosessi on painovoimapohjainen. Sivukiven ja malmin erottamiseen ei käytetä kemikaaleja (Outokumpu Oyj 2019d). Malmi nostetaan maanalaisesta kaivoksesta kitkanostokoneella 550-tasolta maanpinnalle 25 tonnin erissä. Malmille on kaksi maanpäällistä varastosiihoa ennen kuin se jatkaa matkaa rikastusprosessiin. Malmi rikastetaan kahdella rikastamolla pala- ja hienorikasteeksi (Kuva 3). Ensimmäisenä malmi murskataan jatkoprosessia varten kartiomurskaimella. Malmi seulotaan ja jaetaan hieno- ja palarikastetuotantoon. Palarikastamolla malmista erotellaan palarikaste raskasväliaine-erotuksella. Sivukiven ominaispaino on noin  $2,7\text{t/m}^3$  ja malmin  $3,45\text{t/m}^3$ . Palarikasteen kappalekoko on noin 10-100 millimetriä. (Outokumpu Oyj 2019d.)



Kuva 3. Pala- ja hienorikaste (Outokumpu Oyj 2019d).

Hienorikaste syötetään tankomyllyyn, jossa se jauhetaan pienempään partikkelikokoon. Tankomyllyn syöte on noin 0-35 millimetriä. Syötteeseen johdetaan vettä eli jauhatus tapahtuu märkäjauhatuksena. Tankomyllyn jälkeen rikasteen koko on 0-0,05mm ja se syötetään spiraaleihin, jossa raskas rikaste rikastetaan painovoima ja vahvamagneettisella rikastusmenetelmällä. Lopuksi rumpusuotimet imevät hienorikasteesta veden pois ja hienorikaste kuljetetaan halliin odottamaan siirtoa Tornioon. Vuosittainen tuotantokapasiteetti on noin 400 000 tonnia palarikastetta ja 850 000 tonnia hienorikastetta. (Outokumpu Oyj 2019d.)

Kuviosta 2 huomataan hyvin rikastamon kokonaisuus. Murskevarastoa kutsutaan myös nimellä HG-halli. Vihreällä merkityt kohteet ovat rikastamon viimeisimmät uudistukset Fecr-3 laajenuksessa vuonna 2011. (Outokumpu Oyj 2019d.)



Kuvio 2. Kemin kaivoksen tehdasalue (Outokumpu Oyj 2019d).

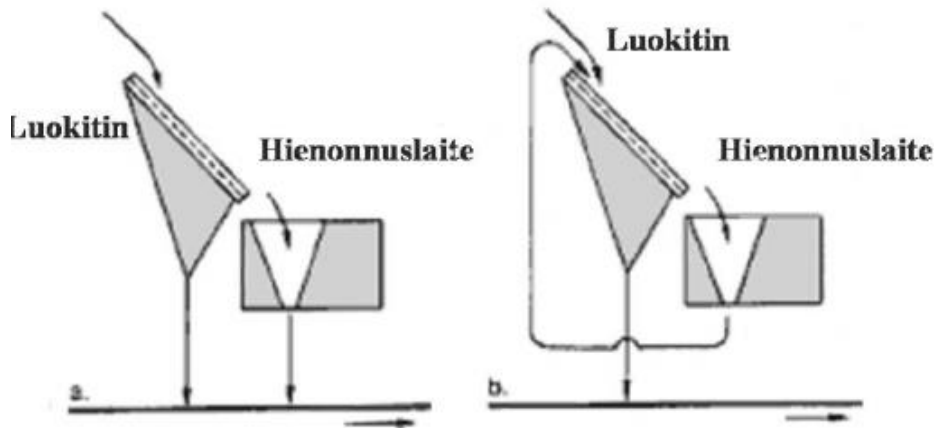
### 3 MALMIN MURSKAUS

Malmi murskataan, jotta kappalekoko olisi sopiva rikastuksen jatkoprosessiin. Louheen käsittely, nosto ja hihnakuljettimet vaativat yleensä esimurskauksen. Malmin murskaus tapahtuu puristamalla tai iskulla. Puristumurskauksessa malmi murskautuu kahden metallipinnan välissä, jotka puristavat malmia, niin kauan kunnes se murtuu. Iskumurskauksessa malmin rikkoo iskuillaan nopeasti pyörivä vasara. Yleensä pehmeä malmi murskataan iskulla ja kova malmi puristamalla. (Hakapää & Lappalainen 2008, 197-198.)

Murskaus tapahtuu yleensä noin 2-3 eri murskausvaiheessa ennen kuin haluttu kappalekoko saavutetaan, koska yhdessä vaiheessa murskaussuhde on rajoittunut noin 6:1. Murskaussuhde on syöttökoko jaettuna lopputuotteen koolla. Murskausvaiheita ovat esimurskaus, välimurskaus ja hienomurskaus. Seuloilla erotetaan hieno aines karkeasta aineesta ennen murskainta, jolloin hienoa ainesta ei joudu murskaimeen. (Hakapää & Lappalainen 2008, 198-201.)

Kemin kaivoksella on käytössä 3-vaiheinen murskaus, joista ensimmäinen vaihe on maan alla oleva karamurskain tai maanpäällä oleva leukamurskain. Toinen vaihe on avoimena piirinä oleva STD-kartiomurskain ja kolmas vaihe on myös avoimena piirinä oleva SH-kartiomurskain. (Outokumpu Oyj 2019d.)

Murskauspiirejä voi olla joko suljettuja tai avoimia. Avoimessa piirissä seula on sijoitettu hienonnuslaitteen eteen ja erottelee hienon malmin karkeasta. Karkea malmi menee murskaimeen. Murskaimesta saatu hienonnustuote yhdistetään seulasta tulevan malmin kanssa. Suljetussa piirissä murskaimen tuote palauteetaan takaisin seulalle uudelleen niin kauan, kunnes se läpäisee seulan (Kuva 4). Tällä varmistetaan tuotteen oikeanlainen partikkelikoko. (Pihkala 2011, 8-9.)



Kuva 4. Vasemmalla avoin ja oikealla suljettu murskauspiiri (Pihkala 2011, 8-9).

### 3.1 Yleistä murskausprosessista

Kartiomurskaimia on rikastamon murskaamolla kaksi kappaletta, jotka ovat prosessi numeroiltaan 1400 ja 1600. Näitä ennen malmi on nostettu nostokoneella maan alta maanpäällisiin silloihin, josta se johdetaan kuljettimia pitkin ensimmäiselle seulalle, jonka koko on 120 mm. Kaikki sitä suuremmat kivet menevät ylittäänä 1400:selle murskalle. 1400 kartiomurskaimen asetusarvo on noin 50 mm. Seulasta ja murskasta läpi menevät kivet johdetaan 1500 kuljettimelle, jolla voidaan syöttää 1600 kartiomurskaa, jolloin tavara leikataan suoraan HG-halliin. HG-halli on hienorikastamon syötteen varasto. Toisena vaihtoehtona 1500 kuljetinta voidaan pyörittää 1520 seulalle päin, joka erottaa alitteena hienomman tavaran HG halliin 1610 kuljettimelle. (Outokumpu Oyj 2019d.)

1520 seulan ylite malmi menee palarikastamolle 1540 kuljettimella. Palarikastamolla syöte pestään pesuseulalla puhtaaksi. Tämä jälkeen sivukivi erotetaan malmipitoisesta kivistä ominaispaino erotuksella erotusrummussa, jossa on pii-  
rautalietettä (FeSi). Ensimmäisen erotusrummun ominaispaino on noin 2,7 t/m<sup>3</sup>. Erotusrummussa piiraudan ominaispainoa voidaan säätää, jolla saadaan ei malmirikas kivi nousemaan piiraudan pintaan kellumaan. Rummun pyörivällä liikkeellä saadaan kaavittua pohjaan jäänyt malmirikas kivi talteen. Kivi, mikä jää erotusrummun pinnalle kellumaan, menee alitteena ulos sivukivenä. Malmikivi pestään uudestaan seulalla, ja se johdetaan seuraavaan erotusrumpuun, jossa



### 3.2 Kartiomurskaimet

1600 kartiomurska on SH-malli eli short head-malli ja 1400 on STD eli standard-malli. Kartiomurskaimet ovat 7' jalan (2.13m) kokoisia. Molemmat kartiomurskaimet ovat Morgårdshammars symonsin tekemiä. Näiden myynnin ja huollon hoitaa nykyään Metso.

