

KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU
TEKNIikka

RAP5-linjan leikkureiden RCM-tarkastelu

Mikko Karvonen

Konetekniikan koulutusohjelman opinnäytetyö
Insinööri (AMK)

KEMI 2011

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty Outokumpu Tornio Worksin RAP5 -linjan kunnossapitoorganisaatiolle.

Tahdon kiittää työssäni mukana olleita ja siinä avustaneita, erityisesti RAP5:n kunnossapitoinsinööri Niko Alaluusuaa, kunnossapidon työsuunnittelijaa Kimmo Aholaa, työnjohtaja Tommi Jaakoa, sekä oppilaitoksen edustajia Timo Kauppia.

TIIVISTELMÄ

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, Tekniikan ala	
Koulutusohjelma	Konetekniikka
Opinnäytetyön tekijä	Mikko Karvonen
Opinnäytetyön nimi	RAP5-linjan leikkureiden RCM-tarkastelu
Työn laji	Opinnäytetyö
päiväys	22.3.2011
sivumäärä	40 + 10 liitesivua
Opinnäytetyön ohjaaja	TkL Timo Kauppi
Yritys	Outokumpu Tornio Works
Yrityksen yhteyshenkilö/valvoja	Insinööri Niko Alaluusua

Tämä opinnäytetyö tehtiin Outokummun Tornion terästehtaiden RAP5-tuotantolinjan kunnossapito-organisaatiolle ja siinä käsiteltiin kolme päätyleikkuria, jotka ovat yksiä linjan kriittisimmistä laitteista aiemmin tehdyn analyysin mukaan.

Työssä keskityttiin tarkastelemaan leikkureissa esiintyneitä pienempiä vikoja ja häiriöitä tilastojen valossa ja lisäksi tarkasteltiin yhtä isompaa vauriota, pyrkien leikkureiden luotettavuuden ja sitä kautta koko linjan käytettävyyden parantamiseen.

Pysäyttävien vikojen vähentäminen on RAP5:n kaltaisella suurella linjalla tärkeää, sillä tuotannon jatkuminen voi olla yhden komponentin toimimattomuudesta kiinni.

Päätöksenteon ja kokonaiskuvan saamisen helpottamiseksi työssä rakennettiin yhden leikkurin virtuaalinen mallinnus suomalaisella ELMAS-mallinnus- ja analysointiohjelmalla. Mallin avulla tutustuttiin teoreettisesti leikkureissa esiintyneisiin häiriöihin ja vikoihin ja niiden toistumistaajuuksiin. Osittain mallin tietojen perusteella voitiin tehdä tarvittavat parannukset tarkastus- ja huoltotoimenpidesuunnitelmiin.

Lisäksi työssä tehtiin leikkureiden varaosakartoitus, jonka tuloksena saatiin varaosalista kunnossapitotoiminnan kannalta tärkeistä osista hankinta-aikasuosituksineen.

Asiasanat: RCM, päätyleikkuri, kunnossapito.

ABSTRACT

Kemi-Tornio University of Applied Sciences, Technology	
Degree Programme	Mechanical and Production Engineering
Name	Mikko Karvonen
Title	RCM Observation On RAP5 Cutters
Type of Study	Bachelor's Thesis
Date	22 March 2011
Pages	40 + 10 appendices
Instructor	Timo Kauppi, Lic.Tech.
Company	Outokumpu Tornio Works
Contact Person/Supervisor from Company	Niko Alaluusua, B.Sc Mech.eng.

This study was made for the maintenance organisation of RAP5 production line at the steel mill of Outokumpu. RAP5 has three cutters that are the most critical machines on the line according to the classification made before this study.

The aim of the study was to improve the reliability of the cutters and therefore increase the usability rate of the whole line. RAP5 is one massive integrated line of cold rolling, annealing and pickling machines and one single failing component can stop the whole production.

The study contains looking into the statistics of previous failures, including a massive accident which damaged one cutter seriously.

To get a better understanding of the situation, a fault tree analysis was made with a Finnish analysing software ELMAS. Complete model was used to examine the failures and intervals of occurrence. The resulting analysis data given by the software aided making the updates to the maintenance and inspection lists.

A list of required spare parts and components was also made to help the routines of maintenance staff.

Keywords: RCM, cutter, maintenance.

SISÄLLYSLUETTELO

ALKUSANAT	I
TIIVISTELMÄ	II
ABSTRACT	III
SISÄLLYSLUETTELO	IV
KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET	V
1. JOHDANTO	1
2. OUTOKUMPU TORNIO WORKS	2
2.1. RAP5	2
2.2. Prosessista	3
2.3. Päätyleikkurit	4
2.3.1. Teknisiä tietoja	7
3. KUNNOSSAPITO	9
3.1. Kunnossapitomääritelmiä	9
3.2. Kunnossapitolajit	10
3.2.1. Huolto	10
3.2.2. Ehkäisevä kunnossapito	11
3.2.3. Korjaava kunnossapito	12
3.2.4. Parantava kunnossapito	12
3.2.5. Vikojen ja vikaantumisten selvittäminen	13
3.3. RCM – luotettavuuskeskeinen kunnossapito	13
3.3.1. Mitä RCM:llä saavutetaan?	14
3.3.2. RCM-päämäärät	15
3.3.3. RCM:n suorittamisen perusaskleet	16
3.3.4. RCM:n soveltaminen	16
3.4. ELMAS - Tapahtumalogiikan mallinnus ja analysointi	17
3.5. Leikkurihäiriöt	20
3.5.1. Leikkurivaurio	23
3.6. Leikkurin mallinnus ELMAS-ohjelmalla	24
3.6.1. Vikapuun rakentaminen	24
3.6.2. Tietojen täyttäminen malliin	25
3.7. Simulointi ja tuloksia	26
3.8. Päätelmät	28
Jättöpuolen rullapöytä	30
3.9. Ennakkohuoltotoimet	32
3.10. Varaosakartoitus	36
4. YHTEENVETO	38
5. LÄHDELUETTELO	40
6. LIITELUETTELO	41

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

RAP5	Valssaus-, hehkutus- ja peittäuslinja 5
RCM	Luotettavuuskeskeinen kunnossapito
KUTI	Outokummun kunnossapidon tietojärjestelmä
MTTF	Mean Time To Failure, keskimääräinen vikaväli
MTTR	Mean Time To Repair, keskimääräinen korjausaika
FTA	Fault Tree Analysis, vikapuuanalyysi

1. JOHDANTO

Tornion terästehtaiden RAP5-linjalla tapahtuu ruostumattoman teräksen viimeistely, jonka jälkeen tuotenuharullat ovat sellaisinaan valmiita asiakkaalle toimitettavaksi tai ne voivat edetä vielä jatkokäsittelyyn muille tuotanto-osastoille.

RAP5:lla teräsnauha käy läpi linjan integroidun valssaus-hehkutus-peittäus -käsittelyn, jolla muokataan sen paksuutta, tasomaisuutta ja pinnanlaatua.

Linjalla on yhteensä kolme päätyleikkuria ja ne ovat aiemmin tehdyn kriittisyysanalyysin mukaan linjan kriittisimpiä yksittäisiä laitteita. Leikkureissa on esiintynyt useita toistuvia toimintahäiriöitä ja yksi niistä on kerran hajonnut perusteellisesti.

Tässä työssä tarkastellaan leikkureiden pysäyttäviä häiriöitä, pyritään saamaan parempi käsitys leikkurin toiminnallisista vioista ja tehdään leikkurin vikapuumalli suomalaisen Ramentor Oy:n ELMAS- analysointiohjelmistolla.

Valmiin mallin antamien tietojen avulla tehdään lopulliset tarvittavat päivitykset leikkureiden huolto- ja tarkastustoimiin. Lisäksi työssä kartoitetaan leikkurien sisältämät kriittiset ja kuluvat osat, niiden tarpeellinen määrä ja hankinta-aikasuositukset kunnossapitotoimia ajatellen.

2. OUTOKUMPU TORNIO WORKS

Outokumpu Oy on suomalainen metalliteollisuuskonserni, jolla on toimintoja yhteensä kolmessakymmenessä maassa. Tornio Worksin täysin yhtenäinen tuotantoketju alkaa Kemimaassa Elijärven kromikaivoksella jatkuen Tornion tehtaiden sulatoilla ja valssaamoilla, josta valmiit tuotteet lähtevät omasta satamasta laivoilla asiakkaille. Osa tuotannosta laivataan Terneuzenin yksikön leikkauslinjalle Hollantiin, joka palvelee lähellä olevia Eurooppalaisia asiakkaita. Tornion tehdas on maailman suurin ruostumattoman teräksen valmistusyksikkö. /4/



Kuva 1. Tornion tehtaat ilmakuvassa. /4/

2.1. RAP5

RAP5 on viimeisin linja Tornion tehtailla (Kuva 1 oikea alareuna). Rakennuksen suunnittelu alkoi vuonna 2000 ja rakennustyöt käynnistyivät seuraavana vuonna. Hallirakennuksen pituus on 732 metriä ja linjan kokonaispituus 816 metriä. Näillä mitoilla se on pisin teollisuusrakennus Suomessa. /4/

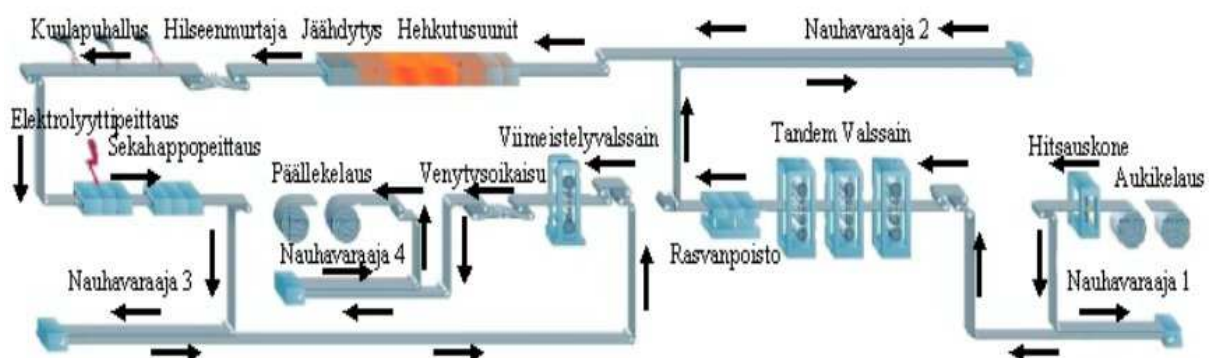
Yksikön huima kokonaisvuosikapasiteetti 1 100 000 tonnia kylmävalssattua teräsnauhaa koostuu 750 000 tonnista kuuma- ja 350 000 tonnista kylmänauhaa. Linjassa voi olla enimmillään 4950 metriä yhtenäistä teräsnauhaa käsittelyssä. RAP5 käyttää sähköenergiaa 350 miljoonaa kilowattituntia vuodessa, joka on kaksinkertainen määrä koko Tornion kaupungin vuosikulutukseen nähden. /4/

2.2. Prosessista

Kuumavalssaamolta mustat teräsnauharullat tuodaan RAP5:n automatisoituun korkeavarastoon, jossa on yli 1900 rullapaikkaa. Rullat otetaan siirtovaunuilla linjan kahdelle päällekkäiselle aukikelausryhmälle aukikelattavaksi.

Vuoron perään aukikelainryhmiltä tulevien nauhojen päät hitsataan yhteen laserhitsauskoneella, jossa päät viistetään ja hitsataan yhteen täytelangalla. Laserhitsausmenetelmällä saadaan erittäin kestävä sauma, joka kestää ylivalssauksen.

Kolmituolisella tandemvalssaimella teräsnauha valssataan haluttuun paksuuteen. Hitsaustapahtuman aikana valssain saa tarvitsemansa materiaalin ensimmäiseltä nauhavarajaalta. Paksuutta voidaan ohentaa maksimissaan 50%, 25 000 kN:n valssausvoimalla, ajonopeudella 250 m/min. Valssausöljyn maksimivirtauksen ollessa 24 000 l/min 1,2 miljoonan litran säiliöstä pumpattuna.



Kuva 2. RAP5-linjan nauhakulkukaavio /3/

Valssauksesta nauha kulkee rasvanpoiston kautta nauhavaraaja 2:seen. Rasva poistetaan, ettei se pala teräksen pintaan nauhan lämmitessä 1100 celsiusasteeseen propaanikäyttöisissä hehkutusuneissa. 210 metriä pitkän uunivyöhykkeen jälkeen on satametrisen jäähdytyslinja, jossa teräksen jäähdytys tapahtuu ilmalla ja vedellä.

Mekaanisen hilseenmurtajan tehtävä on irrottaa epäpuhtauksia nauhan pinnasta ja parantaa tasomaisuutta. Puhdistusprosessi jatkuu kuulapuhalluksessa, jossa teräskuulia puhalletaan nauhan molemmin puolin. Nauhan väri muuttuu tummasta vaaleaksi sen kulkiessa vielä elektrolyyttipeittaus- ja sekahappopeittausaltaiden läpi, joissa käytetään tasavirtaa ja erilaisia happoseoksia.

Nauhavaraaja 3:n jälkeen on viimeistelyvalssain, jolla paksuutta voidaan pienentää vielä 10% ja pinnanlaatua parantaa. Päällekelaimia ennen on neljäs nauhavaraaja, joka toimii viimeistelyvalssaimen valssinvaihtojen ja linjan loppupään puskurina.

