

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Kone- ja laiteautomaatio
Juho Pulakka

Opinnäytetyö

PAISTOPURISTIMIEN VOITELUHUOLTO-OHJE JA TOIMINTAA KUVAAVAT MITTARIT

Työn ohjaaja
Työn tilaaja

Ajoneuvotekniikan lehtori Risto Myllymäki
Nokian Renkaat Oyj, ohjaajina kunnossapidon osastoin-
nööri Mikko Nurminen ja työnjohtaja Juha Pajunen

Tampere 04/2010

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma, Kone- ja laiteautomaatio

Juho Pulakka
Paistopuristimien voiteluhuolto-ohje ja toimintaa kuvaavat mittarit
Sivuja 59
19.4.2010
Työn ohjaaja: lehtori Risto Myllymäki
Työn tilaaja: Nokian Renkaat Oyj

TIIVISTELMÄ

Tämä opinnäytetyö käsittelee voiteluhuolto-ohjeen laatimista Nokian Renkaiden henkilöautorenkaan paistopuristimille sekä voiteluhuollon toimintaa kuvaavien mittareiden kehittämistä Nokian Renkaiden voiteluosastolle. Voiteluhuolto-ohjeet sisältävät voiteluohjeen ja voiteluohjelman paistopuristimelle.

Työn tarkoituksena oli kartoittaa kahden eri valmistajan paistopuristimien voiteluhuoltokohteet ja laatia niiden pohjalta voiteluohjelma. Lisäksi työssä pohdittiin, miten voiteluhuollon toimintaa voitaisiin mitata. Raportissa käydään läpi eri kunnossapitolajit, voitelun teoria, voiteluhuolto-ohjeen ja mittareiden laatimisen eteneminen. Voiteluhuolto-ohje ja esimerkki voiteluohjelmasta on lisätty liitteiksi tämän raportin loppuun.

Nokian Renkailla on muutaman viime vuoden aikana panostettu entistä enemmän voiteluhuollon kehittämiseen ja tämä työ on osa kehittämistä. Aikaisemmin paistopuristimien voitelu on perustunut pääsääntöisesti perimätietoon. Tämän perimätiedon ja valmistajien voiteluohjeiden perusteella laadittiin yhtenäiset voiteluhuolto-ohjeet muiden Nokian Renkaiden tuotantokoneryhmien kanssa. Lisäksi mietittiin millaisilla mittareilla voiteluhuollon toimintaa voitaisiin mitata. Mittarit laadittiin kuvaamaan sitä, mihin osaluokkiin Nokian Renkaiden voiteluhuollon kehittämisessä tulee jatkossa keskittyä.

Voiteluohjelmat tullaan syöttämään kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmään Arttuun. Näin tehdään myös muille Nokian Renkaille tehdyille voiteluohjelmille. Tulevaisuudessa voiteluhuoltoa tullaan kehittämään toimintaa kuvaavia mittareita apuna käyttäen.

Avainsanat

opinnäytetyö, paistopuristin, voiteluhuolto-ohje, voiteluhuolto, voiteluohjelma, mittari

TAMK University of Applied Sciences, Bachelor's degree
Mechanical and Production Engineering, Machine Automation

Juho Pulakka

Lubrication plan for curing presses and lubrication effectiveness metrics

Pages 59

19 April 2010

Thesis supervisor: Risto Myllymäki

Co-operating company: Nokian Tyres plc

ABSTRACT

This engineering thesis presents a lubrication plan for passenger car tyre curing presses in Nokian Tyres plc and metrics for indicating the lubrication effectiveness. The lubrication plan includes lubrication schedule and lubrication instructions.

The purpose of this thesis was to survey lubrication points of two types of curing presses used in Nokian Tyres plc and as a result compile a lubrication plan. Another goal was to think how lubrication effectiveness can be measured. This report includes the types of maintenance, the theory of lubrication and how the lubrication schedules were compiled. Lubrication instructions and an example of lubrication schedule are at the end of this report as addenda.

Past few years Nokian Tyres have given more thoughts on how to develop lubrication as a part of maintenance program. This thesis is one part of the development. Earlier lubrication instructions moved from lubricator to another as heritage. The lubrication plan was made from this heritage and manufacturer's instructions.

Lubrication schedules will be transferred to Nokian Tyres CMMS system. Lubrication effectiveness metrics will be referred in planning the lubrication strategy.

Keywords

engineering thesis, lubrication, maintenance, lubrication plan, curing press, lubrication schedule, lubrication effectiveness, metric

Esipuhe

Voiteluhuolto-ohjeen tekeminen antoi minulle paljon uutta tietoa teollisuuden voiteluhuollosta. Voitelun valtava merkitys tuotantokoneiden toimintavarmuuteen motivoi minua tämän työn tekemisessä.

Haluan kiittää työn ohjaajaa Mikko Nurmista, joka antoi minulle mahdollisuuden tehdä opinnäytetyön Nokian Renkaille sekä voitelija Marko Haukijärveä, joka kokemuksellaan ja ammattitaidollaan oli suurena apuna voiteluhuolto-ohjeen laatimisessa.

Lisäksi haluan kiittää koko kunnossapito-osasto 530:n henkilökuntaa ja työnjohtaja Juha Pajusta, jotka tukivat minua työn edetessä.

Tampereella huhtikuussa 2010

Juho Pulakka

Sisällysluettelo

1 Johdanto	6
2 Nokian Renkaat Oyj	7
2.1 Historia	7
2.2 Tuotteet	8
3 Renkaan tuotantoprosessi	9
3.1 Sekoitus	10
3.2 Komponenttivalmistus	10
3.3 Kokoonpano	11
3.4 Vulkanointi.....	11
3.5 Tarkastus	11
4 Kunnossapidon käsitteet	13
4.1 Kunnossapitolajit.....	14
4.2 Kunnossapito-ohjelman suunnittelu.....	16
4.3 Kunnossapito Nokian Renkailla.....	16
5 Voitelun perusteet	19
5.1 Voitelumekanismit	20
5.2 Voiteluaineet	25
6 Paistopuristimen esittely	33
7 Voiteluhuolto-ohje	37
7.1 Lähtötilanteen kartoittaminen	37
7.2 Voiteluohjelman rakentuminen	39
7.3 Voiteluhuolto-ohjeen laatiminen.....	42
8 Toimintaa kuvaavat mittarit	46
8.1 Voiteluhuollon mittareita	48
8.2 Suositukset Nokian Renkaille	54
9 Loppusanat	56
Lähteet	57
Liitteet	59

1 Johdanto

Voitelun merkitys tuotantokoneiden käyntivarmuuteen ymmärretään yleensä vasta silloin, kun voitelukalvo pettää. Oikein suunniteltu voiteluhuolto takaa voitelukalvon pitävyyden ja pitää teollisuuden rattaat pyörimässä.

Tämän työn tarkoituksena on laatia voiteluhuolto-ohje Nokian Renkaiden henkilöauto-reenkaan paistopuristimille sekä selvittää, millaisilla mittareilla voiteluhuollon toimintaa voidaan mitata. Voiteluhuolto-ohjeet laaditaan voitelijoiden tietoja, kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmää sekä laitevalmistajien ja voiteluainetoimittajien ohjeita apuna käyttäen. Mittareiden selvittämisessä apuna ovat alan asiantuntijoiden kirjoittamat artikkelit voiteluhuollon tehokkuudesta.

Voiteluhuolto-ohje on osa voiteluhuollon kehittämistä, jonka tarkoituksena on parantaa voiteluhuollon toimintaa ja seurantaan Nokian Renkailla. Voiteluohjelmat tullaan syöttämään kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmään, jonka ympärille koko voiteluhuollon toiminta tulevaisuudessa keskittyy. Voitelu-ohjeiden laatimisella on suuri merkitys koneiden käyttövarmuuteen. Dokumentoitujen voiteluhuolto-ohjeiden ja voiteluohjelmien avulla kuka tahansa kunnossapidon henkilökunnasta pystyy suorittamaan paistopuristimien voitelun, ja voitelu tulee aina suoritettua oikeaoppisesti.

Työssä suositellut mittarit ovat käyttökelpoisia työkaluja voiteluhuollon päivittäisessä ja pitkän aikavälin johtamisessa sekä voiteluhuollon toiminnan kehittämisessä. Mittareista nähdään, kuinka tehokkaasti voiteluhuolto toimii, ja niiden avulla on helppo esittää voiteluhuollon tila kunnossapidon ulkopuolisille henkilöille.

2 Nokian Renkaat Oyj

Nokian Renkaat Oyj on vuonna 1988 perustettu suomalainen rengasvalmistaja. Yhtiön päätoimiala on talvi- ja kesärenkaiden valmistus henkilöautoihin ja pakettiautoihin sekä renkaiden ja pinnoitusmateriaalien valmistus kuorma-autoihin. Tytäryhtiö Nokian Renkaat Renkaat valmistaa renkaita maatalouden ja teollisuuden käyttöön. Lisäksi yhtiöön kuuluu jakeluketju Vianor.

Nokian Renkailla on kaksi omaa tuotantolaitosta, Suomessa Nokialla ja Venäjällä Vsovolozhskissa. Lisäksi Nokian Renkailla on sopimusvalmistajia, jotka kattavat 10 % yhtiön myyntivolyymistä. Vianor-rengasketjulla on yhteensä 623 myyntipistettä 19 maassa. (Nokian Renkaiden vuosikertomus 2009).

Nokian Renkaiden päämarkkina-alueet ovat Pohjoismaat, Venäjä ja Itä-Euroopan maat, jotka yhdessä muodostavat 65 % koko yhtiön liikevaihdosta. Vuonna 2009 Nokian Renkaiden liikevaihto oli 798,5 miljoonaa euroa (Nokian Renkaiden vuosikertomus 2009). Yhtiö työllistää noin 3000 henkilöä, joista Nokialla noin 1200. Nokian Renkaat onkin yksi Pirkanmaan suurimpia työllistäjiä.

2.1 Historia

Nokian Renkaiden juuret ulottuvat vuoteen 1898, jolloin Suomen Gummitehdas Osakeyhtiö perustettiin. Tehdas aloitti toimintansa Helsingissä kumikalossien ja teknisen kumin valmistuksella, mutta siirsi toimintansa Nokialle Nokianvirran rantaan vuonna 1904. Polkupyörän renkaiden valmistus alkoi vuonna 1925.

Auton renkaiden valmistus aloitettiin, kun tehtaalle hankittiin tarvittavat koneet vuonna 1932. Vuonna 1934 julkistettiin maailman ensimmäinen talvirengas, niin kutsuttu keli-rengas. Kaksi vuotta myöhemmin, vuonna 1936, tuotantoon tuli yhtiön tunnetuin tuotemerkki Hakkapeliitta-talvirengas. (Nokian Renkaiden, Hakkapeliittan ja rengasteollisuuden tapahtumia 1846–2009).

Vuonna 1967 yhtiö sulautettiin osaksi Oy Nokia Ab:ta ja kaksi vuosikymmentä myöhemmin Oy Nokia Ab ja japanilainen Sumitomo Rubber Industries Ltd perustivat Nokian Renkaat Oy:n. Vuonna 1995 yhtiö listautui Helsingin arvopaperipörssiin, jonka seurauksena nimeksi tuli nykyinen Nokian Renkaat Oyj.

Yhtiön kasvu on jatkunut vahvana koko 2000-luvun. Vuonna 2008 yhtiö valmisti noin kymmenen miljoonaa rengasta. Kasvanut kysyntä ja vuonna 2000 aloittanut jakeluketju Vianor ovat mahdollistaneet kansainvälistymisen. Kansainvälistymisen myötä uusi tuotantolaitos avattiin Venäjän Vsevolozhskiin vuonna 2005. (Nokian Renkaiden www-sivut).

2.2 Tuotteet

Nokian Renkaat toimii pääasiassa jälkimarkkinoilla. Yhtiön strategia on keskittyä pohjoisiin oloihin. Se markkinoi tuotteitaan alueilla, joissa vallitsevat pohjoiset olosuhteet eli lunta, metsää ja vuodenaikojen vaihtelusta johtuvat vaativat ajo-olosuhteet. Ydin tuotteita ovat henkilöautojen ja kuorma-autojen talvirenkaat sekä metsäkoneiden renkaat.

Nokian Renkaiden mukaan uusien tuotteiden osuus yhtiön liikevaihdosta tulee olla vähintään 25 %. (Nokian Renkaiden vuosikertomus 2009). Vahva panostus tuotekehitykseen näkyy monina innovaatioina ja rengastestien kärkisijoina. Hakkapeliitta-talvirengas on ehtinyt jo seitsemänteen sukupolveen, joka jatkaa renkaan yli 70 vuotta jatkunutta kehitystä (kuvio 1).

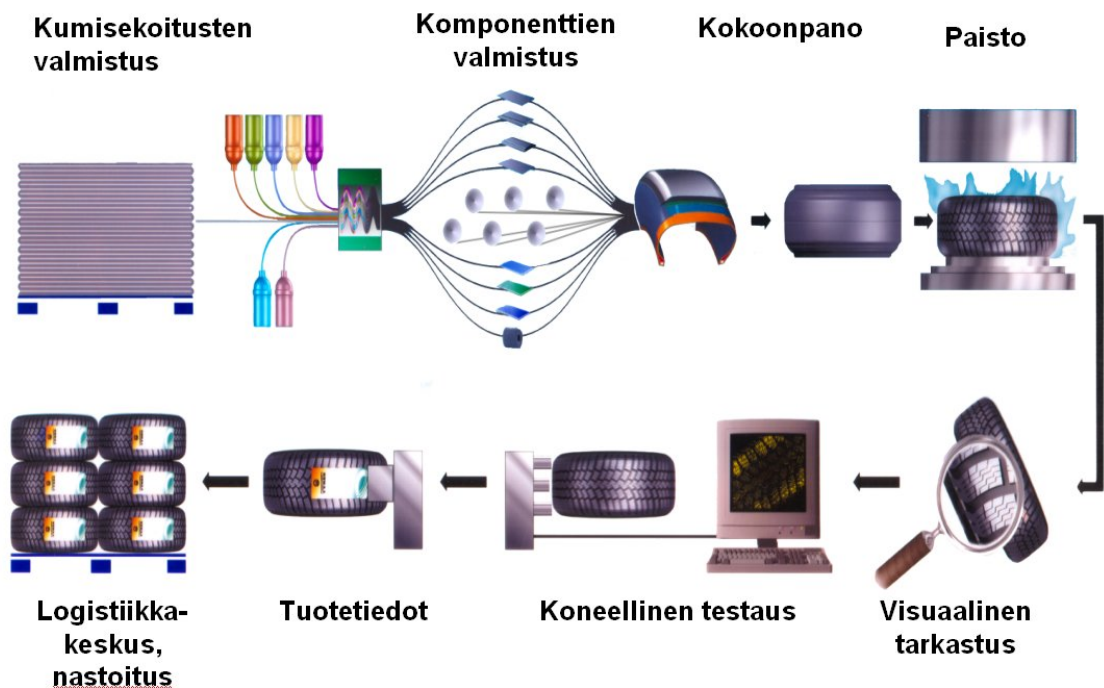


Kuvio 1. Seitsemännen sukupolven Hakkapeliitta-talvirengas. (Nokian Renkaiden www-sivut).

3 Renkaan tuotantoprosessi

Nykyaikaisen henkilöautonrenkaan pääraaka-aineet ovat luonnon kumi, synteettinen kumi, noki ja öljy. Noki antaa renkaalle mustan värin, öljy sen sijaan toimii kumisekoituksessa pehmentimenä. Lisäksi rengas sisältää muita ominaisuuksia parantavia lisäaineita sekä teräslankaa ja polyesterikangasta.

Renkaan valmistuksessa on viisi päävaihetta; kumisekoitusten valmistus, komponenttien valmistus, kokoonpano, paisto sekä visuaalinen tarkastus. Valmiista kumisekoituksesta valmistetaan renkaan eri komponentit, joista kootaan rengasaihio kokoonpanovaiheessa. Vulkanoimisen eli paistamisen jälkeen rengas on valmis tarkastusta varten. Lopuksi rengas vielä testataan koneellisesti, etiketöidään ja kuljetetaan logistiikkakeskukseen varastoitavaksi ja nastarenkaan tapauksessa nastoitettavaksi. Renkaan tuotantoprosessi on esitetty kuviossa 2.



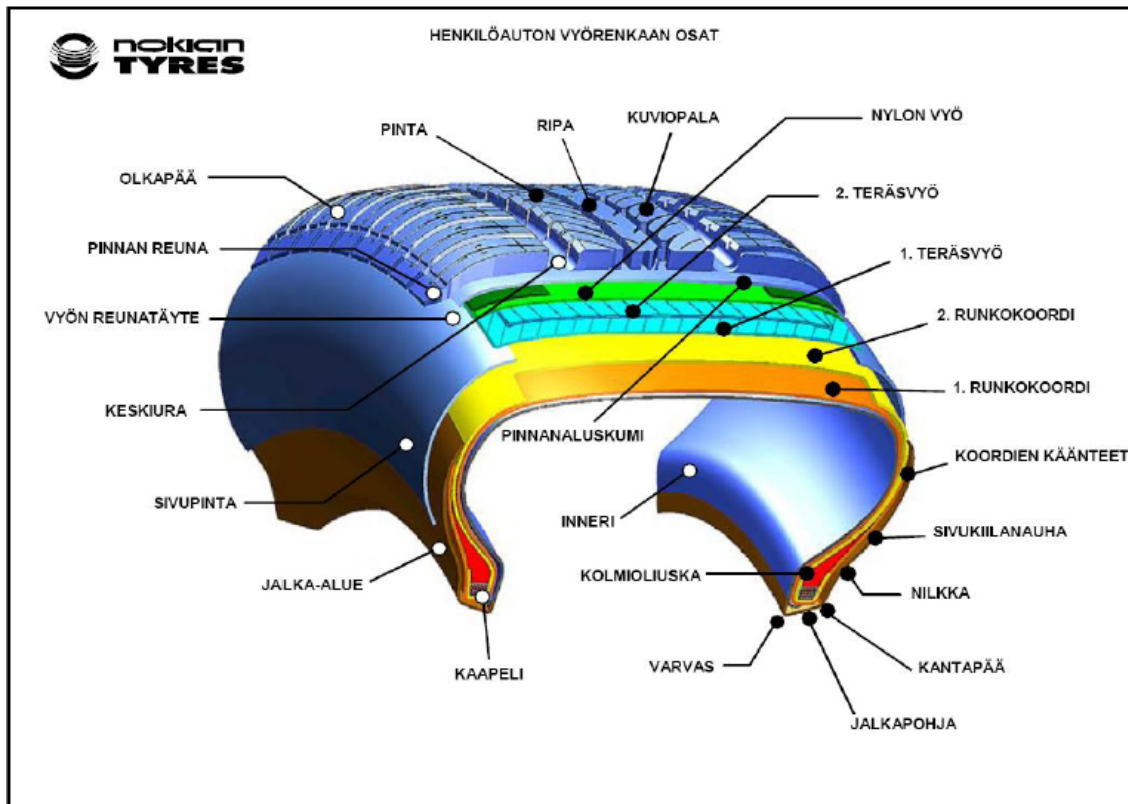
Kuvio 2. Renkaan tuotantoprosessin päävaiheet. (Nokian Renkaat intranet. Henkilöautonrenkaan tuotantoprosessi 2008).

3.1 Sekoitus

Sekoitus- eli alkuvalmistusvaiheessa raaka-aineet sekoitetaan keskenään tarkkojen reseptien mukaan ja kuumennetaan 120 asteen lämpötilassa. Nokian Renkailla on käytössä yhteensä kahdeksan sekoituskonetta, joista viisi on perussekoituskoneita ja kolme rikittäviä sekoituskoneita. Rengas kootaan tyypistä riippuen 10–30 komponentista, joilla jokaisella on oma koostumuksensa. Myös renkaan käyttötarkoitus vaikuttaa kumisekoituksen valintaan.

3.2 Komponenttivalmistus

Renkaan komponentteja ovat kulutuspinna, sivupinta, teräsvyö, JLB-nauha, runkokoordi, kaapeli-apex ja inneri. Renkaan osat on merkitty kuvioon 3. Suurin osa renkaan komponenteista on erilaisia vahvikeosia.



Kuvio 3. Rengas koostuu 10–30 komponentista, joista valtaosa on erilaisia vahvikeosia. (Nokian Renkaat intranet. Henkilöautorenkaan tuotantoprosessi 2008).

3.3 Kokoonpano

Kokoonpanokoneilla inneristä, runkokoordista, sivupinnasta ja kaapeli-apexista valmistetaan renkaan runko, ja teräsvyöstä, JLB -nauhasta sekä kulutuspinnasta vyöpaketti. Tämän jälkeen runko ja vyöpaketti yhdistetään rengasaihioksi. Nokian Renkailla on käytössä 24 yksivaihekonetta ja kaksi vanhempaa kaksivaihekonetta, joilla runko ja vyöpaketti valmistetaan eri koneilla. Kahdeksan tunnin työvuorossa yhdellä koneella voi valmistua jopa 300 rengasaihiota.

Valmis rengasaihio siirtyy kattokuljetinjärjestelmää pitkin vulkanointiin. Ennen vulkanointia renkaan sisäpintaan ruiskutetaan maalia maalikoneessa. Maali estää paistotyynyn tarttumisen kiinni rengasaihion sisäpintaan vulkanoinnin aikana.

3.4 Vulkanointi

Rengasaihio vulkanoidaan eli paistetaan paistopuristimessa. Paistotyynyn sisään johdetaan 15 baarin paineessa olevaa höyryä. Höyrynpaineen vaikutuksesta paistotyyny laajenee ja painaa aihion muotissa olevaa rengaskuviota vasten, jolloin rengas lujittuu ja saa lopullisen muotonsa. Paistaminen tapahtuu noin 170 celsiusasteen lämpötilassa, rengaskoosta riippuen 10–15 minuutin ajan. Nokian Renkailla on käytössä yhteensä 89 paistopuristinta ja 2 tyynynpaistopuristinta.

3.5 Tarkastus

Paistosta renkaat siirtyvät höyryävän kuumina tarkastukseen. Ensin renkaat tarkastetaan visuaalisesti. Silmämääräisessä tarkastuksessa kiinnitetään huomio renkaan mahdollisiin ulkonäkövirheisiin. Visuaalisen tarkastuksen jälkeen jokainen rengas testataan automaattisilla muodontarkastuskoneilla. Muodontarkastuskoneessa rengasta pyöritetään myötä- ja vastapäivään testirumpua vasten, josta anturit mittaavat renkaan geometrisen pyöreuden, kartiokkuuden sekä sivuttais- ja säteittäisvoimavaihtelut.

Tarkastuskoneilta hyväksytyt renkaat siirtyvät lavausroboteille, jotka pinoavat renkaat kuormalavoille. Tässä vaiheessa renkaaseen kiinnitetään myös etiketti. Lopuksi täysi kuormalava kelmutetaan kelmutuskoneella, josta se siirtyy automaattiseen lähetysmakaasiiniin odottamaan kuljetusta logistiikkavarastolle.