Murskaimen käydessä esiintyy perustuksen dynaaminen kuormitus kiertävänä voimana P, jonka vaikutuspiste on A mm perustuksen yläpuolella ja jonka kierrosluku on n r/min. Taulukossa 1 ja taulukossa 2 on esitetty murskaimen teknisiä tietoja.

Kartiomurskaimen voima on yhden metrin yläpuolella kartiomurskaimen perustuksesta mitaten noin 147.1 kN. Kartiomurskain pyörii noin 220-230 kierrosta/minuutissa samalta kohdalta mitaten.

Taulukko 1. Kartiomurskaimien teknisiä tietoja (Morgårdshammars 1980, 2).

Murskainkoko	P kp n. / kN	A (mm) n.	n (r/min)	Murskaimen nettopaino kg
7' std	15000 / 147.1	1000	230	65000
7'sh	15000 / 147.1	1000	220	75000

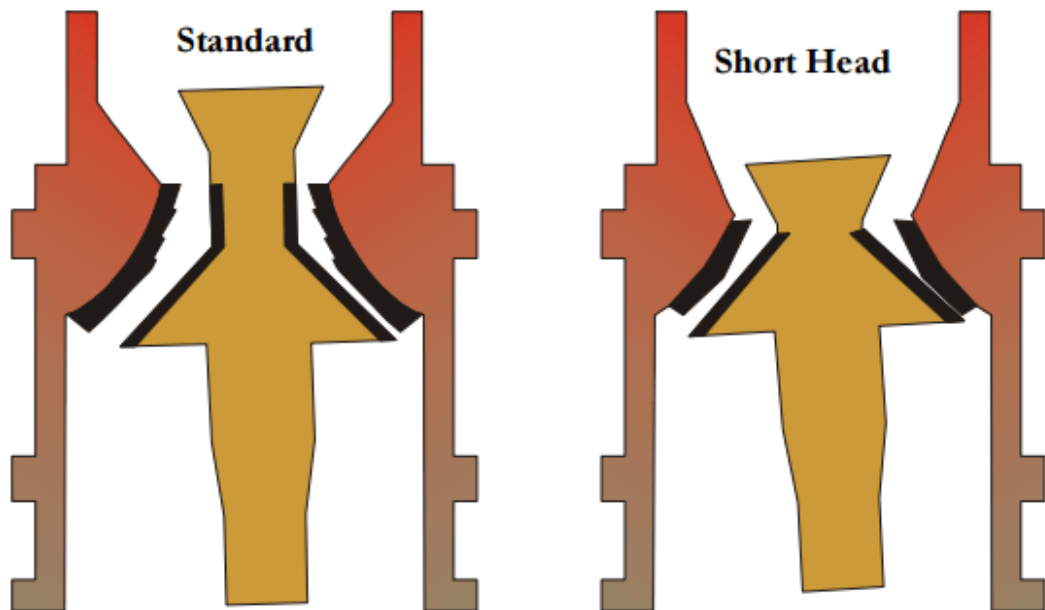
Taulukko 2. Murskaimen iskunpituus murskaustilan alaosassa, millimetreinä (Morgårdshammars 1980, 2-7).

Murskainkoko	Standard (mm)	Short head (mm)
7' (2.13m)	102	89

### 3.3 Kartiomurskainten ero

Symons standard- ja short head-mallien ero on huomattava. Standard-malli on tarkoitettu esimurskaukseen jopa 350 mm syötteellä. Syötteellä tarkoitetaan murskaan syötettävän murskeen maksimikokoa. Short head-malli on tarkoitettu hienomurskaukseen, joka on huomattavasti pienemmällä syötteen koolla korkeintaan 100 mm. (Morgårdshammars 1980.)

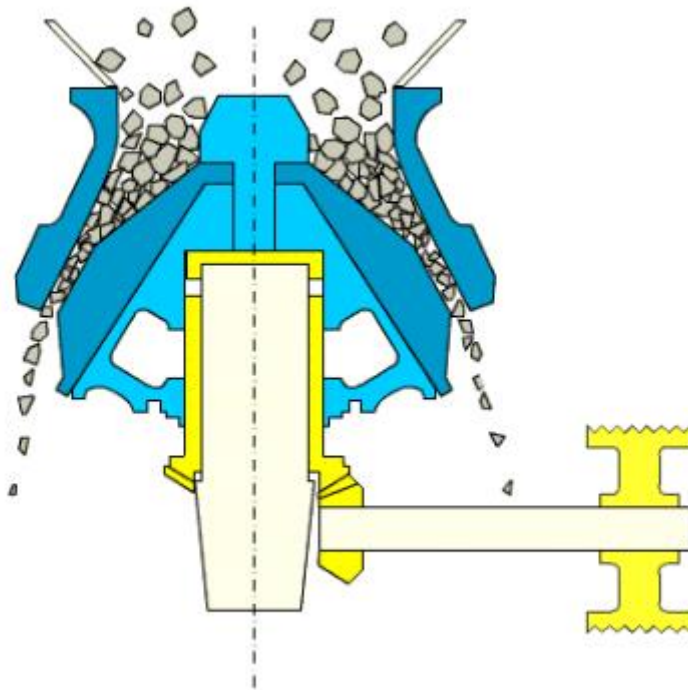
Murskainten kulutusosien muoto on erilainen toisiinsa nähden. Standard-mallissa murskauksen pinta-ala on isompi, kun taas short head-mallissa se on kapeampi. Standard-mallissa materiaalin murskaus tapahtuu jo hyvin ylhäällä maljassa asteittain. Alaspäin tullessa kulutusosien välys pienenee. Tämän ansiosta standard-mallia pystytään käyttämään esimurskauksessa isolla syötteellä. Kuvio 4 huomataan murskainten sisäiset erot. (911metallurgist 2018.)



Kuvio 4. Kartiomurskainten ero (911metallurgist 2018).

### 3.4 Kartiomurskaimen toimintaperiaate ja pääkomponentit

Murskaus tapahtuu, kun epäkeskeisesti liikkuva kartio liikkuu kiinteän maljan kulutusosan sisällä, jolloin kiviaines murskautuu kartion ja maljan kulutusosan välissä. Tätä väliä kutsutaan murskauskammiksi. Kartio on kiinni kara-akselissa, joka on laakeroitu ylä- ja alapäästä epäkeskokohtaan. Kartiomurskaimessa murskaus tapahtuu puristamalla ja iskemällä. Pyörivän liikkeen lisäksi kartio tekee sivuttaista liikettä johtuen epäkeskokohtaan. Epäkeskokohtaa pyörittää käyttöakseli hammaspyörävälityksellä. Käyttöakselin päässä on kiilahihnapyörä, jonka kautta sähkömoottori pyörittää käyttöakselia. Murskaimen syöte tulee murskan yläkautta ja poistuu murskan läpi murskattuna alakautta (Kuva 5). (Morgårdshammars 1980, 2-7.)



