

Sami Niemi

Putkitehtaan voiteluhuollon päivitys

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

Insinöörityö

5.3.2014

Tekijä Otsikko	Sami Niemi Putkitehtaan voiteluhuollon päivitys
Sivumäärä Aika	75 sivua + 10 liitettä 5.3.2014
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Kone- ja tuotantotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Tuotantotekniikka
Ohjaajat	Kehitys- ja kunnossapitoinsinööri Esa Isopahkala Lehtori Markku Saarnio
<p>Työn päätavoitteena oli selvittää Rautaruukin Hämeenlinna putkitehtaan nykyinen voiteluhuolto-ohjelman ja toteutuksen tilanne. Päämääränä oli selvittää mahdollisuuksia alkaa suorittamaan tuotantolinjojen voiteluhuollot tehtaan omalla kunnossapitohenkilöstöllä nykyisen alihankkijan sijaan.</p> <p>Hämeenlinnan putkitehtaalla valmistetaan putkia neljällä tuotantolinjalla, joista tässä työssä selvitettäväksi otettiin PUH4-tuotantolinja (Putkikone Hämeenlinna 4), se on tuotantolinjoista viimeisin vuonna 2009 modernisoitu tuotantolinja, jonka voiteluhuolto-ohjelman mukaiset voitelukohteet ja voitelutaajuudet olivat kuitenkin jääneet päivittämättä modernisoinnin yhteydessä, tästä johtuen ei tuotantolinjaston voiteluhuoltoa ole suoritettu vaatimusten mukaisesti modernisoinnin jälkeen.</p> <p>Työssä selvitettiin myös uuden toimittajan myötä tulleiden uusien voiteluaineiden ominaisuuksien soveltuvuutta putkitehtaan voiteluhuoltoon ja mahdollisten korvaavien voiteluaineiden hankkimista. Samalla selvitettiin putkitehtaalla käytössä olevien hydraulikkakoneikoiden- ja vaihteistojen öljyjen kuntoa.</p> <p>Työn tuloksena saatiin luotua H4 linjalle voiteluhuolto-ohjelma, jonka suorittamisesta vastaa tehtaan oma henkilökunta. Voiteluhuolloissa käytettävä rasva vaihdettiin paremmin tehtaan olosuhteisiin sopivaksi rasvaksi ja H4 asennettiin automaattinen keskusvoitelujärjestelmä.</p>	
Avainsanat	voitelu, ennakko-huolto, hydraulikka, putkituotantolinja

Author Title	Sami Niemi Update for Tube Mill Lubrication Maintenance
Number of Pages Date	75 pages + 10 appendices 5 March 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Mechanical Engineering
Specialisation option	Production Engineering
Instructors	Esa Isopahkala, Maintenance and Development Engineer Markku Saarnio, Lecturer
<p>The goal of this Bachelor's thesis is to update the lubrication maintenance of the Rautaruukki Hämeenlinna tube mill. The main goal is to find out today's level of the tube mills lubrication maintenance and update the current lubrication care plan, so that it will be possible to carry out the lubrication maintenance by using mill's own maintenance employees.</p> <p>This thesis focused on updating the lubrication plan of the PUH4 production line (Tube machine Hämeenlinna 4) and also the condition of tube mill's hydraulics- and gearbox oils is examined.</p> <p>As a result of the thesis, a functional lubrication maintenance plan was created for H4 tube machine, which will be carried out by the factory's own maintenance men. Also the earlier used lubrication grease has been replaced with grease that has better properties for the conditions on the tube factory.</p>	
Keywords	lubrication, maintenance, hydraulics, tube production line

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Ohutseinäputkien tuotanto	2
2.1	Hämeenlinnan putkitehdas	2
2.2	Putkenvalmistus	3
	<i>Aukikeleus ja jatkohitsaus</i>	3
	<i>Raina-akku</i>	3
	<i>Muovaus</i>	4
	<i>Hitsaus ja höyläys</i>	5
	<i>Pyörrevirtatarkastus</i>	6
	<i>Kalibrointi ja profilointi</i>	6
	<i>Määrämittakatkaisu</i>	7
	<i>Niputus ja lähetys</i>	7
3	Tuotantolaitteiden voitelu	8
3.1	Voitelunhuollon perusteet	8
3.2	Voiteluaineet	10
3.3	Voiteluaineiden peruskäsitteet	11
3.3.1	Öljyvoiteluaineet	12
3.3.2	Mineraaliöljyt	12
3.4	Rasvavoitelu	13
3.5	Voiteluhuolto putkitehtaalla	15
3.6	Käytössä olevat voiteluaineet	16
3.7	Putkitehtaalla käytettävän rasvan valinta	16
3.8	Emulsion kestävyys testaus	17
4	Voiteluhuollon päivityksen aloitus	22

4.1	Voiteluhuoltokohteiden jakaminen	22
4.2	Aloituspalaveri	23
4.3	Viikoittaiset voiteluhuoltopalaverit	24
4.4	Kylmävalssaamon voiteluhuolto	30
5	Hydrauliikka	32
5.1	Hydrauliikka voiteluhuollon osana	32
5.2	Hydrauliikkaöljyjen puhtauden mittaus	36
5.3	Hydrauliikkajärjestelmät Hämeenlinnan Putkitehtaalla	37
5.4	Öljyanalyysien tulokset	42
5.5	Hydrauliikkaöljyjen jatkotoimenpiteet	43
6	Voiteluaineiden ja laitteiden varastointi	44
7	H4-tuotantolinjan voitelukohteiden kartoitus ja dokumentointi	45
7.1	Voitelukohteiden kartoitus	45
7.2	Voiteluhuolto-ohjelman laatiminen	46
7.3	Voiteluhuoltojen suorittamisen ajankohta	46
8	Voiteluhuoltolaitteistot	49
8.1	Nykyisten voitelu- ja rasvauslaitteiden päivitystarpeen selvitys	49
8.2	Koekäyttöön otetut voiteluhuoltolaitteet	51
8.2.1	SKF LAGG 400B -akkukäyttöinen rasvaprässi	51
8.2.2	SKF LAGM 1000E -rasvamäärämittari	51
8.3	SKF:n SYSTEM 24 -kaasutoiminen automaattivoitelupatruuna	52
8.3.1	Patruunoiden toiminta	52
8.3.2	Patruunoiden aika-asetus	53
8.3.3	Patruunoiden vaihtoehdot	55
8.3.4	Patruunoiden koekäyttökohteet	55
8.3.5	Lisäpatruunoiden paikat ja päätelmät patruunoista	58

8.4	Progressiiviset jakajat	63
8.4.1	H4-linjan hitsauspukin progressiivinen jakaja	63
8.4.2	Hitsauspukin jakajien kustannukset	66
8.4.3	Mahdollisia kohteita progressiivisille jakajille	67
8.5	Automaattivoitelujärjestelmä pituussaumahöylille ja hitsauspukille	69
9	Kustannuksia	72
10	Päätelmät	75
	Lähteet	76
	Liitteet	
	Liite 1. ExxonMobil rasvavertailu	
	Liite 2. ExxonMobil XHP -sarjan esite	
	Liite 3. Signum Oil Analysis -tulokset	
	Liite 4. H4:n lay-out, voitelupisteet numeroituna	
	Liite 5. H4:n voitelu-ohjelma	
	Liite 6. SKF System 24 -esite	
	Liite 7. H4:n hitsauspukin voiteluohjelma	
	Liite 8. H4:n hitsauspukin progressiivisen jakajan kustannukset (Salassa pidettävä)	
	Liite 9. Qtec Engineering Oy:n tarjous progressiivisesta järjestelmästä (Salassa pidettävä)	
	Liite 10. Oy SKF Ab:n tarjous Voitelujärjestelmästä (Salassa pidettävä)	

Lyhenteet

HÄP	Hämeenlinnan putkitehdas
H1	Hämeenlinnan putkitehtaan putkituotantolinja 1
H2	Hämeenlinnan putkitehtaan putkituotantolinja 2
H3	Hämeenlinnan putkitehtaan putkituotantolinja 3
H4	Hämeenlinnan putkitehtaan putkituotantolinja 4
H5	Hämeenlinna putkitehtaalta purettu tuotantolinja 5
OSP	Ohutseinämäputki

Alkusanat

Tämä insinöörityö on tehty Rautaruukki Oyj:n toimeksiannosta.

Kiitän kaikkia työssä avustaneita henkilöitä. Erityiset kiitokset ansaitsevat työni valvoja, insinööri Esa Isopahkala ja koko putkitehtaan kunnossapitohenkilöstö. Lisäksi kiitoksen ansaitsee koko Hämeenlinnan putkitehtaan henkilökunta.

Osa työnliitteistä sisältää luottamuksellista ja salassa pidettäviä asiakirjoja, joten niitä ei voida julkaista työn yleiseenlevitykseen tulevassa versiossa.

Hämeenlinna

05.03.2014

Sami Niemi

1 Johdanto

Ruukki Hämeenlinnan putkitehtaalla tuotantolinjojen voiteluhuolto on toteutettu alihankkijan kautta. On käynyt ilmi, että voiteluhuoltojen tekeminen on tehty ajoittain huolimattomasti/vajavaisesti. Tämän työn tarkoituksena kartoittaa voiteluhuoltotöiden nykyinen tilanne selvittämällä onko käytössä olevat voiteluhuoltokohdelistat ajantasaisia ja paikkaansa pitäviä putkitehtaan tuotantolinjojen nykyisen varustelutason kanssa.

Työn tarkoituksena on päivittää H4-tuotantolinjan mahdollisesti puutteelliset voitelukohdelistat, joiden perusteella voidaan suunnitella ja toteuttaa toimiva voiteluhuolto-ohjelma, joka on mahdollista myöhemmin kopioida myös kaikille tuotantolinjoille Hämeenlinnan putkitehtaalla. Ohjelmaa voidaan alkaa mahdollisesti toteuttamaan Hämeenlinnan putkitehtaan omien kunnossapitotyöntekijöiden toimesta ja näin varmistetaan, että voiteluhuollot suoritetaan voiteluohjelman mukaisesti.

2 Ohutseinäputkien tuotanto

2.1 Hämeenlinnan putkitehdas

Hämeenlinnan putkitehdas on perustettu vuonna 1973, joten putkia on valmistettu tehtaalla jo 40 vuoden ajan. Päämarkkina-alueena on Pohjoismaat, josta suomen ja ruotsin osuus on 83 % toimituksista. Putkea toimitetaan lisäksi myös puolaan ja venäjälle. Nykyisin Hämeenlinnan putkitehtaalla on käytössä neljä putkituotantolinjaa, joilla työskentelee 75 työntekijää. Tuotantolinjoista putkilinjat 1 - 3 ovat ohutseinämäputki tuotantolinjoja ja putkilinja 4 rakenneputkilinja. Tehtaalla valmistetaan vuosittain noin 27 000 km putkia, joiden halkaisijat vaihtelevat 25 – 89 mm ja materiaalinpaksuudet 0.8 – 5.0 mm. Painoa vuosituotannossa kertyy noin 50 000 t. (5, s.2.)

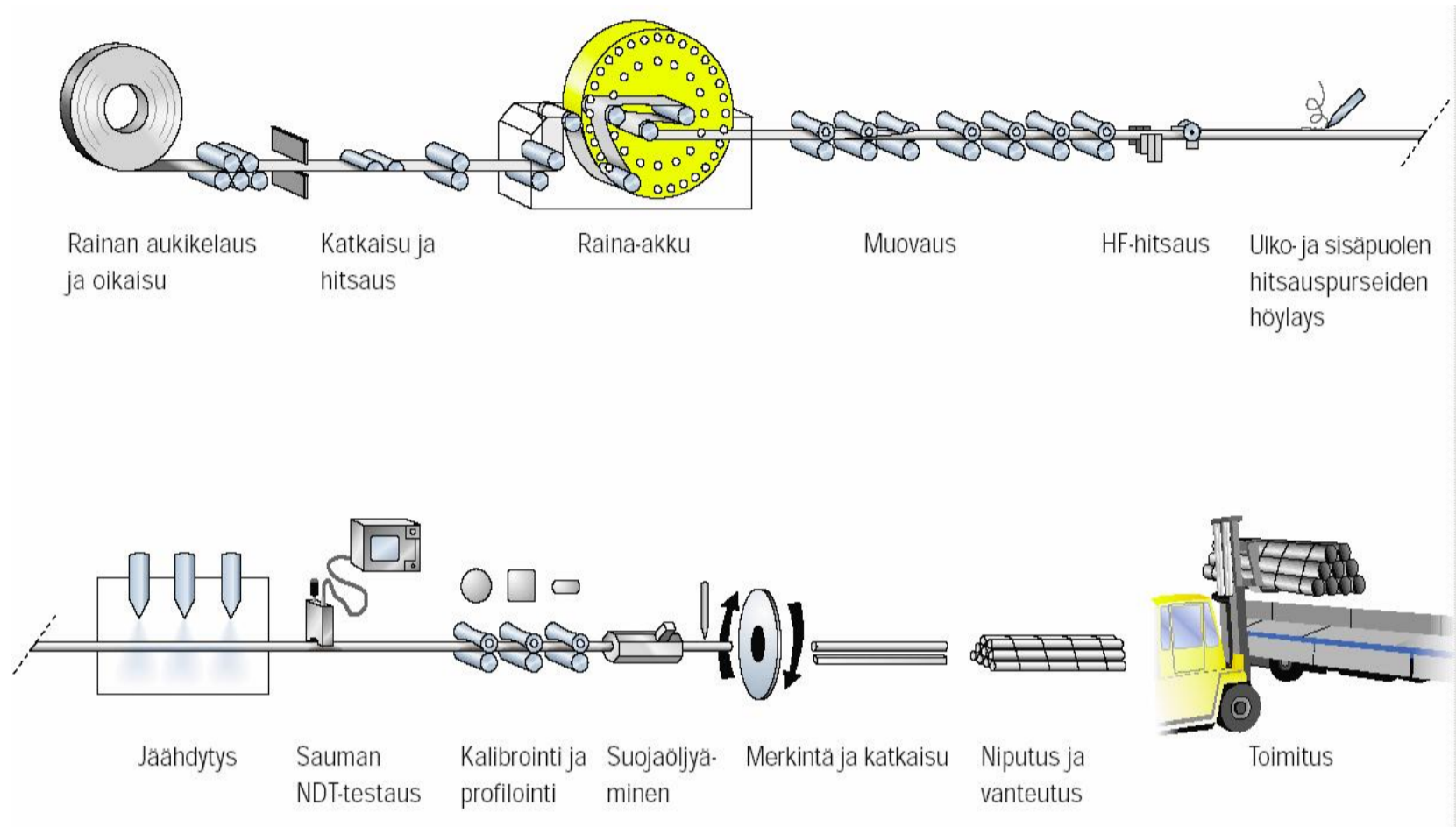
Tonnimäärissä on OSP putkien osuus 60,5 %, rakenneputkien 38,1 % ja ruostumattomien 0,6 % tuotannosta. Hämeenlinnan putkitehtaalla valmistetaan pyöreiden ja neliskanttisten putkien lisäksi myös tilaajille räätälöityjä putkiprofiileja. Tällaisia asiakkaita ovat mm. Wibe Ladders, Fiskars ja Atlas Capco (kuva 1).



