

SENKAN KÄÄNTÖLAITTEEN LAAKEREIDEN VAIHTO

Outokumpu Stainless Oy, Terässulatto

Ilpoinen Heidi

Opinnäytetyö
Tekniikka ja liikenteen ala
Kone- ja tuotantotekniikka
Insinööri (AMK)

2019

Tekniikka ja liikenne
Kone- ja tuotantotekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Heidi Ilpoinen	Vuosi	2019
Ohjaaja	DI Ari Pikkarainen		
Toimeksiantaja	Outokumpu Stainless Oy		
Työn nimi	Senkan Kääntölaitteen laakereiden vaihto		
Sivu- ja liitesivumäärä	75+ 6		

Opinnäytetyö tehtiin Outokumpu Stainless Oy:lle Tornion terässulatto linja 1:lle. Tarkoituksena oli toteuttaa senkan kunnostuspaikan kääntölaitteen laakereiden vaihto ja suunnitella toimintavaiheet toteutukselle. Senkan kääntölaitteen laakerit olivat vielä alkuperäiset. Opinnäytetyön lopussa pohdittiin myös huoltosuunnitelmaa jatkoa varten.

Työn tavoitteena oli laatia toimiva suunnitelma, jonka mukaan laakerit voidaan vaihtaa senkan kääntölaitteeseen sekä helpottaa myös jatkossa laakereiden vaihtoa. Työn alussa käsiteltiin kunnossapidon ja laakereiden teoriaa. Työssä käytiin läpi tarkemmin eri toimintavaiheita, aikataulua ja huomioitiin työturvallisuus.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin toimeksiantajalle ohjaava kokonaisuus senkan kääntölaitteen laakereiden vaihtotyölle, joka toteutetaan vuosihuollossa.

Avainsanat

kunnossapito, laakeri, laakerin vaihto, terässulatto

Technology Communication and Transport
Mechanical and Production Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Heidi Ilpoinen	Year	2019
Supervisor	Ari Pikkarainen, M.Sc. (Tech)		
Commissioned by	Outokumpu Stainless Oy		
Subject of thesis	Replacement of bearings of the turning device.		
Number of pages	75 + 6		

The thesis was made for Outokumpu Stainless Oy for Tornio Steel melting shop. The purpose was to implement the bearing replacement of the turning device of the refurbishment site and plan action steps for the implementation. In ladle turning device, the bearings were still original. At the end of the thesis, also the service plan was considered for the future.

The aim of the work was to prepare a functioning plan to replace the bearings on the turning device switches to the swing device and also to facilitate the bearing replacement in the future. The theory of maintenance and bearing was discussed at the beginning of the work. The work also deals with the different phases of the action, as well as the timetable and the work safety.

As a result of the thesis, the instructions were provided to the client for the replacement of the bearings on the turning device to be carried out at annual maintenance.

Key words maintenance, bearing, bearing replacement, steel melting shop

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
2	OUTOKUMPU STAINLESS OY	9
2.1	Outokumpu Tornio Works	11
2.2	Terässulatto	12
2.2.1	Linja 1	13
2.2.2	Senkka-asema 1	15
2.2.3	Senkan kunnostuspaikka	15
3	KUNNOSSAPITOTOIMINTA	20
3.1	Kunnossapito ennen ja nyt	20
3.2	Kunnossapidon tavoitteet	22
3.3	Kunnossapidonlajit	24
3.3.1	Korjaava kunnossapito	24
3.3.2	Ehkäisevä kunnossapito	25
3.3.3	Parantava kunnossapito	25
3.3.4	Huolto	26
3.3.5	Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen	27
3.4	Kunnossapito Outokummun terästehtaalla	27
3.5	Kunnossapidon työturvallisuus	29
4	LAAKERIT	30
4.1	Laakerityypit	30
4.2	Laakerien kestoikä	31
4.3	Laakerien huolto ja voitelu	32
4.4	Laakerien vaurioituminen	32
4.5	Laakerien asennus	33
5	TYÖTURVALLISUUS	34
5.1	Outokummun terässulaton vaarat	34
5.2	Turvallisuusluokkien määrittäminen	34
5.3	Outokummun riskianalyysi	35
6	KÄÄNTÖLAITTEEN TOIMINNANKUVAUS	36
6.1	Tekniset tiedot	36
6.2	Toiminta	38

6.3	Muu laitteisto.....	41
7	KÄÄNTÖLAITTEEN LAAKERIT.....	43
7.1	Senkan kääntölaitteen laakerit.....	43
7.2	Liukulaakerimateriaalit	44
7.3	Liukulaakerien asentaminen	45
7.4	Liukulaakerin voitelu	45
8	LAAKERIN VAIHTO.....	47
8.1	Projektin vaiheet	47
8.1.1	Esivalmistelut	47
8.1.2	Suunnitteluvaihe.....	49
8.1.3	Toteutusvaihe.....	53
8.1.4	Koekäyttö	64
8.1.5	Projektin lopetusvaihe	64
8.2	Nostosuunnitelma	64
8.3	Työturvallisuus ja riskianalyysi.....	65
9	KUNNOSSAPITOJÄRJESTELMÄ – KUTI.....	68
9.1	Ennakkohuoltosuunnitelma.....	68
9.2	Ennakkohuoltosuunnittelun lähtötiedot	68
9.3	Ennakkohuoltotyön luominen senkan kääntölaitteelle	69
10	POHDINTA.....	71
	LÄHTEET.....	73
	LIITTEET	75

ALKUSANAT

Haluan kiittää Outokumpu Stainless Oy:n terässulattoa saadessani toteuttaa heille opinnäytetyöni. Erityisesti osoitan kiitokseni terässulaton kunnossapito-päällikkö DI Pasi Lassurille mielenkiintoisesta aiheesta ja kaikesta siitä avusta, jota sain kunnossapidon työnjohtaja Kari Autiolta työni aikana. Työni valvonnasta haluan kiittää kouluni puolesta tärkeästä tuesta ja avusta Ari Pikkaraista.

Suuret kiitokset haastateltaville henkilöille, jotka ovat osanneet omalla ammattitaidollaan edesauttaa opinnäytetyöni valmistumista.

Kiitän Outokumpu Stainless Oy:n terässulattoa arvokkaista ajoista ja mahdollisuudesta tutustua senkan kääntölaitteen toimintaan syvällisemmin. Outokummun terässulatoilta löytyi minulle tyhjä ja tilava työhuone, jossa sain rauhassa suunnitella ja tehdä työtä.

Kiitos perheeni, että olette tukeneet ja jaksaneet koko tämän opintojeni matkan. Ystävät, haluan kiittää myös teitä kannustuksesta ja tukemisesta opintojeni eri vaiheissa.

Kemissä 19.5.2019

Heidi Ilpoinen

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

OKTO	Outokumpu Tornio
JTSU	Terässulatto
RST	Ruostumaton teräs
SA 1	Senkka-asema 1
SK	Senkan kunnostuspaikka opintopiste
Skolla	Jähmettynyt teräs tai kuonapala
KUTI	Outokummun käyttämä kunnossapitojärjestelmä
MAKO	Outokummun käyttämä materiaalikoodi
FeCr	ferrokromi
AOD1	Argon Oxygen Decarburization konvertteri 1
JVK1	Jatkuvavalukone1
CRK	Kromikonvertteri
KUPI	Kunnossapito

1 JOHDANTO

Outokumpu Stainless Oy:n terässulaton linja 1:n senkan kunnostuspaikan kääntölaitteen laakerit ovat alkuperäiset. Opinnäytetyössä selvitetään, kuinka kääntölaitteen laakerit saadaan vaihdettua kokonaisuudessaan. Ryhdyn opinnäytetyöhön, koska työ halutaan toteuttaa laakereiden kuluneisuuden vuoksi. Halutaan myös sisällyttää työhön tietoa kunnossapitojärjestelmästä, jolla voidaan seurata senkan kääntölaitteen toimintaa säännöllisesti. Tämän avulla taataan laitteelle kestävyyttä ja pidempää käyttöikä.

Opinnäytetyön tavoitteena on vaihtaa senkan kunnostuspaikan kääntölaitteen laakerit. Lisäksi suunnitellaan kunnossapitojärjestelmän kautta tapahtuvaa ennakkohuoltoa jatkoa varten, jonka avulla reagoidaan havaitsemiin vikoihin tarpeeksi ajoissa.

Opinnäytetyössä esitellään aluksi toimeksiantaja Outokumpu Stainless Oy. Tämän jälkeen käsitellään Outokummun terässulattoa, teoriaa kunnossapidosta ja laakereista. Opinnäytetyössäni pääpaino on terässulaton linja 1:n senkankunnostuspaikan kääntölaitteen laakereiden vaihtotyössä. Työn lopuksi käsitellään työturvallisuutta ja pohditaan vaihdon kannattavuutta.

Outokumpu Oyj on ruostumattoman teräksen ykkönen maailmassa ja pystyy toimittamaan ruostumatonta terästä lähes missä tahansa asiakkaan haluamassa muodossa. Ruostumaton teräs tunnetaan kierrätettävänä, lujana materiaalina ja ympäristöä säästävänä, joka kestää ikuisesti.

Tämä opinnäytetyö rajataan senkan kippauslaitteen laakereiden vaihtoon. Työssä selvitetään työn suorittamista aikataulullisesti ja huomioidaan työturvallisuus. Opinnäytetyön aihe on ollut toimeksiantajan mielessä toteuttaa, koska laakerit ovat alkuperäiset vuodelta 2004.

2 OUTOKUMPU STAINLESS OY

Sata vuotta sitten alkoi Outokummun historia itäsuomalaisen Kuusjärven kunnasta, kun löydettiin kuparia Outokumpu-nimiseltä kukkulalta vuonna 1910. Ennen kuin Outokumpu alkoi keskittyä vain ruostumattomaan teräkseen 2000-luvulla, oli jo se vuosien aikana louhinut ja jalostanut moninaisia metalleja Suomessa. (Outokumpu 2018.)

Merkittäväksi kuparintuottajaksi ja viejäksi Outokumpu kasvoi vuonna 1930. Outokummusta tehtiin osakeyhtiö vuonna 1932, kun huomattiin sen sopivan liiketoiminnankehittämiseen paremmin kuin valtion omistuksessa. (Outokumpu 2018.)

Euroopan yksi johtavimmista kaivosyhtiöistä 1950-luvulla oli Outokumpu, joka jalosti omien kaivostensa malmeja. Outokumpu etsi uusia käyttökohteita nikkeli tuotannolle, kun suomalainen sukeltaja Martti Matilainen löysi kromilohkareen maakeavesikanavasta Kemissä vuonna 1959. Tämän jälkeen Outokumpu sai luvan jatkotutkimuksiin ja kaivostoiminta aloitettiin vuonna 1964, joka näkyy kuvassa 1. Ferrokromisulatto rakennettiin naapurikaupunkiin, jossa tuotanto päästiin aloittamaan vuonna 1968. Outokummulla oli kaksi raaka-ainetta, jotka vaadittiin ruostumattoman teräksen valmistukseen. Kromilla saatiin teräksestä ruostumatonta ja nikkelillä kestävä. (Outokumpu 2018.)



Kuva 1. Outokummun Kemin kaivos (Yle uutiset 2014).

Ensimmäinen sulatuserä Tornion ruostumattomalla terästehtaalla valmistui vuonna 1976. Tehdas oli jo yksi maailman tehokkaimmista ruostumattoman teräksen tehtaista, ainoa, jolla oli oma kromikaivos ja ferrokromituotanto samalla tehdasalueella. Myöhemmin valmistui tehdasalueella kuumavalssaamo ja kylmävalssaamo, minkä jälkeen Outokumpu pystyi laajentamaan tuotevalikoimaansa. (Outokumpu 2018.)

1990-luvulla Outokummun liiketoiminta jakautui jo useampiin tuotteisiin: perusmetalleihin, kupariin, ruostumattomaan teräkseen ja teknologiaan. Ruostumaton teräs oli kuitenkin liiketoiminnassa kaikkein kattavin ja kysyntä kasvoikin muita metalleja nopeammin. (Outokumpu 2018.)

Outokummulla ollessa jo oma raaka-ainepohja ja 21 000 työntekijää ympäri maailmaa, se osoittautui jo kansainväliseksi monimetalli- ja kaivosyhtiöksi. Vuonna 2001 Outokumpu ilmoitti yhdistyvänsä ruostumattoman teräksen toimintansa tunnetun Avesta Sheffieldin kanssa Avesta Polarit-yhtiön alle. Polarit oli Tornion uusi tuotemerkki. Maailman toiseksi suurimmaksi jaloteräsyhtiöksi syntyi sopimuksen myötä Avesta Polarit, jonka edellä oli ykkösenä saksalainen Thyssenkrupp. Outokumpu halusi kuitenkin nousta maailman johtavaksi ruostumattoman teräksen tuottajaksi ja näin ollen se päätti keskittyä vuonna 2004 vain ruostumattomaan teräksen tuotantoon. (Outokumpu 2018.)

Vuonna 2011 Outokumpu osti jo saksalaisen ThyssenKruppin ruostumattoman teräksen toiminnot itselleen. Outokummulta löytyi jo maailman laajin tuotevalikoima, kustannustehokkaat ja nykyaikaiset tehtaot, oma kromikaivos ja 100 vuoden ammattitaito metalleista, teknologiasta ja kaivosteollisuudesta. (Outokumpu 2018.)

Outokummun tavoitteena on olla vuoteen 2020 mennessä ruostumattoman teräksen johtaja olemalla tehokas ja asiakassuuntautunut. Ruostumattoman teräksen kysynnän odotetaan kasvavan 23 % vuosina 2015 – 2020. Kasvuun odotetaan vaikuttavan kaupungistuminen, liikkuvuuden lisääntyminen, talouden ja väestön kasvu sekä ilmastonmuutos. Vuonna 2017 Outokummun liikevaihto oli 6,4 miljardia euroa ja ruostumattomien terästen toimitukset olivat 2,4 miljoonaa tonnia. Outokummun palveluksessa toimii ympäri maailmaa 10 000 ammattilaista, jopa 30 maassa. (Outokumpu 2018.)

2.1 Outokumpu Tornio Works

Maailman ääri-rajalla, siellä sijaitsee maailman suurin terästehdas. Näin kuvaillaan Outokumpun Tornion terästehdasta, joka sijaitsee lähellä ruostumattoman teräksen välttämätöntä raaka-ainetta kromia, mutta kaukana kaikesta muusta. (Särkköskoski 2005, 9.)

Torniossa on Outokumpun maailman integroiduin ruostumattoman teräksen tuotantolaitos, jonka oma kromikaivos sijaitsee Kemissä. Kuvassa 2 näkyy koko Junkkalanniemessä sijaitseva Outokumpun tehdasalue, joka on hieman yli 600 hehtaaria. Tehdasalueesta on rakennusten peitossa jo yli 56 hehtaaria, rakennettuja teitä on noin 50 km ja kevyen liikenteen väyliä noin 10 km. Outokummulla työskentelee noin 2100 outokumpulaista, jaottuen Tornion tehtaalle ja Kemien kaivokselle. Päivittäin myös Tornion tehdasalueella sekä Kemien kaivoksella työskentelee palvelutoimittajien työntekijöitä yhteensä 600 henkilöä. (Outokumpu 2019c.)



Kuva 2. Outokumpu Tornion tehtaat (Outokumpu 2019).

Tornion Outokummun tehdasalueella sijaitsee kaikki ruostumattoman teräksen valmistukseen tarvittavat tuotantolaitokset: ferrokromitehdas, terässulatto, kuumavalssaamo, kylmävalssaamo ja oma satama. Kemin kaivos kuuluu myös Tornion tehtaisiin, josta pystytään louhimaan runsaat 2 milj. tonnia ferrokromia vuodessa. (Outokumpu 2019c.)

Ruostumaton teräs on kestävä, luja, muokattava, turvallinen ja kierrätettävä. Outokumpu tunnetaan laajasta tuotevalikoimasta. Outokumpu toimittaa ruostumattomasta teräksestä erilaisia levyjä, tankoja, tarkkuusnauhoja, putkia ja palkkeja. (Outokumpu 2019c.)

Maailman yksi merkittävimmistä kierrättäjistä on Outokumpu. Kierrätysromu on ruostumattoman teräksen tuotannossa käytettävä raaka-aine. Outokummussa kierrätettyä romua käytetään jopa 85–90 %. Loppu raaka-aineet ovat muun muassa seosaineiden muodossa. Kierrätysprosessin aikana ruostumaton teräs ei menetä ominaisuuksiaan. (Handbook of Stainless Steel 2017, 24.)

2.2 Terässulatto

Tärkeimpiä raaka-aineita terässulatolla ovat ferrokromi, teräsromu ja nikkeli. Muitakin ferroseoksia käytetään lisäksi ja poltettua kalkkia sekä kalsiumfluoridia. Tuotantoprosessissa käytetään ferrokromia 230 000 t/a, rautaromua 350 000 t/a, ruostumatonta romua 930 000 t/a (kiertoromut) ja muita seosaineita 100 000 t/a. (Outokumpu 2018, 7.)

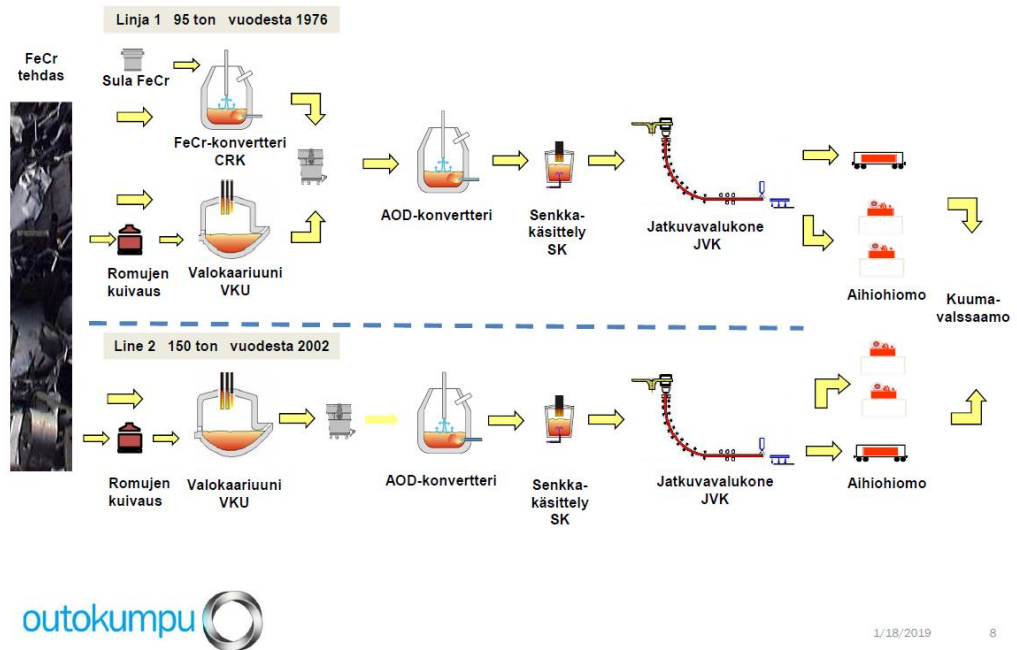
Outokummun terässulatolla toimii kaksi tuotantolinjaa: linja 1 ja linja 2, jotka näkyvät kuviossa 1. Sulattolinja 1 aloitti tuotannon vuonna 1976 ja sulattolinja 2 vuonna 2002. Linja 1 prosessivaiheita ovat kromikonvertteri (CRK), valokaariuuni (VKU1), AOD-konvertteri (AOD1), senkka-asema (SA1) ja jatkuvavalukone (JVK1). Vuorokauden aikana linja 1 tehdään noin 18 – 21 sulatusta. Panospaino on 95 t/sulatus. (Outokumpu 2018, 7.)

