

LAB-ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka Lappeenranta
Konetekniikka
Tuotanto ja kunnossapito

Ville Keijonen

Paperitehtaan valkaisupuristinten laakerivaurioiden ehkäisy

Opinnäytetyö 2020

Tiivistelmä

Ville Keijonen

Paperitehtaan valkaisu- ja puristinten laakerivaurioiden ehkäisy, 50 sivua, 2 liitettä
LAB-ammattikorkeakoulu

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma Lappeenranta

Koneinsinööri

Tuotantotekniikka ja kunnossapito

Opinnäytetyö 2020

Ohjaajat: lehtori Jukka Nisonen, LAB-ammattikorkeakoulu, kunnossapitopäällikkö Vesa Pesu, UPM Communication Papers Oy

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää UPM Communication Papers Oy Kaukaan paperitehtaan valkaisu- ja puristinten telojen ennenaikaisia laakerivaurioita aiheuttavat syyt. Opinnäytetyö rajattiin käsittelemään valkaisu- ja puristinosatelojen laakereiden alentuneeseen elinikään johtaneita syitä.

Opinnäytetyössä kerrotaan jo työn aikana suoritetuista korjaavista toimenpiteistä ja annetaan työn toimeksiantajalle parannusehdotuksia laitteiston käyttövarmuuden parantamiseksi. Korjaavat toimenpiteet ja ehdotukset perustuvat pääosin laakereiden vaurioiden analysoinnista tehtyihin havaintoihin vikaantumistilanteesta. Laakereiden vikaantumismekanismien selvityksessä käytettiin apuna SKF:n asiantuntijoita.

Työn avulla saatiin laaja käsitys laakerivaurioita aiheuttavista syistä, jonka ansiosta laitteistolle tehtävät kuntoa parantavat toimenpiteet on helppo keskittää todellisiin ongelma-kohtiin. Työn avulla toimeksiantajan on mahdollista kehittää selvä suunnitelma laitteiston lähitulevaisuudessa tehtäville toimenpiteille, ja arvioida näiden suuruutta ja aiheuttamia kustannuksia tarkemmin.

Opinnäytetyötä tehdessä saatu näyttö vahvisti ennalta tehtyjä epäilyksiä laakerivaurioiden aiheuttajista, ja selvitystyöstä saadut tiedot auttavat tehdasta tulevaisuudessa laitteiston toimintavarmuuden kehittämisessä.

Asiasanat: kaksoisviirapuristin, laakerivaurio, tela, voitelu

Abstract

Ville Keijonen

Preventing bearing failures in twin wire press rolls, 50 pages, 2 appendices

LAB University of Applied Sciences

Faculty of technology Lappeenranta

Bachelor's Degree Programme in Mechanical Engineering

Production and Maintenance

Bachelor's thesis 2020

Instructors: Mr Jukka Nisonen, Senior Lecturer, LAB University of Applied Sciences, Mr Vesa Pesu, Maintenance Manager UPM Communication Papers Oy

The study was commissioned by UPM Kaukas Paper Mill. Purpose of the study was to find out reason for reduced lifetimes of bearings used in twin wire press rolls. Study focuses in expanding lifetimes of pre-press and press roll bearings of twin wire presses used for bleaching mechanical pulp.

In this thesis is described already executed improvements to expand bearing lifetimes, and advices for commissioner of this study to continue improving machinery in future. Already performed and suggested improvements are highly based on analyses of old bearings and their failures. Troubleshooting was made with help from SKF experts.

As result of this thesis was achieved knowledge of certain failure mechanisms, which makes possible to focus improvements where needed most. Results can be applied by commissioner to make detailed plan for improvements in near future aiming to increase operational reliability of twin wire presses.

Keywords: twin wire press, bearing failure, roll, lubrication

Sisältö

Sisällys

1	Johdanto.....	5
2	UPM-Kymmene Oyj.....	6
2.1	UPM Communication Papers.....	7
2.2	Kaukaan paperitehdas.....	7
3	Paperitehtaan kunnossapito.....	8
3.1.1	Käyttökunnossapito.....	9
3.1.2	Ulkoistetut työt.....	9
3.2	Ehkäisevä kunnossapito.....	9
3.3	Kunnonvalvonta.....	10
3.4	Korjaava kunnossapito.....	11
3.5	SAP-toiminnanohjausjärjestelmä.....	12
4	Valkaisu Kaukaan paperitehtaalla.....	13
4.1	Valkaisulaitos.....	13
4.2	Kaksoisviirapuristin.....	13
4.3	HC-sekoitin.....	15
4.4	Valkaisutorni.....	15
5	Valkaisupuristinten nykytila Kaukaan paperitehtaalla.....	15
5.1	Valkaisupuristinten kunnossapito Kaukaan paperitehtaalla.....	18
5.2	Vierintälaakereiden voitelu.....	19
5.3	Rasvavoitelu.....	20
5.4	Vierintälaakereiden kuormitus.....	22
5.5	Tilanne muilla UPM:n tehtailla.....	23
5.6	Vertailu muiden tehtaiden tilanteeseen.....	24
6	Vikaantumishistoria.....	25
6.1	Puristinten kirjatut laakerivauriot.....	26
7	Laakerivaurioiden tutkinta.....	29
7.1	S -osatelojen laakerit.....	29
7.2	Puristinosatelojen laakerit.....	34
8	Korjaavat toimenpiteet.....	37
8.1	Kunnossapitostrategian määrittely.....	38
8.2	S -osan kuntoa parantavat toimenpiteet.....	39
8.3	Puristinosan kuntoa parantavat toimenpiteet.....	40
8.4	Voiteluhuolto.....	46
9	Yhteenveto ja pohdinta.....	48
	Lähteet.....	50

Liitteet

Liite 1 Suotonauhapuristin 1 toimintopaikan alle tehdyt kirjaukset laakerivaurioista.

Liite 2 Suotonauhapuristin 2 toimintopaikan alle tehdyt kirjaukset laakerivaurioista.

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää UPM Communication Papers Oy Kaukaan Paperitehtaan hiomon valkaisuun käytettävien suotonauhapuristimien laakerivaurioiden syitä sekä parantavia toimenpiteitä laakereiden eliniän pidentämiseksi. Opinnäytetyössä myös kuvataan valkaisupuristin 1:n peruskunnostuksen sisältö, joka suoritettiin vuoden 2020 syksyllä. Vastaavanlainen työ suoritetaan toisella valkaisupuristimella myöhemmässä ajankohdassa. Työssä käsitellyistä parantavista toimenpiteistä osa suoritettiin jo työn teon aikana, ja osa on ehdotuksia tehtaan kunnossapidolle tulevaisuutta varten.

Valkaisupuristimilla on ollut viime vuosina paljon yllättäviä laakerivikoja pääosin puristinten s- ja puristusosan teloissa, jonka vuoksi teloja joudutaan vaihtamaan usein kunnostettuihin. Opinnäytetyössä keskitytään s -ja puristinosan telojen laakereiden ongelmiin ja ratkaisuihin näiden välttämiseksi.

Opinnäytetyössä käsiteltäviä asioita laakereiden keston parantamiseksi ovat esimerkiksi uuden voiteluaineen valinta, laakereiden soveltuvuuden tutkinta sekä soveltuvan tiivistyksen valinta. Apuna selvityksessä käytetään laitteiston vikahistoriaa, käyttäjien ja kunnossapitäjien kokemuksia sekä laakereiden ja voiteluaineiden asiantuntijoita. Apuna hyödynnetään myös kokemuksia vastaavasta laitteistosta muilta yhtiön tehtailta, joten opinnäytetyö voi tarjota apua muille samoista ongelmista kärsiville tehtaille.

2 UPM-Kymmene Oyj

UPM-Kymmene Oyj on biometsäteollisuuden edelläkävijä, joka rakentaa kestävää tulevaisuutta, sekä tarjoaa innovatiivisia, fossiilivapaita ratkaisuja eri talouden tarpeisiin. UPM-Kymmene Oyj on perustettu vuonna 1995 toiminnan alkamissa vuoden 1996 alussa. (UPM 2020)

UPM-Kymmene Oyj koostuu kuudesta eri liiketoiminta-alueesta, joiden toiminnot ovat seuraavanlaiset:

- Biorefining, joka käsittää sellu-, saha-, ja biopolttoainetoiminnot. UPM Pulp tarjoaa monipuolisen valikoiman sellutuotteita pehmopapereiden, graafisien papereiden ja pakkauskartongin valmistukseen. UPM Timber tuottaa sahatavaraa rakentamiseen, sekä puuteollisuuden tarpeisiin. UPM Biofuels valmistaa puupohjaista uusiutuvaa dieseliä liikenteen tarpeisiin sekä naftaa, jota voidaan käyttää korvaamaan fossiilisia raaka-aineita petrokemianteollisuudessa.
- Energy tuottaa hiilidioksidivapaata energiaa, sekä toimii sähkökaupassa ja sähkön johdannaismarkkinoilla.
- Raflatac valmistaa innovatiivisia tarramateriaaleja, niin elintarvike-, juoma-, hygienia-, ja lääketeollisuuteen, kuin myös vähittäiskaupan tarpeisiin.
- Specialty Papersin toiminta-alueeseen kuuluvat erikoispaperit, kuten esimerkiksi tarrojen taustapaperit.
- Communication Papers tarjoaa laajan valikoiman graafisia papereita.
- Plywood tuottaa vaneri- ja viilutuotteita rakentamiseen, ja erilaisiin teollisuuden sovelluksiin. (UPM 2019, 34-35.)

UPM työllistää noin 18700 työntekijää ja sen liikevaihto oli vuonna 2019 noin 10,2 miljardia euroa. UPM:n tuotantoa on kahdessatoista eri maassa, ja myyntiverkosto käsittää kuusi manteretta. (UPM 2020)

2.1 UPM Communication Papers

UPM Communication Papers on maailman johtava graafisten papereiden valmistaja, joka valmistaa papereita mainontaan, julkaisuun kuin koti- ja toimistokäyttöönkin. Toiminnan keskiössä ovat laadukkaasti valmistetut tuotteet, vastuullisuus, turvallisuus sekä ympäristöasiat. UPM Communication Papersin pääkonttori sijaitsee Saksassa. (UPM 2020)

Vuonna 2019 UPM Communication Papers työllisti noin 7700 työntekijää sen liikevaihdon ollessa noin 4552 miljoonaa euroa. UPM Communication Papersilla on 15 tehdasta kuudessa eri maassa, jotka ovat Saksa, Yhdysvallat, Yhdistyneet kuningaskunnat, Ranska, Suomi ja Itävalta. Tehtaiden vuotuinen tuotantokapasiteetti on noin 7,3 miljoonaa tonnia. (UPM 2020)

2.2 Kaukaan paperitehdas

Kaukaan tehtaat Lappeenrannassa muodostavat biometsäteollisuuden integraatin, jossa valmistetaan uusiutuvista raaka-aineista sellua, sahatavaraa, biopolttaineita, energiaa ja aikakauslehtipaperia. Integraatissa sijaitsee myös UPM:n tutkimuskeskus sekä puunhankinnan toimintoja. Kaukaan tehdasintegraatissa työntekijöitä on lähes tuhat, sekä lähes 500 eri alihankkijoiden työntekijää. (UPM 2020)



Kuva 1. Kaukaan tehdasintegraatti. (UPM 2020)

Kaukaan paperitehdas valmistaa keskiraskaasti ja kevyesti päällystettyjä paperilajeja kotimaisesta havukuidusta. Valmistettua paperia käytetään muun muassa aikakauslehtien ja sanomalehtien liitteiden valmistukseen. Tehtaalla valmistetun paperin päämarkkina-alueita ovat Keski-Eurooppa ja Pohjois-Amerikka. Tehtaan vuotoinen valmistuskapasiteetti on 305 000 tonnia paperia. (UPM 2020)

Paperitehtaan toiminta Kaukaalla alkoi vuonna 1975. Nykyään Kaukaan paperitehdas koostuu kuorimosta, hiomosta, paperikoneesta, kahdesta päällystyskoneesta, pastanvalmistuslaitoksesta sekä jälkikäsittelylaitoksesta.

3 Paperitehtaan kunnossapito

Teollisuuden kunnossapito on laitteiden pitämistä toimintakunnon ylläpitämistä siten, että ne kykenevät suoriutumaan niille määritetyistä tehtävistä luotettavasti. Kunnossapidossa keskeistä on, että ilmenevät viat korjataan ja ympäristö ja turvallisuusriskit hallitaan. (Järvio 2007, 15.)

Kaukaan paperitehtaan mekaaninen kunnossapito on mitoitettu täyttämään tehtaan ennakkohuollon tarpeet, sekä varmistamaan paperitehtaan käynti. Kaukaan

paperitehtaan kunnossapidosta vastaa tehtaan oma kunnossapito-osasto. Paperitehtaan eri alueilla työskentelevät laitospäivät tekevät vastuualueillaan ennakko- ja korjaustöitä. Laitospäivät suorittavat myös omilla alueillaan mittavaa ja aistienvaraista kunnonvalvontaa. (Pesu 2020)

3.1.1 Käyttökunnossapito

Käyttökunnossapito on tuotanto - ja kunnossapitohenkilöstön tiivistä yhteistoimintaa, jossa molemmat osapuolet täydentävät toisiaan unohtamatta perinteisiä vastuualueita näiden väliltä. Koko organisaatiotason tiivis yhteistyö on edellytys onnistuneelle käyttökunnossapidolle. (Pesu 2020)

Käyttökunnossapidon hyödyntämisellä saadaan monipuolistettua henkilöiden työtehtäviä, joka edesauttaa kunnossapitohenkilöstön keskittymistä omien ydinalueidensa hoitoon ja kehittämään tehtaan kunnossapitotoimintoja. Käyttökunnossapitomallilla tavoitellaan alempia kunnossapitokustannuksia, sekä kilpailukykyä ja -etua. (Pesu 2020)

3.1.2 Ulkoistetut työt

Kaukaan paperitehtaan oma kunnossapitohenkilöstö on mitoitettu täyttämään tehtaan ennakko- ja korjaustöiden tarpeet. Tehtaan henkilöstön keskittäessä omaa ydinsuorituskykyä prosessin ymmärtämiseen sekä tämän ympärillä toimimiseen, on osa kunnossapitotöistä ulkoistettu eri yritysten tehtäviksi. Tavanomaisimpia ulkopuolisilla toimitsijoilla teetettäviä töitä ovat esimerkiksi putkityöt, koneistuspalvelut sekä paperitehtaan suuritöisimmät telanvaihdot. (Pesu 2020)

3.2 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevälle kunnossapidolle ominaista on kohteen suorituskyvyn seuraaminen. Ehkäisevän kunnossapidon tavoitteena on pienentää vikaantumisen todennäköisyyttä, ja taata laitteelle tai osalle vaadittava suorituskyky. Ehkäisevä kunnossapito voi olla jaksotettua, tai sitä voidaan tehdä tarpeen vaatiessa esimerkiksi kuntoon perustuen. (Järviö 2007, 50.)

Ehkäisevälle kunnossapidolle ominaisia toimenpiteitä ovat muun muassa:

- Tarkastusten tekeminen
- Kunnonvalvonta
- Laitteiston toimintakyvyn toteaminen testausten avulla
- Käynninvalvonta
- Vikaantumistietojen analysointi (Järviö 2007, 50, 72.)

Ehkäisevän kunnossapidon käsitteeseen sisältyvät seuraavanlaiset säännölliset toimenpiteet:

- Vikaantumisen aiheuttavien asioiden analysointi ja tarkkailu
- Ennakkohuollolliset toimenpiteet koneen toimintakunnon ylläpitämiseksi. Tällaisia ovat esimerkiksi voiteluhuolto, koneen rakenteen ylläpito ja ympäristön siistinä pitäminen.
- Vikojen havaitseminen ja korjaus ennen koneen pysähtymistä vian takia. (Järviö 2007, 72.)

Ehkäisevää kunnossapitoa on syytä suorittaa siitä saatavan taloudellisen hyödyn vuoksi, sekä ympäristöön ja turvallisuuteen liittyvien seikkojen riskien hallinnoimiseksi. Ehkäisevää kunnossapitoa kannattaakin suorittaa, mikäli sen kustannukset ovat pienemmät kuin sen puutteen aiheuttamat menetykset, ja kohteelle tai vikamuodolle on olemassa tehokas ennakkohuoltomenetelmä. (Järviö 2007, 73.)

Kaukaan paperitehtaalla ehkäisevä kunnossapito on suunniteltua käyttöhenkilöstön ja kunnossapidon yhteistoimintaa, jota suoritetaan niin koneiden käydessä kuin seisokkienkin aikana. Käyttöhenkilöstö seuraa laitteiston toimintaa, ja raportoi kunnossapidolle havaitsemistaan epäkohdista, jolloin kunnossapito suunnittelee ja toteuttaa tarvittavat toimenpiteet prosessin luotettavuuden varmistamiseksi. Etuna tällä saadaan minimoitua suunnittelemattomat vikatilanteiden aiheuttamat seisokit. Näin saavutetaan mahdollisimman suuri koneiden käyntiaste, taloudellinen hyöty sekä turvallinen työympäristö.