Loppupään valvomossa suoritetaan muiden ajotehtävien lisäksi pinnanlaadun valvontaa. Nauhan laatu luokitellaan, sen pintaa voidaan tarkastaa visuaalisesti ja siitä voidaan ottaa näytekappaleita leikkuri 3:lla. Koko prosessin läpäissyt teräsnauha pujotetaan sen jälkeen päällekelaimelle ja valmiit rullat viedään siirtovaunuilla tuotevarastoon. Kuvassa 2 on esitetty teräsnauhan kulkureitti ja kiertosuunta RAP5-linjan eri prosessivaiheiden läpi. /3/

2.3. Päätleikkurit

RAP5:lla on kolme päätleikkuria, joista kaksi sijaitsee linjan alkupäässä ja loppupäässä yksi. Koneet ovat italialaisen terästeollisuuden laitetoimittajan Danieli Wean Unitedin valmistamia. Leikkureiden tehtävä on nimensä mukaisesti katkaista ja poistaa sen läpi kulkevien teräsnauhojen päistä materiaalia. Ne ovat vuonna 2009 tehdyn kriittisyysanalyysin mukaan RAP5-linjan kriittisimpiä yksittäisiä laitteita.

Alkupään päällekaaisissa aukikelausrhythmissä on kummassakin oma leikkurinsa, ykkösleikkurin sijaitessa lattiatasolla olevan kakkosen yläpuolella ensimmäisessä aukikelausrhythmissä.

Alkupään leikkureilla on olemassa särkymävaraa, sillä aukikelausryhmistä voidaan ajoa jatkaa vielä toisella mikäli toisen leikkuri vikaantuu. Tämä kuitenkin laskee koko linjan kokonaistuotantotehokkuutta 40 prosentilla, joten tilanne on hyvin epätoivottu.

Loppupäässä päällekelausosalla yksin sijaitsevan leikkuri 3:n vikaantuminen pysäyttää koko linjan tuotannon, joten se on vielä huomattavasti kriittisempi kuin alkupään leikkuripari.

Leikkurin rakenteellinen runko pitää kuorensa sisällä vaihteiston osat. Muita kokonaisuuksia ovat tulopuolella vetorullasto rullapöytineen, itse epäkeskoleikkuri teräpalkkeineen, ja jättöpuolen rullapöytä romun poistoineen. Kuvassa 3 on nähtävillä päätyleikkuri jättöpuolelta kuvattuna teräsnauhan kulkiessa sen kidan läpi.



Kuva 3. Päätyleikkuri ja läpi kulkeva teräsnauha jättöpuolelta kuvattuna.

Tulopuolen painorullat syöttävät nauhaa leikkurille, pöytä kannattaa ja kuljettaa leikkuriin tulevaa nauhanpäätä ja jättöpuolen pöydän tehtävä on kuljettaa leikkurin pilkkomat romukappaleet alempana sijaitsevaan keräysastiaan. Itse leikkaus tapahtuu leikkurin läpi kulkevan tuotenauhan ylä- ja alapuolella sijaitsevien ylösalaisin pyörivin liikkein haukkovien terien avulla.

Alkupään leikkureita tarvitaan romuttamaan epäkelpoa materiaalia nauhojen päistä, jotka ovat usein epätasomaisia ja sisältävät erilaisia virheitä ollen myös mahdottomia yhteenhitsattavia. Leikkurin terät pilkkovat läpi kulkevasta nauhasta noin 30 cm:n mittaisia palasia. Leikatut romupalat putoavat jätöpuolen rullapöydälle, jota pitkin ne kulkevat keräysastiaan. Astian tyhjennys tapahtuu automaattisesti linjan vieressä sijaitsevalle vaihtolavalle, jotka puolestaan kuljetetaan kuorma-autolla tyhjennettäviksi.

Päällekelausosalla sijaitsevan leikkuri 3:n tehtävä on katkaista päällekelaimella olevan valmiin rullan pää ja ottaa näytepaloja linjan prosessin läpikäyneestä teräksestä pinnantarkastusorganisaatiolle myöhempiä tutkimuksia varten. Päätleikkuri 3 on toiminnaltaan identtinen alkupään leikkureiden kanssa, paitsi sen jätöpuolella on muovinen kulutuslevy rullapöydän sijaan.

2.3.1. Teknisiä tietoja

Seuraavaan on koottu päätyleikkurin ja sen eri osa-kokonaisuuksien teknisiä tietoja ja yleistekninen piirustus (kuva 4), josta voi hahmottaa leikkurin mittasuhteita.

Epäkeskoleikkuri:

- **mitat:** 4910x2600x3750 mm
- **massa:** 57 800 kg
- **käyttö:** tasavirtasähkömoottori
- **voimansiirto:** joustavilla levykytkimillä (moottorin ja vaihteiston välillä)

Runkovaihteistot:

- **2 kpl** (leikkurin kummallakin puolen rungon sisällä)
- **alennussuhde:** 2.88

Terät:

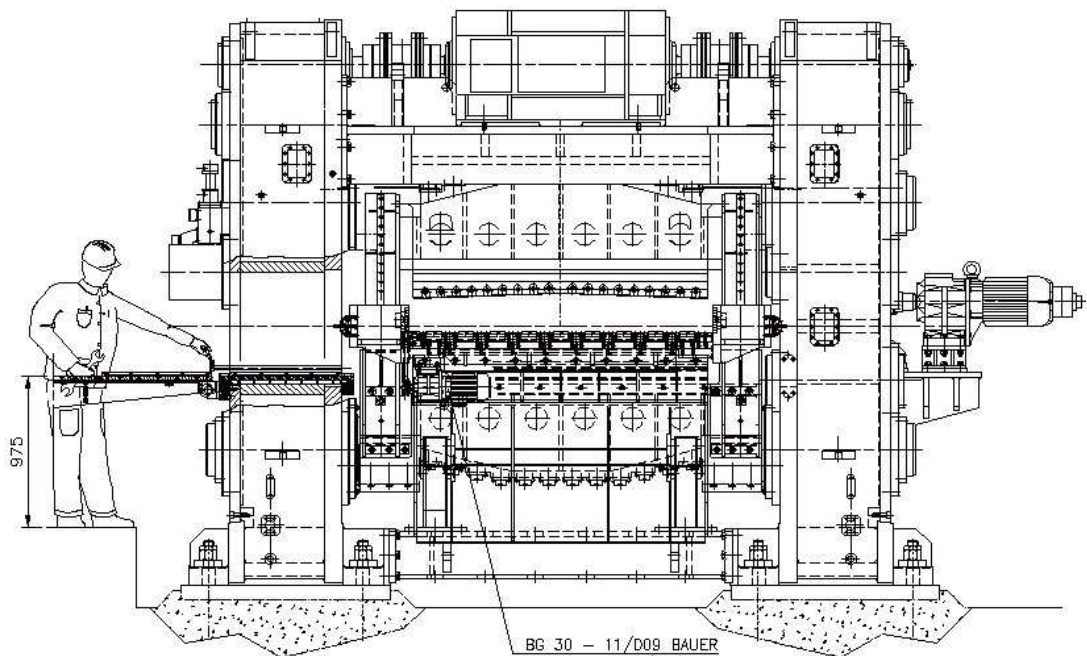
- **yläterät:** 2kpl, pituus 950mm
- **alaterä:** 1kpl, 1900 mm
- **terän maks. avautuminen (vaihtoasento):** 326 mm
- **terän kannattimen lukitus-/avaussylintereiden lkm:** 24 kpl

Tulopuolen rullapöytä:

- **rullaradan avaus/sulkeminen:** hydraulisynterillä
- **synkronointi:** kytkinakselilla ja hammastangolla
- **rullan käyttö:** hammaspyörämoottori
- **voimansiirto:** hammashihna
- **rullat:** 27 kpl

Jätöpuolen rullapöytä:

- **rullan käyttö:** hammaspyörämoottori
- **voimansiirto:** hammashihna
- **rullat:** 20



Kuva 4. Leikkurin yleispiirustus jätöpuolelta kuvattuna.

3. KUNNOSSAPITO

Kunnossapidoksi voidaan kutsua kaikkea toimintaa, jolla pyritään kunnossapidon kohteen säilyttämiseen siinä tilassa, jossa se täyttää sille asetetut toiminto- ja suorituskykyvaatimukset, tai palauttamaan kohde kyseiseen tilaan. Tämän opinnäytetyön yhteydessä kunnossapidosta puhuttaessa tarkoitetaan käytännössä teollisuuden käyttämien koneiden huoltoa ja korjausta, jota harjoittamalla tuotantolaitteet pyritään pitämään tehokkaassa ja luotettavassa toimintakunnossa samalla pyrkien pidentämään niiden elinkaarta.

Viimeisen kahden vuosikymmenen aikana kunnossapito on muuttunut enemmän kuin monet muut tieteenalat keskimäärin. Jatkuvasti lisääntynyt kunnossapidon tarve on kiihdyttänyt alan kehitystä, jota on samalla vauhdittanut koko ajan monimutkaistuvat laitteet. /2/

Kunnossapidolle asetetut vaatimukset ovat koko ajan kasvaneet: enää ei riitä, että laitteet korjataan niiden rikkoutuessa. Laitteilta vaaditaan kunnossapitotoiminnan ansiosta pidempää tehokasta elinikää ja niiden halutaan toimivan turvallisesti, kustannustehokkaammin ja ympäristöä vahingoittamatta. Kaikki nämä muutokset ovat tapahtuneet kolmessakymmenessä vuodessa. /2/

3.1. Kunnossapitomääritelmiä

SFS-EN 13306 -standardi määrittelee kunnossapidon hyvin yleiseen tyyliin seuraavalla tavalla:

”Kunnossapito koostuu kaikista kohteen elinajan aikaisista teknisistä, hallinnollisista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon.” /1/

John Moybray määrittelee asian huomattavasti käytännönläheisemmältä pohjalta:

Tavoitteena tuotantovälineiden toiminnan varmistamiseksi niiden koko elinkaaren aikana ovat:

- varmistaa omistajien, käyttäjien ja yhteiskunnan tyytyväisyys
- valita ja käyttää kaikkein sopivimpia kunnossapidon menetelmiä, joilla hallitaan tuotantovälineiden vikantumista ja vikaantumisen seurauksia
- saada kaikkien kunnossapitoon vaikuttavien ihmisten aktiivinen tuki kunnossapidon toimille. /1/

3.2. Kunnossapitolajit

Kunnossapito voidaan jakaa viiteen päälajiin:

1. huolto
2. ehkäisevä kunnossapito
3. korjaava kunnossapito
4. parantava kunnossapito
5. vikojen ja vikaantumisten selvittäminen. /1/

3.2.1. Huolto

Huoltamalla pidetään yllä kohteen käyttöominaisuuksia, palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai estetään vaurion syntyminen. Jaksotettu huolto tehdään määrävälein niin, että huomioidaan käyttöaika, -määrä ja käytön rasittavuus. Jaksotettuun huoltoon sisältyvät seuraavat toimet:

- toimintaedellytysten vaaliminen
- käytön suorittama kunnossapito
- puhdistus ja voitelu
- kalibrointi
- kuluvien osien vaihtaminen.

Huollon ja ehkäisevän kunnossapidon tehtävät ovat osittain päällekkäisiä. /1/

3.2.2. Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevän kunnossapidon keinoin seurataan kohteen suorituskykyä päämääränä vähentää vikaantumisen todennäköisyyttä tai toimintakyvyn heikkenemistä. Ehkäisevä kunnossapito on yleensä säännöllistä tai tehdään vaadittaessa. Tulosten perusteella voidaan suunnitella ja aikatauluttaa kunnossapidon tehtäviä. Ehkäisevän kunnossapidon toimia ovat:

- tarkastaminen
- kunnonvalvonta
- testaaminen / toimintakunnon toteaminen
- käynninvalvonta
- vikaantumistietojen analysointi.

Kunnonvalvontaa voidaan tehdä kohteen toimiessa tai seisokin aikana. Kunnonvalvonnan avulla etsitään oireilevia vikoja tai todetaan havaintojen avulla kohteen olevan toimintakunnossa. Ehkäisevään kunnossapitoon kuuluu myös ennustavat kunnossapitotoimet, jossa erilaisin mittauksin (esim. värähtelyanalyysit, öljyanalyysit sekä infrapunakuvaus) pyritään selvittämään koneen ja sen osien kuntoa. /1/

3.2.3. Korjaava kunnossapito

Vikaantuvaksi todettu osa palautetaan käyttökuntoon eli korjataan. Korjaavan kunnossapidon suoritusaikojen avulla voidaan laskea osan tai komponentin elinaika. Korjaava kunnossapito voi olla joko suunnittelematonta häiriökorjausta tai suunniteltua kunnostustyötä ja sen toimenpiteisiin kuuluu:

- vian määrittäminen, tunnistaminen ja paikallistaminen
- korjaus
- väliaikainen korjaus
- toimintakunnon palauttaminen. /1/

3.2.4. Parantava kunnossapito

Parantava kunnossapito voidaan jakaa kolmeen pääryhmään:

- komponenttien / osien päivitys, koneen suorituskyky ei muutu
- uudelleensuunnittelu ja korjaus, koneen luotettavuus paranee
- modernisaatiot, koneen suorituskyky kohenee.

Ensimmäisessä ryhmässä koneen rakennetta muutetaan käyttämällä uudempia osia kuin alkuperäiset, suorituskykyä muuttamatta. Esimerkiksi vanhat tasavirtakäytöt korvataan taajuusohjatuilla oikosulkumoottoreilla.

Toisen pääryhmän muodostavat erilaiset uudelleensuunnittelut ja korjaukset, joilla parannetaan koneen luotettavuutta. Tarkoituksena on muuttaa koneen toimintaa luotettavammaksi, ei parantaa suorituskykyä.