Linja 2 prosessivaiheet ovat muuten linja 1:sen kanssa samanlaiset, mutta tällä linjalle ei ole kromikonvertteriä. Prosessin vaiheet ovat valokaariuuni (VKU2), AOD-konvertteri (AOD2), senkka-asema (SA2) ja jatkuvavalukone (JVK2). Linja

2 tehdään päivittäin 17 – 21 sulatusta päivittäin ja panospaino on 150 t/sulatus. (Outokumpu 2018, 7.)

Aihiohiomo palvelee kumpiakin tuotantolinjoja, jossa on yksi kylmähiomakone ja kaksi kuumahiomakonetta. Outokummun terässulatolla menee noin 30 % aihiohiomon kautta.

Terässulatun prosessikaavio



Kuvio 1. Terässulatun prosessikaavio (Outokumpu 2018).

2.2.1 Linja 1

Ferrokromitehtaalta toimitetaan terässulatun kromikonvertteriin sulaa FeCr. Happea puhalletaan yläpuolisen lanssin kautta konvertteriin. Happea ja sulaa sekoitetaan konvertterin suuttimista puhallettavan paineilman ja argonin avulla. Tavoitteena tällä on saada poltettua pii lähes kokonaan ja hiili osittain. Romua tai muita seosaineita voidaan panostaa konvertteriin noin puolet konvertteriin panostettavan kromin määrästä sulatettavaksi piin ja hiilen polttamisessa syntyvän lämmön ansiosta. Sulan lämpötilaa säädellään romulla ja seosaineilla. CRK:n panospaino on 90 tonnia ja puhallusaika ferrokromitonnia kohti on noin 0,5 min. Siirtosenkkaan otetaan kromikonvertterista panoslaskelman mukainen määrä

(yleensä 30–36 t). Tämä toimitetaan valokaariuunille, missä lisätään siihen panoslaskelman mukainen määrä uunisulaa (yleensä 50 – 55 t). Yhdistetty 85 t sulamäärä siirretään AOD1-konvertteriin. (Outokumpu 2018, 7.)

Panoslaskelman mukaan romukoreihin lastatut romut ja muut seosaineet, kuten nikkeli, molybdeenioksidi, ferrokromi ja koksi sulatetaan valokaariuunissa. Myöhemmin uuniin panostettavan kakkoskorin (tai kolmoskorin) romu kuivataan nestekaasulla. Uunin ollessa tyhjä ei ykköskorin romua kuivata. Valokaariuunin panospaino on 50 – 80 t ja sulatusaika on noin 50 – 60 minuuttia. Muuntajan teho valokaariuunilla on 84 MVA ja energiakulutus on sillä noin 550 kwh/t. (Outokumpu 2018, 7.)

Valokaariuunilta sula kaadetaan AOD1-konvertteriin. AOD1 kaasunsyöttö konvertteriin tehdään lanssilla yläkautta tai suuttimien kautta. Hiili poistetaan teräksestä melloitusvaiheessa happi/inerttikaasujen seoksella. Pelkistysvaiheessa kromi saadaan takaisin teräsfaasiin pelkistämällä ferropiillä ja teräksen rikkipitoisuus lasketaan rikinpoistovaiheessa alle 0,002 % tasolle. Murskattua romua, nikkeliä ja muita seosaineita panostetaan sulan lisäksi AOD-konvertteriin. Seosaineilla saadaan jäähdytettyä sulaa happipuhalluksen aikana. Valokaariuunin ja AOD-konvertterin kuonat sisältävät teräspirotteita. Nämä palautetaan kuonankäsittelyn jälkeen sulattoprosessiin. Käsitelty kuona on hyvää maanrakennusainetta. (Outokumpu 2018, 7.)

Senkka-aseman tehtävänä on säädellä teräs loppukoostumuksen ja lämpötilan suhteen oikeaksi. SA1:ltä sula teräs toimitetaan jatkuvavalukoneelle, jossa vaeleetaan laattamaisia aihioita. Aihiot ovat 167 mm. JVK1:llä, leveys vaihtelee 1000 - 1625 mm:n välillä. Aihiot painavat noin 20 – 26 tonnia. JVK1:llä aihoiden pituus on 14,3 metriä ja valukoneella voidaan valaa maksimissaan 1,2 m/min. Leveydestä riippuen yhden senkan (150 t) valaminen kestää noin 50 – 60 minuuttia leveydestä riippuen. Sekvenssipituus on yleensä 7 senkkaa. Aihioista on toimitettavaksi valmiina noin 70 % valssattavaksi suoraan kuumavalssaamolle rullaradan kautta tai aihiojunalla. Aihioista kuitenkin noin 30 % menee hiottavaksi terässulaton hiomoon, missä ahiopinnoista hiotaan hiomaohjeiden mukaisesti pinnoissa olevia epäpuhtauksia tai valussa syntyneitä pintavirheitä. (Outokumpu 2018, 8.)

2.2.2 Senkka–asema 1

Senkka–asema on viimeinen käsittelypaikka, jossa käsitellään sula teräs. Tuotantoprosessin aikana syntynyt kuona erotetaan sulasta teräksestä AOD–prosessin jälkeen ja teräs kaadetaan valusenkkaan. Tämän jälkeen valusenkka siirretään siltanosturilla SA1:lle. (Outokumpu 2018, 8.)

Loppukoostumuksen ja lämpötilan oikean suhteen löytäminen tapahtuu senkka–asemalla. Johtamalla grafiittielektrodeilla sähkö senkkauuniin voidaan nostaa sen lämpötilaa halutuksi tai laskea sitä lisäämällä seosaineita ja argon huuhtelulla. Senkka–asemalla tehdään kaasuhuuhtelut pinnan kautta, joko pohja- tai tankohuuhteluina. Kun halutaan päästä johonkin tavoiteanalyysiin, senkka–asemalla voidaan sulaan teräkseen panostaa nikkeliä, romua tai muita seosaineita. Senkka–asemalla on kaksi vaunupaikkaa, joista toinen on varattu senkankäsittelyä odottavalle sulalle. Käsittelyssä käytetään muuntajaa, jonka teho on 8 MVA. Käsittelyaika on noin 25 minuuttia. (Outokumpu 2018, 8.)

Senkka–asemalla työntekijöiden työpäivät koostuvat puoliksi kenttätöistä ja keskimäärin puoliksi valvomossa tapahtuvista työtehtävistä. Sulan teräksen viimeistelyn lisäksi työntekijät huolehtivat senkkojen siirroista ja senkan huoltopaikalla tapahtuvista senkan kunnostustehtävistä, kirjaavat tapahtumia prosessin aikana, ruiskuttavat senkkoja, huoltavat liukusulkimen senkan kunnostuspaikalla sekä työskentelevät nosturilla. (Outokumpu 2019a.)

2.2.3 Senkan kunnostuspaikka

Kaikki valusta tulevat senkat käyvät senkankunnostuspaikalla, joka nähdään kuvassa 3. Senkat nostetaan kunnostuspaikalle siltanosturilla. Tärkeää on saada senkat mahdollisimman nopeasti kunnostukseen, jolloin niissä oleva valureikä on helpompi polttaa auki. Näin valureiässä oleva teräs/kuona ei pääse niin paljon jäähtymään. Mikäli senkka on skollaantunut, on se piikkattava. Senkan kunnostuspaikalla työskentelevä operaattori arvioi, tarvitseeko senkka piikkausta vai ei. Kuonan poistaminen senkoista kippaamalla on ensimmäinen toimenpide ennen mitään muita huoltotöitä. Jokaisen valun jälkeen senkkoihin aina jää jotakin. (Vuosku 2019.)



Kuva 3. Senkan kunnostuspaikka

Pääsääntöisesti senkat valmistellaan seuraavaa valua varten. Jokaisessa tarkastuksessa senkoista tarkastetaan senkan kunto kauttaaltaan, poltetaan valureikä auki ja tarkastetaan liukusuljin. Liukusulkimenlevyt vaihdetaan joka toinen tai kolmas kerta. Ne kuluvat ajan mittaan. Suutiili, joka näkyy kuvassa 4 eli valureikä

vaihdetaan joka 10. kerta. Senkoissa on myös pohjahuuhtelumekanismi, joka sisältää huuhtelukeilan. Ne vaihdetaan joka 20:s kerta, koska ne kuuluvat myös kuluviin osiin. (Vuosku 2019.)



Kuva 4. Suutiili

Senkoille tehtävät huollot parantavat niiden kestoa eli käyttöikä. Huoltotöissä noudatetaan turvallisuusohjeita ja minkä jälkeen senkkoja on turvallisempi käyttää. Senkkojen vuodot minimoituvat tuotannon aikana ja sulan laatuun on huuhtelukeilojen vaihdollakin merkitystä, kuva 5. Senkkojen kesto (käyttökerta) tuotannossa on noin 55 – 70 kertaa. Tämän jälkeen senkat toimitetaan turvallisesti purkuun muuraushallille, jossa senkat kunnostetaan kokonaan uudestaan ja niiden kulutusvuoraus vaihdetaan. Päivässä senkkojen määrä vaihtelee senkan kunnostuspaikalla.

Normaalin tuotantopäivän aikana tehdään Linja 1:llä noin 19 – 20 sulaa. Senkkojen määrä vaihtelee senkan kunnostuspaikalla, koska käytössä on yhtä aikaa 4 – 5 senkkaa linjalla. (Vuosku 2019.)



Kuva 5. Huuhtelukeila

Huoltotöiden noudattaminen takaa senkkojen toimivuuden seuraavilla tuotantokierroksilla. Operaattorit seuraavat senkkojen kuntoa ja tietävät, koska senkat tulee laittaa purkuun. Jokaisella kerralla he osaavat määrittää, minkälainen tarkastus täytyy tehdä. Tarkastukset tarkentuvat mitä useammin senkat käyvät huolto paikalla.

Senkan kunnostuspaikalla tulee työskennellä turvallisesti. Operaattorin on itse huolehdittava mennessään työskentelemään kunnostuspaikalle, mitä suojava rusteita hänen tulee käyttää. Valureikää auki polttaessa on käytettävä siihen työhön tarkoitettuja lisäsuojavarusteita.

Suojaseinät toimivat lämpösäteilynä ja suojina tehtäessä kunnostuspaikalla huoltotöitä, kuva 6. Väärin kipattuna senkasta voi esimerkiksi roiskua kuonaa kunnostuspaikalle. (Vuosku 2019.)



Kuva 6. Senkan kunnostuspaikan suojaseinät

3 KUNNOSSAPITOTOIMINTA

Nykykäsityksen mukaan ensisijainen tehtävä kunnossapidolla on pitää laitteet jatkuvasti käyttökunnossa. Rikkoutuneet laitteet tai komponenttien korjaukset kuuluvat kunnossapitoon, mutta kunnossapidon päätarkoitus ei kuitenkaan ole korjaustoiminta. Nykyään kunnossapitoa ei pidetä vain kustannuksena vaan tärkeänä tuotannontekijänä. Tämän avulla pyritään varmistamaan kilpailukyky tuotantolaitoksessa. (Mikkonen 2009, 25.)

PSK 6201:2011 standardi määrittelee kunnossapidon seuraavasti:

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.)

3.1 Kunnossapito ennen ja nyt

Niin kauan kuin ihminen on rakentanut ja käyttänyt koneita, on harjoitettu kunnossapitotoimintaa. Kaksinkertaistamiseksi kutsuttiin varhaisinta kunnossapitoa, jolloin vika korjattiin ja huollettiin sen ilmaannuttua. (Järviö 2017, 21.)

Ensimmäisen sukupolven aikana kunnossapidossa pystyttiin vikaantuneita koneita pitämään seisokissa, tällöin koneet olivat vielä hyvin yksinkertaisia. Koneet kestivät pidemmän aikaa ja toimenpiteinä vian määrittäminen sekä korjaaminen olivat helppoja toimenpiteitä. Tämän sukupolven aikana ennakoiva kunnossapito sisälsi puhdistamista, säästämistä ja voiteluhuoltoa. Osaamistaso oli matala. (Järviö 2017, 21.)

Toisen maailmansodan aikana käynnistyi toinen sukupolvi. Teollisuus alkoi valmistamaan sotatarvikkeita suuria määriä, mutta tällöin kokeneita käyttäjiä vietiin sotarintamalle. Jouduttiin ottamaan käyttäjiksi kokemattomampia. Koneiden automaatiota lisäämällä ja muodostamalla koneita pidemmiksi ketjuiksi saatiin tuotantomääriä suuremmiksi. Tämä ei kuitenkaan ollut hyvä ratkaisu ja ongelmia al-

koi tulemaan. Uusi vikaantumismekanismi oli seurausta toisen sukupolven monimutkaisista koneista ja tämä lisäsi myös kunnossapidon määrää ja hallittavuutta. Tuloksena syntyi ehkäisevä kunnossapito. Kustannusten kasvaessa jouduttiin aloittamaan kunnossapidon suunnittelu ja johtaminen, näiden avulla pyrittiin saamaan käytön kustannuksia siedettävälle tasolle ja lisäämään koneiden käytinvarmuutta. (Järviö 2017, 22.)

1970-luvulla käynnistyi kolmas sukupolvi. Amerikkalaisten avaruusprojektien konseptien ja innovaatioiden käyttöönotto teollisuudessa synnytti tämän muutoksen ja näin voitiin asettaa käyttövarmuudet aivan uudelle tasolle. Tutkimus toi uusia lähestymistapoja, työkaluja ja tekniikoita. Tehokkuus ja luotettavuus kasvoivat, kun mm. tuotantokoneiden mekanismien määrä ja automaatio kasvoivat, toimintojen painopisteitä muuttivat uudet teknologiat, kilpailu kiristyi maailmanlaajuisesti ja laitettiin tuotantolaitteisiin vieläkin enemmän pääomaa. Mitä tehokkaammin koneita käytettiin, sitä vähemmän tarvittiin pääomaa. Laadulla, osaamisella, edullisilla hinnoilla ja toimituslupausten pitämisellä vähennettiin paikallisuuden merkitystä kilpailutekijänä. Kunnossapito on aikaisemmin rakentunut enemmän olettamukselle, että vikaantuminen johtuisi käytön määrästä tai rasittavuudesta. Näin on ehkä voinut olla silloin, kun koneet ovat olleet yksinkertaisia. Nykyään koneet ovat monimutkaisia kokonaisuuksiltaan ja niissä on käytetty hyvin erilaisia teknologioita. Raaka-aineet ovat parempia, käytetään tarkempia suunnittelumenetelmiä ja kehittyneempiä valmistusmetodeja. Näistä kaikista johtuen on syntynyt uusia vikaantumismalleja, jotka ovat taas riippumattomia ajasta tai käytön määrästä. (Järviö 2017, 22–23.)

1990-luvulla käynnistyi mikroelektroniikan ja IT-teknologioiden yhteydessä neljäs sukupolvi. Tuotantokoneiden hintojen nouseminen johtui tällöin valmistusprosessien integraatiosta ja automaatiosta. Kunnossapitäjien osaamisvaatimukset muuttuivat, mistä hyvänä esimerkkinä kehityksestä on kunnossapito. Työkalujen ja testauslaitteistojen hinnat nousivat kunnossapidossa ja tuotteiden elinkaaret lyhenivät uuden teknologian myötä. Ennen kuin koneet oli käytetty loppuun, lopuivat tuotteen menekki ja ominaisuudet. Kunnonvalvontaan saatiin uusia työkaluja käynnin valvonnalla ja etävalvonnalla saatiin asiantuntijuutta haastaviinkin paikkoihin. Verkostoituminen muutti toimintamalleja ja ajattelutapoja tehokkaammaksi. (Järviö 2017, 23–24.)

Kunnossapitoalalla nähdään tulevaisuudessa mahdollisuuksia. Kunnossapidon merkitys kasvaa, kun erilaisten investointien osuus vähenee. Kokonaistehokkuuden parantamisessa kunnossapidolla on iso rooli. Kumppanuusajattelu ja kansainvälistyminen nähdään kunnossapidon mahdollisuuksina tulevaisuudessa. Uhkina kunnossapidolle voi tulevaisuudessa olla osaavan työvoiman löytäminen, ikääntyminen kunnossapitohenkilökunnassa, se, että ala ei kiinnosta nuoria ja alalla tarvittava jatkuva kouluttautuminen. (Järviö 2017, 36.)

Nykyään kunnossapito on suuri työllistäjä ja merkittävä liiketoiminta. Kunnossapitoon panostetaan noin 24 miljardia joka vuosi. Työpaikkoja, jotka liittyvät kunnossapitoon, arvioidaan olevan yli 200 000. Näistä noin 50 000 henkilöä toimii jonkin teollisuuden parissa. (Järviö 2017, 31.)

3.2 Kunnossapidon tavoitteet

Kunnossapidossa tavoitteista keskeisimpänä pidetään korkeaa tuotannon kokonaistehokkuutta (KNL) sekä hyvää käyttövarmuutta. Nämä kun hoidetaan oikein, voidaan saada hyvät mahdollisuudet hyvätasoiseen käytettävyyteen ja käyttöasteeseen. Hyvä käyttövarmuus tarkoittaa toiminnan luotettavuuttakin. Tavoitteiden saavuttamista voidaan mitata kunnossapidon tunnusluvulla. (Järviö, 2017, 59.)

Kokonaistehokkuus muodostuu käytettävyydestä, toiminta-asteesta ja laatuker-toimesta. Käytettävyydellä saadaan selville, kuinka tehokkaasti työaika on käytetty, toiminta-aste kertoo kuinka tehokasta tuotantotoiminta on ollut ja laatuker-roin kertoo kuinka suuri osa tuotteista, voidaan toimittaa markkinoille. (Järviö, 2017, 59.)

Käyttövarmuuden tärkeimpiä tekijöitä, joilla voidaan arvioida, mitata ja määritellä kunnossapidettävyyttä ja kunnossapito-ominaisuuksia ovat PSK 6201: 2011 standardin mukaan seuraavat:

Käyntiaika: ajanjakso, jolloin kohde suorittaa vaadittua toimintoa.

Käyttöaika: ajanjakso, joka tarvitaan vaaditun tuotantomäärän tuottamiseen. Käyttöaika sisältää käyntiajan, sekä käytön ja kunnossapidon vaatimat seisokit.

Käyttöaikaan eivät sisälly ulkoisista syistä aiheutuneet seisokit (esimerkiksi lakko, raaka-ainepula ja energiakatkos).