3.3 Kunnonvalvonta

Kunnonvalvonnalla pyritään määrittämään koneiden ja laitteiden toimintakunto mahdollisimman luotettavasti käynnin aikana. Kunnonvalvonnan tavoitteiden

saavuttamiseksi voidaan käyttää useita eri seuranta -ja analysointimenetelmiä kohteen mukaan. Pääsääntöisesti mittaavan kunnossapidon käyttökelpoisuus perustuu koneen kunnan muutosten havainnointiin. Mittaustietoja analysoimalla eri menetelmillä voidaan usein saavuttaa tarkempi selvyys vian aiheuttajasta. (Kuoppala, Leskinen & Leppämäki 1986, 8.)

Oikein suoritettulla kunnonvalvonnalla voidaan saavuttaa huomattavia kustannussäästöjä sen vähentäessä suunnittelemattomia seisokkeja ja turhaa työtä. Myös varastoitavien varaosien määrää voidaan pienentää, sekä suunnitellut seisokit voidaan pitää lyhyempinä. (Opetushallitus)

Perinteisesti kunnonvalvontaa on suoritettu eri aistihavaintojen perusteella muun muassa tarkkailemalla muutoksia tarkasteltavan kohteen äänessä, lämpötilassa tai värinästä tunnistelemalla. Kyseisiä menetelmiä sovelletaan vielä nykyisinkin varsin laajasti kohteissa, joihin eri mittaavat menetelmät eivät syystä tai toisesta sovellu. (Opetushallitus)

3.4 Korjaava kunnossapito

Korjaavassa kunnossapidossa, toisin kuin ehkäisevässä, jo vioittunut laite tai komponentti saatetaan takaisin toimintakykyiseksi eli korjataan. Korjaavan kunnossapidon avulla saadaan selville eri komponenttien elinikä vikaantumisen ilmettyä. Korjaava kunnossapito voi olla joko suunnittelematonta häiriökorjausta, tai suunniteltua kunnostusta. (Järviö 2007, 49.)

Korjaavaan kunnossapitoon sisältyviä toimenpiteitä ovat esimerkiksi seuraavat:

- Vian määrittely, tunnistaminen ja paikallistaminen
- Korjaavat toimenpiteet
- Väliaikainen korjaus
- Laitteen palauttaminen toimintakuntoon. (Järviö 2007, 49.)

Korjaava kunnossapito voidaan jaotella välittömään ja siirrettyyn kunnossapitoon. Välittömässä kunnossapidossa vian korjaus suoritetaan heti havaitsemisen jäl-

keen, jotta voidaan välttyä hyväksymättömiltä seurauksilta. Siirrettyssä kunnossapidossa korjaus suoritetaan viivästetysti tilanteen niin salliessa. (Järviö 2007, 52.)

Kaukaan paperitehtaalla korjaavaa kunnossapitoa sovelletaan sellaisiin kohteisiin, joiden hajoamisella ei ole välitöntä vaaraa turvallisuudelle, prosessin jatkumiselle tai lopputuotteen laadulle. Korjaavaa kunnossapitoa hyödynnetään myös silloin, kun ei ennakkohuolto ole kustannusmielessä järkevää, tai kohteelle ei ole tiedossa luotettavaa ennakkohuoltomenetelmää.

3.5 SAP-toiminnanohjausjärjestelmä

Kaukaan paperitehtaalla on käytössä kunnossapito organisaation, oston sekä taloudenhallinnan välisenä työkaluna SAP-tietojärjestelmä muiden UPM:n sellu- ja paperitehtaiden tapaan. SAP-järjestelmän avulla siirretään tehtaan sisällä tietoa muun muassa vikaantumisista ilmoitusten muodossa, sekä hallinnoidaan näistä tehtyjen työtilausten käsittelyä. SAPin kanssa työskentelevät siis lähes päivittäin kaikki kunnossapidon työntekijät, ja sen kautta hoidetaan lähes kaikki kunnossapitoon liittyvät asiat.

SAP-tietojärjestelmä mahdollistaa tehtyjen työtilausten hallinnoinnin yhden sovelluksen kautta, jolloin tälle työlle voidaan hoitaa järjestelmän kautta kaikki tarvittava, kuten esimerkiksi ulkopuolinen työvoima ja tarvittavat varaosat. Myös eri töistä aiheutuvien kustannusten seuranta niin varaosien, kuin työtuntienkin osalta tapahtuu järjestelmän kautta, ja näin ollen mahdollistaa töiden ja esimerkiksi budjetoinnin tarkemman suunnittelun tulevaisuudessa.

SAP-järjestelmästä löytyy myös paperitehtaan sisäinen rakenneluettelo, josta löytyy tehtaan eri alueet sisältäen kaikki tehtaan laitteet, koneet, näiden osat sekä tekniset dokumentaatiot kuten esimerkiksi laitepiirustukset.

SAP-järjestelmän avulla hallitaan paperitehtaan kunnossapidon käytössä olevia varaosia, joista saadaan järjestelmän avulla tietoon reaaliaikainen varastotilanne sekä kunnostuksessa olevien artikkelien tilanne.

4 Valkaisu Kaukaan paperitehtaalla

Mekaanisesti tapahtuvalla valkaisulla tavoitellaan parempaa massan vaaleutta sekä puhtautta. Massan valmistuksessa suurin osa puuaineksesta jätetään massaan, jolloin massa pyritään valkaisemaan säästään ligniiniä, jonka tehtävä on sitoa puun kuituja toisiinsa, ja jäykistää niitä. Ligniiniä ei siis tarkoituksellisesti poisteta, vaan sen värilliset yhdisteet muutetaan värittömään muotoon. Yleisimpiä valkaisussa käytettäviä kemikaaleja ovat vetyperoksidi ja ditioniitti. Kaukaan paperitehtaalla käytetään valkaisuun vetyperoksidia. (KnowPap, 2020)

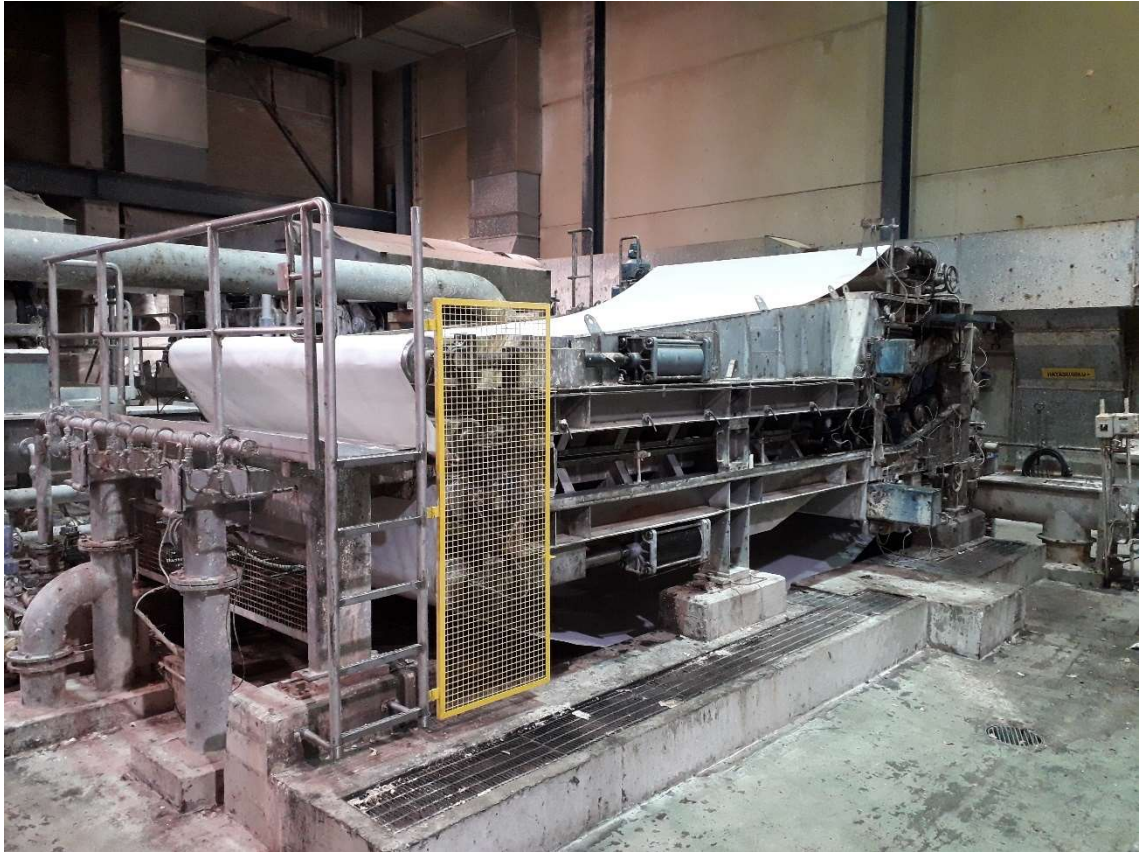
4.1 Valkaisulaitos

Laitoksen tarkoituksena on valkaista tuotettua hioketta. Hiokkeen kuitukimput hajautetaan yksittäisiksi kuiduiksi, joiden joukkoon sekoitetaan valkaisuliuosta. Valkaisureaktio tapahtuu korkeasakeusvalkaisutornissa, ja sen kesto on noin 2 ½ tuntia. Tämän jälkeen hioke poistetaan mekaanisesti poistolaitteen avulla, kuljetetaan, laimennetaan ja pumpataan paperikoneelle tai torniin varastoitavaksi. (Andritz 1990, 2.)

4.2 Kaksoisviirapuristin

Kaukaan paperitehtaalla on valkaisukäytössä kaksi samanlaista Andritz:n valmistamaa kaksoisviirapuristinta, joita käytetään hiokkeen saostamiseen valkaisu-sakeuteen. Saostamisella voidaan nostaa varastointiin käytettävien säiliöiden kapasiteettia, sekä parantaa kemikaalien vaikutusta kuituihin. Kaksoisviirapuristin koostuu kahdesta viirasta, jotka pareittain pyörivät ja muodostavat väliinsä kiilan, jossa hiokkeen saostus tapahtuu mekaanisesti. Kuivattu ja hajotettu massaraina siirretään edelleen kemikaalisekoittimelle, joka sekoittaa valkaisuun käytettävät kemikaalit massan sekaan. (Andritz 1990, 8; KnowPap 2020)

Hioke pumpataan tornista kaksoisviirapuristimen perälaatikkoon, jonka jälkeen se edelleen saostetaan kahden muoviviiran välissä ilman imua. Kaksoisviirapuristimen kiilamaisella syöttövyöhykkeellä suodos poistuu sekä ylä -että alaviiran kautta. Tämän pintapaineen avulla vettä poistavan osan jälkeen on kaksoisviirapuristimen puristinosa, jossa suodatusta tehostetaan neljän telaparin viivapaineella. (Andritz 1990, 8-9.)

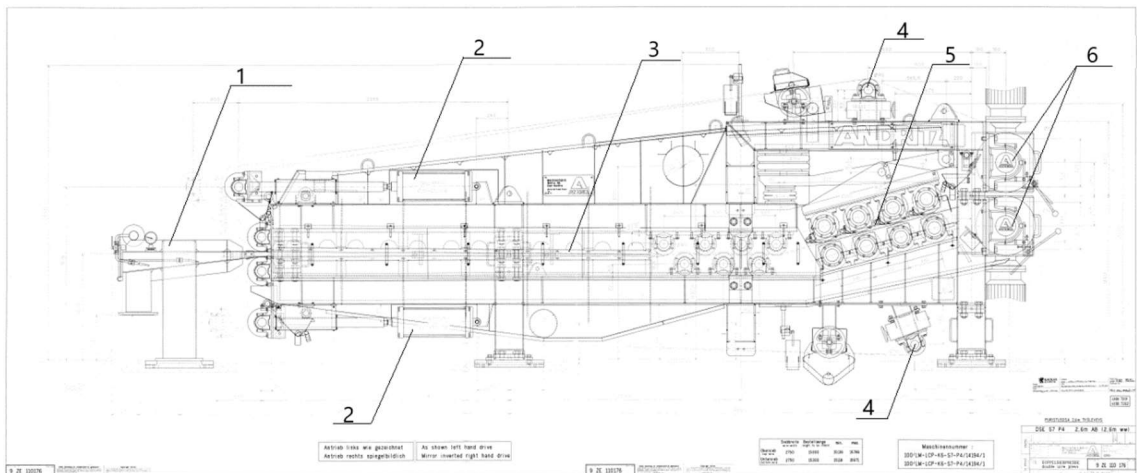


Kuva 2. Kaukaan paperitehtaan valkaisupuristin 1.

Alla esitetty rakennekuva Kaukaan valkaisupuristimesta. Kuvassa positio 1 kaksoisviirapuristimen perälaatikko, joka levittää levittää hiokkeen tasaisesti muovi-viirien väliin. Kuvassa positio 3 on nähtävissä pitkä kiilamainen syöttövyöhyke. Syöttövyöhykettä seuraa nouseva puristusvyöhyke, jossa suodosvesi poistuu viirujen kaltevan asennon ansiosta sivuille ennen puristusnippejä. Puristusvyöhyke kuvassa positiossa 5. Puristusvyöhyke on yhdistetty s- ja puristintelavyöhyke, jossa kuormittamalla saavutettua suodatustehoa tehostetaan neljän telaparin viivapaineen avulla, jota voidaan säätää portaattomasti sekä käyttö -että hoitopuolelta. (Andritz 1990, 8-9.)

Valkaisupuristimen viirujen kireyttä pidetään yllä position 2 pneumaattis-mekaanisella laitteistolla. Viirujen kiristyssylinterit ohjaavat kiristysteloja, jotka pidetään samansuuntaisina toisiinsa kytkettyjen hammastankojen avulla. Viirujen asemaa ja sivusuuntaista siirtymää estetään position 4 viirujen ohjauksella, jossa viiranohaustelaa säädetään pneumaattisen säätimen avulla. Kaksoisviirapuristimen

käytöt on yhdistetty position 6 käyttöteloihin, jotka pyörittävät puristimen viiroja. (Andritz 1990, 8-9.)



Kuva 3. Rakennekuva Kaukaan paperitehtaan valkaisupuristimista.

4.3 HC-sekoitin

Alustavasti kuidutettu hioke hajotetaan yksittäisiksi kuiduiksi korkeasakeusekoittimessa. Yksittäisiksi kuiduiksi hajotettu hioke omaa suuremman kuitupinta-alan, joka mahdollistaa valkaisuliuoksen nopeamman ja tasaisemman tunkeutumisen kuituihin. Valkaisuliuos lisätään hiokkeeseen juuri ennen tämän syöttöä sekoittimeen. Sekoitusvaihe ei aiheuta muutoksia kuitufraktioon. (Andritz 1990, 2.)

4.4 Valkaisutorni

Kemikaalisekoittimessa sekoitetut massa ja valkaisukemikaalit johdetaan valkaisuutorniin, jossa itse valkaisu tapahtuu. Valkaisuutornin jälkeen massa laimennetaan ja johdetaan pois ruuvikuljettimien avulla. (Andritz 1990, 2; KnowPap 2020)

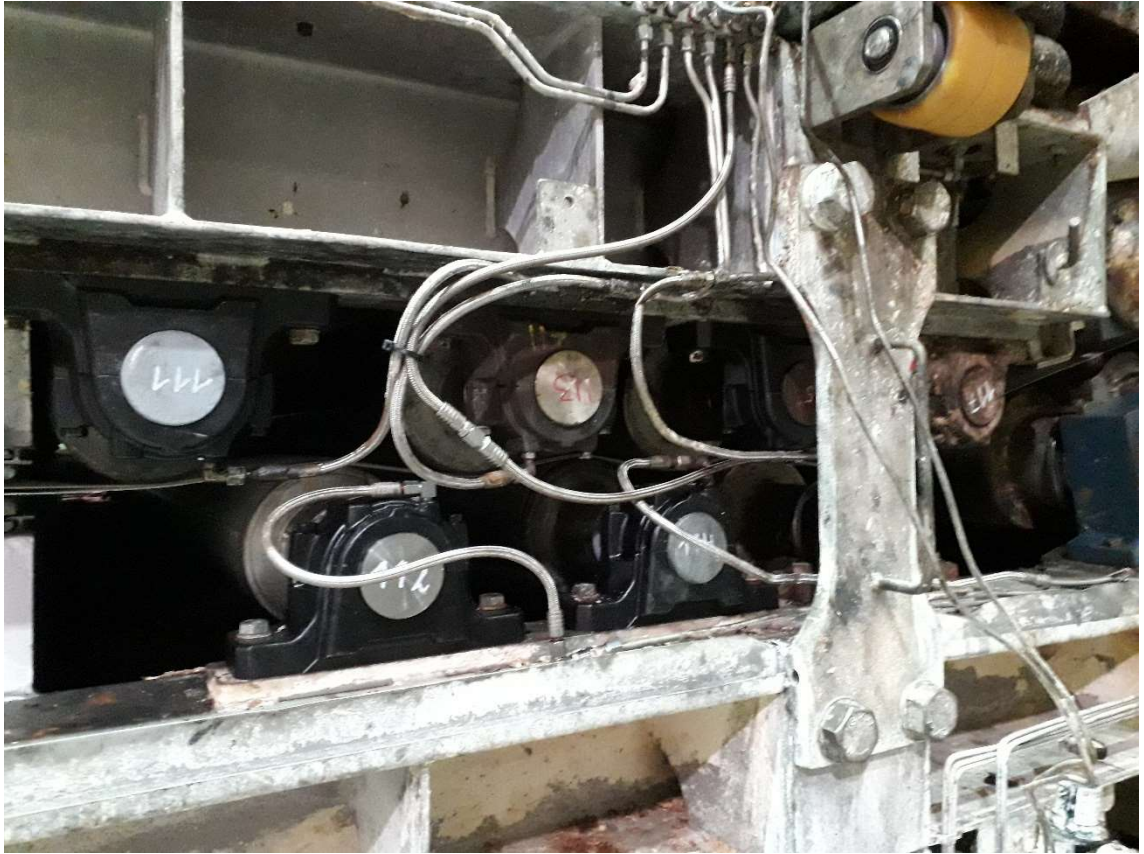
5 Valkaisupuristinten nykytila Kaukaan paperitehtaalla

Valkaisupuristimet on hankittu ja asennettu Kaukaan paperitehtaalle vuonna 1990. Valkaisupuristimille ei ole tähän päivään mennessä suoritettu merkittäviä rakenteellisia tai toiminnallisia uudistuksia. Ajoittain valkaisupuristimille on suori-

tettu peruskunnostuksia, joissa on pyritty palauttamaan laitteiston kunto alkuperäistä vastaavaksi. Peruskunnostuksissa on keskitytty lähinnä telojen ja näiden laakereiden uusintoihin.