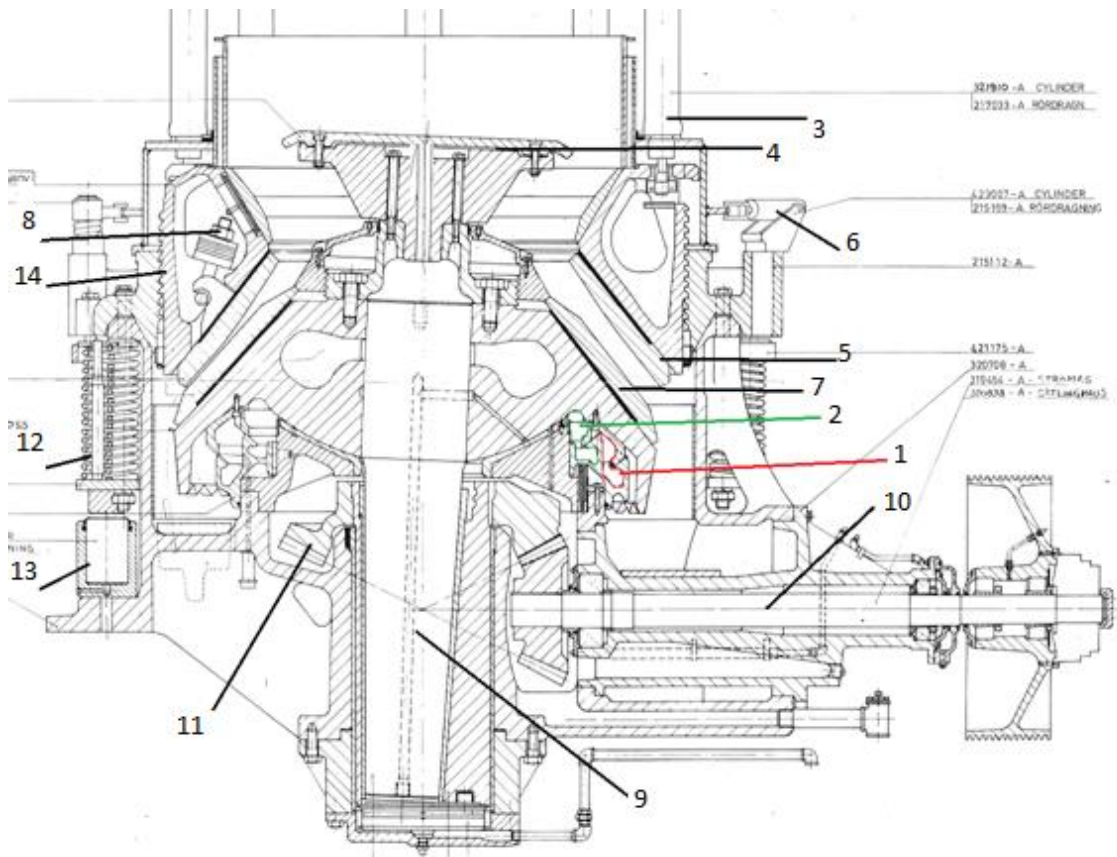
Kuva 5. Kartiomurskaimen toimintaperiaate (Metso 2011).

Kartiomurskaimen reunoilla on jouset, joiden avulla murska keventää itseään, jos syötteessä on jotain kovaa, esimerkiksi metallilevynpalanen. Murskausmalja nousee ylöspäin, kun kova materiaali joutuu murskausmaljan ja kartion väliin, jolloin

kova materiaali pääsee läpi murskasta rikkomatta mitään tai pysäyttämättä murskaa. (Kuvio 5 kohta 12). (Morgårdshammars 1980, 2-7.)

Kartiomurskaimen asetuksen muuttaminen tapahtuu kiinteää maljaa pyörittämällä kierteellä, jolloin kiinteä malja liikkuu pystysuunnassa ylös ja alaspäin. Tämän ansiosta pystytään määrittelemään murskaimen asetus. Huomaa kuviosta 5 kierre, kohta 14, kierteen lukitus sylinterit kohta 3 ja kierteen pyörittäjä sylinteri kohta 6. (Morgårdshammars 1980, 2-7.)

Kartiomurskaimen sivuilla tasaisesti on hydraulisylinterit, joilla voidaan nostaa murskaa ylös, jos jokin jää maljan ja kartion väliin pysäyttäen murskaimen. Sylinterejä nostamalla kartion ja maljan väli kasvaa, voidaan myös tarvittaessa pyörittää maljaa auki, jolloin väli kasvaa entisestään. (Kuvio 5 kohta 13). (Morgårdshammars 1980, 2-7.)



Kuvio 5. Symons standard kartiomurskain (Mukaiillen Outokumpu, Webdoha).

1. Tiivisteilma 2. Öljynpaine puoli 3. Lukitussylinterit 4. Syöttölautanen 5. Ylempi murskausvaippa 6. Kääntösylinteri 7. Alempi murskausvaippa. 8. U-Pultti 9. Murskausakseli 10. Käyttöakseli 11. Murskausholkki 12. Jouset 13. Nostosylinterit 14. Ylemmän murskausvaipankierre

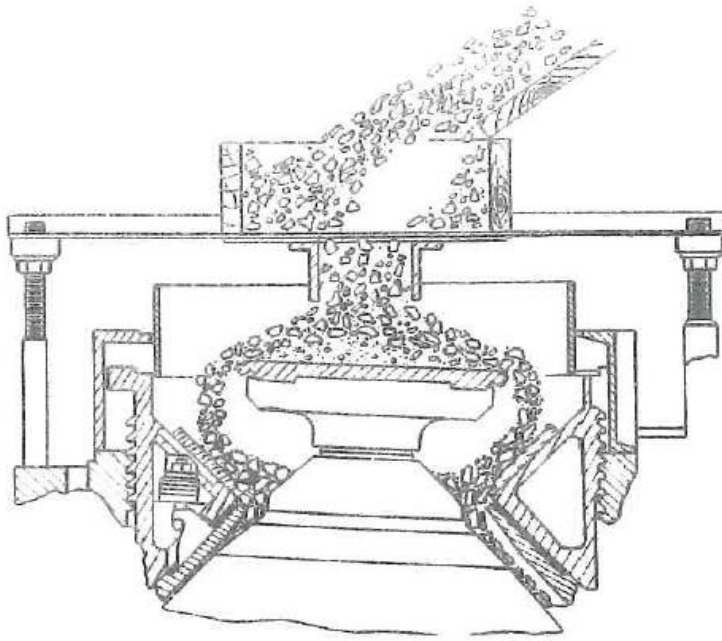
### 3.5 Kartiomurskaimen voitelu ja tiivisteilmat

Kartiomurskain tarvitsee öljyä murskainakselille, ylä- ja alapään laakereille ja myös epäkeskholkinhammaspyörälle ja käyttöakselinhammaspyörälle. Ohjeen mukainen öljyn virtausmäärä on kummallakin murskalla 142l/min. Öljyn puhtaus ja määrä tulee aika-ajoin tarkastaa ja 1500 murskatun tunnin jälkeen öljy vaihtaa. Kartiomurskan voitelu ja öljyn lämpötila talvikeleillä tulee varmistaa, kun murskain otetaan käyntiin. (Morgårdshammars 1980, 13-15.)

Kartiomurskaimen sisällä on öljyä ja öljysumua, joka voitelee murskaimen laakerit ja hammaspyörät sen liikkuesssa. Kun pallolaakeria asennetaan paikoilleen, tulee öljyn poistourat sekä kaikki reiät tarkistaa ja puhdistaa hyvin tarvittaessa. Tiivisterenkaassa öljyn ja pölyn välisenä tiivisteenä toimii ilman pieni ylipaine, joka on sisemmän ja ulomman tiivisterenkaan välisessä tilassa. Tämä estää öljyn vuotamisen sisemmän tiivistyspinnan ohi ja pölyn pääsemisen ulomman ohi. Ilmämäärä pallolaakerin tiivisteilmaa varten on vapaata ilmaa  $5M^3/min$ , paine tulojohdossa noin  $0.1kg/cm^3$  ja paine laakerin sisällä  $0.05 kg/cm^3$ . (Kuvio 5, kohdat 1 ja 2). (Morgårdshammars 1980, 13-15.)

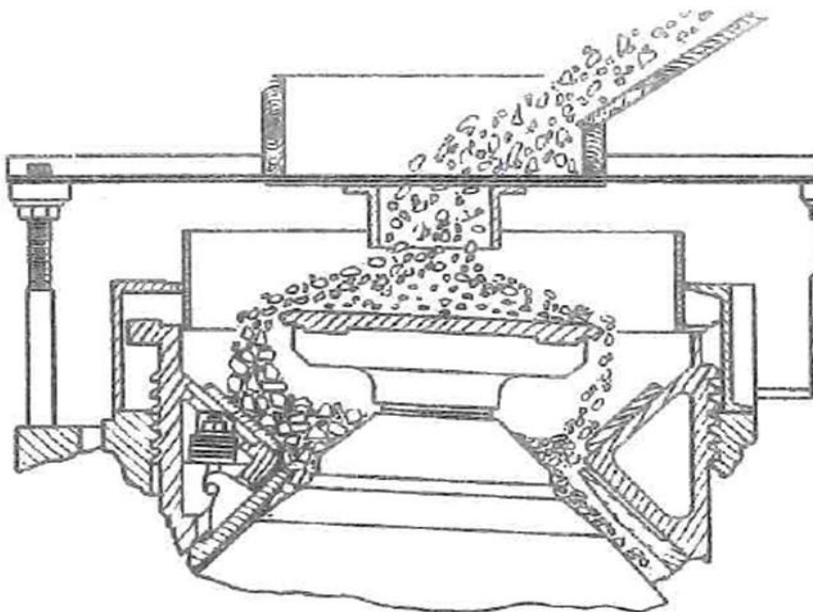
### 3.6 Kartiomurskaimen syöttö

Tavaran oikea syöttö on erittäin tärkeää murskaimen oikealle toiminnalle. Oikean syötön etuina on suuri kapasiteetti, tasainen tuote, pienin jousiliike, pienin laakerikuormitus ja pienin tehon tarve (Kuvio 6). Väärän syötön haitat ovat pieni kapasiteetti, ylisuuria rakeita tuotteessa, liiallinen jousiliike, lisääntynyt laakerikuormitus, suuri tehon tarve ja murskaimen osien epätasainen kuluminen. (Morgårdshammars 1980, 10.)