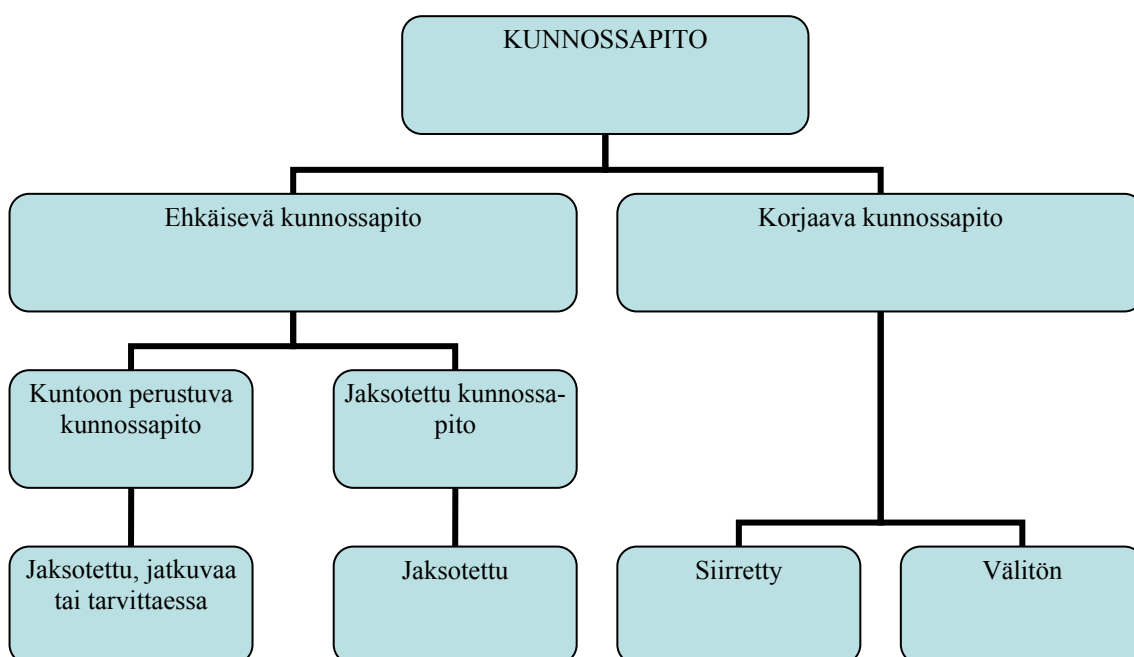
4 Kunnossapidon käsitteet

PSK 6201 standardissa kunnossapito määritellään seuraavasti:

”Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana.”(PSK standardisointi 2003).

Kunnossapidon tavoitteena on siis pitää tuotantokoneet sellaisessa kunnossa, että tuotanto olisi mahdollisimman edullista ja tuotteen hintaan nähden laadukasta, turvallista ja ympäristöystävällistä. Tuotantokoneiden monimutkaistuessa ja automaation lisääntyessä on tuotantokoneiden toimintaan ja käyttövarmuuteen keskityttävä entistä enemmän.

Laitoksen suunnitteluvaiheessa määritetään käytettävyys ja kunnossapidettavuus, jotka ovat perusta kunnossapitostrategialle. Laitoksen toiminta-aikana kunnossapito pyrkii ehkäisemään vikoja ja parantamaan koneiden käyttövarmuutta. Kuviossa 4 on esitetty SFS-EN 13306 -standardin mukaiset kunnossapitolajit.



Kuvio 4. Kunnossapitolajit SFS-EN 13306 -standardin mukaan.

4.1 Kunnossapitolajit

Tässä kappaleessa esitellään tarkemmin SFS-EN 13306 -standardin määrittelemät kunnossapitolajit. Kunnossapidon lajittelua tarvitaan, kun määritetään tuotantolaitoksen kunnossapitostrategiaa. Eri kunnossapitolajien pohjalta voidaan suunnitella muun muassa kunnossapitohenkilöstön tarvetta, kunnossapidon taloutta sekä kunnossapidon tietojärjestelmän tarpeita.

Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevää kunnossapitoa tehdään säännöllisin aikaväleihin tai asetettujen kriteerien täyttyessä. Ehkäisevän kunnossapidon tavoitteena on pienentää koneikön mahdollisuutta ja toimintakyvyn heikkenemistä. (Suomen standardisoimisliitto 2001).

Jaksotettu kunnossapito

Jaksotettu kunnossapito on ehkäisevää kunnossapitoa, joka perustuu ennalta määrättyyn aikatauluun. Esimerkiksi ennakkohuoltotoiminta on jaksotettua kunnossapitoa, jolla pyritään parantamaan laitteiston käytettävyyttä. (Suomen standardisoimisliitto 2001). Paistopuristimille tehdyt voiteluhuolto-ohjelmat ovat osa Nokian Renkaiden paistopuristimien jaksotettua kunnossapitoa.

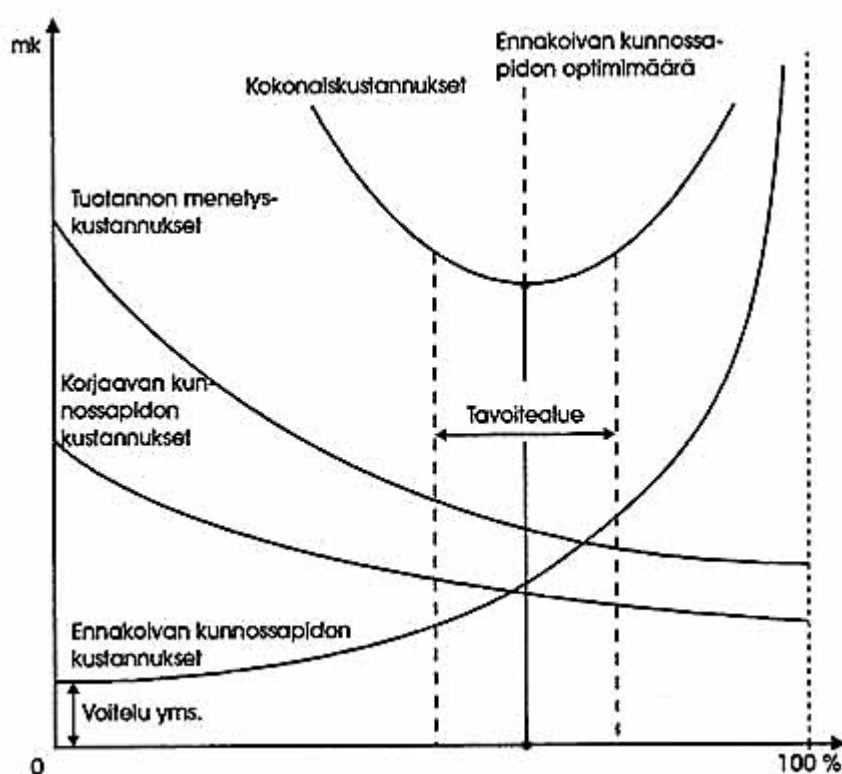
Kuntoon perustuva kunnossapito

Kuntoon perustuva kunnossapito on myös ehkäisevää kunnossapitoa. Se voi olla jaksotettua, jatkuvaa tai sitä voidaan tehdä tarvittaessa. Kuntoon perustuvan kunnossapidon periaate on seurata koneen suorituskykyä tai suorituskyvyn mittareita ja tehdä huolto- ja korjaustoimenpiteet näiden perusteella. Kuntoon perustuvaa kunnossapitoa kutsutaan usein myös mittaavaksi kunnossapidoksi. (Suomen standardisoimisliitto 2001).

Korjaava kunnossapito

Korjaavaa kunnossapitoa tehdään silloin, kun konerikko on jo tapahtunut tai kun vika on havaittu. Sen tarkoituksena on palauttaa kone takaisin toimintakuntoiseksi. Korjaava kunnossapito voi olla joko välitöntä, jolloin vika korjataan heti sen ilmettyä, tai siirrettyä, jolloin korjaustoimenpiteet siirretään tietoisesti myöhempään ajankohtaan, esimerkiksi seisakille tai huoltopäivälle. Näissä tapauksissa havaitut viat eivät vaikuta koneen toimintakykyyn välittömästi. Korjausajankohtaa voidaan siirtää myös tuotannollisista syistä. (Suomen standardisoimisliitto 2001).

Korjaavan ja ennakoivan kunnossapidon välistä vuorovaikutusta on havainnollistettu kuviossa 5.



Kuvio 5. Kunnossapitokustannusten jakautuminen. (Opetushallituksen www-sivut mekaniikan kunnossapidosta 2009).

Kuten kuvioista 5 nähdään, korjaavalle ja ennakoivalle kunnossapidolle voidaan määrittää optimaalinen suhde. Optimaalista tilannetta on vaikea arvioida tarkasti taloudellisesta näkökulmasta, vaan siihen liittyy myös turvallisuuden, toimitusaikoihin ja ympäristö-

tekijöihin liittyviä seikkoja. Tällaisen optimaalisen tilanteen löytäminen on yksi kunnossapitostrategian tärkeitä kohtia.

4.2 Kunnossapito-ohjelman suunnittelu

Ennen varsinaisia kunnossapitotöitä on kunnossapidon toimintaa suunniteltava. Kunnossapidettävän kohteen, esimerkiksi paistopuristimen suunnitteluperiaatteet ja toiminta on tunnettava, jotta sen alkuperäinen toimintataso voidaan myöhemmin palauttaa. Koneen huollettavuuden kannalta tärkeitä dokumentteja ovat valmistajan laatimat käyttö- ja kunnossapito-ohjeet. Koneen mukana on aina toimitettava käyttöohjeet. Ohjeiden vähimmäissisältö on esitetty uudessa konedirektiivissä 2006/42/EY ja sitä vastaavassa Suomen valtioneuvoston asetuksessa VnA 400/2008. Käyttöohjeet sisältävät koneen tuotantokäytön ja toimenpiteiden ohjeistuksen. Niissä on myös kerrottava käyttäjältä vaadittavat valmiudet ja mahdollinen koulutuksen tarve. (Opetushallituksen www-sivut mekaniikan kunnossapidosta 2009).

Kunnossapito-ohjeet ovat koneen oikean huollon perusta. Ohjeet on tarkoitettu pääsääntöisesti kunnossapitohenkilökunnalle. Kunnossapito-ohjeiden tulee sisältää vähintään koneen piirustukset, kunnonvalvontatoimenpiteiden suoritusohjeet, jaksotettujen huoltojen aikataulus- ja suoritusohjeet, vianmäärittämisohjeet sekä varaosaluettelot.

Valmistajan huolto-ohjeiden lisäksi kunnossapito-ohjelman suunnittelussa voidaan käyttää hyväksi kokemukseen ja historiatietoihin perustuvaa vikaantumisväliä sekä tuotantokoneiden kriittisyysanalyysiin perustuvaa aikataulutusta.

4.3 Kunnossapito Nokian Renkailla

Aluejako

Nokian Renkailla on oma kunnossapitoyksikkö, jonka toiminnasta vastaa tehdaspalvelupäällikkö. Kunnossapito on jaettu kahteen kunnossapitoalueeseen sekä automaatio-, sähkö- ja lvi-osastoihin. PC1-kunnossapitoalueesta vastaa osastoinsinööri, ja alueella on

kaksi osastoa. Komponenttivalmistusosasto palvelee henkilöautorenkaan komponentti-valmistuksen koneita ja kokoonpano-paisto-viimeistelyosasto nimensä mukaisia kone-ryhmiä. Molemmilla osastoilla on oma työnjohtajansa.

PC2/PC4/Av-kunnossapitoalueesta vastaa niin ikään osastoinsinööri. Alue on jaettu kahteen osastoon; PC2 vastaa kuorma-auton renkaiden valmistuksessa käytettävien koneiden kunnossapidosta ja PC4/Av raskaiden renkaiden tuotantokoneista sekä alkuvalmistuksessa käytettävistä koneista. (Nokian Renkaat intranet. Kunnossapidon toiminta-ohje 2008).

Automaatio-osasto vastaa koko tehtaan tuotantokoneiden koneautomaation toiminnasta ja sähkö- ja lvi-osastot tehtaan energiansaannista. Lisäksi kunnossapitoyksikköön kuuluu mittaava kunnossapito ja varaosavarasto.

Kunnossapidon toiminnanohjaus

Nokian Renkaiden kunnossapidossa käytetään Solteq Arttu -toiminnanohjausjärjestelmää. Toiminnanohjausjärjestelmän avulla hallitaan:

- mittaavan kunnossapidon reitit
- ennakkohuoltotöiden suunnittelu ja raportointi
- vikatoiden kirjaus, seuranta ja raportointi
- varaosavarastosta otot, varaosien vastaanotto ja varaston saldo
- kunnossapidon ostot
- kustannusraportointi
- tuntikirjaukset.

Lisäksi päivittäisessä toiminnassa toiminnanohjausjärjestelmää käytetään muun muassa koneiden varaosarakenteiden ja varaosakuvien katseluun.

Mittaava kunnossapito

Mittaava kunnossapito toimii koko tehtaan alueella, ja sen tehtävänä on havainnoida tuotannollisesti kriittisten tuotantokoneiden toimintaa. Havainnoinnissa käytetään omien aistien apuna erilaisia mittauslaitteita, kuten lämpökameraa ja värähtelymittausta. Lisäksi mittavaan kunnossapidon tehtäviin kuuluu öljyanalyysoimintaan osallistuminen ja ulkopuolisten tekemien mittausten ja tarkastusten koordinointi.

Ennakoiva kunnossapito

Ennakoiva kunnossapito Nokian Renkailla perustuu ennakkohuoltoihin. Ennakkohuoltojen väli on kuudesta viikosta kuuteen kuukauteen kohteesta riippuen. Ennakkohuoltopäivinä pyritään korjaamaan ennakkohuoltotarkastuksessa löytyneet, ennakkohuoltopalaverissa esille tulleet ja huoltopäivänä löydettyt viat. Huoltopäivänä tehdään myös toiminnanohjausjärjestelmään kirjatut toistuvat huoltotyöt.

Korjaava kunnossapito

Molemmilla kunnossapitoalueilla on käytössä vuorokunnossapitojärjestelmä. PC1:n alueella yhdessä vuorossa työskentelee yksi kunnossapitoasentaja ja sähköasentaja, PC2/PC4/Av:n alueella kaksi kunnossapitoasentajaa ja yksi sähköasentaja.

5 Voitelun perusteet

Jokaisen voitelua vaativan koneenosan kunnossapito vaatii vankkaa perusosaamista ja taitotietoa voitelun peruseriaatteista sekä voiteluaineiden ominaisuuksista. Voitelun tarkoitus on estää liikkuvien koneenosien kulumisen ja vähentää niiden välistä kitkaa voitelukalvon avulla. Periaatteessa voiteluaine voi olla mitä tahansa helposti leikkautuvaa ainetta, mutta teollisuudessa käytetyimmät voiteluaineet ovat erilaisia öljyjä ja rasvoja. Voitelun tärkeimmät tehtävät ovat:

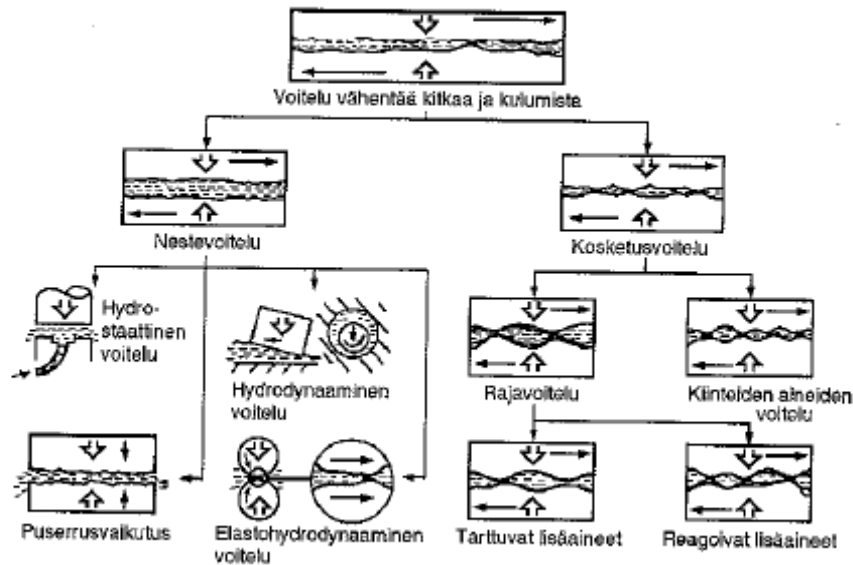
- erottaa pinnat toisistaan
- pienentää kitkaa ja siitä aiheutuvaa tehonhäviötä
- vähentää kulumista
- jäähdyttää kosketusta
- estää epäpuhtauksien tulo voideltavaan kohteeseen
- kuljettaa epäpuhtaudet ja kulumishiukkaset pois
- vaimentaa värähtelyä
- suojata osia korroosiolta. (Teollisuusvoitelu 2006, 12).

Tehokkaalla voitelulla, voiteluhuollon suunnittelulla ja voiteluaineiden käytöllä saavutetaan huomattavia säästöjä kunnossapitokustannuksissa. Alhaisella kitkalla säästetään energiaa ja nostetaan suoritustehokkuutta. Vähäinen kulumisen puolestaan nostaa koneiden elinikää. Oikeaoppinen voitelu on perusedellytys koneiden käyttövarmuudelle, minkä takia voiteluratkaisut tulee ottaa huomioon jo laitteen suunnitteluvaiheessa. (Teollisuusvoitelu 2006, 12).

Voitelulla on suuri merkitys myös paistopuristimien kunnossapidossa. Paistopuristin sisältää paljon voideltavia pintoja sekä hydrauliiikkaa. Paistopuristimen vaativat käyttöolosuhteet johtuvat korkeasta lämpötilasta, vesihöyrystä ja paistokäryistä. Lisäksi koneet ovat tuotannossa lähes tauotta. Näistä syistä voiteluhuollon ja voiteluaineiden on oltava tehokkaita. Ilman hyvää tietämystä voitelusta ja käytettävistä voiteluaineista ei näitä vaatimuksia voida täyttää.

5.1 Voitelumekanismit

Voitelumekanismit voidaan perinteisesti jakaa kahteen ryhmään, nestevoiteluun ja kosketusvoiteluun. Voitelumekanismien jaottelu on esitetty kuviossa 6.



Kuvio 6. Voitelumekanismien jaottelu. (Tribologia 2004, 132).

Kitkan ja kulumisen kannalta edullisin tilanne syntyy nestevoitelutilanteessa, jolloin liikkuvat koneenosat erotetaan kokonaan toisistaan voiteluainekalvolla. Samalla voiteluaine tasoittaa osien nopeuseroja. Nestevoiteluun kuuluvat hydrodynaaminen ja elastohydrodynaaminen voitelu sekä hydrostaattinen voitelu, jossa voiteluaine pumpataan ulkoisen paineen avulla liukupintojen väliseen voiteluainetaskuun.

Kosketusvoitelutilanteessa liukupintojen välillä tapahtuu koko ajan kosketusta. Voiteluaine pienentää pintojen välistä kosketuspinta-alaa. Kosketusvoitelua ovat seka- ja rajavoitelu. (Parikka, Sainio 2004, 5).

Voitelun toimivuutta voidaan arvioida voitelukalvon paksuudella λ , joka lasketaan kaavan 1 mukaan:

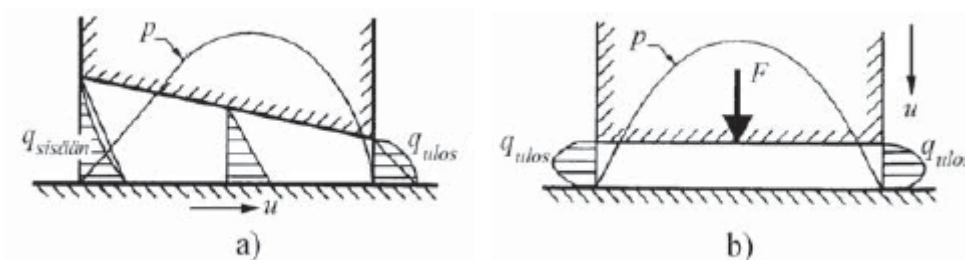
$$\lambda = \frac{h_{\min}}{\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}} \quad (1)$$

jossa h_{\min} on voiteluainekalvon minimipaksuus ja σ_1 ja σ_2 ovat liukupintojen pinnan-
karheuksien RMS-arvot (neliöllinen keskipoikkeama). Yleensä pinnoista on saatavilla
ainoastaan profiilin aritmeettisen keskipoikkeaman arvo R_a , jolloin $\sigma \approx 1,3 \cdot R_a$. (Tribologia 2004, 131).

Rajavoitelussa voitelukalvon paksuus $\lambda \approx 1$ ja nestevoitelussa $\lambda > 4 \dots 5$. Väliin jäävä
alue on sekavoitelua.

Hydrodynaaminen voitelu

Tyypillisiä hydrodynaamisesti voideltuja kohteita ovat radiaali- ja aksiaaliliukulaakerit
autonmoottoreissa, sähkömoottoreissa, pumpuissa ja generaattoreissa. Hydrodynaami-
sessa voitelussa liikkeessä olevien pintojen välissä olevaan voiteluaineeseen syntyy
kuormaa kantava hydrodynaaminen paine. Paine syntyy, kun voiteluaine joutuu kape-
nevaan, kiilamaiseen rakoon tai silloin, kun pinnat lähestyvät toisiaan ja voiteluaine
pusertuu ulos pintojen välisestä kapeasta raosta (kuvio 7).



Kuvio 7. Hydrodynaamisen laakerin toimintaperiaatteet: a) suppeneva voiteluainekalvo, b) oheneva voi-
teluainekalvo. (Tribologia 2004, 133)

Hydrodynaamisesti ja hydrostaattisesti voidelluissa laakereissa kuormitusalueella vallit-
seva paine on huomattavasti pienempi kuin elastohydrodynaamisessa tapauksessa. Pie-
nen paineen ansiosta vierintälaakereissa tapahtuvaa elastista muodonmuutosta ja materi-
aalien kulumista ei hydrodynaamisessa ja hydrostaattisessa voitelussa tapahdu.

Kun liukulaakerin hydrodynaamista voitelua mitoitetaan, laakeri oletetaan tasapainotilanteeseen, jossa kitkan kehittämä lämpömäärä on yhtä suuri kuin laakerissa olevan voiteluaineen pois kuljettama lämpömäärä. Yhden parametrin muuttaminen voi vaikuttaa laakerin toimintaan monella eri tavalla. Taulukossa 1 on esitetty joidenkin parametrien muuttumisen vaikutus hydrodynaamisen laakerin toimintaan. (Teollisuusvoitelu 2006, 22–25)

Taulukko 1. Eri parametrien vaikutus laakerin toimintaan. L – lisääntyy, V – vähenee, 0 – ei vaikutusta, * – riippuu syöttötaskun sijainnista. h_{min} = minimi voitelukalvon paksuus, T_u = voiteluaineen ulostulolämpötila, T_m = voiteluaineen suurin lämpötila, P = laakerin kitkateho ja Q = voiteluaineen tilavuusvirta. (Teollisuusvoitelu 2006, 25).