Kaukaan paperitehtaan valkaisu- ja puristinosatelojen laakereiden kestoikä on selvästi alentunut, joten telojen laakereita hajoaa usein ja yllättävästi. Myös s-osatelojen vaipat halkeilevat usein näiden ruostumattomasta teräksestä valmistetun vaipan väsymisen takia. Telojen kunnostukset laakereineen aiheuttavat kustannuksia Kaukaan paperitehtaan kunnossapidolle.

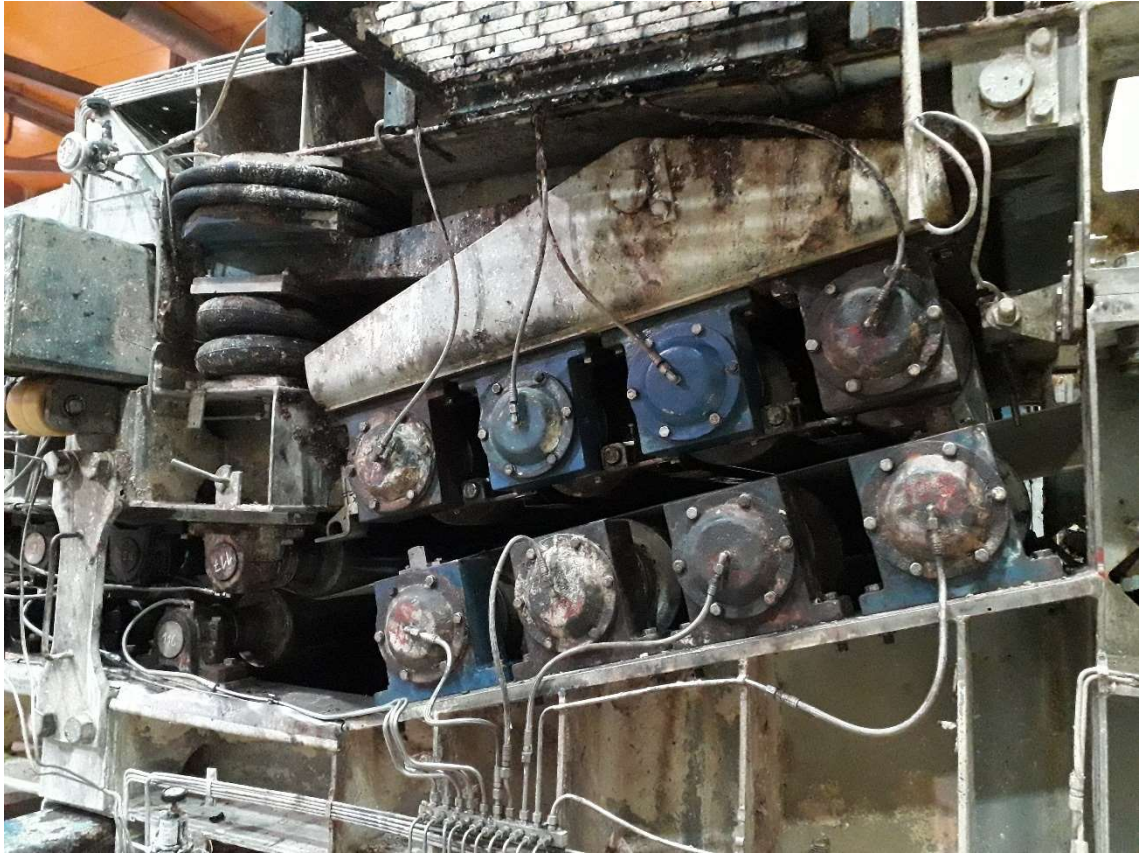
Valkaisu- ja puristinosatelat ovat nimellishalkaisijaltaan 195 millimetriä ja rakennepituudeltaan 2800 millimetriä olevia teloja, jotka koostuvat teräsputkesta ja 4 millimetriä seinävahvuudeltaan olevasta ruostumattomasta vaipasta. Telojen laakereina käytetään SKF:n valmistamia 22311 EK C3 pallomaisia rullalaakereita ja SNL 513-611 pesiä. Telojen tarkkoja halkaisijoita ei kuitenkaan nykytilanteessa ole selvillä tehtyjen kunnostusten jäljiltä, mutta s-osatelojen halkaisijoilla tai näiden mahdollisilla eroilla ei ole merkittävää vaikutusta kyseisen kaksoisviirapuristinmallin toimintaan. S -osatelojen laakereiden pyörimisnopeus on tavallisessa ajotilanteessa noin 35rpm.



Kuva 4. Kaukaan paperitehtaan valkaisupuristin 1:n s -osatelat.

Puristintelat ovat nimellishalkaisijaltaan 260 millimetriä ja rakennepituuudeltaan 2800 millimetriä olevia teloja. Kolmannen nipin muodostavat telat ovat bombeerattu 0,85 millimetrin läpimitaan, ja neljännen nipin telat 1,1 millimetrin läpimitaan. Telat koostuvat umpinaisesta rungosta, joka on vuorattu 4 millimetrin vahuisella ruostumattomalla vaipalla. Telojen halkaisijoista, eikä sijainneista kuitenkaan ollut tarkkaa tietoa tämän työn aloitusvaiheessa, sillä kunnostusten yhteydessä ne ovat päätyneet satunnaisiin sijainteihin.

Puristusteloissa käytetään SKF:n valmistamia 22315 EK C3 laakereita pesien ollessa erikoisvalmisteiset. Laakereiden pyörimisnopeus tavanomaisessa ajotilanteessa on noin 25rpm. Alkuperäiset laakeripesät ovat olleet Andritzin valmistamia laakeripesiä, joihin on ollut mahdollista asentaa kaksi akselitiivistettä. Nykyään valkaisupuristimissa on huomattu olevan muutamia erilaisia laakeripesätyyppejä puristinosan teloissa. Merkittävin ero Andritzin valmistamiin pesiin nähden on se, että näihin on mahdollista asentaa vain yksi akselitiiviste.



Kuva 5. Kaukaan paperitehtaan valkaisupuristin 1:n puristinosa.

Valkaisupuristimen olosuhteet etenkin s -ja puristinosaan laakereille ovat epäedulliset. Laakeripesät ovat jatkuvassa kosketuksessa suuren vesimäärän kanssa ajotilanteessa, joka asettaa erityisiä vaatimuksia tiivistykselle ja voitelulle.

5.1 Valkaisupuristinten kunnossapito Kaukaan paperitehtaalla

Nykyisin Kaukaan paperitehtaalla toteutetaan valkaisupuristimilla vain lähinnä korjaavaa kunnossapitoa, koska näille ei ole kokemusten mukaan löydetty luotettavaa mittaavaa kunnonvalvontamenetelmää. Tehtaan käyttö -ja kunnossapito henkilöstön tehtäviin kuuluu oman toimintaympäristönsä havainnointi myös valkaisupuristinten ympäristössä. Syntyneitä vikoja ja vaurioita siis pyritään ennalkoimaan hyvän havainnoinnin avulla. Tavanomaisesti puristinten telojen laakerivauriot huomataan kuitenkin vasta hyvin myöhäisessä vaiheessa, jolloin laakeripesän lämpötila on noussut huomattavan korkeaksi, tela on jumiutunut kokonaan tai laakereiden pitämä ääni kohonnut selvästi. Laitteistolla ei siis suoriteta aistien varaisen kunnonvalvonnan lisäksi mittaavaa kunnonvalvontaa, koska siitä ei ole havaittu saatavan merkittävää hyötyä kohteessa. (Pesu 2020)

Valkaisupuristinten s -ja puristinosan telat eivät myöskään ole erityisen kriittisessä asemassa prosessin kannalta, sillä yksittäiset laakeri -ja telavauriot eivät häiritse tuotantoa laajamittaisesti, vaikka teloja poistaessa vedenpoiston tehokkuus heikkeneekin. Vaurion ilmetessä tela mahdollisuuksien mukaan vaihdetaan laakereineen kunnostettuun, jolloin laiteseisokki voidaan tällaisessa tilanteessa pitää lyhyenä. Yksittäisten s -ja puristinosatelojen vaihtoihin kuluu aikaa noin 2-4 tuntia.

Telojen kunnostukset laakerointeineen suoritetaan ulkopuolisilla toimitsijoilla, eikä tämän vuoksi tehtaalla ole ollut tapana tutkia poistettuja laakereita ja tehdä päätelmiä vikaantumiseen johtaneista syistä. Valkaisupuristinten teloja ja näiden järjestystä prosessissa ei ole yksilöity, jonka vuoksi tehtaalla ei ole käsitystä siitä, ovatko jotkin tietyt telapositionit toisia vikaherkempiä. Koska telapositioneita ei ole yksilöity, ovat valkaisupuristinten puristinosan telojen paikat päässeet sekoittumaan keskenään, ja taipumakompensoidut telat korvautumaan perinteisillä.

5.2 Vierintälaakereiden voitelu

Voitelun tehtävä vierintälaakereissa on vähentää vierintä- ja liukupintojen mekaanista kosketusta. Näin saadaan pidettyä kitka sekä laakerin kulumisen mahdollisimman pieninä. Voitelun tehtävänä voi myös tämän lisäksi olla esimerkiksi ruosteesto, epäpuhtauksien huuhtelu pois laakerista ja lämmön poisvienti. (FAG, 3.)

Voiteluolosuhteet osaltaan määrittävät kitka -ja kulumisolosuhteet sekä vierintälaakerin saavuttaman eliniän. Vierintälaakereista on erotettavissa pääosin seuraavat voiteluolosuhteet:

- Täysvoitelussa vastakkain vaikuttavien tasojen ulkopinnat ovat erottuneet toisistaan kokonaan tai melkein täydellisesti, jolloin niiden välissä vallitsee lähes puhdas nestekitka. Tämä on usein tavoiteltava voitelutila, ja edullisin laakerin kulumisen ehkäisyssä.
- Osavoitelussa voitelukalvo on liian ohut, jolloin osasta aluetta esiintyy kiintoainekosketusta. Osavoitelussa sekä kantava öljykalvo, että rajakalvo ovat merkittäviä.

- Rajavoitelussa laakerin olosuhteet riippuvat lähinnä muodostuvan rajakalvon ominaisuuksista. Mikäli voiteluaine sisältää sopivan lisäaineistuksen, niin on kiintoainekosketuksessa mahdollista muodostua voitelukykyisiä reaktiotuotteita lisäaineiden ja metallisen pinnan välille. Nämä reaktiotuotteet voivat puolestaan muodostaa ohuen rajakerroksen pintojen välille. Tällaista tapausta kutsutaan kemialliseksi voiteluksi. Erikoistapauksissa on vierintälaakeria myös mahdollista voidella pelkästään kiintoaineilla. (FAG, 3.)

Edellä mainitut voiteluolosuhteet esiintyvät sekä rasva- että öljyvoitelussa. Rasvavoitelussa olosuhteet määrittävät tekijät ovat lähinnä perusöljyn viskositeetti, sekä sakeuttimen voiteluvaikutus. (FAG, 3.)

5.3 Rasvavoitelu

Rasvavoitelussa voitelu tapahtuu pääosin rasvan perusöljyn avulla, jota saostin luovuttaa pieniä määriä ajan kuluessa. Rasvavoitelussa vain pieni osa rasvasta ottaa aktiivisesti osaa voiteluun. Tavallisesti suuri osa rasvasta poistuu laakerista asettuen sivuun tai työntyen pois tiivisteiden kautta. (FAG, 12.)

Rasvan valinnassa yksi merkittävimpiä suureita on voiteluainekalvon muodostumista kuvaava viskositeettisuhde $\kappa=v/v_1$, jossa v kuvaa perusöljyn viskositeettiä käyntilämpötilassa ja v_1 laakerin koosta ja pyörimisnopeudesta riippuvaa suhteellista viskositeettiä. Viskositeettisuhde κ tulee asettua lukuarvojen 2...4 välille, jolloin voidaan varmistaa kosketuspintojen välinen kantava voitelukalvo. (FAG, 7.)

Mitä alempi viskositeettisuhde on, niin sitä suurempi on sekakitkan osuus laakerissa. Mikäli viskositeettisuhde on arvoa 4 suurempi, niin voiteluainekalvo ei saavuta suurempaa paksuutta siitä huolimatta, ja näin ollen on korkeampi viskositeettisuhde tarpeeton. Viskositeettisuhteen laskenta ei ota huomioon laakereiden kuormitusta, joten on mahdollista, että hyvin korkealla viskositeettisuhteella liian paksu voiteluaine edesauttaa laakerin vierintäelinten liukumista matalan kuormituksen omaavissa laakereissa, joka voi johtaa ennenaikaiseen vaurioon. (Aarnio 2020)

Kaukaan paperitehtaan valkaisu- ja puristimia voidaan käyttää SKF:n pumppausjärjestelmän avulla käyttäen Castrol Molub-Alloy 870-2- rasvaa. Kyseinen rasva on litium saostettu mineraalipohjainen perusöljyä sisältävä rasva. Rasvan viskositeetti +40 °C lämpötilassa on 1776 mm²/s, joka on hyvin lähellä laakereiden kohteessa toteutuvaa käyntilämpötilaa. Rasva on kehitetty suurille 600-1000mm ulkohalkaisijaltaan oleville laakereille hyvin alhaisille, noin 5rpm pyörimisnopeuksille. Puristin - ja s-osatelojen laakereille voiteluainetta annostellaan noin 1.5grammaa 0.8 tunnin välein. (Castrol 2010)

Designation	Operating viscosity			Viscosity ratio K
	Actual v mm ² /s	Rated v ₁	Rated @ 40 °C v _{ref}	
▶ 22311 EK	> 1000	227	170	10.8

Kuva 6. S -osatelojen laakereiden voiteluolosuhteet SKF Bearing Select laskurin mukaan Kaukaan paperitehtaan valkaisu- ja puristimissa käytettävällä voiteluaineella. (SKF)

Designation	Operating viscosity			Viscosity ratio K
	Actual v mm ² /s	Rated v ₁	Rated @ 40 °C v _{ref}	
▶ 22315 EK	> 1000	263	196	9.35

Kuva 7. Puristosatelojen laakereiden voiteluolosuhteet SKF Bearing Select laskurin mukaan Kaukaan paperitehtaan valkaisu- ja puristimissa käytettävällä voiteluaineella. (SKF)

Kaukaan paperitehtaan valkaisu- ja puristimilla käytettävät telojen laakerit ovat ulkohalkaisijaltaan 120-250mm, joka poikkeaa käytössä olevan rasvan valmistajan tälle ensisijaisesti suunnitelluista käyttökohteista. Suotonauhapuristinten valmis-

tajan suositus puristinosan telojen laakereiden voiteluun käytettävän rasvan perusöljyn viskositeetille on vähintään 320cSt, jota voidaan soveltaa myös s -osatelojen laakereille. Rasvan perusöljyn viskositeettia ei kuitenkaan ole syytä kasvattaa liioitellusti, sillä tämä ei paksunna voitelukalvoa laakerin pintojen välillä, ja on siten tarpeetonta.

Yllä olevat kuvat 5 ja 6 esittävät käytettävien laakereiden voiteluolosuhteet käytettävällä voiteluaineella SKF Bearing Select -laskentatyökalun avulla laskettuna. Huomioitavaa tuloksissa on tarpeettoman suuri viskositeettisuhde, joka on voinut edesauttaa matalalla kuormituksella olevien laakereiden vikaantumista. (Aarnio 2020)

5.4 Vierintälaakereiden kuormitus

Vierintälaakereiden sovellusten suunnittelussa on huomioitava laakereille sopiva kuormitustaso. Laakerin oikein toimiakseen on rulla -ja kuulalaakereihin kohdistuttava tietty minimikuormitus. Mikäli laakerit eivät saavuta riittävää minimikuormitusta voivat vierintäelimet liukua käytön aikana. Vierintäelimien liukuminen voi aiheuttaa laakerin kuumenemista sekä melua. Vierintäelinten liukuminen aiheuttaa kosketuspintojen kuumenemista äkillisesti, joka taas aiheuttaa kylmähitsautumista. Hitsautumisen vuoksi materiaali siirtyy pinnalta toiselle lisäten kitkaa aiheuttaen paikallisesti suuria rasituksia. Seurauksena on suuri mahdollisuus säröjen ja ennen aikaisten laakerivaurioiden muodostumiselle. Tyypillinen merkki liian alhaisesta kuormituksesta on tahmutumisjäljet laakerin vierintäpinnoilla. Jäykkien rasvojen käyttö erityisesti viileissä olosuhteissa edesauttaa vierintäelinten liukumista. (SKF 2016, 244, 312.)