Kuva 1. Hämeenlinnan tehtaalla valmistettavia putkiprofiileita

2.2 Putkenvalmistus

Putki valmistetaan muotoilemalla ja hitsaamalla niin sanotuista leikatuista rainoista, jotka valmistetaan Rautaruukki Oyj:n Raahen tehtaalla ja kuljetaan junalla Hämeenlinnaan, kuva 2.



Kuva 2. Putkitehtaan valmistuskaavio (5, s.7)

Aukikeleus ja jatkohitsaus

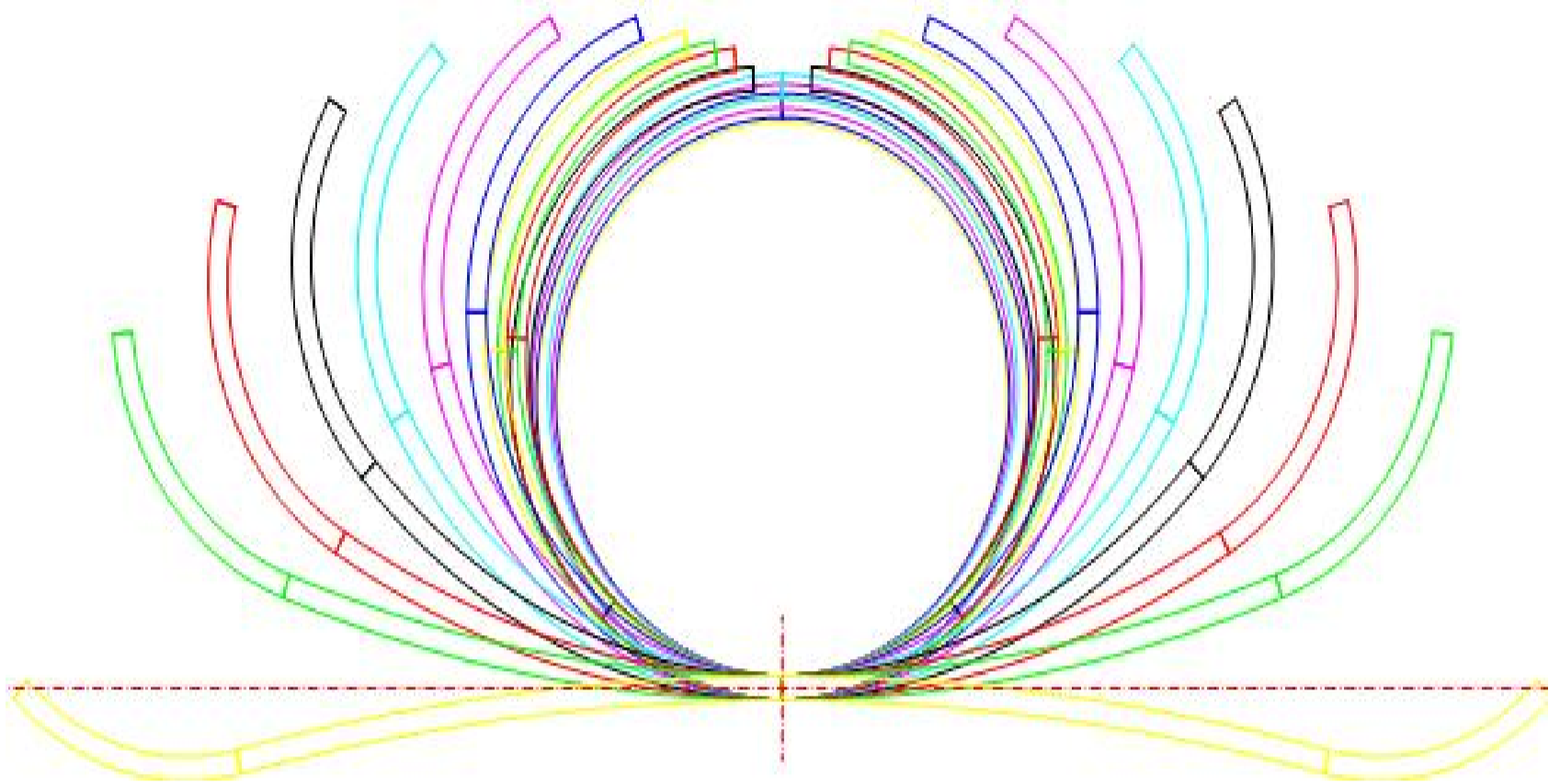
Putken valmistus alkaa aukikelaamalla määrämittaan leikatut rainat, jonka jälkeen uuden ja jo linjassa kulkevan rainan päät katkaistaan ja jatkohitsataan toisiinsa MIG-hitsauksella.

Raina-akku

Jatkohitsauksen jälkeen raina kelataan pysty raina-akkuun linjan ajonopeutta suuremmalla nopeudella, jolloin rainaa varastoituu raina-akun kehille. Tällä varmistetaan jatkuva tuotanto, kun rainaa on saatavilla jatkohitsauksen vaatimasta ajasta huolimatta.

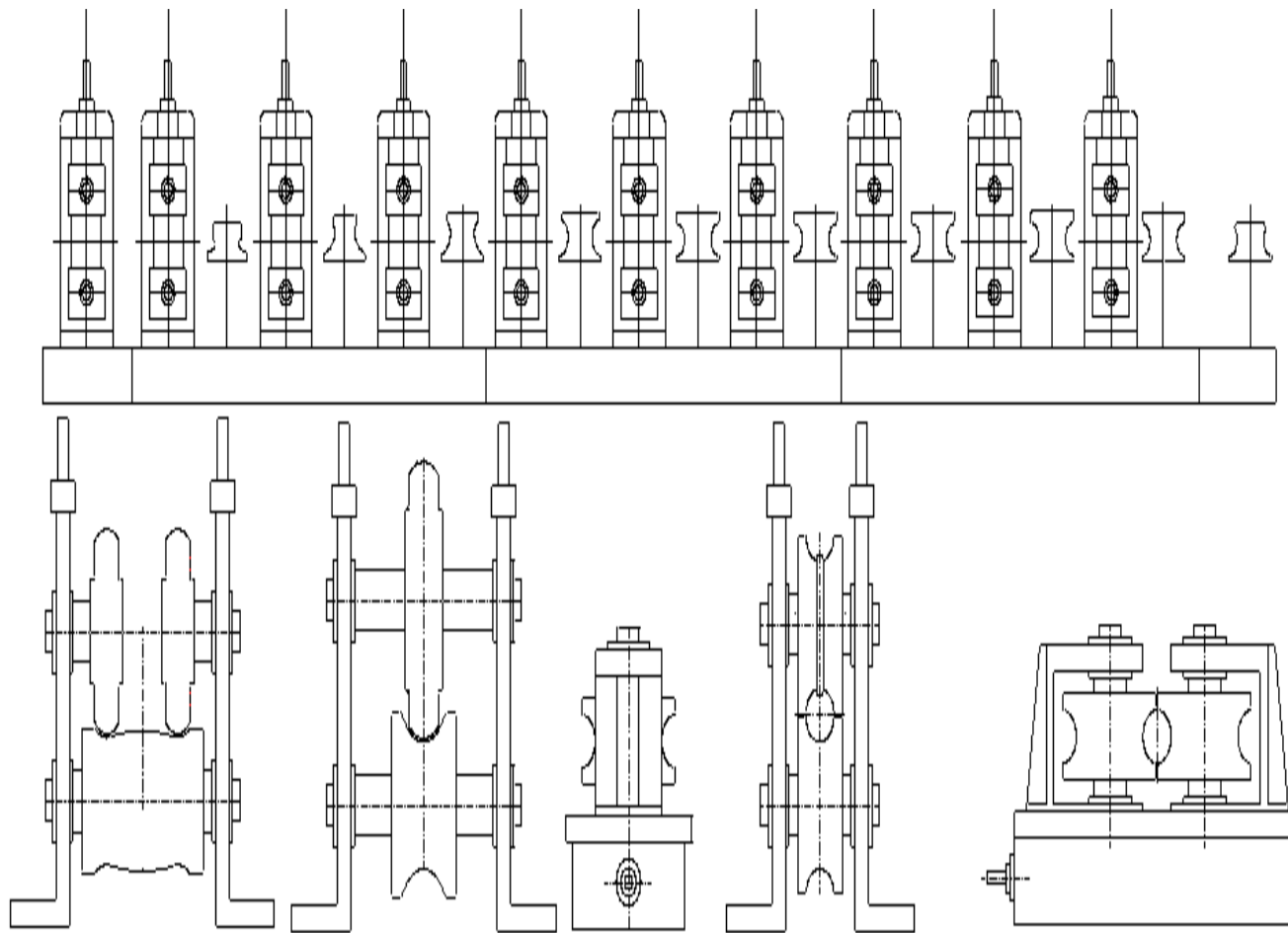
Muovaus

Kaikki putkiprofiilit valmistetaan ensin kylmävalssaamalla ja muovaamalla raina sen jälkeen useassa vaiheessa pyöreään muotoon, kuva 3.



Kuva 3. Rainan taipuminen muovauksessa (5 s.10)

Tämä tapahtuu muovausrullastossa (kuva 4). Muovausrullastossa on usea pari vetäviä muovausrullia ja vapaasti pyöriviä sivurullia. Pyöreän profiilin viimeistely tapahtuu muovausrullaston loppupäässä veitsirullilla, joilla saadaan aikaiseksi se, että rainan reunat kohtaavat oikein ja muodostavat v-raon hitsausta varten.



Kuva 4. Muovausrullasto (5, s.11)

Hitsaus ja höyläys

Muovauksen jälkeen pyöreäksi muotoillun rainan reunat hitsataan yhteen pituussuunnassa, jolloin syntyy suljettu profiili. Hitsaus tapahtuu suurtaajuushitsauksella, joka on puristushitsausmenetelmä. Avonaisen putkiprofiilin ympärillä vesijäähdytetty kuparikela indusoi putkeen virran, joka johdetaan rainan reunoihin profiilin sisällä olevalla ferriittisauvalla, jota kutsutaan impederiksi, jolloin syntyy vastuslämpöä. Vastuslämpö lämmitteää reunat 1500 °C:seen, minkä jälkeen reunat puristetaan toisiinsa hitsausrullilla. Hämeenlinnan putkitehtaan hitsauslaitteistoilla voidaan saavuttaa parhaimmillaan 180 m/min hitsausnopeus.

Hitsauksen jälkeen voidaan hitsausseura höylätä sileäksi putken ulko- ja sisäpuolelta, asiakkaan niin halutessa. Tämän jälkeen putki jäähdytetään, ajamalla se jäähdytysaltaan läpi.

Pyörrevirtatarkastus

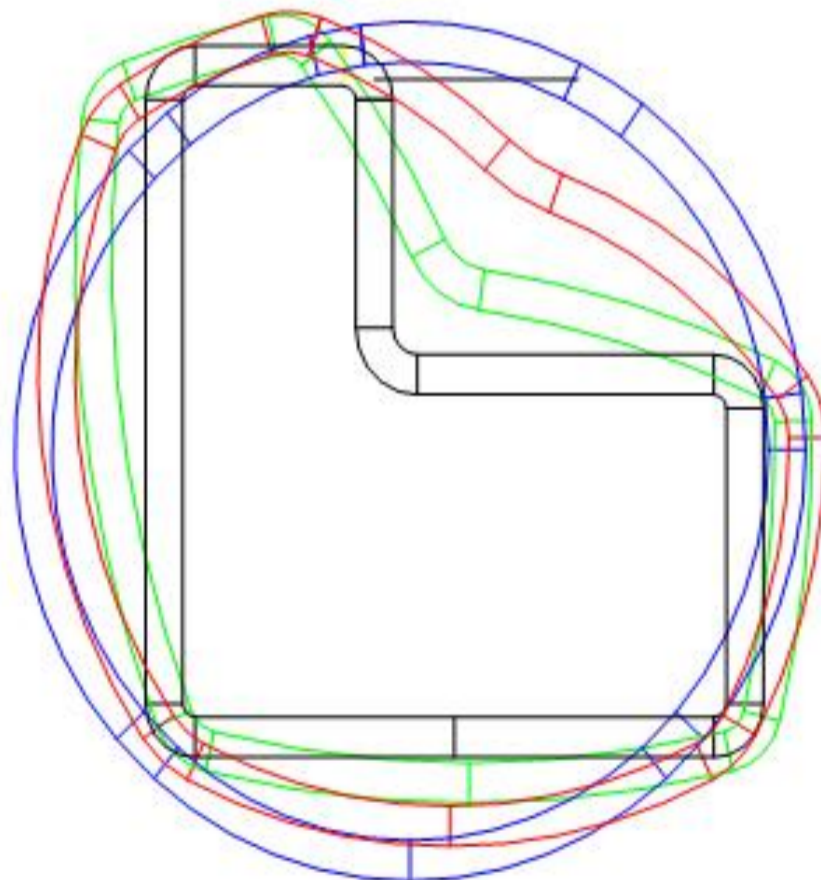
Hitsauksen ja jäähtyksen jälkeen hitsausseama tarkastetaan pyörrevirtatarkastuslaitteistolla, joka reaaliaikaisesti seuraa putkeen syntynyttä saumaa ja hylkää automaattisesti putket, joiden saumat tai materiaali ovat viallisia.

Kalibrointi ja profilointi

Tarkastuksen jälkeen jäähtynyt pyöreäputkiprofiili kalibroidaan. Kalibrointiosa koostuu 3 tai 4 kalibrointipukista, joissa on jokaisessa pukissa kaksi rullaa. Kalibroinnissa putken ulkohalkaisija kalibroidaan haluttuun mittaan.

Kalibroinnin jälkeen voidaan putki profiloida. Profilointi tapahtuu niin sanotuilla ”turkkilaisilla”, joissa kussakin on 4 rullaa. Turkkilaisten tehtävä on oikaista putki ja niillä voidaan myös profiloida putkea haluttuun profiiliin, kuten esimerkiksi neliöksi, ovaaliksi, ja niin edelleen (kuva 5).

Profiloinnin jälkeen putki suoja öljytään öljyämislaatikossa. Tällä varmistetaan että putken pinnalle saadaan riittävä suoja korroosiota vastaan.



Kuva 5. Putken muotoutuminen profiloinnissa (5, s10)

Määrämittakatkaisu

Putki katkaistaan haluttuun määrämittaan niin sanotulla lentävällä sahalla, joka kiihdyttää sahan nopeuden linjanopeuteen, katkaisee putken ja palaa alkuasemaan seuraavaa katkaisua varten. Näin varmistetaan jatkuva tuotanto.