Kuvio 6. Kartiomurskan oikein säädetty syöttö (Morgårdshammars. 1980, 10).

Kuviosta 7 nähdään, kuinka karkea materiaali erottuu hienosta niin, että syöttöaukon toiseen puoliskoon tulee karkeaa ja toiseen hienompi materiaali (Morgårdshammars 1980,10).



Kuvio 7. Kartiomurskaimen väärä syöttötapa (Morgårdshammars 1980, 10).

## 4 KULUTUSOSAT

Murskaimeen vaihdetaan kulutusosat tietyn ajetun tonnimäärän mukaan. Murskaimen kulutusosien vaihtoon kuuluu ylemmän ja alemman murskausvaipan vaihto ja syöttölautasen uusinta. Kulutus osat vaihdetaan ennakoidusti, etteivät puhki kuluneet murskausvaipat riko runkoa.

Outokumpu pyrkii pitämään omassa varastossaan riittävän määrän varaosia, jos murska kuluukin huomattavan nopeasti tai jokin menee rikki. Tällä varmistetaan nopea vasteaika kartiomurskaimen korjaukseen. (Outokumpu Oyj 2019d.)

Vara- ja kulutusosista, jotka ovat materiaalikoodilla varastossa, lähtee tilaus välittömästi varasosien toimittajalle, kun varastossa oleva vara- ja kulutusosa ostetaan varastosta pois tai se varataan työlle. (Outokumpu Oyj 2019d.)

### 4.1 Mangaaniteräkset

Mangaaniteräs on yksi yleisimmistä kulutusteräksistä. Se sisältää 12-14 % mangaania ja 1,2-1,4 % hiiltä. Mangaaniteräksen kovuus on 500-600 HB. Yleisimpiä mangaaniteräksen käyttökohteita ovat esimerkiksi murskaimien kulutusosat sekä kaivoskoneiden kauhojen huulilevyt ja kärjet. (Hakapää & Lappalainen 2008, 340-341.) Mangaaniteräs on perusluonteeltaan sitkeä, mutta lujittuu voimakkaasti iskumaisessa rasituksessa (Metso 2011, 6).

### 4.2 Hardox 500

Hardox 500 on hitsattava, taivuteltava ja erittäin kulutuskestävä teräs. Sen nimelliskovuus on 500HBW. Hardox 500 sopii parempaan kulutuskestävyyttä edellyttäviin paikkoihin. Levyä on saatavilla 4-103mm paksuina. Seosaineet ovat raudan lisäksi hiili, nikkeli, mangaani, kromi ja molybdeeni. Levyn paksuus vaikuttaa seosaineiden osuuteen. Sitä käytetään kulutuslevyinä purku ja syöttösuppiloissa sekä murskien alitteissa. (SSAB 2019.)

### 4.3 Trellex poly-cer

Trellex poly-cer on Metson valmistama kumin ja keraamin yhdistelmä, jota käytetään erittäin kuluttavissa paikoissa (Kuva 6). Trellex poly-cer koostuu monista keraaminapeista, joiden ympärille on valettu kumi. Kumi antaa kimmoisuutta keraameille ja keraami kulutuskestävyyttä. (Metso 2019.)

Tyypillisimmät kohteet, johon keraamivuorausta käytetään, ovat murskien ja seulojen alitteet. Keraamivuoraus kestää hyvin kovaa hiertävää kulumista, kun iskukulma on pieni. Se on kevyt ja pystyy asentamaan melkein samoihin paikkoihin, kun normaalin kulutuslevyn. Keraamivuorauksella voidaan saada jopa neljä kertaa pidempi käyttöikä verrattuna teräsvuoraukseen. (Metso 2019.)



Kuva 6. Metso poly-cer vuorauslevy (Metso 2019).

## 5 KUNNOSSAPITO

Kunnossapidon tehtävänä on turvata tehtaan suunniteltu tuotanto laadukkaalla kunnossapidolla. Tehtaan laitteiden käyttövarmuus, häiriötön toiminta sekä laadukas tuotanto varmistetaan suunnitelmallisella, ehkäisevällä ja systemaattisella kunnossapidolla. Jatkuva parantamisen toimintamalli, systemaattinen ja pitkäjänteinen kehitystoiminta, kuuluu kunnossapidon kehitykseen. (Hakapää & Lappalainen 2008, 328-331.)

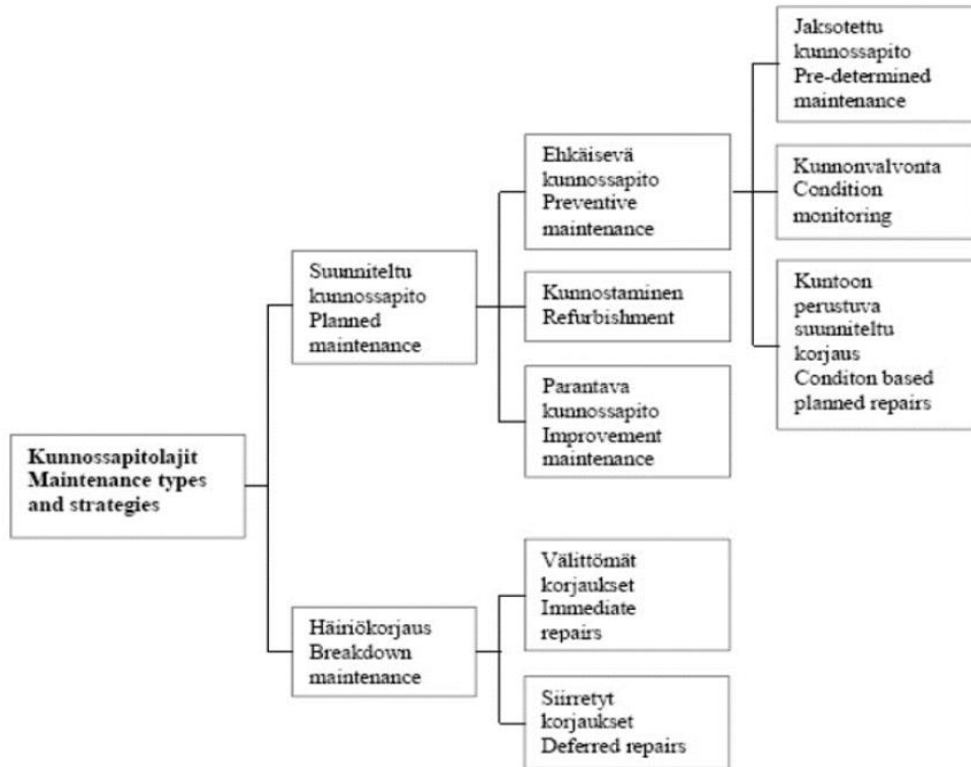
Työsuunnitelma kuuluu turvallisen kunnossapidon edellytyksiin, esimerkiksi käyttää asianmukaisia työvälineitä, varmistaa työskentelyalueen turvallisuus, toimia työsuunnitelman mukaisesti ja tehdä lopputarkastus. Huoleton kunnossapito voi johtaa laitteiden vikaherkkyyteen ja näin vaikuttaa miinuksena liiketoiminnalle. Huollot on tehtävä säännöllisesti ja kiirehtimättä, jotta laitteelle voidaan saada pitkäikäisyyttä. (Hakapää & Lappalainen 2008, 328-331.)

### 5.1 Kunnossapidon määritelmiä

Kunnossapito määritellään kirjallisuudessa usealla eri tavoilla. Parhaiden opin näytetyön toiminnalliseen osaan määrittelee standardi PSK 6201:2011.