Valkaisupuristinten s -osan telojen laakereissa on suuri vaara vierintäelinten liukumiselle ja pintalähtöiselle väsymiselle telojen matalan kuormituksen sekä jäykän voiteluaineen vuoksi. Laakereiden käytön aikainen lämpötila on lisäksi valkaisupuristimilla alhainen matalan pyörimisnopeuden, ja ympäristön lämpötilan vuoksi.

Laakerin käytön aikana kuormitus siirtyy kuormitus renkaiden välillä vierintäelimien välityksellä, jolloin vierintäelimen siirtyessä kuormitusalueelle nousee kosketusalueelle siirtynyt kuormitus nollasta maksimikuormitukseen sen laskiessa

pian takaisin nollaan. Seurauksena on materiaaliin kertyvät jäännösjännitykset, jotka kuormituksesta, lämpötilasta ja kuormitusjaksojen määrästä riippuen johtavat rakennemuutoksiin materiaalissa muodostaen lopulta pinnanalaisia säröjä. Ajan mittaan säröt etenevät pintaan asti synnyttäen kuoritutumia pinnassa. Liiallinen kuormitus siis aiheuttaa ennenaikaista pinnan alaista väsymistä. (SKF 2016, 309.)

5.5 Tilanne muilla UPM:n tehtailla

Vastaavaa laitteistoa on käytössä useilla eri paperitehtailla. Selvitystyötä tehdessä oltiin yhteydessä UPM:n Rauman ja Jämsänkosken paperitehtaille näiden suotonauhapuristinten kunnossapidon tilanteen selvittämiseksi.

Rauman paperitehtaan tilanne on hyvin samankaltainen Kaukaan paperitehtaan kanssa, joten valkaisuapuristinten osalta ei mittaavaa kunnonvalvontaa. Ennakkohuollollisena toimenpiteenä suoritetaan valkaisuapuristimilla telojen laakerivälysten mittauksia. Rauman tehtailla viirapuristimien laakerivauriot olivat hiljattain lisääntyneet käytettävän voiteluaineen vaihdon jälkeen. Toisaalta on myös täysin mahdollista, että laakerivauriot johtuvat niiden käyttöiän ylittymisestä. (Tyni 2020)

Nykyisin Raumalla käytettävä voiteluaine on D-lube HDM Extra Life 2-700, joka on kalsiumsulfonaattikompleksirasva. Rasvan perusöljyn viskositeetti on +40 °C lämpötilassa 700 mm²/s ja sen NLGI-luokka 2. Rasvan siis pitäisi tuotetietojen mukaisesti olla hyvin kohteeseen soveltuva saentimen ollessa ominaisuuksiltaan hyvin veden- sekä korroosionkestävä. Myös NLGI-luokka on riittävä tarvittavan tiivistyksen takaamiseksi. (Oilcenter 2020)

Jämsänkosken tehtaalla oli tehty parantavia toimenpiteitä veden pääsyn välttämiseksi laakeripesien sisään. Telojen laakeripesiin oli asennettu kaksinkertainen tiivistys, sekä teloja suojanneet peltilevyt olivat korvattu verkotuksella, jotta vesi pääsisi haihtumaan pois, eikä tiivistyisi telojen päätyjä suojaavan levyn pintaan ja tätä kautta pääsisi valumaan laakeripesien päälle päätyen lopulta laakeripesien sisään. Jämsänkoskella oli myös havaittu, että laakeripesiä ei saatu esi-

täytettyä rasvalla riittävälle tasolle, jolloin laakeripesään jäi tyhjä tila, joka myöhemmin pääsi täyttymään vedellä. Ongelmaan oli korjaavana toimenpiteenä tehty puristustelojen laakeripesien kansiin reiät, joitten tarkoitus oli mahdollistaa laakeripesän riittävä esitäyttö asennustilanteessa. Tämän oli tarkoitus estää veden pääsy laakeripesien sisään. (Ahonen 2020)

Jämsänkosken puristimissa käytetään voiteluaineena Mobilith SHC 1500 synteettistä litiumkompleksipaksunteista rasvaa. Rasvan NLGI-luokka on 1.5, ja sen perusöljyn viskositeetti 1500 mm²/s. (Mobil 2020)

5.6 Vertailu muiden tehtaiden tilanteeseen

Muilla tehtailla sovelletut parantavat toimenpiteet eivät ole soveltuvia käytettäväksi Kaukaan paperitehtaan valkaisu- ja puristimilla. Laakereiden esitäyttö ei ole ongelmana Kaukaalla, joten puristinosan laakeripesien kanteen tehtävät reiät eivät toisi mitään lisäarvoa. Veden pääsy laakeripesien sisään on estettävissä asianmukaisella tiivistyksellä.

Puristinten vikahistoria, sekä kunnossapitomallit eivät ole tehtaiden välillä kuitenkaan vertailukelpoiset laitteiden erilaisuuden vuoksi. Jämsänkosken tehtaan valkaisu- ja puristinten laakerit, sekä pesät ovat esimerkiksi valmistettu ruostumattomasta teräksestä, kun taas Kaukaalla vastaavat ovat tavanomaista terästä. Myös laakerikoot ovat pienemmät Kaukaalla. Puristinten vertailu ei siis kokonaisvaltaisella tasolla ole mielekäästä, mutta vertailua voidaan tehdä yksittäisten asioiden ja ominaisuuksien tasolla. Esimerkiksi vertailua voidaan suorittaa eri tehtailla käytössä olevien voiteluaineiden ominaisuuksien välillä, sillä rasvan kohtaamat olosuhteet ovat tyypillisesti hyvin samanlaiset valkaisu- ja puristimissa käytössä olevilla kaksoisviiripuristimilla.

	Perusöljy	Saennin	Viskositeetti 40°C, mm ² /s	NLGI -luokka
D-LUBE HDM Extra Life 2-700	Mineraaliöljy	Kalsiumsulfonaatti- kompleksi	700	2
Molub-Alloy 870-2	Mineraaliöljy	Litium	1776	2
Mobilith SHC 1500	Synteettinen	Litiumkompleksi	1500	1.5

Taulukko 1. Vertailutaulukko Rauman, Kaukaan ja Jämsänkosken tehtaiden puristimilla käytettävien rasvojen ominaisuuksien välillä. (Oilcenter 2020, Mobil 2020, Castrol 2010)

6 Vikaantumishistoria

Työssä käytettiin vikaantumishistorian määrittämiseen paperitehtaan SAP -järjestelmään tehtyjä kirjauksia syyskuun 2010 ja marraskuun 2020 väliseltä ajalta. Vikahistoriassa huomioitiin ongelmakohteena olevat s -ja puristinosan telojen laakerivauriot sekä vaihdot. Paperitehtaan SAP -järjestelmästä löydetty kirjaukset, joiden aiheena olivat laakerivauriot valkaisupuristin 1:n toimintopaikan alle tehdyt kirjaukset löytyvät liitteestä 1. Valkaisupuristin 2:n toimintopaikan alle laakerivaurioista tehdyt kirjaukset liitteessä 2. Osa kirjauksista oli tehty väärän toimintopaikan alle, mutta työtä tehdessä nämä tarkastettiin ja kirjattiin oikeille puristimelle taulukoihin 2 ja 3.

Vikailmoituksissa kaikkia vaurioita ja laakerin vaihtoja ei ole täysin yksilöity, vaan osa tehdyistä kirjauksista on hyvin epämääräisiä. Vikaantumishistoriaa määriteltäessä huomioitiin vain selvästi yksilöitävissä olevat kirjaukset, joista selviää mitä telaa tai laakeria ilmoituksessa käsitellään. Näin menettelemällä saatiin vikahistoriasta selvitettyä mahdollisia ongelmapositiota, joissa vikaantumisia on ollut muita enemmän.

Koostettua vikahistoriaa ei kuitenkaan voida pitää täysin luotettavana käytettyjen vikailmoitusten ylimalkaisuuden vuoksi ja voidaan olettaa, ettei aivan kaikkia laakerivaurioita ole ilmoitettu SAP -järjestelmään. Vikahistorian tarkkuus kuitenkin on riittävä sen käyttöön apuna ongelmapositiota määriteltäessä. Tässä opinnäytetyössä laakereiden kestoikää parantavia toimenpiteitä selvittäessä vikahistoriaa oleellisemmaksi muodostuu kuitenkin jo vikaantuneista laakereista tehtävät havainnot, jotka osoittavat vikaantumiseen johtaneita syitä.

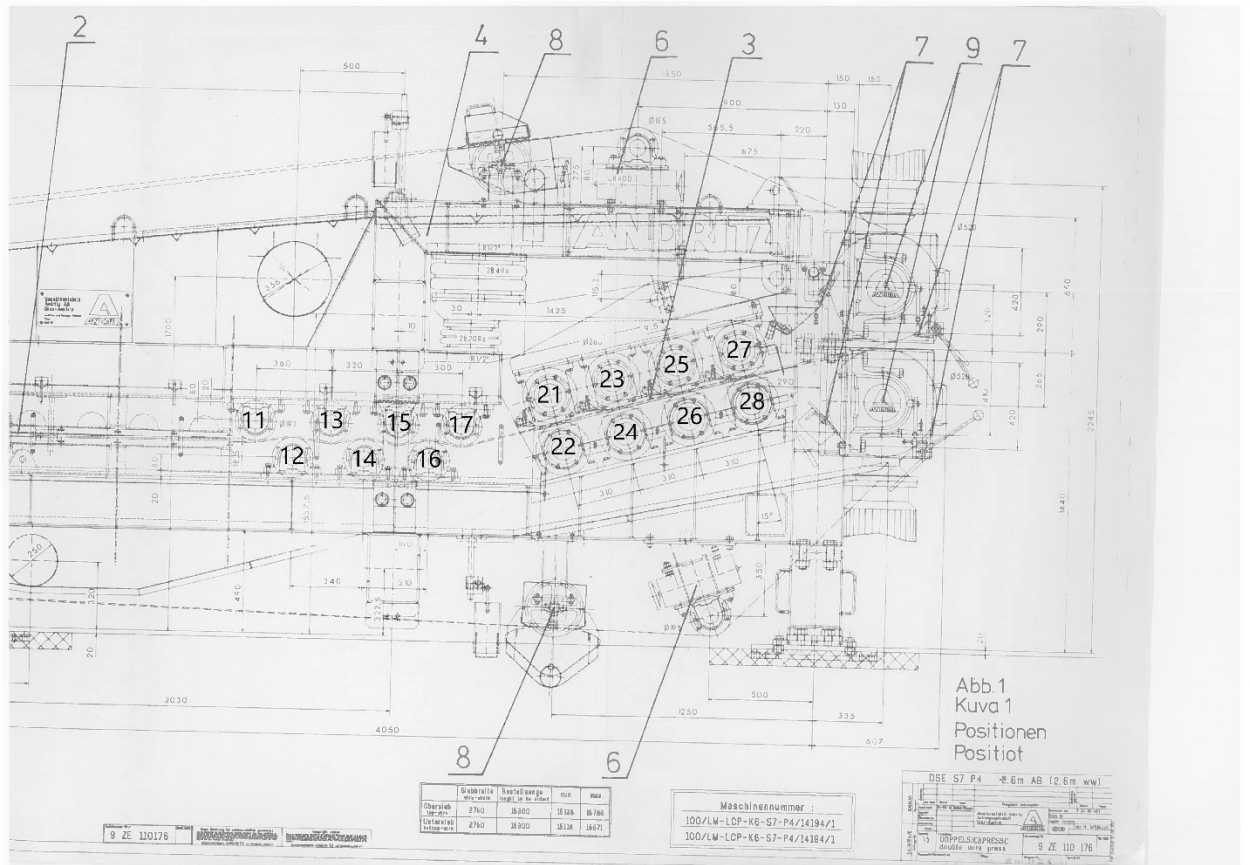
Avuksi hahmottamaan vikaherkimpiä positioita koostettiin telavaurioista laitekoh-
taiset taulukot yksilöidyillä telapositioilla. Jotta telojen laakerivaurioiden seuran-
taa voitaisiin tehostaa, on kaikki puristimella olevat telat yksilöitävä, ja panostet-
tava vaurioiden havainnoinnin tarkkuuteen. Tämän kautta saadaan tulevaisuu-
dessa laitteen vika historiasta tarkempi, josta on apua jatkossa laitteiston tulevien
ongelmakohtien määrittelyssä, sekä vikaantumiseen johtavien syiden tarkaste-
lussa.

6.1 Puristinten kirjatut laakerivauriot

Vikahistorian käsittelyn helpottamiseksi, sekä vaurioiden taajuuden hahmotta-
miseksi yksilöitiin telat puristinten mittapiirroksen avulla alla esitetyn kuvan mu-
kaisesti. Telat yksilöitiin tässä tapauksessa vain s -ja puristinosalta, koska selvi-
tystyö rajattiin koskemaan näitä. Telat yksilöitiin ryhmän ja prosessin kulkujärjes-
tyksen mukaisesti, jossa ensimmäinen numero kuvaa telan ryhmää, ja toinen te-
lan sijaintia viirojen kulkusuunnassa.

Telat ovat myös yksilöity, jotta näiden positiokohtaista kulumista voitaisiin tark-
kailla. Puristinosan teloissa on pieniä halkaisijaeroja nippien välillä, jolloin näitä
ei saa sekoittaa keskenään puristimen oikean toiminnan takaamiseksi. Telojen
väärä järjestys voi myös aiheuttaa ongelmia laakereiden eliniässä, sillä kuormitus
ei välttämättä tällöin jakaudu puristinosalla alkuperäisellä suunnitellulla tavalla.
Telojen tarkkoja halkaisijoita ei ollut tiedossa, joten nämä selvitettiin peruskun-
nostuksen yhteydessä, jolloin yksilöinti on suoritettava uudelleen vasta sen jäl-
keen, kun telat ovat asetettu oikeille paikoilleen.

Ensimmäisen puristimen laakerivaurioita tarkastellessa voidaan huomata s -osan
telojen laakereiden vikaantuvan huomattavasti puristinosan laakereita useam-
min. Monet kyseisistä laakereiden vaihdoista on suoritettu suuremman peruskun-
nostuksen yhteydessä, joten laakereiden toteutuneen kestoiän määrittely on hy-
vin haastavaa.



Kuva 8. Mittapiirros Kaukaan paperitehtaan suotonauhapuristimista yksilöidyillä telapositioneilla.

Puristin 1 s -ja puristinosan ilmoitetut laakerivauriot sekä vaihdot 1/2010 -11/2020

11		12		13		14		15		16		17	
KP	HP	KP	HP	KP	HP	KP	HP	KP	HP	KP	HP	KP	HP
11/20	11/20	11/20	11/20	11/20	11/20	11/20	11/20	11/20	11/20	11/20	11/20	11/20	11/20
12/18	12/18	10/20	10/20	12/18	12/18	12/18	12/18	12/18	12/18	10/20	10/20	12/18	12/18
12/17	12/17	12/18	10/20	12/17	12/17	12/17	12/17	12/17	12/17	12/18	12/18	12/17	12/17
7/12	7/12	12/17	12/17	7/12	7/12	7/12	7/12	7/12	7/12	12/17	12/17	7/12	7/12
		11/16	11/16							7/12	7/12		
			3/13										
		7/12	7/12										

21		22		23		24		25		26		27		28	
KP	HP	KP	HP	KP	HP	KP	HP	KP	HP	KP	HP	KP	HP	KP	HP
11/20	11/20	11/20	11/20	11/20	11/20	11/20	11/20	11/20	11/20	11/20	11/20	11/20	11/20	11/20	11/20
12/17	12/17	12/17	12/17	12/17	12/17	12/17	12/17	12/17	12/17	12/17	12/17	12/17	12/17	12/17	12/17
7/12	7/12	8/12		7/12	7/12	7/12	7/12	7/12	7/12	7/12	7/12	7/12	7/12	7/12	7/12
		7/12	7/12			5/12									

Taulukko 2. Kaukaan paperitehtaan suotonauhapuristin 1 raportoidut laakerivauriot sekä vaihdot.

Puristin 2 s -ja puristinosan ilmoitetut laakerivauriot sekä vaihdot 1/2010 -11/2020

11		12		13		14		15		16		17	
KP	HP	KP	HP	KP	HP	KP	HP	KP	HP	KP	HP	KP	HP
5/18	5/18	10/20	10/20	5/18	5/18	10/20	10/20	5/18	5/18	5/18	5/18	5/18	5/18
	4/14	5/18	5/18	4/12	4/12	5/18	5/18	4/12	4/12	4/12	4/12	4/12	4/12
4/12	4/12		2/16			4/12	4/12	12/11	12/11				
		4/12	4/12										

21		22		23		24		25		26		27		28	
KP	HP	KP	HP	KP	HP	KP	HP	KP	HP	KP	HP	KP	HP	KP	HP
5/18	5/18	5/18	5/18	5/18	5/18	5/18	5/18	5/18	5/18	5/18	5/18	5/18	5/18	5/18	5/18
4/12	4/12	7/12	7/12	4/12	4/12	7/12	7/12	4/12	4/12	7/12	7/12	4/12	4/12	11/17	11/17
		4/12	4/12			4/17				4/12	4/12				1/15
						4/12	4/12							7/12	7/12
						3/12	3/12							4/12	4/12

Taulukko 3. Kaukaan paperitehtaan suotonauhapuristin 2 raportoidut laakerivauriot sekä vaihdot.