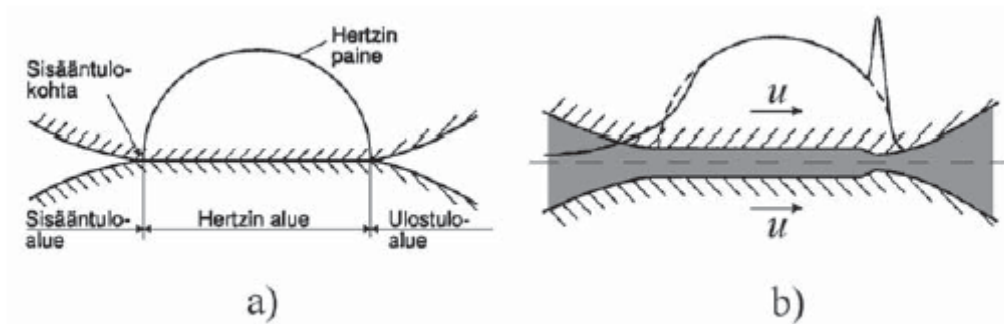
Tehty muutos	h_{min}	T_u	T_m	P	Q
Pieni halkaisijan lisäys	L	L	L	L	L
Pieni leveyden lisäys	L	L	L	L	V
Pieni välyksen lisäys	L/V	V	V	0	L
Pieni kuormituksen lisäys	V	L*	L	L	L*
Pieni kehänopeuden lisäys	L	L	L	L	L
Pieni voiteluaineen syöttöpaineen lisäys	0	0	0	0	L
Pieni voiteluaineen syöttölämpötilan lisäys	V	L	L	V	L
Vaihto suuremman viskositeetin voiteluaineeseen	L	L	L	L	V

Elastohydrodynaaminen voitelu

Kun kosketuksessa oleviin kappaleisiin kohdistuu suuri kuormitus, ei kappaleita voida käsitellä jäykkinä kappaleina. Lisäksi voiteluaineen viskositeetti kasvaa voimakkaasti korkean paineen alaisena, jolloin voiteluaine ei poistu helposti kosketuskohdasta. Tällöin kyseessä on elastohydrodynaaminen voitelu (EHD-voitelu), jota esiintyy yleisimmin viiva- ja pistekuormitustilanteissa, kun kuormitus on suuri. EHD-voitelua käytetäänkin hammaspyörissä ja vierintälaakereissa, jotka välittävät suuria kuormia pienen kosketuspinta-alan kautta.

Kuviossa 8 on esitetty elastohydrodynaamisen voiteluteorian mukainen voitelutilanne kahden lieriön välisessä kosketuksessa. Tyypillistä EHD-voitelulle on ohut voitelukal-

vo, joka kulkee kosketusalueen läpi useita satoja kertoja sekunnissa. Voitelukalvon minimipaksuus sijaitsee ulostulopuolella, jossa on samalla paineppiikki



Kuva 8. Painejakauma kahden kitkattoman lieriön välisessä kosketuksessa. a) kuivakosketuksessa, b) elastohydrodynaamisen voitelun tilanteessa. (Tribologia 2004, 149).

Elastohydrodynaamiselle voitelulle tyypilliset ohuet voitelukalvot vaativat sileitä kosketuspintoja, jotta voitelukalvo pystyisi erottamaan pinnat riittävästi toisistaan. Ohut voitelukalvo on herkkä kappaleiden kosketuskohtaan tuleville epäpuhtauksille ja kulumispartikkeleille. Tästä syystä voiteluaineen puhtauteen ja suodatukseen on kiinnitettävä erityistä huomiota. Jo pienetkin partikkelit voivat aiheuttaa kosketuskohdassa paineen nousun, joka puolestaan lisää kulumista ja alentaa laakerin elinikää. (Teollisuusvoitelu 2006, 25–29).

Hydrostaattinen voitelu

Hydrostaattisessa voitelussa voiteluaine pumpataan liukupintojen välissä olevaan tasakuun. Öljyn hydrostaattinen paine erottaa pinnat toisistaan, vaikka suhteellista liikettä pintojen välillä ei tapahdu. Hydrostaattisen laakeroinnin hyviä puolia ovat pieni kitka ja alhainen kitkateho sekä järjestelmän jäykkyys.

Nopeakäyntisissä koneissa on edullista käyttää alhaisen viskositeetin voiteluaineita, esimerkiksi ilmaa. Aerostaattisia laakerointeja käytetään esimerkiksi työstökoneiden karoissa ja luisteissa. (Teollisuusvoitelu 2006, 29).

Raja- ja sekavoitelu

Raja- ja sekavoitelutilanteessa liukupintoja kokonaan toisistaan erottavaa voiteluainekalvoa ei synny, vaan pintojen pinnankarheushuiput kantavat osan kuormituksesta. Raja- ja sekavoitelua esiintyy varsinkin hitaasti pyörivissä liuku- ja vierintälaakereissa, hammaspyörissä ja nivelissä.

Koska riittävää voitelukalvoa ei synny, on hallitussa voitelussa keskityttävä nopeasti syntyvien ja liukupintaan kiinnittyvien voitelukalvojen muodostamiseen. Näitä ominaisuuksia voidaan parantaa lisäämällä voiteluaineeseen erilaisia lisäaineita. Lisäaineiden ominaisuuksista kerrotaan enemmän jäljempänä. Pintoja suojaavat kalvot muodostuvat voiteluaineen lisäaineiden reagoiessa kosketuspinnan ja ympäröivien olosuhteiden kanssa. Vaihtoehtoisesti kosketuspinnat voidaan suojata erilaisilla pinnoitteilla, pintakäsittelyllä tai kiinteillä voiteluaineilla, kuten molybdeenisulfidilla, grafiitilla tai polytetrafluorieteenillä (PTFE). (Teollisuusvoitelu 2006, 30–38).

Rasvavoitelu

Vierintälaakereiden ja hitaasti pyörivien liukulaakereiden yleisin voitelutapa on rasvavoitelu. Voitelurasvoissa perusöljy on sekoittuneena saentimeen, jolloin neste ei virtaa pois voitelukohteesta yhtä hyvin kuin täydellisessä nestevoitelutilanteessa. Tästä syystä rasvavoitelussa toimitaan lähinnä sekavoitelualueella. Rasvavoitelun ominaisuuksia öljyvoiteluun verrattuna on esitelty taulukossa 2.

Taulukko 2. Rasvavoitelun hyviä ja huonoja puolia öljyvoiteluun verrattuna. (Teollisuusvoitelu 2006, 39).

Rasvavoitelun hyviä puolia	Rasvavoitelun huonoja puolia
Yksinkertainen ja halvempi rakenne.	Siirtää huonosti pois lämpöä laakerista.
Vähemmän vaativissa kohteissa ei tarvita jälkivoitelua.	Suurin sallittu pyörimisnopeus yleensä alhaisempi.
Tiivistäminen vettä, epäpuhtauksia ja poisvalumista vastaan yksinkertaisempaa.	Sallittu käyttölämpötila-alue kapeampi.
Yleensä alhaisempi kitka ja käyntilämpötila.	Epäpuhtauksia ei voi suodattaa pois.
Soveltuu hyvin kaltevien ja pystyssä olevien akselien laakerointeihin.	Voiteluaineen syötön toimivuutta vaikea todeta.

Rasvavoitelussa voitelukalvon paksuus vierintälaakerissa on suurempi kuin öljyvoitelun EHD-teorian mukaan lasketun voiteluainekalvon paksuus vastaavassa laakerissa. Tämä johtuu siitä, että voitelurasvan saentimet nostavat näennäisesti voiteluöljyn viskositeettia ja muodostavat voideltavalle pinnalle voitelukalvoa kasvattavan kerroksen. Todellisuudessa täysin muodostunut tilanne syntyy vain harvoissa tapauksissa heti käynnistyksen jälkeen ja kestää vain muutamia minutteja. (Parikka, Sainio 2004, 6–7).

Tämän jälkeen rasva alkaa työntyä laakerin vierintäelimen vierintäradan reunoille, mistä seuraa voideltavan kosketuksen köyhtyminen öljystä ja lopulta voitelukalvon paksuuden pieneneminen. Tilanne voidaan korjata syöttämällä rasvaa uudelleen vierintäradalle ulkoisella mekanismilla, yleensä kiertovoitelujärjestelmällä.

Perusöljyn erottumisella saentimesta on suuri merkitys siinä, kuinka paljon kosketus köyhtyy öljystä. Mitä heikompaa öljyn erottuminen saentimesta on, sitä enemmän öljyä työntyy myös laakerin vierintäradan reunoille. Suuri merkitys on myös laakeripesän värähtelyllä. Jos värähtely on pientä, rasva ei liiku laakerissa. Tilanne pahenee laakerin pyöriessä, jolloin uutta rasvaa ei siirry kosketuskohtaan. Värähtelyn noustessa rasva alkaa liikkua laakerissa ja sitä virtaa myös kosketuspisteeseen, jolloin voitelutilanne paranee. Liian korkea värähtely puolestaan aiheuttaa rasvan pehmenemistä, perusöljyn liiallista erottumista saentimesta, joka lopulta johtaa voitelurasvan ennenaikaiseen tuhoutumiseen.

On myös huomioitava, että kokonaan rasvalla voidellussa vierintälaakerissa kitkalämpö ei pääse poistumaan laakerista, kuten nestevoitelussa. Kitkalämpö rajoittaa laakerin kuormitettavuutta ja etenkin pyörimisnopeutta. Yleisesti suositellaankin, että laakerin täyttöasteeksi tulisi 30...50 % laakeripesän tilavuudesta, jolloin lämpölaajenemiselle jää riittävästi tilaa. (Teollisuusvoitelu 2006, 38–41).

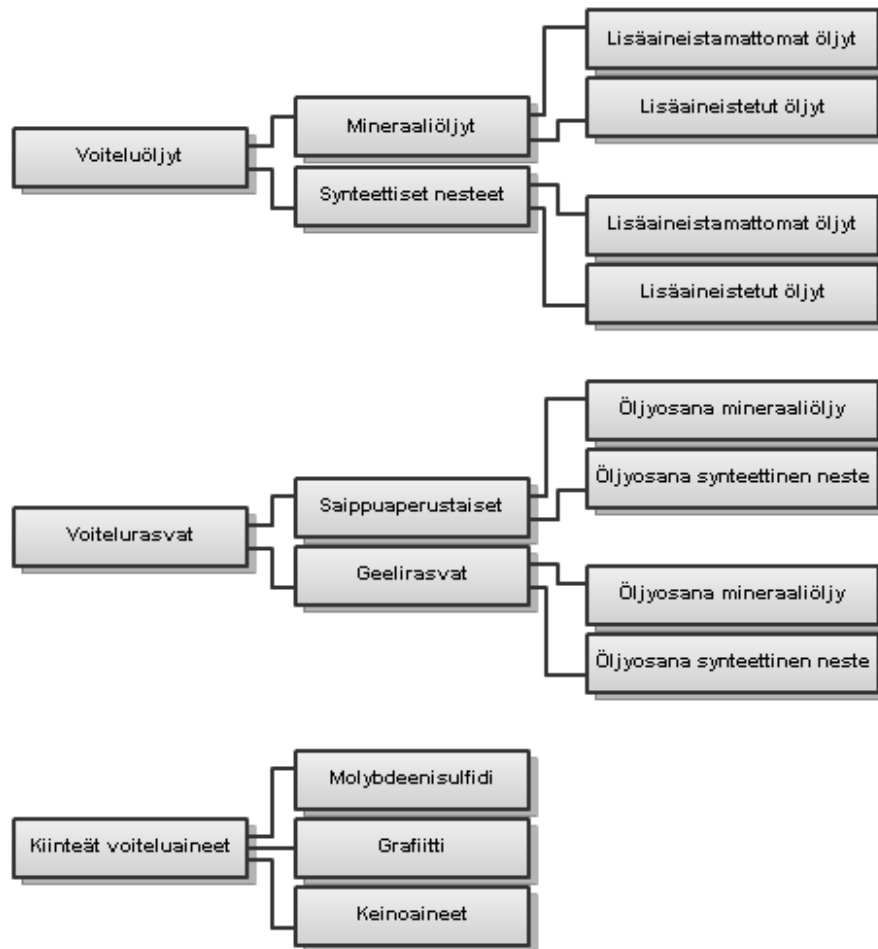
5.2 Voiteluaineet

Voiteluhuollon merkitys koko teollisuuden toimivuuteen on huomattava. Vain oikein suoritettulla voitelulla tuotantokoneet pysyvät käynnissä. Voiteluhuollon onnistumiseen vaikuttavat oikein valitut ja laadukkaat voiteluaineet. Myös paistopuristimien voitelussa

on keskityttävä oikeiden voiteluaineiden valintaan, sillä puristin toimii ääriolosuhteissa ja huoltoseisakkeja lukuun ottamatta lähes tauotta.

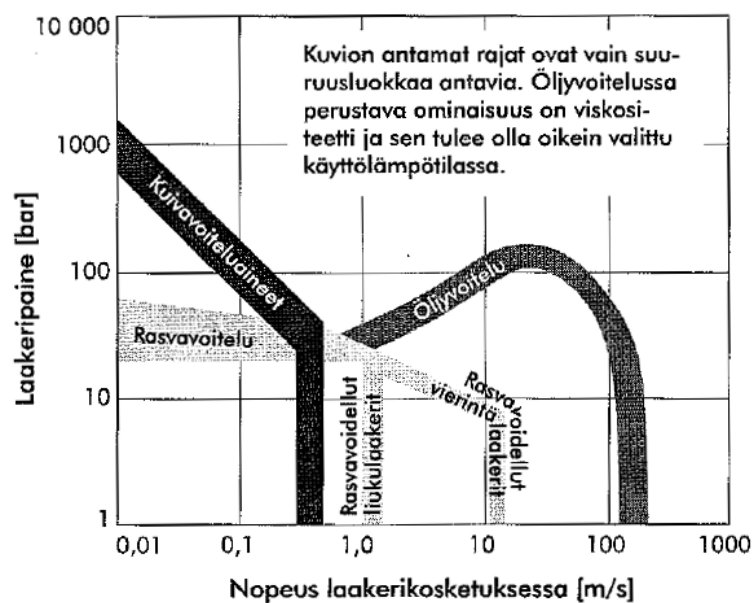
Suomessa käytetään voiteluaineita noin 85 000 tonnia vuodessa. Siitä hieman yli puolet menee teollisuuden käyttöön teollisuusvoiteluaineina. Voiteluaineiden kulutus on laskeutunut viimeisten vuosikymmenien ajan, vaikka samalla tuotanto on lisääntynyt. Tähän on syynä voiteluaineiden ja voitelumenetelmien kehittyminen sekä varsinkin viime vuosina kehittynyt voiteluaineiden kunnonvalvonta. Suomen voiteluainemarkkinat jakautuvat lähes kokonaan neljän suurimman toimijan, ExxonMobilin, Shellin, Teboilin ja Neste Oilin kesken. Pienemmille valmistajille jää vain muutama prosentti kokonaisymyynnistä. (Suontama 2007).

Voiteluaineeksi sopii käytännössä mikä tahansa juokseva materiaali kiinteässä, neste-mäisessä tai kaasumaisessa olomuodossa. Teollisuudessa ylivoimaisesti käytetyimpiä voiteluaineita ovat voiteluöljyt ja rasvat, joita käsitellään tässä kappaleessa. Kuviossa 9 on ryhmitelty yleisimmät teollisuuden voiteluaineet ja kuviossa 10 näiden soveltuvuus eri kuormitustilanteissa ja nopeuksissa. Voiteluaineet on ryhmitelty käyttökohteittain standardissa PSK 7202.



Kuvio 9. Voiteluaineiden ryhmittely.

NOPEUS/KUORMITUSRajoitukset ERITYYPPISILLE VOITELUAINEILLE



Kuvio 10. Voiteluaineiden soveltuvuus erilaisiin nopeus- ja kuormitustilanteisiin. (Teollisuusvoitelu 2006, 48).

Kuormituksen ja nopeuden lisäksi myös järjestelmän muut ominaisuudet vaikuttavat voiteluaineelta vaadittaviin ominaisuuksiin. Taulukkoon 3 on kerätty erimerkkejä erilaisissa voitelukohteissa voiteluaineelta vaadittavista ominaisuuksista.

Taulukko 3. Voiteluaineelta vaadittavat ominaisuudet erilaisissa voitelukohteissa. (Tribologia 2004, 173).

Voiteluaineen ominaisuus	Liukulaa-keri	Vierintä-laakeri	Suljetut vaihteistot	Avoimet vaihteistot, ketjut, köydet	Kellot, instrumentit	Saranat, luistit
Rajavoitelu	+	++	+++	++	++	+
Jäähdytys	++	++	+++	-	-	-
Kitka	+	++	++	-	++	+
Kyky pysyä kohteessa	+	++	-	+	+++	+
Tiivistäminen	-	++	-	+	-	+
Lämpötila-alue	+	++	++	+	-	+
Korroosionkesto	+	++	-	++	-	+
Haihtuvuus	+	+	-	++	++	+

+++ = hyvin tärkeä ominaisuus

++ = tärkeä ominaisuus

+ = suositeltava ominaisuus

- = merkityksetön

Viskositeetti

Nestemäisten voiteluaineiden tärkein ominaisuus on viskositeetti. Viskositeetti kuvaa aineen juoksevuuutta eli kykyä vastustaa virtausta tietyssä lämpötilassa. Viskositeetti riippuu aineen sisäisistä kitkoista, jotka syntyvät, kun nesteen molekyylikerrokset liukuvat toisiaan vasten. Suuremman viskositeetin aineet, esimerkiksi öljyt, virtaavat hitaammin kuin pienen viskositeetin aineet, kuten vesi.

Dynaamisen eli absoluuttisen viskositeetin yksikkö SI-järjestelmässä on Pascal-sekunti (Pas [Ns/m²]). Yleisesti yksikkönä käytetään kuitenkin sen tuhannesosaa, senttipoisia (cP). Dynaamista viskositeettia käytetään hyväksi teoreettisissa laskelmissa. Teollisuusvoiteluöljyistä käytetään yleisesti kinemaattista viskositeettia, joka saadaan jakamalla dynaaminen viskositeetti tiheydellä. Kinemaattisen viskositeetin yksikkö SI-järjestelmässä on m²/s tai mm²/s, mutta yleisemmin käytössä on Stoki (St) ja käytännöllisemmin senttistoki (cSt).

Viskositeetti-indeksi (VI) kuvaa viskositeetin riippuvuutta lämpötilan muutoksesta. Mitä suurempi VI -arvo öljyllä on, sitä vähemmän sen viskositeetti muuttuu lämpötilan

muuttuessa. Yleensä viskositeetti-indeksi määritellään + 40 °C ja + 100 °C lämpötiloista mitattujen viskositeettiarvojen perusteella.

Teollisuuden voitelu- ja hydraulikkaöljyt luokitellaan ISO 3448 -viskositeettiluokituksen mukaan (ISO VG -luokitus). Se koostuu 18 viskositeettiluokasta, jotka on numeroitu luokan keskiviskositeetin mukaan (taulukko 4). ISO-VG -luokitus ei ota kantaa öljyn suorituskykyyn.

Taulukko 4. Teollisuusöljyjen viskositeettiluokitus ISO 3448:n mukaan. (Teollisuusvoitelu 2006, 95).

ISO VG luokka	Viskositeetin keskiarvo mm ² /s @ + 40 °C vaihtelurajat ± 10 %
ISO VG 2	2,2
ISO VG 3	3,2
ISO VG 5	4,6
ISO VG 7	6,8
ISO VG 10	10,0
ISO VG 15	15,0
ISO VG 22	22,0
ISO VG 32	32,0
ISO VG 46	46,0
ISO VG 68	68,0
ISO VG 100	100,0
ISO VG 150	150,0
ISO VG 220	220,0
ISO VG 320	320,0
ISO VG 460	460,0
ISO VG 680	680,0
ISO VG 1000	1000,0
ISO VG 1500	1500,0

Voiteluöljyt

Voiteluöljyt ovat yleisimpiä teollisuudessa käytettäviä voiteluaineita. Voiteluöljyt koostuvat perusöljystä ja sen ominaisuuksia parantavista lisäaineista. Perusöljynä käytetään joko mineraaliöljyä tai synteettisiä nesteitä. Voiteluöljyjä voidaan valmistaa myös osasynteettisistä öljyistä, jolloin ominaisuudet ovat täyssynteettisten öljyjen ja mineraaliöljyjen välillä.

Lisäaineilla pyritään parantamaan voiteluaineen suorituskykyä, suojelemaan voideltavien pintojen reaktioita ympäristön kanssa sekä nostamaan voiteluaineen elinikää. Lisäaineet vaikuttavat joko tarttumalla fyysikaalisesti voideltaviin pintoihin tai kemiallisessa reaktiossa yhdessä voideltavien pintojen ja ympäristön kanssa (Teollisuusvoitelu 2006, 55–68). Tärkeimpiä lisäaineita ovat:

- kulumisenestolisäaineet (AW, anti wear)
- paineenkestolisäaineet (EP, extreme pressure)
- viskositeetti-indeksin parantajat (VI-lisäaineet)
- hapettumisenestolisäaineet
- korroosionestolisäaineet
- kitkanalentajat (FM, friction modifier)
- vaahtoamisenestolisäaineet.

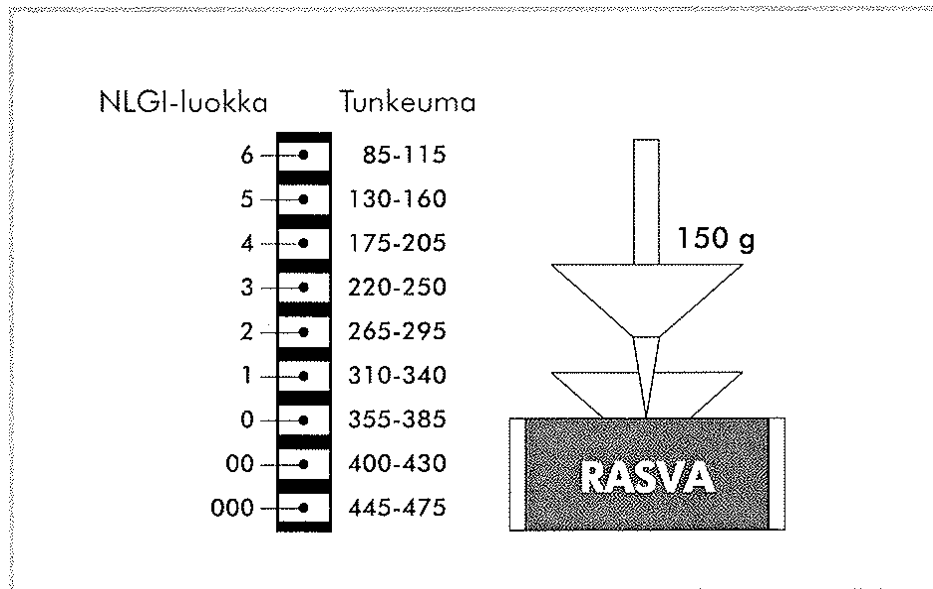
Voitelurasvat

Voitelurasvat ovat nousseet voiteluöljyjen rinnalle suosittuina teollisuusvoiteluaineina muun muassa kustannustehokkuutensa ansiosta. Rasvavoitelulla voidaan tehokkaasti toteuttaa paikallisia voitelujärjestelmiä. Myös voitelurasvojen menekki on pienempää voiteluöljyihin verrattuna. Tribologisessa mielessä rasvoissa ei kuitenkaan ole mitään etuja voiteluöljyihin nähden.

