

Markus Liimatainen

VOITELUHUOLTOJEN KEHITTÄMINEN

VOITELUHUOLTOJEN KEHITTÄMINEN

Markus Liimatainen
Opinnäytetyö
Kevät 2017
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma, tuotantotalous

Tekijä: Markus Liimatainen
Opinnäytetyön nimi: Voiteluhuoltojen kehittäminen
Työn ohjaaja: Antero Sipola, Juha Männistö
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2017 Sivumäärä: 45 + 8 liitettä

Opinnäytetyön tavoitteena oli kartoittaa arkittamon voiteluhuoltojen nykytila ja löytöjen perusteella kehittää voiteluhuoltoja. Arkittamalla oli havaittu puutteita voiteluhuolloissa ja ohjeistukset niihin olivat puutteellisia tai työhöjeiden sisältö vanhentunutta. Lisäksi ennakkohuoltojen ajoittaminen ei ole ollut sopivassa syklissä laitteiden seisokkien kanssa. Osa voiteluhuolloista ei ole tehtävissä käynnin aikaan, joten ne pitää ajoittaa seisokille ja päinvastoin. Toisena tavoitteena oli mineraaliöljyjen korvaaminen synteettisillä öljyillä, mikäli se on laskelmien mukaan kannattavaa.

Opinnäytetyön alussa käytiin läpi kaikki arkittamon 450 suunniteltua ennakkohuoltoa, joista eriteltiin voiteluhuollot tarkempaa kartoitusta varten. Eniten huomioita kiinnitettiin voiteluhuoltojen työhöjeiden sisältöihin. Voiteluhuollot kierrettiin vanhojen ohjeiden mukaan läpi ja kirjattiin puutteet sekä kehittämiskohteet. Samalla saatiin selville, vastaavatko työhöjeet nykyistä käytäntöä. Kartoituksen perusteella nähtiin, mikä on voiteluhuoltojen nykypäivän tila ja miten ne oli ajoitettu SAP-järjestelmään. Samalla nähtiin, tarvitseeko huoltoajankohta muuttua. Lisäksi mineraaliöljyjen ja synteettisiä öljyjen ominaisuuksia vertailtiin ja laskettiin säästöt.

Työn pohjalta Oulun arkittamolle päätettiin vaihtaa synteettinen Mobil SHC 630 mineraaliöljyn tilalle. Laskelmien perusteella säästöä syntyy 5 vuoden aikana 4 400 euroa, kun öljyjen vaihtoväli lähes kaksinkertaistuu. Lisäksi arkkileikkurit 3 ja 4 valittiin pilottikohteeksi, jossa sovellettiin RCM:n eli luotettavuuskeskeisen kunnossapidon periaatteita. Pilottikohteissa voiteluhuoltojen ja tarkistuksen määrä puolittui. Myös työkuorma pieneni vuodessa 63,5 tuntia, josta laskettiin syntyvän seuraavalle 5 vuodelle jopa 12 700 euron säästöt. Laskelmien perusteella kannattaa RCM:n periaatteita soveltaa arkittamon ennakkohuoltojen kehittämiseen myös jatkossa.

Asiasanat: kunnossapito, ennakkohuolto, voiteluhuolto, voiteluaineet, RCM, SAP

ALKULAUSE

Opinnäytetyö on tehty Efora Oy:lle Oulun tulosityksikköön keväällä 2017. Haluan antaa suuret kiitokset kunnossapitopalvelupäällikkö Antero Sipilalle keskusteluista ja avusta ongelmatilanteista sekä mielenkiintoisesta opinnäytetyöaiheesta. Haluan myös kiittää kunnossapitoinsinööriä Marko Juntusta avusta etenkin SAP:n käytössä. Ohjaavaa opettajaa Juha Männistöä kiitän kannustuksesta, uusien näkökulmien antamisesta työhön ja hyvästä ohjauksesta.

Isot kiitokset myös arkittamon asentajille Eerolle, Kimmolle ja Tapiolle, jotka omalla ammattitaidollaan edesauttoivat opinnäytetyön tekemistä ja jaksoivat kuunnella kysymyksiäni. Kiitokset myös rakkaalle vaimolleni sekä kaikille muille läheisille, jotka ovat kannustaneet työn tekemisessä.

4.4.2016

Markus Liimatainen

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ALKULAUSE	4
SISÄLLYS	5
SANASTO	7
1 JOHDANTO	8
2 YRITYKSIEN ESITTELY	9
2.1 Efora Oy	9
2.2 Stora Enso Oyj	9
3 KUNNOSSAPITO	11
3.1 Kunnossapidon tavoitteet	12
3.2 Kunnossapitolajit	12
3.3 RCM	14
4 VOITELUAINEET JA OMINAISUUDET	17
4.1 Viskositeetti	17
4.2 Voitelumekanismit	19
4.2.1 Rajavoitelu	20
4.2.2 Sekavoitelu	20
4.2.3 Puhdas nestevoitelu	21
4.3 Voiteluöljyt	22
4.3.1 Mineraaliöljyt	22
4.3.2 Synteettiset nesteet	23
4.3.3 Kasviöljyt	24
4.4 Voitelurasvat	25
4.5 Voiteluaineiden sekoittaminen	26
4.6 Kiinteät voiteluaineet	27
4.7 Voiteluaineiden merkitys laakerien vikaantumisessa	28
4.8 Tietojärjestelmät voiteluhuolloissa	29
5 VOITELUHUOLTOJEN KEHITTÄMINEN	30
5.1 Lähtötilanne	30

5.2 Öljyn valinta	31
5.2.1 Nykyiset öljyt	31
5.2.2 Vertailuun valittavat öljyt	31
5.2.3 Tiivistemateriaalit	33
5.2.4 Öljyjen sekoitettavuus	33
5.2.5 Öljyvertailun johtopäätökset	34
5.2.6 Tulokset	35
5.3 Voiteluhuoltojen nykytilanne	35
5.4 Pilottikohteen valinta	36
5.4.1 Havaitut kehittämiskohteet	37
5.4.2 Tehdyt muutokset	38
5.4.3 Tulokset	38
5.4.4 Kustannusvaikutus	39
6 POHDINTA	40
LÄHTEET	42
LIITTEET	45

SANASTO

Arkittamo	Arkittamalla leikataan paperikoneilta tulevista rullista erikokoisia arkkeja asiakkaan tarpeisiin.
Arkkileikkuri	Leikkuri, joka leikkaa ja pinoaa arkit lavoille.
NET-tila	Nollaenergiatila. Tila, jossa koneista on poistettu virrat, jännitteet ja paineet turvallisen työskentelyn takaamiseksi kunnossapitotöiden aikana.
RCM	Luotettavuuskeskeinen kunnossapito.
SAP/3R	Toiminnanohjausjärjestelmä.
Sykli	Ennakkohuoltojen huoltoväli SAP:ssa.

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä kehitetään voiteluhuoltoja Stora Enso Oy:n tehtaalle Ouluun. Työ tehdään arkittamolle kunnossapitoyritys Efora Oy:n toimeksiantona. Arkittamo on osa Stora Enson tehdasta Oulussa, jossa paperirullista leikkaamalla valmistetaan erikokoisia arkkeja asiakkaiden tarpeisiin.

Arkittamalla on olemassa voiteluiden ennakkohuolto-ohjelma, mutta siinä on havaittu puutteita. Puutteina ovat muun muassa voiteluhuoltojen väärä ajoitus tai puutteelliset ja vanhentuneet sisällöt työhjeissa. Lisäksi on havaittu, että käytössä olevat voiteluaineet eivät välttämättä sovellu niille tarkoitettuihin kohteisiin. Työssä tarkastellaan myös, ovatko käynnin aikaiset voiteluhuollot tehtävissä koneiden käydessä vai siirretäänkö ne seisokkeihin. Voiteluiden seisokkihuollot käydään läpi ja tutkitaan, voidaanko ne tehdä muuhun aikaan. Tämä toimenpiteet tasaisi vuotuista työkuormaa.

Työn keskeisimpänä tavoitteena on kartoittaa nykyinen voiteluhuoltojen tilanne. Kartoituksen avulla voidaan korjata puutteet ja kehittää voiteluhuoltojen toimintaa entistä tehokkaammaksi. Toinen tavoitteista on selvittää, voidaanko vaihteistojen mineraaliöljyt korvata synteettisillä öljyillä vai soveltuvatko nykyiset öljyt tarkoitukseen parhaiten. Öljyalaadun vaihtamista pohditaan etenkin kustannusten näkökulmasta. Tavoitteena on myös ajoittaa voiteluhuollot siten, että ne ovat nykyisillä resursseilla tehokkaasti hoidettavissa ja niiden kuormitus on tasaisa.

Lisäksi työhjeiden sisältöä voiteluhuoltojen osalta päivitetään vastaamaan nykyisiä käytäntöjä ja muutokset kirjataan SAP-toiminnanohjausjärjestelmään. Järjestelmään on kirjattu kaikki varaosat ja voiteluaineet sekä sieltä löytyvät kaikki arkittamon ennakkohuollot ja käyttäjien vikailmoitukset.

2 YRITYKSIEN ESITTELY

2.1 Efora Oy

Efora on vuonna 2009 perustettu kunnossapitoyritys. ABB ja Stora Enso käynnistivät Eforan alkuun yhteisyrityksenä, mutta ABB luopui omistuksestaan ja lopullisesti Efora siirtyi Stora Enson omistukseen vuonna 2013. Siitä alkaen alkoi muotoutua nykyinen Efora. (1.)

Efora vastaa pääasiassa paperilinjojen, kartonkilinjojen, arkituslinjojen, sellutehtaiden, sahojen ja voimantuotannon kunnossapidosta. Efora lupaa asiakkailleen älykästä kunnossapitoa. Lupaus perustuu laitteista ja kokeneilta työntekijöiltä kerättävän tiedon hallintaan ja hyödyntämiseen uusien älykkäiden sovellusten avulla. (1.)

Tällä hetkellä Efora työllistää noin 920 työntekijää ympäri Suomea. Toimipisteitä Eforalla on Heinolassa, Helsingissä, Honkalahdella, Imatralla, Kemissä, Kiiteellä, Uimaharjussa, Varkaudessa ja Oulussa. Liikevaihto vuonna 2015 oli 204 miljoonaa euroa. (1.)

2.2 Stora Enso Oyj

Stora Enso Oyj syntyi vuonna 1998, kun suomalainen Enso Oyj ja ruotsalainen Stora Kopparbergs Bergslags Aktiebolag yhdistyivät (2). Stora Enso Oyj on johdettava ratkaisujen tarjoaja pakkausmateriaaleissa, biomateriaaleissa, puutuotteissa ja paperissa. Markkinat ovat maailmanlaajuiset ja asiakkaita on monilta eri toimialoilta. (3.)

Stora Enson tavoitteena on kehittää ja innovoida uusiutuvia materiaaleja. Keskeisillä kuitupohjaisiin pakkausmateriaaleihin, puuviljelmistä saatavaan selluun, biomateriaali-innovaatioihin ja kestäväen rakentamisen ratkaisuihin Stora Enso haluaa korvata nykyiset uusiutumattomat materiaalit. (3.)

Vuonna 2015 Stora Enson liikevaihto oli 10 miljardia euroa ja yrityksen palveluksessa työskenteli yli 26 000 työntekijää. Yritys toimii yli 35 eri maassa ja on listattuna Helsingin ja Tukholman pörsseissä. (3.)

3 KUNNOSSAPITO

Kunnossapidosta on useita erilaisia määritelmiä. Niitä löytyy monista kansainvälisistä ja kansallisista standardeista sekä useista alan teoksista. Yleisesti käytössä olevat määrytykset ovat PSK 6201 -standardi, eurooppalainen SFS-EN 13306 -standardi ja alan edelläkävijän John Moubrayn määritelmä. (4, s. 26.)

Standardi PSK 6201 määrittelee kunnossapidon seuraavalla tavalla: ”Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana.” (4, s. 26.)

Puolestaan standardin SFS-EN 13306 mukainen määritelmä on: ”Kunnossapito koostuu kaikista kohteen eliniän aikaisista teknisistä, hallinnollisista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon.” (4, s. 26.)

Moubrayn mukaan ”Kunnossapidolla varmistetaan, että laitteet jatkavat sen tekemistä, mitä käyttäjät haluavat niiden tekevän”. (4, s. 26.) Kaikki kolme määritelmää on lähellä toisiaan, mutta pieniä eroja on. Moubray korostaa sitä, että jonkun pitää tietää, mitä laitteen halutaan tekevän. On siis hyvin tärkeää tietää, millaista suorituskykyä koneelta odotetaan, koska suorituskyvyn taso määrää kunnossapidon vaatimukset ja tavoitteet. Käytännössä se vaikuttaa kunnossapidon koko strategiaan ja käytännön toimenpiteisiin, joita laitteelle tullaan tekemään. Laittehankintoja tehdessä ja suunniteltaessa olisi mietittävä, mitä niiltä odotetaan, jotta osataan huomioida niiden kunnossapidolliset näkökulmat järkevästi. Mikäli näitä asioita ei yrityksessä ymmärretä, on kunnossapito hataralla pohjalla. Kuitenkin kaikki kolme määritelmää sisältävät perusolettamuksen siitä, että laitteet pysyvät kunnossa tai ne kunnostetaan alkuperäistä vastaavaan kuntoon sekä kunnossapitoon kuuluu tekemisen lisäksi hallinnollisia ja johdollisia toimenpiteitä. (4, s. 26.)

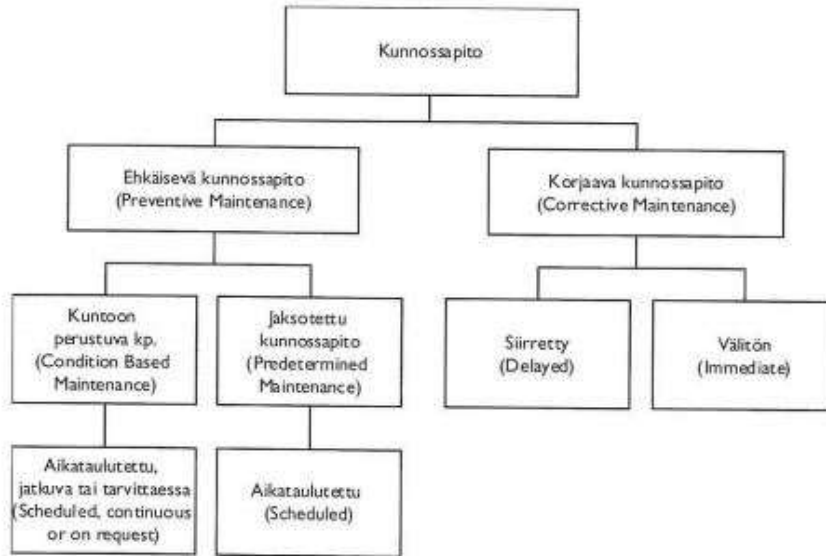
3.1 Kunnossapidon tavoitteet

Perinteisesti on ymmärretty, että kunnossapito on vain vikojen korjausta, mutta tämä ajatus on nykyisessä globaalissa maailmassa liian suppea (5, s. 11). Nykyään ajatellaan, että kunnossapidon tehtävä on pitää laitteet jatkuvasti käyttökunnossa. Nykynäkemyksen mukaan kunnossapito on tärkeä tekijä tuotannolle eikä kustannus. (4, s. 25–29.)