Joutoaika: ajanjakso, jolloin kohde on joutotilassa. Joutotilassa kohdetta ei käytetä, mutta se on toimintakelpoinen ja sille voidaan tehdä kunnossapitotoimenpiteitä.

Valmiusaika: ajanjakso, jolloin kohde on varalla. Koneetta ei käytetä, mutta se on toimintakelpoinen. Varallaoloaikana koneelle voidaan tehdä rajoitetusti kunnossapitotoimenpiteitä.

Ulkoinen toimintakyvyttömyysaika: tila, jossa kohde on toimintakelpoisuustilassa, mutta siltä puuttuvat tarpeelliset ulkoiset resurssit tai se johtuu muiden kuin kunnossapidon suunnitelluista toimenpiteistä. Ulkoinen toimintakyvyttömyystila voi johtua mm. lakoista, energia- tai raaka-ainepulasta tai kysynnän puutteesta.

Toimintakelpoisuustila: tila, jossa kohde kykenee suorittamaan vaaditun toiminnon edellyttäen, että ulkoiset resurssit, jos niitä tarvitaan, ovat saatavilla.

Toimintakelvottomuustila: tila, jossa kohde ei kykene suorittamaan vaadittua toimintoa vian tai ehkäisevän kunnossapidon toimenpiteen vuoksi.

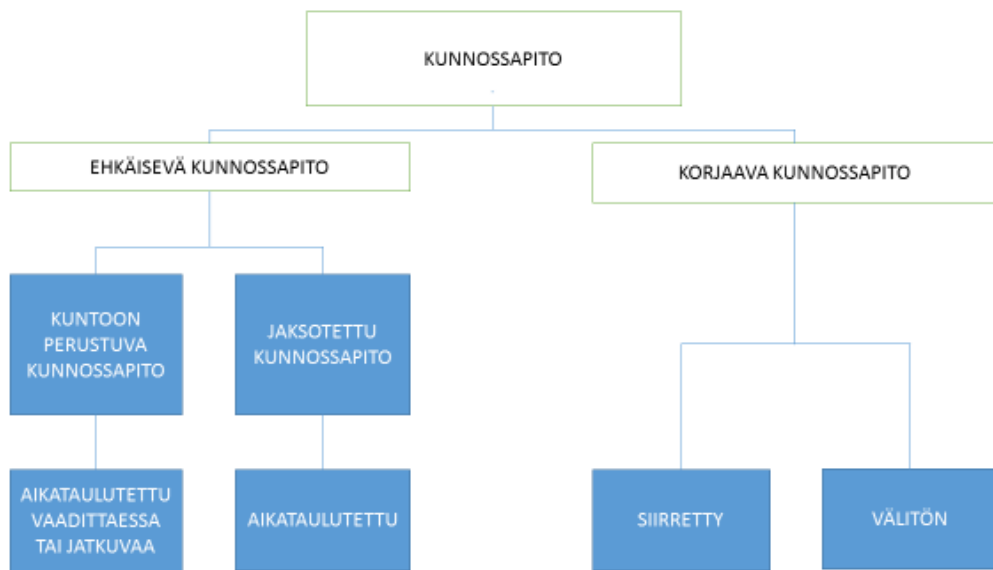
Toimintakelpoisuusaika: ajanjakso, jolloin kohde on toimintakelpoisuustilassa.

Toimintakelvottomuusaika: ajanjakso, jolloin kohde on toimintakelvottomuustilassa.

Toipumisaika: (tuotantoon palauttamisaika): sisältää vian havaitsemisen jälkeen tekniset ja logistiset viiveet, korjaukseen ja ylösajoon (toimintakelpoisuuden palauttamiseen) kuluneen ajan.

3.3 Kunnossapidonlajit

SFS-EN 13306:2010 jakaa vian havaitsemisen mukaan kunnossapitotoimenpiteet. Vika määriteltiin aikaisemmin tilaksi, missä vaadittua toimintoa ei kohde pysty toteuttamaan. Tämän vuoksi ehkäisevään kunnossapitoon sisältyvät kaikki ne toimenpiteet, joita tehdään ennen, kun vika aiheuttaa komponentin toiminnan pysäyttämisen. Kunnossapitolajit nähdään kuviossa 2.



Kuvio 2. Kunnossapitolajit SFS-EN 13306:2010

3.3.1 Korjaava kunnossapito

Korjaava kunnossapito määritellään seuraavasti:

Kunnossapitoa, jota tehdään vian havaitsemisen jälkeen tavoitteena saattaa kohde tilaan, jossa se voi toteuttaa vaaditun toiminnon. (SFS-EN 13306:2010).

Korjaavaa kunnossapitoa on häiriökorjaus, kunnostaminen ja kuntoon perustuva suunniteltu korjaus. (PSK 6201:2011).

Vikaantuvaksi todettu osa tai jokin komponentti palautetaan käyttökuntoon (korjataan) korjaavan kunnossapidon avulla. Osan tai komponentin elinaika voidaan

myös todeta korjaavalla kunnossapidolla sekä korjaava kunnossapito voi olla suunnittelematonta tai suunniteltua. Vian määrittäminen, tunnistaminen ja paikallistaminen sisältyvät korjaavaan kunnossapitoon kuin myös korjaus, väliaikainen korjaus ja toimintakunnon palauttaminen. (Järviö 2017, 51)

3.3.2 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevä kunnossapito määritellään seuraavasti:

Määrätyin välein tai suunniteltujen kriteerien täytyessä pienennetään vikaantumisen mahdollisuutta tai kohteen toiminnan heikkenemistä. (SFS-EN 13306:2010).

Ehkäisevällä kunnossapidolla pidetään yllä kohteen käyttöominaisuuksia, palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai estetään vaurion syntyminen. (PSK 62011:2011).

Suorituskykyä ja sen parametreja voidaan seurata ehkäisevällä kunnossapidolla. Sen avulla pyritään vähentämään vikaantumisen todennäköisyyttä ja toimintakyvyn heikkenemistä koneen/osan toimintakyvyssä. Tämä kunnossapitomenetelmä on aikataulutettua tai jatkuvaa ja sillä voidaan suunnitella ja aikatauluttaa tehtäviä kunnossapidossa. (Järviö 2017, 50.)

Tarkastaminen, kunnonvalvonta, määräystenmukaisuuden toteaminen, testaaminen, käynninvalvonta ja vikaantumistietojen analysointi sisältyvät ennakoivaan kunnossapitoon. Seisokkien aikana ja kohteen toimiessa tehdään kunnonvalvontaa. (Järviö 2017, 50.)

3.3.3 Parantava kunnossapito

Parantavan kunnossapidon tarkoituksena on parantaa kohteen luotettavuutta ja/tai kunnossapidettävyyttä muuttamatta kohteen toimintoa. (PSK 6201:2011).

SFS-EN 13306:2010 ei määrittele tätä käsitettä.

Parantava kunnossapito jaetaan kolmeen erilaiseen pääryhmään. Suorituskykyä ei ensimmäisessä ryhmässä lähdetä muuttamaan, vaikka kohdetta muutetaan

uusimmilla osilla tai komponenteilla kuin alkuperäiset. Esimerkkinä, kun vanhat DC:t muutettiin taajuusohjatuiksi oikosulkumoottoreiksi. (Järviö 2017, 51.)

Toisessa pääryhmässä uudelleensuunnitteluilla ja korjauksilla muutetaan koneen toimintaa luotettavammaksi. Tarkoituksena ei ole parantaa suorituskykyä.

Kolmannessa ryhmässä modernisaatioilla muutetaan kohteen suorituskykyä. Koneita modernisoidessa samalla modernisoidaan valmistusprosessi. Esimerkiksi jos vanhalla valokaariuunilla ei onnistuta tekemään sulaa kannattavasti, mutta laitteella on vielä elinaikaa jäljellä, monesti on järkevämpää vielä uudistaa vanha kuin romuttaa ja ostaa uusi tilalle. (Järviö 2017,51.)

3.3.4 Huolto

Huoltamalla pidetään yllä käyttöominaisuuksia tai palautetaan ennen vian syntymistä heikentynyt toimintakyky. Huolto määritellään seuraavasti:

Jaksotetun kunnossapidon toimenpide, joka sisältää kohteen tarkastamisen, säädön, puhdistamisen, rasvauksen, öljynvaihdon, suodatimen vaihdon ja muut vastaavat toimenpiteet. (PSK 6201:2011).

SFS-EN 13306:2010 -standardista puuttuu huollon määrittelmä.

Kohteen käyttöominaisuuksia pidetään yllä huoltamalla tai jo heikentynyt toimintakyky palautetaan ennen vian syntymistä tai estetään kokonaan kohteen vaurion syntyminen. Jaksotettua huoltoa voidaan tehdä määräväleihin, jotka ilmenevät käyttöajan tai – määrän mukaan, huomioiden myös käytön rasittavuuden. (Järviö 2017, 49.)

Käytön suorittama kunnossapito, puhdistukset, voitelut, huoltamiset, kalibroinnit, kuluvien osien vaihdot ja toimintakyvyn palauttaminen kuuluvat jaksotettuun huoltoon. Tehtävät huollossa ja ehkäisevässä kunnossapidossa saattavat olla päällekkäisiä. (Järviö 2017, 50.)

3.3.5 Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen

Kunnossapidon standardeissa ei ole määritelty vikojen ja vikaantumisen selvittämistä. Tärkeys ymmärretään, mutta harvoissa yrityksissä näiden asioiden hoitaminen on systemaattista. (Järviö 2017, 52.)

Yleensä vian perussy ja vikamuoto selvitetään vikojen ja vikaantumisen selvittämisellä. Toimenpiteitä voidaan tehdä tulosten perusteella, ettei esimerkiksi vahinko pääse uusiutumaan. Yleisimpiä toteutustapoja ovat vika-analyysit, simuloinnit, mallintamiset, juuri syiden selvittämiset, materiaalien- ja suunnittelun analyysit ja riskienhallinta. Nämä ovat tärkeimpiä kunnossapidossa esiintyviä käsitteitä. (Järviö 2017, 52.)

3.4 Kunnossapito Outokummun terästehtaalla

Outokumpu on PSK Standardisointiyhdistyksen Ry:n jäsen, joka toimii keskeisenä kansallisena standardisointilaitoksena. Standardit PSK 6201 (Kunnossapito, käsitteet ja määritelmät) ja PSK 6800 (kriittisyysluokittelu) ovat Outokummulla keskeisiä KUPI-toimintaan liittyviä standardeja. (Outokumpu 2012.)

Vuonna 2011 Tornio Worksissa muutettiin kunnossapitotoiminnan organisoitumista. Päätettiin jakaa keskitetty kunnossapito-osasto tuotanto-osastojen käynnissäpitoon ja keskitettyihin kunnossapitopalveluihin. Käynnissäpidosta muutettiin alueiden käyttöinsinöörien alaisia organisaatioita, joihin osa kunnossapidon henkilöstöstä siirtyivät. Keskitettyihin KUPI-palveluihin siirtyi loput KUPI-henkilöstöstä. Muutoksen myötä saatiin käyttöhenkilöstön rooli kunnossapitotöissä vahvistumaan, muun muassa seisokkien aikana he ovat osa kunnossapidon resursseja. Todettiin myös, että muutoksen avulla käyttöhenkilöstö oppii ylläpitämään paremmin koneitaan ja laitteitaan. Outokumpu pystyy myös muutoksen myötä hyödyntämään omia resurssejaan mahdollisimman tehokkaasti ja joustavasti. Kuviossa 3 nähdään Outokummun kunnossapitolajit, jotka ovat standardin PSK 6201 mukainen. (Outokumpu 2012.)

Kunnossapitolajit /PSK 6201/



Kuvio 3. Kunnossapitolajit PSK 6201. (Outokumpu 2017).

Outokummulla ehkäisevällä kunnossapidolla huolehditaan koneista, lisätään henkilöstön omistajuutta ja kasvatetaan koneiden käytettävyyttä. Toteutetaan tarkastusrutiineita, jolloin asianmukaiset olosuhteet antavat mahdollisuuden havaita vikaantumisen riittävän ajoissa. Näin ollen aikaa jää vian korjauksen suunnitteluun, hankintoihin ja toteutukseen ilman että kone pääsee pysähtymään suunnittelematta. (Outokumpu 2012.)

Korjaavassa kunnossapidossa Outokummulla havaitaan vika lähellä koneen rikkoutumista, joka aina voi johtaa kiireeseen. Osien kuitenkin löytyessä omasta varastosta ja resursseja ollessa tarpeeksi, kiireeltä voidaan välttyä ja ehditään tilanteisiin reagoida ajoissa. Tämä saattaa kuitenkin olla kallista. (Outokumpu 2012.)

Outokummun kunnossapitoon on luotu niin sanottu Tornio Works 5S-Standardin tavoitteet. Kohteissa on huolehdittava, että lika ei aiheuta mitään turvallisuusrisiä (muun muassa liukastuminen tai kompastuminen). Työympäristö pidetään siistinä, jotta siellä on mielekästä tehdä käyttö- ja KUPI- töitä. Siistillä koneen toimintaympäristöllä kannustetaan työntekijöitä pitämään yllä hyvää järjestystä ja siisteyttä muillakin alueilla. Pidetään kaikki työn suorittamiseen liittyvät merkinnät aina näkyvillä. Kone tulee olla tarkastettavissa koneen käyntivarmuuden kannalta

sopivin aikaväleihin ja mahdolliset viat voidaan havaita ajoissa (vuodot, löystyneet kiinnikkeet ynnä muuta). Mittarit tulee olla aina luettavissa koneessa ja huolehditaan myös, ettei lika aiheuta mitään ylimääräistä kulumista/vikaantumista Laatu- virheitä ja koneen toimintaa ei saa lika häiritä. (Outokumpu 2012.)

3.5 Kunnossapidon työturvallisuus

Annettuja ohjeita tulee noudattaa tarkasti, ettei kunnossapito tai huoltotyö aiheuta työntekijälle, laitteelle tai ympäristölle vaaraa. Kone tulee aina muistaa pysäyttää, kun sille tehdään korjausta tai huolletaan. Sähkövirta ja muut paineöljy-, vesi- ja ilmavirtaukset on muistettava sulkea aloittaessa kunnossapitotyöt. On varottava, ettei kuumaa öljyä roisku tyhjennettäessä iholle tai silmiin. Voiteluaineet täytyy valuttaa aina johonkin esimerkiksi kaukaloon eikä lattialle, maahan tai viemäriin. Lattialle joutunut öljy tai rasva on poistettava heti liukastumisvaaran vuoksi. Työt tulee suorittaa aina huolellisesti ja töiden loputtua huolehditaan työstä aiheutuneet jätteet niille kuuluville kierrätyspaikoille. (Ansaharju 2009, 309.)

Outokummun kunnossapitotöiden vaarojen tunnistamisessa ja turvallisuussuunnittelussa määritellään, että kunnossapitotyöt voidaan jakaa vakiotöihin ja vian-/häiriökorjaustöihin. Vakiotyöt ovat säännöllisiä ja toistuvat tietyin väliajoin. Vika-/häiriötöyt ovat muuttuvia ja joiden ajankohta ei ole tiedossa tarkasti. Vaarojen tunnistamiseen ja töiden ohjeistamiseen on menettelytapoja erilaisia, sen perusteella kumpaan työ kuuluu. Vaarojen tunnistaminen ja riskienarviointi tehdään Outokummulla kaikille töille. (Outokumpu 2017d.)

Työn turvallisuussuunnittelulla tehdään pohja turvalliselle työn suoritukselle. Kuitenkaan kaikkia vaaroja ei pystytä etukäteen havainnoimaan ja ohjeistamaan. Resurssien tehokas hyödyntäminen, vaarojen havainnointi työsuunnittelussa, osastoja koskevien ohjeiden ja työkohtaisten ohjeiden huomioiminen sekä yhteensovittaminen ovat pääperiaatteita hyvässä turvallisuussuunnittelussa. (Outokumpu 2017d.)

4 LAAKERIT

Laakerien tehtävänä on tukea ja ohjata pyöriviä ja edestakaisin kiertyviä koneenosia, esimerkiksi akseleita ja luistimia. Nämä voidaan erottaa kuormitustapauksen mukaan säteis- ja aksiaalilaakereihin. Säteislaakerista puhutaan, kun tukivoimat vaikuttavat akselia vastaan kohtisuorassa suunnassa. Aksiaalilaakeri tarvitaan taas, kun laakeriin kohdistuu aksiaalisia voimia. (Björk, T. 2014, 274.)

Laakerit jaetaan niiden rakenteensa mukaan vierintä- ja liukulaakereihin. Vierintälaakereita on kahdentyyppisiä, puhtaasti säteisellä kuormitukselle ja aksiaali-kuormituksen yhdistelmälle. Liukulaakeroinnissa akselin ja laakerin välissä toimii voiteluainekalvo. Nämä molemmat laakerointitavat vaativat oikeaa voitelua. (Björk, T. 2014, 274.)

Maksimikäyttölämpötila määritellään yleensä kaikille laakerityypeille. Laakereissa olevaa lämpötilaa tulee hallita, jotta niiden toiminta säilytetään ja kuluminen vähentyisi. Voitelun avulla saadaan tehtyä lämmön poisvienti laakereista. Voitelemattomissa liukulaakereissa lämmönkesto auttaa oikean laakerimateriaalin valinta. (Björk, T. 2014, 274.)

4.1 Laakerityypit

Pyörivien koneenosien tukemista suunniteltaessa on erityisen tärkeää oikean laakeroinnintavan valitseminen. Kuormitustilanne, tilantarve, lämpötila, voitelun järjestäminen, rakenteen värähtelyt, ympäristöolosuhteet, säteily, tarkkuusvaatimukset, huollon järjestäminen, melunäkökohdat ja kustannukset ovat tärkeitä tekijöitä, jotka kannattaa huomioida tehdessä laakerin valintaa. Laakerit voidaan jakaa eri tyypeihin seuraavasti:

Voitelemattomina toimivat laakerit

Voitelemattomina toimivat laakerit ovat liukulaakeriratkaisuja, joissa yleensä laakerimateriaalina ovat kestumuovit, esimerkiksi polyamidit, teflon tai grafiitti. Voitelua voidaan joutua käyttämään myös näissä joskus.

Itsevoitelevat laakerit

Nämä ovat huokoisia metalliliukulaakereita, jotka ovat voiteluaineella kyllästettyjä. Tavallisesti näissä metallimatriisi on sintrattua rauta- tai pronssijauhetta.

Vierintälaakerit

Kuulat, rullat, kartiot tai tynnyrimäiset sylinterit toimivat näissä vierintäeliminä.

Hydrodynaamiset laakerit

Liukulaakeriratkaisu, jossa voiteluaine laitetaan laakeriin ja laakerin liikkeen vaikutuksesta saadaan aikaiseksi kuormankantava paine. Kaasua voidaan myös käyttää voiteluaineena.

Hydrostaattiset laakerit

Voiteluainekalvon avulla pidetään liukupinnat erillään, joka laitetaan ulkopuolisen ylipaineen avulla laakeriin. Voitelukalvon ylläpitämiseksi ei tarvita pyörimisliikettä.