Kolmanteen pääryhmään kuuluvat modernisaatiot, joissa kohteen suorituskykyä muutetaan. Yleensä modernisaatiolla uudistetaan koneen ohella valmistusprosessi. Esimerkkinä paperikone, jolla ei pystytä valmistamaan kilpailukykyisesti uutta paperilajia,

mutta koneella olisi muuten elinaikaa jäljellä. Tällöin on usein järkevämpää uudistaa vanha kone kuin romuttaa se ja ostaa uusi tilalle. /1/

3.2.5. Vikojen ja vikaantumisten selvittäminen

Vikojen ja vikaantumisten selvittämisellä pyritään selvittämään vikaantumisen perussy sekä vikaantumisprosessi. Tavanomaisimmat menetelmät ovat:

- vika-analyysi, vikaantumisen selvittäminen
- mallintaminen
- perussyyn selvittäminen
- materiaalianalyysit, suunnittelun analyysit
- vikaantumispotentiaalin kartoitukset / riskinhallinta. /1/

3.3. RCM – luotettavuuskeskeinen kunnossapito

Perinteisillä kunnossapidon malleilla ehkäisevän kunnossapidon suunnittelu on ollut haastavaa. Tehokkaiden menetelmien puuttuessa on oltu yleensä aikaisempien kokemusten ja laitevalmistajilta saatujen suositusten varassa. Näin suuri osa suoritetusta ehkäisevästä kunnossapidosta on ollut turhaa. /1/

Kunnossapidon menetelmien määrä on huimassa kasvussa. Henkilökunnan suuri haaste menetelmien oppimisen lisäksi on päättää mikä niistä olisi heille käyttökelpoisin. RCM -menetelmä antaa valmiudet vastata tähän haasteeseen nopeasti ja yksinkertaisesti. Siinä verrataan laitteen tekemää toimintaa ja sille tehtyjä kunnossapitotoimenpiteitä keskenään pyrkien löytämään optimiratkaisu kaikki näkökohdat huomioon ottaen. /2/

3.3.1. Mitä RCM:llä saavutetaan?

Kuvassa 5 on esitetty asioita, joita RCM-analyysillä voidaan saavuttaa.



Kuva 5. RCM:n avulla saavutettavat asiat /2/

RCM-analyysin avulla voi siis saada aikaan seuraavia parannuksia:

- parempi ympäristön ja turvallisuusnäkökohtien huomioonottaminen
- parempi suorituskyky
- suurempi kunnossapidon kustannustehokkuus
- pidempi käyttökelpoinen elinikä käyttölaitteille
- yhtenäinen tietokanta
- motivaation ja yhteistyön paraneminen. /2/

Kaikki nämä edellä luetellut asiat ovat usein osana kunnossapidon kehittämistavoitteita. Tyypillinen piirre RCM-menettelyssä on, että se saavuttaa vaihe vaiheelta kaikki nämä tavoitteet sitouttaen mukaansa kaikki henkilöt, jotka ovat tekemisissä jollain tavalla analysoitavien laitteiden kanssa. Lisäksi RCM antaa tuloksia nopeasti. /2/

3.3.2. RCM-päämäärät

RCM on metodi, jonka avulla suunnitellaan kunnossapidettävän kohteen kunnossapito. Moubrayn mukaan keskeisimmät päämäärät ovat:

- Priorisoida prosessien laitteet ja näin kohdistaa kunnossapito sellaisiin laitteisiin, joissa sitä eniten tarvitaan. Tavanomaiset priorisointikriteerit ovat kustannukset, turvallisuus, ympäristövaatimukset sekä laatu.
- Selvittää laitteiden vikaantumismekanismit ja näin luoda pohja oikeiden, tehokkaiden kunnossapitomenetelmien käytölle.
- Kunnossapidon piiriin saatetaan myös sellaiset raja- ja turvalaitteet, jotka prosessin toimiessa ovat passiivisia.
- Sellaisille laitteille, joille ei löydy tehokkaita ehkäisevän kunnossapidon menetelmiä, laaditaan valmiit toimintaohjeet käytettäväksi vikaantumisen ilmettyä.
- Koneiden käyttöhenkilökunta oppii seuraamaan kriittisten komponenttien toimintaa.
- Kohdistamalla kunnossapito sinne, missä sitä tarvitaan, voidaan laskea kunnossapidon kustannuksia, parantaa prosessin tuottavuutta sekä laitteiden luotettavuutta. /1/

3.3.3. RCM:n suorittamisen perusaskeleet

RCM –analyysi sisältää seuraavat vaiheet:

- Määritellään järjestelmän ja/tai osajärjestelmän rajat.
- Määritellään kunkin järjestelmän/osajärjestelmän toiminnot.
- Tunnistetaan toiminnallisesti merkittävät kohteet.
- Tunnistetaan kunkin kohteen osalta toiminnallisen vikaantumisen syyt.
- Ennustetaan vikaantumisen vaikutukset ja niiden todennäköisyys.
- Käyttäen päätöslogiikkaa luokitellaan toiminnallisesti merkittävien kohteiden vikaantumisen vaikutukset.
- Tunnistetaan soveltuvat ja tehokkaat kunnossapitotehtävät, jotka muodostavat alkuperäisen kunnossapito-ohjelman.
- Suunnitellaan uudelleen laitteet tai prosessi, jos soveltuvaa menetelmää ei tunnisteta.
- Muodostetaan dynaaminen kunnossapito-ohjelma, joka on seurausta kunnossapito-ohjelmien rutiininomaisesta ja systemaattisesta päivittämisestä ja revisioista ja jota avustetaan valvomalla, keräämällä ja analysoimalla kunnossapitotietoja. /2/

3.3.4. RCM:n soveltaminen

Ennen RCM:n soveltamista tarvitaan tietoa laitoksella olevista laitteista, jotta voidaan tehdä päätös, mitkä laitteista ovat sopivia RCM-analyysin kohteeksi. /2/

Ensimmäisessä vaiheessa valitaan analyysin kohde ja nimetään henkilöresurssit. Näissä tapauksissa, joissa hyötyjen saaminen analyysistä edellyttää investointeja, täytyy näille jatkotoimille nimetä vastuuhenkilö, joka myös tarkastaa analyysit. Lisäksi koko ajan täytyy varmistaa, että kaikki ovat omaksuneet riittävän hyvin analysoinnin tarkoituksen. /2/

Analyysissa tarvittavaan ryhmään tulisi alkuvaiheessa valita mukaan henkilöitä sekä laitoksen kunnossapidon että käyttöhenkilökunnan puolelta. Tällöin saadaan paras

kokonaisnäkemys analysoitavasta kohteesta, sen eri vikamuodoista ja niiden seurauksista. Tärkeintä ryhmän jäsenille on, että he tuntevat analysoitavan kohteen hyvin. Lisäksi jokainen ryhmän jäsen koulutetaan RCM:n käyttöön. /2/

Tuloksena analyyseista syntyy kriittisten toimintopaikkojen ja/tai laitteiden määräaikaishuoltolista. Käyttäjät saavat päivitettyt laitteiden käyttöohjeet. Lisäksi syntyy lista muutoksista, jotka laitteille tulisi tehdä sekä ohjeet siitä, miten laitetta tulisi käyttää optimaalisen suorituskyvyn saavuttamiseksi ja toisaalta vikatilanteiden välttämiseksi. /2/

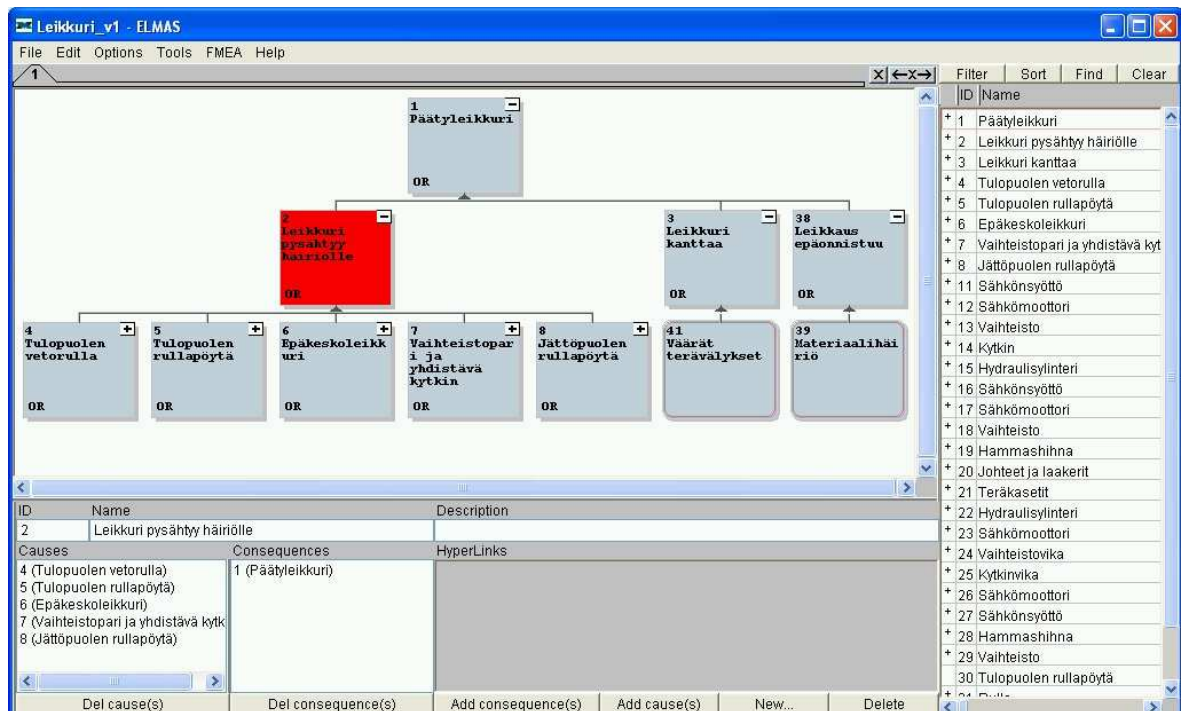
3.4. ELMAS - Tapahtumalogiikan mallinnus ja analysointi

ELMAS (Event Logic Modeling and Analysis Software) on suomalaisen Ramentor Oy:n kehittämä tapahtumalogiikan mallinnusohjelmisto, joka soveltuu tapahtumien välisten loogisten suhteiden, mallinnukseen ja analysointiin.

Ohjelmistossa käytetään hyvin yleistä mallia, joka soveltuu lähes minkä tahansa kohteen mallintamiseen, jos ollaan kiinnostuneita jonkin laitteen, järjestelmän tai prosessin vikaantumisesta. Vikapuuanalyysi (FTA) on tunnettu ja käytetty menetelmä käyttövarmuuden analysointiin. Lisäksi ohjelmisto mahdollistaa vikavaikutusanalyysin (FMEA) teon.

Kuvassa 6 on kuvankaappaus ELMAS:n perusnäkökymästä ja siinä näkyvät siniharmaat neliöt ovat solmuja eli mallinnettavan kohteen eri toimintoja tai komponentteja. Tarkastelussa oleva solmukohta näkyy punaisena ja siihen vaikuttavat syyt (causes) ja seuraukset (consequences) tulevat näkyviin ruudun vasempaan alareunaan.

Solmuihin voidaan antaa ehtoja (syy), joiden täytyessä toteutuu ylemmän tason toiminto (seuraus) tai sen estyminen. Tällainen voi olla esimerkiksi laitteen toiminto, jonka estymiseen vaaditaan usemman kuin yhden komponentin vikaantuminen yhtäaikaaisesti. Perusnäkökymässä tehdään suurin osa mallinnustyöstä.



Kuva 6. ELMAS:n perusnäkyminen vikapuueen.

Mallinnuksessa otetaan huomioon koko järjestelmän toiminnallisuus, tunnistetaan kriittisimmät kohteet, arvioidaan riskit ja kohdistetaan kunnossapito- ja/tai suunnittelutoimenpiteet niiden pohjalta.

Analysoinnin avulla voidaan määrittää ennusteet osien vikaantumisajoin ja vikaantumisten tärkeimmille syyille sekä vioista aiheutuville kustannuksille. Tulosten analysointi antaa arvokasta tietoa koko kohteen käyttäytymisestä. Tavoitteena on löytää keinot, joiden avulla kokonaisprosessin luotettavuutta ja käytettävyyttä voidaan parantaa mahdollisimman kustannustehokkaasti.

Luotu malli muodostaa dokumentin tutkittavan kohteen vikaantumisista, jonka avulla tietämys voidaan koota selkeäksi ja jäsenellyksi kokonaisuudeksi. Dokumentti voidaan jakaa eteenpäin luomalla siitä tavallisella Internet-selaimella katseltava HTML-raportti (kuva 7).

ELMAS HTML-yhteenveto		-29- Vaihdemoottori	
<input type="checkbox"/> [OR] 1 Päätleikkuri		ID:	-29-
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [OR] 2 Leikkuri pysähtyy häiriölle		Epäkäytettävyys:	0.004161644601060473
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [OR] 4 Tulopuolen vetorulla		Keskim. vikaantumisaika (MTTF):	29 d 21 h
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [OR] 5 Tulopuolen rullapöytä		Keskim. korjausaika (MTTR):	2 h 59 min
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [OR] 6 Teräpalkit		Epäluotettavuus:	0.0327529834407837
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [OR] 7 Käyttömoottori ja voimansiirto		Vikaantuneena:	15 d 4 h
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [OR] 8 Jättopuolen rullapöytä		Vikaantumisten määrä:	121.55
<input type="checkbox"/> 28 Hammashihna			
<input type="checkbox"/> 29 Vaihdemoottori			
<input type="checkbox"/> 27 Sähkönsyöttö			
<input type="checkbox"/> 32 Rulla			
<input type="checkbox"/> 43 Mittalaitteet			
<input type="checkbox"/> 45 Koko rullapöytä.			
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [OR] 3 Leikkuri kanttaa			
		Copyright © Ramentor Oy (www.ramentor.com)	

Kuva 7. Näkymä HTML-yhteenvedosta.