*”Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana.” (PSK 6201:2011)*

Kunnossapito-osasto vastaa yleensä vaativista korjauksista ja vaativasta kunnonvalvonnasta. Käyttöhenkilöstö vastaa ammattitaitoisesta ja asianmukaisesta käyttämisestä sekä toimintaedellytysten vaalimisesta ja toimintakunnon valvomisesta. (Järviö & Lehtiö 2012, 17.) Kuviossa 8 kunnossapitolajit on jaoteltu PSK standardin mukaan suunniteltuihin ja äkillisiin tuotantohäiriöihin (PSK 6201:2011).



Kuvio 8. Kunnossapitolajit (PSK 6201:2011).

### 5.1.1 Huolto

Koneiden toimintaympäristö ja toiminnan edellytykset pidetään mahdollisimman hyvänä huollon avulla. Huolto on yleisesti jaksotettua. Jaksotuksen perusteena on yleisesti käyttöikä, käytön rasittavuus tai tuotannonmäärä. (Järviö & Lehtiö 2012, 49.)

Jaksotettu kunnossapidon toimenpide, joka sisältää puhdistamisen, rasvauksen, säädön, tarkastuksen, suodattimenvaihdon, öljynvaihdon ja muut vastaavat toimenpiteet. Näillä toimilla voidaan parantaa kohteen vikaherkkyttä merkittävästi. Tätä toimintaa voidaan kutsua myös ennakkohuolloksi. (PSK 6201:2011).

### 5.1.2 Ehkäisevä ja korjaava kunnossapito

Ehkäisevä kunnossapito koostuu useista eri menetelmistä, joiden avulla pyritään vikaantumisen hallintaan tai estämiseen. Vikaantumisen hallinnassa etsitään vikoja, jotka eivät ole vielä pysäyttäneet laitetta. Komponenttien vaihtaminen eli niiden korvaamisella uusilla tietyn väliajoin, perustuu vikaantumisen estämiseen.

Toimenpiteet voivat olla koko ajan suoritettavia, jaksotettuja tai ne tehdään aina tarvittaessa. (Järviö & Lehtiö 2012, 49.)

Korjaavassa kunnossapidossa vikaantunut laite tai sen osa palautetaan käyttökuntoon eli korjataan. Osan ja komponenttien elinaika pystytään laskemaan korjaavan kunnossapidon suoritusajkojen avulla. Korjaavaa kunnossapitoa on kahdenlaista, joko suunniteltua kunnostusta tai suunnittelematonta kunnostusta. (Järviö & Lehtiö 2012, 51.)

## 5.2 Rikastamon kunnossapito tiimi

Kemin rikastamon kunnossapidossa on töissä 12 asentajaa, joista kaksi on kokoaikaisesti ennako- ja voiteluhuoltotehtävissä. Kymmenen asentajaa toimii mekaanisessa kunnossapidossa. Asentajien lisäksi on kaksi työnjohtajaa, joista toinen on hienorikastamolla ja jonka vastuualueena on jauhatus, spiraalirikastus ja vedenpoisto. Toisen työnjohtajan vastuualueeseen kuuluvat nostolaitos, murskaamo ja palarikastamo. Yleisimpiä kunnossapitokohteita ovat hienorikastamolla olevat pumpput, joita huolletaan käynninaikana. Pumpput ovat kahdennettuja eli jokaista pumpppua on kaksi kappaletta. Muilla osastoilla suurin osa töistä tehdään seisokeissa, jolloin vaihdetaan kulutus- ja törmäyslevyjä, kun tehdas on pysähdyksissä tietyn aikaa. Seisokeissa on myös seulojen huoltoa, putkien vaihtoa ja kaikkea muuta sellaista mitä ei käynnin aikana pysty tekemään. Myös tehtaan ylläpitäviin pysäytyksiin kunnossapito tulee apuun. (Meriläinen 2019.)

Kunnossapidon tiimiin kuuluu myös kaksi työsuunnittelijaa, jotka suunnittelevat kunnossapidon viikon toiminnan. Työsuunnittelu suunnittelee myös tulevat seisokit ja niiden tarvitsevan ulkopuolisen työvoiman. Tämän avulla pystytään ajoittamaan ja jaksottamaan töitä, jotta ne sujuisivat jouhevasti ja kriittisyysjärjestyksessä. Näitä viikko- ja seisokkisuunnitelmia pyritään noudattamaan mahdollisimman hyvin. (Meriläinen 2019.)

### 5.3 Kunnossapidon toiminta rikastamalla

Suurin osa rikastamalla olevista kunnossapitotöistä tehdään suunnitellusti ennen kuin kunnossapidettävä kohde alkaa tekemään häiriötä tuotantoon. Suunniteltuja kunnossapitotöitä pystytään määrittelemään pumppujen käyntituntien mukaan, ennakkohuollon värähtelymittauksien perusteella sekä kunnon ja ajanjakson perusteella. (Meriläinen 2019.)

Tuotannon häiriökorjauksia tulee harvakseltaan ja ne joudutaan yleensä korjaamaan välittömästi. Kun kyseessä on laajempi korjattava kohde, korjataan välitöntä tuotantoa häiritsevä kohde siihen kuntoon, että päästään seisokkiin, jossa kohde korjataan kuntoon. (Meriläinen 2019.)

### 5.4 Standard operating procedure

SOP-huoltotyöohjeen syntyperä kuuluu LEAN-ajattelutapaan, jossa pyritään parantamaan laatua, pienentämään kuluja ja lyhentämään tuotannon läpimenoaikoja. (Sixsigma 2017.)

SOP-huoltotyöohjeen tarkoitus on ohjata työntekijöitä tekemään työnsä ohjeiden mukaisesti. SOP-huoltotyöohjeet ovat yksinkertaisesti kirjoitettuja dokumentteja, joita työntekijät voivat seurata askel askeleelta. Tällöin on helpompi seurata, missä työvaiheessa ollaan menossa. Tämä mahdollistaa, että työtavat ovat mahdollisimman identtiset riippumatta siitä, kuka toiminnan suorittaa. Kun menettely-, toiminta- ja työtavat on standardisoitu, niitä voidaan kehittää paremmiksi. (Bizmanualz 2017.)

SOP-huoltotyöohjeen tarkoitus on auttaa työntekijöitä suorittamaan työnsä rutiinomaisesti ja varmasti. Tämän avulla pystytään saavuttamaan parempaa laatua, nopeampaa läpimeno aikaa ja parantamaan työntekijän turvallisuutta. (Bizmanualz 2017.)

## 6 TURVALLISUUS

Turvallisuuskulttuuri on vahva Outokummulla. Turvallisuus on tärkein jokaisessa tilanteessa. Outokummun tunnuslause on ”Turvallisesti kotiin ja turvallisuus ensin”. Tavoitteena on nolla tapaturmaa, jota lähestytään vähitellen. Outokummun Kemin kaivoksella on käytössä Tuumatuokio-kortti, jota käytetään aina ennen töiden aloittamista. Tämän ansiosta saadaan työntekijät miettimään vaaratekijöitä jo ennen uuden työtehtävän aloittamista. Tehdasalueella toimii oma paloryhmä ja ensiapuryhmä, joihin osa osastoilla toimivista työntekijöistä kuuluu. (Outokumpu Oyj 2019d.)

Kaivoksella on käytössä turvallisuushavaintomenetelmä, jolla puututaan turvallisuuden vaikuttaviin tekijöihin. Näihin havaintoihin tullaan vaikuttamaan toimenpiteillä, jos turvallisuuspuute ei ole ollut heti korjattavissa. Nämä turvallisuushavainnot voidaan tarvittaessa muuttaa vaaratilanteiksi, joita myöhemmin tutkitaan, ettei jatkossa kävisi samalla tavalla. Myös kaikki työtapaturmat tutkitaan ja niille tehdään toimenpiteitä, ettei tapaturmia kävisi toistamiseen. (Outokumpu Oyj 2019d.)

### 6.1 Energian erottaminen

SFS-EN ISO14118:2018 standardin mukaisesti energian erottaminen sisältää neljä vaihdetta:

1. Koneen tai sen osan erottaminen kaikista energialähteistä
2. Erotuslaitteiden lukitseminen tai muulla tavalla varmistaminen erotusasentoon
3. Varastoituneen energian purkaminen tai energian aiheuttamien toimintojen estäminen
4. Erotuksen varmistaminen turvallisesti, ja että edellä mainitut kolme kohtaa ovat johtaneet haluttuun tulokseen.