Yleensä joudutaan valitsemaan liuku- tai vierintälaakeri. Tämän vuoksi on hyvä tuntea kohteen käyttöolosuhteet, johon laakerointia ollaan tekemässä. Laakerityyppien perusominaisuuksien tuntemuksesta, eduista ja haitoista on myös hyötyä. (Björk 2014, 274.)

4.2 Laakerien kestoikä

Laakereiden kestoikälaskelmat voivat vaihdella todellisesti käyttöiästä eri käyttötarkoituksiin. Käyttöikä tarkoittaa laakerin käyttöaika todellisissa käyttöolosuhteissa ennen sen kulumista käyttökelvottomaksi. Tähän voivat vaikuttaa erilaiset tekijät, kuten voitelu, laakerin ympäristö, epäpuhtaustaso, linjaus, asennus ja käyttöolosuhteet, kuten kuormitus, nopeus, lämpötila ja värinätaaso. Kestoikävaatimus on asetettu tarkoituksella asiakkaan tarpeiden, mahdollisten viranomaismääräysten ja laskelmien tai mittausten perusteella. Kokemusperäisiä arvoja käytetään yleensä alustavissa mitoituksissa. Keskeytys- ja korjauskustannuksia ja vaarojakin voi aiheuttaa liian lyhyt ikä, mutta tarpeettoman pitkä ikä taas voi tarkoittaa isoa laakeria sen aiheuttamina kustannuksineen. (Blom, S. 2007, 129; SKF laakerien kunnossapito 2016, 28.)

4.3 Laakerien huolto ja voitelu

Laakeri on yleisin komponentti, johon voitelua tarvitaan. Vierintä- ja lineaarilaakerit sekä nivel- ja liukulaakerit ovat tunnetuimpia teollisuudessa. Pyörivissä koneissa käytetään yleensä vierintälaakereita. Laakereita on mahdollista saada jälki- tai kestovoideltuina. Käyttövarmuuteen ja kunnossapidon kustannuksiin voidaan vaikuttaa, kun huolehditaan laakerin oikeasta voitelusta. Yleensä suurin osa ongelmista teollisuudessa johtuu puutteellisesta tai soveltumattomasta voitelusta. Manuaalisesti voideltavat ovat esimerkiksi ongelmallisempia. (Kunnossapitoyhdistys Promaint ry, 2010.)

Laakerin käyttöikä varmistetaan käyttämällä oikeaa määrää voiteluainetta oikeaan aikaan. Liian suuri tai liian pieni määrä oikeanlaista voiteluainetta voi heikentää laakerin suorituskykyä, jolloin voi tapahtua laakerin rikkoutuminen. Tämä taas voi aiheuttaa kalliin koneen korjauseisokin. Tyypillisimpiä syitä laakerin rikkoutumiselle on väärän voiteluaineen valinta, voitelun puutteellisuus, liika voitelu, tehdään voitelua väärin väliajoin tai voiteluaine ei saavuta laakeria. Tärkeää on myös huolehtia, ettei laakeriin pääse epäpuhtauksia. Laakerivioilta säästytään, kun huolehditaan tehokkaasta voitelusta ja pidetään hyvät voitelukäytännöt. (SKF Laakereiden kunnossapito 2016, 178.)

4.4 Laakerien vaurioituminen

Kaikki laakerit kestävät aikansa ja kuluvat loppuun jossakin vaiheessa. Suunnittelu- tai asennusvirheistä tai laitteen väärästä käytöstä voi aiheutua laakerin ennen aikainen rikkoutuminen. Tavallisimpia syitä vaurioitumiseen voivat olla liian tiukka sovite, voimakas paikoittainen ylikuormitus, vinosti kohdistuva kuormitus ja sen aiheuttama jännitys tai aksiaalinen jännitys.

Sovitteen ollessa liian tiukka se voi johtua vääristä sovitetoleransseista, liian tiukkaan ahtaamisesta tai lämpölaajenemisesta. Vaurio on havaittavissa, jos laakeri ulisee ja lämpenee. Voimakas ylikuormittuminen voi johtua siitä, ettei laakerin sija ole pyöreä. Tämän tyyppisen vaurion huomaa jaksottaisesta äänestä, jota laakeri pitää ja laakerin lämpenemisestä. Vinokuormitus ja sen aiheuttama jännitys voi johtua siitä, että laakeri, jota ei ole tarkoitettu kestämään akselin taipumista, on

asennettu huonosti tai käynti vääristää laakerin paikallaan oloa. Tämän tunnistaa kulumisurasta, joka molemmin puolin keskiviivaa on vinossa. Jännitys akselilla johtuu, kun laakerille ei ole jätetty tarpeeksi liikkumatilaa. Tällöin kulmaurat ovat molemmin puolin renkaan vierintäuran reunassa. (Ansaharju 2009, 166.)

4.5 Laakerien asennus

Laakereiden vaihdossa tarvitaan ammattitaitoa, huolellisuutta ja siisteyttä. Laakeria vaihtavalla työntekijällä on hyvä olla tietoa laakereista, ominaisuuksista, laakereiden käytöstä, merkinnöistä, säilytyksestä, laakerin käsittelystä ja työvälineistä, unohtamatta asennusvaatimuksia. Laakerin vaihtoa tehtäessä on työntekijän hyvä suunnitella työ kokonaisuudessaan. Hänen tulee perehtyä piirustuksiin, osattava hankkia oikeat työkalut ja käytettävät osat. Työjärjestyksestä on myös huolehdittava ja osien järjestyksestä.

Missä laakeri asennetaan, on paikan oltava siisti. Estetään mahdollisen pöly ja lian kulkeutuminen asennusalueelle. Puhtaus, sopivan kuiva ilma ja sopiva lämpötila ovat laakerin asennuksessa tärkeimpiä asioita. Huolellisuudesta ja vastuunottamisesta tulee huolehtia. Pikaisesti tehty laakerin asennus voi toimia mahdollisesti hetken, mutta laakerin tarkoitus on kestää pitkän aikaa. Laakerin vaihdossa asentajalla täytyy olla tuntuma koko työhön, jotta hän pystyy arvioimaan eri tilanteiden kokonaisuuden. Työturvallisuutta on myös tärkeä noudattaa laakerin vaihdossa. (Ansaharju 2009, 152.)

5 TYÖTURVALLISUUS

Turvallisuus on Tornion tehtailla kaikessa toiminnassa keskeisin asia. Tavoitteena on 0 tapaturmaa. Kaikkien linjaorganisaatioiden tukena toimivat turvallisuusorganisaatiot, joihin kuuluu eri toiminta-alueilta erityisasiantuntijoita. Näitä ovat muun muassa työsuojelu, palo- ja pelastustoiminta, ympäristönsuojelu, säteilynsuojelu, kemikaaliturvallisuus, työhygienia ja työterveyshuolto. Turvallisuuteen panostetaan jokaisessa tuotannon vaiheessa, aivan ensi investointien suunnittelusta uuden työntekijän perehdytykseen. Työntekijöiden turvallisuustietämyksiä päivitetään jatkuvasti eri koulutuksilla ja opetuksilla. Turvallisuuskierroksia tehdään tehtaalla säännöllisin väliajoin, jolla pyritään kiinnittämään huomiota henkilöiden turvalliseen käyttäytymiseen. (Outokumpu 2019b.)

5.1 Outokummun terässulaton vaarat

Terässulaton tuotantohalleissa on paljon huomioitavia vaaratekijöitä. Tuotannon aikana ilmenee korkeita lämpötiloja, terässulan roiskeita, liikutellaan suuria massoja, pölyä, melua ja muuta liikennettä, kuten junat ja kuona-ajoneuvot. (Outokumpu 2019b.)

5.2 Turvallisuusluokkien määrittäminen

Outokummun kunnossapitotöiden vaarojen tunnistaminen ja turvallisuussuunnittelu pitävät sisällään turvallisuusluokan valinnan sekä riskien hallintotoimet. Turvallisuusluokan määrittää työn vaativuus suunnittelu- ja turvallisuusmielessä. Työt voidaan jakaa kolmeen eri turvallisuusluokkaan (T1, T2, T3). Nämä eri luokat ohjaavat riskien hallintatoimien sisältöä ja laajuutta. Kun töille valitaan vaativuusluokka, voidaan tällä seurata työnjohtajien kuormitusta ja resursointitarpeita. Tarkistuslista on hyvä apuväline työn turvallisuussuunnittelussa. Outokummulla pidetään tärkeänä työpisteperehdytystä. Tämä tarkoittaa, että työntekijä perehdytetään aina työkohteen ympäristöön ja sen vaaroihin ennen töiden aloittamista. Työntekijän täytyy osata tehdä työ turvallisesti. Useasti vuosihuoltoseisokkeihin turvallisuudesta tehdään erillinen ohje, jota tulee noudattaa koko tarvittavan ajan. Ympäristöasiat ovat myös tärkeitä työnsuunnittelussa ja niitä käsitellään, kun tunnistetaan vaaroja, jolloin myös huomioidaan mahdollisia ympäristövaikutuksia.

Esimerkkinä ovat mm. kunnossapitotoimenpiteen vaikuttaminen prosessiin tai öljy-, tai muun jätteen muodostuminen. Jätteiden käsittely on tehtävä oikeaoppisesti. (Outokumpu 2017.)

5.3 Outokummun riskianalyysi

Standardissa SFS-IEC 60300-3-9 määritellään riskin seuraavasti:

Riski on läsnä kaikessa ihmisen toiminnassa. Se voi liittyä terveyteen, turvallisuuteen, talouteen tai vaikuttaa ympäristöön. Riskien hallinnan tavoite on valvoa, ehkäistä tai pienentää menetyksiä, jotka aiheutuvat hengen menetyksestä, sairaudesta tai vammasta, omaisuusvahingoista tai seurausvahingoista sekä ympäristövaikutuksista.

Riskianalyysi on standardin IEC 60300-3-9 mukaisesti jäsennelty prosessi. Tämä tunnistaa tarkasteltavasta toiminnasta, laitteistosta tai järjestelmästä johtuvien haitallisten seurausten todennäköisyyden ja laajuuden. Fyysinen vahinko ihmiselle, omaisuudelle tai ympäristölle ovat haitallisia seurauksia. Riskianalyysillä pyritään tunnistamaan vaarat, miten todennäköisesti tämä voi tapahtua ja mitkä ovat seuraukset. (Kotkansalo 2017, 19.)

6 KÄÄNTÖLAITTEEN TOIMINNANKUVAUS

Senkan kunnostuspaikka on tehty kahdesta samanlaisesta paikasta, jotka sijaitsevat vierekkäin ja ovat peilikuvia toisistaan. Itäpuolen kunnostuspaikka nähdään kuvassa 7. Kumpikin asema pystyy ottamaan yhtä aikaa senkan kunnostukseen. Senkankunnostuspaikalla senkoille tehdään kunnostustöitä. Kunnostuspaikka on rakennettu jäykästä teräsrakenteesta rasvavoidelluille liukulaakereille. (Kavamet-konepaja Oy 2004, Käyttö- ja huolto-ohjeet.)



Kuva 7. Senkan kunnostuspaikan kääntölaite (itä)

6.1 Tekniset tiedot

Senkan kunnostuspaikan kääntölaitteen teknisissä tiedoissa kerrotaan tarkempia tietoja kääntölaitteeseen liittyen. Näitä tietoja ovat:

Senkka:

Halkaisija	3.150 mm
Maksimikapasiteetti (senkan kokonaispaino)	90 t

Kippaustiedot:

Kippauskulma	+90/180/-135°
Kippausnopeus	0,5 rpm
Lukitusaika	n.10 s
Sähkömoottori	37 kW / 400V - 50 Hz

Lukituslaite:

Lukituslaite	kahdella hydraulisyylinterillä
Lukituslaitteen hydraulikkajärjestelmä	syöttö tehtaan hydraulikasta
Lukituskoukun sylinterien koko (poraus, varsi)	Ø200 / Ø125 mm
Lukitusiskuliike	500 mm

Jousikuormitteinen turvajärjestelmä:

Turvajärjestelmälaite	kahdella hydraulisyylinterillä
Lukituslaitteen hydraulikkajärjestelmä	syöttö tehtaan hydraulikasta
Turvajärjestelmän sylinterien koko (poraus, varsi)	Ø63 / Ø45 mm
Lukitusiskuliike	300 mm

Hydrauliikan syöttö:

Syöttölinjat	syöttö laitoksen hydraulikasta
Normaali käyttöpaine	140 bar

Testauspaine 200 bar

Apulaitteet:

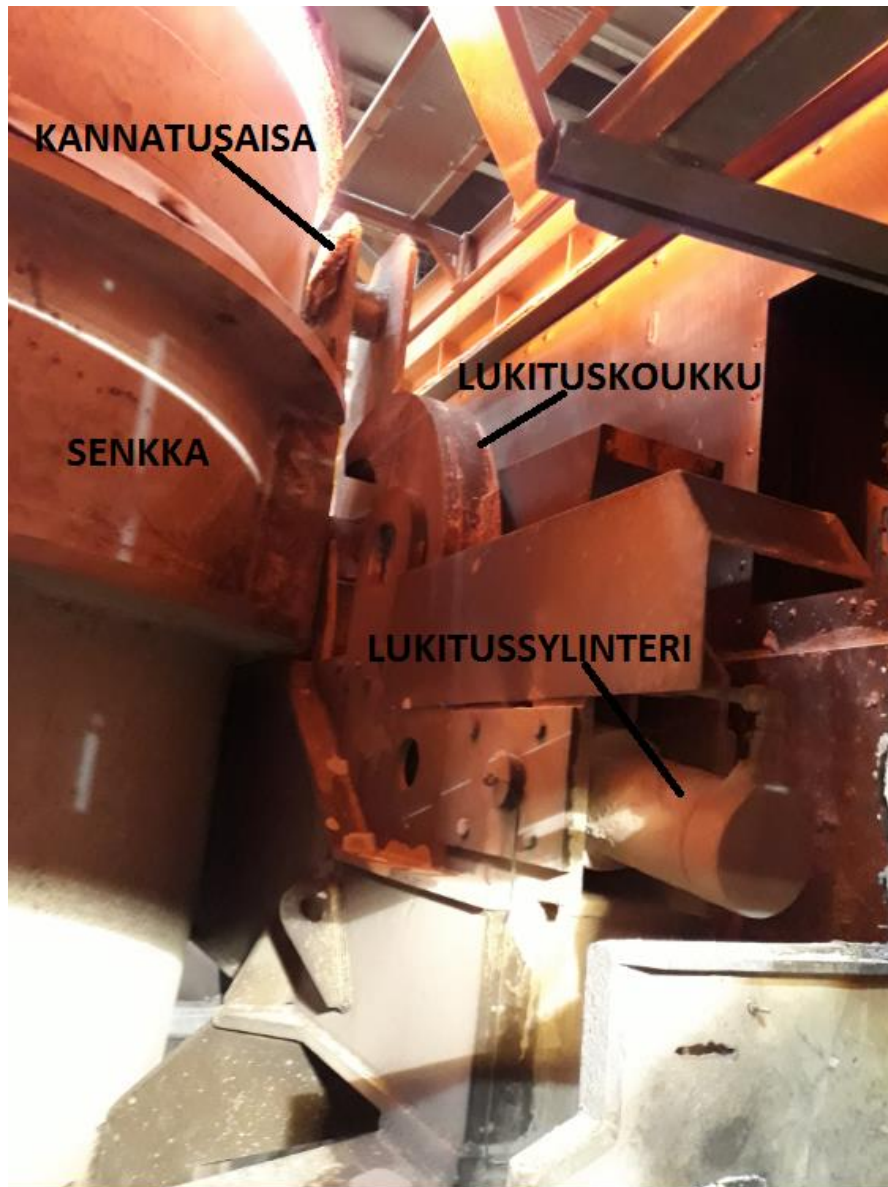
Induktiivisten anturien lukumäärä kippausjärjestelmälle 8

Induktiivisten anturien lukumäärä lukituslaitteelle 6

6.2 Toiminta

Senkan kääntölaite kippaa senkan kannatusaisan ympäri, jotta senkasta saadaan poistettua skollaa. Kääntölaitteen avulla helpotetaan senkan valmistelua myöhempää huoltoa ja uudelleen vuorausta varten. (Kavamet-konepaja Oy 2004, Käyttö- ja huolto-ohjeet.)

Senkan kääntölaitteen tapin koukut toimivat hydraulisesti. Laitteistolle asennetulla rajakatkaisijajärjestelmällä tunnistetaan ja ohjataan 0° ja ±90° ja -135° käyttöasennot. Alla olevassa kuvassa 8 on esitelty senkan kannatusaisa, lukituskoukku ja -sylinteri. (Kavamet-konepaja Oy 2004, Käyttö- ja huolto-ohjeet.)



Kuva 8. Senkan kannatusaisa, lukituskoukku ja lukitussylinteri

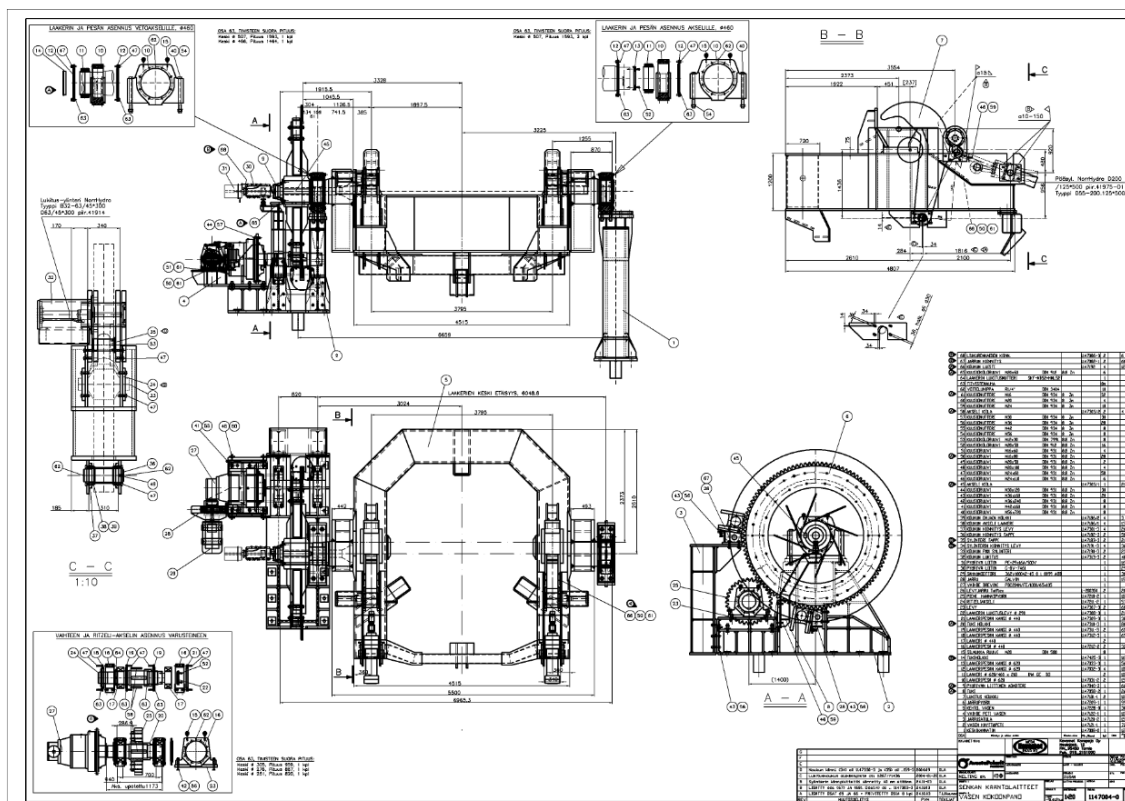
Kääntölaitteen tulee olla 0° asennossa (yläpuoli ylöspäin), kun senkka lasketaan siihen. Kehdon tulee olla tässä vaiheessa vaaka-asennossa ja lukituskoukkujen ulosvedettyinä. Senkka lasketaan kehtoon nosturin avulla ja se tulee keskittää ohjauslevyillä kehtoon käyttöasentoon, joka mahdollistaa lukituskoukkujen kiinnityksen tässä asennossa. Koukut kiinnitetään senkan kannatustapeilla lukiten. (Kavamet-konepaja Oy 2004, Käyttö- ja huolto-ohjeet.)