Kunnossapidolla varmistetaan tuotantolaitokset kilpailukyky ja korkea suorituskyky. Nykypäivän trendi on siirtyminen konkreettisempaan kunnonvalvontaan ja häiriöitä ennakoivaan suunnitteluun, koska asiakkaat eivät hyväksy yllättäviä häiriöitä ja suunnitteluvirheiden korjauksia käynnin aikaan samalla tavalla kuin ennen. Myös ympäristövaikutuksista ollaan enemmän huolissaan kuin ennen. Kehnolla laadulla, hyötysuhteella ja käytettävyydellä toimivalla tehtaalla on kymmenen- tai satakertainen rasitus ympäristöön verrattuna hyvin huollettuun ja toimivaan tehtaaseen. Kestävänkehityksen ja ympäristötietoisuuden uskotaankin vaikuttavan suuresti kunnossapidon arvostukseen tulevaisuudessa. (4, s. 25–29.)

3.2 Kunnossapitolajit

Kunnossapito jaetaan SFS-EN 13306 -standardin perusteella vian havaitsemisen perusteella ehkäisevään ja korjaavaan kunnossapitoon. Vialla tarkoitetaan tilaa, jossa laite ei pysty suorittamaan vaadittua toimintoa. Kuvasta 1 nähdään, että ehkäisevä kunnossapito jaetaan kuntoon perustuvaan ja jaksotettuun kunnossapitoon. Korjaava kunnossapito on puolestaan siirrettyä tai välitöntä kunnossapitoa. (4, s. 98.)



KUVA 1. Kunnossapitolajit SFS-EN 13306 mukaan (4, s. 98)

Lisäksi kunnossapito voidaan eritellä viiteen päälajiin: huoltoon, ehkäisevään, korjaavaan ja parantavaan kunnossapitoon sekä vikojen ja vikaantumisen selvittämiseen. (6, s. 49.)

Ehkäisevä kunnossapito on säännöllistä tai sitä tehdään tarvittaessa. Päätaroituksena on seurata laitteen suorituskykyä ja sen parametreja. Niiden perusteella voidaan suunnitella ja ajoittaa kunnossapidon eri tehtäviä oikea-aikaisiksi. Ehkäisevään kunnossapitoon kuuluu huolloista poiketen kunnonvalvonta. Sitä tehdään laitteen käydessä tai suunnitellun seisokin aikana. Kunnonvalvonnan avulla on tarkoitus löytää oireilevat viat tai todeta, että laite on käyttökunnossa. (6, s. 50.) Huollon ja ehkäisevän kunnossapidon tehtävät ovat osittain päällekkäisiä, mistä johtuen huollon määritelmä puuttuu SFS-EN 13306:2010 -standardista mutta löytyy PSK 6201:2011 -standardista. (6, s. 49–50.)

Huoltojen tarkoitus on estää vian syntyminen. Huollot ylläpitävät koneiden ja laitteiden käyttöominaisuuksia tai palauttavat sen heikentyneen toimintakyvyn ennen vian syntymistä. Huollot jaksotetaan ja ne tehdään tietyin välein. Niiden väleihin vaikuttaa käyttöaika tai -määrä. Huoltovälien pituuteen vaikuttaa myös käytön rasittavuus. Tyypillisiä huollon toimenpiteitä ovat puhdistaminen ja voitelu. (6, s. 49–50.)

Korjaava kunnossapito voi olla suunniteltu tai häiriökorjaus. Korjauksen tarkoituksena on saattaa laite siihen kuntoon, missä se on aikaisemmin ollut. korjaavan kunnossapidon suoritusajkojen avulla on mahdollista määrittää laitteen tai komponentit elinaika. (6, s. 51.)

Parantavassa kunnossapidossa parannetaan koneen luotettavuutta ilman, että koneen toimintoja muutetaan. Lisäksi parannustavat voidaan jakaa kolmeen ryhmään. Ensimmäisessä ryhmässä laitteeseen käytetään uudempia osia ja komponentteja kuin ennen. Komponentit ovat päivitettyjä ja parempia mutta laitteen suorituskyky ei muutu, mutta luotettavuus kasvaa. Toisessa ryhmässä on suunnitellut korjaukset, jotka parantavat koneen luotettavuutta. Kolmannessa ryhmässä on laitteen modernisointi. Modernisointi tehdään silloin, kun koneella ei voida valmistaa haluttua laatua, mutta pienillä uudistuksilla se olisi mahdollista. Modernisointi nostaa koneen suorituskykyä (6, s. 51–52.)

Vikojen ja vikaantumisen selvittämistä eivät standardit vielä määrittele, koska sitä ei ole mielletty kunnossapidon osa-alueeksi. Nykyaikana kuitenkin kerätään koneista ja laitteista hyvin paljon erilaista dataa, jota analysoimalla on helppo päästä kiinni vikaantumisen juurisyihin. Kun tiedot on analysoitu, voidaan tehdä korjaavia toimenpiteitä ja vikaantumisia on mahdollista vähentää jopa yli 90 %. Viime vuosina onkin saatu paljon esimerkkejä datan hyödyntämisestä menestyksekkäästi. Asiantuntijoiden mukaan vikahistorioiden ja riskianalyyysien käyttö tulee tärkeimmiksi kunnossapitoa ohjaaviksi tekijöiksi tulevaisuudessa. (6, s. 52.)

3.3 RCM

Kunnossapidon yksi suurimmista ongelmista on ehkäisevän kunnossapidon suunnittelu. Syyt tähän löytyvät tehokkaiden työkalujen ja menetelmien puutteesta, jolloin kunnossapito-ohjelmat on suunniteltu laitevalmistajien ohjeiden mukaisesti sekä kertyneen kokemuksen perusteella. Tämä on johtanut siihen, että ehkäisevää kunnossapitoa tehdään aivan liikaa. (5, s. 123.)

Suomessa vierailut John Moubray kertoi seminaarissaan, että ehkäisevästä kunnossapidosta jopa 40 % on tarpeetonta. Ensimmäiseksi syyksi hän kertoi laitteiden turhat purkamiset, jotka saattavat jopa lisätä laitteen vikaantumisen todennäköisyyttä. Toiseksi kunnossapitoa ei ole kohdistettu oikeaan paikkaan. Tällä tarkoitetaan sitä, että painopiste ehkäisevässä kunnossapidossa on laitteissa, jotka eivät ole niin kriittisiä tuotannon kannalta ja niitä laitteita, joita pitäisi huoltaa, ei huolleta. Kolmanneksi ehkäisevää kunnossapitoa tehdään, koska sitä pitää tehdä. Silloin unohdetaan ajatus siitä, mitä menetelmiä käytetään ja miten. Seurauksena voi olla tehoton tai jopa väärä toimintatapa. (5, s. 123.)

Kaikkein tärkeintä on tuntea kaikki prosessit ja laitteet, jotta osataan valita oikeanlainen kunnossapitostrategia jokaiselle komponentille. Tähän ongelmaan on kehitetty avuksi RCM-menetelmä, luotettavuuskeskeinen kunnossapito. Menetelmällä on mahdollista tunnistaa kaikki kriittiset prosessit ja tulosten perusteella valita oikeat kunnossapitostrategiat oikeisiin kohteisiin. Tällöin kunnossapidosta tulee kustannustehokasta, koska kunnossapidon suunnittelulle on hyvät perusteet. (5, s. 123.)

RCM-menetelmän päämäärä on yksinkertaisesti varmistaa tuotantovälineiden toiminta. Muita päämääriä ovat kunnossapidon kohdistaminen laitteisiin, joissa sitä eniten tarvitaan ja selvittää laitteen vikaantumistavat, jotta voidaan valita oikea kunnossapito menetelmä. Lisäksi kunnossapidon piiriin saadaan myös passiiviset rajat ja turvalaitteet sekä laaditaan toimintatapa vikaantumisen sattuessa niille laitteille, joille ei ole järkevää ehkäisevän kunnossapidon menetelmää. Samalla koneen käyttäjät oppivat seuraamaan kriittisiä komponentteja ja niiden toimintaa. Edellä mainittujen tavoitteiden myötä kunnossapito kustannukset tippuvat, tuottavuus nousee ja luotettavuus kasvaa. (5, s. 125–126.)

RCM-menetelmän mukaan kunnossapitosuunnitelman tekeminen aloitetaan selvittämällä missä kunnossapitoa tarvitaan eniten eli tutkitaan kaikki prosessit. Kun prosessit on selvitetty ja asetettu järjestykseen kriittisimmästä vähiten kriittiseen, selvitetään mitä laitteita prosessiin kuuluu. Seuraava askel on tutkia valitun prosessin laitteet siitä näkökulmasta, että miten laitteet voivat vikaantua ja

mitkä ovat vikaantumisen seuraukset. Tällä tavoin saadaan prosessin laitteet järjestykseen perustuen vikaantumisen vakavuuden suhteen. Kun laitteet ovat tunnistettu ja niiden vikaantumistavat kartoitettu, voidaan laitteelle valita sopiva ja järkevä kunnossapito menetelmä. Näin RCM-menetelmällä voidaan kehittää koko tuotantolaitoksen kunnossapito-ohjelma uudelleen. (5, s. 124.)

4 VOITELUAINHEET JA OMINAISUUDET

Erilaisten pintojen välistä kulumista on helpointa vähentää erottamalla pinnat toisistaan voitelukalvon avulla. Voitelun päätehtäviä ovat kitkan pienentäminen, kulumisen vähentäminen ja jäähdyttäminen. Lisäksi voiteluaineen tarkoitus on kuljettaa likapartikkelit ja epäpuhtaudet pois voideltavasta kohteesta sekä vaimentaa värähtelyä ja estää korroosiolta. (7, s. 11.)

Hyvällä voitelulla on suuret myös vaikutukset energiankulutukseen. Alhaisella kitkalla koneet kuluttavat huomattavasti vähemmän energiaa ja suorituskyky nousee. Tämä puolestaan vähentää merkittävästi kulumista ja lisää laitteen elinikää sekä nostaa käyttövarmuutta. Näistä syistä saadaan huomattavaa taloudellista hyötyä. (7, s. 11.)

4.1 Viskositeetti

Viskositeetti on voiteluaineen tärkein ominaisuus. Se kuvaa voiteluaineen sisäisen kitkan suuruutta. (7, s. 17.) Jotta järjestelmän tehohäviöt olisivat mahdollisimman pieniä, täytyy viskositeetin olla sopiva. Liian pienellä viskositeetilla ei synny riittävän paksua voitelukalvoa ja seurauksena voi olla kiinnileikkautuminen. Lisäksi liian ohuella voitelukalvolla laitteen sisäiset vuotohäviöt lisääntyvät. Liian paksuvoitelukalvo puolestaan lisää huomattavasti vastushäviötä. (10, s. 121.) Viskositeettiin vaikuttaa eniten lämpötila, mutta myös paineella on merkitystä. Esimerkiksi talviolosuhteissa koneiden kylmäkäynnistyksessä saattaa öljy olla liian jäykkää hyvän voitelun saavuttamiseksi. (7, s. 17.)

Viskositeetti jaetaan kahteen ryhmään: dynaamiseen eli absoluuttiseen viskositeettiin η ja kinemaattiseen viskositeettiin ν . Dynaaminen viskositeetti saadaan kaavasta 1 ja sen yksikkö on Ns/m^2 . (7, s. 17.)

$$\eta = \frac{\tau}{du/dy}$$

KAAVA 1

τ = pintojen liukumiseen toistensa suhteen tarvittava leikkausjännitys

du/dy =kerrosten välinen leikkausnopeus

Kinemaattinen viskositeetti määritellään kaavalla 2.

$$\nu = \frac{\eta}{\rho}$$

KAAVA 2

η = dynaaminen eli absoluuttinen viskositeetti

ρ = voiteluaineen tiheys

Kaavasta huomataan, että kinemaattinen viskositeetti määritellään dynaamisen viskositeetin ja voiteluaineen tiheyden suhteella. Kinemaattisen viskositeetin yksikkö on m^2/s . (7. s. 17.)

Dynaaminen viskositeetti voidaan määrittää voiteluaineessa pyörivään roottoriin kohdistuvan vastusmomentin avulla. Sitä voidaan käyttää paksuille öljyille, jotka eivät virtaa kapillaarisesti kylmässä. Tavallisin on Brookfield-menetelmä, jota käytetään liikkuvan kaluston SAE-voiteluaineluokituksissa (Society of Automotive Engineers). Kinemaattinen viskositeetti mitataan puolestaan kapillaariviskometrillä ja sitä käytetään nimenomaan teollisuusöljyjen ISO VG -luokituksen määrittämiseen. Teollisuusöljyillä on oma ISO 3448 -viskositeettiluokitus, joka ei ota kuitenkaan kantaa öljyn suorituskykyyn. Luokitukset on esitetty taulukossa 1. (7, s. 50, 52–53.)

TAULUKKO 1. ISO VG- luokitukset ISO 3448 -standardin mukaan (11)

ISO 3448 Viscosity Class[°C]	Kin. Viscosity [mm ² /s] Mid-point	Kin. Viscosity [mm ² /s] Minimum	Kin. Viscosity [mm ² /s] Maximum
ISO VG 2	2.2	1.98	2.42
ISO VG 3	3.2	2.88	3.52
ISO VG 5	4.6	4.14	5.06
ISO VG 7	6.8	6.12	7.48
ISO VG 10	10	9	11
ISO VG 15	15	13.5	16.5
ISO VG 22	22	19.8	24.2
ISO VG 32	32	28.8	35.2
ISO VG 46	46	41.4	50.6
ISO VG 68	68	61.2	74.8
ISO VG 100	100	90	110
ISO VG 150	150	135	165
ISO VG 220	220	198	242
ISO VG 320	320	288	352
ISO VG 460	460	414	506
ISO VG 680	680	612	748
ISO VG 1000	1000	900	1100
ISO VG 1500	1500	1350	1650

4.2 Voitelumekanismit

Liukuvien pintojen kitkaa vähennetään voiteluaineen avulla. Voitelumekanismiä on kolme erilaista: rajavoitelua, sekavoitelua ja puhdasta nestevoitelua. Voitelun toimivuutta ja mekanismeista voidaan arvioida voitelukalvon ominaispaksuudella, joka lasketaan kaavalla 3. (7, s. 19.)

$$\lambda = \frac{h_{min}}{\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}}$$

KAAVA 3

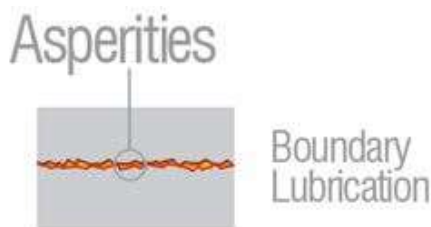
h_{min} = voitelukalvon minimipaksuus

σ_1 ja σ_2 = vastinpintojen pinnankarheuksien rms- arvot

Rms-arvo tarkoittaa pinnanprofiilin neliöllistä keskipoikkeamaa. Tyypillisesti saatavilla on vain profiilin aritmeettinen keskipoikkeama R_a , jolloin $\sigma \approx 1,3 R_a$. Ominaiskalvonpaksuus on käsiteltävä suuntaa antavana parametrina ja eikä selitä voitelun toimivuutta, varsinkaan pienillä arvoilla ($\lambda < 1$). (7, s. 19.)

4.2.1 Rajavoitelu

Rajavoitelussa on kyse tilanteesta, jossa tapahtuu selvää pintojen pinnankarheushuippujen kosketusta (kuva 2). Silloin pintojen välillä ei ole riittävää voitelukalvoa joka erottaisi ne, vaan voitelun toiminta perustuu pintakalvojen tarttuvuuteen, stabiilisuuteen ja muodostumisnopeuteen kosketuskohdassa. Rajavoitelu johtuu tilanteesta, missä on liian alhainen viskositeetti, hidas pintojen välinen liikenopeus, korkea kuormitus, riittämätön voiteluainemäärä tai huonot lämmönsiirto-ominaisuudet. Tällöin pintoja suojaavat ja liukastavat kalvot muodostuvat pääasiassa lisäaineista, jotka reagoivat pintojen kanssa. Olennaiset lisäaineet ovat paineenestolisäaine (EP) ja kulumisenestolisäaine (AW). (7, s. 19.) Rajavoitelun toimivuuden kannalta on erittäin tärkeää varmistaa, että voiteluaine tuodaan tehokkaasti voideltavaan kohteeseen. (8.)