Verratessa suotonauhapuristinten laakereiden vikaantumisia, voidaan huomata suotonauhapuristin 1:lla olevan jonkin verran enemmän vaurioita sekä laakereiden vaihtoja s -osatelojen positioidissa. Puristinosalla laakereiden vaihdoissa ei ole merkittäviä määrällisiä eroja vikahistorian perusteella. Kyseisistä havainnoista ei

toisaalta voida tehdä minkäänlaisia päätelmiä laitteiston vikahistoriatietojen epämääräisyyden vuoksi, sekä tietämättä onko esimerkiksi aiemmin suotonauhapuristimia käytetty erilaisilla puristinosan kuormituksilla tai viirojen kireyksillä.

7 Laakerivaurioiden tulkinta

Laakerivaurioiden perimmäisiä syitä selvittäessä käytettiin apuna työn tekemisen aikana vikaantuneiden telojen laakereita. Laitteiston luotettavuuden parantamiseksi suunnitellut toimenpiteet hyvin suurelta osin nojaavat näistä tehtyihin havaintoihin. Havainnot tukevat myös ennalta tehtyjä oletuksia laakerivikojen aiheuttajista, kuten esimerkiksi s -osatelojen laakereiden liian matala kuormitus sekä voiteluaineen toimimattomuus kohteessa.

7.1 S -osatelojen laakerit

Alla esitetty kuvissa jumiutuneen s -osatelan 14 kiinteän puolen laakerista oleellisia havaintoja vikaantumisesta. Kuvassa 6 esitetyn kyseisen laakerin ulkoreenkaan vierintäpinnoilta voidaan havaita väsymiskuormituksen aiheuttamaa materiaalin kuoriutumista. Molemmilla vierintäradoilla olevat jäljet ovat lähes samantuiset, joka kertoo laakerin olleen hyvin lähellä puhdasta säteiskuormitusta. (Virolainen 2020)



Kuva 9. Suotonauhapuristin 2 s- osatelan numero 14 kiinteän puolen laakerin ulkorengas.

Alla esitetystä kuvasta 9 voidaan nähdä vetoholkin asema laakerin sisäkehällä. Tästä voidaan huomata, ettei laakeri ole päässyt liukumaan vetoholkin päällä. Sovite on siis ollut riittävän tiukka.



Kuva 10. Suotonauhapuristin 2 s -osatelan numero 14 kiinteän puolen laakerin sisärengas.

Alla olevassa kuvassa 10 on esitetty saman laakerin sisäkehän vierintäradoilla näkyvät jäljet. Sisäkehän vierintäradoilla on havaittavissa samankaltaista väsymiseen viittaavaa kuoriutumaa kuin ulkokehällä. Toisella vierintäradalla kuoriutuma kulkee ympäri sisäkehän johtuen siitä, että kyseisessä sovelluksessa sisäkehä on laakerin pyörivä osa. Toisella vierintäradoista kuoriutuma ei ole yhtenäinen, koska kulumisen harvoin tapahtuu täysin samanaikaisesti molemmilla vierintäradoilla. (Virolainen 2020)

Havainnoista päätellen vaurioiden pohjimmainen syy on ollut pintalähtöinen väsyminen, joka on seurausta laakerin alhaisesta kuormasta sekä toimimattomasta voitelusta. Vaurioita tarkastellessa voidaan todeta vierintäelinten liukumisen olleen hyvin todennäköistä kyseisen laakerin tapauksessa, joka on aiheuttanut ma-

teriallin väsymisestä johtuvan pinnan kuoriutumisen tahmautumisen seurauksena. Kuoriutunut materiaali taas on kiihdyttänyt laakerin kulumisprosessia, koska sillä ei ole ollut mahdollisuuksia poistua laakeripesästä esimerkiksi voitelun mukana. Laakerin kosketuspintojen voimakas kiillottuminen kertoo myös kulumispartikkeleiden aiheuttamasta abrasiivisesta kulumisesta, joka on ollut osa tätä laakerin vaurioitumisprosessia. SKF:n kokemuksen mukaan esitettyjen kaltaisten laakerivaurioiden havaitseminen ennen totaalista vaurioitumista tulisi olla mahdollista uusimmalla kunnonvalvontateknologialla ja -osaamisella. (Virolainen 2020; SKF 2016, 315.)

Käytettävän rasvan perusöljyn viskositeetti on erittäin korkea huomioiden voideltavan kohteen. Liian jäykkä voiteluaine edesauttaa vierintäelinten mahdollista liukumista, ja tämä on s -osatelojen laakereissa edesauttanut tahmautumista. (Aarnio 2020)



Kuva 11. Suotonauhapuristin 2 s -osatelan numero 14 kiinteän puolen laakerin sisärenkaan kosketuspintojen vauriot.

Poistettuja s -osatelojen laakereita tutkittiin useista positioista molemmilta puristimilta. Yhteistä kaikille s -osatelojen laakereille oli yllä esitetyn laakerin mukaiset vikaantumismekanismit. Voidaan siis sanoa s -osatelojen laakerivaurioiden pääasiallisen aiheuttajan olevan voiteluaineen soveltumattomuus kohteeseen, sekä laakereiden vastaanottaman kuorman olevan liian pieni. Suurimmassa osassa poistetuissa s -osatelojen laakereiden sisärenkaissa oli havaittavissa kosketuspinoilla voimakasta kulumispartikkeleiden aiheuttamaa abrasiivista kulumista voimakkaan kiillottumisen muodossa. (SKF 2016, 315.)

S -osatelosta korkeimman kuormituksen vastaanottavan telan laakereiden kuormitus on noin 10kN laakeria kohden. Käytettävän SKF 22311 EK C3 laakerin korkein kantavuusluku on 280kN, jolloin laakerin vastaanottama kuorma on vain noin 3,6% sen kantavuudesta. Laakerin laskennallisen minimikuormituksen eh-

don täytyminen voidaan siis osin kyseenalaistaa laskennan ja laakereiden vaurioista tehtyjen havaintojen perusteella. Laakerin laskennallinen minimikuormitus 35rpm pyörimisnopeudelle on 2,8kN.

7.2 Puristinosatelojen laakerit

Valkaisupuristin 1:n peruskunnostuksen yhteydessä poistetuissa jokaisessa puristinosatelojen laakereissa oli havaittavissa seisontakorroosion aiheuttamia vaurioita. Seisontakorroosiota tapahtuu laitteen seisonta-aikana ja on yleisintä rasvalla voidelluissa laakereissa. Seisontakorroosion aiheuttamat vauriot esiintyvät usein vierintäelimien kohdalla, kuten alla olevassa kuvassa 11 olevan laakerin ulkoreenkaan, ja kuvan 12 sisärenkaan vierintäpinnoissa voidaan nähdä. (SKF 2016, 250.)



Kuva 12. Valkaispuristin 1:n telan 26 vapaan puolen laakerin ulkorenkaan viertäpinnat. Kiillottuneella kuormitusalueella huomattavat seisontakorroosion aiheuttamat vauriot laakerin rullajaon etäisyyksillä.



Kuva 13. Valkaisupuristin 1:n tela 23 kiinteän puolen laakerin sisärenkaan seisontakorroosion aiheuttamat vauriot kosketuspinnolla.

Seisontakorroosion on valkaisu- ja puristinosa laakereissa aiheuttanut kohteeseen pääsevä vesi tiivistyksen riittämättömyyden vuoksi. Kerääntynyt kosteus on heikentänyt voiteluaineen suorituskykyä, ja sittemmin laitteiston seisontaikoina on aiheuttanut pintojen syöpmistä vierintäelinten kosketusalueiden viereksi. (Virolainen 2020; SKF 2016, 317.)

Valkaisu- ja puristinosa 1:n telan 27 laakereissa oli havaittavissa samanlaista pintalähtöistä väsymistä kuin s -osatelojen laakereissa. Kyseinen tela on halkaisijaltaan selvästi muita puristinosa teloja pienempi, mutta oli asetettu viimeiseen nippiin,

jossa tulisi olla halkaisijaltaan suurimpaan läpimittaan bombeeratut telat. Voidaan siis olettaa, ettei kyseinen laakeri ole saanut riittävää kuormitusta oikein toimiakseen. Kyseinen laakeri osoittaa siis telojen järjestyksen ja halkaisijoiden tärkeyden myös laakereiden toiminnan näkökulmasta.



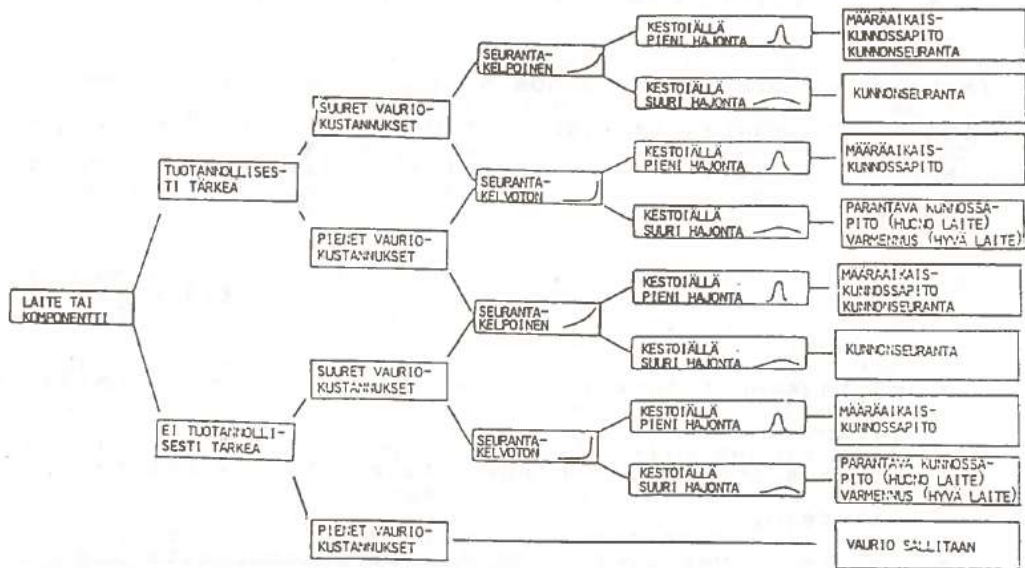
Kuva 14. Valkaisupuristin 1:n tela 27 kiinteän puolen laakerin sisärengas.

8 Korjaavat toimenpiteet

Tässä työssä yhtenä tavoitteena oli pidentää laakereiden elinikää s -ja puristinosalla kehittämällä eri kuntoa parantavia toimenpiteitä. Tässä luvussa käsitellään jo tehtyjä toimenpiteitä suotonauhapuristin 1:n peruskunnostuksen yhteydessä, sekä ehdotuksia Kaukaan paperitehtaan kunnossapidolle laitteiston kunnan parantamiseksi tulevaisuudessa.

8.1 Kunnossapitostrategian määrittely

Kunnossapitostrategian määrittelyn hahmottamiseksi käytetään apuna alla olevaa kunnossapitostrategian valintataulukkoa, jolla voidaan yksilöidä eri kunnossapitomenetelmien soveltuvuutta tarkasteltavaan kohteeseen.



Kuva 15. Kunnossapitostrategian valintataulukko kunnossapitomallien soveltuvuudesta. (Lahtela 1981, 3.)

Vaikka valkaisuapuristimet ovat paperitehtaan tuotannon kannalta tärkeitä laitteita, niin eivät yksittäisten telojen laakerivauriot aiheuta merkittävää haittaa tuotannolle. Opinnäytetyössä keskitytään puristinten s- ja puristinosan laakerivaurioihin, joten kunnossapitostrategiaa määriteltäessä käsitellään valkaisuapuristimia ei tuotannollisesti tärkeinä laitteina. Valkaisuapuristimen s- ja puristinosan teloissa laakerivaurioita tapahtuu usein, jolloin niiden vauriokustannukset ovat suuret minkä vuoksi vaurioita ei voida sallia. Tehtaan kunnossapitohenkilöstön mukaan valkaisuapuristinten laakereiden kuntoa on haastava seurata luotettavasti, joten näitä käsitellään seurantakelvottomina. Laakereiden saavuttamat kestoajat vaihtelevat suuresti, jonka vuoksi ei määrääjain suoritettava kunnossapito ole kustannustehokas menetelmä, vaan on mielekkäämpää keskittyä laitteistoa parantavaan kunnossapitoon tätä selvitystyötä tehdessä.

8.2 S -osan kuntoa parantavat toimenpiteet

Työtä tehdessä päästiin tarkastelemaan laakerivaurioiden vuoksi poistettujen s - osatelojen laakereita. Laakerit olivat poisotettuna kunnoltaan hyvin erilaisia, mutta näistä oli havaittavissa hyvin samanlaisia vauriomekanismeja. Kaikissa s - osatelojen laakerivaurioissa oli havaittavissa laakerin sisä- ja ulkokehissä väsymisestä aiheutuvaa kuoriutumaa. Kuoriutumien ulkokehien sijainnista ja samanlaisista pituuksista vierintäradoilla voidaan päätellä laakerin olleen hyvin puhtaalla säteiskuormalla. Mikäli laakerissa olisi ollut merkittävää aksiaalista kuormaa, niin olisi toisen vierintäradan täytynyt olla toista paremmassa kunnossa.

Vaurioiden laadun perusteella voitiin olettaa väsymän olevan pintaperäistä kuormitusperäisen sijaan laakereiden ollessa hyvin lähellä näille asetettua minimikuormitusperäistä tilannetta. Laakereiden vierintäradoilla ja -radoilla olevien värjäytymien perusteella voitiin myös todeta voiteluaineen olevan kyvyttömyyden suorittamaan kyseisessä kohteessa olevien laakereiden voitelua.

Parantavana toimenpiteenä s -osatelojen laakereiden luotettavuudelle on varmistettava riittävä kuormitus. Riittävän kuormituksen takaamiseksi vaihtoehtoina on esimerkiksi laakereiden kannateltavana olevan massan lisääminen tai laakerityypin vaihto kantavuudeltaan matalampiin laakereihin. Telojen massaa ei ole mahdollista lisätä kovinkaan paljoa, joten tämän toimenpiteen soveltuvuus on kyseenalaistettavaa. Toisaalta nykyisin käytössä olevien telojen vaiptoissa on havaittavissa säteissuunnassa olevia väsymismurtumaan viittaavia jälkiä, joten telojen kestoajan parantamiseksi voisi telojen rakenteen uudelleen suunnittelu vaipan halkaisijan muuttaminen olla perusteltua. Nykyisten telojen laskennallisesta kestoajasta ei ole tietoa. Laskennallisessa tarkastelussa tulisi ottaa huomioon myös laakerien laskennallinen minimikuorman tarve.

Helpoin ja kustannustehokkain tapa varmistaa valkaisupuristinten s- osatelojen laakereiden riittävä kuormitus on vaihtaa laakerityyppi kokonaan uudenlaiseen. Laakeriksi tulee valita pallomainen kuulalaakeri, sen matalamman kuormankantokyvyn vuoksi. Tätä ratkaisua myös puoltaa se, että kantavuuksiltaan soveltuvia pallomaisia kuulalaakereita on saatavilla nykyisen laakerityypin kokoisena, jolloin

jo käytössä olevia laakeripesiä voidaan hyödyntää. Tällainen soveltuva laakerityyppi on esimerkiksi SKF 2311 K. Vanhoja s-osatelojen laakereita tutkiessa ei löydetty merkkejä aksiaalikuormasta, joten on selvää, ettei se merkitsevästi rajoita laakerityypin vaihtoa kuormankantokyvyltään heikompaan vaihtoehtoon.