Niputus ja lähetys

Lopuksi määrämittaan sahatut putket niputetaan nipuiksi metallivanteilla, tämä tapahtuu linjoilla H1, H2 ja H4 automaattisesti ja linjalla H3 manuaalisesti. Nippukokoja on erilaisia, ne riippuvat putken profiilista ja asiakkaiden tarpeista. Yleisesti neliskanttiset putket ovat neliskanttisissa nipuissa ja pyöreät kuusikulmaisissa. Asiakkaille räätälöidyissä nippujen muotoja ei ole tarkoin määritetty.

Valmiit niput toimitetaan putkitehtaan lähetysvarastoon sivulastaajilla, ennen toimitusta asiakkaille.

3 Tuotantolaitteiden voitelu

Voitelu on yksi tärkeimpiä koneiden ja laitteistojen kunnossapitotöistä, mutta usein sen merkitystä laitteiden toimintavarmuuden lisäämiseksi vähätellään, eikä sillä ole riittävän suurta merkitystä teollisuuden ennakkohuollon toiminnassa.

Oikeanlaisella voiteluhuollolla voidaan pidentää laitteiden ja koneiden käyttöikää huomattavasti, sekä vähentää voiteluvirheistä johtuvia odottamattomia huoltoseisokkeja. Näin voidaan saada aikaan suuriakin kustannussäästöjä ja se on perusedellytys hyvälle käyttövarmuudelle.

3.1 Voitelunhuollon perusteet

Kitkaa kappaleiden välillä on aina kun pinnat koskettavat toisiaan. Varsinkin teollisuuden laitteistoissa on paljon kosketustilanteita, jotka voidaan jakaa karkeasti kolmeen erilaiseen ryhmään:

- vierintäkosketus, vierintälaakerit
- liukukosketus, johteet
- sekä näiden yhdistelmä, jota esiintyy muun muassa hammaspyörien hammaskosketuksissa.

Kitka on fysiikan perussuureita, joten sitä ei koskaan saada kokonaan pois liikkuvista koneenelimistä. Kitkan suuruuteen vaikuttaa moni asia, joita esiintyy varsinkin teollisuudessa. Kitkan määrään vaikuttavat muun muassa koneenelimien valmistusmateriaalit. Myös teollisuudessa käytetyt kemikaalit ja nesteet lisäävät omalta osaltaan laitteistoihin syntyvää korroosiota, joka lisää kitkan määrää laitteistoissa. Tuotantolaitoksissa myös syntyy usein erilaista pölyä ja likaa, joka kosketuspinnalle joutuessaan lisää kitkan määrää. (1, s.11 – 48).

Kitka on hyväksi tietyissä tilanteissa ja sovelluksissa, mutta yleisesti teollisuudessa kitkasta on suurta haittaa. Se kuluttaa laitteistoja, mikä vaikuttaa niiden käyttöikään negatiivisesti, lisää laitteiden liikkeisiin tarvittavaa energiamäärää ja synnyttää haitallista lämpöä pintojen välillä.

Haitallisen kitkan vähentämiseksi tehokkain tapa on erottaa kosketuspinnat toisistaan voiteluainekalvolla. Teollisuudessa yleisimmin käytettäviä voiteluaineita ovat öljyt ja rasvat. Niiden tärkeimpiä tehtäviä ovat seuraavat:

- pitää kosketuspinnat erossa toisistaan
- pienentää kitkaa ja siitä aiheutuvaa häviötehoa
- vähentää kulumista
- jäähdyttää kosketusta
- estää epäpuhtauksien tulo voideltavaan kohteeseen
- kuljettaa epäpuhtauksia ja kulumisesta syntyviä hiukkasia pois
- vaimentaa värähtelyitä
- antaa suojaa voideltavan kohteen kosketuspinoille korroosiolta.

Oikeanlaisella voiteluhuollolla voidaankin siis saavuttaa merkittävää taloudellista hyötyä, juuri johtuen voiteluaineiden ominaisuuksista ja tehtävistä. Tehokkaalla voitelulla syntyvät säästöt pääasiassa alhaisemman kitkan tuottamista energiasäästöistä, laitteille saadaan pidempi käyttöikä kulumisen vähentymisestä johtuen, se on myös perusedellytys hyvälle käyttövarmuudelle.

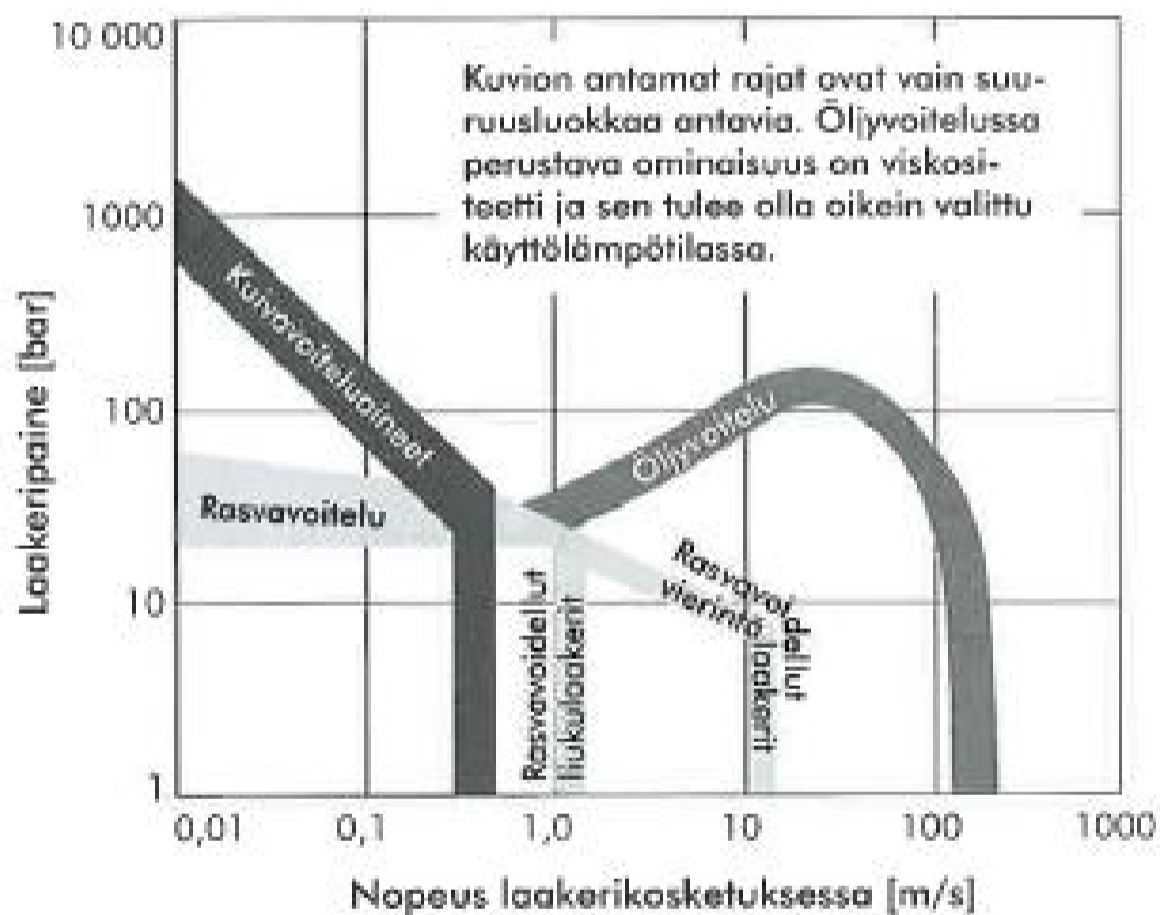
3.2 Voiteluaineet

Voiteluaineiden ollessa niin oleellinen osa laitteiden toimintaa, on tarkkaan suunniteltava mikä on optimaalisin käytettävä voiteluaine laitekohtaisesti.

Laitetoimittajat antavat yleensä laitteen mukana kyseiselle laitteelle suunnitellun voiteluhuolto-ohjelman osana ennakkohuoltosuunnitelmaa. Koska aina ei ole mahdollista tai kannattavaa noudattaa täysin valmistajien suosituksia, on tärkeää selvittää korvaava voiteluaine, joka täyttää kaikki kyseisen laitteen voiteluaineelta vaadittavat ominaisuudet.

Voiteluaineet on jaettu kahteen pääkategoriaan, joita ovat rasva- ja öljyvoiteluaineet. Se kumpaa tyyppiä käytetään, riippuu voideltavasta kohteesta.

Kuva 6 esittää pääpiirteittäin rasva- ja öljyvoiteluaineiden käyttökohteiden erot.

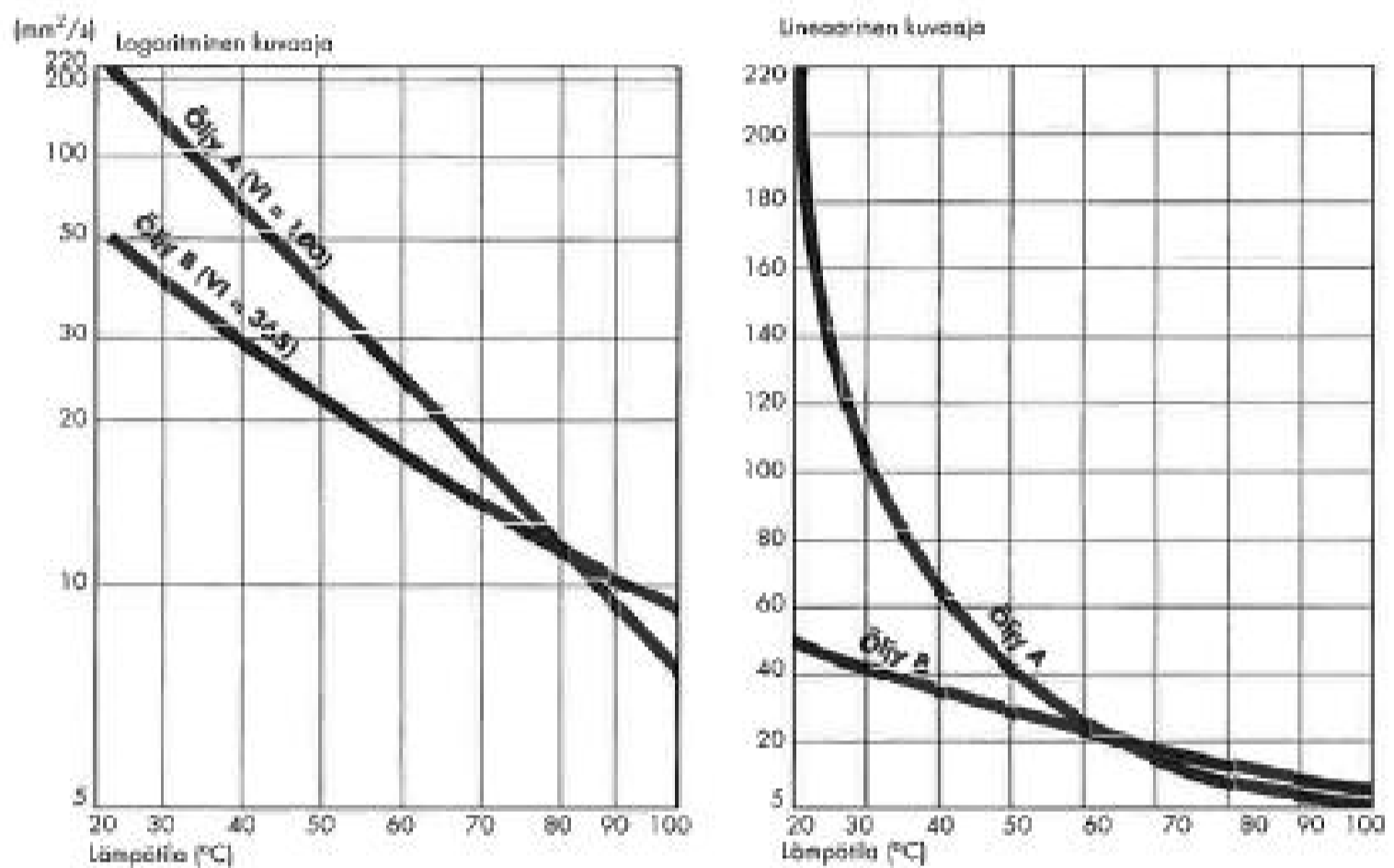


Kuva 6. Eri voiteluaineille soveltuvia käyttökohteita (1, s. 49)

Voiteluainetta valittaessa on hyvä tuntea muutamia niiden peruskäsitteitä, joista lisää seuraavaksi.

3.3 Voiteluaineiden peruskäsitteet

Nestemäisten voiteluaineiden tärkein ominaisuus on viskositeetti, joka kuvaa voiteluaineen sisäistä kitkaa. Viskositeetista käytetään SI-järjestelmässä yksikköä Ns/m^2 . Viskositeettiin vaikuttaa voimakkaasti käyttölämpötila. Viskositeetin arvo suhteessa lämpötilaan muuttuu likimain logaritmisesti, kuten kuvan 7 esimerkkikuvaajasta voidaan havaita.



Kuva 7. Öljyn kinemaattinen viskositeetti eri lämpötiloissa (1, s. 51)

Kuvaajassa ilmoitettu VI tarkoittaa viskositeetti-indeksiä, joka osoittaa kuinka viskositeetti muuttuu lämpötilan muutoksen vaikutuksesta. Mitä suurempi viskositeetti-indeksi voitelu aineella on, sitä pienempi lämpötilan muutos vaikuttaa aineen viskositeettiin. Teollisuudessa käytettäville öljyille on kehitetty viskositeettiluokittelu standardin ISO 3448 mukaisesti, joka esitetään kuvassa 7.

Voiteluaineen ominaispainona käytetään aineen ja veden tiheyden suhdetta, jossa vertailulämpötilana käytetään + 15 °C:tta. Voiteluaineen juoksevuutta alhaisissa lämpötiloissa kuvataan pumpattavuudella. Tunkeutumalla tarkoitetaan rasvan kovuutta.

Tippumispiste on lämpötila, jossa rasvasta erottuu ensimmäinen öljypisara.

3.3.1 Öljyvoiteluaineet

Valtaosa käytetyistä voiteluöljyistä on nestemäisessä muodossa. Voiteluöljyt ovat öljypohjaisesti valmistettuja, kuten jo nimestäkin selviää. Ne ovat seosöljyjä, joiden perusöljyinä käytetään yleisesti mineraali-, synteettisiä tai kasvisöljyjä. Kaikilla perusöljyillä ja jalostusmenetelmillä on omat negatiiviset ja positiiviset ominaisuudet. Siksi onkin tärkeää valita juuri oikeanlainen öljy voideltavaan kohteeseen.