Voitelurasvat koostuvat perusöljystä ja siihen huonosti liukenevasta saentimesta. Perusöljyn osuus rasvassa on 80–90 %. Öljy voi olla joko mineraaliöljyä tai synteettistä öljyä. Yleisimmät saentimet ovat metallisaippuota, kuten alumiini- tai litiumsaippuaa. Kompleksirasvoilla tarkoitetaan rasvoja, joiden saentimena on käytetty useampaa metallisaippuaa. Lisäksi voitelurasvojen ominaisuuksia parannetaan erilaisilla lisäaineilla, aivan kuten voiteluöljyjäkin.

Voitelurasvojen kovuus eli tunkeuma määritetään NLGI -luokituksella. Rasvan luokituksen määrittäminen tapahtuu DIN ISO 2137 -standardin mukaisella tunkeumakokeella, jossa 150 gramman painoisen kartion annetaan tunkeutua voitelurasvaan viiden sekunnin ajan + 25 celsiusasteessa. Kartion tunkeuma rasvaan ilmoitetaan kymmenesosamillimet-

reinä. NLGI -luokka vaihtelee välillä 000 (juokseva) – 6 (erittäin kova). (Tribologia 2004, 177–178). Kuviossa 11 on esitetty voitelurasvojen kovuuden määrittäminen sekä luokitukset.



Kuvio 11. Voitelurasvojen kovuuden määrittäminen. (Teollisuusvoitelu 2006, 82).

Kiinteät voiteluaineet

Ääriolosuhteisiin, kuten matalaan tai korkeaan lämpötilaan, suuriin kuormituksiin tai hitaisiin liukunopeuksiin voiteluöljyt ja –rasvat sopivat vain rajoitetusti. Tällaisissa kohteissa voidaan käyttää kiinteitä voiteluaineita.

Käytetyimpiä kiinteitä voiteluaineita teollisuudessa ovat molybdeenisulfidi (MoS_2), polytetrafluorieteeni (PTFE) ja grafiitti. Näitä kaikkia voidaan käyttää yli $+ 300\text{ °C}$ lämpötilassa, joten ne soveltuvat hyvin myös paistopuristimien voiteluun. (Teollisuusvoitelu 2006, 72–74).

Hydrauliikkaöljyt

Hydrauliikkaöljyn päätehtävä hydrauliikkajärjestelmässä on tehonsiirto toimilaitteille. Tämän lisäksi se toimii myös jäähdytysnesteinä ja voiteluaineena. Hydrauliikkaöljyille ominaista on tehokas lisäaineistus kulumista, hapettumista, vaahtoamista, veden erottu-

mista ja ruostumista vastaan. Hydraulikkaöljyt ovat normaaleissa järjestelmissä yleensä ISO VG 32-, 46- tai 68-luokan öljyjä. Hydraulikkaöljyn valinta määräytyy pumpun vaatimusten perusteella. Liian alhainen viskositeetti johtaa pumpun nopeaan kulumiseen voitelukalvon ohentuessa, liian korkea viskositeetti sen sijaan kuluttaa pumppua erittäin nopeasti kavitoinnin takia. Normaalin hydraulikkajärjestelmän ohjeellinen optimiviskositeetti-alue on 16–36 cSt käyttölämpötilassa (+ 40...+ 60° C). Yleisimmät hydraulikkaöljyluokitukset ovat DIN 51524 ja ISO 6743-4, joita on vertailtu taulukossa 5.

Taulukko 5. DIN 51524 ja ISO 6743-4 hydraulikkaöljyluokitusten rinnastus. (Teollisuusvoitelu 2006, 96).

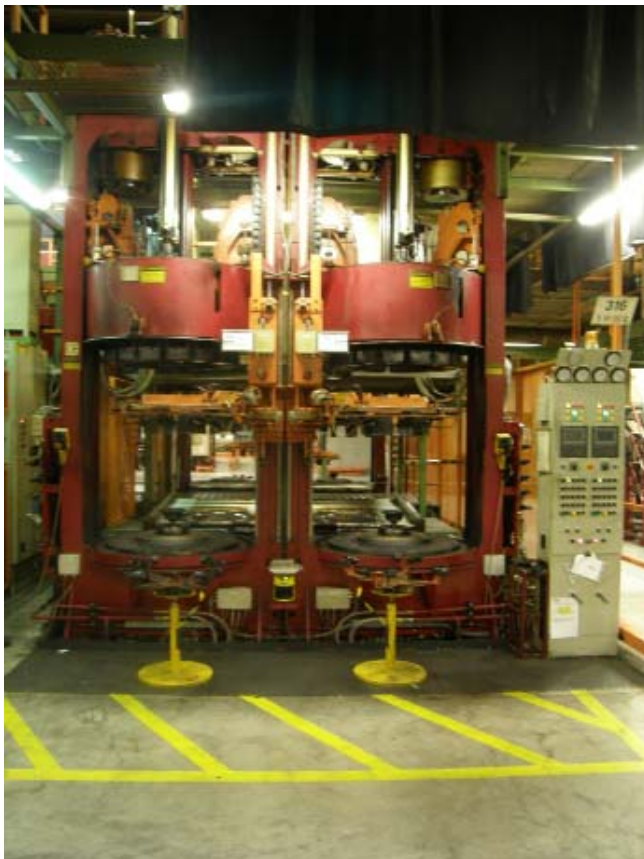
Hydraulikkäyttö	DIN 51524 Osa 1 = HL Osa 2 = HLP Osa 3 = HVLP	ISO 6743-4 HL HM HV	Viskositeetti- indeksi VI	Öljyn lisäaineistus, suorituskyky
Vanhahkot yksinkertaiset järjestelmät Sisäkäyttö Paine < 100 bar	HL ISO VG 10 - ISO VG 22 ISO VG 32 ISO VG 46 ISO VG 68 ISO VG 100 -	HL ISO VG 10 ISO VG 15 ISO VG 22 ISO VG 32 ISO VG 46 ISO VG 68 ISO VG 100 ISO VG 150	≥ 70	Korroosion ja hapettumisenesto
Nykyaikaiset siätiloissa toimivat hydraulikat Paine > 100 bar	HLP ISO VG 10 - ISO VG 22 ISO VG 32 ISO VG 46 ISO VG 68 ISO VG 100 -	HM ISO VG 10 ISO VG 15 ISO VG 22 ISO VG 32 ISO VG 46 ISO VG 68 ISO VG 100 ISO VG 150	≥ 90	Korroosion, hapettumisen ja kulumisenesto
Nykyaikaiset vaihtelevissa lämpötiloissa toimivat hydraulikat esim. ajoneuvot ympäri vuoden. Paine > 100 bar	HVLP ISO VG 15 - ISO VG 32 ISO VG 46 ISO VG 68 ISO VG 100 -	HV ISO VG 15 ISO VG 22 ISO VG 32 ISO VG 46 ISO VG 68 ISO VG 100 ISO VG 150	≥ 140	Korroosion, hapettumisen ja kulumisenesto + VI-parantajat
			≥ 120	

Viskositeetin ohella toinen hydraulikkaöljyn perusvaatimus on öljyn puhtaus. Tutkimusten mukaan noin 80 % hydraulikkajärjestelmien toimintahäiriöistä johtuu likaisesta, huonokuntoisesta tai sopimattomasta öljystä. Likaiset suodattimet aiheuttavat hydraulikkaneesten lämpötilan nousua, joka puolestaan pienentää nesteiden käyttöikä. Suodattimen suodatustarkkuuden on normaaleissa järjestelmissä oltava 10 µm, servojärjestelmissä 3 µm. (Polarteknik n.d.).

6 Paistopuristimen esittely

Paistopuristimen toimintaperiaate on hyvin yksinkertainen. Korkeapaineistettua höyryä johdetaan paistotyynyyn, joka paisuu ja saa rengasaihion painautumaan muotin sisäpinnassa olevaa rengaskuviota ja tuotetietoja vasten. Muotin sisällä oleva korkea lämpötila ja paine yhdessä vulkanoivat rengasaihion. Paistopuristimet ovat täysautomaattisia laitteita, jolloin operaattorin, rengaspaistajan, tehtäväksi jää prosessin valvonta sekä joillakin koneilla rengasaihion asettaminen kuormauslautaselle.

Voiteluohje laadittiin Nokian Renkaiden kahden eri laitevalmistajan paistopuristimille. Japanilaisvalmistaja Mitsubishi Heavy Industries Ltd:n paistopuristimia Nokian Renkailla on kolmea eri tyyppiä, ns. 46”, 47” ja 52” mallit (kuvio 13). Toinen laitevalmistaja on saksalainen Herbert Maschinen und Anlagenbau GmbH & Co, jonka paistopuristintyyppi on Aubo 44-RH (kuvio 14). Nämä muodostavat vajaat 90 prosenttia Nokian Renkaiden henkilöautorenkaiden paistopuristinkapasiteetista. Lisäksi käytössä on vanhoja AF-puristimia, joita ei voiteluohjeeseen sisällytetty.



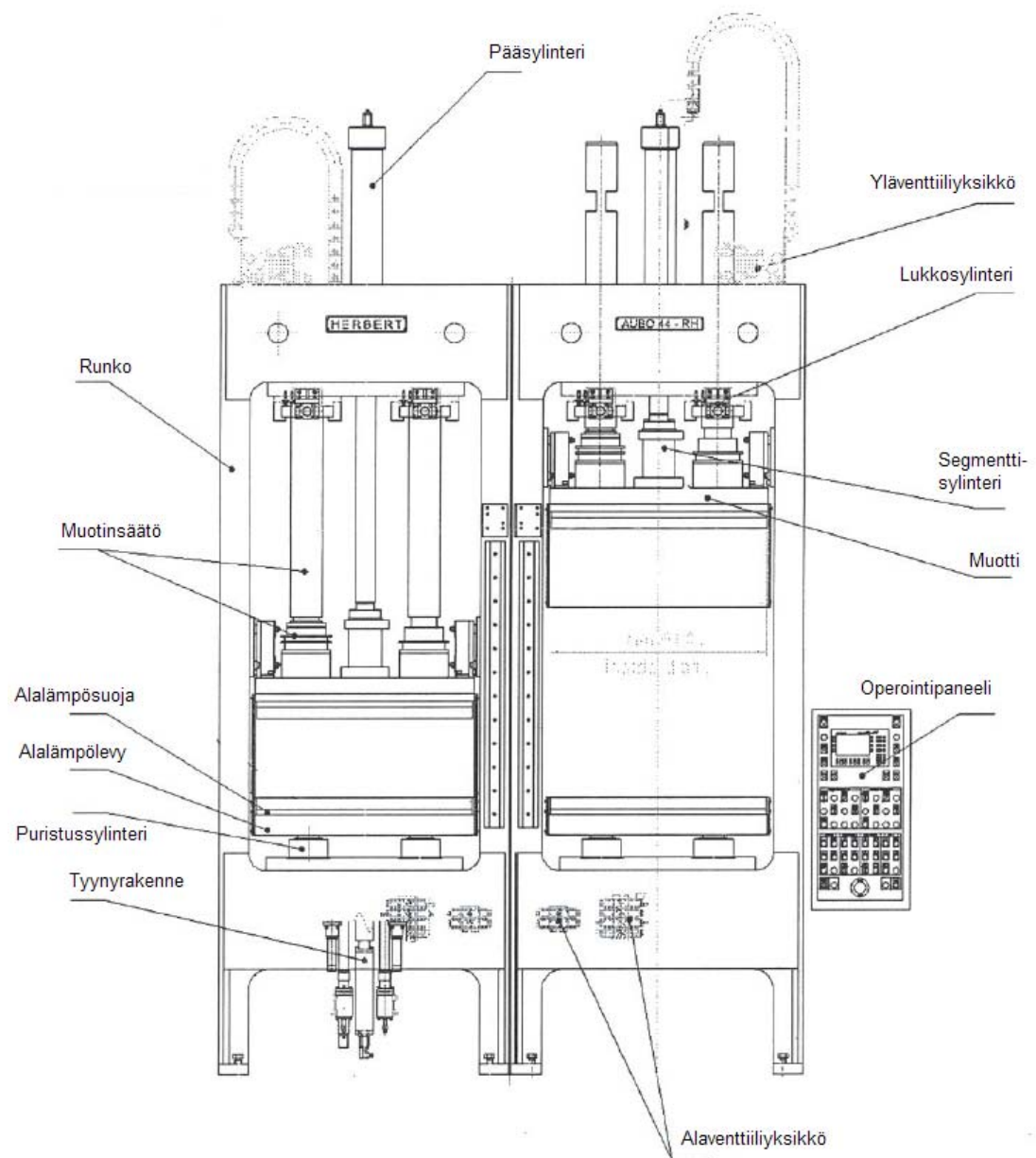
Kuvio 12. Mitsubishi 52” -paistopuristin.



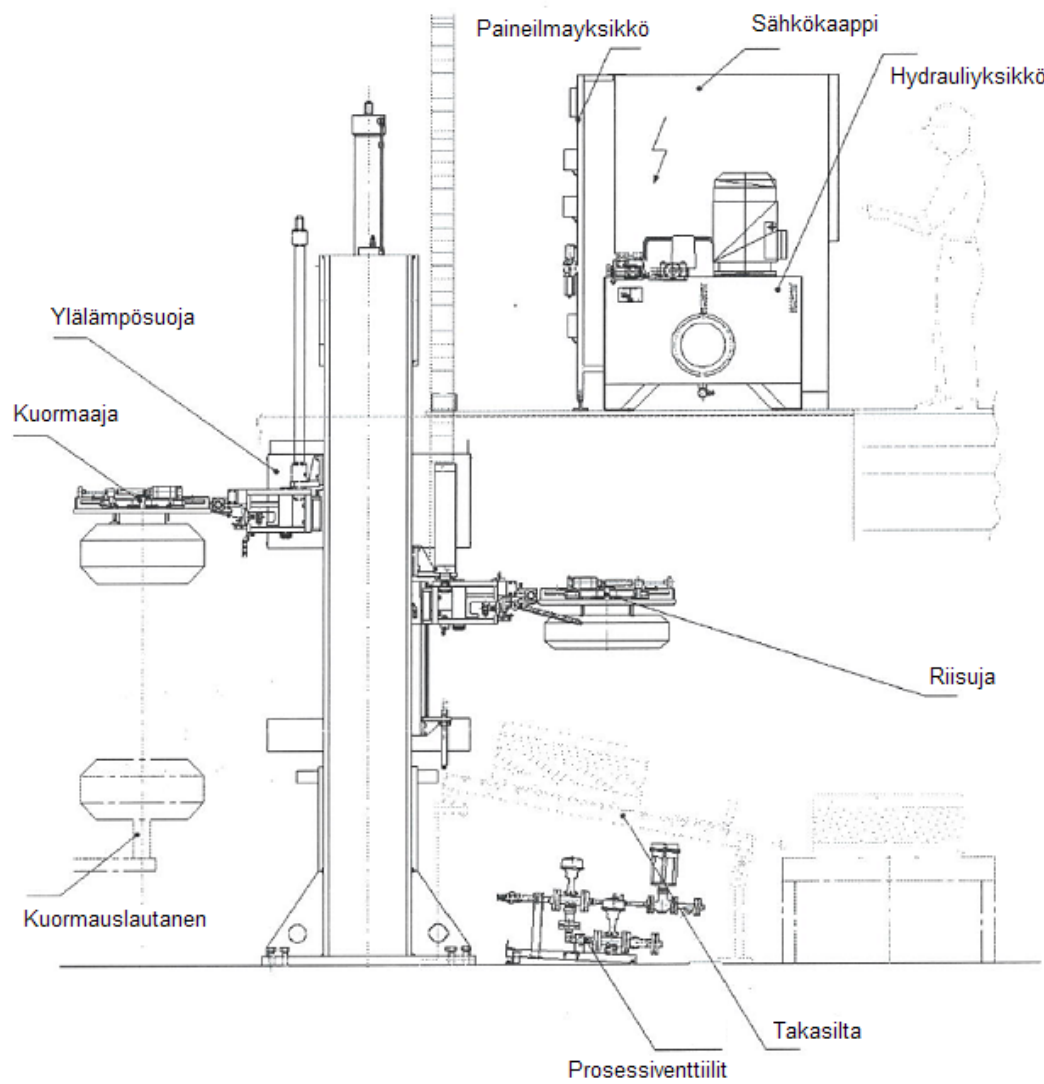
Kuvio 13. Herbert AUBO 44-RH -paistopuristin.

Molemmat puristintyypit ovat kaksimuottisia. Yhdellä puristimella voidaan siis paistaa kahta rengasta samaan aikaan. Paistopuristimen paino tyypistä riippuen on noin 15 tonnia. Lisäksi yksi muotti painaa noin 3 tonnia.

Paistopuristin voidaan jakaa kuuteen eri laitekokonaisuuteen: kuormaajaan, riisujaan, runkoon, muottiin, hydraulikkayksikköön sekä operointipaneeliin. Lisäksi puristimessa voi olla jälkijäähdytin, johon rengas asetetaan paiston jälkeen jäähtymään. Kuormaaja poimii renkaan joko kuormauslautaselta tai automaattisesta pystynostimesta, joka ei varsinaisesti ole paistopuristimeen kuuluva laite, mutta se on sisällytetty voiteluohjelmaan. Kuvioissa 14 ja 15 on esitetty Herbert-paistopuristin ja sen laitteet.



Kuvio 14. Herbert-paistopuristin edestä. (Herbert-käyttöohjekirja 2006)



Kuvio 15. Herbert-paistopuristin sivulta. (Herbert-käyttöohjekirja 2006).

7 Voiteluhuolto-ohje

Tässä kappaleessa käsitellään Nokian Renkaille tehdyn voiteluhuolto-ohjeen suunnittelua, toteutusta ja dokumentointia. Liitteessä 1 on Mitsubishi-paistopuristimille tehty voiteluhuolto-ohje. Herbert-paistopuristimien voiteluhuolto-ohje on rakenteeltaan pääosin samanlainen. Liitteessä 2 on esimerkki 52” Mitsubishin voiteluohjelmasta.

Paistopuristimien voiteluhuolto-ohjelman laatiminen on osa Nokian Renkaiden voiteluhuollon kehittämisprojektia. Viime keväänä tehtiin päättötyönä ensimmäinen voiteluhuolto-ohjelma kokoonpanokoneille. Tänä keväänä voiteluhuolto-ohjelmien laatimista jatkettiin paistopuristimien, pitkien linjojen ja alkuvalmistusosaston koneisiin. Näin suurin osa henkilöautorenkaiden valmistusprosessin koneista kuuluu voiteluhuolto-ohjelmien piiriin, ja koneiden voitelupisteet on dokumentoitu sähköiseen taulukkomuotoon jatkokäsittelyä varten.

Tulevaisuudessa voitelukohteet on tarkoitus syöttää kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmään Arttuun, jossa voitelutöiden lisääminen, seuranta ja mittaaminen onnistuvat helposti. Dokumentoidun voiteluhuolto-ohjeen ja voiteluohjelman avulla voitelutoimenpiteestä saadaan luotua prosessi, jonka voi suorittaa kuka tahansa kunnossapidon henkilökuntaan kuuluva.

7.1 Lähtötilanteen kartoittaminen

Lähtötilanteessa kartoitettiin jo olemassa oleva tieto, jonka ympärille voiteluohjelmaa lähdettiin kokoamaan. Paistopuristimien voitelu suoritetaan pääasiassa ennakkohuoltojen yhteydessä sekä huoltoseisakeilla. Puristimen ennakkohuoltoväli on noin 12 viikkoa konetyypistä riippuen. Huoltoseisakit ovat kaksi kertaa vuodessa, kesällä ja talvella. Joitain voitelutöitä tehdään myös koneen ollessa tuotannossa, esimerkiksi tukkeutuneiden suodattimien vaihdot ja öljynäytteiden ottaminen.

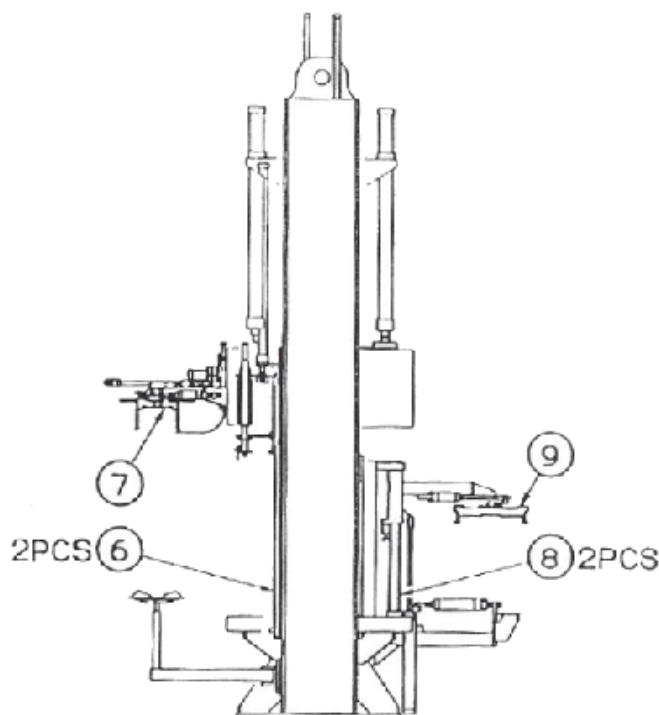
Puristimen ennakkohuoltopäivinä tehdyt mekaaniset kunnossapitotyöt ja sähkötyöt on merkitty työlistaan, joka annetaan asentajille ennen ennakkohuoltoa. Nämä työt ovat joko vikatöitä, jotka ennakkohuoltotarkastaja on merkinnyt tarkastuslistaan, toistuvia

ennakkohuoltotöitä tai mittaavan kunnossapidon löytämiä vikoja. Näin ei ole kuitenkaan ole toimittu voiteluhuoltotöiden kanssa, vaan suurin osa voitelukohteista on voitelijan muistissa niin kutsuttuna hiljaisena tietona. Ongelmaksi muodostuu tilanne, jolloin voitelija estyy pääsemästä puristimen ennakkohuoltopäivälle. Silloin mekaaniset asentajat joutuvat suorittamaan voiteluhuoltotyöt omien töidensä lisäksi.

Lähtötilanteessa nähtiin tärkeäksi, että saadaan kirjattua muistiin kaikki puristimen voiteluhuoltokohteet, jotka voitelija voitelee ennakkohuoltopäivänä. Nämä kohteet ovat puristimen kannalta kriittisimpiä, sillä kokemukseräisesti on todettu näiden kohteiden tarvitsevan jatkuvaa voitelua. Jokaisen konetyypin voitelukohteet tarkastettiin yhdessä voitelijan kanssa ja ne kirjattiin. Lisäksi kirjattiin harvemmin tehtävät työt, kuten suodattimien ja huohotinventtiilien vaihdot. Jos voitelukohteessa oli voitelunippoja, myös niiden lukumäärä kirjattiin ylös. Listalle saatiin 15–20 kohdetta jokaista konetyyppiä kohti.