8.3 Puristinosan kuntoa parantavat toimenpiteet

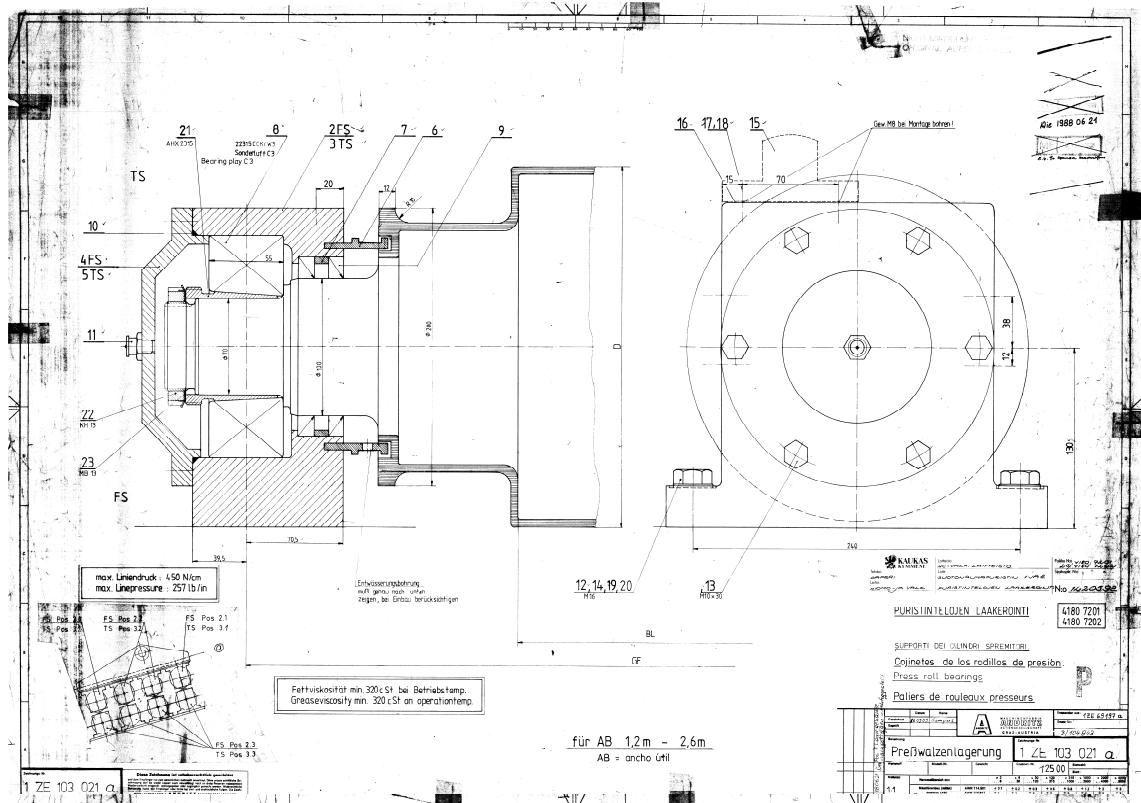
Valkaisupuristin 1:n peruskunnostuksen yhteydessä kaikki puristinosan telat laakeroitiin uudelleen. Telojen laakeroinnin lisäksi laakeripesien tiivistystä parannettiin, sekä asennettiin laakereiden tiivistystä vedeltä suojaavat holkit. Tiivistyksen parantamisella pyrittiin välttämään laakereiden kosteudesta johtuvat korroosiovauriot tulevaisuudessa.

Paperitehtaan valkaisupuristinten puristinosan telojen pesät on aiemmin tiivistetty käyttämällä yhtä Chesterton 30 K AWC 100 -tiivistettä. Kyseinen tiiviste on todella kova, jonka vuoksi kokemuksien mukaan hyvin herkkä asennus -ja linjausvirheelle. Kaikki laakerointityön yhteydessä poistetut tiivisteet myös olivat rikki, joten voidaan olettaa, ettei tiivistysratkaisu ole ollut paras mahdollinen. Tiivistettä ei myöskään tiivisteiden valmistajan mukaan ole soveltuva märkiin olosuhteisiin, joten se lähtökohtaisesti ei ole hyvin soveltuva tiiviste käytettäväksi valkaisupuristimen teloissa. (Chesterton 2013)

Perushuollon yhteydessä pesät tiivistettiin kahdella nitrilikumista valmistetulla AS-mallin tiivisteellä. Tämä on myös puristinosan teloissa ollut alkuperäinen ratkaisu, kuten alla olevasta puristinosan laakeripesien rakennekuvasta voidaan huomata. Puristinosaa kuormitetaan paineilmapalkeilla molemmilta puolilta erikseen ohjaten, jonka vuoksi puristinosalla esiintyy aina jonkin verran linjausvirhettä, joten tätä paremmin sietävä tiiviste toimii kohteessa paremmin. Kaikkien puristinosatelojen tiivisteiden vastinpinnat olivat myös erittäin kuluneita ja syvästi urautuneita, kuten kuvassa 15 esitetystä telasta voidaan nähdä. Telojen tiivisteiden vastinpintojen huono kunto on edesauttanut kosteuden päätymistä laakereihin, ja tätä kautta seisontakorroosion etenemistä.



Kuva 16. Valkaispuristin 1:n puristinosatelan tiivisteeseen vastinpinta.



Kuva 17. Kaukaan paperitehtaan valkaisu- ja puristinten puristinosatelojen laakerointi. (Andritz 1986)

Puristinosan tiivistyksen parantamisen lisäksi parantavana toimenpiteenä valmistettiin holkit telojen akselien ympärille suojaamaan tiivistystä. Puristimilla on alun perin ollut samaa tarkoitusta ajavat holkit, jotka esiintyvät yllä olevassa kuvassa osanumerolla 6. Tehtaan henkilöstön mukaan holkit ovat ajan saatossa telojen kunnostusten yhteydessä poistettu kohteesta. Alkuperäisistä kuvista poiketen holkit asennettiin laakeripesään takakanteen neljän ruuvun avulla. Kiinnitys päädyttiin toteuttamaan tällä tavalla siitä syystä, että holkkien suunnitteluvaiheessa ei ollut käytettävissä puristinosan laakeripesiä, joten alkuperäistä uraa pesässä ei ollut mahdollista mitata. Alkuperäisestä mallista poiketen myös holkin alapuolen reikää, jota kautta ylimääräinen rasva sekä mahdollinen vesi poistuvat, suurennettiin tukkeutumisen ehkäisemiseksi. Alla esitettyä valokuvaa, sekä valmistuspiirros kyseisistä holkeista.



Kuva 18. Valokuva valmistetusta suojaavasta holkista.

SNP 1	Puristinosatelat		
	Halkaisijat		
Telanumero	D1	D2	D3
21	258,0	259,0	257,5
22	259,6	259,3	259,4
23	259,5	259,1	259,3
24	258,3	259,2	258,3
25	258,5	259,2	258,5
26	259,3	259,1	259,0
27	257,3	258,2	257,3
28	259,6	259,4	259,6

Taulukko 4. Puristinosatelojen vaippojen mitatut halkaisijat kolmesta kohdasta. D1 käyttöpuolelta, D2 keskeltä ja D3 hoitopuolelta.

Kun tarkastellaan mitattuja halkaisijoita, merkittävin seikka on telan numero 27 muita teloja pienempi halkaisija. Peruskunnostuksen yhteydessä telat asennettiin puristimen toiminnan kannalta suotuisimmalla ja mahdollisimman lähellä alkupe-
räistä olevalla tavalla telojen halkaisijoiden mukaan. Suurimman halkaisijan omaavat telat siis asetettiin viimeiseen nippiin, ja pienimmät ensimmäiseen nip-
piin. Paperitehtaan on kiinnitettävä huomiota telojen halkaisijoihin näitä uusiessa, jotta voidaan taata puristinosan alkuperäisen mukainen toiminta. Mikäli puristin-
osan teloja päädytään uusimaan, on ne tilattava alkuperäisen mukaisilla bom-
beerauksilla, joiden paikkansa pitävyys tarkistettiin työtä tehtäessä.

Puristinosan laakerit ovat laskennallisesti hyvin kohteeseen soveltuvat, eikä näissä ollut juurikaan seisontakorroosiota lukuun ottamatta merkittäviä vaurioita. Laakerityyppiä ei siis ole tarpeen muuttaa. Tiivistystä parantavat toimenpiteet teoriassa estävät seisontakorroosion ilmenemisen tulevaisuudessa, mutta on kui-
tenkin laakereiden kuntoa tehdyistä toimenpiteistä huolimatta seurattava aktiivi-
sesti, sekä kerättävä kokemuspohjaista tietoa tehtyjen toimenpiteiden vaikutuk-
sista. Tämä vaatii paljon aktiivisuutta etenkin hiomon alueen laitost miehiltä.

Tulevaisuutta varten on Kaukaan paperitehtaan kunnossapidon tehtävä toimenpiteitä telojen kunnan parantamiseksi. Varateloja ei nykytilanteessa juurikaan ole, mutta näitä olisi tarpeen olla useampi, jotta telanvaihdot voidaan suorittaa heti tarpeen niin vaatiessa. Nykyisin käytössä olevien telojen tiivistepintoihin tulee kiinnittää huomiota, jotta laakereille voidaan varmistaa riittävä tiivistys. Käytössä olevien telojen tiivistepinnat ovat kustannustehokkainta ehostaa erityisvalmisteisten holkkien avulla, jotta käytössä olevien telojen käyttöikä saadaan pidettyä mahdollisimman pitkänä.

8.4 Voiteluhuolto

Kaikissa laakerivaurioissa niin s – kuin puristinosalla oli osasyynä heikko voiteluaineen soveltuvuus. S -osatelojen laakereille nykyisin käytössä oleva voiteluaine ei ole soveltuva sen tarpeettoman korkean perusöljyn viskositeetin vuoksi, joka on ollut osasyynä laakerivaurioihin, eikä laakerityypin vaihto ehdotettuun laakerityyppiin poista tätä ongelmaa. Liian paksun voiteluaineen aiheuttama korkea viskositeettisuhde aiemmin esitetty kuvassa 5.

Nykyisin käytössä oleva voiteluaine ei ole myöskään soveltuva erittäin kosteisiin olosuhteisiin, jotka valkaisupuristimen puristinosatelojen laakereilla vallitsevat. Käytettävän voiteluaineen perusöljyn viskositeetti on myös puristinosatelojen laakereille tarpeettoman korkea kuten kuvassa 6 aiemmin esitetystä viskositeettisuhteesta voidaan huomata. Jotta puristinosatelojen laakereiden kosteuden aiheuttamia korroosiovaurioita voitaisiin ehkäistä, olisi voiteluaine vaihdettava paremmin kosteisiin olosuhteisiin soveltuvaan. Tulevaisuudessa käytettävän voiteluaineen on myös oltava yhteensopiva ja sekoitettavissa nykyisin käytössä olevan voiteluaineen kanssa.

Rasvan valinnassa tulee kiinnittää huomiota sen ominaisuuksiin kosteissa olosuhteissa. Tärkeimmät vaatimukset valittavalle rasvalle on, että sen tulisi olla kalsiumsulfonaatti-kompleksilla saennettu NLGI 2 -kovuusluokan rasva sen vedenkesto- ja tiivistysominaisuuksien vuoksi. Vaatimukseen soveltuva voiteluaine on esimerkiksi SKF LGHB 2 -rasva. Kyseinen rasva tarjoaa hyvän ruostesuojan myös erittäin märissä olosuhteissa, ja on perusöljyn viskositeetilta soveltuva kohteeseen laskennan perusteella. (SKF 2019, 143.)

3.2. Lubrication conditions

Designation	Operating viscosity			Viscosity ratio K
	Actual	Rated	Rated @ 40 °C	
	v mm ² /s	v_1	v_{ref}	
▶ 22311 EK	600	227	170	2.63

3.3. Bearing rating life

Designation	Bearing rating life		SKF life modification factor a_{skf}	Contamination factor η_c
	Basic	SKF		
	L_{10h} h	L_{10mh}		
▶ 22311 EK	> 2x10 ⁵	> 2x10 ⁵	50.0	0.74

Kuva 20. Valkaisupuristinten s -osatelojen laakereiden voiteluolosuhteet ja kes-
toikä SKF LGHB 2 -voiteluaineella SKF Bearing Select -laskentatyökalun avulla
laskettuna. (SKF)

3.2. Lubrication conditions

Designation	Operating viscosity			Viscosity ratio K
	Actual	Rated	Rated @ 40 °C	
	v <i>mm²/s</i>	v_1	v_{ref}	
▶ 22315 EK	600	263	196	2.27

3.3. Bearing rating life

Designation	Bearing rating life		SKF life modification factor a_{skf}	Contamination factor η_c
	Basic	SKF		
	L_{10h} <i>h</i>	L_{10mh}		
▶ 22315 EK	$> 2 \times 10^5$	$> 2 \times 10^5$	6.83	0.77

Kuva 21. Valkaisupuristinten puristinosatelojen laakereiden voiteluolosuhteet ja kestoikä SKF LGHB 2 -voiteluaineella SKF Bearing Select -laskentatyökalun avulla laskettuna. (SKF)

9 Yhteenveto ja pohdinta

Opinnäytetyössä tehtävä oli selvittää syitä Kaukaan paperitehtaan valkaisu-
puristinten telojen laakerivaurioihin, sekä tarjota parantavia toimenpiteitä näiden eh-
käisemiseksi. Hiokkeen valkaisuikätyössä olevien kaksoisviirapuristinten laakeri-
vauriot ovat laajalti tunnettu ongelma paperiteollisuudessa.

Opinnäytetyössä saatiin arvokasta tietoa valkaisu-
puristinten tehtaalla ongel-
maksi muodostuneiden s -ja puristinosatelojen laakereiden alentunutta elinikää
aiheuttaneista vikaantumismekanismeista. Korjaavia toimenpiteitä kehittäessä
haettiin vikaantumiseen johtaneita syitä vanhoista käytetyistä laakereista, joiden
vaurioita analysoitiin yhteistyössä SKF:n asiantuntijoiden kanssa. Laakerien kes-
toikää parantavat toimenpiteet ja ehdotukset paperitehtaan kunnossapidolle no-
jaavat suurilta osin näistä havainnoista saatuihin tietoihin vikaantumistilanteesta.

Tutkittujen laakereiden otanta oli laaja, joten on selvää, että laakerit tiettyjen telaryhmien sisällä vikaantuvat samoin tavoin.

Opinnäytetyötä voidaan pitää onnistuneena, koska vaurioita analysoidessa saatiin laaja käsitys vikaantumiseen johtaneista syistä. Saamalla selvä käsitys laakereiden vikaantumismekanismeista voitiin korjaavat toimenpiteet kohdistaa tehokkaasti ongelmakohtiin. Työ antaa paperitehtaan kunnossapidolle arvokasta tietoa siitä, mihin asioihin kannattaa tulevaisuudessa laakerivaurioiden ehkäisemiseksi keskittyä.

On kuitenkin muistettava, että hitaasti pyörivien laakereiden tavoin valkaisupuristinten laakereiden vikaantumismekanismit ovat hyvin rauhallisia, ja tehdyt toimenpiteet osoittavat vaikutuksensa laakereiden saavuttamaan elinikään vasta pitkän ajan kuluessa. Esimerkiksi tulevaisuudessa käytettävän voiteluaineen soveltuvuuden määrittävää lopulta vasta kokeilun myötä saatavat kokemukset, vaikka ehdotettu rasva ennakkotietojen ja laskennan mukaan onkin hyvin kohteeseen soveltuva. Selvitystyössä kuitenkin löydettiin tutkituista asioista selviä epäkohtia, ja tehtiin toimenpiteitä sekä tulevaisuudessa toteutettavia ehdotuksia näiden epäkohtien pois kitkemiseksi.

Eriyksen tärkeää on kunnan parantamisen kannalta historiatietojen tarkka kirjaaminen. Kirjauksista tulisi ilmetä yksiselitteisesti vikaantunut kohde, vikaantumisen ajankohta, vikaantumisen aiheuttanut syy ja tehdyt korjaustoimenpiteet. Vikahistoriatietojen tarkka kirjaus vaatii vaivannäköä alueella toimivalta kunnossapito henkilöstöltä, mutta on erittäin tärkeää tulevaisuudessa tehtävien parantavien toimenpiteiden suunnittelussa ja vioista aiheutuneiden kustannusten määrittelyssä.

Lähteet

UPM Paper, 2020. UPM Kaukas. <https://www.upmpaper.com/about-us/our-locations/our-paper-mills/upm-kaukas-paper-mill/>. Luettu 9.6.2020.

Järviö, J. 2007. Kunnossapito. 10. Painos. Kunnossapitoyhdistys ry.

KnowPap 21.0 Paperinvalmistuksen oppimisympäristö. VTT. Tietokoneohjelma Luettu 21.10.2020.

Castrol. 2010. Castrol Molub-Alloy 870-2 Product Data. [https://msdspds.castrol.com/bpglis/FusionPDS.nsf/Files/2AB7D5891EAA84AA8025779600300079/\\$File/454373_XI_en.pdf](https://msdspds.castrol.com/bpglis/FusionPDS.nsf/Files/2AB7D5891EAA84AA8025779600300079/$File/454373_XI_en.pdf). Luettu 15.9.2020.

Mobil, 2020. Mobilith SHC™ -sarja. <https://www.mobil.com/fi-fi/grease/pds/gl-xx-mobilith-shc-series>. Luettu 10.7.2020.

Virolainen S & Aarnio A. 2020. SKF Suomi. Haastattelu.

Tyni, T. 2020. Mekaaninen mestari/työsuunnittelija. UPM Communication Papers. Haastattelu.

Ahonen, H. 2020. Kunnossapitomestari. UPM Communication Papers Joki-laakso. Haastattelu.

FAG. FAG Sales Europe -Finland. Vierintälaakereiden voitelu. Julkaisu no WL 81 115/4 FI. https://www.schaeffler.com/remotemedien/media/_shared_media/08_media_library/01_publications/schaeffler_2/publication/downloads_18/wl_81115_4_fi_fi.pdf. Luettu 22.9.2020

Opetushallitus. Kunnossapito menestystekijä. Opetushallituksen verkkosivut. http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/mekaniikka_k1_johdanto_kunnonvalvontaan.html. Luettu 29.10.2020

Lahtela, E. 1981. Ehkäisevän kunnossapidon strategiat ja tavoitteet. Ehkäisevä kunnossapito nyt ja lähitulevaisuudessa. Helsinki, Insinöörijärjestöjen koulutuskeskus, julkaisu 68-81.

SKF. Bearing Select 1.2.78. <https://www.skfbearingselect.com/#/bearing-selection-start>. Laakerilaskenta-ohjelma. Luettu 9.11.2020.