KUVA 2. Rajavoitelu (9)

4.2.2 Sekavoitelu

Sekavoitelu on tilanne, missä yhdistyy raja- ja nestevoitelu (kuva 3). Tilanne voi muuttua olosuhteiden vaikutuksesta rajavoitelutilanteeksi. Kuormankanto perustuu siihen, että osan kuormasta kantaa ohut voiteluainekalvo ja osan pinnankarheushuiput. Kitkakerroin voi vaihdella suurestikin pienen olosuhteen muutoksen myötä. (8.)



KUVA 3. Sekavoitelu (9)

4.2.3 Puhdas nestevoitelu

Nestevoitelussa voitelukalvo erottaa materiaalien pinnat täysin toisistaan (kuva 4). Tällöin kitka jää alhaiseksi, eikä kulumistakaan juuri esiinny materiaalien välillä (8.). Tilanne on nestevoitelua, kun $\lambda > 4$.



KUVA 4. Puhdas nestevoitelu (9)

Nestevoitelu jaetaan yleisesti hydrodynaamiseen ja elastohydrodynaamiseen voiteluun.

Hydrodynaaminen voitelun aikana merkittävä seikka on liukuvien pintojen nopeusero. Vastakkaisten liukuvien pintojen nopeusero saa aikaan suppenevan voitelukalvon, johon muodostuu ylipaine. Ylipaine sitten tasaa kiilan sisään ja ulosvirtaavan voiteluaineen määrän ja voitelukalvo kantaa laakeriin kohdistuvan kuormituksen. Voiteluaineen viskositeetti vaikuttaa ainoastaan lämpötila. (8.)

Elastohydrodynaamista voitelua on puolestaan paikoissa, joissa pieni kosketuspinta kantaa hyvin suuren kuorman. Tällaisia kohteita on muun muassa hammaspyörien hampaat. Silloin materiaalien kosketukset aiheuttavat suuria elastisia muodonmuutoksia. Samalla paineen vaikutuksesta viskositeetti kasvaa suuresti. Kuitenkin voiteluainekalvo säilyy eheänä, koska kimmainen muodonmuutos aiheuttaa kosketuspintojen väliaikaisen suurenemisen eikä nopeassa koske-

tuksessa voiteluaine kerkeä puristumaan pois pintojen välistä. Elastohydrodynaamisessa voitelussa puristusaineet ovat 0,5–3 GPa sekä voitelukalvon paksuus noin 1 μm . (7, s. 25.)

Hydrostaattinen voitelu toimii siten, että kosketuspintojen väliseen taskuun pumpataan voiteluainetta. Hydrostaattinen paine erottaa pinnat toisistaan, vaikkei liikettä pintojen välissä olisi. Kitkateho on pieni hydrostaattisessa laakeroinnissa vaikka otettaisiin huomioon pumpun tehontarve. Tällainen laakerointijärjestely on erityisen jäykkä. (8.)

4.3 Voiteluöljyt

Käytössä olevia voiteluaineita on monenlaisia ja suurin osa niistä on nestemäisessä muodossa sekä ne ovat usein öljypohjaisia. Perusöljyjä on kolmea eri laatua ja jokaisella niillä on hyvät ja huonot puolensa. Perusöljyt ovat mineraali-, kasvisöljyt ja synteettiset öljyt.

4.3.1 Mineraaliöljyt

Mineraaliöljyt valmistetaan raakaöljystä tyhjötislaamalla ja puhdistamalla. Raakaöljyiltä vaaditaan tiettyjä ominaisuuksia, jotta ne voidaan jalostaa perusöljyiksi. Ominaisuuksia ovat

- pieni aromaattipitoisuus
- pieni rikki- ja happipitoisuus
- stabiilisuus, esimerkiksi kemiallinen kestävyys hapettumista vastaan. (7, s. 55.)

Öljyjen hiilivetykoostumus vaikuttaa viskositeettilämpötilariippuvuuteen, jähme- ja leimahduspisteeseen, tiheyteen ja jne. Tärkeimpiä hiilivetytyyppejä ovat parafiiniset C_p (tyydyttyjä ketjumaisia), nafteeniset C_n (tyydyttyjä rengasrakenteisia) ja aromaattiset C_a (tyydyttämättömiä rengasrakenteisia) rakenteet. (7, s. 55.)

Hiilivetyjen parafiinisuuden ja nafteenisuuden erot johtavat erilaiseen lopputuotteeseen ja erilaisiin ominaisuuksiin, ja ne on eritelty taulukossa 2. Valtaosa mineraaliöljyistä onkin valmistettu parafiinisista perusöljyistä. Suuri määrä aromaattisia hiilivetyjä perusöljyssä on haitallista ja perusöljyssä niiden pitoisuus onkin alle 10 %. (7, s. 55.)

TAULUKKO 2. Parafiini- ja nafteenipohjaisten öljyjen ominaisuuksia (7, s. 55)

Ominaisuus	Parafiiniset	Nafteeniset
Viskositeetti-indeksi	kohtalainen	Huono
Käyttäytyminen kylmässä	Kohtalainen	Hyvä
Lisäaineiden liuotuskyky	Kohtalainen	Voimakas
Kumitiivistemateriaalien kestävyys	Neutraali	Huono

Mineraaliöljyjen ominaisuudet riittävät normaalioloihin, mutta ominaisuuksia voidaan parantaa lisäaineilla. Lisäksi mineraaliöljyjen käyttö on turvallista, koska ne harvemmin vahingoittavat järjestelmän eri tiivistemateriaaleja sekä metalleja. (10, s. 115.)

4.3.2 Synteettiset nesteet

Synteettiset hiilivedyt eli polyalfaolefiini (PAO) soveltuu erittäin hyvin lähes kaikenlaisten voiteluaineiden valmistukseen. Sillä on hyvä hapettumisenestokyky ja hyvät viskositeettiominaisuudet kylmissä sekä kuumissa olosuhteissa. PAO-pohjaiset tuotteet soveltuvat muun muassa moottoriöljyjen, vaihteistoöljyjen, hydraulioöljyjen ja kiertovoiteluöljyjen valmistukseen. Alkyylibentseeniä käytetään esimerkiksi jäähdytinkompressoreissa niiden hyvän liukoisuuden vuoksi. (7, s. 58.)

Diesterit soveltuvat hyvien lämpötila-viskositeetti -ominaisuuksien ja vähäisen höyrystymisen myötä suihkumoottorien voiteluaineeksi. Polyoliesterit soveltuvat voitelun lisäksi myös lämmönsiirtonesteeksi ja rasvojen perusöljyksi, joiden tarkoitus on kestää korkeita lämpötiloja. (7, s. 58.)

Polyglykoleita on vesiliukoisia ja veteenliukenemattomia. Vesiliukoiset sopivat jäähdytysnestekompressoreihin ja vaikeasti syttyviin hydraulinesteisiin. Puolettaan veteen liukenemattomat ovat hyviä mm. kuumien laakereiden ja kierukka-vaihteiden voitelussa. Lisäksi polyglykoleita käytetään erikoisrasvojen perusöljynä. (13.)

Fosforihappoesterien reagointi hapen kanssa on heikkoa ja niitä käytetään muun muassa vaikeasti syttyvinä hydraulinesteinä, höyryturbiinien säätäjien kiertoöljynä ja ilmailussa. (13.)

Silikoniöljyjä käytetään lämmönsiirrossa, erilaisten muovien voitelussa, hydrauliiikan erikoisjärjestelmissä ja rasvojen perusöljyinä ilmailutuotteissa. (7, s. 59.)

4.3.3 Kasviöljyt

Kasviöljyt ovat öljyjä, joita käytetään paljon biohajoavissa voiteluaineissa ja ovat nimenomaan siihen hyvin soveltuva raaka-aine. Ne eivät käsittelemättöminä sovi käytettäväksi kylmässä, mutta ne ovat jalostettavissa estereiksi. Samalla niiden kylmäominaisuudet paranevat. Suomessa ja muissa pohjoismaissa käytössä on pääasiassa rypsi- ja rapsiöljyjä. Kasviöljyjen hyvät ja huonot puolet on esitetty taulukossa 4. (7, s. 59.)

TAULUKKO 3. Kasviöljyjen ominaisuuksia (7, s. 59)

Kasviöljyjen etuja:	Kasviöljyjen haittoja:
+ korkea leimahduspiste	• Heikko hapettumisenkesto
+ Hyvät kitkaominaisuudet	• Pysyvä jähmettyminen kylmässä
+ Biohajoavuus	• käyttöiän lyhyys
	• Käyttölämpötilojen rajoittuneisuus
	• Hartsintuminen koneiden pinnoille

4.4 Voitelurasvat

Voitelurasvat ovat öljyjen kanssa yleisimmin käytetty voiteluaine. Niitä käytetään ympäri maailmaa ja etenkin vierintälaakerien voitelemiseen. Yleisen käytön vuoksi niitä myös kehitetään ja testataan koko ajan, jotta niiden suorituskykyä saataisiin parannettua. Tutkimukset tehdään kansainvälisesti ja yhdessä laakerivalmistajien kanssa. NLGI (The National Lubricating Grease Institute) on ollut keskeisessä roolissa alalla ja onkin alan keskusjärjestö, joka on osallistunut toimintaan vuodesta 1933 lähtien. Järjestö julkaisee lehteä joka kuukausi liittyen voitelurasvoihin ja niiden käyttöön.

Rasvoilla on huomattavasti paremmat tiivistysominaisuudet normaaleissa olosuhteissa kuin öljyillä. Tämä puolestaan johtuu rasvan perusaineista, jotka ovat saennin, perusöljy ja erilaiset lisäaineet. Lisäaineilla voidaan vaikuttaa muun muassa rasvan suorituskykyyn ja kestoikään. Saentimella saadaan aikaan rasvan kiinteä rakenne, joka tuo sille hyvät tiivistysominaisuudet. Saenninta aineena voidaan verrata pehmeisiin likapartikkeleihin, mutta se osallistuu myös omalla tavallaan voiteluun.

Voiteluöljyä rasvassa on pääsääntöisesti noin 90 %, ja sillä on erittäin suuri vaikutus rasvan ominaisuuksiin voitelussa. Normaalisti rasva valitaan voitelukohteeseen perusöljyn viskositeetin perusteella. Synteettisiä perusöljyjä omaavat

rasvat soveltuvat hyvin kylmiin ja kuumiin olosuhteisiin hyvän viskositeetti-indeksin ansiosta. Viskositeetti-indeksi kuvaa öljyn riippuvuutta lämpötilan muutoksesta. Mitä suurempi arvo on, sitä vähemmän viskositeetti muuttuu lämpötilan vaihdellessa. Suurin osa käytössä olevista rasvoista on kuitenkin mineraaliöljypohjaisia. On olemassa myös silikoni- ja fluoriöljyperustaisia rasvoja, jotka soveltuvat korkeaan käyttölämpötilaan. (7, s. 66–68.)

Samoin kuin voiteluöljyihin niin rasvoihinkin lisätään lisäaineita, joilla voidaan parantaa entisestään sen eri ominaisuuksia. Lisäaineilla voidaan parantaa rasvan voiteluominaisuuksia ja elinikää (12). Lisäaineet valitaan sen mukaan, mitä ominaisuuksia voitelurasvalta vaaditaan. Ominaisuudet voi olla, vaikka paineenkesto (EP) ja kulumisenesto (AW), korroosionesto, hapettumisenesto, väri, hinta, ympäristönäkölmat tai sopivuus materiaalien kanssa. (7, s. 71.)

4.5 Voiteluaineiden sekoittaminen

Nyrkkisääntö on, ettei eri voiteluaineita saa sekoittaa keskenään. Tämä johtuu siitä, ettei niiden keskinäistä käyttäytymistä tunneta. Ne voivat heikentää joitakin ominaisuuksia ja jopa kumota toisensa. Tilanteissa jossa sekoittaminen on välttämätöntä, on tärkeää verrata taulukoita ja keskustella voiteluaineiden toimittajan kanssa. (7, s. 74.)

Kun rasvoja sekoitetaan keskenään pitää selvittää, miten perusöljyä, saenninta ja lisäaineita saa sekoittaa. Tärkeintä on tietää, miten saentimet sopivat keskenään. Jos saentimet eivät sovellu keskenään, johtaa se pahimmillaan rasvojen pehmentymiseen. Siitä seuraa tiivistymisominaisuuden pettäminen ja voiteluvaurioita. Taulukossa 5 on esitetty rasvojen sekoitettavuus saentimen mukaan. (7, s. 74.)

TAULUKKO 4. Rasvojen sekoitettavuus (7, s. 74)

	Li.	Li. - komp.	Al. - komp.	Ca. - komp.	Na.	Na. - komp.	Ba.	Ba. - komp.	Poly- urea	Geeli/ Bent.
Litium		+	+	+	-	-	-	+	+	-
Litium- kompleksi	+		+	+	-	-	-	+	+	+
Alumiini- kompleksi	+	+		-	+	+	-	+	-	-
Kalsium- kompleksi	+	+	-		-	+	-	+	+	+
Natrium	-	-	+	-		+	+	+	+	-
Natrium- kompleksi	-	-	+	+	+		+	+	+	-
Barium	-	-	-	-	+	+		+	-	-
Barium- kompleksi	+	+	+	+	+	+	+		-	+
Polyurea	+	+	-	+	+	+	-	-		+
Geeli/ Bentoniitti	-	+	-	+	-	-	-	+	+	

+ soveltuu hyvin

- soveltuu huonosti

4.6 Kiinteät voiteluaineet

Kiinteitä voiteluaineita käytetään äärimmäisissä olosuhteissa. Tällaisia olosuhteita ovat erittäin kuumat ja kylmät lämpötilat, suuret kuormitukset, pienet liukunopeudet, sekä ympäristön olosuhteet kuten säteily, hapot ja muut voimakkaasti vaikuttavat olosuhteet. Näissä olosuhteissa ei rasvojen ja nesteiden suorituskyky enää riitä. Kiinteitä voiteluaineita käytetään myös muun muassa avohammaspyörissä, raskaasti kuormitetuissa nivelissä ja liukupintojen rajavoitelutilanteissa. Lisäksi kiinteitä voiteluaineita levittäessä on muistettava pintojen puhdistus, kuivuus ja että aine hierotaan pintaan voimakkaasti. Silloin saavutetaan riittävä voitelukalvon paksuus. (7, s. 72.)

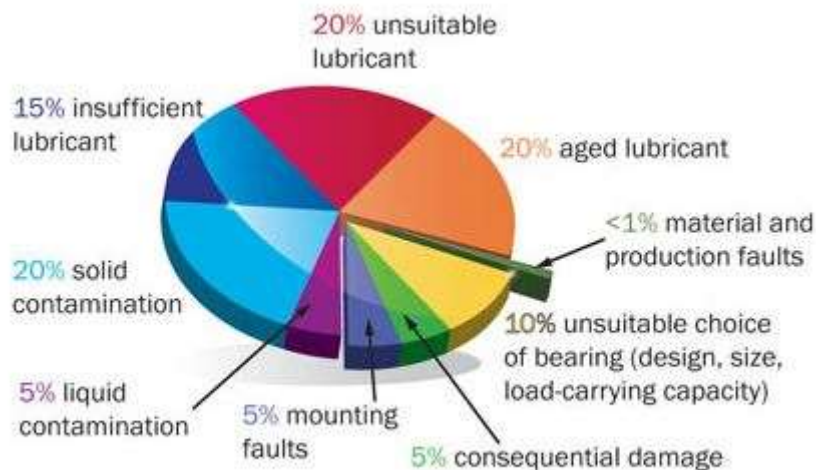
Kiinteitä voiteluaineita neljää erilaista, joita on grafiitti, molybdeenidisulfidi (MoS_2), booraksi, kadmiumklorodi, boorinitridi ja sinkkistearaatti. Myös muoveilla on hyvin pieni kitkakerroin terästä vasten. Yleisimmät näistä voitelu ai-

neista ovat grafiitti ja molybdeenisulfidi. Grafiitti kestää normaaleissa olosuhteissa noin 400 °C:seen saakka ja se palaa 500 °C:ssa. Sillä on pieni hiukkaskoko ja sen voitelukyky perustuu kerrokselliseen kiderakenteeseen. Molybdeenisulfidi on hyvin samanlainen voiteluaine kuin grafiitti ja mahdollistaa hyvin pienen kitkan rajakitkaolosuhteissa. (7, s. 72.)