Joitakin voiteluhuoltotöitä on kirjattu Arttuun yksittäisille ennakkohuoltopäiville tai seisakeille. Menneet huoltopäivät ja seisakit käytiin läpi voiteluhuoltotöiden osalta ja lisättiin listalle, jos sama työ toistui useaan otteeseen ja se katsottiin merkitykselliseksi koneen toiminnan kannalta.

Laitevalmistajien käyttö- ja huolto-ohjeissa säännölliset voiteluhuoltotoimet on esitetty melko suurpiirteisesti, ja lähes kaikki ohjeiden kohteet löytyivät jo tehdyiltä listalta. Kuviossa 16 on 47” Mitsubishin huolto-ohjeissa esitetyt kuormaajan ja riisujan voitelukohteet.



Kuvio 16. 47” Mitsubishin kuormaajan ja riisujan voitelukohteet. (Mitsubishi käyttöohjekirja 2006).

Ohjeissa on myös kerrottu suuntaa antavat voiteluvälit eri kohteille sekä laitevalmistajan suosittelemat voiteluaineet. Näitä tietoja voitiin käyttää hyväksi voiteluhuolto-ohjeita ja voiteluohjelmia laadittaessa.

7.2 Voiteluohjelman rakentuminen

Kerätylle voitelukohdelistalle tuli 30–35 voiteluhuoltokohdetta jokaista konetyyppiä kohden. Kohteet siirrettiin taulukkolaskentaohjelmaan jatkokäsittelyä varten. Voiteluohjelman ulkoasusta tehtiin yhtenäinen muille koneryhmille tehtävien voiteluohjeiden kanssa selkeyden säilyttämiseksi. Voitelukohteisiin lisättiin tunnisteet, jotka helpottavat kohteen löytämistä koneesta, esimerkiksi; sijaitseeko voitelukohde kuormaajassa, riisujassa tai hydraulisyksikössä. Tässä vaiheessa lisättiin myös kohteelle suoritettava toimenpide.

Paistopuristimen voiteluhuoltoon liittyviä toimenpiteitä ovat:

- tarkastus
- puhdistus
- voitelu
- öljynäytteen otto.

Mitsubishi suosittelee valmistamiensa paistopuristimien voiteluun taulukon 6 mukaisia voiteluaineita. Herbertin suosittelemat voiteluaineet on merkitty taulukkoon 7.

Taulukko 6. Mitsubishin suosittelemat voiteluaineet. (Mitsubishi käyttöohjekirja 2006).

Tyyppi	Mineraaliöljy	Litiumrasva
Viskositeetti	ISO VG 46 - JIS VG 46	XM1
Valmistaja	28.8...35.2 cSt @ 40 °C	310...340 cSt @ 25 °C
SHELL	Shell Terrus 46	Alvania EP Grease R1
ESSO	Nuto HP 46, Nuto H 46	Lithtan EP1
MOBIL	Mobil DTE Oil 25	Mobilux EP1
IDEMITSU	Dafny Super Hydro 46	Dafny Eponex EP no. 1

Taulukko 7. Herbertin suosittelemat voiteluaineet. (Herbert käyttöohjekirja 2006).

Kohde	Esso	Mobil	Shell
Vaihteistot	Spartan EP 320	Mobilgear 632, Mobil SHC 632	Omala Öl 620
Voimaruuvi	Beacon EP2	Mobilux EP2	Alvania EP2
Hammasratat, ketjut	Surett Fluid 4k	Mobiltac A, Mobiltac D	Cardium Fluid C, Cardium Fluid D
Vierintälaakerit, muut voideltavat osat	Beacon EP2	Mobilux EP2	Alvania EP2
Hydrauliikkajärjestelmä	Nuto H 68	Mobil DTE 26	Tellus Öl 68

Voitelukohteissa käytettävät voiteluaineet määritettiin yhdessä voitelijan kanssa laitevalmistajan suosituksia ja Nokian Renkailla jo käytössä olevia voiteluaineita silmällä pitäen. Nokian Renkailla on yleisesti käytössä Mobilin voiteluaineet. Myös paistopuristimien voiteluun valittiin Mobilin voiteluaineet tai vastaavat varastosta löytyvät voiteluaineet, jotta kunnossapidon käyttämää voiteluainevalikoimaa ei tarvitse suurentaa.

Paistopuristimien rasvavoiteluun valittiin Mobil XHP 461 -litiumkompleksirasva. Sillä on parempi lämpötilan ja kuormituksen kestävyys verrattuna Mobilin EP-sarjan rasvoihin. Liikkuville osille valittiin Ronseal Triflow PTFE -aerosoli. Sillä on niin ikään hyvä lämpötilan- ja kuormituksenkesto. Aerosoli on helppokäyttöinen vaikeasti saavutetta-

vissa kohteissa. Lisäksi se muodostaa kohteeseen tasaisen voiteluainekalvon, jollaista ei välttämättä saavuteta, jos kohde voideltaisiin rasvalla sivellintä käyttäen.

Hydrauliikkaöljyksi valittiin molempien valmistajien puristimilla käytössä oleva ISO VG 68 -luokituksen Mobil DTE 26 -hydrauliikkaöljy. Mitsubishin suosittelema Mobil DTE 25 -öljy on käytössä todettu liian ohueksi ja tästä syystä myös Mitsubishin valmistamilla koneilla on alettu käyttää DTE 26 -öljyä. Lisäksi muutamilla koneilla on koekäytössä Neste Paine ZFX 68 -hydrauliikkaöljyä. ZFX 68 -öljyssä ei ole käytetty metalleja sisältäviä lisäaineita, joiden ansiosta sillä on hyvät kulumisenesto-ominaisuudet.

Ketjujen voiteluun paistopuristimille valittiin Mobil DTE Oil light ja kiinnileikkautumisenestoaineeksi Würth CU-800 -kuperipasta. Voiteluohjelmaan merkittiin myös voiteluaineiden ja suodattimien tako-numerot, joiden avulla ne löytyvät kunnossapidon varastosta.

Voitelunipasta voideltavien laakereiden ja lineaarikelkkojen voiteluainemäärä kirjattiin voiteluohjelmaan. Laakerien jälkivoiteluun tarvitsemaa rasvamäärää voidaan arvioida kaavan 2 avulla:

$$m = 0,005 \cdot D \cdot B \quad (2)$$

jossa m on jälkivoiteluun tarvittavan rasvan määrä [g], D on laakerin ulkohalkaisija [mm] ja B on laakerin leveys [mm]. (Parikka, Sainio 2004, s. 24–25).

Lasketut arvot ovat arvioita, joita on muutettava, jos seurannassa voiteluainemäärä todetaan liian suureksi tai riittämättömäksi. Lineaarikelkkojen voiteluainemäärät saatiin valmistajan taulukoista.

Voiteluohjelman viimeisenä kohtana jokaiselle voitelukohteelle määritettiin huoltoväli. Huoltoväli merkittiin numerona 1...8 seuraavasti:

1. päivittäin
2. 2 kertaa viikossa
3. viikoittain
4. huoltopäivinä

5. 4 kertaa vuodessa
6. 3 kertaa vuodessa
7. 2 kertaa vuodessa (kesä- ja jouluseisakki)
8. kerran vuodessa (kesäseisakki).

Sama numerointi on käytössä kaikkien koneryhmien voiteluohjelmissa epäselvyyksien välttämiseksi. Paistopuristimilla suurin osa kohteista on voideltava jokaisena huoltopäivänä. Puristimen liikkuvat osat ovat suojaamattomia, ja ne keräävät helposti metallihiukkasia, pölyä ja paistosta syntyvää likaa. Nämä voivat aiheuttaa koneen toimintahäiriöitä varsinkin, jos lika pääsee pinttyämään liukupinnoille ja sylinterien varsiin.

Harvemmin suoritettavia toimenpiteitä ovat öljynäytteen otto, pystynostimen ketjun voitelu sekä suodattimien vaihdot, jotka tehdään kerran vuodessa. Suodattimien tukkeutumisesta tulee ilmoitus operointipaneeliin, jolloin suodatin on vaihdettava uuteen. Jos edellisestä vaihdosta on kulunut yli vuosi, on suodatin silloin vaihdettava uuteen.

7.3 Voiteluhuolto-ohjeen laatiminen

Voiteluohjelmien lisäksi molempien valmistajien puristimille laadittiin voiteluhuolto-ohje. Ohjeen tarkoituksena on koota yhteen voitelun teoriaa, laitevalmistajan turvallisuusohjeet ja voiteluainesuositukset, paistopuristimille valitut voiteluaineet vaihtoehtoinen sekä esimerkit muutamien voitelukohteiden voitelusta. Ohjeesta nähdään nopeasti paistopuristimien voiteluhuollon pääkohdat ja tarvittavat voiteluaineet, ja sitä voidaan käyttää apuna koulutuksessa ja perehdyttämisessä. Ohjeessa kerrataan lyhyesti öljy- ja rasvavoitelun teoriaa, jotka voitelijan on hyvä tuntea taustatietona voitelun suorittamisessa ja voiteluaineiden käsittelyssä. Myös menettelyohje jätteiden käsittelystä ja uusien voiteluaineiden hankinnasta Nokian Renkailla lisättiin voiteluhuolto-ohjeeseen.

Voiteluhuolto-ohjeessa on jokaisen paistopuristimen voitelussa käytettävän voiteluaineen lisäksi kerrottu mahdolliset vaihtoehdot näille aineille. Jos näitä ei ole saatavilla, on käytettävä valmistajan suosittamaa voiteluainetta tai muuta ominaisuuksiltaan vastaavaa voiteluainetta. Eri valmistajien voiteluaineita ei kuitenkaan suositella sekoitettavaksi keskenään. Myöskään synteettisiä ja mineraaliöljypohjaisia voiteluaineita ei suosi-

tella sekoitettavaksi keskenään. Voitelurasvojen kohdalla sekoitettavuutta rajoittavat myös saentimien erilaiset ominaisuudet. Keskenään sekoitettavissa olevat saentimet on esitetty taulukossa 8.

Taulukko 8. Voitelurasvojen sekoitettavuus saentimen perusteella. (Teollisuusvoitelu 2006, 74).

	Litium	Litium kompleksi	Kalsium	Kalsium kompleksi	Bentoniitti/Microgel
Litium	Sopii	Sopii	Sopii	Ei	Ei
Litium kompleksi	Sopii	Sopii	Sopii	Sopii	Ei
Kalsium	Sopii	Sopii	Sopii	Ei	Sopii
Kalsium kompleksi	Ei	Sopii	Ei	Sopii	Ei
Bentoniitti/ Microgel	Ei	Ei	Sopii	Ei	Sopii

Esimerkki Mitsubishien sivuohjaimien voitelu

Muotin sivuohjaimen kiskot ja -laakerit on voideltava jokaisella ennakkohuoltokerralla muottipaketin jumittumisen estämiseksi. Kuviossa 17 on muotin sivuohjain 46” ja 52” Mitsubishiista.



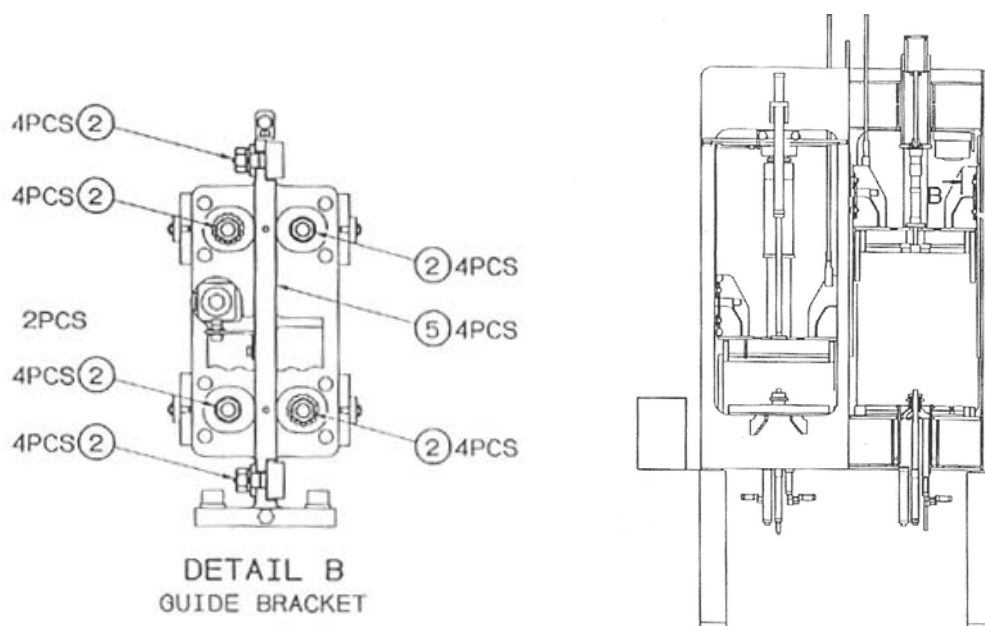
Kuvio 17. Paistopuristimen muotin sivuohjain.

Sivuohjaimen voitelu lyhyesti:

1. Puhdistetaan kisko huolellisesti liasta ja vanhasta voiteluaineesta.
2. Voidellaan kisko voiteluöljyllä.
3. Puhdistetaan sivuohjain ja laakerien nipat huolellisesti liasta ja vanhasta rasvas-
ta.
4. Voidellaan laakerit rasvalla nipoistaan rasvapuristimella.

Valmistaja ei anna sivuohjaimien laakereiden voiteluun suositeltua voiteluainemäärää. Katso voiteluaineen määrä voiteluohjelmasta.

Jokaisessa sivuohjaimessa on kuusi nippaa eli koneessa yhteensä 24. Voitelupisteet on esitetty kuviossa 18.



Kuvio 18. Muotin sivuohjaimen voitelupisteet. (Mitsubishi käyttöohjekirja 2006).

Esimerkki Herbertien kuormaajan ja riisujan voitelusta

Kuormaajan ja riisujan liikkuvat osat keräävät helposti metallihiukkasia, pölyä ja paise-
tosta syntyvää likaa. Nämä voivat aiheuttaa koneen toimintahäiriöitä varsinkin, jos lika
pääsee pinttymään liukupinnoille ja sylinterien varsiin. Kuormaajan ja riisujan liikkuvat

osat on puhdistettava ja voideltava jokaisella ennakkohuoltokerralla toimintahäiriöiden estämiseksi.

Kuormaajan ja riisujan voitelu lyhyesti:

1. Puhdistetaan kädälien lineaarijohteet ja sylinterien varret huolellisesti liasta ja vanhasta voiteluaineesta.
2. Voidellaan puhdistetut kohteet voiteluöljyllä.
3. Puhdistetaan lineaarijohteet ja sylinterien varret liasta ja vanhasta voiteluaineesta.
4. Voidellaan johteet voiteluöljyllä.
5. Puhdistetaan lineaarikelkkojen nipat vanhasta rasvasta.
6. Voidellaan lineaarikelkat nipoistaan rasvapuristimella.

Jos lineaarikelkkojen nipat ovat vaikeasti tavoitettavissa, voidaan rasvaa levittää vaihtoehtoisesti lineaarijohteelle koko johteen pituudelta siveltimellä.

8 Toimintaa kuvaavat mittarit

Voiteluhuolto-ohjeen ja voiteluohjelman lisäksi tehtävänä oli määrittää voiteluhuollon toimintaa kuvaavia mittareita. Mittareiden päätarkoituksena on kuvata, kuinka hyvin voiteluhuolto Nokian Renkailla toimii ja mihin suuntaan voiteluhuoltoa voidaan tulevaisuudessa kehittää. Tästä laadittiin selvitys sekä suositukset Nokian Renkailla.

Mittareiden perusteella on helppo seurata voiteluhuollon onnistumista ja niiden avulla päästään käsiksi osa-alueisiin, joissa on parannettavaa. Mittareiden avulla voidaan motivoida kunnossapitohenkilöstö uusiin tavoitteisiin sekä sitouttaa myös johto noudattamaan sovittuja tavoitteita. Mittareiden avulla on yksinkertaista esittää voiteluhuollon nykytila kunnossapidon ulkopuolisille henkilöille.

Nykypäivänä kaikkia tuotantoon ja liiketoimintaan liittyviä prosesseja seurataan erilaisien mittareiden avulla. Esimerkiksi tuotannossa mitataan kokonaistehokkuutta, turvallisuusosastolla sen sijaan tapaturma-astetta. Valitettavasti voiteluhuollon toimintaa ja tehokkuutta kuvaavia mittareita on tutkittu ja kehitetty varsin vähän. Yleensä voiteluosasto nähdään osana kunnossapito-osastoa, jolloin sen toiminta sisällytetään koko kunnossapidon tunnuslukuihin. Jos voiteluhuollon mittareita ei tunneta, ei myöskään voida nähdä, minkälainen vaikutus voitelulla on esimerkiksi tuotantokoneiden luotettavuuteen.

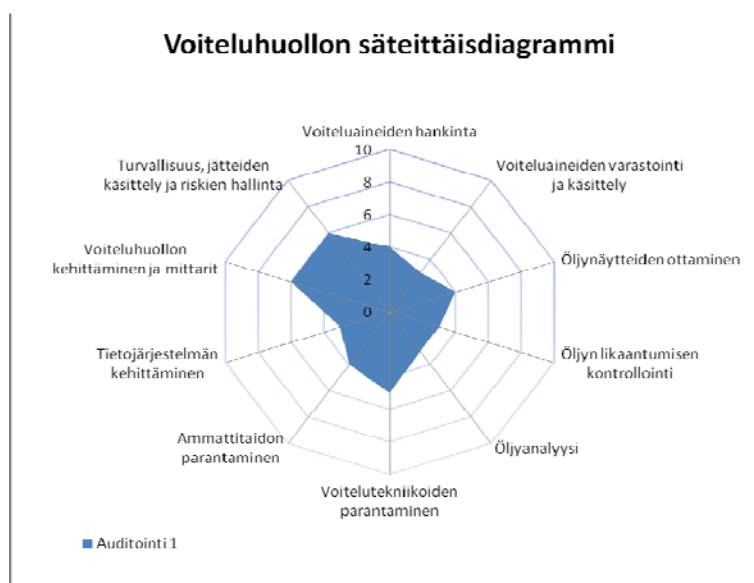
Voiteluhuollon toimintaa kuvaavien mittareiden selvittämisessä käytettiin avuksi yhdysvaltalaisen Noria Corporationin Internetistä löytyviä artikkeleja. Lisäksi alkuvaiheessa keskusteltiin yhdessä PC1:n osastopäällikön ja mittaavan kunnossapidon työjohtajan kanssa siitä, millaisia mittareita Nokian Renkailla voitaisiin käyttää. Noria Corporation on voiteluhuollon ja öljyanalyysien konsultointiin keskittynyt yritys. Se järjestää voiteluhuoltoon liittyviä koulutustilaisuuksia ja seminaareja sekä julkaisee omaa lehteä nimeltä Machinery Lubrication.

Voiteluhuollon kehittämisen pitäisi lähteä liikkeelle toimintasuunnitelmasta. Toimintasuunnitelmalla luodaan raamit voiteluhuollon kehittämiseksi. Toimintasuunnitelman määrittämisessä tukena voidaan käyttää SWOT-analyysiä. SWOT-analyysin nelikenttään kirjataan voiteluhuoltoon liittyvät sisäiset vahvuudet ja heikkoudet sekä voitelu-

huoltoon liittyvät ulkoiset mahdollisuudet ja uhat. SWOT-analyysiä voidaan laajentaa määrittelemällä tiettyjä voiteluhuollon avainalueita. (Barnes 2001) Tällaisia alueita ovat:

- voiteluaineiden hankinta
- voiteluaineiden varastointi ja käsittely
- öljynäytteiden ottaminen
- öljyn likaantumisen kontrollointi
- öljyanalyysi
- voiteluntekniikoiden parantaminen
- ammattitaidon parantaminen
- toiminnanohjausjärjestelmän kehittäminen
- voiteluhuollon kehittäminen ja mittarit
- turvallisuus, jätteiden käsittely ja riskienhallinta. (Barnes 2001).

Jokaiselle osa-alueelle määritellään tavoitearvo, johon pyritään. Tavoitearvo kuvaa kunkin osa-alueen parasta mahdollista tilaa. Auditoinnilla selvitetään jokaisen osa-alueen nykytila, esimerkiksi pisteyttämällä osa-alueet välillä 0-10. Tavoitearvon ja nykytilan perusteella voidaan luoda säteittäinen kaavio voiteluhuollon tilasta. Kuviossa 19 on esitetty malli säteittäisdiagrammista.



Kuvio 19. Voiteluhuollon säteittäisdiagrammi

Säteittäisdiagrammissa arvot 1–4 ovat selviä kehityskohteita, arvot 4–7 ovat hyviä standardiarvoja teollisuudessa sekä arvot 7–10 ovat vahvuusalueita. Voiteluhuollon säteittäisdiagrammista nähdään, mitkä osa-alueet voiteluhuollossa vaativat välitöntä parantamista, ja mitkä osa-alueet ovat pitkäntähtäimen parannuskohteita.

Voiteluhuollon ongelma-alueiden parantaminen yhtäaikaisesti ei ole yleensä mahdollista budjetti- tai resurssisyistä. Parannuskohteiden priorisointiin voidaan käyttää tuotantokoneiden kriittisyysanalyysiä, jossa arvioidaan yksittäisten vikojen kriittisyys seurausten suuruuden ja vikataajuuden avulla. (Kunttu 2004, 2). Taulukossa 9 on esimerkki kriittisyysarviolomakkeesta.

Taulukko 9. Kriittisyysarviolomake (Kunttu 2004, 2)

Järjestelmän osa ja sen vikamuoto	Kesk. aika [h] ä 3000€	Tuotantomenetys [%]	Taajuus [krt / vuosi]	Korjausaika		Varaosakustannus	Vuosikustannus
				[hlö]	[h] ä 40€		
Osajärj1. Putkisto ja paisuntasäiliö							29 200 €
Vika1.1. Paisuntasäiliön kalvon rikkoutuminen	5	50 %	1/2	1	3	500 €	4 060 €
Vika1.2. Putkiston rikkoutuminen	8	100 %	1	2	8	500 €	25 140 €
Osajärj2. Moottori							54 914 €
Vika2.1. Laakerin vioittuminen	50	100 %	1/5	4	32	10 000 €	33 024 €
Vika2.2. Roottorista tai staattorista johtuvat viat	50	100 %	1/8	4	32	20 000 €	21 890 €

Kriittisyysarvioon kerättävä aineisto saadaan hankittua helposti kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmästä, tuotannonseurannasta sekä käyttö- ja kunnossapitohenkilöiden kokemustiedon perusteella. Kriittisyysanalyysi tuo esille vikojen kokonaisvaikutukset. Näin voidaan myös priorisoida voiteluhuollon kehittämiskohteita.