Haittapuolena voisi todeta mallin huolelliseen tekemiseen kuluvan paljon aikaa, etenkin jos ohjelma ja mallinnuksen kohde ovat tekijälle täysin entuudestaan vieraita, kuten tämän opinnäytetyön kohdalla. Toisaalta tekoprosessin ansiosta saa paremman käsityksen mallinnettavasta laitteesta kokonaisuutena, kun laitteen toiminnallisia kokonaisuuksia joutuu jakamaan eri osa-alueisiin ja selvittämään jokaiselle mahdollisesti vikaantuvalla komponentille keskimääräisiä vikaantumis- ja korjausaikoja.

Toisaalta mikäli mallinnettava kone tai laite on entuudestaan hyvinkin tuttu ja on jo olemassa vahva käsitys sen vikaantumisprosesseista ja oikeista huolto- ja korjausrutiineista, voi jopa olla hieman kyseenalaista, tuottaako mallinnus sellaiselle organisaatiolle välttämättä uutta ja elintärkeää lisäarvoa.

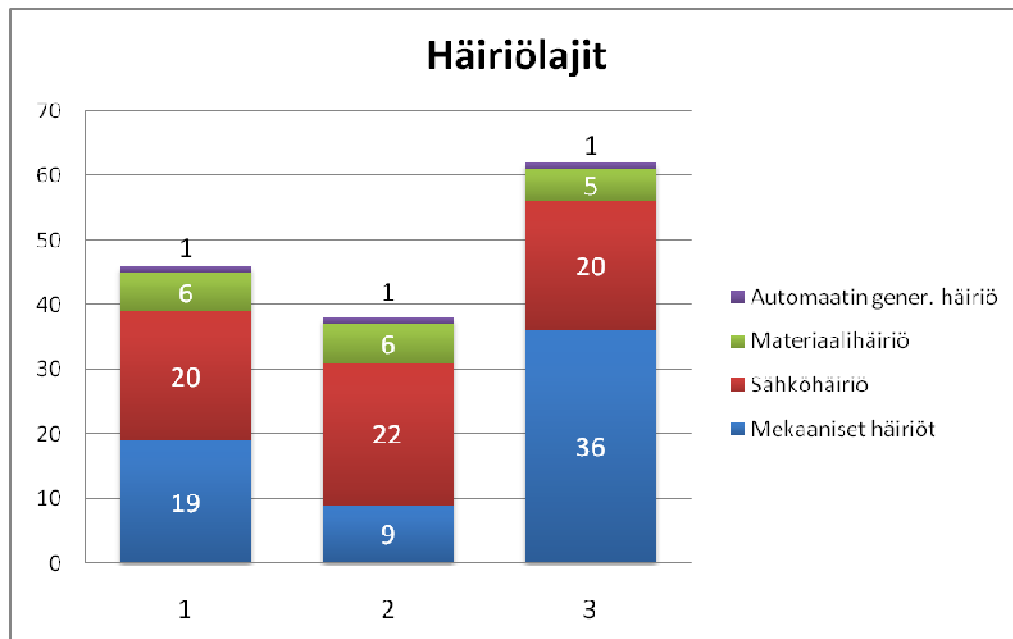
Mallinnuksesta saatavat tärkeimmät hyödyt:

- Mallinnus ja analysointi antavat kokonaiskuvan valmistusprosessista sekä sen riskeistä.
- Lähtötiedot laitteiden ja kunnossapidon kehittämiseksi ja tärkeimpien kohteiden tarkastelulle.
- Löydetään keinot, joiden avulla järjestelmän luotettavuutta ja käytettävyyttä voidaan parantaa kustannustehokkaasti.
- Mallinnus antaa konkreettisia tuloksia kohteen käyttövarmuudesta ja riskeistä.
- Voidaan vertailla eri suunnitteluratkaisuja ja yksittäisten osien vaikutusta tutkittavan kohteen käyttäytymiseen.
- Mallinnuksen tekeminen edistää sen kohteen dokumentointia ja tiedonkeruuta. /5/

3.5. Leikkurihäiriöt

Päätyleikkureissa esiintyy useita toistuvia pysäyttäviä häiriöitä. Vaikka monet häiriöt aiheuttavatkin vain hyvin lyhyitä tuotantokatkoja, kertyy niistä vuoden mittaan paljon turhaa häiriöaikaa ja kalliiksi tulevaa tuotannonmenetystä, joka olisi parhaassa tapauksessa voitu välttää. Häiriötietojen historia löytyvät Tornion tehtaiden KUTI-kunnossapitojärjestelmästä.

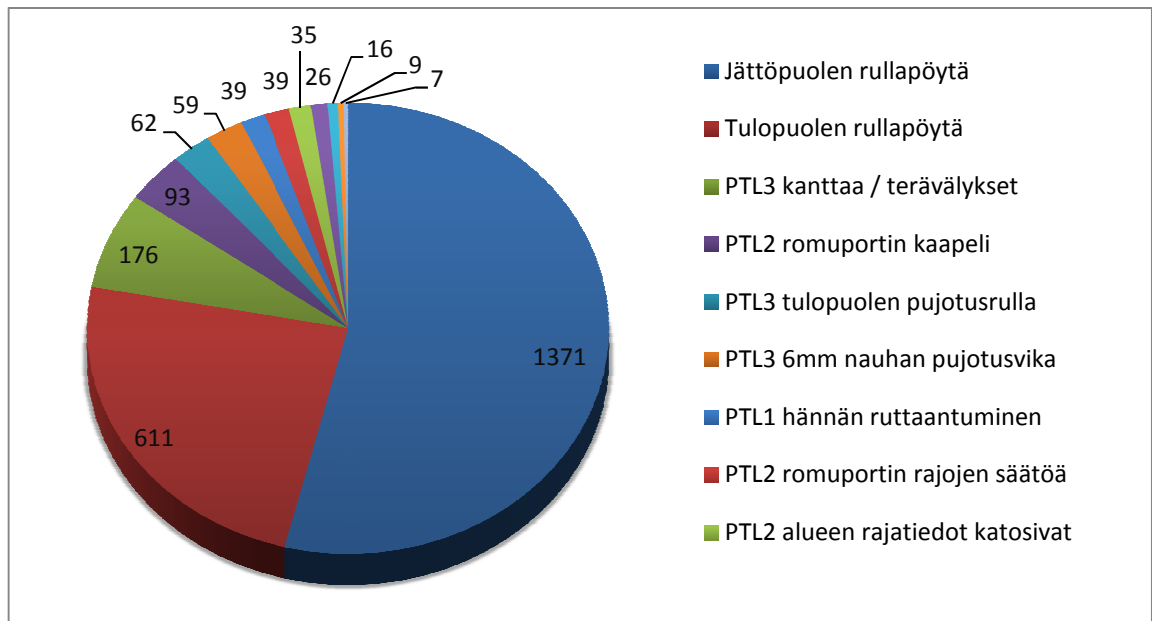
Kuvan 8 pylväsdiagrammi osoittaa, mekaanisten ja sähköhäiriöiden jakauman kaikilla kolmella leikkurilla koko vikahistorian ajalta.



Kuva 8. Häiriölajien kappalemääräinen jakaantuminen kolmella leikkurilla.

Mekaaniset häiriöt johtuvat useissa tapauksissa tuotenauhan aiheuttamista vaurioista leikkurin laitteisiin. Vääristä terävälöksistä aiheutuu myös runsas määrä mekaanisia häiriöitä. Välyksiä pyritään tarkastamaan aina tilaisuuden tullen ja ne säädetään moodinvaihdossa, kun tuotanto vaihtuu kylmänauhalla kuumanauhaksi ja päinvastoin. Väärät välykset aiheuttavat teräsnauhan kanttaamista, kun teräs taittuu, eikä leikkaannu.

Tavallisimpia sähköhäiriöitä ovat kaapeli- ja rajarikot, mittalaitteista (takometrit, valosilmät) johtuvat häiriöt tai mekaanisen ylikuormituksen aiheuttama taajuusmuuttajan laukeaminen, jolloin osa mekaanisista häiriöistä näkyy tilastoissa sähköpuolella.



Kuva 9. Leikkurihäiriöt minuutteina 2009.

Kuvan 9 piirakassa on katsaus vuoden 2009 aikana leikkureiden aiheuttamista linjan pysäyttäneistä häiriöminuuteista. Kaaviosta on helposti havaittavissa, että ajallisesti yli kolme neljäsosaa pysähdysajoista on aiheutunut leikkureiden rullapöydistä, kolmanneksi eniten johtuu päätyleikkuri 3:n vääristä terävälkyksistä. Loput, noin viidennes, ovat yksittäisiä häiriötapauksia.

Tyypillisimpiä tilanteita ovat rullapöytien hammasvaihde moottorien erinäiset vikaantumiset. Mekaaniset rikkoutumiset, kuin myös sähkökaapelointeihin, rajoihin tai hammashihnoihin liittyvät ongelmat ovat melko yleisiä. Tätä aiheuttaa etenkin osumat tuotenauhasta tai romupaloista, joskus nauhan pää syöksyy pöydän ali saaden aikaan pahoja vaurioita. Myös vaihde moottorien käyttöhihnat ovat katkenneet tai pudonneet paikaltaan. Lisäksi pöydän rullat voivat mennä rikki tai jumiin saadessaan iskuja. Päätyleikkuri 3:n väärät terävälkykset ovat kolmanneksi suurin tekijä ja loput ovat yksittäisiä tapauksia.

3.5.1. Leikkurivaurio

Leikkuri 1 rikkoontui pahasti vuoden 2008 päätteeksi ja oli siitä syystä neljä kuukautta kokonaan pois tuotantokäytöstä. Onnettomuuden vakavuutta ei pystytty heti arvioimaan, mutta kunnossapidon purkaessa laitetta vaurion laajuus paljastui hiljalleen tutkinnan edetessä. Vaurion todellista aiheuttajaa ei voida varmuudella vielääkään nimetä, sillä mahdollisia vikaantumismekanismivaihtoehtoja on useita. Seuraavassa tiivistelmä tapahtumista.

Leikkuri pysähtyy 8.12.2008 ja purkuöiden valmistelut alkavat seuraavana päivänä turvallistamistöillä ja telineiden rakentamisella. Työnjohto kartoittaa varaosatarvetta ja tekee osista tilauksia.

Jättöpuolen rullapöydän kunnostustyöt ulkoistetaan Tormets Oy:lle, joka myös vastaa uuden konekonsolin valmistuksesta leikkurin jättöpuolelle. Viivästyttäväksi ongelmaksi osoittautuu Johnson metallilta tilatut liukulaakeriholkit, joiden toimituksessa on hankaluuksia, eikä uusia lopulta saada tarpeellista määrää vaan lopulta osa vanhoista päätetään uudelleenkäyttää.

Vuoden 2009 viikolla 7 kokoamistyö päästään viimein aloittamaan ja helmikuun puolella välissä leikkuria aletaan koekäyttämään. Testattaessa havaitaan teräpalkkien olevan epäsuorassa, mistä päätellään vaihteistoja yhdistävien kytkinten liukuneen leikkuririkon yhteydessä. Vaihteistojen tahdistuksen jälkeen terät pääsevät vastaamaan toisiinsa suurimmillakin terävällyssäädöillä. Leikkurissa todetaan olevan rakenteellista vikaa ja lähestyvään vuosiin tilataan mittamies tarkistamaan laitetta.

Viikolla 10 mittauksessa todettiin A-linjan puoleisen vaihteiston ylä- ja alapuolen epäkeskoakselien väliseksi poikkeamaksi 3 astetta, mikä onnistuttiin korjaamaan ja leikkurin kokoaminen jatkui niin, että viikolla 15 päästiin tekemään koeleikkauksia. Leikkaukset onnistuivat hyvin ja leikkuri pääsi viimein tuotantokäyttöön.

3.6. Leikkurin mallinnus ELMAS-ohjelmalla

Tämän opinnäytetyön yhteydessä tehtiin yhden päätyleikkurin virtuaalinen toimintamalli ELMAS-ohjelmistolla. Seuraavassa on käsitelty mallinnuksen tekoa tarkemmin työvaiheittain.

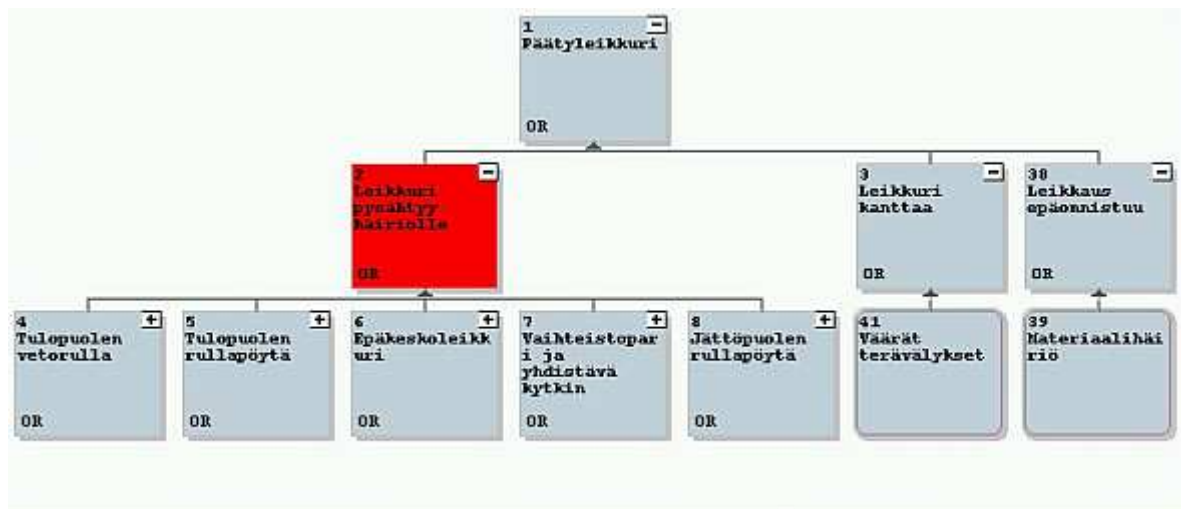
3.6.1. Vikapuun rakentaminen

Työn tekeminen aloitettiin leikkurin vikapuun rakentamisella, sillä se on mallin runko. Sopivaa vikapuurakennetta piti hieman hakea ja kokeilla erilaisia vaihtoehtoja leikkurin toimintojen ja rakenteen jakamiseen soluiksi ja solmuiksi, joista puu rakennetaan.