3.3.2 Mineraaliöljyt

Mineraaliöljyjä valmistetaan tislaamalla ja puhdistamalla raakaöljystä. Raakaöljyjen ominaisuudet vaihtelevat lähdekohtaisesti ja siksi voitelukäyttöön tarkoitettujen mineraaliöljyjen valmistukseen valitaan yleisesti raakaöljyjä, joiden ominaisuuksia ovat pieni aromaatti- ja rikki- ja rikkipitoisuus ja stabiilisuus. Raakaöljyjen hiilivetykoostumuksella on vaikutusta muun muassa lopputuotteen viskositeettiin, jähme- ja leimahduspisteeseen. Raakaöljyjen kolme tärkeintä hiilivetytyyppiä ovat (1, s.55):

- parafiiniset
- nafteeneiset
- aromaattiset.

Käytetyimmät mineraaliöljyt on valmistettu parafiinisista perusöljyistä. Käytettävän perusöljyn valinta riippuu lopputuotteelta halutuista ominaisuuksista. Uutena tulokkaana on tullut myös VHVI (Very High Viscosity Index) -tyyppiset öljyt. Taulukosta 1 voidaan nähdä parafiini- ja nafteenipohjaisten öljyjen ominaisuuksien eroja.

Taulukko 1. Parafiini- ja nafteenipohjaisten öljyjen ominaisuuksia (1, s. 55)

Ominaisuus	Parafiiniset	Nafteeniset
Viskositeetti-indeksi	kohtalainen	huono
Käyttäytyminen kylmässä	kohtalainen	hyvä
Lisäaineiden liuotuskyky	kohtalainen	voimakas
Kumitiivistemateriaalien kestävyys	neutraali	huono

3.4 Rasvavoitelu

Koneenelinten voitelussa rasvat ovat vakiinnuttaneet paikkansa öljyjen ohella. Erilaisia rasvoja käytetään yleisesti muun muassa alhaisten nopeuksien laakerien voitelussa.

Rasvat valmistetaan perusöljyn ja eri saentimien sekoituksesta. Saentimina käytetään aineita, joilla on huonot liukenemisominaisuudet öljyyn. Rasvoin voidaan myös mahdollisesti lisätä erilaisia lisäaineita niiden käyttötarpeen tai kohteen vaatimusten mukaan, kuten esimerkiksi korroosiosuoja-, kestoikä- tai vesihuuhtelunestoaineita.

Rasvojen koostumuksesta öljyä on yleisesti noin 90 % ja rasvan viskositeetti määräytyykin täten valitun perusöljyn mukaan. Yleisesti perusöljyinä käytetään synteettisiä- ja mineraaliöljyjä, joilla on kummallakin erilaiset ominaisuudet reagoida käyttöympäristössä vallitseviin oloihin, kuten lämpötila ja kosteus. Synteettiset perusöljyt toimivat hyvin eri lämpötiloissa, johtuen niiden hyvästä viskositeetti-indeksistä.

Erittäin korkeiden lämpötilojen käyttökohteissa voidaan käyttää silikoniöljypohjaisia rasvoja, tämän perusöljyn salliessa korkean käyttölämpötilan.

Saentimina rasvoissa käytettyjä aineita on todella paljon erilaisia, koska saentimen tarkoituksena rasvassa on sitoa perusöljy itseensä. Saentimina on käytössä monia erityyppisiä aineita, orgaanisista epäorgaanisiin kuten metallisaippuat, metallikompleksisaippuat ja erilaiset orgaaniset ja epäorgaaniset ei-saippuayhdisteet. Metallisaippuoiden metalleina käytetään muun muassa litiumia, jolla on laaja käyttölämpötila-alue. Litiumpohjaiset rasvat omaa hyvät vedensieto- ja korroosiokesto-ominaisuudet ja niillä on myös hyvä lämmönkesto. Kalsiumrasvat omaavat erittäin hyvät vedensieto- ja huuhtoutumisenesto ominaisuudet, koska ne eivät emulgoidu helposti veden tai muiden nesteiden kanssa. Kalsiumpohjaiset rasvat toimivat myös hyvin matalissa lämpötiloissa, mutta ne eivät sovellu korkeisiin lämpötiloihin.

Kompleksirasvat ovat metallisaippuoista jatkokehitettyjä rasvoja. Perus metallisaippu-
arasvojen ominaisuuksia on kehitetty kestävämmän paremmin muun muassa vedenhuuhtoutumista ja myös niiden käyttölämpötila-aluetta on saatu korkeammaksi. Kompleksirasvat ovat kuitenkin hinnaltaan paljon kalliimpia muihin verrattuna, ja tästä johtuen niiden käyttöä kannattaa miettiä tarkkaan, jos käyttökohteen olosuhteisiin riittävät metallisaippuapohjaisetkin rasvat.

Rasvan voiteluominaisuudet perustuvat siihen, että perusöljy on sitoutunut rasvassa käytettyyn saentimeen, ja niistä muodostuu rasvamainen seos. Rasvavoitelua voidaan verrata pesusieneen, joka on täynnä vettä. Kun sitä puristetaan, vapautuu sienestä vettä. Rasvat toimivat samalla periaatteella. Kun rasvaan kohdistuu painetta, värähtelyä, tai lämpötilan nousua, vapautuu rasvasta pieniä määriä perusöljyä, joka leviää voitelukohteeseen ohueksi voitelevaksi kalvoksi.

Rasvat on jaettu kovuusluokkien (NLGI) mukaan pienimmästä NLGI 000 -luokasta NLGI 6 -luokkaan asti. Nämä NLGI -luokat on lisäksi jaettu kolmeen eri ryhmään: juoksevat rasvat (NLGI 000 – 0), pehmeät rasvat (NLGI 1 - 3) ja kovat rasvat (NLGI 4 – 6). NLGI- luokka kuvaa rasvan kovuutta, eikä ole mitenkään sidoksissa rasvan juoksevyyteen tai pumpattavuuteen. NLGI kuvaa rasvan tunkeutumaominaisuuksia lämpötilan suhteen ja rasvan vatkautuessa (taulukko 2).

Taulukko 2. Rasvojen luokitukset (2, s. 10).

NLGI-luokka: 51818	DIN	Tunkeuma DIN 51804/1; 1/10 mm	Luokitus
000		445 ... 475	Juoksevat rasvat
0		400 ... 430	
0		355 ... 385	
1		310 ... 340	Pehmeät rasvat
2		265 ... 295	
3		220 ... 250	
4		175 ... 205	Kovat rasvat
5		130 ... 160	
6		85 ... 115	

Tunkeuma kuvaa rasvan ominaisuutta kulkeutua rasvattavaan kohteeseen, esimerkiksi kuulalaakereissa. NLGI-luokitus ei kuitenkaan ota kantaa rasvan voiteluominaisuuksiin. Kuitenkin on tärkeää valita sopivan NLGI -luokan rasva käyttötarkoituksen mukaan. Esimerkiksi avohammaspinnoille on järkevää valita jäykkä rasva, jolla on paremmat ominaisuudet pysyä hammaspinnoilla kuin enemmän juoksevilla rasvoilla.

3.5 Voiteluhuolto putkitehtaalla

Hämeenlinnan putkitehtaalla voiteluhuollot on tähän mennessä hoidettu alihankkijan toimesta. Voiteluhuollot on suoritettu kaksi kertaa kuukaudessa lauantai päivisin. Nykyään on kuitenkin havaittu puutteita voiteluhuoltojen suorituksen osalta, varsinkin vaikeasti luokse päästävistä kohteista. Pelkästään voitelukohteiden suuresta määrästä (n.3 500 voitelukohtetta) voidaan päätellä, ettei voiteluhuoltoa ole välttämättä suoritettu voiteluhuolto-ohjelman mukaisesti. Onkin päätetty tehtaan toimintavarmuuden parantamiseksi alkaa toteuttaa voiteluhuoltoja omalla kunnossapitohenkilöstöllä. Voiteluhuoltojen suorittamisen siirto omalle kunnossapitohenkilöstölle on kuitenkin päätetty aloittaa porrastetusti, yksi tuotantolinja kerrallaan alkaen H4-linjasta.

Tarkoituksena on samalla päivittää voitelukohtelistat ja korjata mahdolliset puutteet linjastoissa, jotta voiteluhuoltoa voidaan oman kunnossapitohenkilöstön toimesta alkaa suorittaa tehokkaasti voiteluhuolto-ohjelman mukaisesti.

H4-linjan voiteluhuoltojen suorittaminen omalla kunnossapitohenkilöstöllä on tarkoitus aloittaa vuoden 2014 alusta, jolloin alihankkijan voiteluhuoltojen suorittamisen piiriin jäävät vielä tuotantolinjat H1 – H3. Myös ne siirtyvät omalla kunnossapitohenkilöstölle porrastetusti yksi tuotantolinja kerrallaan, kun linjojen voiteluhuolto-ohjelman mahdolliset puutteet on korjattu ja mahdolliset modernisoinnit voitelun suorittamisen helpottamiseksi on saatu asennettua.

Muiden linjojen aikataulu siirtyä omien asentajien voitelun piiriin on alustavasti suunniteltu seuraavasti:

- H3 Q2/2014
- H2 Q3/2014
- H1 Q4/2014
- Apulaitteet (vannesahat, ym.) Q4/2014.

Tällöin viimeistään vuoden 2015 alusta koko tehtaan voiteluhuollot suoritettaisiin ainoastaan oman kunnossapitohenkilökunnan toimesta.

3.6 Käytössä olevat voiteluaineet

Putkitehtaalla ja koko Hämeenlinnan Ruukin tehtaalla on siirrytty käyttämään Exxon-Mobilin toimittamia voiteluaineita, entisen toimittajan Shellin tuotteiden sijaan, Shellin lopettaessa toimintansa Suomen markkinoilla. Koska kaikilla eri rasvoilla ja öljyillä on erilaisia ominaisuuksia muun muassa lämmön, veden ja nopeuksien keston suhteen, on tärkeää selvittää, että käyttöön tulleet voiteluaineet vastaavat ominaisuuksiltaan käyttökohteiden tarpeita.

3.7 Putkitehtaalla käytettävän rasvan valinta

On tärkeää käyttää juuri oikeanlaista rasvaa, jonka vallitsevat käyttöolosuhteet vaativat. Putkitehtaalla oikean rasvan valinnassa oli mukana ExxonMobilin Teollisuuden alan tekniikan sovellusasiantuntija Teemu Antikainen. Tehdasvierailulla käytiin läpi kaikki putkitehtaan yleisimmät voitelukohteet ja keskusteltiin siitä, miten eri kohteita tulisi voiteluaineiden toimittajan edustajan ehdotusten mukaan voidella. Pääasiallisen ongelman voiteluaineen valinnan kohdalla tuo tuotantolinjastoissa käytetty emulsio. Teemu Antikaisen mukaan nyt käyttöön siirtyneen ExxonMobil Mobilux EP 2-rasvan pitäisi teoriassa olla sopiva voiteluaine rullille, koska se on ominaisuuksiltaan vastaava kuin aiemmin käytössä ollut Shellin toimittama voitelurasva. Hän ehdotti kuitenkin, että otettaisiin koekäyttöön myös rullien voitelussa ExxonMobil XHP 222-yleisvoiteluaine, koska sillä on erinomaiset vedensieto- ominaisuudet.

Nyt putkitehtaan rullahuollossa on käytetty noin puolen vuoden ajan Mobilux EP 2-rasvaa. Asiaa selvitettiin rullahuollon työntekijöiltä, heidän mielestään edellinen käytössä ollut Shellin toimittama Alvania EP 2 rasva on ollut parempaa ja pysynyt paremmin laakereissa, eli näin ollen voidellut laakeria paremmin.

Tavoitteena on löytää sopiva rasva, joka toimisi koko linjastossa, riippumatta linjaston eri voitelukohteiden käyttöolosuhteista. Täten vältetään mahdolliselta eri rasvojen sekoittumiselta, joka voi aiheuttaa ongelmia voitelukohteissa ja samalla saadaan varastoa pienemmäksi. Tästä syystä päätettiin tehdä testejä eri rasvoilla. Alustavassa testissä selvitettiin se, miten emulsio vaikuttaa kuhunkin rasvaan, minkä jälkeen suoritetaan testi parhaiten selvinneillä rasvoilla suoraan tuotantolinjassa.

3.8 Emulsion kestävyden testaus

Putken valmistuksessa on käytössä emulsiota melkein koko linjaston tuotantovaiheessa, joten on tärkeää että voiteluaine kestää jatkuvaa emulsiokosketusta. Emulsion ollessa kosketuksissa vääränlaiseen rasvaan, saattaa se aiheuttaa rasvan niin sanotun puuroutumisen ja/tai pois huuhtoutumisen voideltavalta pinnalta. Myös emulsion sisältämät aineet, kuten öljyt ja vaahdonestoaineet saattavat reagoida voiteluhuoltoon käytetyn rasvan kanssa ja täten aiheuttaa esimerkiksi laakerin ennenaikaisen rikkoutumisen. Tästä syystä oli tärkeää selvittää, mitä voiteluainetta otetaan käyttöön.

Alustavaan testiin otettiin aiemmin käytössä ollutta Shell Alvania EP (LF) 2 ja sen tilalle vaihtunutta ExxonMobil Mobilux EP 2 -rasvaa. Lisäksi vertailuun otettiin myös kunnosapidon käyttämää ExxonMobil XHP 222 -yleisrasvaa (taulukko 3). Alustavalla testillä ei kuitenkaan saada täysin luotettavia tuloksia, koska tässä testissä ei rasvoihin kohdistu samanlaisia olosuhteita kuin tuotantolinjassa, kuten lämpötila, paine ja laakerien sisäinen liike.

Taulukko 3. Rasvojen ominaisuuksien vertailu

Voiteluaine	Pohjaöljy	Paksunnin	Viskositeetti (40 °C)	Väri	Käyttökohteet
Mobil XHP 22	Mineraaliöljy	Litiumkompleksi	220	Sininen	Monikäyttöinen, erinomainen vedenkestävyys
Mobil Mobilux EP 2	Mineraaliöljy	Litium	160	Keltainen	Monikäyttörasva
Shell Gradus V220	Mineraaliöljy	Litium	220	Ruskea	Monikäyttörasva

Alustavaan testiin emulsio otettiin suoraan putkilinja 3 linjastosta. Valittiin tämän putkilinjan emulsion testissä käytettäväksi, koska kyseisellä linjalla on aiheutunut eniten rullien laakeririkkoja ja akselien jumiutumisia. Laakeririkkojen yhteydessä on myös huomattu, että pukeissa käytetty rasva on ollut huonon näköistä ja väriltään harmaanruskeaa.