Koneissa ja kojeistoissa on oltava energian purkamiseen ja erottamiseen tarkoitettut välineet, kun niille tehdään kunnossapitotöitä ja käytöstä poistaminen (SFS-EN ISO 14118:2018. 2018, 9-13.)

## 6.2 Erottamisen todentaminen

Koneen erottamiseen ja energian purkamiseen tarkoitettujen laitteiden pitää olla sellaisia, että energian erotus ja sen toteutuminen voidaan varmistaa luotettavasti. (SFS-EN ISO 14118:2018. 2018, 9-13.)

Erotus voidaan todentaa esimerkiksi koeliikkeellä, katsomalla painemittariin tai jännitemittauksella. Tällöin operaattoria pyydetään ajamaan laitetta ja todetaan, ettei laite toimi. (SFS-EN ISO 14118:2018. 2018, 9-13.)

## 6.3 Irtomateriaalin poistaminen

Kivet tai muut sinne kuulumattomat tavarat tulee poistaa ennen suppiloihin ja murskiin menoa. Kivet voidaan poistaa komukangella, rautalapiolla tai muulla vastaavalla suppiloiden autogeenihyllyiltä tai kululevyjen päältä, josta kivi voi pudota alaspäin. Tarvittaessa prosessia käytetään päällä uudestaan, jotta kivet saadaan pois tieltä. (Outokumpu 2019d.)

Ennen työn aloittamista on hyvä pestä murskain vedellä puhtaaksi sisä- ja ulkopuolelta, jolloin vähennetään pölyämistä. Myös irtokivien ja muun tavaran poistaminen tasoilta ja murskaimen lähietäisyydeltä on suotavaa työturvallisuuden parantamiseksi. (Outokumpu 2019d.)

#### 6.4 Työturvallisuus Kemin rikastamolla

Kaikki kunnossapitotyöt, joita rikastamolla suoritetaan, kirjataan KUTI-järjestelmään työmääräimenä. Työmääräimen saatuaan asentaja voi mennä suorittamaan kunnossapitotehtävää. Jos kohde tarvitsee tulityöluvan, sen kirjoittaa mekaaninen työnjohtaja tai vuoromestari. Ensimmäisenä käydään rikastamon ohjaamossa, jossa ilmoitetaan, minne ollaan menossa ja mitä ollaan tekemässä. Ohjaamosta saadaan myös lukot ja opastus, mitä kaikkea kohteita pitää lukita ennen kunnossapitotöitä. Tämän jälkeen laitetaan tarvittavat suojavarusteet päälle ja lähdetään lukitsemaan tarvittavat kohteet. Ennen töiden aloitusta tulee soittaa rikastamon ohjaamoon ja siellä työntekijä yrittää käynnistää lukittuja kohteita. Tällä varmistetaan, etteivät kohteet varmasti käynnisty.

Kohteesta poistetaan kaikki irtomateriaali, jotka voivat pudota tai ovat kohteen tiellä. Tämä tulee tehdä turvallisesti ja hallitusti. Irrotettu materiaali kuljetetaan ämpäreillä pois kohteesta, jos se on työnteon edessä. Tulityötehtävissä tulee suojata kaikki palava materiaali, kuten hihnat ja laakeripesät. Töiden lopetettua tulee kohde siistiä yhtä siistiin kuntoon kuin se on ollut tullessakin. Myös kaikki luukut tulee laittaa kiinni ja turvakytkimet käännetään 1 asentoon. Lukot palautetaan rikastamon ohjaamoon ja tällöin ilmoitetaan rikastamon ohjaamon hoitajalle, mitä tehtävää oltiin tekemässä.

## 7 VUORAUSTEN VAIHTO VAKIOTYÖOHJE

Vakiotyöohjeen tekeminen aloitettiin tutustumalla murskaimen peruseriaatteen. Murskaimesta löytyi uutta sekä vanhaa tietoa, mutta kaikista epäselvistä kohdista tietoa ei ollut kirjallisena, vaan se oli asentajilla sisäisenä tietona. Luetuani useamman huolto-oppaan läpi, joita murskaimen mukana oli tullut 1970-luvulla, ja usean kysymyksen kysytyäni työsuunnittelijoilta ja asentajilta epäselvistä kohdista, alkoi kartiomurskaimen vuoraustenvaihdon periaatteet käymään selviksi.

Vanhoja kansioita selaillen tietokoneelta ja arkistosta löytyi myös hieman kuvia murskaimen purku- ja kokoamisvaiheesta. Ne auttoivat ymmärtämään helpommin työn suorituksen. Myöskin asentajien kanssa kävimme paikkoja läpi, mistä murskaimen isot avaimet ja erikoistyökalut löytyvät, ja minkälaisia kaikkia työkaluja tietyt työvaiheet tarvitsevat.

Vakiotyöohjeen kuvat ja suurin osa vuorausten vaihdon työhön liittyvistä asioista tuli selville, kun aloitettiin murskaimen vuorausten vaihtotyö. Vuorausten vaihtotyön aikana juttelin asentajien kanssa erilaisista toimintamalleista eri työvaiheiden aikana. Keskusteluiden myötä saimme kehitettyä parhaimmat ja toimivimmat toimintamallit, jotka kokosin vakiotyöohjeeseen.

### 7.1 Työohjepohja

Työ alettiin tekemään Outokummun Excel-pohjalle (Liite 1. Sisältää salassa pidettävää aineistoa, poistettu julkaistavasta työstä), jota muokattiin hieman paremmaksi vastaamaan työohjeen tarkoitusta (Kuva 7). Ohjeen alkuun kirjoitettiin osasto, linjan tai laitteen nimi ja sen prosessikuvaus. Työohjeen ulkonäkö ja luettavuus ovat tärkeitä edellytyksiä työohjeen ymmärtämisen ja käytettävyyden kanssa. Työohjeesta tuli saada helposti luettava ja ymmärrettävä. Työohjeeseen tehtiin useampi sarake, joissa määriteltiin työn vaaratekijät, jotka tulee ottaa huomioon eri työvaiheissa. Myöskin jokaisessa työvaiheessa kerrotaan lyhyesti ja ytimekkääksi, mitä pitää tehdä. Jokaiseen kohtaan koitettiin myös saada kuva, joka selventäisi mahdollisimman hyvin. Joissakin kuvissa on nuolia ja tekstejä selventämässä, mitä kuvalla haetaan takaa.

Työohjeen yhdessä sarakkeessa kerrotaan myös, mitä työkaluja ja nostovälineitä tarvitaan tietyssä työvaiheessa. Lisäksi ohjeessa kerrotaan, mitä varaosia ja erilaisia tarveaineita työ tarvitsee. Tämä lyhentää oleellisesti työaika, kun kaikki tarvittavat työkalut ovat heti mukana ja kaikki varaosat on hankittu valmiiksi työkohteeseen. Työohjeessa on myös mainittu kaikki muut työohjeet, joita tulee noudattaa esimerkiksi nosto ja polttoleikkaus työtä tehdessä.

## Vakiotyöohje (Standard Operating Procedure, SOP)



Kysy tarvittaessa apua!			Johtamisjärjestelmän/Notesin ohjenumero:		Sivu 1 of 1		
Osasto	Linja/Laite	Prosessikuvaus (Verbi & substantiivi)	Tuote (laatu, gms.)		Laatija	Julkaisupäivä	Versio
Rikastamo	1600 murska	Syöttösuppilon /Ylemmän murskausvaipan irroitus			NNE		
Tee vaadittavat tarkastukset ja turvalukitukset ennen työn aloittamista!							
Työvaiheet	Valokuvat/Kaaviot		Turvallisuuskohdat	Työkalut			
<p>Murskaimen kauko-ohjain sijaitsee 102 oven oikealla puolella seinässä sisällä laatikossa. Tällä ohjaimella pystytään ohjaamaan kartiomurskaimen ylemmänmurskauskartion paikkaa kierteellä.</p> <p>Hydraulisyliinterit työntävät aina yksi "naksu" kerrallaan kierrettä haluttuun suuntaan, jolloin kartio joko kiristyy tai löysääntyy. Huomioidaan aukaista lukitusyliinterit ja siirtää päällä olevan lukitusyliinterin letkun paikkaa seuraavaan aina tarvittaessa.</p> <p>Tässä tapauksessa kartiota tulee siirtää</p>			<p>Huomioidaan hydraulisyliinterien liike.</p>	<p>Murskaimen kauko-ohjain.</p>			

Kuva 7. Malli vakiotyöohjeesta.