Senkan kippaus voidaan tämän jälkeen suorittaa (paikallisohjauksotelosta) myötä- tai vastapäivään, jolloin voidaan suorittaa liukusulkimen huolto ($\pm 90^\circ$) ja

skollan irrotus (-135°). Näissä +90 / -135° toimivat pallonivelen ympäri. (Kavamet-konepaja Oy 2004, Käyttö- ja huolto-ohjeet.)

Pääkomponentit

Senkan kääntölaitekokonaisuuteen kuuluu viisi eri pääkomponenttia. Kuvassa 9 nähdään senkan kääntölaitteen kokoonpano. Kääntölaitteesta eli kehdestä on esitetty oma kokoonpanokuva (Liite 2.). (Kavamet-konepaja Oy 2004, Käyttö- ja huolto-ohjeet.)



Kuva 9. Senkan kääntölaitteen kokoonpano

Käyttöyksikkö on sijoitettu kummankin kippausaseman sivuille ja se on kiinteä. Käyttöyksikkö pitää sisällään sähkömoottorin, jarrun, planeettavaihteiston, joka on kytketty suoraan akselille sekä akselin, jolle on asennettu suoraan hammaspyörä. Hammaspyörä on hammastettu tappihammaspyörälle, että hammaspyörä kippaa senka-asemaa asianmukaisella välityssuhteella. (Kavamet-konepaja Oy 2004, Käyttö- ja huolto-ohjeet.)

Lukitusjärjestelmä toimii hydraulisesti toimivilla lukituskoukuilla. Ne lukitsevat kannatustapit istukoille, jotka sijaitsevat asemointirungolla. Turvatappi on asennettu lisäksi, joka lukitsee pääkoukun. Turvatappi on hydraulisesti toimiva. Sama piiri syöttää pyörien jarruja, lukiten kippausaseman kippauksen. (Kavamet-konepaja Oy 2004, Käyttö- ja huolto-ohjeet.)

Piikkausjarrut ovat päällä paineellisena. Mikäli hydraulikkajärjestelmä ei ole käytössä, ei piikkausta saa suorittaa. Sähkön ja hydraulikan syöttö suoritetaan pyörivällä liittimellä kippausaseman liikkuvalla osalla. Laitteisto on myös suunniteltu niin, että argonin syöttölaitteisto voidaan asentaa (suutin ja senkan naaraspuolinen osa) testausta varten senkan huoltovaiheessa. (Kavamet-konepaja Oy 2004, Käyttö- ja huolto-ohjeet.)

6.3 Muu laitteisto

Senkan kunnostuspaikan kääntölaitteen yläpuolella toimii kuumentimen kansi, joka nähdään kuvassa 10 kiinniasennossa. Seisakkipäivinä kunnostuspaikalla on yleensä senkkoja lämmityksessä, jolloin kansi ajetaan kiinni asentoon. Muuten huoltotöiden aikana kuumentimen kansi ajetaan taakse. Samalla kohdalla liikkuu myös huuva omilla kiskoilla, joka poistaa lämmityksestä aiheutuvia savuja / käryjä. (Kuva 11). Huuva on kokonaan oma kokonaisuus kuumentimen kannen päällä. (Liite 1).



Kuva 10. Kuumentimen kansi



Kuva 11. Huuva

7 KÄÄNTÖLAITTEEN LAAKERIT

Liukulaakereilla on joitakin selviä etuja vierintälaakereihin nähden, minkä takia niitä käytetään edelleen vaikeissakin paikoissa. Kuormitussuuntansa mukaan liukulaakeri voidaan jakaa joko säteislaakeriin tai aksiaalilaakereihin. Säteislaakeria pidetään tavallisimpana liukulaakerityyppinä. Tämä voi olla erillinen laakeripesä, joko yksiosainen tai jaettava, jotka ovat valurautaa. Säteislaakerit ovat yleensä avoimia rakenteita, joiden voitelusta pitää huolen voitelunippa. (Ansaharju 2009,136.)

7.1 Senkan kääntölaitteen laakerit

Senkan kääntölaitteessa on kummallakin puolella INA valmistajan tekemät GE 460 – DO rasvavoidellut liukulaakerit. Kuvassa 12 näkyy uusi laakeri pakkauslaatikossa. Laakerit ovat tilattu valmiiksi Outokummun varastotiloihin valmistajalta.



Kuva 12. Uusi GE460 – DO laakeri

Shaefferin INA-laakereita käytetään yleensä suurissa erityisissä kuormituksissa sekä liiketyypeissä, jotka ovat erilaisia mm. kääntyvästä liikkeestä päällystettyyn liikkeeseen. INA-laakerit sopivat hyvin ajoittaiseen tai jaksottaiseen toimintaan. Laakereissa on erinomaiset vaimennusominaisuudet. (Nodes 2016.)

7.2 Liukulaakerimateriaalit

Liukupintojen materiaalin merkitys rajoittuu ainoastaan hydrodynaamisen paineen kestokykyyn ja öljyn hyvään tarttumiseen nestevoitelun alueella. Pintojen koskettaessa toisiinsa, tulevat materiaaliparin mikrolitosten muodostumisherkkyys ja kulumisnopeus merkittäväksi. Molempiin kosketuksen osapuoliin vaikuttaa kuormitus, nopeudet, lämpötilat ja ympäristö eli käyttötilanne. (Björk 2014, 308.)

Laakerin kantokykyyn ei vaikuta laakerin vähäinen kuluminen, jos laakerin kuorman suunta ei muutu ollenkaan. Mikäli kuorman suunta muuttuu koko ajan, voi tämä nousta ratkaisevaksi laakerin kantokykyä ajatellen. Tämä on otettava huomioon myös materiaalivalinnassa, koska kulumisnopeuksissa voi olla hyvin paljon eroja. (Björk 2014, 308.)

Yleisiä liukulaakerimateriaaleilta vaadittuja ominaisuuksia ovat seuraavat:

- sileän liukupinnan valmistaminen onnistuu
- sisäänajo-ominaisuudet ovat hyvät
- voiteluaineen hetkellisesti puuttuessa ei leikkaudu akselin pintaan
- kulumisnopeus on mahdollisimman pieni
- lämpölaajenemiskerroin on hyvin pieni
- muovautumiskykyinen
- lämmönjohtavuus on hyvä
- lämpötilan kohotessa, on staattinen ja dynaaminen lujuus sopiva
- kestää korroosiota

- ottaa hyvin kiinni alusmateriaaliin. (Björk 2014, 308.)

7.3 Liukulaakerien asentaminen

Liukupintojen kuluneisuus vaikuttaa liukulaakerin toimintaan ja tämän vuoksi henkilöiden tulee tarkastaa ensimmäisenä laakerin sekä akselin liukupinnat. Niiden täytyy olla sileäpintaisia ja tarkkamittaisia. Tulee myös tarkastaa, että voitelu-urat ovat oikealla paikalla. (Ansaharju 2009, 139.)

Holkin sopivuus on tarkistettava, kun laakeriholkkia asennetaan. Puristustiukkuuden tulee olla hyvä, ettei holkki pääse pyörimään ulkopinnalle. Laakerirungon reiän suussa ja laakeriulkokulmassa on hyvä olla pieni viiste tai pyörytys, jolloin holkki menee hyvin paikoilleen. Laakeriholkki on hyvä asentaa asennustuurnalla paikoilleen, koska lyömällä se voi vaurioitua. Holkin asennuksen jälkeen on tarkistettava, että akselin ja holkin väliin jää riittävästi välystä kiristämisen jälkeen. Uutta laakeria on hyvä aluksi tarkkailla ja aloittaa laitteen toiminta pienellä kuormituksella sekä seurata samalla laakereiden lämpötilaa ja voitelua. Ajoissa havaittu vaurio on aina helpompi korjata. (Ansaharju 2009, 140.)

7.4 Liukulaakerin voitelu

Rasva- tai öljyvoitelua käytetään yleisimmin liukulaakereissa. Valinta yleensä riippuu koneen tai laitteen teknisistä vaatimuksista, rakenteesta, kuormituksesta ja pyörimisnopeudesta.

Rasvavoitelu

Rasvaa käytetään yleensä voiteluaineena, kun pyörimisnopeudet ja kuormitukset ovat pieniä. Rasva sopii käytettäväksi suojaamattomaan laakerointiin ja myös sellaisiin, joissa on vähän suurempi laakerivälitys. Laakerista ylituleva rasva tekee kerroksen, joka suojaa lialta, pölyltä ja nesteiltä. Käyntilämpötila laakerissa saa nousta enintään noin 60 °C:seen, jos käytetään rasvavoitelua. Lämpötilan noustessa rasvan voitelukyky heikkenee. Rasvan ollessa jäykkää, se vaatii ulkoista painetta tunkeutuakseen liukupintojen väliin.

Öljyvoitelu

Nopeasti pyörivissä koneissa ja laitteissa käytetään öljyvoitelua. Tämä on yleensä huolehdittu kiertovoiteluna, jolloin öljyä kierrättää öljypumppu putkistoa pitkin laakereihin. Öljyvoitelun voi myös toteuttaa käsikäytölläkin, jolloin käytetään tippakannua tai voitelupuristinta. Tällöin voitelukohteissa on voitelunippa tai vain suojakansi. (Ansaharju 2009, 141.)

Senkan kääntölaitteella on voitelu tärkeää kaikille sitä tarvitseville komponenteille / elementeille toiminnan kannalta. Tämän vuoksi tarkastushuolto tulee aina järjestää ja suorittaa tarvittaessa kaikki huoltotoimet. Senkan kääntölaitteelle on oma voitelutaulukko. (Liite 3.) (Kavamet-konepaja Oy 2004, Käyttö- ja huolto-ohjeet 2004.)

8 LAAKERIN VAIHTO

Outokummun terässulaton Linja 1:n senkan kunnostuspaikan kääntölaitteen laakereiden vaihto on ollut suunnitelmissa toteuttaa jo pidemmän aikaa. Ajankohdaksi odotetaan sopivaa vuosihuoltoa. Vanhat rasvavoidellut liukulaakerit INA GE460 – DO on todettu hyväksi ja uudet ovat samanlaiset.

8.1 Projektin vaiheet

Projektia kutsutaan tehtäväkokonaisuudeksi, jolla tulee olla selvä alkamis- ja päättymisajankohta eli elinkaari. Projekti jakautuu elinkaarensa aikana eri vaiheisiin, jotka poikkeavat toisistaan ominaisuuksiltaan ja työskentelytavoiltaan. Kaikissa vaiheissa on omat ongelmansa ja toimintamallinsa. Joskus voidaan joutua vielä palaamaan edelliseen vaiheeseen seuraavan ollessa jo käynnissä. Aina ei voida tarkalleen tietää, missä vaiheessa ollaan projektia menossa. (Ruuska 2008, 22.)

8.1.1 Esivalmistelut

Outokummun terässulaton linja 1:n mekaanisen kunnossapidon työnjohtajalle on tehty KUPI-järjestelmässä työmääräin, jossa on kerrottu itäpuolen senkan kääntölaitteen laakereissa olevan kuluneisuutta. Tarkoituksena on vaihtaa myös kääntölaitteen toimintaan vaikuttava isohammaspyörä, joka näkyy kuvassa 13. Iso hammaspyörä on kiinnitettynä kääntölaittekokonaisuuteen, jolloin sen vaihto on hyvä toteuttaa samaan aikaan. Senkan kääntölaitteen pienihammaspyörä kuvassa 14 vaihdetaan työn ohessa myös uuteen.



Kuva 13. Isohammaspyörä



Kuva 14. Pieni hammaspyörä

Laakereiden vaihto tuodaan esille vuosihuoltotyöpalaverissa jo useampia kuukausia aikaisemmin, kun vuosihuoltotöitä aletaan suunnitella. Toteutuneiksi hyväksytyt työt lisätään vuosihuoltolistaan, esimiehen ne hyväksytyä. Tämän jälkeen voidaan alkaa suunnitella laajemmin työn toteutusta.

Työ valvojana toimii alueen mekaanisen kunnossapidon työnjohtaja. Työhön suunnitellaan projektin ajaksi työskentelemään Outokummun mekaanisen kunnossapidon asentajia arviolta 4 henkilöä, joka voi mahdollisesti vielä muuttua. Ulkopuolisia henkilöitä tarvitaan työn aikana, muun muassa telinmiehiä ja senkka–aseman nosturikuljettaja. Linjan 1 vuorotyönjohtajaa informoidaan vuosihuoltotyöpalaverissa, että senkka – aseman nosturikuljettajaa tarvitaan senkan kääntölaitteen nostotöihin. Aikataulullisesti työhön varataan arviolta 10 työpäivää.

Työnjohtaja tilaa tarvittavat varaosat eli laakerit ja hammaspyörät tehdasalueelle jo aikaisemmin, jotta ne ovat valmiina työn alkaessa. Varaosien tilaukset pitää tehdä useampia kuukausia aikaisemmin ennen vuosihuoltotöiden toteutusta, vaikka ajankohta ei olisi vielä tarkemmin tiedossa. Muista pienemmistä varaosista voidaan tehdä ennen työn aloittamista kartoitusta, että tehdasalueelta niitä löytyy. Kääntölaite eli kehto (Liite 2), jossa on isohammaspyörä (Liite 3), akselit ja laakerit kiinni irrotetaan ja lasketaan laakereiden vaihdon ajaksi tuotantohallin lattialle. Tämän kokonaisuuden alle tulee olla hankittu sopiva I-palkeista rakennettu tukialusta, jonka päälle senkan kääntölaitteen kehto kokonaisuudessaan voidaan laskea ja laakerit voidaan vaihtaa. Tukialustan tulee olla niin korkea, ettei iso hammaspyörä pääse koskettamaan maata.

Senkan kääntölaitteen laakereiden vaihdon aikana tulee noudattaa erityistä varovaisuutta ja määrättyjä turvallisuusohjeita. Työn onnistuttua kokonaisuudessaan saavutetaan sovittu tavoite, joka on asetettu vuosihuoltopalaverissa.

8.1.2 Suunnitteluvaihe

Senkan laakereiden vaihdon suunnitteluvaiheella luodaan edellytykset työn onnistumiselle. Tässä suunnitteluvaiheessa kerrotaan työn tarkoitus, aikataulu, resurssit ja budjetti. Hyvin suunniteltu on aina puoliksi tehty.

Senkan kunnostuspaikan kääntölaite (itäpuoli) on iältään jo yli 10 vuotta vanha. Suurin osa laitteiston kokonaisuudesta on alkuperäistä, jolloin korjaustoimenpiteet katsotaan tarpeelliseksi toteuttaa. On havaittu myös, että iso hammaspyörä hankaa säteen suunnassa runkoon. Korjaustyön ollessa suuri on vuosihuollon ajankohta oikea.

Senkan kääntölaitteeseen on tehty pieni muotoisia kunnossapitotöitä aikaisemmin, muun muassa ison hammasrattaan jarrujen huoltoa (kuva 15) ja letkujen vaihtoa eripuolelle kääntölaitetta. Ennen laakereiden vaihtoa on tarkoituksena vielä vaihtaa:

- koukkujen lukitussylintereiden alakorvakot
- laakeriholkit ja vastimet
- koukun kiinnitystapit ja alakorvakkolevyt.



Kuva 15. Ison hammaspyörän jarrut

Senkan kääntölaitteen toimintavarmuutta parannetaan työn toteutuksella ja laitteistolle taataan pidempää käyttöikää. Ennakoivaa kunnossapitoa tehtäessä vältytään jatkossa yllättäviltä suuremmilta vahingoilta. Kääntölaite on tärkeä osa tuotantoprosessia ja sen toimintaa edellytetään jatkuvasti. Minkä kunnostuksen avulla pystytään takaamaan laitteen toimivuus ja turvaamaan tuotannon käynnissä pysyminen.

Senkan kääntölaitteen laakerit vaihdetaan. Purun yhteydessä tehdään myös muita kunnostuksia, jotka on mahdollista toteuttaa.

Yhtenä onnistumisen edellytyksenä pidetään sitä, että työ toteutetaan suunnitelluin työvaihein tavoitteeseen pääsemiseksi. Tavoitteena on saada toteutettua suunnitelmat, jotka on esitetty esimiehelle vuosihuoltotyöpalaverissa. Työn aikana pyritään noudattamaan työvaiheiden ohjeistuksia ja näin pysytään suunnitellussa aikataulussa. Hyvällä työturvallisuudella ehkäistään tapaturmien sattuminen huoltotöiden aikana ja tavoitteena on nolla tapaturmaa.

Kunnostustöiden yhteydessä ei lähdetä laajentamaan korjaustoimintoja. Toki mahdolliset ja aikatauluun vaikuttamattomat viat ja ne, jotka vaikuttavat laitteen toimintaan, korjataan ja joilla on laitteen toimintaan vaikuttavia tekijöitä. Työn aikana voidaan kirjata ylös seuraavaa huoltoa ajatellen korjausehdotuksia. Työ on rajattu sopivaksi vuosihuoltotyöaikatauluun nähden.