Ensimmäinen versio sisälsi ylimmän ”leikkuri pysähtyy” -tason jälkeen häiriöiden jaon kahteen ryhmään: mekaanisiin ja sähköisiin vikoihin. Tämä kuitenkin osoittautui pian hankalaksi ratkaisuksi, koska osa mekaanisista vioista ilmenee sähköisessä muodossa esim. moottorin taajuusmuuttajan laukeamisena kuormituksen kasvaessa.

Seuraavaksi jako tehtiin laitteen toimintojen perusteella eli kukin solmu sisälsi jonkin leikkurin yksittäisen toiminnon. Tästä seurasi kuitenkin ongelma, että analyysin antamat tulokset pohjautuivat estyneisiin toimintoihin, kun tavoite oli tarkastella vikaantuvia komponentteja.

Lopulliseen muotoon päädyttiin yksinkertaisen taskulamppua mallintavan esimerkin perusteella. Lamppu oli ensin jaettu sen käyttäjän vaatimiin toimintoihin (esim. valon syttyminen ja tasaisena palaminen), sekä kyseisille toiminnoille välttämättömiin komponentteihin. Tätä mallia soveltamalla leikkuri jaettiin toiminnallisiin kokonaisuuksiin. Kuvassa 10 on nähtävillä vikapuumallin 3 ylintä tasoa, joiden alapuolelta löytyy vielä kolmannen tason toimintakokonaisuuksien toiminnalle tarpeelliset laitteet ja komponentit.



Kuva 10. Kuvankaappaus vikapuomallin kolmesta ensimmäisestä tasosta.

Tulopuolen vetorullat, rullapöytä, runkovaihteisto, teräpalkit, käyttömoottori ja voimansiirto ja jättöpuolen rullapöytä ovat ylimmän tason toimintakokonaisuudet. Seuraavalla tasolla on jokaisen toimintakokonaisuuden vikaantuessaan pysäyttävät vikaantuvat komponentit. Näin analyysin tuloksissa päästiin tarkastelemaan leikkurin pysäyttäviä syitä ja häiriöitä niitä aiheuttavien komponenttivikojen tasolla.

3.6.2. Tietojen täyttäminen malliin

Vikapuun rungon saatua muotonsa oli seuraavaksi täytettävä malli tarvittavilla tiedoilla. Jokaiseen vikaantuvaa komponenttia mallintavaan soluun on annettava vähintään kolme eri arvoa: MTTF, eli keskimääräinen vikaantumisväli, MTTR, eli vian keskimääräinen korjausaika ja kolmantena korjauksesta aiheutuvat kustannukset. Tämä olikin aikaa vievä selvitystyö, jossa oli apuna Outokummun KUTI-kunnossapitojärjestelmästä löytyvät vikahistoriatiedot ja kunnossapidon käytännön kokemuksen tuoma tieto.

Näiden lisäksi kirjattiin vikojen kuvaukset FMEA-taulua varten. Tämä sisälsi komponentin vikaantumisen ilmenemistavan, vikaantumisen todennäköisyyden pienentämiseen vaikuttavat asiat ja vian seurausten vähentämismenetelmät. Lisäksi voitiin lisätä riskiluvun

laskemiseen tarvittavat tiedot antamalla jokaiselle komponentille vakavuus-, toteutumis- ja ilmenemiskertoimet.

3.7. Simulointi ja tuloksia

Ennen simuloinnin aloittamista ELMAS:een annetaan kolme aloitusarvoa koskien simulointiaikaa: alkuikä, simulointijakso ja simuloitavat kierrokset. Alkuikä mahdollistaa jo käytössä olevan laitteiston iän huomioonottamisen, mikäli kyse ei ole uudesta koneesta. Simulointijakso tarkoittaa tutkittavan ajanjakson pituutta ja kierrokset määrittävät, kuinka monta kertaa jakso simuloidaan. Kierrosten tuloksista ohjelma laskee keskiarvot ja ennusteen todennäköisyydet tarkentuvat, mitä useampi määrä kierroksia suoritetaan.

Leikkurin alkuiäksi valittiin viisi vuotta, KUTI:n häiriötietojen alkaessa vuodesta 2005, simulointijakson ollessa kymmenen vuotta. Simulointia suoritettiin tuhat kierrosta, joiden aikana ohjelma ajaa virtuaalista leikkuria ja sen vikaantumisvaihtoehtoja läpi tuhat kertaa valitun ajanjakson verran.

Ohjelman suoritettua simuloinnin tuloksia tarkastellaan osien epäkäytettävyys- ja epäluotettavuusarvojen perusteella. Epäkäytettävyys on prosenttiluku, joka kertoo kyseisen osan vikatilassa oloajan osuuden kymmenen vuoden kokonaistarkasteluajasta. Epäluotettavuus on prosenttiluku joka kertoo ajasta riippuvan todennäköisyyden kyseisen osan vikaantumiselle.

Numeropohjaisista tuloksista voi tarkastella jokaisen malliin syötetyn yksittäisen laitteen ja komponentin keskimääräisiä vikaantumis- ja korjausaikoja. Sen lisäksi nähdään kyseisen komponentin vikaantuneessa tilassa oloaika ja yksittäisten vikaantumistapausten kappalemäärä.

Päätyleikkurin kaikista vioista kymmenen vuoden tarkastelujaksolla aiheutuva epäkäytettävyys ajassa 70 vuorokautta, keskimääräisen vikaantumisvälin ollessa 6 vuorokautta ja keskimääräisen korjausajan hieman alle kolme tuntia. Yksittäisten vikojen lukumäärä on 581 ja keskimääräinen korjausaika 3h.

Analyysin tulokset toistavat käytännön osoittamaa todellisuutta: rullapöytien vikaantumiset ovat useimmin syynä leikkureiden pysähtymisiin. Keskimääräisenä vikataajuutena se merkitsee pysäyttävän häiriön ilmenemistä 30 päivän välein. Viat ovat nopeita korjata ja tavallisesti pysähdysajat jäävät lyhyiksi, MTTR:n ollessa 1,5h (jättöpöytä) ja 3h (tulopöytä).

ELMAS:n tulosten mukaan runkovaihteisto saavuttaa 50% vikaantumistodennäköisyyden seitsemässä vuodessa. Ohjelman laskema todennäköisyys perustuu ykkösleikkurin kestoikään ennen sen vaurioitumista. Tapahtumaketjussa on kuitenkin mahdollisesti tuntemattomia tekijöitä, aina tehtaalla sattuneesta asennusvirheestä lähtien, joten luku voi olla hieman epäluotettava.

Mallin tulokset vastaavat kohtalaisesti kokonaisuutena todellisuutta. Tulosten tarkkuus riippuu paljon malliin syötettävien tietojen, kuten vikaantumisvälien ja korjausaikojen arvioiden onnistumisesta, joissa tässäkin tapauksessa olisi ollut varmasti tarkentamisen varaa.

Analyysin tuloksista oli silti työn loppupäätelmiin apunsa siten, että ne antoivat tukea omiin päätösprosesseihin ja paransivat kokonais käsitystä leikkurin toiminnallisista vioista.

Suhtaudun kuitenkin pienellä varauksella mallinnukseen kuluvan ajan takia siitä saatavaan hyötyyn mikäli mallinnuksen kohde, sen viat ja huoltaminen ovat käyttäjille tuttuja useamman vuoden ajalta ja niistä on olemassa hyvin vahva käsitys ja ymmärrys kokonaisuudessaan.

3.8. Päätelmät

Tulopuolen rullapöytä ja vetorullat

Tulopuolen rullapöydän ja vetorullien tehtävä on muodostaa rullarata leikkurin kitaan saakka ja syöttää leikkuriin tulevaa tuotenauhaa leikkaustapahtumaa varten. Kun nauhan pää lähestyy leikkuria, pöytä nousee ylös hydraulisylinterin avulla muodostaen rullaradan leikkurin kitaan asti.

Esiintyneet häiriöt ovat satunnaisia, usein tuotenauhan pään aiheuttamia, mekaanisia ongelmia, lukuun ottamatta sähköistykseen ja raja-antureihin liittyviä vikatilanteita.

Kokonaisuus koostuu vetävästä painorullaparista ja alapuolen rullapöydän vapaasti pyörivistä vapaista teloista ja pienemmästä vetävästä rullastosta. Pienemmän rullaston osan käyttö tapahtuu hammasvaihdemootorilla hammashihnan välityksellä

Paininrullien käyttö tapahtuu leikkurin ulkopuolelta 11kW:n sähkömoottorilla voimansiirron koostuessa kytkimestä, vaihdelaatikosta ja nivelakselista. Yläpaininrullan rungon sisällä on kaksirivinen hammasketju hammaspyörineen.

Rullapöydän yllättävän vikaantuminen aiheuttaa pitkähkön häiriön, täydellisen vaihtotyön viedessä noin vuorokauden, joten kunnan seuraaminen on ehdottoman tärkeää ja kunnostuksen tulee tapahtua aina suunnitellusti seisakkien yhteydessä vähintään kerran vuodessa. Tämä koskee myös rullajohdekiskoa ja siihen liittyvää laakeroitua vaunua, jonka varassa pöytä liikkuu.

Ennakoiviin toimenpiteisiin määritettiin huolelliset tarkastustoimenpiteet: hammasvaihdemootori ja sen kiinnitys, sähkökaapeloinnit ja niiden kiinnitys, hammashihna ja sen linjaus, rullien pintapuolinen kunto ja pyöriminen, sekä mittalaitteiden kunnan ja kiinnityksen tarkastus.

Korjaavia toimenpiteitä tehdään pienemmän rullaston hammasvaihdeemoottoreille, sähkökaapelistoineen ja käyttöhihnoja ja niihin tulee varautua riittävällä määrällä varastoituja varaosia. Tämä on nopea korjaustoimenpide ja ovat vikaantumiset satunnaisia.

Runkovaihteistot ja kytkimet

1-leikkurin täysvaurion mahdollinen liikkeellepanija on jonkinlainen vika vaihteistossa. Joka tapauksessa on varmaa, että vaihteistot joutuivat epäsynkroniin, jolloin leikkurin teräpalkkien ajoitukset menivät pieleen ja tuhoa alkoi syntyä.

Vaihteistojen pitkän tähtäimen luotettavuuden takaamiseksi ennakkohuollossa on tärkeintä panostaa voitelun laatuun. Itse voimansiirron osat ovat erittäin pitkäikäisiä, kunhan vaihteistoissa on aina riittävä määrä oikeaa laatua olevaa voiteluöljyä. Vaihteistojen tulisi kestää normaalikäytöllä noin kymmenen vuotta tuotantokäytössä, mutta mahdollisiin aiemmin tapahtuviin vikaantumisiin tulee varautua, ettei korjausaika veny liian pitkäksi, niin kuin ensimmäisellä kerralla.

Tarkastustoimenpiteisiin lisättiin runkovaihteistoja yhdistävien kytkinten kuntotarkastukset. On syytä myös tarkastaa vaihteistojen ajoitukset vuosittain vastaavan tapahtumaketjun uusiutumisen estämiseksi. Myös muuta kunnonvalvontaa olisi hyvä lisätä vaihteiston käyttöään kasvaessa.

Pahimman tapauksen varalle vaihteistojen laakerit ja akselitiivisteet tulee olla kunnossapidon käytettävissä, pari päivää kestävien purkutöiden jälkeen. Tämä on huomioitu varaosakartoitukseen sisällytetyssä varaosien aikatarpeessa, jonka mukaan laakerien hankinta saa kestää maksimissaan 2 vrk. Leikkurin suurempi peruskorjaus, jossa vaihteistot käydään läpi ja uudelleenlaakeroidaan, tai radikaalimpana toimenpiteenä jopa koko leikkurin vaihtaminen uuteen vuosikymmenittäin voi olla kannattavaa, mikäli yleiskunto osoittaa heikentymisen merkkejä.

Tarpeellisten osien listaan kuuluu luonnollisesti laakerien lisäksi myös vaihteiston sisältämät akselitiivisteet.

Terät ja teräpalkit

Terät on lukittu hydraulisynterillä teräkannattimiin. Hydrauliikan putkiston kiinnitystä, putkiliitosten tiiveyttä ja itse sylintereiden kuntoa seurataan tuotantopysähdyksissä tarkastusohjelman mukaan. Terien kunto arvioidaan vähintään kolmen viikon välein tehtävässä leikkurin tarkistuksessa. Jos terät ovat hyväkuntoisia, vaihtoa ei tarvita ja pienempiä virheitä voidaan monesti huoltaa käsityökaluin kasettien ollessa koneessa. Jos terät ovat kuitenkin vaihtokunnossa, vaihdon tulee tekemään toinen työpari, jolloin tarkistuksia suorittava pari pääsee jatkamaan muille leikkureille. Vaihdetut kasetit huolletaan korjaamolla, jossa ne saavat uudet teräkappaleet. Terien huollot ja vaihdot ovat useasti toistuvaa perustoimintaa leikkureilla. Itse vaihtotyön kulku on selitetty tarkemmin opinnäytetyön liitteissä.

Jättöpuolen rullapöytä

Jättöpuolella olevan rullapöydän tehtävä on ottaa vastaan leikkurin leikkaamat romupalat ja kuljettaa ne romuastiaan. Käyttö tapahtuu vaihdemoottorilla hammashihnan välityksellä.