4.7 Voiteluaineiden merkitys laakerien vikaantumisessa

Nykyään eniten käytettyjä laakereita ovat vierintälaakerit. Niitä käytetään monissa korkean teknologian koneissa ja jos laakeri hajoaa se saattaa olla hyvinkin kallista. Oikean laakerin valinta on vasta ensimmäinen vaihe luotettavaan koneen käyntiin. Laakerin valintaan vaikuttaa myös käyttölämpötila, pyörimisnopeus, kuormitus ja vierintätarkkuus. Jotta laakeri kestää sille lasketun eliniän on sille asetettu kahdeksan olettamusta: Laakeri on ehjä asentaessa ja se soveltuu laitteeseen. Laakerin sovitukset ovat oikeanlaiset akselille ja laakeripesään ja se on asennettu oikein sekä laakerille on oikeanlaista ja oikea määrä voiteluainetta. Lisäksi oletetaan, että laakeri on suojattu epäpuhtauksilta, olosuhteet vastaavat suunniteltuja olosuhteita ja suositeltu kunnossapito on suoritettu.

Monesti laakerien rikkoontuessa oletetaan, ettei laakerilla ollut riittävästi kantokykyä. Rikkoontumisen syynä pidetään siis liian pientä laakeria. On kuitenkin tärkeää selvittää todellinen juurisyy laakerivialle, koska se on ainut vaihtoehto koneen luotettavalle toiminnalle jatkossa. (15, s. 290.) Kuvasta 5 nähdään, että vikaantumisista 60 % aiheutuu voiteluaineiden vääränlaisesta käytöstä. Muita syitä ovat väärät laakerivalinnat (10 %), ulkoinen lika (20 %), asennusvirhe (5 %), viallinen materiaali tai tuote (1 %) ja muut syyt (5 %). (14.)



KUVA 5. Laakerivaurioihin johtaneet syyt (14)

Voitelusta aiheutuneet vikaantumiset johtuvat yleensä vääränlaisesta voiteluaineesta, vanhasta voiteluaineesta, sopimattomasta voiteluaineesta tai voiteluainesten sekoittamisesta keskenään. Voiteluainetta voi olla myös liikaa tai liian vähän. Useasti myös voiteluaineeseen sekoittuu vettä tai likapartikkeleita, joka aiheuttaa myöhemmin laakerin rikkoontumisen. (14.)

4.8 Tietojärjestelmät voiteluhuolloissa

Nykyään teollisuuden käytössä on monenlaisia tietojärjestelmiä ja ne ulottuvat aina kunnossapitoon saakka. Osa järjestelmistä toimii täysin itsenäisesti, mutta osa on integroitunut toisiinsa. Järjestelmät voidaankin jaotella usealla eri tavalla. Parhaimmillaan toiminnanohjausjärjestelmä on erinomainen työkalu, jolla saavutetaan halutut toiminnot. Ongelmana on kuitenkin ollut kunnossapidon tietojärjestelmien vähäinen käyttö ja heikko hyödyntäminen. Syynä tähän ovat olleet muun muassa vaikeasti käytettävät ohjelmat, huonot tietotekniikkataidot, tietämättömyys ohjelmien mahdollisuuksista ja lyhytjänteinen hyödyntäminen. (5, s. 160–161.)

5 VOITELUHUOLTOJEN KEHITTÄMINEN

5.1 Lähtötilanne

Arkittamon voiteluhuoltojen kehittämisessä lähtökohtana olivat ehkäisevän kunnossapidon perusteet ja etenkin RCM-menetelmän soveltaminen. Kunnossapitoon käytettävät resurssit ovat yleensä rajallisia, joten ehkäisevän kunnossapidon kohdistaminen oikein, on osa kunnossapidon onnistumista.

Työ aloitettiin tuomalla SAP:sta kaikki 450 arkittamon ennakkohuoltoa Excel-taulukkolaskentaohjelmaan. Ennakkohuoltojen työmääräimet järjestettiin toimintopaikkojen nimen mukaiseen aakkosjärjestykseen. Tämän jälkeen merkittiin voiteluhuollot keltaisella värillä (liite 1), jotta myöhemmin on helpompi tunnistaa, mitä huoltoja on tutkittu. Seuraavaksi kopioitiin keltaisella olevat voiteluhuollot uuteen välilehteen, jotta saatiin selkiytettyä taulukkoa ja päästään käsiksi asian ytimeen. Jokaiselle huollolle oli eri välilehdellä myös työohjeet, jotka piti myös siirtää uudelle välilehdelle Exceliin. Tällä menetelmällä saatiin voiteluhuollot ja niiden ohjeistukset luettavaan muotoon ja kokonaisuus oli helpompi hahmottaa (liite 2). Voiteluhuoltoja löytyi 173. Tähän määrään sisältyi, rasvaukset, öljynvaihdot, voiteluhuoltokierrokset ja erilaiset vaihdelaatikoiden vuotojen tarkistamiset.

Seuraavaksi voiteluhuolloista eriteltiin öljynvaihdot ja rasvaukset. Tämä tehtiin, koska yhtenä työn tavoitteena oli nykyisien mineraaliöljyjen korvaaminen synteettisillä öljyillä. Öljynvaihtohuoltojen erittelyn avulla voitiin arvioida vuosittaista öljynkulutusta arkittamalla sekä öljyn vaihtoihin käytettyä aikaa. Tämä auttoi arvioimaan onko öljynvaihtoja sen verran, että laadukkaammat öljyt toisivat säästöjä ja mistä mahdolliset säästöt syntyisi. Erittelyn tuloksena 173 voiteluhuollosta löydettiin 71 öljynvaihtoa. Loput olivat eri kohteiden rasvauksia, voiteluhuoltokierroksia ja tarkastuksia.

5.2 Öljyn valinta

Öljyalaadun mahdollisen muuttaminen synteettiseen tuli toimeksiantajan toivomuksesta. Tarkoituksena oli selvittää, millaisia säästöjä ja hyötyjä syntyisi synteettiseen tai laadukkaampaan öljyyn siirryttäessä.

Arkittamalla vaihdemoottoreita käytetään kuljettimilla, jotka siirtävät palleja rampistoja pitkin. Suurimmat vaihdelaatikot ovat arkkileikkureilla, jossa ne pyörittävät poikkileikkausteriä, kuljettimia ja erilaisia teloja. Tilavuudet ovat arkittamon vaihdelaatikoissa suurimmillaankin alle 80 litraa. Yhteensä vaihdelaatikoita arkittamalla on käytössä satoja, mutta tarkkaa määrää on lähes mahdoton sanoa. Suurin osa vaihdelaatikoista pyörii vuorokauden aikana vain tunnin eivätkä ne ole tuotannon kannalta kriittisessä paikassa, joten niiden öljynvaihtovälit ovat todella pitkiä.

Lisäksi olosuhteet ovat vakiot suurimmalla osalla vaihteistoja, koska ne ovat kuivassa ja sisätiloissa. Tämä selittää myös sitä, miksi öljynvaihtoja on arkittamolle merkitty vain 71. Nämä öljynvaihdot ovat kriittisille kuljettimille ja sellaisille vaihdelaatikoille, joiden käyttöaste on hyvin korkea. Hyvänä esimerkkinä tästä on arkkileikkureiden poikkileikkausyksikön vaihdelaatikko, joka pyörii vuorokauden ympäri.

5.2.1 Nykyiset öljyt

Arkittamon vaihdelaatikoissa käytetään pääsääntöisesti Mobilgear 600 XP 220 -öljyä. Joissakin kohteissa, kuten terminaalissa, on käytössä synteettinen vaihteistoöljy Mobil SHC 630. Synteettisen öljyn käyttö on perusteltua, koska terminaalien lämpötilanvaihtelut ovat vuoden akaan hyvin suuret.

5.2.2 Vertailuun valittavat öljyt

Arkittamalla on käytössä saman valmistajan vaihdemoottoreita. Vaihdemoottorien vaihteet ovat pääsääntöisesti 1-portaisia kartiopyörävaihteita, joten vertailua tehtiin kyseisen vaihdemoottorin ominaisuuksien perusteella. Ensiksi otettiin selvää öljyistä, jotka soveltuvat vaihdemoottoreihin ja tämän jälkeen vertailtiin

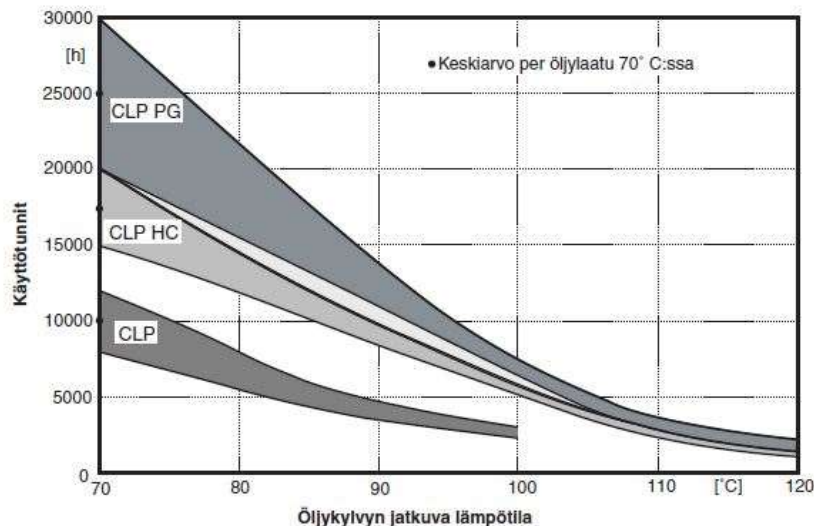
öljyjen ominaisuuksia ja soveltuvuuksia vaihdelaatikoihin. Vertailussa piti myös kiinnittää huomiota tiivistemateriaaleihin ja öljyjen sekoitettavuuteen. Lisäksi samalla selvitettiin, miten paljon pidempi vaihtoväli olisi synteettisellä öljyllä.

Vaihdemoottoreihin löytyi valmistajalta käyttöohje, jossa ilmeni vaihdelaatikoihin soveltuvat öljyt (liite 3). Liitteestä 3 huomataan että, kartiopyörävaihteisiin soveltuvat Mobilin öljyt ovat

- mineraaliöljy Mobilgear 630
- mineraaliöljy Mobilgear 629
- mineraaliöljy Mobil D.T.E 15M
- mineraaliöljy Mobil D.T.E 11M
- polyglykoli Mobil Glogoyle 30
- synteettinen Mobil SHC 630
- synteettinen Mobil SHC629.

Aikaisemmin vaihteissa on käytetty viskositeetilta VG 220 öljyä, joten vertailuun valittiin lähellä samaa viskositeettia olevat Mobil Glygoyle 30 ja SHC 630 öljyt.

Seuraavaksi etsittiin valmistajan suositukset öljyjen vaihtovälille. Vaihtoväleistä löydettiin kuva 6, josta huomataan, millaisia vaihtovälejä suositellaan normaaleissa olosuhteissa.



KUVA 6. Öljyjen vaihtovälit (16, s. 11)

Kuvassa 6 CLP -käyrä on mineraaliöljyjen vaihtoväli, CLP HC -käyrä synteettisille öljyille ja CLP PG -käyrä on polyglykoleille. Nykyinen käytössä oleva öljy Mobil 600 XP 220 kuuluu käyrälle CLP, koska se on mineraaliöljy. Synteettinen Mobil SHC 630 kuuluu käyrälle CLP HC ja Mobil Glygoyle 30 käyrälle CLP PG. Vaihtovälien keskiarvojen perusteella voidaan todeta, että siirtyminen synteettiseen öljyyn lähes kaksinkertaistaa öljyjen vaihtovälin. Jos käyttöön otetaan polyglykoli, vaihtoväli kasvaa jopa 2,5-kertaiseksi öljykylvyn ollessa 70 °C.

5.2.3 Tiivistemateriaalit

Tiivistemateriaalien kestävydestä oltiin ensiksi yhteydessä valmistajan alue-myöntipäällikköön, jolta saatiin ajantasaista tietoa tiivisteistä. Valmistaja on käyttänyt vaihdemoottoreissa tiivisteitä, jotka ovat joko nitrilikumia (NBR) tai fluorikumia (FKM). Vakio tiivistemateriaali on ollut nitrilikumi. Molemmat tiivistemateriaalit soveltuvat synteettisille öljyille ja asiakas on saanut tilausta tehdessään valita, kummalla öljyllä laatikko toimitetaan. (18.)

Mobil Glygoyle -sarjan öljyjä on mahdollista käyttää myös FKM ja NBR tiivisteiden kanssa. NBR tiivistemateriaalia käytettäessä on kuitenkin käyttölämpötila-alue rajoitettu ja sopivuus on tiedusteltava laitetoimittajalta. Nyrkkisääntönä kuitenkin on, etteivät PAG-pohjaiset öljyt sovellu käytettäväksi samojen tiivisteiden kanssa, kuin mitä mineraaliöljyjen ja synteettisten voiteluaineiden kanssa käytetään (17.)

5.2.4 Öljyjen sekoitettavuus

Kaikki öljyalaadut eivät ole sekoitettavissa keskenään ja ohjeistus on, että öljyjen sekoittamista pitää välttää. Sekoittaminen saattaa heikentää öljyn ominaisuuksia ja yhteisvaikutuksia harvoin tunnetaan. (7, s. 74.) Suunnitellessa mineraaliöljyjen korvaamista laadukkaimmilla öljyillä on huomioitava, että öljyn vaihdon yhteydessä osa vanhasta ja uusi öljy sekoittuvat aina keskenään. Tämä saattaa vaikuttaa uuden öljyn ominaisuuksiin heikentävästi.

Synteettisen Mobil SHC 630- ja 600 XP 220 -öljyn sekoitettavuutta tiedusteltiin Mobilin yhteyshenkilöltä Miika Kojoselta. Hänen mukaansa Mobilin mineraaliöljyt voidaan korvata vastaavalla synteettisellä öljyllä ja vaihdon yhteydessä pieni öljyjen sekoittuminen ei heikennä öljyn ominaisuuksia. Huuhtelua kuitenkin suositellaan, ja jos vaihdelaatikot ovat pieniä, voidaan useamman vaihdelaatikon huuhteluun käyttää samaa öljyä. (19.)

Puolestaan Mobil Glygoyle -sarjan tuotteita ei saisi käyttää sellaisissa paikoissa, joissa on käytetty mineraaliöljyä tai synteettisiä voiteluaineita. Mikäli öljyä kuitenkin käytetään sellaiseen paikkaan, jossa on mineraaliöljyä ollut, tulee laatikko huudella perusteellisesti ennen uuden öljyn laittamista. Lisäksi Glygoyle käytössä on huomioitava sen sekoittuminen veden kanssa. Glygoylen on painavampaa kuin vesi, joten se ei erotu pohjalle vaan jää öljyn pinnalle (17.)