8.1 Voiteluhuollon mittareita

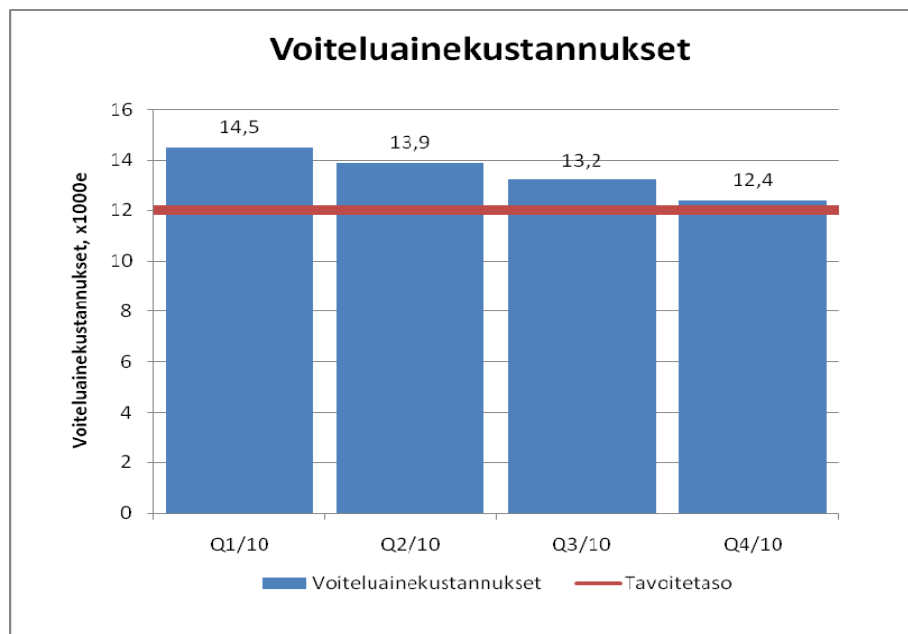
Voiteluhuollon toimintaa voidaan tutkia niin taloudellisesta kuin tuotannollisestakin näkökulmasta. Taloudellisessa mielessä mielenkiinnon kohteina ovat tietysti voiteluhuollosta syntyvät kustannukset ja niiden vaikutus tuotteen hintaan. Tuotannon kannalta katsottuna voiteluhuollon toiminnan tehokkuus on tärkeää. Kun voiteluhuolto toimii tehokkaasti, voitelun puutteesta johtuvat konerikot alenevat ja tuotannon kokonaistehokkuus nousee. Toiminnan tehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä on useita, ja niitä voi-

daan ja on kannattavaa mitata omina mittareinaan. Seuraavissa kappaleissa on tuotu esille voiteluhuoltoa kuvaavia mittareita sekä niihin vaikuttavia tekijöitä.

Voiteluainekustannukset

Voiteluhuollosta syntyviä kustannuksia voidaan mitata monella eri mittarilla. Tarkastelun kohteina voivat olla esimerkiksi voiteluhuollon kokonaiskustannukset, voiteluhuollon henkilöstökulut tai puutteellisesta voitelusta johtuvien konerikkojen synnyttämä tuotantomenetys. Voiteluainekustannuksien mittaamisesta saadaan tärkeää taloudellista, mutta myös teknistä tietoa. Tämä nähtiin tärkeäksi myös Nokian Renkailla.

Voiteluainekustannuksista käy ilmi, paljonko rahaa on käytetty voiteluaineisiin tiettyinä ajanjaksona, esimerkiksi neljännesvuosittain. Lisäksi voiteluainekustannuksiin voidaan laskea voiteluainejätteestä syntyvät kustannukset. Kustannuksia on helppo havainnollistaa pylväsdiagrammilla, kuten kuvion 20 esimerkissä.



Kuvio 20. Esimerkki voiteluainekustannustista..

Joissakin tilanteissa voiteluainekustannusten sitominen tuotteeseen voi olla järkevää. Esimerkiksi Nokian Renkaiden tilanteessa vuosineljänneksen voiteluainekustannukset voidaan laskea senteissä tuotettua rengasta kohti. Näin voiteluaineiden hankintaa voi-

daan suunnitella pitkällä tähtäimellä paremmin, kun osataan arvioida, paljonko voiteluainekustannuksia kertyy tietyllä tuotantokapasiteetilla.

Voiteluainekustannuksiin vaikuttaa voiteluaineiden ostohinnan ohella paljon kunnossapidon kannalta tärkeitä muuttujia. Öljyvuodoilla on itsestään selvästi suora vaikutus voiteluainekustannuksiin. Öljyvuodot sen sijaan johtuvat muun muassa huonoista tiivistimistä. Kun tiivistystä parannetaan, vähenevät öljyvuodot, mikä puolestaan vaikuttaa voiteluainekustannuksiin pienentämällä niin hankittavien voiteluaineiden kustannuksia kuin voiteluainejätteestä syntyviä kustannuksia.

Suosittelavaa on myös yhtenäistää koko kunnossapidon käyttämä voiteluainevalikoima. On pyrittävä toimimaan mahdollisimman pienellä määrällä laadukkaita voiteluaineita. Tärkeässä osassa on voitelukohteiden kartoitus, oikeiden voiteluainemäärien laskeminen sekä yhteistyö niin eri osastojen kuin voiteluainetoimittajien kanssa. Nokian Renkailla voiteluaineiden määrää on lähdetty supistamaan ja siitä on jo saatu hyviä kokemuksia.

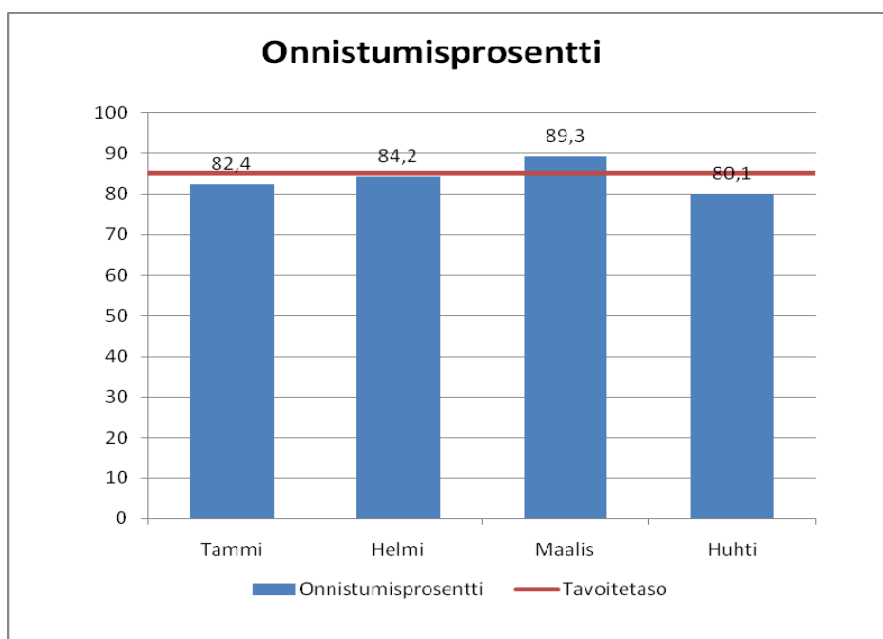
Voiteluainekustannuksiin vaikuttavat myös öljynvaihdot. Vanhanaikaisella tavalla öljynvaihdot suoritetaan aikaperustaisesti, esimerkiksi 2000 käyttötunnin välein, vaikka öljy olisi vielä täysin käyttökelpoista. Öljynvaihtojen tulisi perustua enemmän öljyanalyyseistä saatuihin tuloksiin kuin aikaperusteisiin, varsinkin tuotannon kannalta kriittisissä kohteissa.

Onnistumisprosentti

Onnistumisprosentilla kuvataan suoritettujen voiteluhuoltotöiden suhdetta suunniteltuihin töihin halutulla aikavälillä (kuvio 21). Jos onnistumisprosenttia käytetään voiteluhuollon mittarina, on tärkeää, että jokainen voiteluhuoltoon liittyvä työ on suunniteltu ja se kirjataan kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmään. (Troyer 2002).

Voiteluhuolto-osaston toimintaan kuuluu muun muassa seuraavia töitä:

- voiteluhuoltotyöt ennakkohuolloissa ja seisakeilla
- tarkastukset
- suodattimien vaihdot
- öljynvaihdot
- öljynäytteen otto.



Kuvio 21. Esimerkki voiteluhuollon onnistumisprosentista.

Onnistumisprosentin nostamisen kannalta on tärkeää, että:

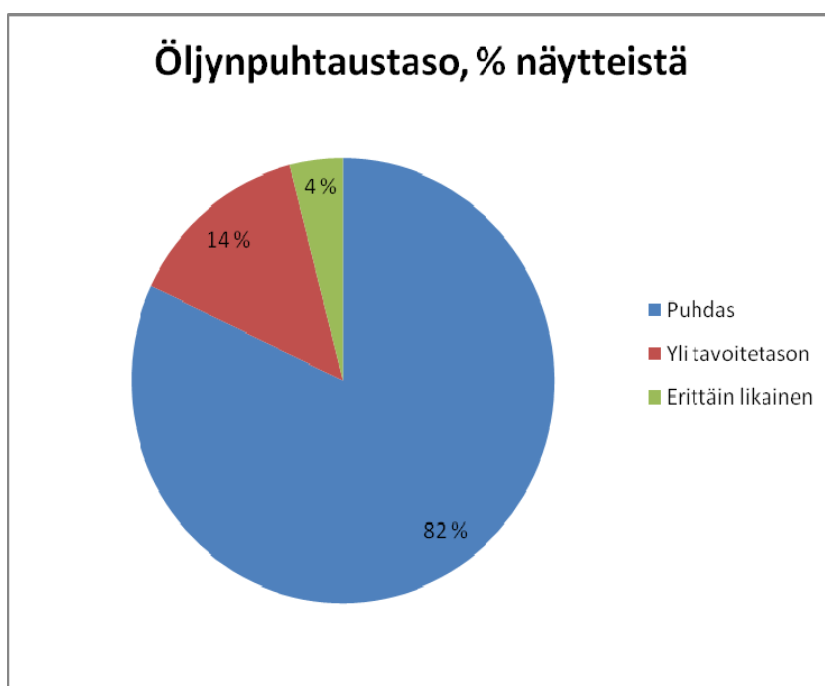
- jokainen voitelutyö on merkityksellinen ja toteutettavissa
- jokaiselle voitelutyölle on voiteluohjelmassa dokumentoitu ohje
- voitelijat tietävät, miksi voitelutyön suorittaminen on tärkeää
- onnistumisprosenttia seurataan

Öljyn puhtausprosentti

Voiteluöljyn puhtaudella on suora yhteys komponenttien kestoikään. Öljyn puhtaus todetaan öljyanalyysillä, joka on yksi voiteluhuollon tärkeimmistä työkaluista. Öljyana-

lyysin tuloksista saadaan paljon tietoa voiteluaineen tilasta, ja tämän tiedon perusteella ryhdytään jatkotoimenpiteisiin. Tuloksia käytetään apuna myös öljyn puhtautta kuvaavien mittarien kehittämisessä. Käyttökelpoinen mittari on esimerkiksi, montako prosenttia vuosittain otetuista öljynäytteistä on puhtaita.

Öljyn puhtauteen vaikuttavat muun muassa öljyn varastointi ja käsittely sekä suodattimien, huohottimien ja tiivistimien kunto ja käsittely. Öljyanalyysistä pystytään tulkitsemaan, onko voiteluaine sopivaa voitelukohteeseen. Jos öljynäyte sisältää paljon kulumismetalleja, voiteluaine ei todennäköisesti sovi kohteeseen tai voitelutapa on väärä. Jos jokin edellä esitetyistä öljyn puhtauteen vaikuttavista tekijöistä ei ole kunnossa, näkyy se öljyn puhtaudessa. Kuviossa 22 on malli öljynpuhtauden mittarista, johon on koottu kaikkien koneiden öljyanalyysitulokset tietyltä aikaväliltä.



Kuvio 22. Öljyn puhtautta osoittava ympyrädiagrammi.

Kokonaistehokkuus

Voiteluhuollon kokonaistehokkuutta kuvaamaan on kehitetty OLE-mittari (overall lubrication effectiveness). (Troyer 2002). Se on johdettu tuotannossa käytössä olevasta kokonaistehokkuusmittarista, OEE:sta (overall equipment effectiveness). Voiteluhuollon kokonaistehokkuus voidaan laskea kaavasta 3:

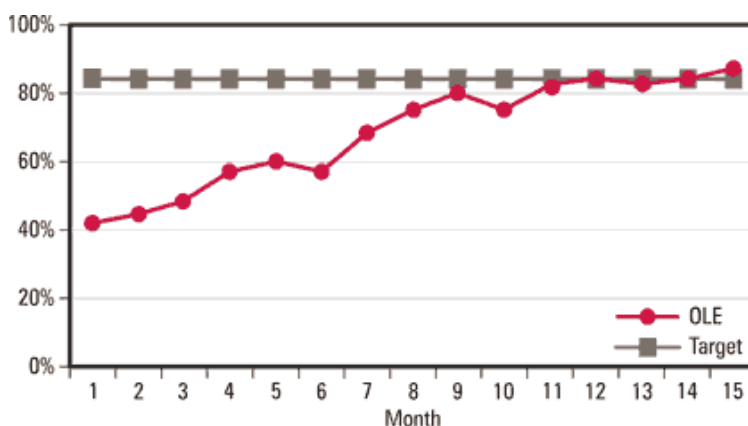
$$OLE = PC_{op} \cdot PC_{th} \cdot PC_{vl} \quad (3)$$

jossa OLE on voiteluhuollon kokonaistehokkuusprosentti, PC_{op} on voiteluhuollon onnistumisprosentti, PC_{pp} on öljyn puhtausprosentti ja PC_{lp} on öljyn laatuprosentti. (Troyer 2002).

Voiteluhuollon onnistumisprosentilla (PC_{op}) tarkoitetaan, montako prosenttia suunnitelluista voiteluhuoltotöistä valmistuu. Öljyn puhtausprosentilla (PC_{pp}) puolestaan tarkoitetaan, montako prosenttia otetuista öljynäytteistä on puhtaita eli sisältää alle määrätyn raja-arvon verran vieraita partikkeleja.

Öljyn laatuprosenttia (PC_{lp}) ei varsinaisesti saada yhdestä muuttujasta, vaan siihen vaikuttaa useampi parametri. Öljyn laatuprosentilla tarkoitetaan kaikkia öljyn ominaisuuksia, jotka vaikuttavat voitelun laatuun. Öljyanalysistä nähdään, onko käytössä oleva öljy soveltuvaa käyttökohteeseen, onko öljyn viskositeetti optimaalinen koneen käyntilämpötilassa tai onko öljy hapettunut. Näitä arvoja verrataan määrättyihin raja-arvoihin, jotka nekin usein mainitaan öljyanalyysin tuloksissa.

Kun jokainen kaavan 3 muuttuja on saatu selville, kerrotaan ne keskenään. Tuloksena saadaan voiteluhuollon kokonaistehokkuus, prosentuaalinen arvo siitä, kuinka hyvin voiteluhuollon eri osa-alueet kokonaisuutena toimivat (kuvio 23).



Kuvio 23. Voiteluhuollon kokonaistehokkuus. (Troyer 2002).

Kokonaistehokkuus ja sen muuttujat ovat erinomaisia mittareita, kun halutaan kehittää voiteluhuoltoa tehokkaammaksi. Kokonaistehokkuuteen vaikuttaa tekijöitä monelta voiteluhuollon eri osa-alueelta. Kun jokin näistä osa-alueista ei ole kunnossa, se näkyy välittömästi myös kokonaistehokkuudessa. Toisaalta jonkin tietyn osa-alueen tilapäinen häiriö ei vaikuta dramaattisesti kokonaistehokkuuteen. (Troyer 2002).

Koska kokonaistehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä on paljon, on ymmärrettävä, ettei sen nostaminen nopeasti ole mahdollista. Järkevä tavoite voisi olla kokonaistehokkuuden nostaminen 40 prosentista 80 prosenttiin kolmen vuoden aikana.

8.2 Suositukset Nokian Renkaille

Nokian Renkailla voiteluhuoltoa on muutaman viime vuoden aikana kehitetty ja kehittämistä jatketaan edelleen. Voiteluhuollon kehittäminen on aloitettu laatimalla voiteluhuolto-ohjeet ja voiteluohjelmat kriittisimmistä koneryhmistä sekä panostamalla laadukkaisiin voiteluaineisiin ja öljyanalyysiin. Myös kunnossapidon tietojärjestelmää tulaa kehittämään vastaamaan paremmin voiteluhuollon tarpeita.

Voiteluhuollon säteittäisdiagrammi on hyvä lähtökohta voiteluhuoltoa kuvaavien mittausten kehittämisessä. Diagrammin perusteella voidaan laatia kehittämisstrategia diagrammin osoittamien heikkojen osa-alueiden parantamiseksi.

Voiteluainekustannuksia mittaamalla nähdään, onko esimerkiksi tiivistimien kuntoon tehdyillä parannuksilla toivottu vaikutus tavoiteltuihin säästöihin. Sitomalla voiteluainekustannukset tuotteeseen voiteluaineiden hankintaa voidaan arvioida tulevien tuotantomäärien perusteella. Voiteluhuollon onnistumisprosenttia ja öljyn puhtautta Nokian Renkailla mitataan jo, mutta on syytä pohtia, miten näitä mittareita voitaisiin käyttää tehokkaammin.

Kun nämä mittarit on saatu toimiviksi ja suunnat voiteluhuollon kehittämiseksi ovat selvillä, tulisi luoda voiteluhuollon kokonaistehokkuutta kuvaava mittari. Sen avulla voiteluhuollon tilaa voidaan arvioida yhden kuvaajan avulla. Mikäli voiteluhuollon kokonaistehokkuusmittarin kehittämiseen ei löydy tarvittavia resursseja, voidaan pohtia,

saadaanko luotua riittävän tarkka mittaristo käyttämällä muuttujina vain onnistumisprosenttia ja öljyn puhtausprosenttia, jotka ovat jo olemassa.

9 Loppusanat

Voiteluhuolto-ohjeen ja voiteluohjelman tekeminen paistopuristimille oli kokonaisuudessaan haastava ja opettava kokemus. Työssä sai paljon uutta tietoa paistopuristimista, joiden kanssa en ole ennen ollut juurikaan tekemisissä. Voiteluohjelman rakentuminen oli johdonmukainen prosessi, ja yhteistyö voitelijan kanssa sujui hyvin. Voiteluhuolto-ohjelmaa tehdessä voitelun teoria ja eri voiteluaineiden ominaisuudet tulivat tutuiksi, joista on varmasti etua tulevaisuudessakin.

Lisäksi tehtävänäni oli määrittää mittareita, joiden avulla voiteluhuollon tilaa voidaan mitata. Voiteluhuollon mittaamisesta on olemassa todella vähän kirjoitettua tietoa, mikä hieman vaikeutti selvityksen aloittamista. Nokian Renkaille tehdystä selvityksestä tuli kuitenkin johdonmukainen tietopaketti siitä, miten erilaisten mittareiden avulla voiteluhuoltoa voidaan kehittää.

Kokonaisuudessaan työ antoi minulle kokonaan uuden näkemyksen siihen, millainen merkitys voitelulla on tuotantokoneiden käyttövarmuuteen. Nokian Renkailla tämä on ymmärretty ja voiteluhuoltoa kehitetäänkin tämä silmällä pitäen jatkuvasti paremmaksi.

Paistopuristimien voitelu tullaan jatkossa suorittamaan voiteluohjelmien perusteella ja voiteluhuolto-ohjeista saadaan tarvittavat lisätiedot voitelun suorittamiseksi. Tulevaisuus tulee osoittamaan, kuinka hyvin voiteluohjelmat toimivat. Voiteluhuollon toiminnan mittaaminen on avainasemassa voiteluhuoltoa kehitettäessä. Nokian Renkailla tullaan varmasti ottamaan käyttöön mittareita, joiden avulla voitelun tehokkuudesta saadaan tietoa, ja sitä kautta voiteluhuoltoa voidaan kehittää entistä paremmaksi. Tämä prosessi tulee olemaan haastava, mutta palkitseva.

Lähteet

Antila, Kajander, ym. 2006. Teollisuusvoitelu. Helsinki: Kunnossapitoyhdistys ry

*Barnes, Mark 2001. Charting the roadmap to success. [online] [viitattu 17.4.2010].
<http://www.machinerylubrication.com/Read/252/>
[julkaistu painettuna: Practicing Oil Analysis 11/2001].*

Herbert Maschinen und Anlagenbau GmbH & Co 2006. KG, Dokumentation Aubo 44-RH. Hunfeld.

Kivioja, Kivivuori & Salonen 2004. Tribologia – kitka, kuluminen ja voitelu. Helsinki: Otatieto

*Kunttu, Susanna 2004. Prognos vuosiseminaari 1.12.2004 - kunnossapidon kehityskohteiden tunnistaminen. [online] [viitattu 17.4.2010].
www.virtual.vtt.fi/virtual/proj3/prognos/prognos/kokoukset/vuosiseminaari/tuo42_kunnossapidon_kehityskohteiden_tunnistaminen.pdf*

Mitsubishi Heavy Industries Ltd. Hiroshima Machinery Works Rubber & Tire Machinery Group 2006. Instruction manual for Mitsubishi oil hydraulic curing press LT-X 52R340. Hiroshima.

Nokian Renkaat intranet. Henkilöautorenkaan tuotantoprosessi. 2008.

Nokian Renkaat intranet. Kunnossapidon toimintaohje. 2008.

*Nokian Renkaat Oyj 2009. Nokian Renkaiden, Hakkapeliitan ja rengasteollisuuden ta-
pahtumia 1846-2009. [online] [viitattu: 30.3.2010].
www.nokianrenkaat.fi/files/nokiantyres/muut_pdf/NokianRenkaat__historia_2009.pdf*

*Nokian Renkaat Oyj 2010. Vuosikertomus 2009. [online] [viitattu 30.3.2010].
www.nokianrenkaat.fi/files/nokiantyres/Vuosikertomukset_fi/NR_vsk_2009_FI_netti.pdf
[julkaistu painettuna: Nokia, Nokian Renkaat Oyj 2010].*

*Nokian Renkaiden suomalaiset kotisivut. [online] [viitattu 13.2.2009].
www.nokianrenkaat.fi*

*Opetushallitus. Mekaniikan kunnossapito [online] [viitattu 3.4.2010].
<http://www.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/mekaniikka.html>*

*Parikka, Risto & Sainio, Hannu 2004. VTT tutkimusraportti BTUO43-041258 – Vierintälaakerien rasvavoitelun perusteet [online] [viitattu 3.4.2010]
http://virtual.vtt.fi/virtual/proj3/prognos/prognos/pdf/rasvavoitelu_btuo43_041258.pdf*

Polarteknik PMC Oy Ab n.d. Hydraulijärjestelmien käyttö- ja huolto-ohje.

PSK 6201. Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät. 2003. PSK standardisointiyhdistys ry.

SFS-EN 13306. Kunnossapitosanasto. 2001. Suomen standardisoimisliitto SFS ry.

Suontama, Kauko 2007. Teollisuuden voiteluainehuolto pelaa?[online] [viitattu 10.4.2010]

*<http://www.promaint.net/downloader.asp?id=2535&type=1>
[Julkaistu painettuna: Kunnossapito 5/2007, 40-42].*

Troyer, Drew 2002. Óle! Rallying for new lubrication performance metric. [online] [viitattu 17.4.2010].