Resurssitarve on suunniteltu valmiiksi ja työlle on nimetty työnvalvoja. Sähkökunnossapidon asentajia tarvitaan työn purku- ja käynnistysvaiheessa tekemään laitteisto virrattomaksi. Näistä toimenpiteistä mekaanisen kunnossapidon työnjohtaja ottaa yhteyttä sähköpuolen työnjohtajaan työn edettyä siihen vaiheeseen. Purkutyön edetessä tarvitaan ulkopuolista työvoimaa telineiden tekemiseen. Työnjohtaja tekee urakoitsijalle työtilauksen, jossa arvio henkilömäärästä tähän työvaiheeseen. Tämä on noin 3 – 4 henkilöä. Vuosihuollon töistä on tietoinen myös linja 1:n vuoromestari, jonka kautta työnjohtaja tilaa tarvittaviin ajankohtiin senkka–aseman nosturikuljettajan. Laakereiden vaihtotyöhön valitaan harkiten toimivia työpareja, joilla on mahdollisesti kokemusta vastaavanlaisista työtehtävistä. Henkilöt jaetaan pareittain tekemään eri työvaiheita. Jaetaan vastuu-alueita, jolloin työtä on helpompi seurata ja arvioida. Henkilöitä ohjeistetaan komm

8.1.3 Toteutusvaihe

Viikkoa ennen työn aloitusta työnjohtaja hankkii suurimmat varaosat lähemmäksi kohdetta. Outokummun terästehtaan tavarat säilytetään varastossa, jonne ne on numeroitu omalla materiaalikoodilla, MAKO-numerolla. Näin varaosat ovat helposti löydettävissä. Työn laakerit haetaan ja kuljetetaan tehdasalueen varastotiloista säilytykseen terässulaton oven 22 sisäpuolelle, jossa sijaitsee iso- ja pienenhammaspyörä. Huolehditaan kuitenkin, että varaosat eivät ole tiellä kyseisessä paikassa viikon aikana tuotannon ollessa käynnissä. Vaihtotyön nostotoimenpiteisiin tarvittavat isot kettingit hankitaan muuraushallilta samaan paikkaan. I-palkeista tehty tukialusta, joka laitetaan huoltoalueella kehdon alle huoltotyön ajaksi, toimitetaan muiden varaosien luokse. Telineet tilataan aikaisemmin, kun tarve on jo tiedossa. Tällöin tilaus ei aiheuta odotusaikaa myöhemmässä vaiheessa, kun asentajat tarvitsevat telineitä.

Laakereiden vaihtotyö aloitettaessa mekaanisen kunnossapidon asentajat huolehtivat suojavarusteistaan ja hankkivat itselleen henkilökohtaiset turvavaljaat, joita tarvitsevat senkan laakereiden vaihtotyökohteessa. Työn lähtiessä käyntiin on ensimmäisenä mekaanisen kunnossapidon työnjohtajan hyvä tilata Lassila & Tikanojan imuriauto imuroimaan kalkkipöly kääntölaitteelta ja rakenteista. Näin tehdään työskentely-ympäristö asianmukaiseksi ennen töiden aloittamista.

Asentajat käyvät ilmoittautumassa turvallisuusohjeistusten mukaan senkka-asema 1 valvomoon. Siellä työntekijöiden, niin kuin työn myöhäisemmässä vaiheessa muidenkin osallistujien, tulee laittaa nimet, puhelinnumerot, työn aloitusaika ja työskentelykohde ilmoitustaululle. Ennen töiden aloittamista on turvallisuusmääräysten mukaan tehtävä myös vahingonkäynnistymisen esto ja turvalukitukset. Jokaisen henkilön tulee lukita tarvittavat kytkimet omalla lukolla. Nimet, puhelinnumerot, aloitusaika, työskentelykohde ja lukkonumero merkitään senkka-asema 1:n valvomossa olevaan lukkokansioon.

Senkka-aseman prosessityöntekijää pyydetään ajamaan senkkavaunut, jotka nähdään kuvassa 16, kokonaan länsipäähän, jolloin saadaan tilaa purettaville rakenteille. Senkan kunnostuspaikan ovi ajetaan pois tieltä länsipuolen kunnostus-

paikan kohdalle, mikäli ovea ei tarvitse poistaa paikoiltaan. Senkan kääntölaitteen yläpuolella toimiva kuumentimen kansi ja huuva ajetaan taakse huoltotöiden ajaksi.



Kuva 16. Senkkavaunut

Senkan kunnostuspaikalla olevat kauko-ohjaimet on hyvä ottaa pois ja säilytykseen yhdelle henkilölle, joka tietää, ettei niitä kukaan voi käyttää työn käynnistyttyä ja töiden aikana. Tämä voi olla työaikana toimiva valvoja, työnjohtaja.

Tuotantohallista asentajat käyvät tyhjentämässä huoltotöihin tarvittavan alueen, joka on sovittu vuosihuoltotyöpalavereissa. He tekevät tilan myös irrotettaville rakenteille senkkavaunujen kohdalle. Senkan kääntölaite kokonaisuudessaan huolletaan huoltoalueella lattiatasolla kuvassa 17. Huoltoalue tyhjenetään kokonaan, jolloin alueelle saadaan tarvittava työskentelytila laakereiden vaihtoon. Vuosihuollon ajaksi on hankittu teräsulatolle suoja-aitoja, joita tulee käyttää huoltotöissä. Näillä asentajat rajaavat huoltoalueen ja senkan kunnostuspaikan, jossa

työmaat sijaitsevat. Suoja-aitoihin kiinnitetään kyltit, joista löytyy työn nimi, työnvalvojan nimi eli nimetty työnjohtaja ja puhelinnumero. Mikäli jollakin tulee tarvetta kulkea alueella, on hänen ilmoitauduttava kyltissä näkyvälle työnjohtajalle.



Kuva 17. Huoltoalue

Viimeisenä tehdään turvalukitukset kaikkiin tarvittaviin turvakytkimiin turvallisuusmääräysten mukaisesti. Jokainen asentaja laittaa oman turvalukon kytkimiin sekä kiinnittää - Älä kytke - turvakortin. Kortista tulee ilmi työ, asentajan nimi ja puhelinnumero. Kaikki edellä mainitut pitää asentajien poistaa henkilökohtaisesti työn päätyttyä, jolloin varmistutaan, ettei kukaan ole enää alueella käynnistettäessä laitteistoa.

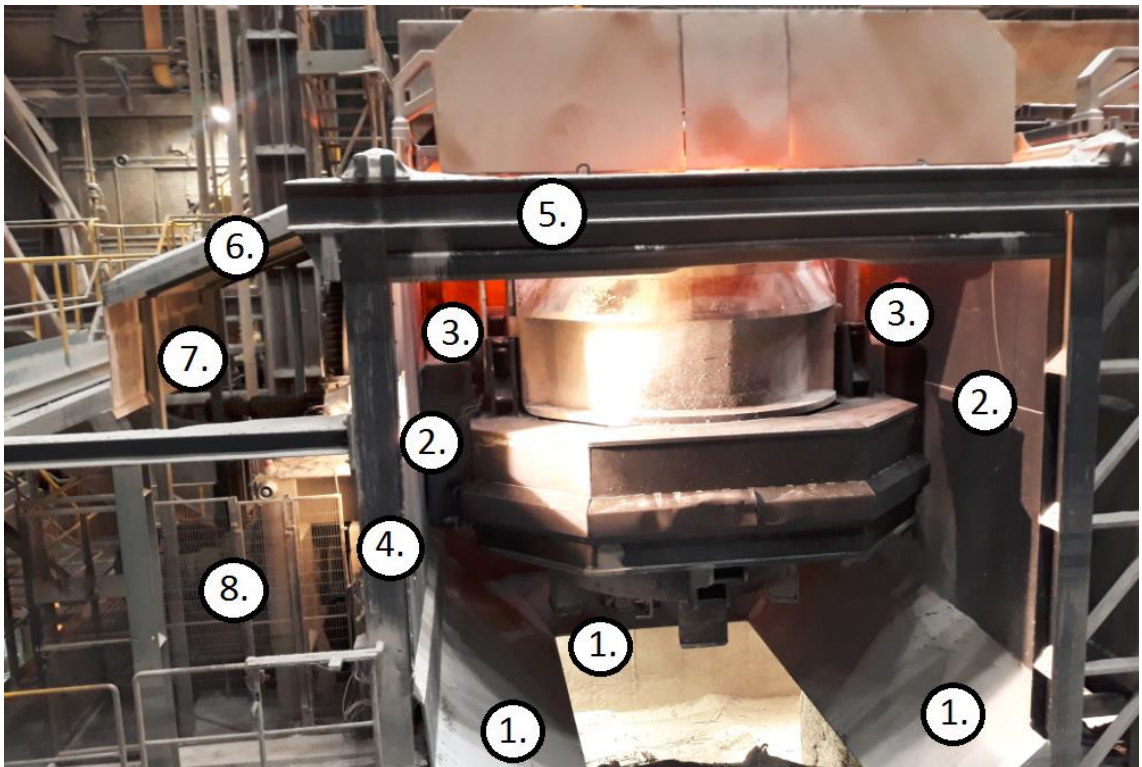
Kaikkien turvalukitusten jälkeen työnjohtajan tilaa sähkökunnossapidon työnjohtajalta pätevät sähköasentajat tekemään sähkömoottorin irtikytkennän verkosta. Mekaanisen kunnossapidon asentajat tekevät hydraulikkajärjestelmän paineettomaksi.

Valmistelevien töiden ollessa valmis ja kun todetaan että työ on turvallista aloittaa, voidaan alkaa suorittamaan laakereiden vaihtotyö.

Sähkö- ja hydrauliiikan kytkennät puretaan ohjeistusten mukaisesti. Toinen asentajapari voi alkaa irrottaa ison hammaspyörän puolelta olevia liittimiä ja hydrauliiקהletkuja. Sama piiri syöttää hammaspyörien jarruihin. Tarkistetaan huolellisesti, että kaikki liittimet ja letkut ovat varmasti irrotettu.

Jarruleuat irrotetaan kytkinpuolikkaalta, jonka jälkeen seuraavaksi irrotetaan kytkinpuolikkaan lukituslaipan kiinnityskomponentit. Tämä poistetaan kartiohammasvaihdelaatikon navalta, irrotetaan ja poistetaan jarrun kiinnityskomponentit. Tämän jälkeen voidaan siirtää nämä pois alueelta.

Vanhan laitteiston purkaa lähdetään toteuttamaan aluksi purkamalla senkan kääntölaitteelta rakenteita ja suojalevyjä, jotka näkyvät kuvassa 18. Kuvan alapuolella näkyy irrotettavat osat numeroilla. Korvakoja hitsataan rakenteisiin tarvittaessa, joista nosturin avulla saadaan ne nostettua säilytysalueelle. Kuvassa 19 nähdään purettavat osat isonhammasrattaan yläpuolelta.

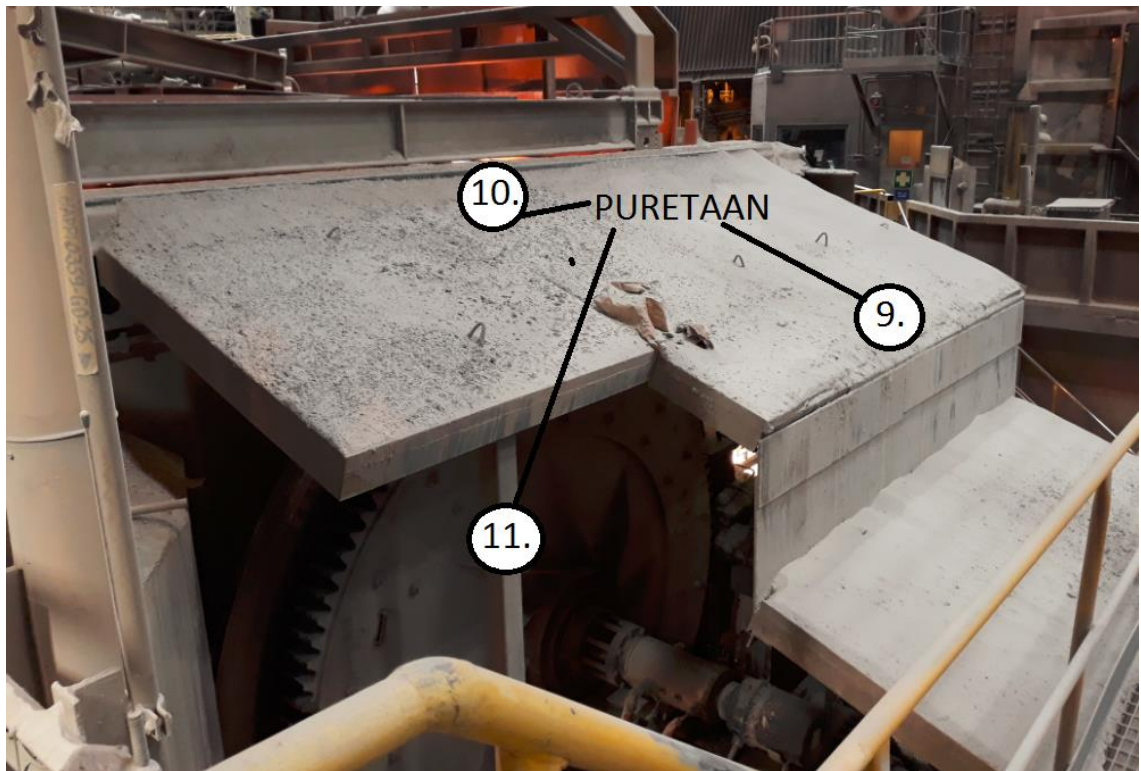


Kuva 18. Purettavat rakenteet

Kuvan numerot ovat:

1. Alasuppilot
2. Keskiseinä
3. Laakerien päällä olevat suojalevyt
4. Laitaseinä
5. Teräspalkki
6. Suojakatos
7. Suojakatoksen teräspalkki
8. Suoja – aidat

Purettujen rakenteiden jälkeen tilataan telineet kummallekin puolelle kääntölaitetta laakereiden alapuolelle. Telineillä työskenneltäessä asentajilla on oltava turvavaljaat. Näissä kohdissa työskennellessä on putoamisvaara. Telineiden ollessa valmis päästään irrottamaan laakeripesien pultit ja mutterit rungosta.



Kuva 19. Puretaan rakenteet

Isonhammaspyörän ympäristöstä puretaan suoja pois, jolloin isonhammaspyörän irrotus onnistuu paremmin. Seuraavat osat puretaan:

9. Isonhammaspyörän suojakatos

10. Sivuttainen teräspalkki

11. Suojakatoksen teräspalkki

Raskasta kääntölaitekokonaisuutta lähtiessä nostamaan ja kuljettamaan huoltoalueelle, aiheutuu siltanosturin alapuolelle vaara-alue. Henkilöitä on ohjattava katsomaan ja varmistamaan ettei kukaan pääse kävelemään kuorman alle nostotyön ja kuljetuksen aikana. Kiinnitetään kääntölaite nelihaara ketteillä nostokorvakoista. Nostotöissä käytetään 100 t siltanosturia. Isohammaspyörä täytyy ottaa myös tuentaan, ettei kääntölaite pääse kippaamaan noston aikana. Painopiste sijoittuu ison hammaspyörän päähän, mikä on huomioitava kiinnittäessä kettinkejä. Nostotöissä on noudatettava erityistä varovaisuutta. Nosto- ja siirtotyöstä tiedotetaan vuosihuoltotyöpalaverissa muita vuosihuollon työnjohtajia, jotka voivat informoida omaa henkilöstöä kulkemisen varovaisuudesta.

Huoltoalueella kääntölaitteistoa laskiessa sen alle sijoitetaan I-palkeista rakennettu tukialusta, jotka ovat sen verran korkeat, ettei iso hammaspyörä pääse koskettamaan maata. Tukien täytyy olla niin tukevia, ettei ole turvallisuusriskiä kääntölaitteiston putoamisesta.

Vaihtotyön alkaessa voidaan organisoida työvaiheita niin, että toinen työpari alkaa purkaa laakereita ja toinen työpari alkaa purkaa isoa hammaspyörää.

Laakeria aloitettaessa purkamaan on ensimmäisenä irrotettava laakeripesän päätylaipat ja kiinnityspultit. Tämän jälkeen päästään liu'uttamaan laakeri pois paikoiltaan ulosvetäjän avulla. Vanhan laakerin poistettua laakeripesä puhdistetaan hyvin ennen kuin uutta laakeria voidaan alkaa laittamaan paikoilleen. Tiivisteet vaihdetaan kokonaan uusiin, jotka ovat huopatiivistenauhaa. Laakereiden vaihtotyössä olevat mekaanisen kunnossapidon asentajat ovat ammattilaisia ja ovat tehneet aikaisemmin vastaavanlaisia töitä. He osaavat huomioida laakerin vaihdossa tarvittavia asioita ja piirustukset tukevat heidän toimintaa. Huoltoalue

on huolehdittu siistiksi ja estetty ylimääräisen pölyn ja lian kulkeutuminen alueelle. Työ suoritetaan siihen tarvittavan ajanpuitteissa, mikäli jotakin virheitä asennuksessa sattuu, voi se koitua myöhemmin suureksikin ongelmaksi. Toisen puolen laakerin ollessa vaihdettu voi työpari vaihtaa toisen puolen samalla tavalla.

Alettaessa vaihtamaan isoa hammaspyörää aloitetaan työ irrottamalla hammaspyörän pyörivät liittimet ja pyörivän liittimen adapteri ja napa, jotka näkyvät kuvassa 20.



Kuva 20. Purettavat osat isolta hammasrattaalta

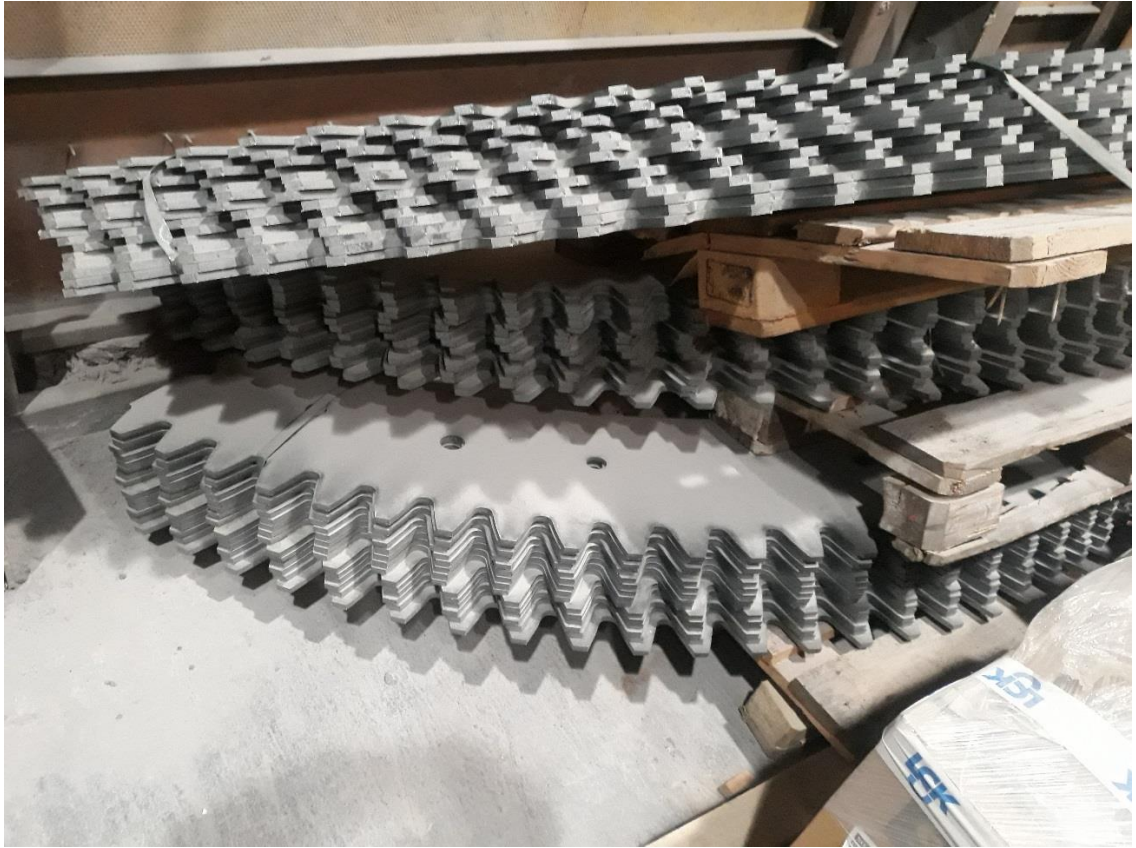
Pyörivä liitin otetaan kannatukseen irrotuksen aikana, jonka jälkeen se on valmis poistoa varten. Tehdasalueelta löytyy tarvittaessa uusi pyörivä liitin, jonka voi vaihtaa tarvittaessa. Irrotetaan navan kiinnityspultit ja poistetaan napa. Poistetaan akselien päätylaipat ja niitä kiinnittävät pultit. Tämän jälkeen isohammaspyörä, joka on nosturissa kannatuksessa, voidaan liu'uttaa pystysuunnassa ve-toakselia pitkin, huolellisesti, ottaen huomioon samalla kokonaisuus (paino ja mi-

tat). Apuna joudutaan tässä vaiheessa käyttämään useampaa tunkkia tai ulosvetäjää akselilta irrottamista varten. Yli 100 asteen irrotuslämpötilojen käyttö on kielletty, jotta jarrupyörän suoruus säilyisi.