Alustavassa testissä laitettiin kaikkia testissä käytettyjä rasvoja astiaan, joka täytettiin emulsiolla. Testin alussa rasvoja sekoitettiin ja annettiin olla emulsiossa noin 4 h, tämän jälkeen testattiin terästapilla rasvan tartuntaominaisuuksia, painamalla terästappi suoraan astian pohjaan ja nostamalla tappi ylös, josta vertailtiin tarttuneen rasvan määrää (kuva 8).



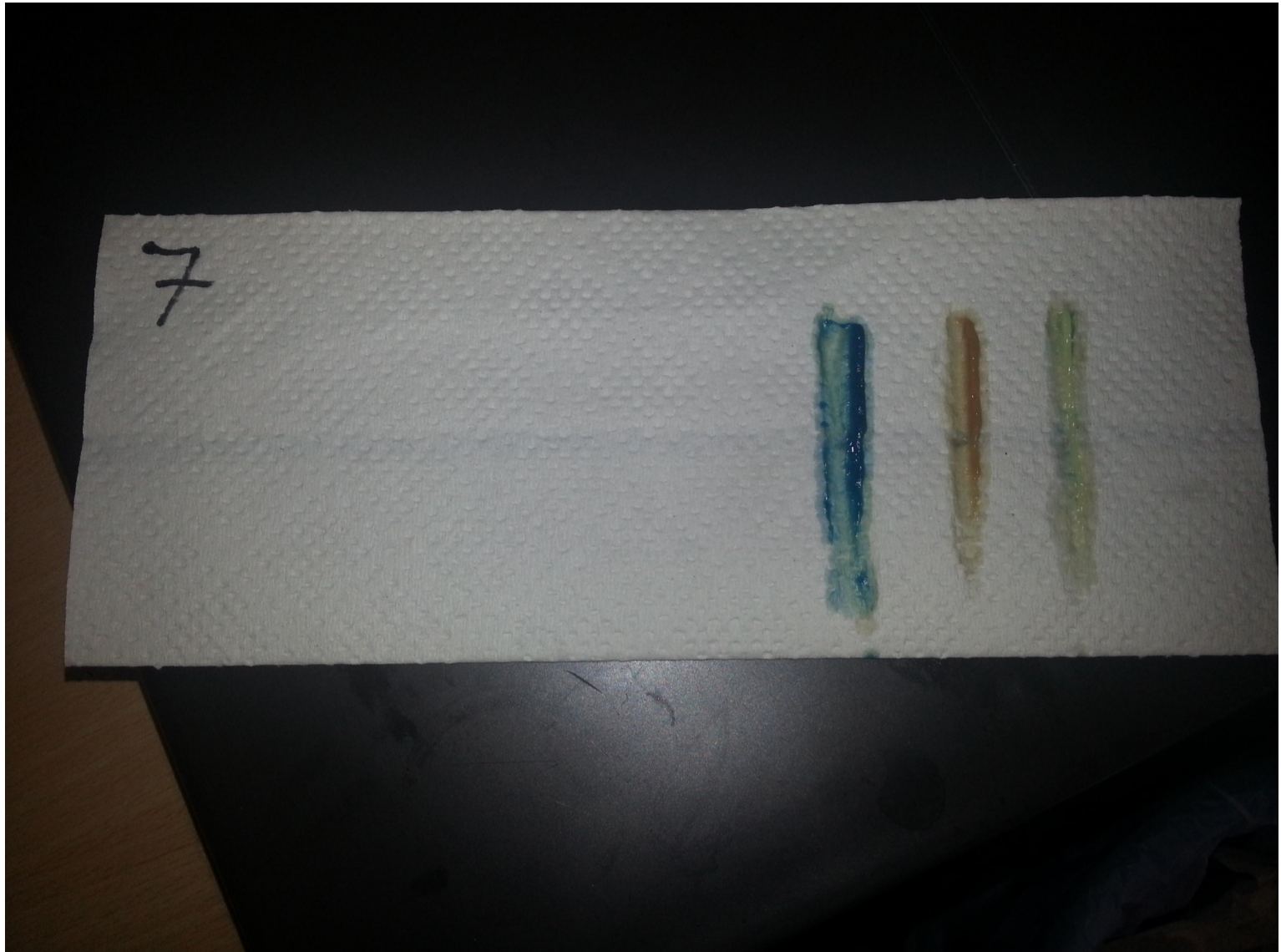
Kuva 8. Rasvan tartuntaominaisuuksien testaus

Ensimmäisessä testissä saatiin selville, että nyt käytössä oleva Mobilux EP 2-rasvalla oli heikoimmat tartuntaominaisuudet, kuten kuvasta on selvästi nähtävissä.

Tässä testin vaiheessa Alvania EP 2- ja XHP 222 -rasvat näyttivät omaavan samankaltaiset tartuntaominaisuudet.

Tartuntaominaisuus kuvaa rasvan pysyvyyttä voideltavassa kohteessa, varsinkin putkitehtaalla pukeissa aiheuttanut ongelmia emulsion huuhtoessa rasvaa pois voideltavista kohteista.

Rasvojen oltua viikon ajan emulsiossa, niiden tarttuvuus oli huonontunut huomattavasti ja niiden väri oli myös muuttunut (kuva 9). Tässä vaiheessa koetta parhaan pysyvyyden tulokset saatiin ExxonMobil XHP 222 -rasvalla.



Kuva 9. Rasvan kunto viikon testauksen jälkeen

Kokeen aikana rasvojen ominaisuuksia selvitetessä löytyi ExxonMobilin oma rasvojen vertailu (liite 1), jossa verrattiin eri ExxonMobilin rasvoja suhteessa putkitehtaallakin käytössä olevaan Mobilux EP 2 -rasvaan. ExxonMobil:n testissä XHP 222 -rasva omasi paremmat ominaisuudet melkein joka kategoriassa Mobilux EP 2:een verrattuna ja suurin ero rasvojen välillä oli veden sekä kosteuden kestävydessä.

Kokeessa ilmeni, että parhaimmat ominaisuudet säilyttivät kuukauden emulsion kanssa kosketuksissa olleet ExxonMobil XHP 222 ja käytöstä poistunut Shell Alvania EP 2 (kuva 10). Tämän kokeen ja ExxonMobilin tekemien rasvojen testauksen (liite 1) perusteella päätettiin ottaa XHP 222 -rasvaa kokeiluun H4-linjan rullien voitelussa.



Kuva 10. Rasvan kunto kuukauden testauksen jälkeen

Rullien voiteluun käytetyn rasvan testauksessa päätettiin verrata vanhaa käytössä nyt olevaa Mobilux EP 2 -rasvaa, laittamalla kyseistä rasvaa muotoiluvaiheen pukkien takimmaisiiin laakereihin ja XHP 222 -rasvaa pukkien etupuolen laakereihin. H4-linjavalittiin tähän testiin siitä syystä, että kyseisen linjan pukit ovat vaihdettavia kasetteja (kuva 11), jotka vaihdetaan kaikki kerralla huollon yhteydessä. Niiden huolto ja rullien vaihto tapahtuu rullahuollon tiloissa, jossa testin lopputuloksia ja rasvojen kuntoa on helpompi tarkastella kokeen jälkeen.

Testiin valittiin pyöreäputkiprofiili halkaisijaltaan 74 mm ajo. Tämä siitä syystä, että ajon pituus on noin 70 km, jolloin rasvat joutuvat kovempaan testiin pitkällä ajolla ja rasvojen toimivuudesta saadaan parempaa näyttöä pitemmän testausjakson jälkeen.



Kuva 11. H4:n vaihdettava kasetti

Rullien voitelukokeessa kävi ilmi, että XHP 222 -rasva säilytti paremmin voiteluominaisuutensa pukkien rullissa. Rasva säilyi myös paremmin rullien voideltavilla pinnoilla sen parempien veden huuhtoutumisenesto-ominaisuuksien ansiosta. XHP 222 -rasva päätettiin ottaa käyttöön myös rullahuollon suorittamissa voiteluhuolloissa, edellisen käytössä olleen Mobilux EP2 -rasvan tilalle.

Tällöin saavutetaan myös tilanne, jossa koko putkitehtaan voiteluhuollot voidaan suorittaa ainoastaan yhdellä rasvalla. Näin vältetään mahdollista rasvojen sekoittumista ja siitä aiheutuvia ongelmia laitteistoissa. Liitteenä 2 XHP 222 –rasva esite.

4 Voiteluhuollon päivityksen aloitus

4.1 Voiteluhuoltokohteiden jakaminen

Aikaisemmin kesäkuussa pidetyssä voiteluhuoltokoulutuksessa, päätettiin kunnossapitotyöntekijöiden kesken, että jokaiselle osoitetaan oma putkilinja, jonka voiteluhuollon kyseinen henkilö suorittaa. Linjat jaettiin tehtaan mekaanisten asentajien kesken aakkosjärjestyksessä H1 putkilinjasta lähtien:

- H1, Timo Gran
- H2, Jukka Gratschev
- H3, Sami Niittymäki
- H4, Risto Nuutinen.

Tämän ratkaisun etuna on, että jokaisen linjan voiteluhuollon suorittajalle riittäisi opetella vain yhden putkilinjan voitelukohteet. Sen jälkeen pystytään voiteluhuoltotyö suorittamaan tehokkaammin ja samalla on mahdollista päivittää voitelukohdelistaa sekä voiteluvälejä, voiteluhuollon suorittaneiden havaintojen perusteella.

Koska tehtaalla on myös kaksi määrämittavannesahaa ja muita apulaitteita, jotka vaativat voiteluhuoltoa, päätettiin että näiden laitteiden voitelunhuollon suorittaa koneasentaja Väinö Heiskanen, koska hän ei osallistunut kyseiseen palaveriin, jossa voiteluhuoltokohteet jaettiin työntekijöiden kesken.

Asiasta järjestettiin myös aloituspalaveri, jonka tarkoituksena oli kuulla mielipiteitä ja ideoita voiteluhuoltojen toteutuksesta niiltä henkilöiltä, jotka voitelua alkavat suorittaa.

4.2 Aloituspalaveri

Aloituspalaveriin osallistui kunnossapito- ja kehitysinsinööri Esa Isopahkala, konetyönjohtaja Kimmo Turunen ja kunnossapitotyöntekijät Risto Nuutinen, Jukka Gratschev ja Sami Niittymäki.

Palaverissa käytiin yleisesti läpi voimassa olevia voiteluhuollon kohdelistoja, käyttöön tulevia voiteluaineita ja ajankohtaa jolloin voiteluhuoltoa aletaan toteuttaa omilla kunnossapitotyöntekijöillä. Palaverissa päätettiin, että työ aloitetaan H4 linjalta, kartoittamalla voitelukohteet ja päivittämällä H4-linjan voitelukohdelista, joka ei enää ole ajan tasalla. Kartoitus toteutetaan yhdessä linjan voiteluhuoltoa suorittamaan alkavan Risto Nuutisen kanssa, käymällä koko H4-linja läpi ja kartoittamalla kaikki linjan voiteluhuoltoa vaativat kohteet. Sen jälkeen tarkoituksena on suunnitella toimiva voiteluhuoltokierros, joka olisi mahdollista kopioida valmistuessaan myös muille putkilinjoille.

Palaverin toinen tärkeä käsitelty asia oli ajankohta, milloin voiteluhuolto suoritetaan. Vaihtoehtoina oli etukäteen mietitty eri ehdotuksia, joista voiteluhuoltoa suorittamaan alkavat kunnossapitotyöntekijät saavat myös itse vaikuttaa siihen, milloin heidän mielestään voiteluhuollot on paras toteuttaa. Ehdotuksena oli suorittaa voiteluhuollot putkilinjojen viikkoseisokkipäivinä. Tultiin siihen tulokseen, että tämä ei ole paras ajankohta, johtuen putkilinjojen suurista voitelukohdemääristä ja koska viikkoseisokit on pääasiasa tarkoitettu linjastojen ennakkohuoltopäiviksi. Saattaisi olla mahdollista, että kyseisen putkilinjan työntekijä joutuisi tekemään koko päivän linjastolla seisakkihuoltotöitä, jolloin aikaa ei enää jäisi voiteluhuollon suorittamiseen.

Yhteisymmärryksessä päätettiin alkaa toteuttaa voiteluhuoltoa kuukausilistojen mukaan, joista huollon suorittavat työntekijät voivat tarkastaa kyseisen kuukauden aikana voiteluhuoltoa tarvitsevat kohteet. Näin on kuukausi aikaa toteuttaa kuluvan kuukauden voiteluhuolto. Tämän ajoituksen etuna on myös se, että kun osaa voiteluhuolloista ei voida suorittaa kuin vain vaihtojen tai viikkoseisokkipäivien aikana, niin tällä tavoin pystytään varmistamaan vaihtoja tai seisokkeja vaativien kohteiden voitelu. Muiden kohteiden voiteluhuolto toteutetaan aina kyseisen kuluvan kuukauden aikana, aina linjanajojen niin salliessa.

Palaverissa käytiin läpi myös voiteluhuolloissa tarvittavia laitteita. Päätettiin tilata lisää testikäytössä olleita akkukäyttöisiä rasvaprässejä ja testikäyttöön myös muutama automaattinen rasvauspatruuna.

Rullahuollossa rullien, laakereiden ja liukupintojen voitelu toteutetaan paineilmaprässeillä, joten näihin päätettiin hankkia koekäyttöön rasvan virtausmittarit, jotta pystyttäisiin välttämään laakereiden yllirasvausta.

4.3 Viikoittaiset voiteluhuoltopalaverit

Aloitettiin järjestämään kerran viikossa voiteluhuollon palavereita, jotta pystyttäisiin paremmin aikataulussa voiteluhuollon päivityksen kanssa ja saimme helpommin tiedotettua viikon aikana huomattuja puutteita sekä parannusehdotuksia ja pystyttäisiin puuttamaan niihin mahdollisimman nopeasti.

Heti alkuun palavereissa tuli esille putkitehtaalla varastossa olevien vanhojen rasvojen ja öljyjen varastointi ja niiden nykyinen kunto. Päätettiin käydä koko tehtaalla voiteluhoitoaineiden tarkastuskierros. Kierroksella löytyikin muun muassa käytössä oleva tynnyri, jonka kansi oli auki ja tynnyrissä pystyssä puupatikka, jolla rasvaa on ilmeisesti kaivettu tynnyristä (kuva 12). Koska yksi rasvan tarkoituksista voitelussa on pitää laakerin pinnat puhtaana, ei tällä kyseisellä rasvalla voida olettaa saavutettavan ainakaan hyvää puhtaanapito-ominaisuutta, koska rasva on itsessään likaista avonaisesta kanasta päässeen kosteuden ja puupatikasta irronneiden epäpuhtauksien takia.