*<http://www.machinerylubrication.com/Read/363/lubrication-metric>
[julkaistu painettuna: Machinery lubrication 7/2002].*

Liitteet

Liite 1: Mitsubishi paistopuristimien voiteluhuolto-ohje

Liite 2: 52” Mitsubishi paistopuristimen voiteluohjelma



MITSUBISHI PAISTOPURISTIMEN VOITELUHUOLTO-OHJE

Laatija: Juho Pulakka

Hyväksyjät: Mikko Nurminen, Juha Pajunen ja Marko Haukijärvi



Osasto 530 / Juho Pulakka

Sisällysluettelo

1 Johdanto	3
1.1 Varoitukset.....	4
2 Voiteluhuolto	4
2.1 Yleistietoa rasvoista ja öljyistä	4
2.1.1 Rasvat.....	5
2.1.2 Voiteluöljyt	6
2.1.3 Hydrauliikkaöljyt	7
2.1.4 Jätteiden käsittely.....	8
2.2 Valmistajan suosittelemat voiteluaineet.....	8
2.3 Nokian Renkailla käytössään olevat voiteluaineet.....	9
2.4 Eri valmistajien voiteluaineiden vastaavuus	9
2.4.1 Rasvat.....	10
2.4.2 Hydrauliikkaöljy	11
2.4.4 Muita voiteluaineita	11
3 Mitsubishi paistopuristimen voitelu	12
3.1 Sivuohjaimien voitelu	12
3.2 Kuormaajan ja riisujan voitelu.....	16
3.3 Hydrauliikkajärjestelmä	17
3.4 Muut kohteet	19

1 Johdanto

Tämän voiteluohjeen tarkoituksena on antaa ohjeita voitelun suorittamiseksi Mitsubishi-merkkisille paistopuristimille. Ohjeet ovat laadittu suuntaa antaviksi, minkä pohjalta voidaan lähteä kehittämään Nokian Renkaiden muiden paistopuristimien voitelua. Pää tarkoitus on saada parannettua paistopuristimen käyttövarmuutta, vähennettyä yllättäviä vikoja, vähentää puutteellisesta voitelusta johtuvia komponenttien vaihtoja ja pidentää liikkuvien osien käyttöikää.

Liitteenä oleva voiteluohjelma määrittää voideltavan kohteen sekä voitelussa käytettävän voiteluaineen. Lisäksi tässä voiteluohjeessa on esitetty yksityiskohtaisemmat ohjeet yleisimpien kohtien voiteluun. Voiteluohje on pyritty toteuttamaan siten, että jokainen kunnossapitohenkilökuntaan kuuluva tai asettaja pystyy huolehtimaan koneen voitelusta. Voitelun ja siihen liittyvät tarkastukset tekee yleensä voitelija.

Voiteluohjeeseen on kerätty yleistä tietoa voiteluaineista, valmistajan antamia suosituksia sekä nykyään Nokian Renkailla käytettäviä voiteluaineita.

Voiteluaineita tutkitaan ja kehitetään jatkuvasti. Lisäksi joitakin nykyisiä voiteluainetyyppejä saatetaan uudistaa ja nimiä muuttaa. Tämän takia on tärkeää, että tätä voiteluohjetta uudistetaan tarvittaessa paremman tiedon ollessa saatavilla.

1.1 Varoitukset

- Ennen puristimen sisällä suoritettavia toimenpiteitä on puristin aina nostettava yläasentoon ja varmistettava, että turvalukituksen merkkivalo palaa ohjaintaulussa
- Puristin on käytön jäljiltä kuuma, joten toimenpiteiden yhteydessä on käytettävä asianmukaisia suojarusteita, kuten nahkakäsineitä.
- Älä sekoita keskenään eri voiteluainelaatuja. Jokaisen valmistajan tuotteilla on erilainen kemiallinen koostumus, ja ne eivät välttämättä ole keskenään sekoituskelpoisia. Jos aiotaan käyttää eri valmistajan voiteluainetta, on kaikki aiempi voiteluaine poistettava ennen uuden täyttämistä
- Noudata aina alihankkijalta tulleen osan kohdalla heidän voitelusuosituksiaan
- Vältä liiallista voitelua. Liiallinen rasvan määrä aiheuttaa painetta laakereihin, mikä voi lyhentää laakerin käyttöikää.
- Liika voiteluaine sotkee konetta tarpeettomasti. Lisää aina vain tarpeellinen määrä voiteluainetta ohjeiden mukaan. Koneen sotkeutuminen voi aiheuttaa tuotteeseen laatuvirheitä.

2 Voiteluhuolto

Voitelun tarkoituksena on estää liikkuvien pintojen suora kosketus toisiinsa, vähentää osien keskinäistä kitkaa ja kulumista sekä pienentää nopeuseroja ja lämmöntuottoa. Tehokkaalla voitelulla, voitelun suunnitellulla ja oikeanlaisten voiteluaineiden käytöllä saadaan aikaan merkittävää taloudellista hyötyä. Alhaisella kitkalla säästetään energiaa ja nostetaan suoritustehokkuutta. Vähäinen kuluminen puolestaan mahdollistaa koneiden eliniän pidentämisen. Oikeaoppinen voitelu on myös konejärjestelmien hyvän käyttövarmuuden perusedellytys.

Väärin tehdyllä voitelulla voidaan huonontaa koneen ominaisuuksia sekä osien kestävyyttä. Liian suuri rasvan määrä aiheuttaa painetta laakereihin ja lisää vierintävastusta, jotka yhdessä kuormittavat koneen voimansiirtokomponentteja. Liian suuri rasvan määrä saattaa estää nopeasti pyörivissä vierintälaakereissa vierintäelinten pyörimisen.

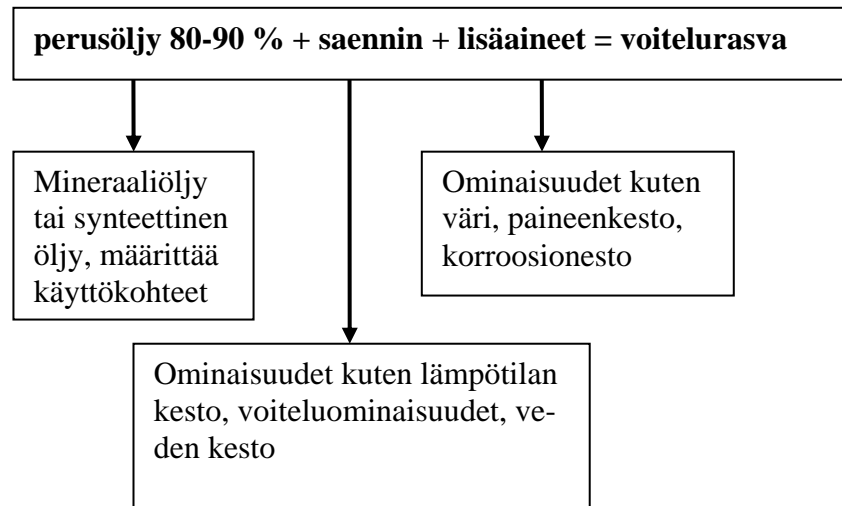
2.1 Yleistietoa rasvoista ja öljyistä

On hyvä muistaa, että synteettisiä ja mineraalipohjaisia rasvoja sekä öljyjä ei saa sekoittaa keskenään ellei voiteluainevalmistajan ohjeet toisin sano. Joissakin tapauksissa mineraalipohjaisia ja synteettisiä öljyjä voidaan sekoittaa keskenään. Jos vaihdetaan synteettisistä öljyistä mineraalipohjaisiin, niin voitelukohde on ensin huolellisesti puhdistettava van-

hasta voiteluaineesta. Rasvojen keskenään sekoittamista voi estää myös erilaiset lisäaine- ja saenninkoostumukset. Glykolipohjaisia öljyjä ei saa ikinä sekoittaa muiden öljyjen kanssa.

2.1.1 Rasvat

Rasvat pohjautuvat yleensä mineraaliöljyihin tai synteettisiin öljyihin. Ne ovat rakenteeltaan paksunnettuja öljyjä. Nykyaikainen voitelurasva koostuu perusöljystä, jonka osuus on tyypillisesti yli 90 % ja siihen huonosti liukenevasta saentimesta. Näiden kahden peruskomponentin ohella voitelurasva sisältää sen suorituskykyyn, kestoikään ja esimerkiksi väriin vaikuttavia lisäaineita. Asia on havainnollistettu kuvassa 1.



Kuva 1. Rasvan koostumus

Seuraavia lisäaineita käytetään yleisesti rasvoissa:

- Paineenkesto (EP, Extreme Pressure)
- Kuluminenesto (AW, Anti Wear)
- Viskositeetti-indeksin parantajat (VI)
- Korroosionestolisäaineet
- Hapettumisenestolisäaineet

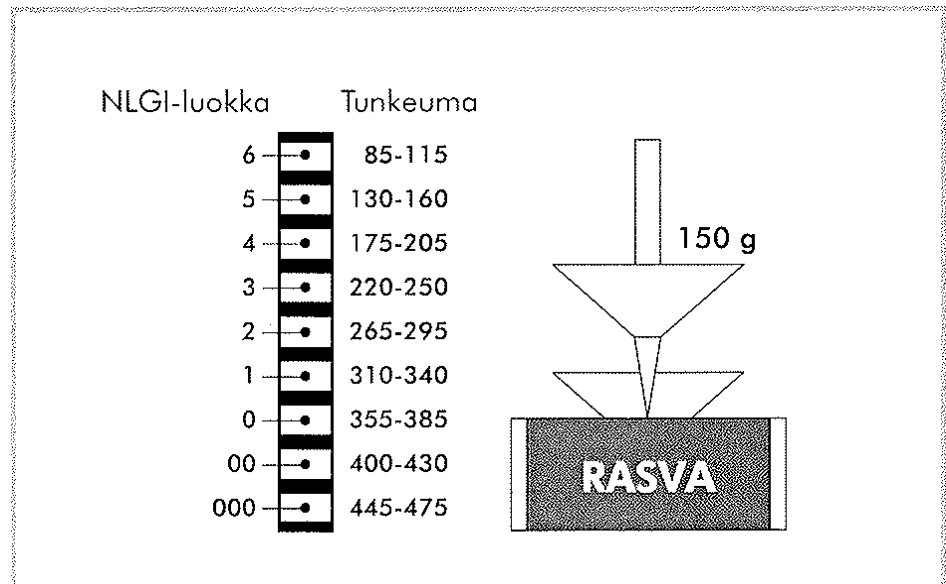
Lisäaineet yhdessä perusöljyn ja saentimen muodostaman kokonaisuuden kanssa määräävät voitelurasvan koostumuksen ja ominaisuudet.

Rasvavoidellun vierintälaakerin voitelukalvo on yleensä ohuempi kuin vastaavan öljyvoidellun laakerin. Rasvan saennin osallistuu voiteluun, mutta on samalla pehmeisiin epäpuhtaushiukkasiin rinnastettava komponentti. Saennin voi joissakin tapauksissa lisätä hapettumista, minkä takia runsas hapettumisenestolisäaineistus on pakollista.

Osasto 530 / Juho Pulakka

Rasvojen jäykkyys ilmoitetaan standardoidun NLGI -luokan perusteella. Samoin kuin öljyjen viskositeeteissa, mitä suurempi NLGI -luokka sitä jäykempää rasva on. Esimerkiksi vierintä- ja liukulaakerointiin käytetään tyypillisesti NLGI-2 –luokan rasvoja ja keskusvoitelujärjestelmiin NLGI-1 –luokan rasvoja paremman juoksevuutensa ja pumpattavuutensa takia.

NLGI -luokka testataan siten, että 150 gramman painoisen kartion anetaan tunkeutua 5 sekunnin ajan vatkattuun rasvaan +25 °C lämpötilassa. Tämän jälkeen tunkeuma mitataan ja luetaan asteikolta tuloksen mukaan oikea NLGI -luokka kuvan 2 mukaisesti. Mittayksikkönä käytetään 1/10 millimetriä. Toisin sanoen, jos tunkeuma on 24 mm, niin rasvan kovuusluokitus NLGI -luokan mukaan on 3.



Kuva 2. NLGI -luokan testaus

Rasvoille on muitakin standardoituja testausmenetelmiä, joissa testataan rasvan poishuuhoutumista määritetyissä olosuhteissa, saentimen ominaisuuksia, tippumispistettä, korroosion- ja hapettumisenesto-ominaisuuksia jne.

2.1.2 Voiteluöljyt

Voiteluöljyt ovat tyypillisesti nestemäisiä voiteluaineita. Voiteluöljyt koostuvat perusöljystä ja ominaisuuksia parantavista lisäaineista. Teollisuudessa tyypillisimmät perusöljyt ovat mineraaliöljyt ja synteettiset öljyt. Voiteluaineita voidaan valmistaa myös näiden sekoitteista, osasynteettisistä öljyistä, jolloin ominaisuudet ovat mineraaliöljyjen ja täyssynteettisten öljyjen väliltä.

Lisäaineistuksella pyritään parantamaan perusöljyjen ominaisuuksia.

Tyypillisiä voiteluöljyjen lisäaineita ovat:

- Kulumisenestolisäaineet
- Paineenkesto- eli EP -lisäaineet
- Viskositeetti-indeksin (VI) parantajalisäaineet
- Hapettumisenestolisäaineet
- Puhtaana pitävät lisäaineet
- Ruosteenesto lisäaineet
- Vaahtoamisenestolisäaineet

Voiteluöljyn viskositeetti määrittää öljyn juoksevuuden ja pumpattavuuden tietyssä lämpötilassa. Viskositeetti-indeksi puolestaan kuvaa, kuinka paljon voiteluaineen viskositeetti vaihtuu näiden lämpötilojen välillä. Se voi saada arvokseen arvot 0:sta 100:aan.

Senttistoki (cSt) on yksikkö, joka kuvaa voiteluöljyn kinemaattista viskositeettia. Joskus kinemaattinen viskositeetti ilmoitetaan yksiköllä mm^2/s ($1 \text{ mm}^2/\text{s} = 1 \text{ cSt}$). Mitä pienempi on öljyn viskositeetti-arvo, niin sitä juoksevampaa se on. Viskositeetti on yleensä tärkein suure, minkä koneenosien valmistajat ilmoittavat koneessa suositelluista voiteluöljyistä.

Teollisuudessa voiteluöljyjen viskositeetit ilmoitetaan tavallisesti ISO 3448 –standardin ISO VG –luokituksen mukaan. Luokitus muodostuu 18:sta viskositeettiluokasta. Luokkaa kuvaava lukuarvo (2-1500) ilmoittaa öljyn kinemaattisen viskositeetin $40 \text{ }^\circ\text{C}$:ssa yksikössä mm^2/s (cSt). Viskositeetin sallittu vaihteluväli luokan nimellisarvosta on $\pm 10 \%$.

2.1.3 Hydrauliikkaöljyt

Hydrauliikkajärjestelmissä saa käyttää vain laadukkaita korkeapaine-hydrauliikkaöljyjä. Laadukkaat hydrauliikkaöljyt sisältävät vaatimusten mukaisen lisäaineistuksen. Hydrauliikkaöljyä valittaessa on varmistuttava hyvästä viskositeetin pysyvyydestä sekä lisäominaisuuksista, kuten kulumisen- ja korroosionesto-ominaisuuksista, tiivisteystäväällisyydestä, vaahtamattomuudesta sekä hyvästä ilman- ja vedenerottumisesta.

Hydrauliikkaöljyn valinta määräytyy pumpun vaatimusten perusteella. Liian alhainen viskositeetti johtaa pumpun nopeaan kulumiseen voitelukalvon ohentuessa, liian korkea viskositeetti sen sijaan kuluttaa pumpua erittäin nopeasti kavitoinnin takia. Normaalin hydrauliikkajärjestelmän ohjeellinen optimiviskositeettialue on 16-36 cSt käyttölämpötilassa ($+40 \dots +60 \text{ }^\circ\text{C}$). Näihin arvoihin päästään ISO VG 32-68 luokan öljyillä.

Viskositeetin ohella toinen hydrauliikkaöljyn perusvaatimus on öljyn puhtaus. Tutkimusten mukaan noin 80 % hydrauliikkajärjestelmien toi-

mintahäiriöistä johtuu likaisesta, huonokuntoisesta tai sopimattomasta öljystä. Likaiset suodattimet aiheuttavat hydraulikkanesteen lämpötilan nousua, joka puolestaan pienentää nesteen käyttöikää. Suodattimen suodatustarkkuuden on normaaleissa järjestelmissä oltava 10 µm, servojärjestelmissä 3 µm.

Hydrauliikkajärjestelmät on aina täytettävä suodattimen läpi ja kaikissa työvaiheissa on noudatettava ehdotonta puhtautta. Avoastioiden ja traselin käyttö huoltojen ja öljyn käsittelyn yhteydessä on kiellettyä, ja siksi hydrauliikkajärjestelmä suositellaankin täytettäväksi pumppaamalla.

2.1.4 Jätteiden käsittely

Koneen voitelun jälkeen on huolehdittava voitelussa syntyneiden jätteiden käsittelystä. Voitelusta syntyvä jäte on aina ongelmajätettä. Käytetyt vipperit ja öljynimeytysaineet on palautettava keräysastioihin. Samoin tyhjät aerosolipullot ja voiteluastiat on vietävä niille tarkoitettuihin keräyspisteisiin.

Jäteöljy ja rasva on kerättävä erillisiin astioihin ja toimitettava eteenpäin asianmukaista jatkokäsittelyä varten. Astioihin on merkittävä jätteen laatu ja määrä.

2.2 Valmistajan suosittelemat voiteluaineet

Koneen valmistaja on merkinnyt voiteluohjeisiinsa taulukon 1 mukaiset, suositellut voiteluöljyt ja -rasvat. Suositukset perustuvat Shellin, Esson, Mobilin ja Idemitsun voiteluaineisiin. Liitteenä olevassa voiteluohjelmassa on niin valmistajan suosittelemat kuin Nokian Renkaiden käyttämät öljyt ja rasvat. Lisäksi jäljempänä olevissa taulukoissa on eri valmistajien rasvojen yhteensopivuus.

Taulukko 1. Valmistajan suosittelemat voiteluaineet

Tyyppi	Mineraaliöljy	Litiumrasva
Viskositeetti	ISO VG 46 - JIS VG 46	XM1
Valmistaja	28.8...35.2 cSt @ 40 °C	310...340 cSt @ 25 °C
SHELL	Shell Terrus 46	Alvania EP Grease R1
ESSO	Nuto HP 46, Nuto H 46	Lithtan EP1
MOBIL	Mobil DTE Oil 25	Mobilux EP1
IDEMITSU	Dafny Super Hydro 46	Dafny Eponex EP no. 1

Nämä rasva- ja öljyalaadut ovat ohjeellisia. Voitelussa voidaan käyttää muidenkin valmistajien voiteluaineita, kunhan huolehditaan, että viskositeettiluokat ovat samat.

Koneen valmistaja suosittelee yleisrasvaksi litiumsaippuapohjaisia rasvoja. Litiumsaippuarasvat muodostavat valtaosan nykyisin käytettävistä voitelurasvoista. Litiumsaippuarasvoilla on useita hyviä ominaisuuksia, kuten erinomainen leikkautumisenkestävyys, hyvä lämpötilankesto, hyvät tiivistysominaisuudet, korroosionestokyky ja vedenkestävyys. Ne tarjoavat hyvät mahdollisuudet vaikuttaa ominaisuuksiin lisäaineistuksella. Olosuhteiden ja käyttökohteiden perusteella nämä sopivat hyvin paistopuristimen voiteluun.

2.3 Nokian Renkailla käytössään olevat voiteluaineet

Nokian Renkailla voiteluaineiden valinta perustuu seuraaviin asioihin:

- Öljyn viskositeettiin ja ominaisuuksiin
- Tuotantokoneen ominaisuuksiin ja käyttötarkoitukseen
- Käyttövarmuuteen
- Lämpötilaan
- Vallitseviin käyttöolosuhteisiin
- Valmistajan ja laitetoimittajien ohjeisiin
- Aikaisempiin käyttökokemuksiin.

Käytettäviä voiteluainemerkkejä ovat mm. Mobil, Rocol ja Ronseal. Näiden valmistajien tuotteita voidaan käyttää esimerkiksi:

- Mobil: Mobilux-yleisrasva laakereille ja Mobil DTE Oil hydraulikkajärjestelmille
- Rocol: Sapphire 2 laakereille
- Ronseal: Tri-Flow PTFE ketjuille, johteille, akseleille

Tarkoitus olisi pitää mahdollisimman vähän eri vaihtoehtoja varastossa. Tämä vähentää varastointikustannuksia ja estää sekaantumisia eri rasvojen ja öljyjen välillä. Näin ollaan myös varmoja, että samat kohteet tulee voideltua aina samalla rasvalla.

TÄRKEÄÄ!

Nokian Renkailla käytössä olevista voiteluaineista on käyttöturvallisuustiedotteet kunnossapidossa. Aina, kun uusi voiteluaine otetaan käyttöön, se on hyväksyttävä ympäristönsinöörillä ja siitä pitää olla ajan tasalla olevat käyttöturvallisuustiedotteet.

2.4 Eri valmistajien voiteluaineiden vastaavuus

Paistopuristimen voitelussa voidaan käyttää myös muita, kuin valmistajan suosittelemia voiteluaineita, kunhan varmistutaan ominaisuuksien vastaavuudesta. Jos voiteluaine vaihdetaan toiseen merkkiin, on voitelukohde puhdistettava kokonaan vanhasta voiteluaineesta ennen uuden li-

Osasto 530 / Juho Pulakka

säämistä. Tätä toimenpidettä ei välttämättä tarvitse tehdä rasvojen kohdalla, kuten jäljempänä esitetään.

Vastaavuustaulukoiden ensimmäisessä sarakkeessa on koneen valmistajan suosittelema voiteluaine. Aiemmin mainituista suositelluista voiteluaineista on valittu Nokian Renkailla yleisesti käytössä olevat Mobilin voiteluaineet. Seuraavissa sarakkeissa on vaihtoehtoiset voiteluaineet. Lisäksi taulukkoon on merkitty voiteluaineen takonumero ja varastopaikka.

2.4.1 Rasvat

Valmistaja suosittelee rasvavoiteluun Mobil Mobilux EP1 rasvaa. Tuotteen NLGI -luokitus on 1. Tämän luokan rasvoja käytetään yleensä keskusvoitelujärjestelmissä ja NLGI 2 luokan rasvoja yleisrasvana.

Puristimen voiteluun käy hyvin Mobil XHP 461 rasva. Sen NGLI -luokitus on 1,5. Mobil XHP 461 sopii ankariin olosuhteisiin, kuten korkeisiin lämpötiloihin ja märkiin olosuhteisiin. Varauksin voidaan käyttää myös Mobil Mobilux EP2 rasvaa. Taulukkoon 2 on merkitty puristimen voiteluun sopivia rasvoja.

Taulukko 2. Rasvojen vastaavuustaulukko

	Tuote	Tako
Suositteltu	Mobil Mobilux EP1	Ei takolla
Vaihtoehto 1	Mobil XHP 461	418509
Vaihtoehto 2	Mobil Mobilux EP2	409169/C2AB

Mobilin Mobilux rasvoissa käytetty saennin on litiumsaippuaa, kun taas XHP sarjan rasvoissa saentimena käytetään litiumkompleksisaippuaa. Nämä saennintyytit ovat keskenään sekoitettavissa. Myös muita rasvoja voidaan käyttää ilman vanhan rasvan poistamista, kunhan varmistetaan voitelurasvojen sekoitettavuus. Taulukosta 3 nähdään mitkä voitelurasvoissa käytetyt saentimet ovat sekoitettavissa keskenään.