Uusi iso hammaspyörä kootaan lattialla eri osista uudeksi kokonaisuudeksi, jonka jälkeen se nostetaan takaisin paikoilleen. Iso hammaspyörä (Liite 3) sisältää:

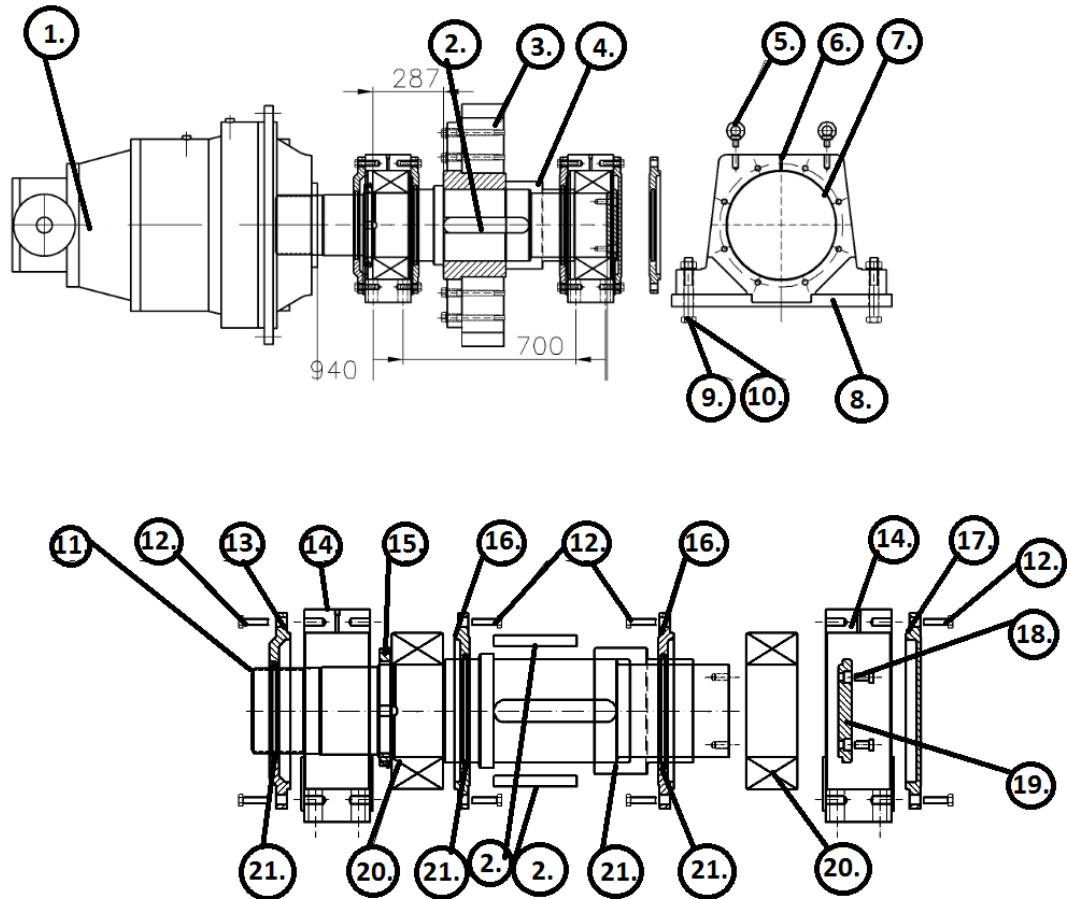
- 45 kpl:tta hammas segmenttejä, joita nähdään kuvassa 21.
- kiinteän- ja irtorenkään
- navan
- 16 kpl:tta ripoja
- useamman hevosenkengän
- kohdistustapin
- aluslaattoja
- väliholkin
- kaksi välirengasta.

Kiinnitykset tehdään kuusioruuveilla ja -muttereilla. Ison hammasrattaan ko-
koamiseen löytyy oma ohjeistus Kavamet-konepaja Oy 2004, Käyttö- ja huolto-
ohjeista.



Kuva 21. Ison hammaspyörän segmenttejä

Pieni hammaspyörä pitää irrottaa kokonaisena ryhmänä, joka nähdään kuvassa 22 komponentteineen. Ensimmäisenä irrotetaan ja poistetaan laakeripesän, akselin, hammaspyörän kiinnityspultit. Näiden jälkeen voidaan koko ryhmä nostaa huoltoalueelle. Tämän huoltotyölle voidaan katsoa vapaa huoltoalue joko läheisyydestä tai tuoda se kunnossapitohalliin.



Kuva 22. Pieni hammasratas kokonaisuus

- | | | |
|----------------------|------------------------|---------|
| 1. Vaihde Brevini | PDC204N/FE/1000/65x105 | |
| 2. Akseli kiila | | |
| 3. Pieni hammaspyörä | | |
| 4. Tuki holkki | | |
| 5. Silmukkaruuvi | M20 | DIN580 |
| 6. Voitelunippa | R1/4 | DIN3404 |
| 7. Laakeripesä | Ø440 | |
| 8. Levy | | |
| 9. Kuusioruuvi | M36x240 | DIN931 |

10. Kuusimutteri	M36	DIN934
11. Ritzelin akseli		
12. Kuusioruuvi	M24x60	DIN931
13. Laakeripesän kansi	Ø440	
14. Laakeripesä	Ø440	
15. Laakerin lukitusmutteri	SKF-MB52+HML52T	
16. Laakeripesän kansi	Ø440	
17. Laakeripesän kansi	Ø440	
18. Kuusiokoloruuvi	M20x50	DIN912
19. Laakerin lukituslevy	Ø290	
20. Laakeri	Ø440	
21. Tiivistenauha		

Ensimmäisenä pitää irrottaa ja poistaa laippojen pultit, joilla lukitaan laakerit. Tämän jälkeen voidaan irrottaa akselin päätylaippa kiinnityspultteineen. Vaihteen puolelta poistetaan lukkoprikat ja rengasmutterit, joiden poistamiseen tarvitaan asianmukaista avainta. Laakeri voidaan nyt poistaa. Pienen hammaspyörön vaihdon jälkeen voidaan tarkastaa laakereiden kunto ja tehdä yleiskatsaus muihin osiin. Kun aloitetaan kasaaminen, noudatetaan päinvastaista järjestystä. Liitteessä 4 nähdään pienen hammaspyörän kokoonpanokuva.

Asentajien tulee huolehtia, että työ toteutuksen yhteydessä vaihdetaan kaikki huomioitavat vaurioituneet osat ja vaihdetaan myös kaikki tiivisterenkaat laipoilta.

Kun kääntölaitteen molempien puolien laakerit ja isohammasratas on vaihdettu, valmistaudutaan viemään koko ryhmä takaisin senkan kunnostuspaikalle. Huolehditaan nostokuljetuksen aikana alueen valvonnasta. Kääntölaite kuljetetaan ja asennetaan takaisin huoltopaikalle. Tätä ennen on puhdistettava tarvittavat koh-

dat ison hammaspyörän ja laakeripesien kohdalta. Asentajat alkavat kiinnittämään laitteistoa. Laakeripesien mutterit ja pultit kiinnitetään. Tehdään liittimien ja letkujen kytkennät. Puhdistetaan ja katsotaan ettei liitosten takaisin laitossa joudu pölyä tai likaa liittimiin. Kaikkien kiinnitysten jälkeen voidaan alkaa laittaa takaisin hydraulikkapaineet ja kytkeä sähkönsyöttö takaisin varovaisuutta noudattaen.

Jokainen työhön määrätty asentaja purkaa turvalukitukset oman turvalukon osalta.

8.1.4 Koekäyttö

Senkan kääntölaite on koekäytettävä ennen kuin se luovutetaan varsinaiseen käyttöön. Koekäytön aikana seurataan mm. kääntölaitteen toimivuutta. Tähän vaiheeseen on varattu sovittu aika suunniteltaessa aikataulua. Koekäyttöajasta on mahdollista vähentää aikaa, mikäli laakeri vaihtotyön aikana tulee vastaan ongelmia, jotka vaikuttavat työn valmistumiseen. Kuitenkin koekäyttö tehdään huolellisesti ja osoitetaan, että tuotanto voidaan aloittaa vuosihuollon jälkeen normaalisti.

8.1.5 Projektin lopetusvaihe

Senkan kääntölaitteen toimiessa aloitetaan lopputyöt. Kiinnitetään kaikki puretut rakenteet ja suoja pellit takaisin siltanosturin avustuksella. Telineiden purku voidaan sopia, kun asentajat eivät enää niitä tarvitse. Alueet siivotaan ja puhdistetaan hyvin sekä huolehditaan ettei alueille jää mitään työn jäljiltä olevaa. Suoja-aidat voidaan purkaa pois ja toimitetaan ne niille kuuluville paikoille. Viimeisenä käydään ilmoittautumassa valvomossa (SA1), poistetaan ilmoitustaululta nimet, joihin merkataan paluu aika ja allekirjoitus. Myös valvomossa (SA1) olevaan lukkokansioon muistetaan laittaa poistumisaika ja allekirjoitus. Laitteisto luovutetaan prosessin käyttöön.

8.2 Nostosuunnitelma

Vaikeita nostotöitä tehtäessä täytyy aina tehdä kirjallinen nostosuunnitelma. Työtaturman tai taloudellisen menetyksen riski on aina nostotyötä tehtäessä. Suunniteltaessa nostotöitä on mahdollisuuksien mukaan hyvä olla suunnittelussa

matkassa myös kyseinen nosturinkuljettaja. Työn nostotyövaiheita suunniteltaessa on selvitetty, millä nostotyöt voidaan suorittaa ja minkälaisilla menetelmillä. Työssä päänostokoneeksi on valittu siltanosturi, jonka kapasiteetti on 100 t. Kaikkien työssä käytettävien apuvälineiden on oltava tarkoituksenmukaisia ja tarkastettuja.

Lähdettäessä suorittamaan nostoa ja taakan ollessa irti, varmistetaan kaikki kiinnitykset huolellisesti läpi. Asentajat ovat läheisyydessä ja tarkkailemassa nostotyön onnistumisen. Asentajat ovat tietoisia vaaranpaikoista ja tietävät, mitkä ovat seuraavia työvaiheita. Nostotyöstä aiheutuvat vaaratilanteet on tunnistettava ja pyrittävä ne poistamaan. He ohjeistavat siltanosturin kuljettajaa, kun taakka kuljetetaan huoltoalueelle.

Nostosuunnitelma laadittaessa on selvitetty taakan kokonaispaino, muoto, nostoasento ja painopiste. Piirustuksista on laskettu kaikkien nostoon vaikuttavien komponenttien painot, joista on saatu kokonaispaino nostoa varten. Kääntölaitetta nostaessa on sen oltava koko ajan tasapainossa ja nosturikuljettajan hallinnassa. Noston putoamisen estämiseksi on suunniteltu taakan tukeminen nostovaiheessa, kiinnityskohdat varmistettu ja kulkureitti huoltoalueelle. Huolto-alueelle saapuessa ennen taakan laskemista varmistetaan laskualustat ja kääntölaitteen tuenta ennen kuin nostoapuvälineet irrotetaan kääntölaitteesta.

8.3 Työturvallisuus ja riskianalyysi

Senkan kunnostuspaikkaa, jossa kääntölaite toimii, katsotaan terässlaturon potentiaalisesti vaaralliseksi alueeksi. Koko henkilöstö, joka työskentelee alueella, tulee ohjeistaa mahdollisia vaaroja varten. Käyttö- ja huoltohenkilökunnan tulee käyttää sopivia suojavarusteita tehtävänsä mukaan. Seuraavat henkilökohtaiset suojavarusteet ovat pakollisia alueella työskennellessä: kypärä, suojalasit, kuulosuojaimet, palonkestävät työvaatteet, vahvistetut suojakäsineet ja metallikärjellä varustetut turvakengät. Kaikkien alueella toimivien työntekijöiden tulee noudattaa turvallisuusmääräyksiä. (Kavamet-konepaja Oy 2004, Käyttö- ja huolto-ohjeet.)

Ennen kuin aloitetaan mitään huoltotoimia kääntölaitteistolla, tulee tehon syöttö katkaista. Turvallisuusohjeissa määrätty käynnistyksen estäminen on tehtävä

kohteessa ennen töiden aloittamista, mikä ehdottomasti estää vahinkokäynnistymisen. Turvatoimet tulee suorittaa ennen minkään työn aloittamista kohteessa. Huolto alue tulee rajata ja rajauksiin on laitettava ilmoituskyllit, joissa näkyy huoltopaikka, vastuuhenkilö (työnjohtaja) ja puhelinnumero. (Kavamet-konepaja Oy 2004, Käyttö- ja huolto-ohjeet.)

Kääntölaitteen laakereiden vaihtoon henkilöiden tulee olla päteviä. He varustautuvat kaikilla huollossa tarvittavilla työkaluilla ja toimivat sellaisen johdon alaisena, joka tuntee täysin laitteiston toiminnan. Huoltoalueella olevilla työntekijöillä on oltava turvavaljaat työskennellessä sellaisilla paikoilla, joissa on putoamisvaara. Kaikki sähkökytkennät tulee suorittaa Outokummun oma pätevä sähköasentaja, joka noudattaa turvallisuusstandardeja. (Kavamet-konepaja Oy 2004, Käyttö- ja huolto-ohjeet.)

Ennen töiden aloittamista varmistetaan vielä kaikki turvatoimet, että ne on tehty laitteistolle. On hyvä suorittaa riskianalyysi arvioidakseen riskitilanteet. Ensimmäisenä sääntönä on, että tehon syöttö on ehdottomasti katkaistu. Tärkeää on myös huolehtia, että kauko-ohjaimet ovat pois käytöstä. Tarkastukset paikallisohjauksotelosta on ehdottomasti kielletty ilman valvojan lupaa. Kaikki toimintavaiheet on suoritettava turvallisuutta noudattaen, ottaen aina huomioon säännöt onnettomuuksien ehkäisemisestä henkilöstölle. (Kavamet-konepaja Oy 2004, Käyttö- ja huolto-ohjeet.)

Kääntölaitteen huoltotyössä nostot tehdään siltanosturilla, joka voi nostaa 100 tonnia. Raskaiden komponenttien nostotyöt siltanosturilla johtavat vaaraan, joten nämä nostotoimenpiteet saa tehdä vain pätevätytynyt nosturikuljettaja SA 1:ltä. Nostoketjujen kunto on tarkastettava ennen nostotöiden aloittamista ja että ne soveltuvat nostettavalle kuormalle. Oikealla siltanosturilla ja nostoketjuilla varmistetaan, ettei kuorma pääse putoamaan. Nostotöiden alkaessa kuorman läheisyydessä oleminen on ehdottomasti kielletty. (Kavamet-konepaja Oy 2004, Käyttö- ja huolto-ohjeet.)

Lyhyesti sanottuna turvallisuus on organisaation synonyymi, jolla voidaan välttää kaikki henkilöstön onnettomuudet. Pääasiassa tehokkain turvallisuustarkoituksessa käytetty menetelmä perustuu henkilöstön valvontaan. Huomioimalla, seu-

raamalla, arvioimalla ja estämällä törmäykset vältetään kaikki riskimahdollisuudet. Ensimmäisenä on välttämätöntä nähdä selvästi tilanne, jotta riskit saadaan tunnistettua. Tämän jälkeen riskit eliminoidaan ja pidetään tarkasti silmällä. Laitteistolla työskentelevän henkilöstön tulee seurata tarkasti kaikkia turvallisuus- ja onnettomuuksien ehkäisemissäännöksiä, jotka ovat voimassa kyseisellä työskentelyosastolla. (Kavamet-konepaja Oy 2004, Käyttö- ja huolto-ohjeet.)

9 KUNNOSSAPITOJÄRJESTELMÄ – KUTI

Torniossa on käytössä kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmä KUTI. Järjestelmällä hallitaan tehtaan laitehierarkia, osaluettelot, niihin liittyvät nimikkeet, työnsuunnittelu, vikailmoitukset sekä tilaukset, sekä näiden historia. Järjestelmään syötetään myös niin sanottu laitteiden malliennakkohuoltotyöt, jotka muodostavat kunnossapidon pohjan. Malliennakkohuoltotyöt eivät ole staattisia, vaan niitä pitää muuttaa laitteen elinkaaren, kriittisyyden, ynnä muiden tekijöiden mukaan, jotta kohteelle saataisiin optimaalinen huolto. (Outokumpu 2016.)

9.1 Ennakkohuoltosuunnitelma

Kun kohteelle tehdään hyvä ennakkohuolto-ohjelma, vähenee kohteen aiheuttamat yllättävät viat. Hyvin suunniteltu ennakkohuolto-ohjelma, joka elää kohteen elinkaaren mukaan, ohjaa myös tarvittavien varaosien suunnittelua. Ennakkohuoltotöihin tulee huomioida valmistajan antama suositus huollosta (takuuperuste). (Outokumpu 2016.)

9.2 Ennakkohuoltosuunnittelun lähtötiedot

Ennakkohuoltotöitä määritettäessä perussääntönä on, että ennakkohuollolla on tavoitteena:

- ehkäistä vikaantumisen kokonaan
- havaita vikaantumisen alkaminen
- löytää piilevät vikaantumiset.

Vikaantumisen ehkäiseminen on käytännössä osien määräaikaivaihto, vikaantumisen alkaminen havaitaan säännöllisessä tarkastuksessa aisteilla tai kohteeseen soveltuvalla mittauksella tai kohteen prosessiparametreista. (Outokumpu 2016.)