Kuva 12. Rasvojen säilytys nykyisin putkitehtaalla, puupatikka tynnyrissä

Voiteluaineiden tynnyrivarastolle alettiin suunnitella järkevämpää paikkaa nykyisen toimistojen vastapäätä olevan paikan tilalle. Tynnyrihylly päätettiin siirtää vanhan, jo puretun H5-tuotantolinjan käytävälle, joka on nykyisin varastokäytössä. Täten saatiin parannettua myös paloturvallisuutta, kun öljytynnyrit eivät enää ole hätäpoistumisteiden läheisyydessä. Samalla päätettiin käydä läpi myös jo hyllyssä olevat vanhat Shellin toimittamat voiteluaineet, joiden käyttöönottopäivästä ei ole kenelläkään tietoa. Päädyimme tulokseen, että poistamme kyseiset mahdollisesti jo vanhentuneet voiteluaineet käytöstä ja hankimme uudet ExxonMobilin toimittamat voiteluaineet hyllyyn, johon merkataan jatkossa tarkkaan, mitä tynnyri sisältää ja koska se on otettu käyttöön. Myös mahdollisia tynnyrikokojen muutoksia harkittiin.

Voiteluhuoltovälineiden kaappi päätettiin myös tyhjentää ja poistaa käytöstä kaikki vanhat voiteluhuoltoon käytetyt ämpärit ja kannut, koska kenelläkään ei ollut tietoa, mitä aineita missäkin kannussa oli pidetty. Niissä ei myöskään ollut kansia eikä korkkeja, jolloin kannuihin on päässyt epäpuhtauksia (kuva 13), jotka eivät ole suotavia esimerkiksi vaihteistoöljyjen seassa. Päätettiin tilata kaksi uutta kaappia siirretyn tynnyrihyllyn viereen. Toiseen kaapeista tulisi ainoastaan rasvavoiteluun tarvittavat välineet ja toiseen vastaavasti öljyvoitelun välineet.

Päädyttiin hankkimaan lukolliset kaapistot voiteluhuoltolaitteille, varmistamiseksi kaappien puhtaana ja järjestyksessä pysymisen, välttämällä kaappeihin pääsyn asiattomilta henkilöiltä, jotka eivät voiteluhuoltoja suorita. Kaappeihin hankittiin jokaiselle käytössä olevalle rasvalle ja öljylle omat vain kyseiselle aineelle tarkoitetut kannut ja voiteluhuoltolaitteet. Näin vältetään jatkossa aineiden sekoittumiset ja epäpuhtauksien pääsy voiteluaineeseen jo ennen sen lisäämistä voitelukohteeseen.

Kannuihin ja laitteisiin merkattiin lisäksi tarkkaan, mille aineelle se on tarkoitettu. Voiteluainekannuihin ilmasta tulevien epäpuhtauksien estämiseksi hankittiin ainoastaan kannellisia kannuja. Kaappeihin merkattiin jokaiselle kannulle ja laitteelle omat paikkansa, putkitekniikalla käytössä olevan S+5S-ohjelman mukaisesti, jonka avulla voidaan tietyin väliajoin tarkastaa ja varmistaa kaapin järjestyksessä pysyminen ja nopeasti puuttua mahdolliseen voiteluaineiden säilytysalueen epäjärjestykseen ja sotkuisuuteen.



Kuva 13. Voiteluhuollossa käytössä ollut öljyntäyttökannu

Viikkopalaverissa tuli esille myös ongelmat pukkien rullien akseleiden ruostumisesta (kuva 14). Asiaa selvittäessä todettiin, että rullien ja akseleiden voiteluun oli ennen käytetty Farmoksen valmistamaa Multispray-voiteluöljyä. Tällöin ei samanlaisia ongelmia akseleiden ruostumisen suhteen ollut ilmennyt samassa mittakaavassa, vaan ongelmia oli alkanut esiintymään enemmän, siirryttäessä nykyisin käytössä oleviin Wurth Oy:n toimittamiin voiteluaineisiin.



Kuva 14. Vaaka akseleiden ruosteen määrä yhden työvuoron jälkeen

Päätettiin selvittää olisiko aikaisemmin käytössä ollutta Multisprayta vielä saatavilla, jotta voisimme kokeilla, saataisiinko sillä vältettyä paremmin akseleiden ruostumista. Kyseistä voiteluöljyä oli yhä saatavilla Kiilto Oy:ltä, joten sitä päätettiin hankkia koe-käyttöön akseleiden voitelussa. Asiasta kysyttiin myös ExxoMobil:in Antikaiselta, joka esitti että rullien akseleiden voiteluun voisi ehkä soveltua Hämeenlinnan tehtaalla sijaitsevan maalipinnoitusosaston käytöstä löytyvä Rust Preventative 778 -suojaöljy. Tai mahdollisesti jopa parempaa voitelukäytössä voisi olla hydraulikkaöljy, joka sisältää jo itsessään paineen- sekä ruosteenestoaineita. Päätettiin ensimmäiseksi akseleiden voitelussa ottaa käyttöön hydraulikkaöljyn, koska kyseistä öljyä löytyi tehtaalta jo entuudestaan.

Hydraulikkaöljy ruiskutettiin H3-linjan vaaka-akseleille painepullosta rullien vaihdon yhteydessä, jonka jälkeen tarkastettiin rullien kunto seuraavan vaihdon yhteydessä.

Hydrauliikkaöljyn käytöstä vaaka-akseleiden voitelussa saatiin vaihtelevia tuloksia, lyhyissä vain muutaman päivän tuotannossa hydrauliikkaöljystä selvisi paremmat voiteluominaisuudet ennen käytössä olleisiin aineisiin verrattuna. Kuitenkaan pidemmissä usean päivän kestäneiden ajojen kohdalle ei eroa havaittu vaan osa rullista ja akseleista olivat yhä jämähtäneet kiinni toisiinsa ja akselit olivat alkaneet ruostua.

Vaaka-akseleiden käyttöön parhaiten soveltuvan voiteluaineen löytämistä olisikin suositeltavaa jatkaa projektin mahdollisesti jatkuessa muiden linjojen voiteluhuolto-ohjelmien päivitykseen, jotta löydettäisiin optimaalisin voiteluaine vaaka-akseleille ja välttyttäisiin ruostumisesta johtuvista seisokeista, jotka aiheuttavat vuositasolla suuret kustannukset.

4.4 Kylmävalssaamon voiteluhuolto

Päätettiin ennen suurempien päätösten tekoa käydä tutustumassa, kuinka voiteluhuolto suoritetaan Ruukin Hämeenlinnan kylmävalssaamon puolella. kylmävalssaamossa voiteluhuollon suorittavat vakinaiset rasvarit, joiden työn kuvaan kuuluu pelkkä voiteluhuoltojen suorittaminen.

Palaveri järjestettiin kylmävalssaamon konetyönjohtajan toimistossa 18.09.2013 ja siihen osallistui kylmävalssaamon konetyönjohtaja Seppo Aalto, putkitehtaan konetyönjohtaja Kimmo Turunen ja Kunnossapito- ja kehitysinsinööri Esa Isopahkala.

Palaveri aloitettiin käymällä läpi sitä, kuinka voiteluhuolto käytännössä suoritetaan valssaamon puolella. Valssaamossa on kaksi vakinaista rasvaria, jotka hoitavat koko valssaamon voiteluhuollot ja heidän toimenkuvaansa kuuluu myös hydraulikkojen puhtauden selvitykset. Putkitehtaan osalta kiinnosti lähinnä se, kuinka voiteluhuoltojen työnjako on suoritettu ja miten rasvarit saavat työnannot. Palaverissa selvisi, että rasvarit katsovat itsenäisesti voiteluhuoltoa tarvitsevat kohteet Arttu-nimisestä ohjelmasta. Ohjelma on käytössä myös Hämeenlinnan putkitehtaalla, joten Seppo Aallon mielestä olisikin paras jos myös putkitehtaalla voiteluhuoltolistat ja voiteluaineet vietäisiin Arttu-ohjelmaan laitteiden kohdekorttien alle (kuva 15), jolloin kaikkien Hämeenlinnan tehtaan yksiköiden voiteluhuolto-ohjelmat olisivat saman ohjelman sisällä. Tämä helpottaisi tilannetta, jos mahdollisesti joskus tehtaalla päivitetäisiin tai vaihdettaisiin käytössä olevia ohjelmistoja.

Palaverin lopuksi käytiin vielä läpi tehtaalla käytössä olevia voiteluaineita, voiteluaine jakajia ja hydraulikkaöljyjä.

5 Hydrauliiikka

Myös hydrauliiikkatoimiset laitteet ja hydrauliiikkakoneikot kuuluvat osaksi voiteluhuollon piiriin, joten päätettiin samalla myös tarkistaa putkitekhaan hydrauliiikkojen ja koneikoiden kunnan voiteluhuollon päivityksen yhteydessä.

Tässä työssä ei kuitenkaan paneuduta sen enempää hydrauliiikka-aiheeseen, muuten kuin sen liittyessä voiteluhuoltoon kunnan mittaamisen ja vaihtovälin selvityksen osalta.

Putkitekhaalla ei ole pidetty kirjaa hydrauliiikkaöljyjen vaihdoista aikaisemmin ja niitä on vaihdettu vain ongelmien ilmaantuessa, joten hydrauliiikkaöljyjen kunnosta on pidetty huolta vain suodattimien vaihdoilla vuosittain.

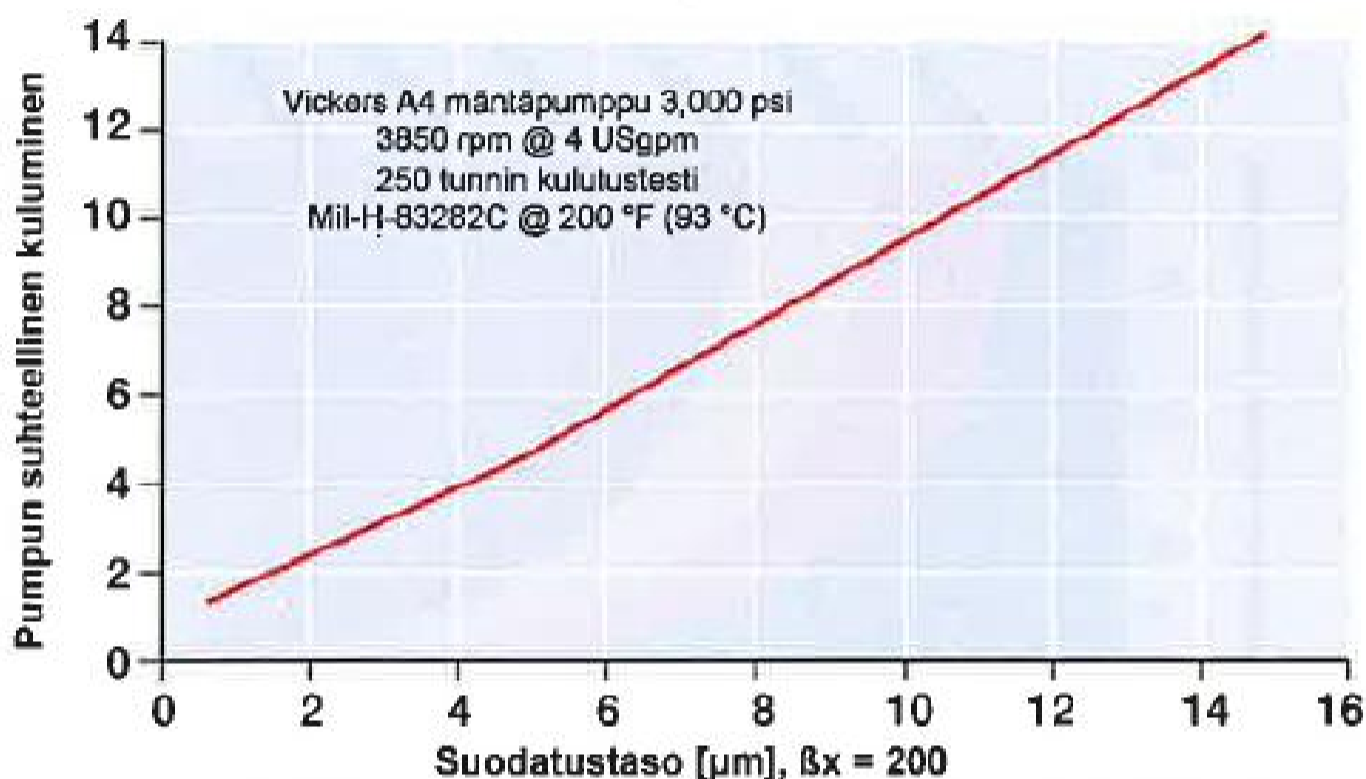
5.1 Hydrauliiikka voiteluhuollon osana

Hydrauliiikkakomponenttien vaihdoista johtuu noin 70 % pintojen kuluneisuudesta ja muista vaurioista pinnoilla. Mekaanisesta kulumisesta johtuvia on noin 50 % ja loput korroosiosta johtuvia vikoja. Mekaaniseen kulumiseen vaikuttavat muun muassa eroosio, abraasio, adheesio ja väsyminen.

Mekaaniset viat hydrauliiikassa johtuu päänsääntöisesti epäpuhtauksista hydrauliiikkaöljyssä. Yleisimmät epäpuhtaudet syntyvät järjestelmien valmistuksessa ja korjaus- ja kunnossapitotöissä. Tällaisia epäpuhtauksia ovat muun muassa:

- valusta ja koneistuksesta syntyvät hiekka- ja metallihiukkaset
- putkistoja tehdessä kumi- ja metallihiukkaset
- korjaustöissä irtoavat erilaiset kuidut ym.
- öljyn vanhenemisestä syntyvät aineet kuten lisäaineiden saostumiset.

Epäpuhtaudet lisääntyvät järjestelmissä jo olemassa olevien epäpuhtauksien vaikutuksesta, niiden hioessa järjestelmän komponentteja ja putkistoja. Epäpuhtauksissa pienet hiukkaset, 4 μm :stä 14 μm :iin, kuluttavat pahiten koska ne läpäiset yleisimmät käytössä olevien suodattimien karkeudet (15 – 25 μm). Juuri nämä hienot hiukkaset hiovat järjestelmän komponentteja ja tiivisteitä järjestelmän sisältämän paineen vaikutuksesta, irrottaen samalla lisää haitallisia hiukkasia järjestelmän öljyn-kiertoon. Esimerkiksi pumpun abrassiivinen kuluminen voidaan kuvata logaritmisesti suhteessa öljyssä olevien hiukkasten kokoon ja määrään (kuva 16).



Kuva 16. Partikkelikoon vaikutus pumpun suhteelliseen kulumiseen (3, s. 7)

Öljyjen epäpuhtausrajat on luokiteltu standardin ISO 4406.2 mukaisesti, jossa puhtausluokat ovat luokasta 0 luokkaan 28. Luokat lähtevät luokasta 0, jonka alarajana epäpuhtauksille on 0 partikkelia per 100 ml öljyä ja yläraja 1 partikkeli per 100 ml. Puhtausluokat nousevat yhden pykälän välein ja joka kerta luokan noustessa yhden askeleen korkeammalle, kaksinkertaistuu hiukkasmäärien ala- ja ylärajat. Tämä tarkoittaa sitä, että jo puhtausluokassa 10 on minimissään 500-kertainen määrä epäpuhtauksissa 100 ml:aa öljyä kohden ja huonoimmassa puhtausluokassa 28 on partikkelien määrä jo 130 000 000-kertainen verrattuna puhtausluokassa 0:n partikkelien lukumäärään, kuten taulukosta 4 voidaan havaita.