Tavallisimpia vikoja ovat vaurioituneet vaihdemoottorit ja niiden rispaantuneet sähkökaapelit monesti jättöpuolen rullapöydän ali syöksyneen nauhan vahingoittamina. Jonkin verran on esiintynyt myös moottorin käyttöhihnoista (katkeaa tai putoaa hihnapyörältä) ja rullavaurioista johtuvia häiriöitä.

Vaihdemoottorien ja hammashihnojen vaihdot suoritetaan korjaavana kunnossapitotoimenpiteenä, sillä se on ennakoimaton häiriötilanne, joka yleensä johtuu tuotenuhan tai siitä leikatun romun aiheuttamasta osumasta. Tilanteita varten tulee varautua riittävällä määrällä varastoituja varaosia.

Ennakoivana toimenpiteenä tehdään tuotantopysähdyksissä vastaavat tarkastukset kuin tulopuolen pöydänkin kohdalla. Vaihdemoottorien, niiden kiinnityksen, hammashihnojen ja sähkömoottorien johdotuksien tulevien vikaantumisten havaitsemisella vältetään monilta turhilta tuotantopysähdyksiltä.

Sähkökunnossapidon kokemuksen mukaan kaapelointien mekaaninen kuluminen on käytännössä tasaisen säännöllistä, joten ne kannattaa vaihtaa korostetun ennakoidusti uusiin. Lisäksi johtojen kiinnitykseen ja suojaamiseen tulee kiinnittää erityistä huomiota. Mekaanisia vikaantumisia varten on huollettava valmiiksi ylimääräiset rullapöydät, jolloin voidaan vaihtaa koko yksikkö kerralla muutamassa tunnissa. Hammashihnapyöriltä tulee myös löytyä stopparit hihnojen paikallaan pysymisen varmistamiseksi.

Pöytään on jo aiemmin tehty muutostöitä mm. rullastoon, moottorin sijoitukseen ja sähköistyksiin. Nykyisellään pöydän luotettavuudelle onkin vaikea keksiä merkittävää parannusta. Edessä on todennäköisesti jättöpuolen perusteellinen uudelleensuunnittelu.

Pöydän rakenne ei nykyisellään ole täysin toimiva näin vaativassa käytössä, vaan tarvitaan järeämpi ja yksinkertaisempi ratkaisu. Yksi mahdollisuus on jopa jättää pöydästä rullasto kokonaan pois ja korvata se kulutuslevyllä, kuten leikkuri 3:lla. Pöydän uudelleensuunnittelusta onkin tehty tilaus suunnitteluosastolle ja uudenlaisia ratkaisuja tullaan testaamaan pian.

Terävällyksien merkitys

Vääristä terävällyksistä aiheutuu varsinkin päätyleikkuri 3:lla erilaisia materiaalihäiriöitä, joissa nauha ei leikkaudu irti, vaan taittuu leikkurin terien välissä. Simulaation antamien tulosten perusteella linjan epäkäytettävyys on niistä johtuen 1,6% ja vikaantuneenaoloaika 14 tuntia koko kymmenen vuoden tarkastelujakson aikana. 30 päivän ajanjaksolla esiintyy noin 18% varmuudella näitä häiriöitä, ja keskimääräinen korjausaika, KUTI:n häiriötietojen mukaan noin puoli tuntia.

Ennakoivana toimenpiteenä terävälysten aiheuttamat häiriöt voidaan minimoida yksinkertaisesti tarkistamalla ne jokaisessa tuotantopysähdyksessä ja säätää ennen linjalla ajettavan materiaalin vaihtumista kylmänauhasta kuumanauhaan (nk. moodinvaihto) ja päinvastoin. Häiriöitä voidaan vähentää, kun samalla arvioidaan myös terien kunto ja vaihdetaan tai huolletaan ne tarvittaessa. Teknisenä muutoksena kolmosleikkuriin on harkinnassa automaattisen terävällyksensäädön suunnittelu, jonka ansiosta moodinvaihtojen aikana tehtävä kunnossapitotoimi jäisi tarpeettomaksi.

3.9. Ennakkohuoltotoimet

Leikkureilla suoritetaan erinäinen määrä erilaisia ennakkohuoltotoimia, joilla pyritään vähentämään tuotannaikaisia häiriöitä ja vikaantumistilanteita.

Seuraavaan suunnitelmaan on koottu jo aiemmin RAP5:lla aloitetut ennakkohuolto-ohjelmat mekaanisen ja sähköisen kunnossapidon suorittamana, kuin myös tämän opinnäytetyöhön sisältyvät tarkistustoimet.

Tarkastustyössä auttava taulukko tarkastuskohteista löytyy liitteistä. Kuva 11 toimii apuna, mikäli tarkastusta suorittamaan tulee työpari, jolta löytyy vähemmän kokemusta leikkureista kuin varsinaisilta aluekunnossapidon asentajilta

Tähdellä merkityt kohdat erottuvat tämän opinnäytetyön myötä uusina toimenpideehdotuksina ja numero sulkujen sisällä viittaa alla olevan kuvan 11 numerointiin, jossa on viivoilla osoitettu missä päin päätyleikkuria kyseinen huoltokohde sijaitsee.

Mekaanisen kunnossapidon suorittama ennakkohuolto

RAP5:n mekaaninen aluekunnossapidon leikkureilla määräkkäisesti suorittama ennakkohuolto sisältää seuraavat toimenpiteet.

Kolmen viikon välein: Suoritetaan leikkurin kuntotarkastus, jossa asentajapari

- käy huolellisesti läpi taulukon kaikki tarkastuskohteet
- merkkää OK -sarakkeeseen, jos kyseinen kohde ei vaadi toimenpiteitä tai vaihtoehtoisesti kirjaa ylös havaitsemansa viat ja puutteet toiseen sarakkeeseen
- toimittaa tarkastustaulukon työnjohdolle kertoen samalla havaitsemistaan asioista.

Puolen vuoden välein:

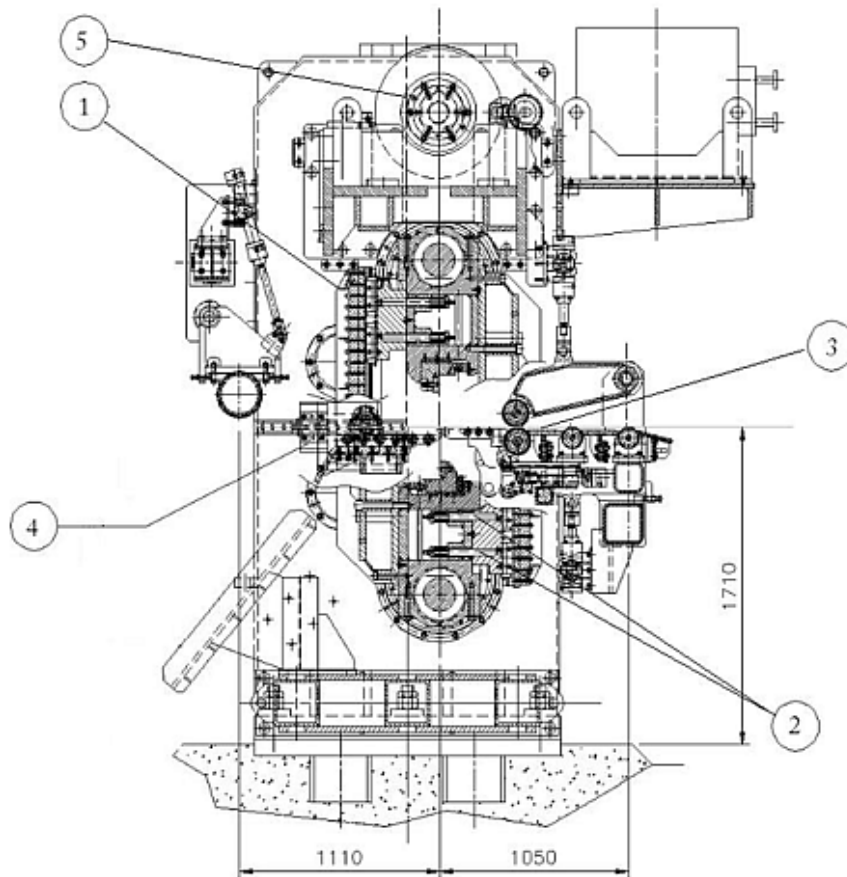
- tarkastetaan vaihteistopareja yhdistävien kytkinten kunto (1) *
- mitataan teleskooppien välykset. (2)*

Kerran vuodessa:

- tarkastetaan leikkurin runkovaihteistojen ajoitukset *
- arvioidaan vaihteiston laakerien kunto (voitelun tulo ryntöön ja visuaalinen arvio) *
- lisätään runkovaihteiston ikääntyessä seurantaan tarkoituksenmukaisin kunnonvalvonnan menetelmin (esim. öljyanalyysit, värähtelymittaukset). *

Jatkuvana suorituksena:

- Ylimääräisenä olevat rullapöydät huolletaan aina valmiiksi tulevia vaihtoja varten pysähdysaikojen lyhentämiseksi. (3 ja 4)



Kuva 11. Leikkurin tarkastustoimien kohteita.

Sähkökunnossapidon suorittama ennakkohuolto

RAP5:n aluesähkökunnossapito suorittaa määräajoin seuraavat ennakkohuoltotoimenpiteet.

Kerran kuussa:

- Tarkistetaan ja tarvittaessa vaihdetaan huonokuntoiset rullapöytien vaihdemoottorien virtakaapelit uusiin korostetun ennakoidusti.

Joka toisessa vähintään kaksipäiväisessä seisokissa:

Suoritetaan leikkurin käyttömoottorihuolto, johon kuuluu

- suodattimien vaihto
- eristysvastuksen mittaus
- hiilien pituuden mittaus.

Kerran vuodessa:

- lämpökuvaukset sähkökeskuksen kiskostoihin.

36 kuukauden väliajoin:

- yläkerran sähkötilojen taajuusmuuttajien tarkastus.

Aika-ajoin:

- varmuuskopioidaan logiikoiden data talteen
- leikkureiden ohjauspöytien tarkastus.

3.10. Varaosakartoitus

Opinnäytetyön tekemiseen sisältyi myös leikkurin varaosakartoitus. Taulukkoon on listattu leikkurin kuluvat ja muut kunnossapidollisesti tärkeät osat, jotka tulisi löytyä varastoista, tai olla nopeasti saatavilla, jotta kunnossapidon huolto- ja korjaustoiminta ei estyisi varaosien puutteeseen. Osien tilaaminen ja odottelu käy hyvin kalliiksi tuotannon estyessä.

Varaosakartoituksen tein käymällä läpi leikkurin tekniset piirustukset osa-alue kerrallaan ja tunnistamalla kuvista kuluvat osat ja muut tärkeät komponentit. Tämä vei pidemmän ajan, mutta en pitänyt pelkästään osaluetteloiden tutkimista tarpeeksi luotettavana menetelmänä. Osalistoissa nimikkeet ovat usein suurpiirteisessä muodossa englannin kielellä ja jokaisen nimikkeen joutunut kuitenkin tarkistaa ja varmistaa osapiirustuksista.

Varaosataulukko

Piirustuksien ja laitevalmistajan osaluetteloiden perusteella selvitin, kuinka monta kappaletta kyseistä osaa laitteesta löytyy. Outokummun käyttämät osien nimikenumerot, hälytyspisteet ja hankinta-ajat hain KUTI:n varaosahakua käyttäen. Lisäksi joistain varaosista on taulukossa valmistajan piirustusnumero ja/tai Outokummun piirustusnumero etenkin jos sakonumeroa ei ollut olemassa. Tällaiset osat olisi hyvä tarkistaa ja numeroida Outokummun järjestelmiin (SAP, KUTI) osien haun helpottamiseksi.

Osakartoitukseen oli alunperin tarkoitus sisällyttää myös tieto osien hankintaeristä ja hälytyspisteistä. Tästä asiasta ostohenkilöstön kanssa keskustellessani selvisi, että on käytännöllisempää kun osaluettelosta löytyy tieto tarvittavien osien tarvittava määrästä ja aikamääre, jonka kuluessa osien on oltava kunnossapidon käytettävissä korjauksia varten. Näin on oston helppo päivittää ja seurata osien ohjausarvoja, sillä heillä on tarkempaa tietoa monien erikoisosien (tietyt laakerit) todellisista hankinta-ajoista. Tämän perusteella lisäsin taulukkoon vielä tarveaikakentän. Varaosataulukko löytyy opinnäytetyön liitteistä. Kuvassa 12 on esimerkki varaosataulukosta, jossa on listattu pienen rullapöydän sisältämät kulutusosat.

Pienen rullapöydän osat								
Sakonro	Osan nimi	Kpl laitteessa	Hälytyspiste	Piirr. nro.	DOHA	Lisätiet.	Hank.aik	tarv.
604374	URAKUULALAAKERI 6205-2RS	1	23				5	heti
608957	URAKUULALAAKERI 6003-2RS	4	8				5	heti
546456	KUULALAAKERI 6001 2RS	5	7				5	heti
661634	LEIK.ENTRY TUKIRULLA 40X530	9	1	4.827907.M			30	heti
661118	AKSELI	3		4.815223.Q				heti
661639	HOLKKI 28x20x25	12		4.827909.W	448137			heti
661638	HOLKKI 26x20x25	6		4.827664.X	448133			heti
661138	HAMMASRATAS Z=35	3		4.815215.Q	423687			heti
661132	HAMMASRATAS Z=20 (PINION)	1		4.815211.L	423685			heti
661131	HAMMASRATAS Z=20 (PINION)	1		4.815214.P	423686			heti
607973	HAMMASHIHNA HTD 840-8M-B-30	1	2				40	heti
645049	MOOTTORI 2.2KW 1500/163RPM B8	1	2				14	heti

Kuva 12. Kuva varaosataulukosta.