9.3 Ennakkohuoltotyön luominen senkan kääntölaitteelle

Ennakkohuoltotyö voidaan luoda järjestelmään esimerkiksi käyttämällä toimintoa ”Tee malliennakkohuoltotyö” toiminnolla kunnossapitojärjestelmässä KUTI. Tällä toiminnolla voidaan tehdä tavallisesta työilmoituksesta malliennakkohuoltotyö. Kuvassa 23 on senkan kääntölaitteelle tehty työtilaus, josta voidaan tehdä ennakkohuoltotyö. (Outokumpu 2016.)

	TYÖ 991170899	19.09.2018	OUTO KUMPU Sivu 1
---	-------------------------	------------	---------------------------------

Nimi	SK1, Itäpuoli, laakerointi		
Kuvaus	Laakeroinnin tarkistus. Operaattori havainnut, että laakerointi on kulunut. Käyttökoneistolta kun katsoo, niin iso ratas rappaa säteen suunnassa runkoon. Pienemmän pyörän laakeri on pukannut rasvat ulos. Kvist Teemu ke 07.03.2018 16:57 *****		
Työkohtde	2-L1-SAI-SK1-ITÄ	Senkan kippauspaikka, Itä	
'Sijainti'	2-L1-SAI-SK1	Senkkojen kunnostuspaikka	
	2-L1-SAI	Senkka-asema 1	
	Linjal	Linja 1:n osaprosessit	
	2	Terässulatto	

	117089920004231500038012220		
Kustannuspaikka	42315000	Senkka-asema 1	
Kustannuslaji	33	Mekaaninen kunnossapito	
G/L Account:	38012220	38012220	
Ilmoittaja	Kvist Teemu	Ilm.pvm 07.03.2018	
Vastuuhenkilö	Autio Kari	0407138566 / 848191	
Kiireellisyys			
Työvaihe			
Suunn.aloituspvm	15.03.2018		
Suunn.valmisypvm	15.03.2018		
Aloitetyö:	Ei		
AM-työ:	Ei		
Reittityö:	Ei		
Ajomäärä	0		

Kuva 23. Työmääräin

Ennakkohuoltotyön sisältö luodaan alkuvaiheessa mahdollisimman tarkasti, jotta töiden suunnittelutarve olisi työn ajastuessa mahdollisimman pieni. Samoin ohjeistuksen tulisi olla tarkka, jotta kaikki työn suorittajat tarkastavat kohteen samalla tavalla, sekä arvioivat kunnan mahdollisimman tasalaatuisesti. (Outokumpu 2016.)

Kääntölaitteelle suunniteltua tarkastusten ohjeistusta on hyvä noudattaa. Ohjeistukseen on määritelty tarkastusvälejä eri komponenteille. Tarkastusväli voi olla päivittäin, viikoittain, kuukausittain tai vuosittain.

Senkan kunnostuspaikan kääntölaitteella ei ole vielä säännöllisesti toteutettua ennakkohuoltotyötä, joka tulostuisi työnjohtajille. Tämä olisi hyvä ottaa käyttöön laakereiden vaihtotyön jälkeen. Senkan kääntölaitteelle on laadittu huoltotaulukko, jota mahdollisesti voisi tarkentaa laakereiden vaihtotyön jälkeen. (Liite 5.) Huoltotaulukkoon on eritelty komponentit kääntölaitteella ja tarkastusvälit, joita ei kaikissa näy. Nämä kohdat, joista tarkastusväli puuttuu, olisi aiheellista täydentää. Tarkastusvälit on merkitty D=päivittäin, W=viikoittain, M=kuukausittain ja A=vuosittain.

10 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda Outokummun terässulaton mekaanisen kunnossapidon työnjohtajalle toimiva ohjeistus senkan kunnostuspaikan kääntölaitteen laakereiden vaihdolle. Outokummulla ei ole tällä hetkellä mitään selkeää visiota toteutuksesta. Omasta mielestäni sain tehtyä toimintakokonaisuuden, jonka mukaan työ voidaan toteuttaa toimeksiantajalle.

Omasta mielestäni senkan kääntölaitteen laakereiden vaihto toteutettiin opinnäytetyössä vain yhdellä tapaa, voidaan todeta, että toimintajärjestyksiä voi olla muitakin. Toteutuksessa voi esiintyä yllättäviä asioita, jotka vaikuttavat työvaiheiden muutoksiin, esimerkiksi ammattitaitoisilla työntekijöillä voi olla ehdotuksia johonkin parempaan menetelmään laakereita vaihtaessa. Opinnäytetyön suunnittelussa huomattiin, kuinka tärkeää on muun muassa työn informoiminen tarvittaville henkilöille, työturvallisuus, aikataulusuunnitelmassa pysyminen ja työvaiheiden onnistuminen.

Todettiin, että työn toteutuksen aikana on hyvä kirjata ylös asioita, joita jatkossa voidaan seurata säännöllisesti tai mahdollisesti kannattaisi korjata myöhäisemässä vaiheessa. Työn toteutuksen jälkeen totesin, että kohteeseen tulisi tehdä oma kunnossapitosuunnitelma. Huomioitavat asiat senkan kääntölaitteen laakereiden vaihtotyössä kannattaisi sisällyttää ennakkohuoltotyöhön. Ensimmäisen toteutuskerran jälkeen voidaan myös pohtia, toimiko juuri tämä toimintajärjestys.

Senkan kunnostuspaikan kääntölaitteen laakereiden vaihdon jälkeen voidaan todeta, että siitä on hyötyä toimeksiantajalle. Toteutuksella pystytään turvaamaan laitteiston toiminta ja minimoimaan laiterikkoutumiset.

Opinnäytetyöni onnistui omasta mielestäni hyvin, vaikka alussa työ tuntui haastavalta. Saavutin itselleni asettamani tavoitteet siitä huolimatta, että minulla oli vähäinen työkokemus tekniseltä alalta. Selvitin ja tutkin löytyvää aineistoa senkan kääntölaitteesta ja syvensin osaamiani tietoja ja taitoja. Senkan kääntölaite oli osittain tuttu, joten toimintaympäristö ei ollut aivan uusi. Etsin monipuolisia lähdetietoja kirjallisuudesta, tutkin työhön liittyviä dokumentteja ja perehdyin Outokummun omasta tietojärjestelmästä löytyviin tietoihin. Onnistuen niitä hyödyn-

tämään sopivasti työhöni. Opinnäytetyöhöni onnistuin rajaamaan kaikki tarvittavan tiedon työn suorittamista varten ja mikä täytti myös toimeksiantajani odotukset. Aihe oli sopivan rajallinen aikatauluun nähden. Haastattelut tukivat opinnäytetyössäni hankittua tietoa.

Laakerin vaihto oli erittäin kiinnostava, koska sain tutkia piirustuksia ja pystyin käydä tarvittaessa paikan päällä todentamassa asian. Näiden yhdisteleminen ja tulkinta opetti työssä paljon. Senkan kääntölaitteesta löytyvistä dokumentoinneistakin oppi paljon, mutta silti pidän käyntejä kohteessa opettavaisimpina.

Opinnäytetyöni kirjoittaminen oli haastavaa. Lähteiden etsimisestä opin paljon ja niiden käyttämisestä sekä soveltamisesta dokumentteihin. Kirjallisen työn toteuttaminen tuntui aluksi aikaa vievältä. Huomasin kuitenkin, että työn edetessä kirjoittaminen alkoi sujumaan ja työ alkoi etenemään.

Opinnäytetyössäni olisin voinut käydä laakereiden vaihtoa syvällisemminkin läpi, mutta se olisi kasvattanut työtä liikaa. Lisäksi olisin voinut tehdä laajemman jatkosuunnitelman, mutta halusin sen osion kertoa lyhyenä kokonaisuutena. Tästä mahdollisesti voi joku tehdä myöhemmin opinnäytetyön.

LÄHTEET

Ansaharju, T. 2009. Koneenasennus ja kunnossapito. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.

Blom, S., Lahtinen, P., Nuutio, E., Pekkola, K., Pyy, S., Rautiainen, H., Sampo, A., Seppänen, P., Suosara, E. 2007. Koneenelimet ja mekanismit.5.-6.painos. Helsinki: Edita Prima Oy.

Björk, T., Hautala, P., Huhtala, K., Kivioja, S., Kleimola, M., Lavi, M., Martikka, H., Miettinen, J., Ranta, A., Rinkinen, J., Salonen, P. 2014. Koneenosien suunnittelu. 6. uusittu painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Handbook of Stainless Steel. 2017. Outokumpu Oyj.

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

Kavamet-konepaja Oy 2004. Käyttö- ja huolto-ohjeet. Viitattu 1.4.2019

Kotkansalo, A., Parkkila, L. & Tarviainen, J. 2017. Riskianalyysimenetelmien tarkastelu. Kokoomateokset 23. Lapin ammattikorkeakoulu.

Kunnossapitoyhdistys Promaint.2010. Teollisuuden rasvavoitelu. 1.painos. Helsinki: KP-Media Oy.

Laine, H. S.2010. Tehokas kunnossapito: Tuottavuutta käynnissäpidolla. Helsinki: KP-Media.

Mikkonen, H. 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito. 1. painos. Helsinki: KP-Media Oy.

Nodes 2016. INA laakereiden valinta. Viitattu 13.4.2019 <https://translate.google.fi/translate?hl=fi&sl=en&u=https://www.nodeshk.com/ina/art/plain-bearing-selection-material.html>

Outokumpu 2012. Tornio Works käynnissäpidon toimintamalli. 31.5.2012 KTAMK; Käynnissäpitoseminaari. Viitattu 3.4.2019 <http://www.token.fi/loader.aspx?id=fd44bd55-214b-4983-bfac-f642bdcf2ee9>

Outokumpu 2016. Tehdasstandardit. O'net. Viitattu 26.4.2019

Outokumpu 2017. Turvallisuusluokittelujen määrittäminen. O'net. Viitattu 12.3.2019

Outokumpu 2018. Outokummun historia. Viitattu 18.2.2019. <https://www.outokumpu.com/about-outokumpu/history-of-outokumpu>

Outokumpu Stainless Oy. Tervetuloa terässulatolle 2018 esite.

Outokumpu 2019a. Senkka-aseman työtehtävät. O'net. Viitattu 1.3.2019

Outokumpu 2019b. Terästehtaan tuotanto-osastot. Terässulatto. O'net. Viitattu 12.3.2019

Outokumpu 2019c. Tornion tehtaiden ja Kemin kaivoksen esittelymateriaali. O'net. Viitattu 20.2.2019

Outokumpu 2019d. Työturvallisuus. O'net. Viitattu 10.3.2019

PSK 6201:2011. Kunnossapito. Käsitteet ja määritteet. Helsinki: PSK Standardisointiyhdistys ry. Viitattu 30.3.2019.

Ruuska, K. 2008. Pidä projekti hallinnassa. 7.painos. Talentum Media Oy: Gummerus Kirjapaino Oy.

SKF laakerien kunnossapito 2016. Viitattu 4.4.2019

https://www.skf.com/binary/123-290853/SKF-laakerien-kunnossapito---SKF-bearing-maintenance-handbook---10001_1-FI.pdf

SFS-EN 13306:2010. Kunnossapito. Kunnossapidonterminologia. Viitattu 30.3.2019.

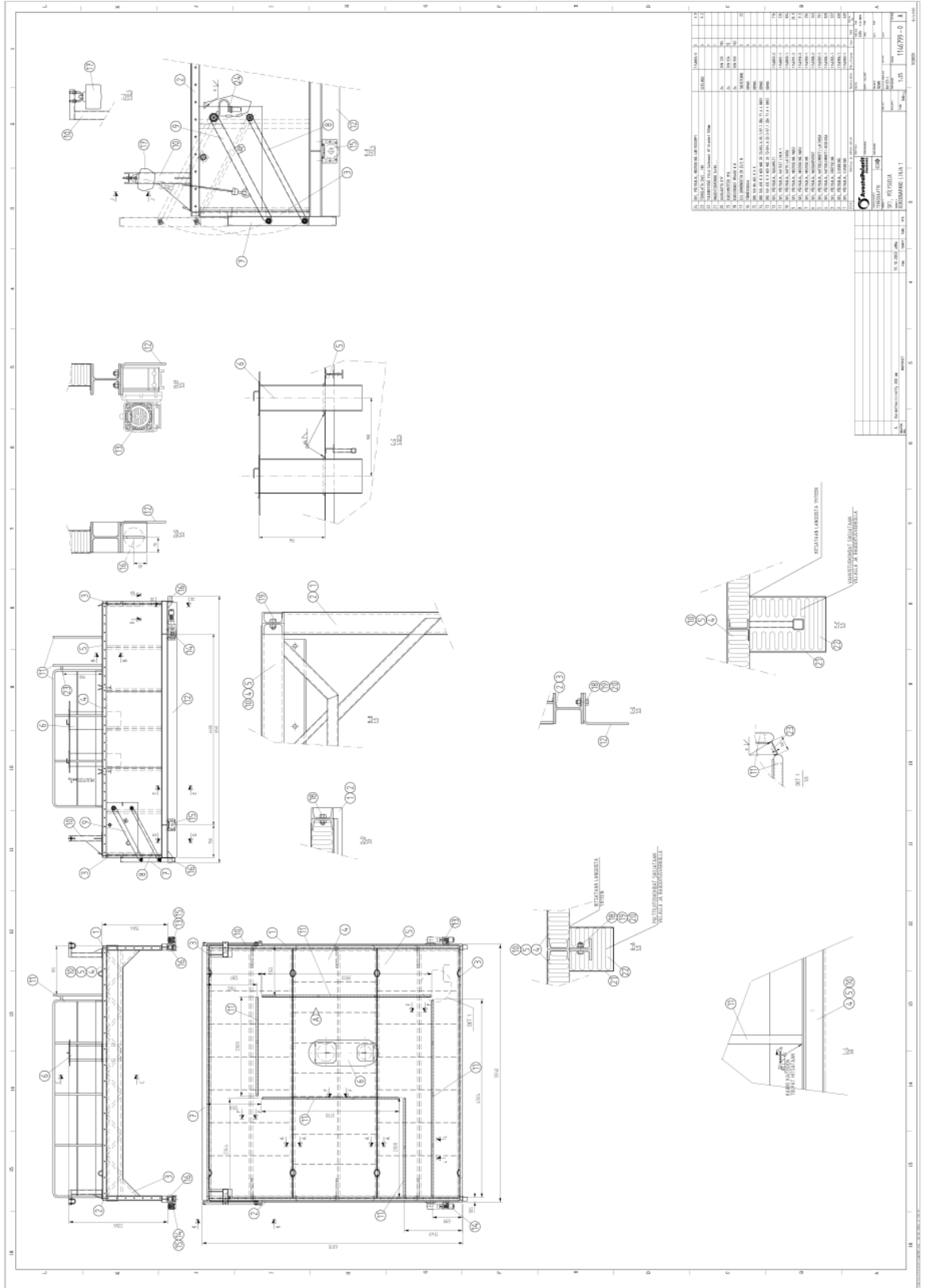
Sukeltajan vasaran isku paljasti kromiesiintymän-Kemin kaivos 50 vuotta. 2014. Uutinen Yle uutiset www-sivuilla 16.9.2014. Viitattu 18.2.2019. <https://yle.fi/uutiset/3-7473807>

Särkikoski, T. 2005. Jalo Teräs. 10. julkaisu. Espoo: Outokumpu Oyj.

Vuosku, A. 2019. Senkan kunnostuspaikka. Outokumpu Stainless Oy. Haastattelu 29.3.2019.

LIITTEET

- | | |
|----------|--|
| Liite 1. | Huuvan kokoonpanokuva |
| Liite 2. | Kääntölaitteen eli kehdon kokoonpanokuva |
| Liite 3. | Iso hammaspyörä |
| Liite 4. | Pieni hammaspyörä |
| Liite 5. | Huoltotaulukko |
| Liite 6. | Senkan kääntölaitteen voitelutaulukko |
| Liite 7. | Ison hammaspyörän hammassegmenttejä |



6.2 Huoltotaulukko

Tarkastettava komponentti	Tarkastus aikaväli	Vika	Toimenpiteet
Päärunko	M	Pintasäröt	Tarkasta säröt Hio ja korjaa. Tarkasta hitsauskorjauksen jälkeen.
Ohjaimet, liu'ut	A	Pintasäröt	Tarkasta säröt Hio ja korjaa. Tarkasta hitsauskorjauksen jälkeen.
Rajakatkaisijat	M	Kytkenäpisteet eivät ole oikein - vaurioituneet osat	Säädä kytkenäpisteet oikeiksi. Korjaa viat.
Kiinnityspultit	M	Ei kireällä	Kiristä oikeaan momenttiin
Vaihde	M		Katso valmistajan ohjeet.
Sähkömoottori	M		Katso valmistajan ohjeet.
Jarrukenkä ja toimilaite	M		Katso valmistajan ohjeet.
Pyörivä liitin ja sähkön pyörivä liitin	M	Vuodot	Tarkasta kiinnityspultit – Tiivistä vuodot
Hydraulisylinterit		Vuodot	Tarkasta varusteet ja tiivisteet
Hydrauliikan syöttölinjat		Vuodot	Tarkasta varusteet ja tiivisteet
Laakerit			Katso valmistajan ohjeet.
Pallonivelet			Katso valmistajan ohjeet.
Peruspultit	A	Ei kireällä	Kiristä oikeaan momenttiin
Yleistarkastus	D		Normaali silnämääräinen tarkastus ennen käyttöä
Vaihde	M		Katso valmistajan ohjeet.
Hammaskosketus, Pulttien kireys piir. 1147208 mukaan	M	Väljä. Ei kireällä	Max. Heitto 5 , Hammavälitys tiukimmalla kohdalla n. 0,4 ... 1 mm ympäripyöritettyssä.

OSA	RYHMÄN NIMITYS	MÄÄRÄ	VOITELUPISTEET	VOITELUVAINE TYYPPI	YKSITTÄIS MÄÄRÄ (*)	KOKONAIS MÄÄRÄ (*)	VOITELUVÄLI	HUOMAUTUS
1	Kippausryhmä	28	- Kannatin, pallonivelet, laakerit ja voitelupisteet Ref piir. Kavam. 1147004+005 (osa 11)	Rasva Darina R2 (SHELL)	0,250	7	3 M	Ensitäyttö-määrä. Suoritetaan konepajalla.
2	Kippausryhmä	2	- Alennusvaihdelaatikko kipkausryhmällä Ref piir. Kavamet 1147004 + 005 (osa 27)	Tyyppi, määrä ja luokitus vaihdelaatikon voiteluun on esitetty valmistajan ohjemanuaalissa.				
3	Kippausryhmä	2	- Jarrukenkä kipkausryhmällä (Ref piir. Kavamet 1147004 + 005 (osa 28)	Tyyppi, määrä ja luokitus jarrun nivelien voiteluun on esitetty valmistajan ohjemanuaalissa. Varoitus: Käytetyt öljyalaadut ovat syövyttäviä				
(*) Arvo esitetty daN. 3M = Rasvaus suoritettava normaalisti joka kolmas kuukausi								