Taulukko 3. Yleisimmin käytettyjen voitelurasvojen sekoitettavuus saentimen mukaan

	Litium	Litium kompleksi	Kalsium	Kalsium kompleksi	Bentoniitti/Microgel
Litium	Sopii	Sopii	Sopii	Ei	Ei
Litium kompleksi	Sopii	Sopii	Sopii	Sopii	Ei
Kalsium	Sopii	Sopii	Sopii	Ei	Sopii
Kalsium kompleksi	Ei	Sopii	Ei	Sopii	Ei
Bentoniitti/Microgel	Ei	Ei	Sopii	Ei	Sopii

2.4.2 Hydrauliiikkaöljy

Valmistaja suosittelee hydrauliikkajärjestelmän öljyksi ISO VG 46 – luokituksen mineraaliöljyä. Mobilin tuotteista Mobil DTE 25 on tämän luokan öljy.

Kokemus on osoittanut, että ISO VG 46 –luokan öljyt ovat liian ”notkeita” paistopuristimien hydrauliikkajärjestelmiin, minkä takia Nokian Renkailla käytetään puristimien Mobil DTE 26 öljyä (ISO VG 68). Muutamalla puristimella on kokeilussa metallittomia lisäaineita sisältävä Neste 68 ZXF öljy. Taulukossa 4 on esitetty käytettävät hydrauliiikkaöljyt.

Taulukko 4. Hydrauliiikkaöljyjen vastaavuustaulukko

	Tuote	Tako
Suositteltu	Mobil DTE 25	Ei takolla
Vaihtoehto 1	Mobil DTE 26	417352/A2A5
Vaihtoehto 2	Neste ZFX 68	Ei takolla

2.4.4 Muita voiteluaineita

Muita voiteluaineita voidaan käyttää mm. liukupintojen, ketjujen ja lineaarijohteiden voiteluun. Liukupinnoille valmistaja suosittelee molybdeenisulfidilla lisäaineistettuja voiteluaineita. Ne kestävät erittäin hyvin suuria ja äkillisiä kuormituksia. Tällainen voiteluaine on esimerkiksi Mobil XHP 322 Special.

Nokian Renkailla puristimien yleisvoiteluaineena käytetään yleisesti Ronseal Triflow PTFE voiteluainetta. Sen lisäaineena on käytetty polytetrafluorieteeniä, jolla on alhaisissa lämpötiloissa (< 200 °C) pienempi kitkakerroin kuin MoS₂ -rasvoilla. Triflow:lla on myös hyvä kuormituksenkestokyky, joten tätä voidaan käyttää korvaavana voiteluaineena.

Ketjujen voiteluun voidaan käyttää myös muita varastosta löytyviä voiteluaineita. Taulukkoon 5 on koottu puristimen voitelussa käytettäviä voiteluaineita.

Taulukko 5. Muita puristimen voitelussa käytettäviä voiteluaineita

Tuote	Tako
Ronseal Tri-Flow PTFE	602171/G1BA
Mobil DTE Oil Light	097147/A2A4
Mobil Synthetic Chain Aerosol	410930/G1D8
Molub-Alloy Chain Oil	711955/H2F8

Kiinnileikkaantumisenestoaineita käytetään esimerkiksi alalaipan kierteen voiteluun. Suositeltu voiteluaine on Würth CU-800 kuparipasta.

Taulukossa 6 on esitetty vaihtoehtoja käytettäväksi kiinnileikkaantumisenestoaineeksi.

Taulukko 6. Kiinnileikkaantumisenestoaineet

Tuote	Tako
Wurth CU-800	Ei takolla
CC Altemp	711045/G1CC
Chesterton 783 ACR	030080/H2F3

Koneen puhdistuksessa voidaan käyttää yleisesti Nokian Renkailla käytössä olevia kunnossapitokemikaaleja. Suositeltavaa on tarkistaa käytettävän puhdistusaineen soveltuvuus käyttötarkoitukseen ennen puhdistustoimenpiteitä.

3 Mitsubishi paistopuristimen voitelu

Paistopuristimien ennakkohuoltosykli määräytyy niitä panostavien kokonpanokoneiden ennakkohuoltojen mukaan. Puristimen ennakkohuoltoväli on noin 12 viikkoa.

Koska renkaan paistamisesta aiheutuu paljon niin kutsuttuja paistokäryjä, on suurin osa puristimen voitelua vaativista kohteista puhdistettava ja voideltava jokaisella ennakkohuoltokerralla. Tämä on havaittu hyväksi voiteluväliksi. Myös valmistaja suosittelee, että koneen voitelua tarvitsevat liukupinnat ja johteet tulisi voidella kolmen kuukauden välein.

Tämän ohjeen liitteenä on erilliset voiteluohjelmat jokaiselle Nokian Renkailla käytössä olevalle Mitsubishi -paistopuristintyyppille. Ohjelmaan on merkitty voitelu- ja tarkastuskohteet, käytettävä voiteluaine tai suodatin sekä huoltoväli. Lisäksi ohjelmasta löytyy mahdollisten voitelunippojen lukumäärä ja valmistajan suosittelema voiteluaine.

Jatkossa saattaa ilmetä lisää voitelukohteita tai Nokian Renkailla otetaan käyttöön ominaisuuksiltaan monipuolisempia voiteluaineita, jolloin voiteluohjelmia on päivitettävä ajankohtaisiksi.

Seuraavissa kappaleissa on annettu ohjeita koneen tärkeimpien voitelukohteiden voitelun suorittamisesta.

3.1 Sivuohjaimien voitelu

Muotin sivuohjaimen kiskot ja -laakerit on voideltava jokaisella ennakkohuoltokerralla muottipaketin jumittumisen estämiseksi. Kuvassa 3 on muotin sivuohjain 46” ja 52” Mitsubishiä.

Osasto 530 / Juho Pulakka



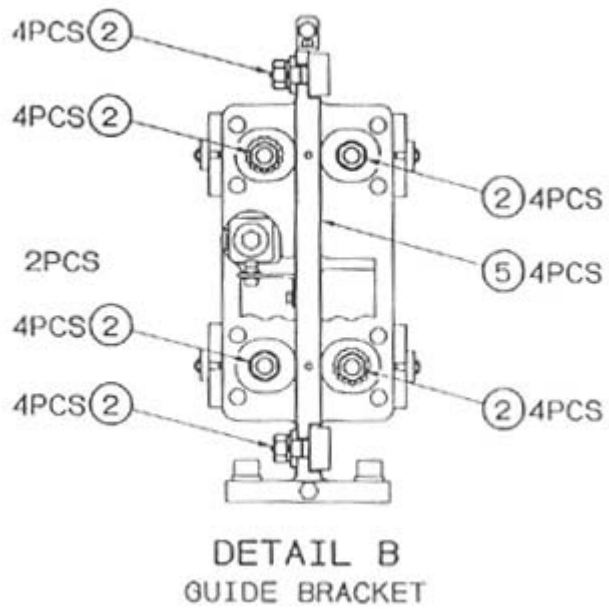
Kuva 3. 52” Mitsubishin sivuohjain

Sivuohjaimen voitelu lyhyesti:

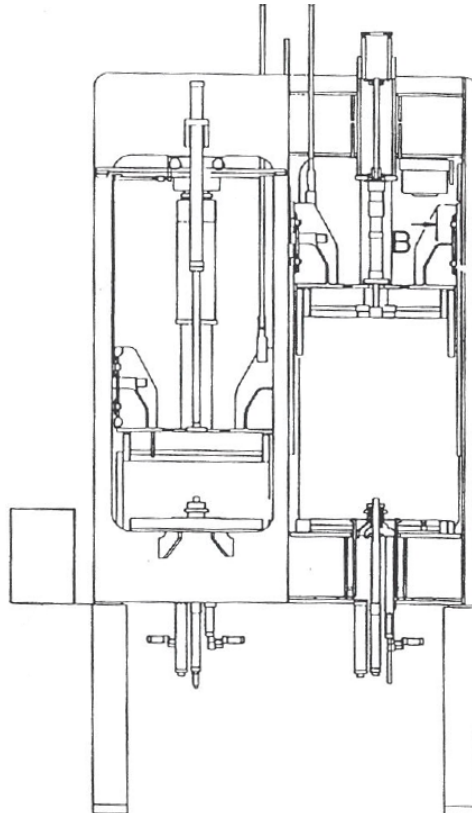
- Puhdistetaan kisko huolellisesti liasta ja vanhasta voiteluaineesta
- Voidellaan kisko voiteluöljyllä
- Puhdistetaan sivuohjain ja laakerien nipat huolellisesti liasta ja vanhasta rasvasta
- Voidellaan laakerit rasvalla nipoistaan rasvapuristimella

Valmistaja ei anna sivuohjaimien laakereiden voiteluun suositeltua voiteluainemäärää. Katso voiteluaineen määrä voiteluohjelmasta.

Jokaisessa sivuohjaimessa on kuusi nippaa eli koneessa yhteensä 24. Kuvissa 4 ja 5 on esitetty sivuohjaimien voitelukohteet.

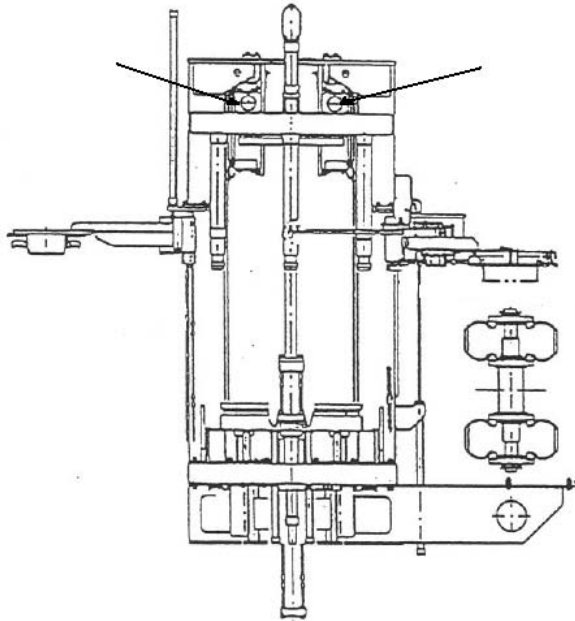


Kuva 4. Sivuohjaimen voitelupisteet

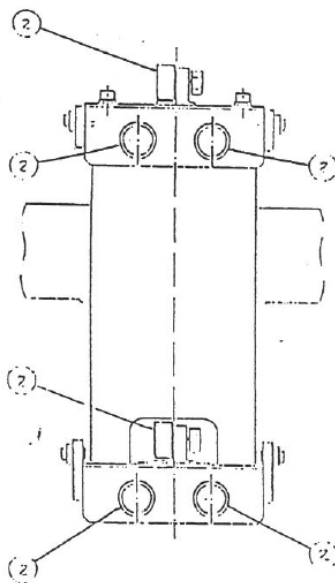


Kuva 5. Sivuohjaimen sijainti

47” Puristimissa sivuohjaimia ja kiskoja on yhteensä kaksi, muottien edessä keskellä ja takana kuvan 6 mukaisesti. Voitelupisteitä sivuohjaimissa on 6 kappaletta ja ne on osoitettu kuvassa 7. Voitelu tapahtuu samalla tavalla kuin muillakin koneilla.



Kuva 6. 47” Mitsun sivuohjaimet



Kuva 7. 47” Mitsun sivuohjaimen voitelupisteet

3.2 Kuormaajan ja riisujan voitelu

Kuormaajan ja riisujan liikkuvat osat keräävät helposti metallihiukkasia, pölyä ja paistosta syntyvää likaa. Nämä voivat aiheuttaa koneen toimintahäiriöitä varsinkin, jos lika pääsee pinttymään liukupinnoille ja sylinterien varsiin. Kuormaajan ja riisujan liikkuvat osat on puhdistettava ja voideltava jokaisella ennakkohuoltokerralla toimintahäiriöiden estämiseksi.

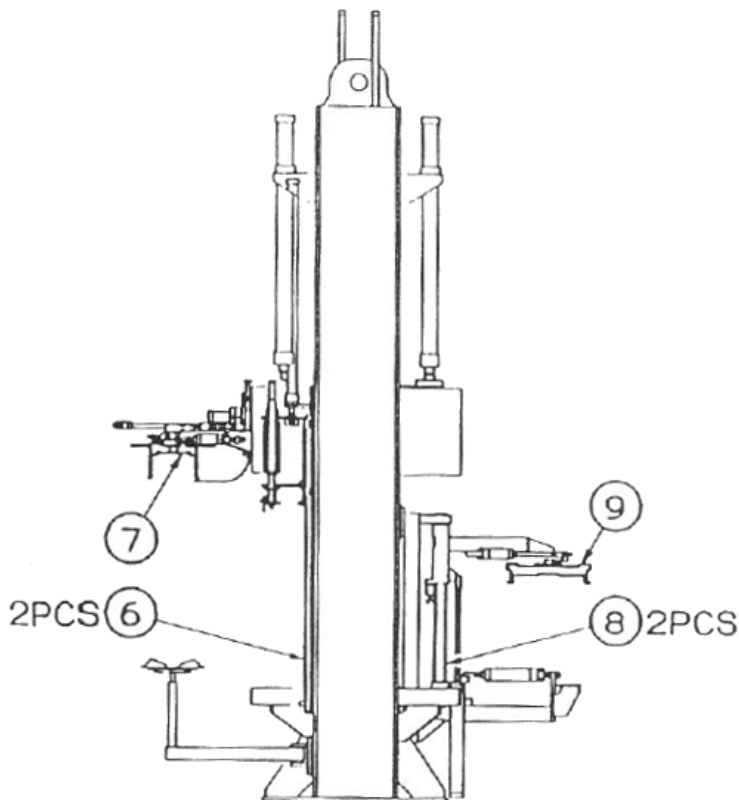
Kuormaajan ja riisujan voitelu lyhyesti:

- Puhdistetaan käpälkien liukupinnat, tukitangot ja siirtosylinterien varret huolellisesti liasta ja vanhasta voiteluaineesta
- Voidellaan puhdistetut kohteet voiteluöljyllä
- Puhdistetaan lineaarijohteet ja sylinterien varret liasta ja vanhasta voiteluaineesta
- Voidellaan johteet voiteluöljyllä
- Puhdistetaan lineaarikelkkojen nipat vanhasta rasvasta
- Voidellaan lineaarikelkat nipoistaan rasvapuristimella

Eri koneissa voi olla eri määrä voideltavia nippoja. Katso nippojen lukumäärä kunkin konetyypin voiteluohjelmasta. Paina rasvaa lineaarikelkkaan noin puoli painallusta lineaarikelkan koosta riippuen. Varo ylitäyttöä!

Jos lineaarikelkkojen nipat ovat vaikeasti tavoitettavissa, voidaan rasvaa levittää vaihtoehtoisesti lineaarijohteelle koko johteen pituudelta siveltimellä.

Kuvassa 8 on esitetty kuormaajan ja riisujan voitelupisteet.



Kuva 8. Kuormaajan ja riisujan voitelupisteet

3.3 Hydraulikkajärjestelmä

TÄRKEÄÄ!

Hydraulikkajärjestelmästä on poistettava jäännöspaine ennen huoltotöiden suorittamista ja koneen on oltava auki-asennossa. Katso tarkemmat ohjeet valmistajan käyttöohjeesta kohdasta 7.4

HUOM!

Hydraulikkaöljyn käyttölämpötila on oltava + 20 °C...+ 65 °C. Hydraulikkaneesten liian suuri lämpötila aiheuttaa hälytyksen operointipaneelissa. Jos hydraulikkaneesten lämpötila ei ole edellä mainituissa rajoissa, käyttö voi aiheuttaa konerikon!

Hydraulikkajärjestelmässä ei varsinaisesti ole säännöllisesti suoritettavia voiteluhuoltokohteita. Jokaisella huoltokerralla olisi kuitenkin puhdistettava hydraulikkayksikkö liasta sekä tarkistettava hydraulikkaöljyn lämpötila ja määrä. Öljysäiliön kyljessä olevassa pinnankorkeusmittarissa on musta ja punainen viiva. Öljyn pinnan on oltava näiden viivojen välissä, kuten kuvassa 9. Jos öljyä on liian vähän, on puristimen käyttö

Osasto 530 / Juho Pulakka

keskeytettävä välittömästi ja järjestelmään on lisättävä hydraulikkaöljyä. Öljyn lisäyksessä on noudatettava erityistä huolellisuutta, ettei likaa pääse järjestelmään. Lisäys on suoritettava pumppaamalla ja suodattimen läpi.



Kuva 9. Öljysäiliön pinnankorkeus- ja lämpötilamittari

Samassa on myös lämpömittari. Hydraulikkaöljyn käyntilämpötilan on oltava välillä +20 °C...+65 °C, suositeltu väli on +40 °C...50 °C.

Hydrauliikkayksikön huuhotin tulisi vaihtaa kaksi kertaa vuodessa, esimerkiksi huoltoseisakeilla, paluusuodatin vaihdetaan kerran vuodessa. Suodattimen tukkeutumisesta tulee hälytys operointipaneeliin, jolloin tukkeutunut suodatin on vaihdettava uuteen. Konetyypistä riippuen käytetään järjestelmään tarkoitettua huuhotinta ja suodatinta. Voiteluohjelmasta löytyy oikean tyypin takonumero ja varastopaikka.

Myös hydrauliikkayksikön päämoottorin laakerit tulee voidella kaksi kertaa vuodessa. Mikäli moottorin jäähdytyskopassa on reikä, voidaan moottorin laakerit voidella. Tällöin painetaan rasvapuristimella rasvaa noin puoli painallusta. Liikavoitelua on varottava!

Peruslähtökohta öljyjen vaihdolle on öljyanalyysi. Järjestelmästä otetaan kerran vuodessa öljynäyte, jonka perusteella ryhdytään mahdollisiin jatkotoimenpiteisiin.



Osasto 530 / Juho Pulakka

3.4 Muut kohteet

Muut kohteet, kuten alalaipan kierre ja pystynostin tarkastetaan ja voidellaan voiteluohjelman mukaisesti.

Mikäli koneessa on kohteita, joita ei ole mainittu voiteluohjelmassa, tulee ne lisätä voiteluohjelmaan, jotta uudet kohteet tulevat voidelluiksi myös seuraavilla huoltokerroilla.

VOITELUOHJELMA 52" MITSUT

päivitetty: 16.3.2010/JUPU

NRO	KONEPAIKKA	TARKENNE	KOHDE	KOHTIEN YKSILÖINTI	TOIMENPIDE	VOITELUVAINE	TAKO	NIPPOJEN LKM	VOITELUVAINEEN MÄÄRÄ	HUOLTOVÄLI
1	P316, P416		Puristin	Öljy- ja rasvavuodot	Puhdistus					4
2	P316, P416	1. ja 2. puoli	Muotti	Lämpölevy	Puhdistus pinttymistä					4
3	P316, P416	1. ja 2. puoli	Alalaiippa	Kierre	Voitelu	Würth CU-800	Voitelijoilla			4
4	P316, P416	1. ja 2. puoli	Muotin korkeudensäätö	Sivuhajaimien kiskot	Tarkastus/voitelu	Ronseal Triflow	602171			4
5	P316, P416	1. ja 2. puoli	Muotin korkeudensäätö	Sivuhajaimien laakerit	Tarkastus/voitelu	Mobil XHP 461	418509	24	3 g	4
6	P316, P416	1. ja 2. puoli	Muotin korkeudensäätö	Sivuhajaimien laakerit	Tarkastus/voitelu	Ronseal Triflow	602171			4
7	P316, P416	1. ja 2. puoli	Muotin korkeudensäätö	Sivuhajaimien laakerit	Tarkastus/voitelu	Ronseal Triflow	602171			4
8	P316, P416	1. ja 2. puoli	Ruostussylinteri	Sylinterien varret	Puhdistus/voitelu	Ronseal Triflow	602171			4
9	P316, P416	1. ja 2. puoli	Ruostussylinteri	Sylinterien varret	Puhdistus/voitelu	Ronseal Triflow	602171			4
10	P316, P416	1. ja 2. puoli	Ruostussylinteri	Sylinterien varret	Puhdistus/voitelu	Ronseal Triflow	602171			4
11	P316, P416	1. ja 2. puoli	Ruostussylinteri	Sylinterien varret	Puhdistus/voitelu	Ronseal Triflow	602171			4
12	P316, P416	1. ja 2. puoli	Ruostussylinteri	Sylinterien varret	Puhdistus/voitelu	Ronseal Triflow	602171			4
13	P316, P416	1. ja 2. puoli	Ruostussylinteri	Sylinterien varret	Puhdistus/voitelu	Ronseal Triflow	602171			4
14	P316, P416	1. ja 2. puoli	Ruostussylinteri	Sylinterien varret	Puhdistus/voitelu	Ronseal Triflow	602171			4
15	P316, P416	1. ja 2. puoli	Ruostussylinteri	Sylinterien varret	Puhdistus/voitelu	Ronseal Triflow	602171			4
16	P316, P416	1. ja 2. puoli	Riisuja	Lineaarikelkat	Tarkastus/voitelu	Mobil XHP 461	418509	8	6 g	4
17	P316, P416	1. ja 2. puoli	Riisuja	Lineaarikelkat	Tarkastus/voitelu	Mobil XHP 461	418509			4
18	P316, P416	1. ja 2. puoli	Riisuja	Lineaarikelkat	Tarkastus/voitelu	Mobil XHP 461	418509			4
19	P316, P416	1. ja 2. puoli	Riisuja	Käpälän tukitangot	Puhdistus/voitelu	Ronseal Triflow	602171			4
20	P316, P416		Hydrauliyksikkö	Paluusuoletin	Tarkastus/vaihto		713129/C1B6			8
21	P316, P416		Hydrauliyksikkö	Huohotin	Tarkastus/vaihto		709948/C2B6 (runko: 709947/C2B6)			7
22	P316, P416		Hydrauliyksikkö	Sämpötit	Voitelu (jos on nippa)	Mobil XHP 461	418509			7
23	P316, P416		Hydrauliyksikkö	Sämpötit	Voitelu (jos on nippa)	Mobil XHP 461	418509			7
24	P316, P416		Hydrauliyksikkö	Sämpötit	Voitelu (jos on nippa)	Mobil XHP 461	418509			7
25	P316, P416		Hydrauliyksikkö	Hydrauliikka	Säily/vaihto	Mobil DTE 26	417352		100 l	7
26	P316, P416		Hydrauliyksikkö	Hydrauliikka	Säily/vaihto	Mobil DTE 26	417352		100 l	7
27	P316, P416		Hydrauliyksikkö	Hydrauliikka	Säily/vaihto	Mobil DTE 26	417352		100 l	7
28	P316, P416		Puristin	Ohdot, letkut, liittimet	Tarkastus					4
29	P316, P416		Puristin	Ohdot, letkut, liittimet	Tarkastus					4

1 = päivittäin
2 = 2 kertaa viikossa
3 = viikottain
4 = Huoltopäivinä
5 = 4 kertaa vuodessa
6 = 3 kertaa vuodessa
7 = 2 kertaa vuodessa
(Kesä ja Jouluseisakki)
8 = Kerran vuodessa
(Kesäseisakki)