Chesterton, 2013. Chesterton 30K. https://chestertondocs.chesterton.com/RotatingPolymerSeals/ed30K_EN.pdf. Luettu 10.11.2020.

SKF 2016. Laakerien kunnossapito. SKF yhtymä. Kunnossapitokirja.

SKF 2019. Kunnossapitotuotteet ja voiteluaineet. SKF -yhtymä. Tuoteluettelo.
Oilcenter 2020. https://oilcenter.fi/wp-content/uploads/2020/01/dlube_extra_life_HDM_2_700.pdf. Luettu 28.9.2020

Matkonen, A. 2020. Imatran Koneistuspalvelu Oy. Valmistuspiirros.

UPM 2019. Vuosikertomus 2019. <https://ml-eu.globenewswire.com/Resource/Download/d874fbc0-0565-47a9-bac5-47943fe6be9d>. Luettu 9.6.2020

Kuoppala, Leskinen & Leppämäki 1986. Pyörivien koneiden käynninaikainen kunnonvalvonta. Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT), Vuorimiehentie 5, 02150 Espoo.

Andritz 1986. Puristintelojen laakerointi. Kokoonpanokuva.

Liite 1. Suotonauhapuristin 1 toimintopaikan alle tehtyt kirjaukset laakerivaurioista.

Näytä Työtilaus 200010095328: komponenttiyleistiedot

Tilaus PM10 200010095328 SNP1 TELAN VAIHTO JA SNP2 TELAN POISTO

SNP1 TELAN VAIHTO JA SNP2 TELAN POISTO
 08.10.2020 12:22:31 EET (K101719) Puh. [REDACTED]
 SNP1 VIIMONE ALATELA VAIHDETTU. [S-OSA TELA]
 SNP2 ENSIMMÄINEN ALATELA POIS KONEESTA. [S-OSA TELA]

Järj. tila TEPÄ OVAH EIKM ENLA PUOH RWOA

Ots.tiedot Vaiheet Komponentit Kust. Kumppani Objektit Lisätiedot

Rivi	Komp.	Nimitys	ST	Tarvemäärä	MY

Näytä Työtilaus 200009791150: komponenttiyleistiedot

Tilaus PM10 0009791150 SNP1 TELAN LAAKERI VAURIO

SNP1 TELAN LAAKERI VAURIO
 22.05.2020 11:49:40 EET (K670503)
 PURISTINTELOISSA HAVAITTU LAAKERIVAURIO. TARKASTETAAN JA TARVITTAESSA VAIHDETAAN.
 TELAN AKSELI SÖKÖ. LAAKEROIDAAN VARATELA TILALLE. JK126.05.2020

Järj. tila TEPÄ ENLA NIVA PUOH VTSE HYVA

Ots.tiedot Vaiheet Komponentit Kust. Kumppani Objektit Lisätiedot

Rivi	Komp.	Nimitys	ST	Tarvemäärä	MY
0010	18138951	RULLALAAKERI 22315-EK		4	KPL
0020	10007148	HOLKKI 70MM SKF AHX 2315		4	KPL
0030	10005123	VARMISTUSLAATTA 65MM SKF MB 13		4	KPL
0040	10003593	AKSELIMUTTERI M65X2 SKF KM 13		4	KPL
0050	18524722	AKSELITIIVISTE 100X130X13 NBR AS DI...		4	KPL
0060	10004124	O-RENGAS 114,5X3 NBR 70		4	KPL
0070	10003596	AKSELIMUTTERI M80X2 SKF KM 16		4	KPL

Näytä Työtilaus 200008047857: komponenttiyleistiedot

Tilaus **PM10** 0008047857 SNP1 s-osa telan laakeri rikki

SNP1 s-osa telan laakeri rikki
 19.06.2018 10:28:32 EET [REDACTED] (K402870) Puh. [REDACTED]
 Snpl s-osan telan laakeri kadonnut jo kokonaan ja telan akseli hankaa nyt laakeripesään, irroitetaan tela seisokissa
 23.06.2018 16:31:37 EET [REDACTED] (K670156) Puh. [REDACTED]
 Tela irroitettu. Akseli pahoin vaurioitunut. Pyritään korjaamaan.

Järj. tila **PÄÄT EIKM EISU ENLA** KASI

Ots.tiedot Vaiheet Komponentit Kust. Kumppani Objektit Lisätiedot

Rivi	Komp.	Nimitys	ST	Tarvemäärä	MY

Näytä Työtilaus 200008105129: komponenttiyleistiedot

Tilaus **PM10** 0008105129 SNP1 S-telojen laakerointi

Laakeroidaan kaikki S-telat elokuun seisokissa. Laakerointiosat tilattu aiemmin.
 23.08.2018 14:47:17 EET [REDACTED] (K670156) Puh. [REDACTED]
 Vaatii useamman päivän seisokin, joten ei voida tehdä elokuussa 2018. Pyritään tekemään jouluna 2018.
 31.12.2018 13:51:48 EET [REDACTED] (K670156) Puh. [REDACTED]
 Kaikki suotonauhapuristin 1:n S-telat laakeroitu uudelleen. Yhden telan laakerit olivat todella huonossa kunnossa.

Järj. tila **PÄÄT TULO EIKM ENLA PUOH VTSE** HYVA

Ots.tiedot Vaiheet Komponentit Kust. Kumppani Objektit Lisätiedot

Rivi	Komp.	Nimitys	ST	Tarvemäärä	MY

Näytä Työtilaus 200007529941: komponenttiyleistiedot

Tilaus PM10 200007529941 SNP1 S-telojen uudelleen laakerointi

SNP1 S-telojen uudelleen laakerointi
 21.11.2017 09:50:07 EET (K670156) Puh. [REDACTED]
 Laakeroidaan kaikki S-osan telat uudelleen.
 21.12.2017 14:38:49 EET (K670156) Puh. [REDACTED]
 1.suotonauhapuristimen kaikki puristin- ja S-telat laakeroitu uudelleen.

Järj. tila PÄÄT OVAH KARV ENLA NIVA PUOH VISE RWOA

Ots.tiedot Vaiheet Komponentit Kust. Kumppani Objektit Lisätiedot

Rivi	Komp.	Nimitys	ST	Tarvemäärä	MY
0010	10001279	LAAKERI SKF 22311 EK C3		14	KPL
0020	10007141	HOLKKI 50MM SKF AHX 2311 RG 115335...		14	KPL
0030	10003589	AKSELIMUTTERI M45X1,5 SKF KM 9		14	KPL
0040	10005119	VARMISTUSLAATTA 45MM SKF MB 9		14	KPL
0050	18532872	AKSELITIIVISTE 65X85X10 NBR AS DIN3...		28	KPL
0060	18542393	O-RENGAS 80X3 EPDM-80		14	KPL

Näytä Työtilaus 200007409117: komponenttiyleistiedot

Tilaus PM10 0007409117 SNP1 puristintelojen laakerointi

19.09.2017 10:53:50 EET (K670156) Puh. [REDACTED]
 Suotonauhapuristimien puristintelojen laakeroinnit huolletaan seuraavassa pitkässä seisokissa.
 29.11.2017 17:24:49 EET (K670156) Puh. [REDACTED]
 Tools toimittaa laakereita 7 kpl C3 välyksellä, loput tavallisia.
 Huhtikuussa 2018 seuraavat C3 laakerit menossa tuotantoon.
 21.12.2017 13:23:21 EET (K670156) Puh. [REDACTED]
 Kaikki puristintelat ja S-telat laakeroitu uudelleen.

Järj. tila PÄÄT KARV ENLA NIVA PUOH VISE HYVA

Ots.tiedot Vaiheet Komponentit Kust. Kumppani Objektit Lisätiedot

Rivi	Komp.	Nimitys	ST	Tarvemäärä	MY
0010	18507416	LAAKERI 22315-CCK-C3-W33 SKF 75X160..		16	KPL
0020	10007148	HOLKKI 70MM SKF AHX 2315		16	KPL
0030	10003593	AKSELIMUTTERI M65X2 SKF KM 13		16	KPL
0040	10005123	VARMISTUSLAATTA 65MM SKF MB 13		16	KPL
0050		Akselitiviste CH 30 K 100 x 130 x 12		16	KPL
0060	18138951	RULLALAAKERI 22315-EK		9	KPL

Näytä Työtilaus 200006616788: komponenttiyleistiedot

Tilaus

SNP1 S-osa tela jumissa
 30.11.2016 08:50:12 [REDACTED] (K101719) Puh. [REDACTED]
 Ensimmäinen alatela viiran kulkusuunnassa.

Järj. tila

Ots.tiedot Vaiheet **Komponentit** Kust. Kumppani Objektit Lisätiedot

Rivi	Komp.	Nimitys	ST	Tarvemäärä	MY

Muuta Työtilaus 200006348454: pääotsikko

Tilaus

SNPuristin S-telan laakerointi

Järj. tila

Ots.tiedot Vaiheet Komponentit Kust. Kumppani Objek

Vastuuhenkilöt

Suunn.rhmä / Ilmoitus

VastTyöp. / Mek Paperi Hiomo Kust.

Vastuuhen... KP-TLaji

Osoite

Päivämäärät

Alkuraja	<input type="text" value="19.08.2016"/>	<input type="text" value="10:24"/>	Priorit.	<input type="text" value="Ei tuotantoriskä"/>
Loppuraja	<input type="text" value="19.08.2016"/>	<input type="text" value="15:24"/>		

Näytä Työtilaus 200005043806: komponenttiyleistiedot

Tilaus PM10 0005043806 SNP1 S-telojen laak. tarkastus/vaihto

SNP1 S-telojen laak. tarkastus/vaihto
 07.04.2015 22:13:50 (K670156) Puh. [REDACTED]
 Tarkastetaan suotonauhapuristimien S-telojen laakerointeja ja vaihdetaan tarpeen mukaan.

Järj. tila PÄÄT OVAAH KARV ENLA NIVA PUOH TULU VT... RWOA

Ots.tiedot Vaiheet Komponentit Kust. Kumppani Objektit Lisätiedot

Rvi	Komp.	Nimitys	ST	Tarvemäärä	MY
0010	18138920	RULLALAAKERI 22311 EK SKF 55X120X43		8	KPL
0020	10007141	HOLKKI 50MM SKF AHX 2311 RG 115335...		8	KPL
0030	10003589	AKSELIMUTTERI M45X1,5 SKF KM 9		8	KPL
0040	10005119	VARMISTUSLAATTA 45MM SKF MB 9		8	KPL
0050	18532872	AKSELITIIVISTE 65X85X10 NBR AS DIN3...		8	KPL
0060	18542393	O-RENGAS 80X3 EPDM-80		8	KPL
0070	18141495	PÄÄTYKANSI PÄÄTYKANNET-ASNA-513-...		8	KPL

Näytä Työtilaus 200004130455: komponenttiyleistiedot

Tilaus PM10 200004130455 SNP 1 LAAKEREIDEN VAIHTO

SNP 1 LAAKEREIDEN VAIHTO
 24.04.2014 13:44:28 (K101719) Puh. [REDACTED]
 VIIRAN KULKUSUUNNASSA TOINEN PURISTINTELA HP LAAKERI KÄY KUUMANA.
 VAIKUTTAA ETTÄ ON JO VIKA PÄÄLLÄ.
 VOISI TARKASTAA MUITAKIN PURISTINTELOJEN LAAKERIT AINAKIN ALAPUOLEN
 TELAT.

Järj. tila PÄÄT KARV ENLA NIVA OSTU PUOH VTSE RWOA

Ots.tiedot Vaiheet Komponentit Kust. Kumppani Objektit Lisätiedot

Rvi	Komp.	Nimitys	ST	Tarvemäärä	MY
0010	10001279	LAAKERI SKF 22311 EK C3		10	KPL
0020	10007141	HOLKKI 50MM SKF AHX 2311 RG 115335...		10	KPL
0030	18529637	TIIVISTE TSN 513L SKF 60X		10	KPL
0040	18001617	KESKITYSRENGAS FRB-10/120 SKF OD=1...		10	KPL
0050		O-RENKAITA TARJOUKSEN MUKAAN		20	KPL

Näytä Työtilaus 20002833550: komponenttiyleistiedot

Tilaus SUOTONAUHAPURISTIN 1 S-TELAN VAIHTO

SUOTONAUHAPURISTIN 1 S-TELAN VAIHTO
 13.03.2013 10:00:35 [REDACTED] (K601640) Puh. [REDACTED]
 KULKUSUUNNASSA ENSIMMÄINEN ALA S-TELAN VAPAAN PÄÄN LAAKERI HAJONNUT.

Järj. tila

Ots.tiedot Vaiheet Komponentit Kust. Kumppani Objektit Lisätiedot

Rivi	Komp.	Nimitys	ST	Tarvemäärä	MY

Näytä Työtilaus 20002164610: komponenttiyleistiedot

Tilaus SNP1 PURISTUSTELAN IRROITUS

SNP1 PURISTUSTELAN IRROITUS
 14.08.2012 08:32:53 [REDACTED] (K101719) Puh. [REDACTED]
 SNP1 HP VIIRAN KULKUSUUNNASSA ENSIMMÄISEN PURISTINTELAPARIN ALATELAN LAAKERISSA VIKAA.

Järj. tila

Ots.tiedot Vaiheet Komponentit Kust. Kumppani Objektit Lisätiedot

Rivi	Komp.	Nimitys	ST	Tarvemäärä	MY

Näytä Työtilaus 200002037296: komponenttiyleistiedot

Tilaus PM10 0002037296 SNP 1 JA 2 TELOJEN LAAKEROINTI

SNP 1 JA 2 TELOJEN LAAKEROINTI
 04.07.2012 12:57:03 (K601640) Puh. [REDACTED]
 LAAKEROIDAAN JA TIIVISTETAAN KAIKKI SUOTONAUHAPURISTIN 1 S-TELAT JA
 PURISTUSTELAT SEKÄ 2-PURISTIMEN S-OSAN ALATELAT.

Järj. tila PÄÄT TULO ENLA NIVA PUOH VISE HYVA

Ots.tiedot Vaiheet Komponentit Kust. Kumppani Objektit Lisätiedot

Rivi	Komp.	Nimitys	ST	Tarvemäärä	MY
0010	10001279	LAAKERI SKF 22311 EK C3		22	KPL
0020	10007141	HOLKKI 50MM SKF AHX 2311 RG 115335...		22	KPL
0030	10003589	AKSELIMUTTERI M45X1,5 SKF KM 9		22	KPL
0040	10005119	VARMISTUSLAATTA 45MM SKF MB 9		22	KPL
0050	18001617	KESKITYSRENGAS FRB-10/120 SKF OD=1...		28	KPL
0060		RULLALAAKERI 22315-EK C3		16	KPL
0070	10007148	HOLKKI 70MM SKF AHX 2315		16	KPL
0080	10003593	AKSELIMUTTERI M65X2 SKF KM 13		16	KPL
0090	10005123	VARMISTUSLAATTA 65MM SKF MB 13		16	KPL
0100		TIIVISTE CH 30 K 100 x 130 x 12		20	KPL

Näytä Työtilaus 200001903762: komponenttiyleistiedot

Tilaus PM10 0001903762 PURISTUSTELAN VAIHTO

PURISTUSTELAN VAIHTO
 21.05.2012 09:44:31 (K601640) Puh. [REDACTED]
 KULKUSUUNNASSA 2. ALATELA KP:N LAAKERI RIKKI.

Järj. tila PÄÄT OVAH TULO EIKM ENLA PUOH RWOA

Ots.tiedot Vaiheet Komponentit Kust. Kumppani Objektit Lisätiedot

Rivi	Komp.	Nimitys	ST	Tarvemäärä	MY
------	-------	---------	----	------------	----

Näytä Työtilaus 200001830544: komponenttiyleistiedot

Tilaus PM10 0001830544 SNP1 PURISTINTELAN LAAKERI SÖKÖ

SNP1 PURISTINTELAN LAAKERI SÖKÖ
 19.04.2012 11:00:37 (K101719) Puh. [REDACTED]
 VIIRAN KULKUSUUNNASSA KOLMAS ALATELA VAPAASSA PÄÄSSÄ
 19.04.2012 12:21:40 (K101719) Puh. [REDACTED]
 TELAN IRROTUS JA VKO 19 TELAN PAIKALLEEN ASENNUS.