4. YHTEENVETO

RAP5-linja on massiivinen tuotantolaitos, johon on integroitu perätysten kylmävalssausprosessin tarvitsemat laitteet ja toiminnot kuten valssaus (tandem- ja viimeistelyvalssain) ja hehkutus- ja peittauslinjojen tyypillisesti sisältämät laitteet (hehkutusuunit, jäähdytysvyöhykkeet, kuulapuhallus, peittaus) venytysyksiköineen. kolme päätyleikkuria). Linjan etu on valtava tuotantokapasiteetti, mutta vastavuoroisesti yhdenkin laitteen vikaantuminen voi pysäyttää koko prosessin, jolloin tuotantotappiota alkaa heti syntymään.

Kolmen päätyleikkurin kriittisyys linjan toiminnan kannalta on jo aiemmin tehdyssä kriittisyysanalyysissä arvioitu korkeimmalle tasolle ja tämän työn sisältämät ehdotukset kunnossapitoon tulisi parantaa niiden luotettavuutta. RCM-taulukot käytännön toimenpide-ehdotuksineen antaa toimintarunkoa kunnossapitotoimintaan. Liitteissä taulukosta esimerkki (liite 4).

Ennakkohuoltotoimenpiteet ovat erittäin tärkeitä leikkureiden luotettavan toiminnan kannalta. Kuukausittain tapahtuvien tarkastuskierrosten suorittamisen ansiosta moni alkava vika voidaan saada heti kiinni ja ehkäistä häiriön syntyminen vaikkapa viikonloppuna yöllä, jolloin kunnossapidosta vastaa vain yksi konepäivystäjä.

Jotta myös isomman vaurioitumisen aiheuttamat pitkät pysähdysajat saataisiin tulevaisuudessa vältettyä, ehdotan lisättäväksi vaihteistoja yhdistävien kytkinten, runkovaihteistojen ajoitusten ja voitelun tarkastuksia määräajoin. Lisäksi vaihteiston ikääntyessä kannattaa lisätä kunnonvalvonnan määrää asteittain, jotta pysytään arvioimaan koska vaihteisto kannattaa peruskorjata tai jopa vaihtaa se kokonaan laitetoimittajalta ostettavaan uuteen yksikköön, jolloin tuotannon pysähdys voi olla huomattavasti lyhyempi. Vaihteistojen sisältämien laakereiden pitkäikäisyyden kannalta voitelun määrästä tai laadusta ei kannata missään tapauksessa tinkiä.

Varaosakartoituksen myötä syntyneen varaosataulukon tarkoitus on täydentää tietämystä tarvittavista osista, niiden määristä ja viiveestä, jolla osan tulee olla kunnossapidon käytössä siitä, kun vika on havaittu. Varaosataulukosta on toivottavasti työnjohdolle apua yhtenä lisätyökaluna. Siitä voi nopeasti tarkistaa peruskunnossapitotoimissa tarpeelliset osat ja niiden eri tietoja kuten esimerkiksi osa- ja piirustusnumeroita.

5. LÄHDELUETTELO

/1/ Järviö, Jorma, Kunnossapito, 1. painos, KP-Media Oy, 2004

/2/ Järviö, Jorma, RCM Luotettavuuskeskeinen kunnossapito, KP-Tieto Oy, 2000

/3/ Ollikainen, Esko, Keskimaunu, Jari, Outokummun sisäinen esittelymateriaali: RAP5-esittely, 12.7.2009

/4/ Outokummun sisäinen intranet.

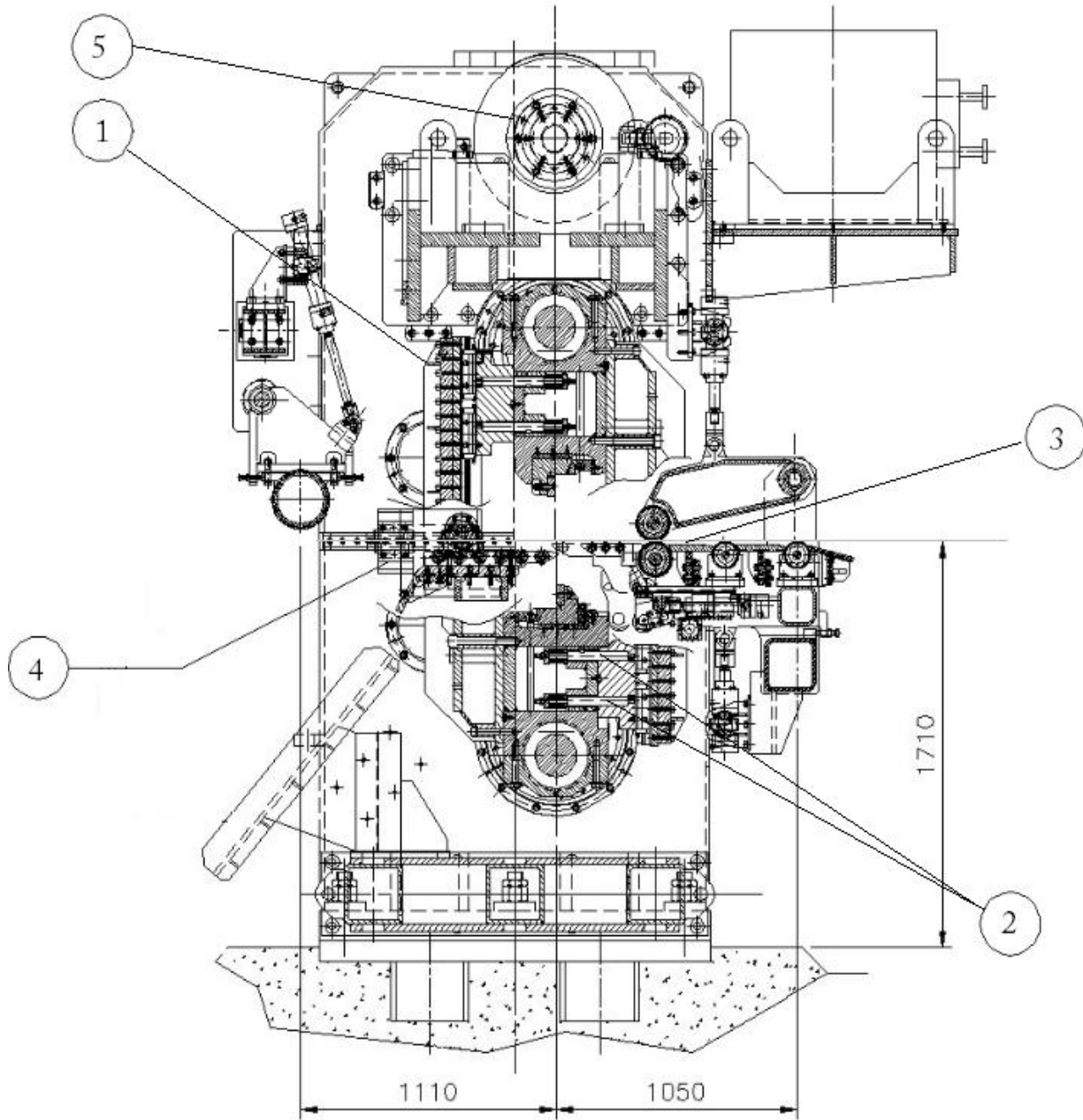
/5/ Ramentorin kotisivut [<http://www.ramentor.com/etusivu/tuotteet/elmas/>]

6. LIITELUETTELO

- LIITE 1 Lista tarkastuskohteista + kuva
- LIITE 2 Teräkasettien vaihto
- LIITE 3 Varaosataulukot
- LIITE 4 Toimenpideaulukkoesimerkki

Lista tarkastuskohteista + kuva

1	Teräpalkit	OK	Puutteita havaittu
	Terien leikkuusärmien kunto		
	Terävälysten tarkistus		
	Välysten säätö tarvittaessa ja toimenpiteiden kirjaus leikkurin kansioon		
	Lineaarijohteet ja laakerikelkat		
	Kiinnityspulttien kireys		
2	Teleskoopit		
	Iskunvaimentimet		
	Jouset ja jousiputket (välykset puolivuositain)		
3	Tulopuolen rullapöytä		
	Rullapintojen kunto		
	Rullien pyöriminen		
	Hammassvaihdemoottorin kiinnitys		
	Moottorin kaapeloinnin kunto/kiinnitys		
	Hammashihnan kunto / pyörien linjaus		
	Hihnapyörien stopparit		
	Lineaarijohteet / laakerit		
	Nostosylinterin tapit		
4	Jättöpuolen rullapöytä		
	Rullapintojen kunto		
	Rullien pyöriminen		
	Hammassvaihdemoottorin kiinnitys		
	Moottorin kaapeloinnin kunto/kiinnitys		
	Hammashihnan kunto / pyörien linjaus		
	Hihnapyörien stopparit		
	Lineaarijohteet / laakerit		
5	Leikkurin runkovaihteisto		
	Voiteluöljyn pinnan tason tarkistus		
	Vaihteiston tiivyyden silmämääräinen arviointi		
	Vaihteistoja yhdistävien kytkinten tarkistus puolen vuoden välein		
6	Leikkurin käyttömoottori		
	Kuormittumisen testaaminen koekäyttämällä (kuormitus prosenttilukemana ohjauspöydän näytöllä)		
7	Hydrauliikkajärjestelmä		
	Sylintereiden, putkien, venttiilien ja liitosten silmämääräinen tarkistus		



Teräkasettien vaihto

Päätyleikkurit on suunniteltu niin, että terien vaihto olisi mahdollisimman helppoa. Tästä syystä niistä löytyy pikavaihdettavat teräkasetit. Terien vaihtoa helpottaa teränvaihtokisko, jota pitkin vanhat teräkasetit vedetään ulos ja uudet työnnetään koneeseen, yläterä ensin ja sitten alaterä. Yhden leikkurin teränvaihtotyöhön välyssäätöineen kuluu mekaanisen kunnossapidon työparilla kiireettömällä työtahdilla noin kaksi tuntia. Työ pyritään tekemään tuotantopysähdysten aikana tuotannonmenetysten minimoimiseksi.



Kuva 1. Yläterän vaihto

Kuvassa 1 on meneillään yläterän vaihtotyö huoltoseisakissa. Vanha teräkasetti on jo otettu leikkurista (kuvan oikealla puolen) ja kuljetettu kattonosturilla pois. Uusi yläterä odottaa vaihtokiskon päällä valmiina koneeseen työnnettäväksi. Tämän jälkeen kiskosta nostetaan yläteränvaihto-osa pois ja jäljelle jäävälle alakisko-osalle tuodaan nosturilla uusi alateräkasetti.



Kuva 2. Alaterän vaihto

Kuvassa 2 on alkamassa vaihtokiskolla olevan alaterän paikalleen asennus. Terä työnnetään käsin kiskoa pitkin leikkurin sisään ja lukitaan kiinni, jonka jälkeen seuraa vielä terävälysten tarkistus ja säätö ja teränvaihtotyö on valmis.

LEIKKURIN RUNKOVAIHEISTO (2 kpl / leikkuri)

8.229841.K

Sakonro	Osan nimi	Kpl	Hälytyspiste	Piirr. nro.	DOHA	Lisätiet.	Hankaik.	tarv.
609687	LIERIÖMÄINEN RULLALAAKERI NU 1056 M1/C3	2	1				14	1 vrk
609391	PALLOMAINEN KUULALAAKERI QJ 232 N2 MPA	2	1				14	1 vrk
610901	LIERIÖMÄINEN RULLALAAKERI NCF 2976 VC3	2	1				14	1 vrk
609778	LIERIÖMÄINEN RULLALAAKERI SL 185036	2	1			alateräpalkin laakeri	14	1 vrk
606513	KUULALAAKERI 6230/C3	2	1			yläteräpalkin laakeri	14	1 vrk
609686	LIERIÖMÄINEN RULLALAAKERI NU 1040 M1 C3	4	1 -> 3!				14	1 vrk
609684	LIERIÖMÄINEN RULLALAAKERI NU 1034 M1 C3	1	1				14	1 vrk
609685	LIERIÖMÄINEN RULLALAAKERI NU 1036 M1 C3	1	1				14	1 vrk
609390	PALLOMAINEN KUULALAAKERI QJ 228 N2 MPA	1	1				14	1 vrk
609701	LIERIÖMÄINEN RULLALAAKERI NU 224 EMI C3	2	1				14	1 vrk
609687	LIERIÖMÄINEN RULLALAAKERI NU 1056 M1/C3	1	1				14	1 vrk
								1 vrk
607936	AKSELITIIVISTE A 220X250X15 DIN 3760 NBR	2	1				7	1 vrk
615485	AKSELITIIVISTE UN 460X510X22	6	1				14	1 vrk
607842	AKSELITIIVISTE A 30X47X7 NBR DIN 3760	2	1				7	1 vrk
517839	AKSELITIIVISTE A 30X47X7 NBR DIN 3760	1	0				30	1 vrk
607731	AKSELITIIVISTE A 140X170X15 DIN 3760 NBR	4	7				7	1 vrk
								1 vrk
620987	O-RENGAS 42.86X3.53 VITON	3	5				14	1 vrk
-	PERBUNAN&STEEL GS-HYDRO2432	1						1 vrk

Vaihteistoja yhdistävät kytkimet

Sakonro	Osan nimi	Kpl	Hälytyspiste	Piirr. nro.	DOHA	Lisätiet.	Hankaika	tarv.
-	Flexible Disk Coupling RENK TACKE MKL 412	1		4.814447.Q	423368			heti
-	Flexible Disk Coupling RENK TACKE MKL 412	1		4.837080.Q	423370			heti