5.2.5 Öljyvertailun johtopäätökset

Vertailun tuloksena päätettiin siirtyä Mobil SHC 630-öljyä vastaavan mineraaliöljyn sijaan. Synteettiseen öljyyn siirtyminen Mobil Glygoyle 30 sijasta on turvallisempaa ja vaihtotoimenpiteet helpommat huuhtelun osalta. Monet vaihdelaatikoista on hyvin hankalissa paikoissa ja perinpohjainen huuhtelu olisi hyvin työläs toimenpide.

SHC 630 valintaa puoltaa myös sen laajempi käyttölämpötila-alue, kuin mitä Glygoyle 30:llä on (liite 3). Varsinkin pakkasenkestävyys on synteettisellä SHC 630:llä parempi. Jos siirryttäisiin mineraaliöljystä Glygoyle 30 öljyyn, olisi myös tiivisteiden kestävyys varmistettava huolella. Tiivisteinä voisi käyttää NBR -materiaaleja, mutta silloin niiden käyttölämpötila-alue on rajoitettu. Synteettiseen öljyyn siirryttäessä ei tätä riskiä ole, vaan tiivisteinä kestävät samat tiivisteet kuin mineraaliöljyillä.

Joihinkin arkittamon kunnossapitopiiriin kuuluviin vaihdelaatikoihin on laitettu jo aikaisemmin SHC 630 öljyä, mikä edelleen vahvistaa päätöstä. Päätös siirtyä käyttämään useammassa paikoissa samaa öljyä, vähentää öljynimikkeiden määrää varastossa ja siten yksinkertaistaa toimintaa.

5.2.6 Tulokset

Siirryttäessä käyttämään synteettistä Mobil SHC 630 -öljyä syntyvät säästöt vähentyneistä työtunneista harventuneiden öljynvaihtojen myötä. Mineraaliöljyn ja synteettisen öljyn hinnoissa on sen verran pieni ero, että työntuntien väheneminen-puoleen ylittää helposti öljyn hinnan nousun. Lisäksi öljynkulutus pienenee, koska öljyjä vaihdetaan yhä harvemmin.

Arkittamon tapauksessa laskettiin öljynvaihtojen määrä, öljyjen keskimääräinen vaihtoväli eli sykli sekä öljynkulutus (liite 4). Tästä päästiin käsiksi nykyisiin kustannuksiin öljynvaihtoissa. Työtunnille käytettiin hintana 40 €/h. Kun öljynvaihtojen väli kaksinkertaistuu ja öljyn hinta on vaihdettu synteettiseen, syntyy laskelemien perusteella 5 vuodessa säästöä noin 4 400 euroa. Välillisesti säästöä syntyy myös esimiehien vähentyneestä työsuunnittelusta, öljynvaihtojen valmistelusta ja öljyjen kierrätyksestä. Lisäksi säästöä tulee laskevasta energiankulutuksesta, joka on Mobilin testien mukaan 1-portaisessa vaihdelaatikossa noin 0,5 %. (19.)

5.3 Voiteluhuoltojen nykytilanne

Kun öljyvertailu saatiin päätökseen, siirryttiin voiteluhuoltojen työmääräimiin. Työmääräinten vanhentunut sisältö tiedostettiin jo etukäteen, mutta todellisen tilanteen kartoittaminen vaati järjestelmällistä työtä. Voitelun ennakkohuollot oli eritelty öljyjen vertailua varten, joten lähtökohdat olivat selkeät. Lisäksi arkittamo on jaettu kolmeen ennakkohuoltoalueeseen, joista yksi alue kuuluu yhdelle asentajalle. Alueet vaihtuvat asentajien kesken 4 kuukauden välein ja asentajan tehtävänä tuona aikana on huolehtia kyseisen alueen käynnin aikaisista ennakkohuolloista.

Kartoituksen alussa paljastui, ettei työmääräimiä ollut tehty loppuun saakka ja ne olivat lähestulkoon kokonaan laitevalmistajan jäljiltä 20 vuoden takaa. Niistä puuttui olennaista tietoa asentajien ja kunnossapitoinsinöörien kannalta. Työmääräimistä ei ilmennyt rasvavoitelun kannalta tärkeitä yksityiskohtia, kuten nip-

pojen määrää, tarkkaa sijaintia, tai loogista voitelureittiä. Kaikista työmääräimistä ei löytynyt myöskään kohteisiin sopivia rasvoja, öljyjä tai niiden SAP-nimikkeitä. Joissakin ohjeissa ne olivat, osasta puuttuivat tai ne olivat vanhentuneita, joten yhtenäistä kokonaisuutta ei ollut. Lisäksi jakoa käynnin aikaisiin ja seisokinaikaisiin ei ollut selkeästi tehty, mikä vaikeutti kunnossapitoinsinöörin töiden suunnittelua. Lisäksi huomattiin, että voiteluhuoltojen työmääräimien kehittämistä ja päivittämistä tarvitaan todella monessa kohteessa, jotta ohjeistus arkittamalla olisi yhtenäinen.

5.4 Pilottikohteen valinta

Excel-taulukoita tutkiessa tuli selville, että arkittamon voiteluhuollot vaativat kehittämistä enemmän kuin mitä opinnäytetyössä ehdittäisiin tekemään, joten kartoituksen pohjalta valittiin pilottikohde ja aihetta rajattiin tarkemmin. Pilottikohteen valintaan sovellettiin RCM-menetelmän periaatteita. Huomioon otettiin työmääräimien ajantasaisuus ja päällekkäisyys sekä laitteen kriittisyys osana tuotantoprosessia. Valintaan vaikutti myös asentajien mielipiteet ja kohde, joka nousi esille työmääräimiä tutkiessa.

Pilottikohteen kehittämiseen laadittiin suunnitelma, jonka mukaan kohdetta tul-taisiin kehittämään (liite 5). Samaa suunnitelmaa voitaisiin myös käyttää tulevaisuudessa minkä tahansa laitteen kehittämiseen ja soveltaa muihinkin ennakkohuoltoihin kuin voiteluhuoltoihin. Työkalulla on mahdollista saada hyvin nopealla tahdilla muutoksia aikaan ja antaa selkeät ohjeet, miten kehittämisprosessi voidaan viedä läpi.

Lopulliseksi kohteeksi valikoituivat arkkileikkurit 3 ja 4, jotka ovat peilikuvat toisistaan. Excelin mukaan näillä leikkureilla oli suurin määrä erilaisia ennakkohuoltoja. Työmääräimet olivat myös sisällöltään puutteellisia ja vaativat korjauksia. Lisäksi valintaan vaikutti se, että 3 ja 4 arkkileikkuri ovat arkittamon tuotannon kannalta olennaisia koneita ja niiden huoltoihin kannattaa panostaa. Asentajat olivat myös huomanneet hyvin paljon kehitettävää kyseisten koneiden voiteluhuolloissa.

5.4.1 Havaitut kehittämiskohteet

Ensimmäiseksi käytiin tulostetut työmääräimet asentajan kanssa läpi ja katsottiin, mille kohteille voiteluhuollot olivat. Työmääräimistä viisi lajiteltiin erilleen, koska ne melko varmasti säilyvät entisellään. Kohteet olivat kiertovoiteluöljyn vaihtaminen poikkileikkausyksiköille, limitysosan alipaineimurin vaihdelaatikoiden öljynvaihdot ja jäännösruullakuljettimen vaihdelaatikon öljynvaihto. Työt olivat sellaisia, joiden vaihto on suoritettava seisokin aikaan, eikä niitä voida yhdistää järkevällä tavalla voiteluhuoltokierroksiin. Lisäksi ne ovat töitä, jotka on hyvä löytää SAP:sta eriteltyinä, jotta kunnossapitoinsinöörin on mahdollista suunnitella seisokkeja.

Tämän jälkeen arkkileikkureille tehtiin liitteen 6 mukaiset voiteluhuoltokierrokset. Kierros tehtiin järjestelmällisesti alusta loppuun ja kaikki rasvattavissa olevat kohteet rasvattiin. Samalla kirjattiin ylös muistiin nipponen määrät ja tarkat sijainnit, rasvan määrä ja vaihdelaatikat, joista on hyvä tarkistaa öljynmäärät ja vuodot. Rinnalla luettiin SAP:sta löytyneitä ohjeita ja verrattiin niitä käytäntöön.

Kierroksen aikaan huomattiin, etteivät olemassa olevat työmääräimet eiväts vastaa voiteluhuoltokierrosta. Työmääräimet eivät kerro todellista reittiä, niistä ei ilmene nipponen sijaintia ja määrät ovat virheelliset. Työmääräimet oli jaettu seisokin ja käynnin aikaisiin, mutta niiden sisältöä ei ole tehty vastaamaan käytäntöä. Liitteessä 5 on vanha voiteluhuolto, joka on laadittu valmistajan ohjeen mukaan seisokin ajalle.

Lisäksi muutama rasvattava kohde oli sellaisia, ettei kaikilla asentajilla ollut tietoa niistä. Nipat sijaittivat arkkileikkurin limitysyksikön telojen päissä ja ne olivat hyvin hankala huomata. Työmääräimeen kirjoitettiin huomautus, että rasvanipat ovat hankalassa paikassa.

5.4.2 Tehdyt muutokset

Voiteluhuoltokierroksien pohjalta kerättyjen tietojen pohjalta laadittiin uudet voiteluhuoltokierrokset. Jako tehtiin selkeästi käynnin aikaiseen ja seisokin aikaiseen huoltoon ja ohjeet kirjoitettiin kokonaan uusiksi. Liitteessä 7 on esitetty uusi seisokin aikainen voiteluhuoltokierros arkkileikkureille 3 ja 4. Voiteluhuoltokierroksen tekstistä tehtiin tiivis, havainnollistava ja merkattiin rasvanippojen tarkat sijainnit. Lisäksi voitelureitti suunniteltiin siten, että se on looginen ja se on helppo muistaa. Työmääräimien sisältö vielä päivitettiin käytettävien rasvojen ja öljyjen osalta.

Kun reittiä suunniteltiin ja voiteluhuoltokierroksen sisältöä mietittiin, huomasimme, että osa töistä oli aivan ylimääräisiä ja ne voitaisiin yhdistää uuteen voiteluhuoltokierrokseen. Voiteluhuoltokierrokseen yhdistettiin jäännösruullakuljettimen ja aukirullauspukkien voitelu sekä kaksi keskusvoitelujärjestelmän täyttöä. Ne olivat aikaisemmin olleet omina töinään, mutta ne ovat tehtävissä voiteluhuoltokierroksen aikana.

Lisäksi öljynvaihtojen huoltosuunnitelmia saatiin vähennettyä, koska hyllynjakokuljettimen ja hylkylaatikonsyöttökuljettimen öljynvaihdot voitiin yhdistää. Vaihdelaatikot sijaitsevat aivan vierekkäin, joten ne on loogista laittaa samalle työmääräimelle. Tällöin vältetään tilanteelta, jossa öljyt kyseisiin vaihteisiin vaihdettaisiin esimerkiksi eri päivinä.

5.4.3 Tulokset

Ennen työn aloittamista arkkileikkureilla 3 ja 4 oli SAP:ssa 28 suunniteltua voiteluhuoltoa ja tarkastusta. Uudelleen suunnittelun, töiden kohdentamisen ja yhdistelemisen avulla saatiin työmääräimiä vähennettyä puoleen. Nykyisin SAP:ssa on 14 voiteluhuoltoa ja tarkastusta arkkileikkureille 3 ja 4. Molemmille leikkureille laadittiin selkeät käynnin aikaiset voiteluhuollot ja seisokin aikaiset huollot. Käytännössä seisokin aikaiset voiteluhuollot ja tarkastukset vähentyivät 12 huollosta viiteen. Tämä tarkoittaa sitä, että resursseja vapautuu seisokkien ennakohuolloista muuhun toimintaan ja töiden suunnittelu kunnossapitoinsinööritä

helpottuu. Kun seisokit saadaan onnistumaan ja kaikki tarvittavat työt pystytään tekemään seisokin aikaan, parantaa se koneen luotettavuutta, tuotteiden laatua sekä asiakastytyvääisyyttä.

5.4.4 Kustannusvaikutus

Vähentyneistä huolloista tehtiin kustannuslaskelmia, jotka saatiin aikaan soveltamalla RCM:n periaatteita arkittamon voiteluhuoltoihin sekä tarkistuksiin (liite 8). Laskelmissa on käytetty kunnossapitoasentajan tuntihintana 40 euroa. Työajat ovat otettu SAP:n vaiheluettelosta, jossa on arvioitu kullekin työlle sen suorittamiseen vaadittu aika. Työmääräimien vähentämisen ja töiden kohdentamisen avulla saatiin voiteluhuoltoihin ja tarkistuksiin käytettyä aikaa pienennettyä 12,7 tunnilla jokaista 10 viikon sykliä kohti. Sykliin sisältyy sekä käynnin aikaiset, että seisokin aikaiset huollot. Tämä tarkoittaa sitä, että säästöä vuodessa kertyy arviolta 2 500 euroa ja 5 vuodessa noin 12 700 euroa.

6 POHDINTA

Opinnäytetyön aiheena oli arkittamon voiteluhuoltojen kehittäminen ja mahdollinen öljyalaadun vaihtaminen Stora Enso Oy:n tehtaalla Oulun arkittamolla. Arkittamolla oli entuudestaan ennakkohuolto-ohjelma voiteluhuolloille, mutta siinä oli havaittu puutteita. Puutteita oli muun muassa voiteluhuoltojen ajoituksessa, sisällöissä ja työmääräimissä. Lisäksi voiteluhuoltojen jakamista käynnin aikaisiin ja seisokin aikaisiin ei ollut jaettu selkeällä tavalla.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, kannattaako nykyiset mineraaliöljyt korvata synteettisillä öljyillä ja millaisia säästöjä siitä saattaisi syntyä. Toisena tavoitteena oli arkittamon voiteluhuoltojen nykytilan kartoittaminen ja kehittäminen, jotta ne olisivat ajan tasalla ja tehtävissä tehokkaalla tavalla.

Vertailemalla eri öljyjä ja laskelmien perusteella havaittiin, että nykyiset mineraaliöljyt kannattaa korvata synteettisillä öljyillä. Säästöt syntyvät kaksinkertaisiksi kasvaneista vaihtoväleistä ja siten vähentyneestä työmäärästä (liite 4). Lisäksi mineraaliöljyn korvaamista synteettisellä öljyllä puoltaa Stora Enson ISO 50001 -energianhallintajärjestelmä sertifiointi, jonka tarkoitus on pienentää energiankulutusta 1,5 % vuodessa. Synteettisellä öljyllä saadaan kasvatettua laitteiden hyötysuhdetta noin 0,5 % normaaleissa olosuhteissa ja samalla energiankulutus pienenee. (19.) Synteettistä öljyä kuluu lähes puolet vähemmän kuin vastaavaa mineraaliöljyä, koska vaihtoväli on pidempi. Toimenpiteinä öljyalaadun vaihdossa pitää huomioida työmääräimien ja huoltosykliden päivittäminen SAP:iin.

Voiteluhuoltojen määrä vähentyi aikaisemmasta 28 voiteluhuollosta 14 huoltoon soveltamalla RCM:n periaatteita. Tämä tehostaa toimintaa ja tasaa työkuormaa seisokkihuoltojen ja käynnin aikaisten huoltojen välillä. Lisäksi töiden suunnittelu kunnossapitoinsinööriltä helpottuu, koska työmääräimistä löytyy NET-tilaan vaadittavat toimenpiteet, kuten mihin asentoon nostopöytä jätetään, jotta se on voideltavissa. Yhtenä puutteena kartoitusvaiheessa huomattiin myös, etteivät kaikki asentajat tienneet muutamaa voideltavaa kohdetta eikä useimpia kohteita

edes löytynyt vanhoista työmääräimistä. Uusien työmääräimien mukana tullut suunniteltu voiteluhuoltokierros ja tarkasti paikallistetut kohteet auttavat tulevaisuudessa uusien työntekijöiden perehdyttämisessä ja yhdenmukaistavat toimintaa nykyistenkin asentajien välillä. Laskelmien mukaan kehityksestä saadaan säästöä 5 vuoden aikana noin 12 700 euroa, mutta tähän tulokseen kannattaa suhtautua kriittisesti. Todellisten suoritusaikojen tarkka arviointi on hankalaa.