Järj. tila PÄÄT OVAH TULO EIKM ENLA PUOH RWOA

Ots.tiedot Vaiheet Komponentit Kust. Kumppani Objektit Lisätiedot

Rivi	Komp.	Nimitys	ST	Tarvemäärä	MY

Näytä Työtilaus 200000835627: pääotsikko

Tilaus PM10 200000835627 SNP1 S-TELOJEN LAAKEROINTI

SNP1 S-TELOJEN LAAKEROINTI

Järj. tila PÄÄT TULO EIKM ENLA PUOH VISE SUVA

Ots.tiedot Vaiheet Komponentit Kust. Kumppani Objektit

Vastuuhenkilöt

Suunn.rhmä [REDACTED] / KAU3
 Vast.Työp. MPHIOMO / KAU3 Mek Paperi Hiomo
 Vastuuh... 0

Ilmoitus 1000005
 Kust. 0,00
 KP-TLaji C03 Kor

Osoite

Päivämäärät

Alkuraja 26.01.2011 07:00 Priorit. Tuotannon menetys
 Loppuraja 26.01.2011 23:00

Näytä Työtilaus 20000751074: pääotsikko

Tilaus **PM10** **0000751074** SNP1 S-TELOJEN LAAKEREISSA VÄLJÄÄ

SNP1 S-TELOJEN LAAKEREISSA VÄLJÄÄ

Järj. tila **PÄÄT OVAH TULO EIKM ENLA PUOH** **KASI**

Ots.tiedot Vaiheet Komponentit Kust. Kumppani Objektit Lis

Vastuuhenkilöt

Suunn.rhmä / KAU3

VastTyöp. **MPHIOMO** / KAU3 Mek Paperi Hiomo

Vastuuhen... 0

Ilmoitus 100000517

Kust. 0,00

KP-TLaji C03 Korj k

Osoite

Päivämäärät

Alkuraja 11.11.2010 13:46 Priorit. Tuotannon menetys

Loppuraja 11.11.2010 13:46

Näytä Työtilaus 20000643571: pääotsikko

Tilaus **PM10** **0000643571** SNP 1 YLÄPURISTUSTELOJEN LAAKEROINTI

SNP 1 YLÄPURISTUSTELOJEN LAAKEROINTI

Järj. tila **PÄÄT OVAH ENLA OSTU PUOH VISE** **SUVA**

Ots.tiedot Vaiheet Komponentit Kust. Kumppani Objektit

Vastuuhenkilöt

Suunn.rhmä / KAU3

VastTyöp. **MPHIOMO** / KAU3 Mek Paperi Hiomo

Vastuuhen... 0

Ilmoitus 1000004

Kust. 0,00

KP-TLaji C03 K

Osoite

Päivämäärät

Alkuraja 26.10.2010 07:00 Priorit. Tuotannon menetys

Loppuraja 27.10.2010 15:00

Liite 2. Suotonauhapuristin 2 toimintopaikan alle tehdyt kirjaukset laakerivaurioista.

Näytä Työtilaus 200008845486: komponenttiyleistiedot

Tilaus PM10 200008845486 Suotonauhapuristimen s-telat 2 KPL

Suotonauhapuristimen s-telat 2 KPL
 17.04.2019 11:13:54 EET [REDACTED] (K402870) Puh. [REDACTED]
 Suotonauhapuristimen 2 huonokuntoista s-telaa ovat hiomon ritilätasolla, toisessa akseli poikki ja toinen ei pyöri kunnolla.

Jäj. tila PÄÄT TULO ENLA NIVA PUOH VISE HYVA

Ots.tiedot Vaiheet Komponentit Kust. Kumppani Objektit Lisätiedot

Rivi	Komp.	Nimitys	ST	Tarvemäärä	MY
0010	10001279	LAAKERI SKF 22311 EK C3		4	KPL
0020	10007141	HOLKKI 50MM SKF AHX 2311 RG 115335...		4	KPL
0030	10005119	VARMISTUSLAATTA 45MM SKF MB 9		4	KPL
0040	10003589	AKSELIMUTTERI M45X1,5 SKF KM 9		4	KPL
0050	18529637	TIIVISTE TSN 513L SKF 60X		4	KPL
0060	10003394	LAAKERIPESÄ 50/60 SKF SNL 513-611 N		4	KPL
0070		SKF FRB 4/120 OHJAUSRENGAS		4	YKS

Näytä Työtilaus 200008833637: komponenttiyleistiedot

Tilaus PM10 0008833637 SNP2 S-osa telan irroitus

SNP2 S-osa telan irroitus
 16.04.2019 09:21:32 EET [REDACTED] (K101719) Puh. [REDACTED]
 TELA jumissa.
 Asennetaan tela kun saadaan huollosta.

Jäj. tila PÄÄT OVAH KARV EIKM ENLA PUOH RWOA

Ots.tiedot Vaiheet Komponentit Kust. Kumppani Objektit Lisätiedot

Rivi	Komp.	Nimitys	ST	Tarvemäärä	MY
------	-------	---------	----	------------	----

Näytä Työtilaus 200007853476: komponenttiyleistiedot

Tilaus PM10 0007853476 SNP2 puristintelojen laakerointi

SNP2 puristintelojen laakerointi
 Laakeroidaan suotonauhapuristimen puristin- ja S-telat uudelleen.
 30.05.2018 13:59:17 EET (K670156) Puh.
 Kaikki telat laakeroitu.

Järj. tila TEPÄ TULO EIKM ENLA PUOH VISE HYVA

Ots.tiedot Vaiheet Komponentit Kust. Kumppani Objektit Lisätiedot

Rivi	Komp.	Nimitys	ST	Tarvemäärä	MY

Näytä Työtilaus 200007529954: komponenttiyleistiedot

Tilaus PM10 0007529954 SNP2 S-telojen uudelleen laakerointi

SNP2 S-telojen uudelleen laakerointi
 21.11.2017 10:08:04 EET (K670156) Puh.
 SNP1 S-telojen uudelleen laakerointi
 Laakeroidaan kaikki S-osan telat uudelleen.
 28.12.2017 17:05:07 EET (K670156) Puh.
 Työ tehdään viikon 16/2018 seisokissa.
 30.05.2018 14:49:03 EET (K670156) Puh.
 Laakeroitu uudelelel.

Järj. tila PÄÄT TULO ENLA NIVA PUOH VISE RWOA

Ots.tiedot Vaiheet Komponentit Kust. Kumppani Objektit Lisätiedot

Rivi	Komp.	Nimitys	ST	Tarvemäärä	MY
0010	10001279	LAAKERI SKF 22311 EK C3		14	KPL
0020	10007141	HOLKKI 50MM SKF AHX 2311 RG 115335...		14	KPL
0030	10003589	AKSELIMUTTERI M45X1,5 SKF KM 9		14	KPL
0040	10005119	VARMISTUSLAATTA 45MM SKF MB 9		14	KPL
0050	18532872	AKSELITIIVISTE 65X85X10 NBR AS DIN3...		28	KPL
0060	18542393	O-RENGAS 80X3 EPDM-80		14	KPL
0070		Akselitivistite CH 30 K 65 x 85 x 10		16	KPL

Näytä Työtilaus 200007512865: komponenttiyleistiedot

Tilaus **PM10** **0007512865** SNP2 KP viim.ala pur.telan laakerointi

14.11.2017 03:59:05 EET RFC user (RFC_UPX)
 puristusosan viimeisen alatelan käyttöpuolen laakerin lämpötila 80 C,
 muut laakerit 32 C - 44 C. Vaihtoa vailla. KV-kierros 18 muuten ei uusia
 puutteita.

21.11.2017 13:05:25 EET [REDACTED] (K670156) Puh. [REDACTED]
 Laakeri vaihdettu. Kummatkin pitimet olivat hajalla. Murtuneet
 poikkipienojen juuresta. Rullat suht ehjiä. Ulkokooli murskana.
 Laitettu kaksi huulinen Chestertonin erikoistiiviste.

Järj. tila **PÄÄT KARV ENLA NIVA PUOH VTSE** **HYVA**

Ots.tiedot Vaiheet Komponentit Kust. Kumppani Objektit Lisätiedot

Rivi	Komp.	Nimitys	ST	Tarvemäärä	MY
0010	18138951	RULLALAAKERI 22315-EK		1	KPL
0020	10007148	HOLKKI 70MM SKF AHX 2315		1	KPL
0030	10003593	AKSELIMUTTERI M65X2 SKF KM 13		1	KPL
0040	10005123	VARMISTUSLAATTA 65MM SKF MB 13		1	KPL
0050	10004124	O-RENGAS 114,5X3 NBR 70		10	KPL

Näytä Työtilaus 200007409119: komponenttiyleistiedot

Tilaus **PM10** **0007409119** SNP2 puristintelojen laakerointi

SNP2 puristintelojen laakerointi

20.09.2017 10:31:49 EET [REDACTED] (K670156) Puh. [REDACTED]
 Tarkastetaan ja huolletaan suotonauhapuristin 2:n puristintelojen
 laakeroinnit, jossakin sopivassa pitkässä seisokissa.

28.12.2017 17:07:52 EET [REDACTED] (K670156) Puh. [REDACTED]
 Työ tehdään viikon 16/2018 seisokissa.

30.05.2018 14:52:15 EET [REDACTED] (K670156) Puh. [REDACTED]
 Telat laakeroitu.

Järj. tila **PÄÄT TULO ENLA NIVA PUOH VTSE VITV** **HYVA**

Ots.tiedot Vaiheet Komponentit Kust. Kumppani Objektit Lisätiedot

Rivi	Komp.	Nimitys	ST	Tarvemäärä	MY
0010	18507416	LAAKERI 22315-CCK-C3-W33 SKF 75X160..		16	KPL
0020	10007148	HOLKKI 70MM SKF AHX 2315		16	KPL
0030	10003593	AKSELIMUTTERI M65X2 SKF KM 13		16	KPL
0040	10005123	VARMISTUSLAATTA 65MM SKF MB 13		16	KPL
0050		Akseltiiviste CH 30 K 100 x 130 x 12		16	KPL

Näytä Työtilaus 20006975311: komponenttiyleistiedot

Tilaus **PM10** 0006975311 SNP2 pur.telan laakerointi

SNP2 pur.telan laakerointi
 11.04.2017 11:05:11 (K101719) Puh.
 KP Toinen alatela

Järj. tila PÄÄT TULO EIKM ENLA PUOH RWOA

Ots.tiedot Vaiheet Komponentit Kust. Kumppani Objektit Lisätiedot

Rivi	Komp.	Nimitys	ST	Tarvemäärä	MY

Näytä Työtilaus 20005869164: komponenttiyleistiedot

Tilaus **PM10** 0005869164 SNP2 S-OSATELA LAAKERIVIKA

SNP2 S-OSATELA LAAKERIVIKA
 05.02.2016 10:22:42 (K101719) Puh.
 ENSIMMÄINEN ALATELA VIIRANKULKUSUUNNASSA HOITOPUOLELLA

Järj. tila PÄÄT OVAH EIKM ENLA PUOH RWOA

Ots.tiedot Vaiheet Komponentit Kust. Kumppani Objektit Lisätiedot

Rivi	Komp.	Nimitys	ST	Tarvemäärä	MY

Näytä Työtilaus 200004796612: komponenttiyleistiedot

Tilaus PM10 0004796612 SNP2 PURISTINTELASSA LAAKERIVIKA

SNP2 PURISTINTELASSA LAAKERIVIKA
 05.01.2015 10:17:33 (K101719) Puh.
 VIIRAN KULKUSUUNNASSA VIIMEISEN TELAPARIN ALATELAN VP LAAKERI.
 05.01.2015 10:53:10 (K670156) Puh.
 Otetaan tela pois ja pistetään kunnostukseen.

Järj. tila PÄÄT OVAH KARV EIKM ENLA PUOH VTTV RWOA

Ots.tiedot Vaiheet Komponentit Kust. Kumppani Objektit Lisätiedot

Rivi	Komp.	Nimitys	ST	Tarvemäärä	MY

Näytä Työtilaus 200004130456: komponenttiyleistiedot

Tilaus PM10 0004130456 SNP 2, HIOMO, S-TELOJEN VAIHTO

SNP 2, HIOMO, S-TELOJEN VAIHTO
 24.04.2014 13:29:47 (K101719) Puh.
 S-OSA TELA HP VIIRAN KULKU SUUNNASSA ENSIMMÄINEN LAAKERI.

Järj. tila PÄÄT OVAH TULO EIKM ENLA PUOH RWOA

Ots.tiedot Vaiheet Komponentit Kust. Kumppani Objektit Lisätiedot

Rivi	Komp.	Nimitys	ST	Tarvemäärä	MY

Näytä Työtilaus 200001976487: pääotsikko

Tilaus SUOTONAUHAPUR. 2 S-TELOJEN LAAKEROINTI

SUOTONAUHAPUR. 2 S-TELOJEN LAAKEROINTI

Järg. tila

Ots.tiedot Vaiheet Komponentit Kust. Kumppani Objektit Li

Vastuhenkilöt

Suunn.rhmä / Ilmoitus

Vast.Työp. / Mek Paperi Hiomo Kust.

Vastuuh... KP-TLaji Korj I

Osoite

Päivämäärät

Alkuraja Priorit.

Loppuraja

Näytä Työtilaus 200001840978: komponenttiyleistiedot

Tilaus SUOTONAUHAPURISTIN 2 LAAKEROINTI

SUOTONAUHAPURISTIN 2 LAAKEROINTI
23.04.2012 08:15:38 (K601640) Puh. [REDACTED]
PURETAA SUOTONAUHAPURISTIN 2 PURISTUS- JA S-OSAN TELAT LATTIALLE JA LAAKEROIDAAN SEKÄ TIIVISTETÄÄN PESÄT JATKUVIEN LAAKERIVAURIOIDEN TAKIA.

Järg. tila

Ots.tiedot Vaiheet Komponentit Kust. Kumppani Objektit Lisätiedot

Rivi	Komp.	Nimitys	ST	Tarvemäärä	MY
0010	10001279	LAAKERI SKF 22311 EK C3			6 KPL
0020	10007141	HOLKKI 50MM SKF AHX 2311 RG 115335...	<input type="text" value="63"/>		6 KPL
0030	10003589	AKSELIMUTTERI M45X1,5 SKF KM 9	<input type="text" value="63"/>		6 KPL
0040	10005119	VARMISTUSLAATTA 45MM SKF MB 9	<input type="text" value="63"/>		6 KPL
0050		RULLALAAKERI 22315-EK C3			16 KPL
0060	10007148	HOLKKI 70MM SKF AHX 2315	<input type="text" value="63"/>		16 KPL
0070	10003593	AKSELIMUTTERI M65X2 SKF KM 13	<input type="text" value="63"/>		16 KPL
0080	10005123	VARMISTUSLAATTA 65MM SKF MB 13	<input type="text" value="63"/>		16 KPL
0090		TIIVISTE 30K 100 X 130 X 12MM			16 KPL

Näytä Työtilaus 200001762877: pääotsikko

Tilaus PM10 0001762877 SNP2 PURISTUSTELAN VAIHTO

SNP2 PURISTUSTELAN VAIHTO
 16.03.2012 10:45:45 (K601640) Puh.
 KULKUSUUNNASSA TOINEN ALATELA LAAKERI HAJONNUT. VAIHDETAAN TELA.

Järj. tila PÄÄT OVAH TULO EIKM ENLA PUOH RWOA

Ots.tiedot Vaiheet Komponentit Kust. Kumppani Objektit Lisät

Vastuuhenkilöt

Suunn.rhmä	/ KAU3	Ilmoitus	10000107224
VastTyöp.	MPHIOMO / KAU3 Mek Paperi Hiomo	Kust.	0,00
Vastuuh...	0	KP-TLaji	C01 Korjaava

Näytä Työtilaus 200001762904: pääotsikko

Tilaus PM10 0001762904 TELAN VAIHTO

TELAN VAIHTO
 16.03.2012 10:12:51 (K101719) Puh.
 PURISTINTELA VIIRANKULKUSUUNNASSA TOINEN VP ALATELASSA LAAKERIVIIKA.

Järj. tila PÄÄT TULO EIKM ENLA PUOH RWOA

Ots.tiedot Vaiheet Komponentit Kust. Kumppani Objektit Lisätiedo

Vastuuhenkilöt

Suunn.rhmä	/ KAU3	Ilmoitus	100001072212
VastTyöp.	MPHIOMO / KAU3 Mek Paperi Hiomo	Kust.	0,00
Vastuuh...	0	KP-TLaji	C03 Korj kp liipai
		Osoite	

Näytä Työtilaus 200001530027: pääotsikko

Tilaus

SNP1 S-TELAN VAIHTO
 01.12.2011 15:16:05 [REDACTED] (K101719) Puh. [REDACTED]
 KÄYTTÖPUOLELLA YLÄTELOISTA KOLMAS KULKUSUUNNASSA LAAKERIVIIKA.

Järj. tila

Ots.tiedot Vaiheet Komponentit Kust. Kumppani Objektit Lisätiedot

Näytä Työtilaus 200000895803: pääotsikko

Tilaus

SNP 1 JA 2 S-TELOJEN LAAKEROINTI

Järj. tila

Ots.tiedot Vaiheet Komponentit Kust. Kumppani Objektit Lisätiedot

Vastuuhenkilöt

Suunn.rhmä	<input type="text" value=""/> / KAU3	Ilmoitus	<input type="text" value="100000604"/>
VastTyöp.	<input type="text" value="MPHIOMO"/> / KAU3 Mek Paperi Hiomo	Kust.	<input type="text" value="0,00"/>
Vastuuh...	<input type="text" value="0"/>	KP-TLaji	<input type="text" value="C03"/> Korj

Osoite

Päivämäärät

Alkuraja	<input type="text" value="25.01.2011"/>	<input type="text" value="10:13"/>	Priorit.	<input type="text" value="Tuotannon menetys"/>
Loppuraja	<input type="text" value="25.01.2011"/>	<input type="text" value="10:13"/>		

Näytä Työtilaus 20000835626: pääotsikko

Tilaus SNP 2 PURISTUSTELOJEN LAAKEROINTI

SNP 2 PURISTUSTELOJEN LAAKEROINTI

Järj. tila

Ots.tiedot Vaiheet Komponentit Kust. Kumppani Objektit Lisät

Vastuuhenkilöt

Suunn.rhmä /

VastTyöp. / Mek Paperi Hiomo

Vastuuh...

Ilmoitus

Kust.

KP-TLaji Korj kp l

Osoite

Päivämäärät

Alkuraja Priorit.

Loppuraja