TULOPUOLI

Rullapöytä ja yläpuolen paininrullakokonaisuus

Sakonro	Osan nimi	Kpl	Hälytyspiste	Piirr. nro.	DOHA	Lisätiet.	Hankaika	tarv.
509217	RULLALAAKERI 22212 E	4	1				7	heti
546786	RULLALAAKERI 22210 E	2	14				7	heti
608923	URAKUULALAAKERI 6208-2RS	4	37				5	heti
663429	VAPAAATELA DWG OK-735214-1	2	0				60	heti
	HYDR.SYL. REXROTH CD H2 MT4/63/45/50/A	2			423555			heti
	SKF BS2-2208-2CS	4						heti
	HIHNAPYÖRÄ HDT P26-8M 30	1						heti
652980	HAMMASHIHNA HTD 880-8M-30		2		1097570		14	heti
	ALARUNKO HAMMASHIHNPYÖRÄ 1	1			440018			heti
	ALARUNKO HAMMASHIHNPYÖRÄ 2	1			440019			heti
	YLÄPAININTELA D=150	1			440061			heti
	KETJUPYÖRÄ 1"X17,02MM TIL.NRO. D1-14	2				C 43		heti
	2-RIV.RULLAKETJU DIN 16 B-2, PIT.1140 45 LENK	1						heti
	SÄTEISAKSELITIIVISTE 58X80X10					NBR, DIN 3760		heti
	SÄTEISAKSELITIIVISTE 75X90X10	4				NBR, DIN 3760		heti
	NIVELAKSELI, GKN 687.30-0 0,02	1			423657			heti
	KYTKIMEN PUOLIKAS	1			423657			heti
	VAIHDELAATIKKO	1			423554			heti
	KYTKIN	1			423529			heti
645038	MOOTTORI 11KW 1500/70RPM B3	1	1				30	heti
635343	RULLAJOHDEKISKO 1805-353-31 L=540MM	2	1			3	30	heti
635944	RULLAJOHDEVAUNU 1821-313-10	4	2	4.815246.X			30	heti

Pienen rullapöydän osat

Sakonro	Osan nimi	Kpl	Hälytyspiste	Piirr. nro.	DOHA	Lisätiet.	Hankaika	tarv.
604374	URAKUULALAAKERI 6205-2RS	1	23				5	heti
608957	URAKUULALAAKERI 6003-2RS	4	8				5	heti
546456	KUULALAAKERI 6001 2RS	5	7				5	heti
661634	LEIK.ENTRY TUKIRULLA 40X530	9	1	4.827907.M			30	heti
661118	AKSELI	3		4.815223.Q				heti
661639	HOLKKI 28x20x25	12		4.827909.W	448137			heti
661638	HOLKKI 26x20x25	6		4.827664.X	448133			heti
661138	HAMMASRATAS Z=35 (PARALLEL GEAR WHEEL)	3		4.815215.Q	423687			heti
661132	HAMMASRATAS Z=20 (PINION)	1		4.815211.L	423685			heti
661131	HAMMASRATAS Z=20 (PINION)	1		4.815214.P	423686			heti
607973	HAMMASHIHNA HTD 840-8M-B-30	1	2				40	heti
645049	MOOTTORI 2.2KW 1500/163RPM B8	1	2				14	heti

JÄTTÖPUOLI

Sakonro	Osan nimi	Kpl	Hälytyspiste	Piirr. nro.	DOHA	Lisätiet.	Hankaika	tarv.
661830	LEIKKURIN POSKILEVY	1	1	4.837126.F			60	
661829	LEIKKURIN POSKILEVY	1	1	4.837125.E			30	
635344	RULLAJOHDEKISKO 1805-553-31 L=836MM	2	1				30	heti
635945	RULLAJOHDEVAUNU 1851-513-10	4	2	4.815258.B			30	heti
661609	EXIT TABLE TUKIRULLA PIIR. 4.815269.E	1	1				30	heti
611561	HYDRAULISYLINTERI CDH2 63/45/110	2	1				30	heti
607974	HAMMASHIHNA HTD 1200-8M-B-30	1	3				14	heti
645049	MOOTTORI 2.2KW 1500/163RPM B8	1	2				14	heti
	PÖYDÄN SIVUTUKI	1		4.815263.Z	423645			heti
	PÖYDÄN SIVUTUKI	1		4.815264.S	423646			heti

Rullapöydän osat

Sakonro	Osan nimi	Kpl	Hälytyspiste	Piirr. nro.	DOHA	Lisätiet.	Hankaika	tarv.
608959	URAKUULALAAKERI 6006-2RS1	6	0				0	heti
500396	KUULALAAKERI 6206 2RS1	1	0				0	heti
536026	KUULALAAKERI 6203 2RS	9	5				5	heti
546535	KUULALAAKERI 6002-2RS	6	20				5	heti
661636	TUKIRULLA DWG OK-750246-3	16	17	750246		(L=503)	30	heti
661635	TUKIRULLA DWG OK-750247-3	4	9	750247		(L=201.5)	30	heti
661120	AKSELI D30X1877 4.815220.S	6	5	4.815220.S	423701		30	heti
661698	Hihnapyörä HTD P40-8M-30	1	1	4.815207.S	423697	toothed pulley	30	heti
661133	HAMMASAKSELI Z=35, M=1.5 4.815221.N	1	1	4.815221.N		parallel pinion gear	30	heti
661139	HAMMASRATAS Z=32, M=1.5 4.815213.N	6	3,00	4.815213.N		geared wheel	30	heti
661134	HAMMASAKSELI Z=35, M=1.5 4.815222.P	4	2	4.815222.P		parallel pinion gear	30	heti

Konsolit

Sakonro	Osan nimi	Kpl	Hälytyspiste	Piirr. nro.	DOHA	Lisätiet.	Hankaika	tarv.
	TULOPUOLEN KONSOLI A	1		4.731558.C	423401	pitkä toimitusaika		
	TULOPUOLEN KONSOLI B	1		4.731555.S	423400	pitkä toimitusaika		
	JÄTTÖPUOLEN KONSOLI A	1		4.721188.X	423414	pitkä toimitusaika		heti
	JÄTTÖPUOLEN KONSOLI B	1		4.721189.Z	423415	pitkä toimitusaika		heti

Pystyohteet sisältäen laakerikelkat

Sakonro	Osan nimi	Kpl	Hälytyspiste	Piirr. nro.	DOHA	Lisätiet.	Hankaika	tarv.
635950	RUE 55 D L FE W2 G1 V3-U/960-30/30	4	2				14	heti
	M14x110 8.8	32						heti

Muut osat

Sakonro	Osan nimi	Kpl	Hälytyspiste	Piirr. nro.	DOHA	Lisätiet.	Hankaika	
621439	TERÄSKÖYSI 35X7+1 10MMX52M ZS	1	0			Romukipon köysi	7	heti
D516671	KUUSIORUUVI M30X260 8.8 ISO 4014	16						heti
D332408	KUUSIORUUVI M24X160 8.8 ISO 4014	12						heti
663204	LEIKKURIN YLÄTERÄ PIIR. DAN 4.747373.K	2	0	4.747373.K			0	heti
663205	LEIKKURIN ALATERÄ PIIR. DAN 4.747577.G	1	0	4.747577.G			0	heti

RCM		Järjestelmä:	Päätyleikkuri								Tekijä: Mikko Karvonen	RCM			
INFORMAATIO-LOMAKE		Osajärjestelmä:	Tulopuolen rullapöytä								Päiväys: 23.3.2011	PÄÄTÖKSENTEKO-LOMAKE			
		Osajärjestelmä:													
Toiminto	Toiminnallinen vika	Laite/komponentti	Vikamuoto	Vian aiheuttaja	Vian aiheuttaja (tarkennus)	Arvioitu vikaväli MTF	Vian luonne	Vian vaikutus	Arvioitu MTR	Suosittelava toimenpide	Resurssit	Varaosat	Muuta huomioitavaa		
Mitä kohteen odotetaan tekevän ja millä suorituskyvyllä	Millä tavalla toiminto häiriintyy tai estyy?	Mikä laite tai komponentti aiheuttaa ko. toiminnallisen	Mikä tapahtuma aiheuttaa toiminnallisen vian (laite + vika)	Mistä syystä vikamuoto syntyy?	Tarkenna tarvittaessa vian juurisyytä	Kuinka usein vika voi tahahtua [vuosi]	Onko vika Satunnainen vai Toistuva	Mitä tapahtuu vikamuodon vuoksi? (esim. miten operaattori havaitsee tilanteen, mitä hän joutuu välittömästi tekemään)	Kuinka kauan vian korjaaminen kestää	Korjaava vai ennakkoivakunnossapito. Soveltuvien ja tehokkain ennakkohuoltotoimenpide, jolla ko. vikamuodon riskiä voidaan alentaa	Kuka toimenpiteen suorittaa ja montako tuntia siihen menee?	Mitä varaosia toimenpide edellyttää?	Mitä muuta tulee huomioida?		
Tulopuolen rullapöytä															
Muodostaa rullaradan leikkurin kitaan asti ja toimii yläpainerullan vastapuolena.	Pujotuspöytä ei nouse	Hydraulisyliinteri ei liiku	Hydraulisyliinteri vuotaa / on rikki	Normaali käytöstä johtuva kuluminen.		Kerran vuodessa	Satunnainen	Operaattori tekee häiriöilmoituksen.	2h	Ennakoiva: vaihdetaan sylinteri vuosittain pöydän vaihtotyö yhteydessä.	Kunnossapito: pöydän vaihtotyö seisakissa 12h	Hydraulisyliinteri Rexroth CD H2 MT4/65/45/50/A			
	Pöydän rullasto ei pyöri.	Rulla jumiutunut	Lika / normaali kuluminen			Kerran vuodessa	Satunnainen	Operaattori tekee häiriöilmoituksen.	24h	Ennakoiva: vaihdetaan vuosihuolloissa.	Kunnossapito: pöydän vaihtotyö seisakissa 12h	Vapaa tela DWG OK-735214-1			
		Laakeri jumiutunut	Lika / normaali kuluminen			Kerran vuodessa	Satunnainen	Operaattori tekee häiriöilmoituksen.	24h	Ennakoiva: vaihdetaan vuosihuolloissa.	Kunnossapito: pöydän vaihtotyö seisakissa 12h	Laakerit SKF 22212-E, SKF BS2 2208 2CS			
Kannattaa ja kuljettaa tuotenuhaa leikkauksen aikana.	Rullapöytä pysähtyy.	Vaihdemoottori	Vaihdemoottori rikkoutuu.	Tuotenuha iskeytynyt moottoriin.		Kerran vuodessa.	Satunnainen	Operaattori tekee häiriöilmoituksen.	2h	Korjaava: Vaihdetaan vaihdemoottori.	Mekaaninen aluekunnossapito, 3h.	Vaihdemoottori 2.2kW 1500/163RPM B8			
		Vaihdemoottorin kaapelointi	Moottorin kaapelointi irti / rikki.			Kerran vuodessa	Satunnainen	Operaattori tekee häiriöilmoituksen.	2h	Ennakoiva: Tarkastetaan kaapelit ja uusitaan tarvittaessa.	Sähköaluekunnossapito, 3h.	Sähkökaapelia			
		Taajuusmuuttaja laukeaa	Rullapöytä jumissa			Kerran vuodessa.	Satunnainen	Operaattori tekee häiriöilmoituksen.	6h	Ennakoiva: Vaihdetaan rullapöytä huollettuun vuosihuoltojen yhteydessä.	Mekaaninen aluekunnossapito, 4h.	Rullat ja laakerit (valmiiksi huollettu pöytä).	Varastosta tulee aina löytyä vaihtoa varten valmiiksi huollettuja rullapöytä.		
			Rulla jumissa.	Tuotenuha iskenyt rullan pintaan.	Nauhan pää voi olla kiero.	2 kertaa vuodessa.			4h	Korjaava: Vaihdetaan rullapöytä, Käyttöhenkilöstö: Tarkistetaan/korjataan oikaisukoneen asetusarvot.	Mekaaninen aluekunnossapito, 4h.	Vapaa tela	Varastosta tulee aina löytyä vaihtoa varten valmiiksi huollettuja rullapöytä.		
				Normaali kuluminen	Likaa laakerissa, käyttöikä lopussa.	1-2 kertaa vuodessa.	Toistuva	Operaattori tekee häiriöilmoituksen.	4h	Korjaava: Vaihdetaan rullapöytä.	Mekaaninen aluekunnossapito, 4h.	Vapaa tela	Varastosta tulee aina löytyä vaihtoa varten valmiiksi huollettuja rullapöytä.		
		Moottorin käyttöhihna	Hammashihna rikkoutuu			Kerran vuodessa.		Operaattori tekee häiriöilmoituksen.	0,5h	Ennakoiva: Tarkastetaan seisakillistan mukaisesti ja uusitaan kuluneet hihnat. Korjaava toimenpide: Vaihdetaan hihnan vaurioituessa.	Kunnossapito	Hammashihna HTD 840-8M-B-30	Linjauksen tarkistus, ettei hihna kulu ennen aikojaan.		
			Hammashihna putoaa hihnapyörältä	Stoppari puuttuu, linjaus pielessä.	Kiilapyörien linjaus pielessä ja/tai stoppari puuttuu pyörältä.			Operaattori tekee häiriöilmoituksen.	0,5h	Korjaava: asennetaan stoppari jos mahdollista, vaihdetaan uusi hihna ja tarkastetaan linjaus.	Kunnossapito	Hammashihna, hihnapyörälle stoppari.	Linjauksen tarkistus.		
Seurata terien liikkettä leikkaustapahtuman aikana.	Pöydän liike kangertaa tai estyy	Rullajohdevaunu	Normaali kuluminen					Operaattori tekee häiriöilmoituksen.	12h	Ennakoiva: Tarkistus seisakeissa ja vaihto ennakoitavasti tarvittaessa, kuitenkin vähintään kerran vuodessa.		RULLAJOHDEVAUNU 1821-313-10			
		Kisko	Normaali kuluminen						12h	Ennakoiva: Tarkistus seisakeissa ja vaihto ennakoitavasti tarvittaessa, kuitenkin vähintään kerran vuodessa.		RULLAJOHDEKISKO 1805-353-31 L=540MM			