Mielestäni arkittamalla on paljon kehitettävää voiteluhuolloissa ja ennakkohuolloissa sekä suhtautumisessa niiden tärkeyteen. Pientenkin vikojen raportoiminen eteenpäin ja kehittämiskohteiden kirjaaminen muistiin kehittäisi toimintaa tulevaisuudessa. Voiteluhuolloissa kehityskohteiksi voisi ottaa loput arkkileikkurit. Niiden jälkeen päivitettäisiin arkkipakkauslinjojen, riisinkäärintöjen, risteysasemien ja terminaalin voiteluhuollot. Varsinkin arkkipakkauslinjoilla on asentajien mukaan hankalasti voideltavia kohteita. Joitakin voideltavia kohteita voisi putkittaa, jolloin voitelun voisi suorittaa konetta pysäyttämättä. Lisäksi riisinkäärintöjen voitelun automatisointia voisi pohtia. Rasvattavat kohteet voisi merkitä huomiotarroilla, jolloin hankalatkin paikat olisivat helpommin havaittavissa. En näkisi myöskään pahana asiana, että laakerien vikaantumisen ja voitelemisen järjestettäisiin koulutus, koska arkittamalla on todella paljon erilaisia laakereita.

Työtä pidin kokonaisuudessaan mielenkiintoisena ja todella opettavaisena. Aivan alkuun työ tuntui pieneltä, mutta loppujen lopuksi laajeni niin paljon, että aihetta piti rajata uudelleen koskemaan arkkileikkureita 3 ja 4. Työssä oli hienoa yhdistää teoriaa käytäntöön öljynvalinnassa ja kartoittaa arkittamon voiteluhuoltojen kokonaistilannetta. Suurimpana haasteena työssä oli kokonaisuuden hahmottaminen ja tapa, jolla toimintaa kehitetään, koska laitteita ja työmääräimiä oli paljon. Lisäksi koin haasteena sen, miten tehdä työ, jotta arkittamon voiteluhuoltojen kehittäminen jatkuu myös tulevaisuudessa. Uskon kuitenkin, että työ on antanut hyvän pohjan voiteluhuoltojen kehittämiseksi.

LÄHTEET

1. Tietoa meistä. Efora Oy. Saatavissa: <http://www.efora.fi/#tietoa-meista>. Hakupäivä 24.1.2017.
2. Stora Enso Historia. Stora Enso Oyj. Saatavissa: <http://www.storaenso.com/lang/finland/about/Pages/history.aspx>. Hakupäivä 24.1.2017.
3. Stora Enso lyhyesti. Stora Enso Oyj. Saatavissa: <http://www.storaenso.com/lang/finland/about/Pages/stora-enso-brief.aspx>. Hakupäivä 24.1.2017.
4. Kuntoon perustuva kunnossapito. 2009. Kunnossapitoyhdistys Promaint ry. Helsinki: KP Media Oy.
5. Kunnossapito. 2006. Kunnossapidon julkaisusarja, N:o 10. Kunnossapitoyhdistys ry. Helsinki: KP Media Oy.
6. Tuotanto-omaisuuden hoitaminen. 2012. Kunnossapitoyhdistys Promaint ry. Kunnossapito 5., uudistettu painos. Helsinki: KP-Media Oy.
7. Teollisuusvoitelu. 2013. Kunnossapitoyhdistys Promaint ry. Helsinki: KP-Media Oy.
8. Asp, Risto — Tuominen, Timo — Hyppönen, Heikki. Voiteluaineet: Perusteet. Opetushallitus. Saatavissa: http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/mekaniikka_e01_voiteluaineet_perusteet.html. Hakupäivä 30.1.2017.
9. What Is Lubrication? Wesh Cash. Noria Corporation. Saatavissa: <http://www.machinerylubrication.com/Read/28766/what-is-lubrication>. Hakupäivä 30.1.2017.

10. Kauranne, Heikki – Kajaste, Jyrki – Vilenius, Matti 2013. Hydrauliteknikka. 2., uudistettu painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
11. ISO viscosity Classification. Viscopedia. Saatavissa: <http://www.viscopedia.com/viscosity-tables/substances/iso-viscosity-classification/>. Hakupäivä 31.1.2017.
12. Asp, Risto — Tuominen, Timo — Hyppönen, Heikki. Mekaniikka: Voiteluaineet → Voitelurasvat. Opetushallitus. Kunnossapitoyhdistys ry. Saatavissa: http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/mekaniikka_e05_voiteluaineet_voitelurasvat.html. Hakupäivä 2.2.2017.
13. Asp, Risto — Tuominen, Timo — Hyppönen, Heikki. Mekaniikka: Voiteluaineet → voiteluöljyt. Opetushallitus. Kunnossapitoyhdistys ry. Saatavissa: http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/mekaniikka_e03_voiteluaineet_voiteluoljyt.html. Hakupäivä 7.2.2017.
14. Katz, Steven. 5 Ways to Prevent Bearing Failures. Emerson Bearing. Saatavissa: <http://www.machinerylubrication.com/Read/28854/prevent-bearing-failures>. Hakupäivä 7.2.2017.
15. SKF bearing maintenance handbook. SKF group. 2010. Saatavissa: <http://skf.elanders.cn/media/custom/upload/File-1352446538.pdf>. Hakupäivä 7.2.2017.
16. Käyttöohje 1050433 8/FI. 2000. SEW Eurodrive. Saatavissa: <http://download.sew-eurodrive.com/download/pdf/10504338.pdf>. Hakupäivä 2.2.2017.
17. Mobil Glygoyle -sarja. 2003-2017. Exxon Mobil Corporation. Saatavissa: <http://www.mobil.com/finnish-FI/Industrial/pds/GLXXMobil-Glygoyle-Series-Oils>. Hakupäivä 16.3.2017

18. Aluemyyntipäällikkö, SEW Eurodrive Oy. 2017. Re: Keskustelu tiivisteistä ja vaihdemoottoreista. Sähköpostiviesti.

19. Kojonen, Miika. Senior Lubrication Field Engineer, ExxonMobil Finland Oy Ab. Keskustelut helmikuun - maaliskuun 2017 aikana.

LIITTEET

Liite 1 Excel-taulukko lajittelun jälkeen

Liite 2 Voiteluhuoltojen Excel-taulukko

Liite 3 Voiteluaineiden soveltuvuus SEW-vaihdemoottoreihin

Liite 4 Säästöt öljyalaadun vaihtamisesta

Liite 5 Voiteluhuoltojen kehittäminen vaiheittain

Liite 6 Vanha voiteluhuolto

Liite 7 Uusi seisokin aikainen voiteluhuoltokierros

Liite 8 Säästöt voiteluholloissa

EXCEL-TAULUKKO LAJITTELUN JÄLKEEN

LIITE 1

	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
		VL-ryhmä	Ryhmälaskuri	Kutsupäivämäärä	Kutsuväli	Kutsuvälyyks.	Sykli	Yksikkö	Syklin alku	Nimike	ABC-tunnus	Vast. työpiste	Suunn.ryhmä	Toimintopaikka	Nimitys
1	Huoltor. teksti														
2	VOITELUT, TARKASTUKSET	64434	1	18.1.2017	060	VKO	10	VKO	28.01.2010			FI0U2800	402	FI-OU-401-020-040	AL1 ARKKILEIKKAUS
3	VOITELUHUOLTO	4013	1	9.10.2017	312	VKO	50	VKO	22.12.2008			FI0U2800	402	FI-OU-401-020-040-040	AL1 AUKIRULLAUS
4	HUOLTO, RULLAUSPÄÄT	63572	10	26.1.2017	040	VKO	10	VKO	17.03.2010			FI0U2800	402	FI-OU-401-020-040-040	AL1 AUKIRULLAUS
5	VAIHTO, JARRUKALVOT	63572	2	17.2.2017	180	VKO	80	VKO	16.09.2009			FI0U2800	402	FI-OU-401-020-040-040	AL1 AUKIRULLAUS
6	AL1 JARRUPALOJEN VAIHTO	59778	3	15.3.2017	060	VKO	30	VKO	25.04.2013	C		FI0U2800	402	OU-2811311	AL1 AUKIRULLAUSOSA 1
7	HUOLTO JA TARKASTUS	87623	1	3.4.2017	018	KK	6	KK	10.10.2016			FI0U2800	402	OU-2811319	AL1 EXTOR SUODATTINYSIKKÖ
8	SUODATTIMEN VAIHTO	87623	1	18.1.2017	030	VKO	10	VKO	09.11.2016			FI0U2800	402	OU-2811319	AL1 EXTOR SUODATTINYSIKKÖ
9	TERÄN VAIHTO, HYLYNREPIJÄ	63573	1	13.11.2017	150	VKO	50	VKO	17.02.2010	C		FI0U2800	402	OU-2811303	AL1 HYLYNREPIJÄ
10	VOITELUHUOLTO	63782	2	24.4.2017	208	VKO	30	VKO	11.08.2008	B		FI0U2800	402	OU-2802101	AL1 HÄKKIVAUNU 1
11	VOITELUHUOLTO	63720	2	23.8.2017	156	VKO	50	VKO	26.05.2009	C		FI0U2800	402	OU-2811127	AL1 JÄÄNÖSRULLAN KÄÄNTÖLA
12	TARKASTUS, LÄTÖJÄ	63574	3	15.3.2017	078	VKO	20	VKO	26.12.2009			FI0U2800	402	FI-OU-401-020-040-070	AL1 LADONTA
13	Täytinmoottorien vaihto	63574	10	8.12.2017	156	VKO	52	VKO	01.08.2016			FI0U2800	402	FI-OU-401-020-040-070	AL1 LADONTA
14	TERÄN VAIHTO, PITUUSLEIKKAUS	63722	6	20.4.2017	090	VKO	30	VKO	12.07.2010			FI0U2800	402	FI-OU-401-020-040-050	AL1 LEIKKAUS
15	TARKASTUS, ALIPAINEPUMPPU	63728	1	21.2.2017	030	VKO	10	VKO	17.03.2010	B		FI0U2800	402	OU-2811318	AL1 LIMITYSOSAN ALIPAINEMURI
16	ÖLJYN VAIHTO	63728	3	5.9.2017	156	VKO	52	VKO	26.12.2009	B		FI0U2800	402	OU-2811318	AL1 LIMITYSOSAN ALIPAINEMURI
17	TARKASTUS KIILAHIHNAT	63728	5	8.9.2018	072	KK	24	KK	10.10.2016	B		FI0U2800	402	OU-2811318	AL1 LIMITYSOSAN ALIPAINEMURI
18	KIILAHIHNOJEN VAIHTO	63728	6	2.10.2017	156	VKO	52	VKO	14.10.2016	B		FI0U2800	402	OU-2811318	AL1 LIMITYSOSAN ALIPAINEMURI
19	VAIHTO, SOFTEC:IN RULLIEN PINNAT	63726	1	15.6.2017	000	PV	52	VKO	01.01.2011	B		FI0U2800	402	OU-2811312	AL1 LIMITYSOSAN ALIPAINEMURI
20	TERÄN VAIHTO	63598	7	1.9.2017	156	VKO	52	VKO	26.05.2009	A		FI0U2800	402	OU-2811205	AL1 POIKKILEIKKAUS
21	VOITELUVAINEEN VAIHTO	63598	8	4.10.2017	156	VKO	50	VKO	04.08.2009	A		FI0U2800	402	OU-2811205	AL1 POIKKILEIKKAUS
22	TELAN VAIHTO	63598	9	7.5.2018	312	VKO	104	VKO	26.05.2008	A		FI0U2800	402	OU-2811205	AL1 POIKKILEIKKAUS
23	Poikkileikkauksen terärummun puhdistus	63598	15	18.1.2017	030	VKO	10	VKO	09.11.2016	A		FI0U2800	402	OU-2811205	AL1 POIKKILEIKKAUS
24	POIKKILEIKKAUKSEN VÄLYSTEN MITTAUS	63598	16	25.10.2017	156	VKO	52	VKO	01.12.2016	A		FI0U2800	402	OU-2811205	AL1 POIKKILEIKKAUS
25	VOITELUT, TARKASTUKSET			18.3.2017	030	VKO	9	VKO	28.03.2010			FI0U2800	403	FI-OU-401-020-050	AL2 ARKKILEIKKAUS
26	AL2 RULLAUSPÄÄ HUOLTO	63580	6	26.1.2017	030	VKO	10	VKO	28.04.2010			FI0U2800	403	FI-OU-401-020-050-040	AL2 AUKIRULLAUS
27	VOITELUHUOLTO	63580	11	9.10.2017	300	VKO	50	VKO	01.12.2010			FI0U2800	403	FI-OU-401-020-050-040	AL2 AUKIRULLAUS
28	VAIHTO	63580	3	17.2.2017	180	VKO	80	VKO	22.09.2010			FI0U2800	403	FI-OU-401-020-050-040	AL2 AUKIRULLAUS
29	AL2 JARRUPALOJEN VAIHTO	63579	3	18.2.2019	456	VKO	152	VKO	16.05.2013	C		FI0U2800	403	OU-2812131	AL2 AUKIRULLAUSOSA 1
30	TERÄN VAIHTO, HYLKYTERÄT	63583	1	2.12.2017	100	VKO	50	VKO	07.07.2010	C		FI0U2800	403	OU-2812303	AL2 HYLYNREPIJÄ