Taulukko 4. Puhtaustaulukko ISO 4406.2 (3, s. 5)

Epäpuhtauspartikkelien lukumäärä kpl/100ml		Puhtausluokka
Alaraja	Yläraja	
130000000	250000000	28
64000000	130000000	27
32000000	64000000	26
16000000	32000000	25
8000000	16000000	24
4000000	8000000	23
2000000	4000000	22
1000000	2000000	21
500000	1000000	20
250000	500000	19
130000	250000	18
64000	130000	17
32000	64000	16
16000	32000	15
8000	16000	14
4000	8000	13
2000	4000	12
1000	2000	11
500	1000	10
250	500	9
130	250	8
64	130	7
32	64	6
16	32	5
8	16	4
4	8	3
2	4	2
1	2	1
0	1	0

Suosittelavina puhtausluokkina järjestelmissä on pidetty seuraavia:

- hydraulikkajärjestelmät 16/13/10
- kiertovoitelujärjestelmät 17/14/11

Puhtausluokkien luvut tarkoittavat partikkelien määriä hiukkasten ollessa $\geq 4 \mu\text{m}/\geq 6 \mu\text{m}/\geq 14 \mu\text{m}$ kokoa.

Vertailun vuoksi kannattaa kuitenkin huomata, että uusikaan öljy ei välttämättä ole suositeltavan puhdasta ilman kunnollista suodatusta järjestelmässä.

Uusi öljy tynnyristä voi olla jopa ISO 4406 -puhtausluokkaa 21/19/16, joka voi olla noin kuusi puhtausluokkaa epäpuhtaampaa kuin järjestelmään on suositeltua käyttää. Tämän vuoksi hydraulikka- ja kiertovoiteluöljyjärjestelmissä on syytä käyttää järjestel-

mään oikean suodatuskarkeuden suodattimia. Esimerkiksi tynnyristä otettu uusi öljy jonka puhtaus luokka on ISO 21/19/16, on mahdollista suodattaa jopa $\beta_5(C) > 1000$ arvon karkeuden omaavalla suodattimella luokkaan ISO 13/11/09, Tällöin on kuitenkin syytä muistaa suodattimien tiheämpi vaihtoväli, hienompien suodattimien tukkeutuessa karkeitä huomattavasti nopeammin. $(\beta_X(C))^*$ arvo kuvastaa suodattimen erotuskykyä suodattaa tietyn kokoisten partikkelien määrää, arvona käytetään suhdetta partikkelien määrä sisään virtauksessa verrattuna ulosvirtaukseen.

Taulukko 5 kuvaa epäpuhtausluokkien vaikutuksesta laakerien kestoikään. Esimerkiksi, jos käytettävä voiteluöljy puhdistetaan puhtausluokasta ISO 17/14 puhtausluokkaan ISO 11/8, saadaan laakerin kestoikä kolminkertaistettua.

Taulukko 5. Voiteluaineen puhtausluokan vaikutus laakerin kestoikään (3, s. 8)

Kestoikäkerroin vierintälaakereille										
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nykyinen puhtausluokka ISO	26/23	22/19	20/17	18/15	17/14	16/13	15/12	15/12	14/11	14/11
	25/22	21/18	19/16	17/14	16/13	15/12	14/11	14/11	13/10	13/10
	24/21	20/17	18/15	17/14	16/13	15/12	14/11	13/10	13/10	12/9
	23/20	19/16	17/14	15/12	14/11	13/10	13/10	12/9	11/8	11/8
	22/19	18/15	16/13	14/11	13/10	12/9	11/8	11/8		
	21/18	17/14	15/12	13/10	12/9	11/8	11/8			
	20/17	16/13	14/11	13/10	11/8					
	19/16	15/12	13/10	11/8						
	18/15	14/11	12/9							
	17/14	13/10	11/8							
	16/13	12/9								
	15/12	11/8								
	14/11	11/8 ^a								
	13/10	11/8 ^b								
	12/9	11/8 ^c								

Öljyn puhtaus

Öljyjärjestelmien vaihdoista 70 % johtuu kuluneisuudesta tai vaurioitumisesta ja noin 20 % niistä aiheutuu korroosiosta. Tämän aiheuttaa yleensä käytössä olevaan öljyyn vapaana ja liuenneena oleva vesi ja emulsio. Öljyn seassa vesi vaikuttaa öljyn ominaisuuksiin heikentävästi sen hapettaessa öljyä, joka aiheuttaa korroosiota järjestelmien sisällä.

5.2 Hydraulikkaöljyjen puhtauden mittaaminen

Hydrauliikkojen öljyä analysoimalla voidaan saada testistä riippuen selville hydraulikkaöljyn puhtausluokka eli kuinka paljon öljy sisältää likahiukkasia. Eri testeillä voidaan myös mitata öljystä metallien pitoisuuksia, jolloin saadaan selville hydraulikkasysteemien sisäinen kunto.

Rautaruukilla öljyanalyysien teon suorittaa ExxonMobil, jonka öljyn testauksen nimikkeenä käytössä on Signum oil analysis™. Analyysillä voidaan tutkia öljyn kuntoa, kuten hiukasmäärää öljyssä- ja näin pystytään arvioimaan myös koko öljyjärjestelmän kuntoa. Öljyn analysointi maksaa 40 € per näyte ja kokonaisvaltainen analyysi joka sisältää myös partikkelien analysoinnin n. 60 €a.

Analysointia käytetään yleisesti suurien öljyjärjestelmien kunnan tarkastuksiin, joissa öljymäärät ovat suuria ja täten myös vaihtokustannukset suhteellisen isoja. Pienissä järjestelmissä analysointi ei välttämättä ole oikea ratkaisu rahallisesti, mikäli uusi öljy saadaan vaihdettua samaan hintaan. Tällöin tosin järjestelmän sisäistä kuntoa ei luultavasti saada koskaan selville riittävän ajoissa, jolloin saattavat laitteiston komponentit vaurioitua yllättäen. Näin syntyy aina ylimääräisiä ja odottamattomia huoltoseisauksia tuotantoon ja täten aiheutuu kustannuksia huoltoseisokista ja uusien komponenttien hankinnasta. Kuvasta 17 voidaan nähdä öljyn kuntoa silmämääräisellä tarkastuksella kuvaava asteikko.



Kuva 17. Öljynkunnan ja vaihtovälin arviointi öljyn värin mukaan (4, s. 6)

5.3 Hydraulikkajärjestelmät Hämeenlinnan Putkitehtaalla

Hämeenlinnan putkitehtaalla on käytössä useita noin 100 l:n hydraulikkakoneikoita, joiden toiminta on kriittistä tuotannolle. Putkitehtaalla ei ole tähän mennessä pidetty kirjaa öljyjen vaihtoväleistä ja öljyjä onkin tämän takia vaihdettu vasta ongelmien ilmenytessä. Mahdolliset vauriot ovat jo silloin syntyneet, tai ovat olleet syntymässä järjestelmiin.

Voiteluhuollon päivityksen yhdeksi osa-alueeksi päätettiin tämän takia ottaa mukaan myös hydraulikkojen kunto, johtuen juuri niiden toiminnan kriittisyydestä tuotannolle. Hydraulikkaongelmia onkin ilmennyt muutamia lähivuosien aikana, joista on aiheutunut odottamattomia huoltoseisokkeja tuotantoon. Erilaisten vaurioituneiden hydraulikkaosien saatavuus on myös vaihdellut muutamista viikoista kuukausiin, joka on omalta osaltaan lisännyt näistä vioista johtuvia haittoja tuotantoon.

Nyt kun myös käytössä olevat hydraulikkaöljyt vaihtuivat öljyntoimittajan vaihdon yhteydessä, päätettiin selvittää hydraulikkojen kunto, jotta saataisiin jonkinlainen käsitys siitä, missä kunnossa putkitehtaan hydraulikkaöljyt ovat olleet tähän saakka.

Käytössä olevista hydraulikkaöljyistä päätettiin ottaa näytteet lähetettäväksi ExxonMobil Signum -öljyanalyysiin. Näin saadaan samalla selville öljyjen ja järjestelmien kunto yhdellä samalla testinäytteellä.

Testikohteiksi valittiin putkitehtaan kaikkien neljän tuotantolinjan alkupäiden hydraulikkakoneikot, koska tuotantolinja H2:lla kyseinen koneikko kävi erittäin kuumana. Tämä kertoo siitä, että järjestelmässä on jotain vikana. Päätimme myös ottaa muutamista vaihteistojen öljyistä näytteet. Lopulta päädyttiin ottamaan näytteet myös H3-tuotantolinjan niputuksen ja H1-tuotantolinjan sahan hydraulikkakoneikoista.

Näytteet kerättiin Antikaisen toimittamiin Signum -öljyanalyysin näytepurkkeihin.

Heti näytteitä otettaessa pystyi havaitsemaan, että varsinkin H2:lla alkupään hydraulikkakoneikon öljy oli todella huonossa kunnossa, joten otettiin näyte myös käyttämättömästä hydraulikkaöljystä, joita vertailemalla voidaan jo silmin havaita öljyn todella huono kunto (kuva 18). Osaltaan se saattaa selittää juuri kyseisen koneikon öljypumpun rikkoutumisen. Tämän vuoksi ennen analyysien tulosten saapumista päätettiin varotoimenpiteenä vaihtaa koneikkoon uudet väliaikaiset öljyt, jotta vältetään pahimmat järjestelmään syntyvät vauriot.



Kuva 18. Vertailuöljy ja H2 Alkupään hydraulikkakoneikon öljynäyte

Öljyjen vaihdon jälkeen uudesta vaihdetusta, kaksi viikkoa käytössä olleesta hydraulikkakoneikosta otettiin uusi näyte (kuva 19). Näytteestä voidaan havaita, että uuteen öljyyn on liennut epäpuhtauksia vanhasta öljystä, jota on jäänyt hydraulikkalaitteistoon, kun öljyt vaihdettiin pesemättä laitteistoa.



Kuva 19. H2 Alkupään hydraulikkakoneikon öljynäyte 2 viikkoa vaihdon jälkeen

Parhaimmalta vertailtavista öljyistä näytti silmämääräisesti H4 alkupään koneikon öljy, mikä selittyy sillä että se on uusin koneikko ja täten siinä on myös uusimmat öljyt. H1-linjan sahan hydraulikkakoneikosta otetusta näytteestä voidaan heti huomata että öljy on vaihtokunnossa. Pelkästään öljyn väristä ja näytteen pintaan nousseesta eri värisestä nesteestä voidaan päätellä, että hydraulikkakoneikkoon on päässyt sekoittumaan vettä hydraulikkaöljyn sekaan. Tämä voidaan havaita kuvasta 20.



Kuva 20. Vertailuöljy ja H1-linjan sahan hydraulikkakoneikon öljynäyte

Hydrauliikkanäytteiden kuntojen erot voidaan helposti havaita tuotantolinjakohtaisesti kuvasta 21. Hydrauliikkanäytteet ovat kuvassa järjestyksessä vertailtavasta öljystä vasemmalla, jatkuen linjojen numeroinnin mukaan H1, H2, H3 ja H4.



Kuva 21. Vertailuöljy ja H1 - H4-linjojen alkupään hydraulikkaöljynäytteet

Kuten kuvastakin huomataan, kaikkien linjojen öljyt näyttivät huomattavasti epäpuhtaammilta kuin vertailtava öljy, mutta niiden kuntoa ei silmämääräisesti pystytä sen tarkemmin vertailemaan toisiinsa.

Vaihteistoöljyjen (Shell Omala 220) näytteet näyttivät huomattavasti parempikuntoisilta kuin hydraulikkojen (kuva 22). Näistä näytteistä ei pystytä silmämääräisesti sanomaan paljonkaan eroja puhtaaseen öljyyn verrattuna, joten niiden kunnon arviointiin joudutaan odottamaan analyysin tuloksia.



Kuva 22. Vertailu- ja vaihteistojen öljynäytteet

5.4 Öljyanalyysien tulokset

Analyysin tulokset eivät paljonkaan eronneet jo aiemmin päätellyistä öljyjen silmämääräisesti havaituista huomioista.

Vaihteistoöljyjen tuloksista havaittiin, että H3-linjan vaihteiston öljyn viskositeetti oli laskenut hieman 220:stä 214:ta. Puhtausluokkien osalta öljyt eivät olleet lähellekään suositeltua 17/14/11 ISO 4406 kiertovoiteluiden puhtausluokkaa. Öljyanalyysiin lähetettyjen öljyjen puhtausluokat:

- H3 vaihteisto 23/23/18
- H4 kalibroinnin vaihteisto 23/21/13

Hydrauliikkaöljyjen osalta analyysin tuloksissa eniten erosi silmämääräisestä vertailusta H4 alkupään hydrauliikkakoneikon öljy. Se sisälsi puhtausluokaltaan kaikista hydrauliikkaöljynäytteistä eniten epäpuhtauksia, vaikka olikin väriltään kaikista kirkkainta. H1 sahan hydrauliikkakoneikon analyysistä ei saatu selvitettyä öljyn puhtausluokkaa, johtuen öljyn sisältämästä suuresta määrästä vettä/emulsiota.

Myöskään hydrauliikkaöljyt eivät puhtaudeltaan vastanneet suositeltua puhtausluokkaa 16/13/10 ISO 4406. Hydrauliikkaöljyjen puhtausmittauksien tulokset olivat:

- H1 alkupää 18/16/13
- H2 alkupää 22/17/12
- H3 alkupää 19/15/9
- H4 alkupää 23/20/12
- H1 saha ei tulosta, liikaa vettä näytteessä (Vol(%) 0.516)
- H3 niputus 19/17/14

Tuloksista voidaan todeta, että esimerkiksi H4 linjan hydrauliikkajärjestelmä sisältää epäpuhtauspartikkeleita 256 kertaisen määrän suhteessa suositeltuun partikkelimäärään.

Öljyjen puhtausanalyysin tulokset kokonaisuudessaan liitteenä 3.

5.5 Hydrauliiikkaöljyjen jatkotoimenpiteet

Hydrauliiikkaöljyjen kunnosta johtuen olisi suositeltavaa vaihtaa käytössä olevat öljyt uusiin puhtaisiin öljyihin, mahdollisesti talvi- tai kesähuoltoseisokin aikana. Myös mahdollinen hydrauliikkalaitteistojen pesu voisi olla suositeltavaa, riippuen pesuista syntyvien kustannuksien suuruudesta. Pesukustannusten ollessa liian korkeat, voi olla edullisempi ratkaisu kierrättää likainen öljy pois järjestelmistä, vaihtamalla öljyt alussa muuttaman kerran, jolloin järjestelmästä saadaan pois mahdollisimman paljon epäpuhtauspartikkeleita sisältävää vanhaa öljyä.