## 7.2 Turvalukituksen laittaminen

Kartiomurskaimen purkamista ennen alasajoa siivotaan kartiomurskaimen ympäristä ylimääräisistä kivistä ja liejusta. Kun murskaimesta katkaistaan kivien syöttö, murskaimen päältä olevasta suppilosta pitää poistaa kaikki putoava irtomateriaali. Siivouksella varmistetaan, ettei irtomateriaali putoa irrotuksessa, vaan materiaali saadaan hallitusti pudotettua murskaimen sisälle ja prosessiin. Kun murskain on ajettu alas, tulee suorittaa turvalukitukset ja koekäynnistykset.

Tässä tapauksessa, kun useampi työntekijä on tekemässä huoltoa samassa kohteessa, Outokummun rikastamon käyttöhenkilökunta tekee alueellisen turvalukituksen ja laittaa kaikkien lukkojen avaimet valvomon turvalukituslaatikkoon, johon

jokaisen asentajan täytyy laittaa oma lukkonsa kiinni. Tällä helpotetaan kunnossapitotöihin alkavien asentajien työtä ja varmistetaan se, että kaikki oikeat lukitukset on tehty. Turvalukituslaatikolla vältetään laitteiden erotinkahvojen rikkoutuminen, koska kahvat eivät kestä kymmeniä yhtä aikaisia lukkoja.

### 7.3 Tasojen purku

Murskaamalla on useita eri tasoja, jotka pitää irrottaa ja siirtää pois murskaimen päältä, että se päästään purkamaan. Tasojen irrotuksessa tulee muistaa estää kiinteästi kaiteella kulkeminen, mistä tasot on otettu pois, ettei kukaan putoa tasoilta alas. Murskaimen päällä on myös syöttösuppilo ja syöttölaatikko, jotka irrotetaan myös pois murskaimen päältä. Syöttölaatikon irrotuksessa tulee olla tarkkana, koska ylä- ja alapuolinen palkisto on hieman tiellä (Kuva 8). Näiden toimien jälkeen voidaan itse murskainta alkaa purkamaan.

Tasojen ja suppiloiden irrotuksessa käytiin läpi työtavat, joissa ei ollut mitään huomattavia muutoksia. Telineiden ja valjaiden käyttö tuli esille, kun syöttölaatikon runkoa ja syöttölaatikkoa irrotettiin. Tämä kirjoitettiin vakiotyöohjeeseen ylös.



Kuva 8. Syöttölaatikon irrotus.

#### 7.4 Kartiomurskaimen purku

Kartiomurskaimen purkuun kuuluu syöttölautasen puhdistus irtomateriaalista (Kuva 9). Sen jälkeen syöttölautasen irrotetaan rungosta.



Kuva 9. Murskaimen syöttölautasen

Tämän jälkeen voidaan alkaa irrottamaan ylemmää murskausvaipan runkoa, jota kutsutaan mutteriksi. Irrotus tapahtuu mutteria pyörittämällä murskaimen rungossa olevassa kierteessä myötäpäivään, jolloin mutteri kiertyy kierteestä irti. Mutteri kuljetetaan pararikastamolle tai jauhimolle, koska murskaamolla ei riitä tilat mutterin korjaamiselle (Kuva 10).



Kuva 10. Ylempi murskausvaippa

Nyt voidaan irrottaa alempi murskausvaippa murskaimesta, jota kutsutaan tatiksi. Tatin korjaaminen tapahtuu murskaimen vieressä olevalla lattialla. Lattiassa on reikä, josta murskaimen akseli menee läpi, jolloin saadaan vuoraus lattiatasolle (Kuva 11). Murskaimen sisäosat tulee suojata vanerilevyllä ja pressulla, ettei voiteluöljyjen sekaan pääse turhaa likaa murskaimen huollon aikana.

Murskausvaippojen nosteluun ja siirtelyyn kiinnitin huomioita vakiotyöohjeessa. Isot ja painavat osat, joita joudutaan nostelemaan, ovat aina omanlainen haaste. Alemman murskaisvaipan kanssa, pitää olla vielä erityisen tarkkaavainen, ettei jalkalaakeri osu lattiasa olevan reiän reunoihin. Vakiotyöohjeelle kirjattiin myös tarvittavat nostoapuvälineet.



Kuva 11. Alempi murskausvaippa ja murskausakseli.

#### 7.5 Ylemmän murskausvaipan kulutusosien vaihto

Ylemmän murskausvaipan vaihto aloitetaan sisäpuolen purkamisella ja vuorauksen irrottamisella rungosta. Vuorauksen irtoamisen jälkeen putsataan runko ja uusi murskausvaippa varastointi rasvasta ja tehdään tarpeelliset pinnoitukset rungon pintaan (Kuva 12).

Tämän jälkeen voidaan uusi murskausvaippa kiinnittää runkoon ja valaa valumassaa rungon ja murskausvaipan väli täyteen (Kuva 13. Sisältää salassa pidettävää aineistoa, poistettu julkaistavasta työstä). Lopuksi kasataan alussa sisäpuolelta irrotetut osat. Valun kuivumisessa kestää noin 24h ennen kuin voidaan alkaa murskaamaan (Kuva 14. Sisältää salassa pidettävää aineistoa, poistettu julkaistavasta työstä).

Tässä kohtaa tuli asentajien keskuudessa paljon keskustelua siitä, millä tavoin saadaan turvallisesti ja helpoiten vaihdettua murskausvaippa. Käytiin hyvin läpi, mitä kaikkia vaiheita tuli tehdä ennen valamisen alkamista, kuten valumassan teko, puhdistukset, vuorauksen ja rungon välin tiivistys. Myös kiristysmomentit, pultti ja hylsykoot otettiin vakiotyöohjeelle ylös. Tästä kohdasta saatiin hyvin paljon tietoa vakiotyöohjeeseen.



Kuva 12. Ylempi uusi murskausvaippa

#### 7.6 Alemman murskausvaipan vaihto

Alemman murskausvaipan vaihdossa irrotetaan murskaimen päällä olevat lukitusmutterit, joiden avulla murskausvaippa pysyy paikoillaan. Tämän jälkeen murskausvaippa irrotetaan rungosta (Kuva 15. Sisältää salassa pidettävää ainestoa, poistettu julkaistavasta työstä). Runko puhdistetaan ja pinnoitetaan valua varten. Uusi murskausvaippa pitää puhdistaa säilytysrasvasta.

Nostetaan murskausvaippa paikoilleen ja valurengas kiinni, jolla kiristetään murskausvaippa kiinni runkoon. Suoritetaan valaminen, jonka jälkeen odotellaan 12 tuntia valumassan kuivumista ja vaihdetaan 12 tunnin jälkeen valurengas kiristysmutteriin. 24 tunnin jälkeen valumassa on niin kuiva, että voidaan murskata. Kiritään murskausvaipan kiristysmutterit kiinni (Kuva 16. Sisältää salassa pidettävää aineistoa, poistettu julkaistavasta työstä). Alemman vuorauksen vaihto on valmis.

Kiinnitin huomioita vakiotyöohjeessa murskausvaipan ja kiristysmutterin irrotukseen rungosta, kun siitä oli vähiten tietoa julkisesti. Tähän saatiin hyvät menetelmät ja turvallisuusnäkökohtia. Alemman murskausvaipan vaihdossa tulee paljon nostoja nosturilla. Tässä tulee huomioida murskausvaippaan hitsatut nostokorvalliset, että ne ovat kunnolla ja asiallisesti kiinnitetty. Valuun liittyvät valmistelut tulivat hyvin esille ja saatiin vakiotyöohjeelle. Myös kiristysmomentit ja pulttikoot listattiin vakiotyöohjeelle.