VOITELUHUOLTOJEN EXCEL-TAULUKKO

LIITE 2

413222	VOITELUHUOLTOKIERROS, ARKKILEIKKURI	9	VKO		FIOU2800	404	FI-OU-401-020-060	AL3 ARKKILEIKKAUS
413437	VOITELUHUOLTO	50	VKO		FIOU2800	404	FI-OU-401-020-060-040	AL3 AUKIRULLAUS
413989	VOITELUHUOLTO käynnin aikainen	20	VKO	B	FIOU2800	404	OU-2891507	AL3 HYLKYLAATIKON SYÖTTÖKULJETIN
413988	VAIHDEMOOTTORIN ÖLJYN VAIHTO	104	VKO	C	FIOU2800	404	OU-2891506	AL3 HYLYN JAKOKULJETIN
413987	HIHNAKULJETTIMEN HUOLTO käynnin aikainen	20	VKO	C	FIOU2800	404	OU-2891506	AL3 HYLYN JAKOKULJETIN
413473	TARKASTUS	20	VKO	C	FIOU2800	404	OU-2813304	AL3 LAJITTELUPORTTI
413474	VOITELUHUOLTO	10	VKO	C	FIOU2800	404	OU-2813304	AL3 LAJITTELUPORTTI
508626	ÖLJYN VAIHTO	10	VKO	B	FIOU2800	404	OU-2813318	AL3 LIMITYSOSAN ALIPAINEMURI
413409	VOITELUAINEEEN VAIHTO	50	VKO	A	FIOU2800	404	OU-2813205	AL3 POIKKILEIKKAUSYKSIKKÖ
413986	VAIHDEMOOTTORIN ÖLJYN VAIHTO	104	VKO	C	FIOU2800	404	OU-2891505	AL3/4 HYLKYKULJETIN (L=20M)
413985	HIHNAKULJETTIMEN HUOLTO	20	VKO	C	FIOU2800	404	OU-2891505	AL3/4 HYLKYKULJETIN (L=20M)
413225	VOITELUHUOLTOKIERROS, ARKKILEIKKURI	9	VKO		FIOU2800	405	FI-OU-401-020-070	AL4 ARKKILEIKKAUS
413301	VOITELUHUOLTO	50	VKO		FIOU2800	405	FI-OU-401-020-070-040	AL4 AUKIRULLAUS
413993	VOITELUHUOLTO käynnin aikainen	20	VKO	C	FIOU2800	405	OU-2891509	AL4 HYLKYLAATIKON SYÖTTÖKULJETIN
413991	TARKASTUS käynnin aikainen	20	VKO	C	FIOU2800	405	OU-2891508	AL4 HYLYN JAKOKULJETIN
413231	VOITELUHUOLTO	20	VKO	C	FIOU2800	405	OU-2814304	AL4 LAJITTELUPORTTI
508630	ÖLJYN VAIHTO	10	VKO	B	FIOU2800	405	OU-2814318	AL4 LIMITYSOSAN ALIPAINEMURI
413410	VOITELUAINEEEN VAIHTO	50	VKO	A	FIOU2800	405	OU-2814205	AL4 POIKKILEIKKAUSYKSIKKÖ
413273	AUKIRULLAUS GENERAATTORIJARRUJEN RASVAUS	260	VKO		FIOU2800	406	FI-OU-401-020-090-020	AL5 AUKIRULLAUS
413653	VAIHDEMOOTTORIN ÖLJYN VAIHTO	104	VKO	B	FIOU2800	406	OU-2802441	AL5 HÄKKIVAUNU 5
413654	VOITELUHUOLTO	30	VKO	B	FIOU2800	406	OU-2802441	AL5 HÄKKIVAUNU 5
413655	VAIHDEMOOTTORIN ÖLJYN VAIHTO	104	VKO	B	FIOU2800	406	OU-2802441	AL5 HÄKKIVAUNU 5

Voiteluainesuositukset SEW-käyttöille

01 805 492

Vaihdetyyppi	Ympäristön lämpötila				Voiteluainelaji DIN(ISO)	ISO-viskosi-teettiluokka tai NLGI-luokka	Mobil	Shell	Klüber	ARAL	BP	Tribol	TEXACO	Optimol	FUCHS	
	-50	0°C	+50	+100												
HK.. kartiopyörävaihteet		-10	Vakio	+40	CLP (CC)	VG 220	Mobilgear 630	Shell Omala 220	Klüberoil GEM 1-220	Aral Degol BG 220	BP Energol GR-XP 220	Tribol 1100/220	Meropa 220	Optigear BM 220	Renolin CLP 220	
		-25		+80	CLP PG	VG 220	Mobil Glygoyle 30	Shell Tivela WB	Klübersynth GH 6-220	Aral Degol GS 220	BP Enersyn SG-XP 220	Tribol 800/220	Synlube CLP 220	Optiflex A 220		
	*	-40		+80	CLP HC	VG 220	Mobil SHC 630	Shell Omala 220 HD	Klübersynth GEM 4-220	Aral Degol PAS 220		Tribol 1510/220	Pinnacle EP 220	Optigear Synthetic A 220	Renolin Unisyn CLP 220	
	*	-40		+40	CLP (CC)	VG 150	Mobil SHC 629		Klübersynth GEM 4-150							
		-20		+25	CLP (CC)	VG 150 VG 100	Mobilgear 629	Shell Omala 100	Klüberoil GEM 1-150	Aral Degol BG 100	BP Energol GR-XP 100	Tribol 1100/100	Meropa 150	Optigear BM 100	Renolin CLP 150	
		-30	+10		CLP (CC)	VG 68-46 VG 32	Mobil D.T.E. 15M	Shell Tellus T 32	Klüberoil GEM 1-68	Aral Degol BG 46		Tribol 1100/68	Anubia EP 46	Optigear 32	Renolin B 46 HVI	
	*	-40	+10		CLP HC	VG 32	Mobil SHC 624		Klübersynth GEM 4-32					Cetus PAO 46		
	*	-40	-20		CLP HLP (HMI) HC	VG 22 VG 15	Mobil D.T.E. 11M	Shell Tellus T 15	ISOFLEX MT 30 ROT		BP Energol HLP-HM 10			Aircraft Hydr. Oil 15		
HS.. kierukkavaihteet		0	Vakio	+40	CLP (CC)	VG 680	Mobilgear 636	Shell Omala 680	Klüberoil GEM 1-680	Aral Degol BG 680	BP Energol GR-XP 680	Tribol 1100/680	Meropa 680	Optigear BM 680	Renolin CLP 680	
		-20		+60	CLP PG	VG 680 1)	Mobil Glygoyle HE 680		Klübersynth GH 6-680		BP Enersyn SG-XP 680	Tribol 800/680	Synlube CLP 680			
	*	-30		+80	CLP HC	VG 460	Mobil SHC 634	Shell Omala 460 HD	Klübersynth GEM 4-460							
	*	-40	+10		CLP HC	VG 150	Mobil SHC 629		Klübersynth GEM 4-150							
		-20	+10		CLP (CC)	VG 150 VG 100	Mobil D.T.E. 18M	Shell Omala 100	Klüberoil GEM 1-150	Aral Degol BG 100	BP Energol GR-XP 100	Tribol 1100/100	Meropa 100	Optigear BM 100	Renolin CLP 150	
		-25	+20		CLP PG	VG 220 1)	Mobil Glygoyle 30		Klübersynth GH 6-220			Tribol 800/220	Synlube CLP 220	Optiflex A 220		
	*	-40	0		CLP HC	VG 32	Mobil SHC 624		Klübersynth GEM 4-32					Cetus PAO 46		
HW.. vaihteet		-20	Vakio	+40	API SEW GL5 PG	VG 460 2)			Klüber SEW HT-460-5							
	*	-40	+10		API SEW GL5 (-VG 100)	SAE 75W90 (-VG 100)	Mobilube SHC 75 W90-LS									

- ▾ - tehtaan käyttämät voiteluaineet SEW USOCOME (Ranska)
- ▾ - tehtaan käyttämät voiteluaineet SEW EURODRIVE (Saksa)
- ▬ - syntettilinen voiteluaine
- ▬ - mineraalinen voiteluaine

- 1) Kierukkavaihteet momentin ollessa korotettu - öljyn määräytyy SEW:n kanssa
- 2) Erikoisvoiteluaine ainoastaan Spiroplan-vaihteisiin
- * Huomioi kriittinen käynnistyminen alhaisissa lämpötiloissa

- CLP PG - polyglykoli
- CLP HC - syntettiliset hillivedyt
- E - esterioily (veden vaarantamisloukka WGK 1)
- HCE - syntettiliset hillivedyt - esterioily (USDA - H1 -hyväksyntä)

- CLP - mineraalioily
- HLP - hydraulikkaoily

SÄÄSTÖT ÖLJYLAADUN VAIHTAMISESTA

LIITE 4

Ölly	Hinnat €/l
Mobilgear 600 XP 220	x
Mobil SHC 630	x

Esimerkkihinta työlle (€)	40
----------------------------------	----

Tunnit/sykli	h
Öljynvaihdot	150

Vaihtovälit	h	vuosia
Mobilgear 600 xp 220	10000	1,14
Mobil SHC 630	17500	2

Öljynvaihdon vaihtoväli KA	VKO	Vuosia
Nykyinen	112,0	2,2
Synteettisellä	196,0	3,8

Mobilgear 600 XP 220 kustannukset 5v.

Vaihtoja 5 vuodessa	2,3	kpl
Öljynkulutus 5 vuodessa	x	litraa
Työmäärä 5 vuodessa	348,3	tuntia

Öljykustannus	x	€
Työkustannus	x	€
Yhteensä	15018,8	€

Mobil SHC 630 kustannukset 5v.

Vaihtoja 5 vuodessa	1,3	kpl
Öljynkulutus 5 vuodessa	x	litraa
Työmäärä 5 vuodessa	199,0	tuntia

Öljykustannus	x	€
Työkustannus	x	€
Yhteensä	10648,1	€

Säästö	4370,7	€
---------------	---------------	----------

Voiteluhuoltojen kehittäminen vaiheittain

Kartoittaminen aloitetaan kriittisimmistä paikoista ja siirrytään vähemmän kriittisiin.

1. Valitaan kehitettävä kohde (esim. AL-3 ja AL-4)
2. Tulostetaan suunnitellut (vanhat) voiteluennakkohuollot kyseiselle kohteelle
3. Tarkastetaan valittu kohde vanhojen ohjeiden mukaisesti, eli tehdään voiteluhuolto
4. Voiteluhuollon aikana kirjataan ylös kaikki toimenpiteet:
 - a. nippojen sijainti
 - b. nippojen määrä
 - c. rasvan määrä
 - d. öljynvaihdot/tarkistukset
 - e. kohteet joita ei ole vanhassa työohjeessa
 - f. suunnitellaan järkevä/looginen voitelureitti, jotta jokainen paikka tulee voideltua
 - g. kirjataan myös ylös, onko kaikki paikat voideltavissa helposti ja voisiko nipat putkittaa
 - h. Pohditaan mitä tehdään käynninaikaisena huoltona ja mitä seisakin aikaan.
5. Tietojen perusteella nähdään ja ymmärretään kohteet joissa on puutteita!
6. Päätetään, mitkä voiteluhuollot pidetään ennallaan, mitä yhdistellään ja mitkä muutetaan kokonaan.
7. Tehdään luonnos uudesta voiteluhuoltokierroksesta yhdessä asentajan kanssa.
8. Tietojen perusteella tehdään huolloista käynninaikaisia ja seisakinaikaisia voiteluhuoltoja
9. Tehdään voiteluhuolto muutokset SAP:iin
 - a. ohjeen alkuun laitetaan huollossa tarvittavat voiteluaineet.
 - b. kirjoitetaan suunniteltu voiteluhuoltokierros
 - c. tarkastetaan syklit
 - d. laitetaan turvallisuuteen liittyvät vakiotekstit
10. Tarkistetaan uudet voiteluhuollot käytännössä ja mahdolliset virheet korjataan.

VANHA VOITELUHUOLTO

LIITE 6/1

HUOM! KORJAA KYNÄLLÄ ALLAOLEVIIN TEKSTEIHIN VIRHEELLIESET TIDOT.

NET- JA MUUT OHJEET LOPUSSA LISÄTÄÄN TARVITTAESSA.
VOITELUHUOLTO SISÄLTÄÄ TÖITÄ, JOSSA TARKASTETAAN ESIM. LAMEL-
LIKULJETTIMIEN LIUKUJOHTIEDEN, KULUTUSPALJOJEN YM. NÄMÄ PYRI-
TÄÄN TEKEMÄÄN KETJUJA PURKAMATTA, ESIM. TASKULAMPULLA SILMÄ-
MÄÄRÄISESTI. JOS JOKIN PAIKKA ON MAHDOTON TARKISTAA PURKA-
MATTA TAI TYÖ ON MUUTEN LIIAN SUURI JA KUITENKIN OLISI SITÄ
SYYTÄ PITÄÄ SILMÄLLÄ, ILMOITUS TYÖNSUUNNITTELIJALLE NIIN TEH-
DÄÄN SIITÄ ERILLINEN EH. TYÖ. TÄLLÖIN VOIDAAN ARVIOIDA OIKEA
TYÖKUORMA JA SOPIVAT RESURSSIT.

RULLANSYÖTTÖKULJETTIMEN VOITELUHUOLTO

TOIMINTOPAIKKA: OU-2814111 - OU-2814117

*LAMELLIKETJUN KIREYDEN TARKASTUS (KTS. OHJE LOPUSSA) JA
VOITELU (LAMELLIKETJUN NIVELTEN JOTKA ON NÄKYVISSÄ)
*TARKASTA RULLAKULJETTIMEN ALLA OLEVIENTEN LIUKUJOHTEIDEN KUNTO

JÄÄNNÖSRULLAKULJETTIMEN VOITELUHUOLTO

TOIMINTOPAIKKA: OU-2813121 - OU-2813127

*KETJUJEN, OHJAURULLIEN JA NIVELTEN (VAUNUN) TARKASTUS JA
TARVITAESSA VOITELU
*KETJUN KIREYS JA KULUNEISUUS, VAUNUN SISÄPUOLINEN PUHDISTUS JA
TARK. *VAUNUN RULLATARRAIMIEN SIENIKUMINAUHAN KIINNITYKSEN JA
KUNNON TARK.

AUKIRULLAUS VOITELUHUOLTO

TOIMINTOPAIKKA: OU-2814131 - OU-2814137

*RASVANIPPAVOITELU OIKAISULAITTEET (SIIRTO)
RASVANIPPA: 6 KPL/AR. PUKKI (-> korjaa rasvanippojen määrä ja
oikeellisuus. Toimita työnsuunnittelijalle korjausehdo-
tus)RASVAN MÄÄRÄ á 5-15g
*TELOJEN SIIRRON OHJAUSRULLIEN PUHDISTUS JA RASVAUS
*AUKIRULLAUSOSIEN 1-6 LEVEYDENSÄÄTÖRUUVIN PUHDISTUS JA VOITELU
*AUKIRULLAUSOSIEN 1-6 POIKITTAISJOHTEIDEN PUHDISTUS
JA VOITELU

REUNANANOHJAUSYKSIKÖN VOITELUHUOLTO

TOIMINTOPAIKKA: OU-2814141 - OU-2814147

*TELOJEN SIIRRON OHJAUSRULLIEN TARKASTUS JA PUHDISTUS PAI-
NEILMALLA

VANHA VOITELUHUOLTO

LIITE 6/2

PITUUSLEIKKAUSTERIEN ASEMOINNIN VOITELUHUOLTO

TOIMINTOPAIKKA: OU-2814201, OU-2814202

*RASVANIPPAVOITELU TELOJEN LAAKERIT (KORJAA JA TÄYDENNÄ OHJETTA TÄHÄN)

RASVANIPPA: 2 KPL (-> korjaa rasvanippojen määrä)

RASVAN MÄÄRÄ á 5-15g

*TRAPETSIRUUVIEN (SIIRRON RUUVIEN) VOITELU, KEVYT SIVELY.

*KETJUN KIREYDEN JA KULUNEISUUDEN TARKASTUS JA VOITELU

*JOHTEIDEN PUHDISTUS

*KÄYTÖN JA SIIRON HAMMASHIHNOJEN KIREYDEN JA KUNNON TARKASTUS

*SIIRRON RUUVIN MUTTEREIDEN VÄLYKSEN TARKISTUS TARVITTAESSA.