#### 7.7 Sisällä olevien keraamilevyjen vaihtaminen

Keraamilevyt ovat murskaimen sisällä ja ne voi vaihtaa vain, kun murskain on purettuna. Vaihto tapahtuu murskaimen sisältä keraamilevyn ylälaidan irrottamalla, ottamalla sen nosturiin kiinni ja irrottamalla alalaidan irti. Keraamilevy vaihdetaan uuteen, murskaamon lattialla. Puhdistetaan murskaimen runko. Nostetaan murskaimen sisälle, kiinnitetään alalaidasta kiinni ja sen jälkeen vasta ylhäältä, samaan aikaan nosturista irrotetaan levy irti (Kuva 17. Sisältää salassa pidettävää aineistoa, poistettu julkaistavasta työstä).

Tämä oli aivan uusi työ Outokummulla, josta ei ollut yhtään mitään työmenetelmää tiedossa. Seurailin levyjen vaihtoa ja kirjasin ylös, miten vaihto tapahtuu. Nyt vakiotyöohjeella on hyvät ohjeet keraamivuorauksen vaihdosta, joka oli lopulta yksinkertainen toimenpide.

## 7.8 Kartiomurskaimen kasaaminen

Murskaimen kasaaminen aloitetaan alemman murskausvaipan nostamisella murskaimen sisälle. Putsataan murskaimen rungon kierre, jonka jälkeen voidaan ylempi murskausvaippa eli mutteri alkaa laittaa paikoilleen. Kun mutteri on laitettu paikoilleen, voidaan alkaa asentamaan tasoja ja suppiloita paikoilleen (Kuva 18. Sisältää salassa pidettävää aineistoa, poistettu julkaistavasta työstä).

Vakiotyöohjeeseen saatiin murskaimen kasaamisesta useita kohtia, joiden mukaan murskain pitää kasata, mitä pitää puhdistaa ennen kasausta ja miten osat voidellaan ennen kuin ne laitetaan murskaimen sisälle. Kävimme läpi myös turvallisuus mielessä murskaimen päällä liikkumista. Myös mutterin paikalleen laitton yhteydessä oikean välyksen asetuksen laitto silmämääräisesti.

## 8 POHDINTA

Opinnäytetyön valmistuminen sujui omalta osaltani melkein ongelmitta. Aikataullista viivästystä tuli hieman, kun kartiomurskaimen vuorausten vaihto siirrettiin marraskuulta joulukuulle, mikä viivästytti vakiotyöohjeen valmistusta. Kartiomurskaimen huoltoa siirrettiin tuotannollisien syiden johdosta. Työ tehtiin alemman kartiomurskaimen pohjalta, joka on hyvin samanlainen kuin ylempi kartiomurskain. Sain hyvin materiaalia murskaimen huollosta vakiotyöohjeeseen, mutta tärkeitä asioita tuli esille kunnossapitoasentajien ja toimihenkilöiden kanssa keskustelemalla. Seurasin kartiomurskaimen huoltoa murskaamalla lähes koko seisokin ajan. Keräsin tietoa ja toimintatapoja huollon eri vaiheista. Näiden pohjalta sain tehtyä kattavan ja selkeän vakiotyöohjeen kartiomurskaimen eri työvaiheille.

Ohje tukee Outokummun kunnossapitoa suorittamaan työn ilman ulkopuolista työvoimaa. Vakiotyöohjeessa on kerrottu menetelmä, miten työ suoritetaan mahdollisimman täsmällisesti ja vaiheittain. Ohjeessa on käytetty paljon kuvia, jotka selventävät työvaiheita. Työ oli rajattu kartiomurskaimen purkamiseen, vuorausten vaihtoon ja kasaamiseen, mutta vuorausten vaihdossa vaihdettiin samalla murskausakselin holkki, joten tein siitä erillisen vakiotyöohjeen.

Vakiotyöohjeesta tuli juurisellinen, kuin toimeksiantaja oli halunnutkin. Selitin työt vaiheet työlle selkeästi ja yksinkertaisesti ja en selittänyt turhaa yksinkertaisia asioita uudelleen. Vakiotyöohjeesta jäi muutama kuva, joita en saanut murskaimen huollon aikana otettua. Ne olisi selventänyt töitä helpommin, mutta sain muilla kuvilla ja kuvioilla selvitettyä asian.

Opin opinnäytetyön aikana hyvin paljon murskaimen peruseriaatteesta ja syvemmin sen toiminnasta. Perehdyin työtä tehdessäni murskaimen öljynkiertojärjestelmään, vuorausten sekä hammaspyörien vaihtoon. Työ opetti paljon erilaisia uusia asioita, joita olen aikaisemmin vain tiennyt, mutta nyt tiedän niiden oikean tarkoituksen ja toiminnan.

Työtä voisi jatkaa tekemällä työhjeet ylemmän kartiomurskaimen tasojen purkamisella ja syöttölautasen irrottamisella, koska ne ovat erilaiset verrattuna alempaan kartiomurskaimeen. Myöskin turvallisuusnäkökohtia voisi käydä enemmän läpi murskaimen purkamisessa. Tulevaisuutta ajatellen voisi alkaa tekemään työtä ja selvittämään, minkälainen uusi murskain sopisi nykyisen vanhan tilalle, jonka korjausaika olisi nopeampi ja se olisi helpompi.

## LÄHTEET

Bizmanualz. 2017. Viitattu 3.9.2019. <https://www.bizmanualz.com/save-time-writing-procedures/what-are-policies-and-procedures-sop.html>

Hakapää, A. & Lappalainen, P. 2008. Kaivos- ja louhintatekniikka. Helsinki: Opetushallitus.

Järviö, J. & Lehtiö, T. 2012. Kunnossapito - tuotanto-omaisuuden hoitaminen. Helsinki: KP-Media Oy.

Metso 2011. Kuluminen ja materiaalit – kulutus opas. Viitattu 3.9.2019. [http://www.metso.com/fi/miningandconstruction/Mining\\_Construction\\_FI.nsf/WebWID/WTB-111010-22576-D8851/\\$File/Wear\\_and\\_materials\\_fi.pdf](http://www.metso.com/fi/miningandconstruction/Mining_Construction_FI.nsf/WebWID/WTB-111010-22576-D8851/$File/Wear_and_materials_fi.pdf)

Metso 2019. Trellex wear lining solution esite. Viitattu 3.9.2019. <https://www.metso.com/globalassets/saleshub/documents---episerver/brochure-trellex-wear-lining-solutions-2929-en-low.pdf>

Outokumpu Oyj 2019a. Europe. Viitattu. 11.11.2019. <https://www.outokumpu.com/about-outokumpu/organization/europe>

Outokumpu Oyj 2019b. Ferrochrome. Viitattu 11.11.2019. <https://www.outokumpu.com/about-outokumpu/organization/ferrochrome>

Outokumpu Oyj 2019c. Kemi mine. Viitattu 9.11.2019. <https://www.outokumpu.com/locations/kemimine>

Outokumpu Oyj 2019d. Outokumpu sisäinen intranet. Viitattu 5.9.2019.

Outokumpu Oyj 2019e. Tornio ferrochrome. Viitattu 10.11.2019. <https://www.outokumpu.com/locations/tornioferrochrome>

Outokumpu 2013. Piirustustietokanta. Webdoha. Hakupäivä 4.9.2019

PSK 6201. 2011. Kunnossapito käsitteet ja määritelmät. Helsinki: PSK.

Pihkala, J. 2011. Prosessitekniikka. Prosessiteollisuuden yksikkö- ja tuotantoprosessit. 1. painos. Opetushallitus

SFS-EN ISO 14118:2018. 2018. Odottamattoman käynnistyksen estäminen. SFS-Online. Viitattu 25.01.2020. <https://online-sfs-fi.ez.lapinamk.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/1/719781.html.stx>

SSAB 2019. Hardox 500 tuoteseloste. Viitattu 3.9.2019. <https://www.ssab.fi/api/sitecore/Datasheet/GetDocument?productId=D66A6185E91248CA8DAA978E4DA8C879&language=fi-FI>

Meriläinen, H. 2019 Outokumpu Chrome Oy. Rikastamon mekaaninen kunnossapito. Kunnossapito työnjohtajan haastattelu 13.11.2019.

Morgårdshammars mek verkstads AB,1980. Symons kartiomurskaimet, Morgårdshammar, Ruotsi.

911metallurgist 2018. Viitattu 11.9.2019. <https://www.911metallurgist.com/blog/cone-crushers>

## LIITTEET

Liite 1. Kartiomurskaimen vuorausten vaihto vakiotyöohje (sisältää salassa pidettävää aineistoa, poistettu julkaistavasta työstä.)