*OHJAUSLEVYN PUHDISTUS BRÄKLEEN-SPRAYLLÄ

POIKKILEIKKAUSYKSIKÖN VOITELUHUOLTO

TOIMINTOPAIKKA: OU-2811205

*RASVANIPPAVOITELUT (SÄHKÖMOOTTORIT)

*KIERTOVOITELUÖLJYN MÄÄRÄN TARKASTUS JA TARVITTAESSA LISÄYS

*PNEUMAATTISEN JARRUN JARRUPALOJEN KUNNON TARKASTUS

TARVITTAESSA VAIHTO SEKÄ TOIMINNAN TARKASTUS

*PITUUSMITTAUSYKSIKÖN TARKASTUS, TARKASTA PYÖRÄN KULUNEISUUS SYLINTERIN VUODOT

NOPEA KULJETIN NIVELAKSELIN VOITELUHUOLTO

TOIMINTOPAIKKA: OU-2814301

*RASVANIPPAVOITELU TELOJEN LAAKERIT. KARDAANI JA MOOTTRI

RASVANIPPA: KARDAANI 2 KPL MOOTTORI 2 KPL (-> korjaa rasvanippojen määrä ja voiteluaineen tyyppi)

RASVAN MÄÄRÄ á 5-15g

LIMITYSYKSIKKÖ 1 JA 2

TOIMINTOPAIKKA: OU-2814305 JA OU-2814312

*RASVANIPPAVOITELU TELOJEN LAAKERIT JA NIVELAKSELIT (KORJAA JA TÄYDENNÄ OHJETTA TÄHÄN)

RASVANIPPA: ?? KPL (-> korjaa rasvanippojen määrä ja voiteluaineen tyyppi)

RASVAN MÄÄRÄ á 5-15g

VANHA VOITELUHUOLTO

LIITE 6/3

*LISÄÄ ALLE OHJEITA JA MUITA HUOMIOITA:
*HAMMASTANKOJEN ULKOPUOLINEN PUHDISTUS JA KULUNEISUUDEN
TARKASTUS ????? KORJAA OHJEET TÄHÄN!
*TAKOSUODATTTIMEN SISÄPUOLINEN PUHDISTUS JA TARKASTUS
(KORJAA OHJEET TÄHÄN)

HYLYNREPIJÄN VOITELUHUOLTO
TOIMINTOPAIKKA: OU-2811303

*RASVANIPPAVOITELU
RASVANIPPA: (-> korjaa rasvanippojen määrä)
RASVAN MÄÄRÄ á 5-15g
*HAMMASHIHNOJEN TARKASTUS *LAAKEREIDEN KUNNON TARKASTUS *PAI-
NEILMALETUKUJEN JA LIITOSTEN TARKASTUS

VAIHTOPORTIN VOITELUHUOLTO
TOIMINTOPAIKKA: OU-2811316

*RASVANIPPAVOITELU
RASVANIPPA: NIPPASARJA HOITOTASOLLA (-> korjaa rasvanippojen
määrä ja täydennä ohjeita tähän tulosteeseen)
RASVAN MÄÄRÄ á 5-15g)
*HAMMASHIHNOJEN TARKASTUS

HIDASKULJETIN 1 JA 2 VOITELUHUOLTO
TOIMINTOPAIKKA: OU-2814311, OU-2814315

*RASVANIPPAVOITELU (NIVELAKSELEIDEN)
RASVANIPPA: NIPPASARJA HOITOTASOLLA KPL -> korjaa rasvanippo-
jen määrä ja täydennä ohjeita tähän tulosteeseen
RASVAN MÄÄRÄ á 5-15g

LAJITTELUPORTIN VOITELUHUOLTO
TOIMINTOPAIKKA: OU-2811304

*RASVANIPPAVOITELU
RASVANIPPA: * KPL -> korjaa rasvanippojen määrä
RASVAN MÄÄRÄ á 5-15g
*VAIHDELAATIKON ÖLJYTASON TARKASTUS NÄKÖLASISTA *TARKISTETAAN
PAINAILMAOHJAUKSEN HUOLTOYKSIKKÖ *TARKISTETAAN VOIMANSIIRTO
JA KULJETUSHIHNOJEN OIKEA KIREYS
JA KULUNEISUUS
*LISÄÄ ALLE OHJEITA JA MUITA HUOMIOITA:

VANHA VOITELUHUOLTO

LIITE 6/4

LATOJAN KULJETTIMIEN VOITELUHUOLTO

TOIMINTOPAIKKA: OU-2814421, OU-2814422, OU-2814431, OU-2814432

OU-2814441, OU-2814442

*VAIHTEEN ÖLJYN KOOSTUMUKSEN, MÄÄRÄN JA VUOTOJEN TARKISTUS. LISÄTÄÄN ÖLJYÄ TARVITTAESSA.

(*KULJETTIMEN MUOVIPROFIILIN KUNNON TARKASTUS. NOSTA LAMELLIA REKKARILLA YLÖS JA TARKISTA KUNTO)

*RULLAKETJUN KIREYDEN TARKASTUS JA VOITELU

*LISÄOHJEITA KULJETTIMEN HUOLLOSTA, KTS. OHJE KULJETTIMIEN HUOLTO LOPUSSA

LATOJAT 1 JA 2 VOITELUHUOLTO

TOIMINTOPAIKKA: OU-2814411 JA OU-2814412

*RASVANIPPAVOITELU

RASVANIPPA: VETOMOOTTORI + KARDAANI 4 NIPPAA, NIPPASARJA 4 NIPPAA/LATOJA JA SYLINTEREIDEN PÄISSÄ SUOJIEEN ALLA KETJURULLAN NIPAT 1 KPL/PUOLI/LATOJA (-> korjaa rasvanippojen määrä ja kohdenna tarkemmin paikat tähän tulosteeseen kynällä)

RASVAN MÄÄRÄ á 5-15g

*LATOJAN NOSTOKETJUJEN TARKASTUS JA VOITELU. TARKASTA KIREYS, KULUNEISUUS

HUOM!! JSA:SSA TODETTUJEN TOIMINTOJEN SUORITTAMINEN JOKA KERTA LATOJALLA: Ketjujen tappien ja lenkkien tulee olla samalla tasalla. -> TARKISTUS JA EHDOTTOMASTI VOITELU

*HAMMASHIHNOJEN TARKASTUS

*SYLINTEREIDEN JA KORVAKKOJEN TARKISTUKSET.

TARKISTA VUODOT JA KIINITYKSET

SEKÄ HUOM! JSA:SSA TODETTUJEN TOIMINTOJEN SUORITTAMINEN:

PÖLY PÄÄSEE KUPPEIHIN SISÄLLE, AUKAISU, PUHDISTUS JA VOITELU!

SAKSINOSTOPÖYDÄN VOITELUHUOLTO

TOIMINTOPAIKKA: OU-2814451, OU-2814452

*RASVANIPPAVOITELU (SYLINTERIN KORVAKOT JA NOSTOPÖYDÄN NIVELET)

RASVANIPPA: * KPL -> korjaa rasvanippojen määrä ja kohdenna tarkemmin paikat tähän tulosteeseen kynällä

RASVAN MÄÄRÄ á 5-15g

JOS PÖYDÄT YLÄASENNOSSA:

*NOSTOPÖYDÄN KORVAKKOJEN TAPIT, TARKISTA KIINITYS

VANHA VOITELUHUOLTO

LIITE 6/5

*NOSTOPÖYDÄN PYÖRIEN TARKASTUS -> VAIHDON TARPEESTA SAP:IIN
ILMOITUS

SIIRTOVAUNUN VOITELUHUOLTO

TOIMINTOPAIKKA: OU-2814510

*KETJUJEN (KÄYTTÖ + MUUT) VENYMÄN TARKASTUS <3% JA VOITELU

*RASVANIPPAVOITELU (KESKILAAKERI)

RASVANIPPA: * KPL -> korjaa rasvanippojen määrä

RASVAN MÄÄRÄ á 5-15g

*SIIRTOVAIHDE, KULJETTIMEN VAIHDE JA PYÖRITYKSEN VAIHDE,
ÖLJYN KOOSTUMUKSEN JA MÄÄRÄN TARKISTUS. LISÄTÄÄN
ÖLJYÄ TARVITTAESSA.

*TARKISTA RUUVILIITOKSET JA KIRISTÄ TARVITTAESSA *TURVAPUSKU-
RIT: TARKASTA KUNTO KOKEILEMALLA *AVOHAMMASVÄLITYS VOITELU

PURISTIMEN VOITELUHUOLTO

TOIMINTOPAIKKA: OU-2813512

*JOHTEIDEN JA OHJAUSLAAKEREIDEN JA HAMMASTANKOJEN PUHDISTUS
,TARKASTUS JA VOITELU

*RASVANIPPAVOITELU

RASVANIPPA: 3 NIPPAA/PUOLI, KÄYTTÖAKSELI 2 NIPPAA (-> korjaa
rasvanippojen määrä)

RASVAN MÄÄRÄ á 5-15g

PURISTIMEN KULJETTIMEN VOITELUHUOLTO

TOIMINTOPAIKKA: OU-2814511

*VAIHTEEN ÖLJYN KOOSTUMUKSEN, MÄÄRÄN JA VUOTOJEN TARKISTUS.
LISÄTÄÄN ÖLJYÄ TARVITTAESSA.

*RULLAKETJUN VOITELU

*KULJETTIMEN HUOLTO KTS. OHJE KULJETTMIEN HUOLTO

RISTIPÖYDÄN VOITELUHUOLTO

TOIMINTOPAIKKA: OU-2814513

*KETJUVOITELU KULJETTIMEN VETO- JA TAITTOAKSELIN PÄISSÄ
OLEVAT RULLAKETJUT

*RULLAKETJUN KIREYDEN TARKASTUS (+ VOITELU)

*NOSTOVAIHDE, KULJETTIMEN VAIHDE SEKÄ PYÖRITYKSEN VAIHDE.
ÖLJYN TARKASTUS JA TARVITTAESSA LISÄYS

VANHA VOITELUHUOLTO

LIITE 6/6

LUOVUTUSKULJETTIMIEN HUOLTO

TOIMINTOPAIKKA: OU-2814514 JA OU-2814515

*RASVANIPPAVOITELU

RASVANIPPA: 8 NIPPAA/KULJETIN, KÄYTTÖAKSELI 2 NIPPAA (-> korjaa rasvanippon määrää)

RASVAN MÄÄRÄ á 5-15g

*VAIHTEEN ÖLJYN KOOSTUMUKSEN, MÄÄRÄN JA VUOTOJEN TARKISTUS. LISÄTÄÄN ÖLJYÄ TARVITTAESSA.

*KÄYTTÖKETJUJEN VOITELU

*KULJETTIMEN MUOVIPROFIILIN KUNNON TARKASTUS. NOSTA LAMELLIA REKKARILLA YLÖS JA TARKISTA KUNTO

*LISÄOHJEITA KULJETTIMEN HUOLLOSTA, KTS. OHJE KULJETTIMIEN-HUOLTO

PALLETIN POISTOKULJETIN (JOSTA VIHIVAUNU HAKEE)

TOIMINTOPAIKKA: OU-2802401

*RASVANIPPAVOITELU

RASVANIPPA: ? (-> korjaa rasvanippon määrää)

RASVAN MÄÄRÄ á 5-15g

*VAIHTEEN ÖLJYN KOOSTUMUKSEN, MÄÄRÄN JA VUOTOJEN TARKISTUS. LISÄTÄÄN ÖLJYÄ TARVITTAESSA.

*KULJETTIMEN HUOLTO KTS. OHJE KULJETTIMIEN HUOLTO

OHJEITA:

KULJETTIMEN HUOLTO-OHJE

TURVATOIMIA

UUSI SEISOKIN AIKAINEN VOITELUHUOLTOKIERROS LIITE 7/1

KAIKKIIN RASVAVOITELUKOHTEISIIN
VOITELURASVA SKF LGMT 2 NIMIKE 161618
RASVAPRÄSSISSÄ 1 ISKU = 1 GRAMMA
RASVAA 5-15 GRAMMAA ELLEI TOISIN MAINITA

LATTIATASOLLA:

- JÄÄNNÖSRULLAKULJETTIMIEN VOITELU 16 NIPPAA
(NIPAT 20 M:N KULJETTIMESSA JA 3 M:N KULJETTIMESSA)
- AUKIRULLAUSPUKKIEN VOITELU. NIPPOJA YHTEENSÄ 14 KPL
(2 NIPPAA AUKIRULLAUSYKSIKKÖÄ KOHDEN) RASVAA 5-10 GRAMMAA
- RULLANSYÖTTÖKULJETTIMIEN KETJUJEN VOITELU PUMPPUPULLOLLA
- AUKIRULLAUSYKSIKÖIDEN KESKUSVOITELUJÄRJESTELMÄN TÄYTTÖ
- PITUUSLEIKKAUSYKSIKÖN JOHTEIDEN PUHDISTAMINEN (BRAKE CLEANER)
- POIKKILEIKKAUSYKSIKÖN KIERTOVOITELUÖLJYN MÄÄRÄN TARKISTUS
JA MAHDOLLINEN ÖLJYN LISÄYS (MOBILGEAR 600XP100 NIMIKE
915089)
- NOPEANKULJETTIMEN NIVELAKSELIN RASVAAMINEN
(SUOJA POIS JA NIPPA ON SEN ALLA)
VARMISTU, ETTÄ RASVAA TULEE JOKAISESTA KUPISTA JA TESTAA
VÄLYKSET
SAMALLA TARKASTETAAN NIVELAKSELIN PÄISSÄ OLEVIEN
VAIHDELAATIKOIDEN ÖLJYMÄÄRÄ ÖLJYSILMISTÄ
- HYLYNREPIJÄN NIVELAKSELIN RASVAUS (2 NIPPAA)
VARMISTU ETTÄ RASVAA TULEE JOKAISESTA KUPISTA.
TESTAA VÄLYKSET
- LAJITTELUPORTIN KOHDALLA OLEVAN KESKUSVOITELUJÄRJESTELMÄN
TÄYTTÖ
- HIDASKULJETTIMEN NIVELAKSELIN VOITELU (1 NIPPA SUOJAN
ALLA)
VARMISTU ETTÄ RASVAA TULEE JOKAISESTA KUPISTA JA TESTAA
VÄLYKSET
- NOSTOPÖYTIEN 1 JA 2 RASVAUS (RASVAA 5-10 GRAMMAA)

UUSI SEISOKIN AIKAINEN VOITELUHUOLTOKIERROS LIITE 7/2

HUOM! JÄTETTÄVÄ NET-TILAA TEHDESSÄ YLÄASENTOON

LATOJEN KESKUSVOITELUJÄRJESTELMÄN TÄYTTÖ
SIJAITSEE LATOJEN 1 JA 2 VÄLISSÄ MANTEREEN PUOLELLA

-SIIRTOVAUNUN RASVAUS (KÄÄNTÖKEHÄN NIPAT 3 KPL TELOJEN
ALLA)
(RASVAA 5-10 GRAMMAA)

-PALLETTIPURISTIMEN RASVAUS. NIPAT SYLINTEREIDEN PÄÄDYISSÄ
2 KPL/PUOLI
LISÄKSI JOHDEKELKOILLE NIPPOJA 3 KPL/ PUOLI

HOITOTASOLLE:

-LATOJEN KETJUJEN SKF VOITELUPATRUUNOIDEN TARKISTUS JA
VAIHTO
VOITELUVAINE SKF LAGD 125/LH100 NIMIKE 958541

-LIMITYSYKSIKÖN RASVAAMINEN
NIPAT TELOJEN PÄÄDYISSÄ JA 2 KPL/PUOLI. HUOM! HANKALAT HUO-
MATA!!
(RASVAA 5-10 GRAMMAA)

-NOPEANKULJETTIMEN NIVELAKSELIN YLEMMÄN NIPAN RASVAUS
(MEREN PUOLELLA HUOLTOLUUKKU RITILIKÖN KOHDALLA
JONKA TAKAA NIVELAKSELI NIPPA LÖYTYY)
VARMISTU ETTÄ RASVAA TULEE JOKAISESTA KUPISTA JA TESTAA VÄ-
LYKSET

	Uudet ennakkohuollot ja tarkistukset (h)	Vanhat ennakkohuollot ja tarkistukset (h)
	6	8
	8	8
	6	2
	8	2
	4	1
	1	0,3
	0,8	2,1
	0,5	8
	0,8	4
	0,5	2
	4	2
	1	0,5
	4	4
	4	1,1
		1,1
		1
		1,5
		0,8
		0,5
		4
		1
		2
		1,1
		1
		0,8
		0,5
		1
Yhteensä (h)	48,6	61,3
Erotus	12,7	Tuntia
5 seisakkia/vuosi	63,5	Tuntia
5 vuodessa	317,5	Tuntia
Esimerkki tuntihinta	40	€
Säästö vuodessa	2540	€
Säästö 5 vuodessa	12700	€