Hydrauliikkalaitteistojen kestoikää voisi olla mahdollista kasvattaa myös käyttämällä hienompijakoisia suodattimia, jotka puhdistavat paremmin öljystä haitalliset pienet epäpuhtauspartikkelit. Olisi ehkä järkevää pyytää jonkin suodatinvalmistajan edustajaa esittelemään erilaisia suodattimia, joista voitaisiin testien perusteella valita sopivin suodatin putkitekseen hydrauliiikoille.

Hydrauliikkakoneiden öljyjä vaihdettaessa olisi myös tärkeää dokumentoida öljyjen vaihtopäivämäärät ja määrät, esimerkiksi käytössä olevaan Arttu -ohjelmistoon tai Excel taulukkoon, josta voidaan tarvittaessa tarkistaa öljyn käyttöikä ja öljyjen vaihdot saadaan arkistoitua. Myös koneikkoon kannattaa merkitä öljyjen vaihtopäivämäärä esimerkiksi tarralla. Taulukkoon kannattaa myös lisätä mahdollisten öljyanalyyysien tulokset ja suodattimien vaihdot, jolloin voidaan helposti yhtä ohjelmaa käyttäen arvioida hydrauliikkajärjestelmien kuntoa ja öljyjen vaihtoaikataulua. Exceliin tehdyllä taulukolla saadaan myös helposti tarkasteltua öljyjen puhtausluokkien trendejä.

Aluksi öljyjen vaihdon jälkeen voisi olla järkevää ottaa öljyistä analyysejä, esimerkiksi puolen vuoden tai vuoden välein, jolloin pystytään arvioimaan niille sopiva vaihtoväli, ennen kuin öljy likaantuu liikaa ja alkaa kuluttaa hydrauliikkalaitteistoja. Hydrauliiikkaöljynäytteiden analysointi on mahdollista toteuttaa Ruukki Metals:in Raahen tehtaalla, jolloin voidaan säästää näytteiden analysoinnista aiheutuvia kustannuksia.

Jotta hydrauliikkakoneikkoihin öljyjä vaihdettaessa saataisiin mahdollisimman puhdas öljy laitteistoja pesemättä, päätettiin laittaa hienojakoisempi suodatin suoraan uuden öljyn tynnyriin, jolloin uudessa öljyssä mahdollisesti liuenneena olevat epäpuhtauspartikkelit saadaan poistettua siitä jo ennen niiden pääsyä hydrauliikkakoneikkoihin.

6 Voiteluaineiden ja laitteiden varastointi

Aiemmin voiteluaineita ja laitteita on säilytetty ympäri tehdasta, paikoissa mihin niitä on saatu mahtumaan. Nyt voiteluhuoltolaitteille ja rasvoille on järjestetty oma varastointipaikka puretun H5-tuotantolinjan varastokäytävältä.

Varastointipaikkaan hankittiin omat kaapit öljy- ja rasvavoiteluhuollon laitteille ja voiteluaineille. Kaapit ovat lukollisia ja kaappien avaimet ovat ainoastaan vuorotyönjohtajilla ja voiteluhuoltoa suorittavilla kunnossapidon henkilöillä. Tämä ratkaisu sen takia, että voiteluhuoltolaitteita käyttävät ainoastaan ne henkilöt, joille voiteluhuoltojen tekeminen kuuluu. Näin pystytään välttämään laitteiden väärinkäyttö ja täten varmistetaan, että laitteita käytetään vain niille tarkoitetuilla aineilla ja vältetään aineiden sekoittuminen jo ennen niiden lisäämistä voitelukohteisiin. Kaikki vanhat öljynvaihtokannut ja tratit poistettiin käytöstä ja tilalle hankittiin jokaiselle öljylle omat kannelliset kannut, jolloin pystytään estämään ilmasta tulevien epäpuhtauksien joutuminen öljyihin.

Voiteluhuoltovälinen varaston siirron yhteydessä havaittiin, että nykyiset voiteluainetyynnyrit ovat vanhan toimittajan Shellin 200 l:n tynnyreitä, jotka ovat olleet hyllyssä jo monia vuosia, eikä niihin ole merkattu tynnyreiden avauspäivämääriä. Tästä syystä on mahdollista, että nykyiset varastossa olevat öljyt ovat jo valmiiksi hapettuneita, koska ne ovat olleet avattuina niin kauan hyllyssä. Päätettiinkin että vanhat öljyt poistetaan käytöstä ja tilalle hankitaan ExoonMobilin toimittamat öljyt, joihin jatkossa merkitään aina selvästi tynnyreiden avauspäivämäärä, jotta pystytään tarkastelemaan kauanko tynnyrit seisovat varastossa.

Putkitekniikalla ei normaalisti kulu öljyä kuin pieniä määriä, poikkeuksena heinäkuun huoltoseisokki. Tästä syystä olisi järkevää hankkia varastoon pienempiä öljytyynnyreitä, esimerkiksi 50 l:n tynnyreitä ja varata tarvittaessa seisokkia varten lisää öljyä varastoon. Näin pystyttäisi varmistamaan öljyn nopeampi kierto varastossa ja välttyttäisiin öljyn turhalta varastossa seisomiselta. Tämä mahdollistaisi samalla myös öljyjen varastoinnista aiheutuvien kiinteiden kustannuksien pienenemisen.

Myöskään se ei ole ongelma, jos öljyä tarvittaisiinkin yllättäen enemmän kuin varastossa on, koska öljyä on mahdollista tilata tai hakea Hämeenlinnan kylmävalssaamon keskusvarastosta vuorokauden ympäri.

7 H4-tuotantolinjan voitelukohteiden kartoitus ja dokumentointi

Hämeenlinnan putkitehtaalla alihankkija on suorittanut voiteluhuoltotöitä Shell-yhtiön laatimien voiteluhuollon kohdelistojen mukaan. Listat löytyvät ainoastaan paperisina versioina voiteluhuoltokaapista. H1 – H3-linjojen voiteluhuoltolistat ovat edelleenkin suurimmaksi osaksi paikkansa pitäviä, mutta H4 tuotantolinjastosta ei ole ollut olemassa paikkaansa pitävää listaa tuotantolinjalle vuonna 2009 tehdyn modernisoinnin jäljiltä. Alihankkija on suorittanut voiteluhuoltoja vanhan H4-linjan tuotantolistan mukaan, jonka voiteluhuoltokohteet ja määrät eivät pidä paikkaansa. Näin ollen voidaan olettaa, että H4 tuotantolinjan voiteluhuoltoja ei ole koko tuotantolinjaston käytön aikana voideltu oikean voiteluhuolto-ohjelman mukaisesti.

H1 – H3-tuotantolinjojen voiteluhuollon kohdelistat tehtiin myös sähköiseen muotoon Excelillä, jotta niiden päivittäminen, muokkaaminen ja käyttö on helpompaa, voiteluhuollon päivitysprojektin edetessä muihinkin tuotantolinjastoihin.

7.1 Voitelukohteiden kartoitus

H4 tuotantolinjan voitelukohteiden kartoittaminen alkoi laitevalmistajien toimittamien voiteluohjeissa olevien kokoonpanopiirustusten läpikäynnillä, josta sai hyvän kuvan linjaston voitelukohteiden määrästä ja niiden paikoista linjastossa.

Alustavan kokoonpanokuvista selvitetyn listan valmistuttua, lähdimme putkitehtaan laitospäällikön Risto Nuutisen kanssa käymään voitelukohteita läpi nippa kerrallaan ja kirjaten ylös löydetyt kohteet, joita ei ollut saatu selvitettyä kokoonpanokuvista. Voiteluhuoltokohteita läpi käydessä, huomattiin myös useita puutteita, kuten puuttuvia rasvanippoja ja vuotoja, jotka korjattiin samalla voitelukohteita selvitetäessä.

Voitelukohteiden kartoitus aloitettiin käymällä ensin ainoastaan rasvavoitelun piirissä olevia voiteluhuoltoon vaativia kohteita. H4 -tuotantolinjaston kokonaisrasvavoiteluhuoltoon vaativia kohteita löytyi yhteensä 503 kohdetta. Kartoituksen yhteydessä merkittiin myös voiteluhuoltolistaan kohteita, joiden voitelun suorittaminen vaatii tuotantolinjan pysäyttämistä tai viikkohuoltoseisokkia, jotta niistä saataisiin parempi käsitys voiteluhuolto-ohjelmaa suunniteltaessa.

7.2 Voiteluhuolto-ohjelman laatiminen

Voiteluhuolto-ohjelman laatiminen aloitettiin kirjaamalla voiteluhuoltokohteet ensin alueittain yhdestä kahteenkymmeneenviiteen. Ne merkattiin tuotantolinjaston lay-out kuvaan (liite 4), jotta saatiin selkeämpi kuva voitelukohteiden määrien sijainneista. Näin saataisi myöhemmin helpommin suunniteltu voiteluhuoltokierroksen toteutustapa.

Voiteluhuoltokohteiden kohdenumeroittain jakamisen jälkeen kohteet jaettiin vielä tuotantolinjan laitekohtaisesti, jotta saatiin voiteluhuolto-ohjelman kohdeluettelo supistettua ja helpommin käytettävään muotoon. 503 rasvavoiteluhuoltokohdetta listattiin 75 kohteeseen ja näin saatiinkin listasta helppokäyttöinen ja selkeästi luettava.

Kohteiden listauksen jälkeen niille määriteltiin niiden vaatimat voiteluhuollon toimenpiteet, kuten tarkastukset, lisäyستاajuudet ja käytettävä voiteluaine.

Aluksi voiteluhuoltokohteille määriteltiin tiheät huoltotaajuudet, joita on mahdollista tarkastella voiteluhuoltoa suoritettaessa saatujen havaintojen perusteella ja joko tihentää tai pidentää väliaikoja kohteen vaatimusten mukaan.

Liitteenä 5 Excel muodossa oleva H4-tuotantolinjan voiteluhuolto-kohdelista.

7.3 Voiteluhuoltojen suorittamisen ajankohta

Voiteluhuoltojen aikataulussa suorittamisen varmistukseksi, luotiin Exceliin voiteluhuolto-aikataulutusohjelma (kuva 23), josta voidaan nopeasti tarkistaa voiteluhuoltoa vaativat kohteet. Taulukkoon merkitään se päivämäärä, milloin kyseisen kohteen voiteluhuolto on suoritettu. Tämän jälkeen ohjelma ilmoittaa sekä viikkonumerolla että värikoodilla kohteiden voitelun tarpeesta. Kohteet, joiden voiteluhuollon ajankohta on kyseisellä viikolla, tai jo myöhässä, ohjelma ilmoittaa punaisella värillä. Kohteiden joiden voiteluhuolto on voiteluhuolto-ohjelman mukaisesti seuraavalla viikolla keltaisella ja kohteiden joiden voiteluhuolto on ajantasalla ilmoitetaan vihreällä värillä. Ohjelmasta pystytään helposti tulostamaan lista mukaan voiteluhuoltokierrokselle ja siitä näkyy ainoastaan voitelua vaativat kohteet. Ohjelma laskee aina seuraavan voiteluhuoltokerran viimeisen merkatun voiteluhuollon mukaan, mutta arkistoon jää myös aikaisemmat kerrat, joita voidaan halutessa tarkastella myöhemmin.

VOITELUHUOLTO-OHJELMA H4								2013	
RUUKKI METALS HÄMEELINNA PUTKITEHDAS									
OK?	VIIKKO NYT:							51	Suoritettu:
69	Konenimi	Konealinimi	Knt	Tapa	Voiteluaine	Tmn	TAAJUUS	SEURAAVA VOITELU VÄ	pvm:
✖	Aukaisuveiset	sylinterit	6	NIP	XHP 222	lis	4	4	
✖	Aukaisuveiset	lineaari-laakeri	8	NIP	XHP 222	lis	4	4	
✖	Aukaisuveiset	planeettavaihde	2	kyl	Omala 220	tar	4	4	
✖	Aukaisuveiset	Hammastanko	1	SIV	XHP 222	lis	4	4	
⚠	Aukaisuveiset	moottori	1	kyl	Omala 220	vai	52	52	
✖	Aukikelain	Käpy	2	NIP	XHP 222	lis	4	4	
✖	Aukikelain	sylinterit	8	NIP	XHP 222	lis	4	4	
✖	Aukikelain	päätystoppari	2	nip	XHP 222	lis	4	4	
✖	Aukikelain	pyörytysshammashä	2	siv	XHP 222	lis	4	4	
✖	Aukikelain monttu	kääntömoottori	1	kyl	Omala 220	tar	4	4	
✖	Aukikelain monttu	kääntöhammaskehä	1	siv	XHP 222	lis	4	4	
✔	Aukikelain monttu	Kääntökehälaakeri	2	PAT	SKF LAGD 12	vai	52	47 2014	21.11.2013
✖	Takavaste	lineaari-laakeri	8	nip	XHP 222	lis	4	4	
⚠	Takavaste	sähkömoottori	1	nip		lis	52	52	
⚠	Takavaste	vaihde	1	kyl	Omala 220	tar	52	52	
✖	Takavaste	Hammastanko	1	siv	XHP 222	lis	4	4	
✖	Oikaisukone/vetorullat	vetorullat	4	NIP	XHP 222	lis	4	4	
✖	Oikaisukone/vetorullat	kardaanit	18	nip	XHP 222	lis	4	4	
✖	Oikaisukone/vetorullat	lineaari-laakeri	4	nip	XHP 222	lis	4	4	
✖	Oikaisukone/vetorullat	johteet		siv	XHP 223	lis	4	4	
✖	Oikaisukone/vetorullat	akselilaakeri	6	nip	XHP 222	lis	4	4	
✖	Oikaisukone/vetorullat	tunkki	2	nip	XHP 222	lis	4	4	
⚠	Oikaisukone/vetorullat	vaihde	2	kyl	Omala 220	tar	52	52	
✖	Oikaisukone/vetorullat	kytkin	1	nip	XHP 222	lis	26	26	
✖	jatkohitsaus	lineaari-laakeri	12	NIP	XHP 222	lis	4	4	
✖	jatkohitsaus	leikkuri	14	nip	XHP 222	lis	4	4	
✖	jatkohitsaus	liukutappi	3	nip	XHP 222	lis	4	4	
✖	jatkohitsaus	hitsausvaunu	2	nip	XHP 222	lis	4	4	
✔	Nauhavaaraaja	Etuliukupinnat	26	Patruuna	SKF LAGD 12	vai	52	47 2014	21.11.2013

Kuva 23. Voiteluhuolto-ohjelma

Koska monia voiteluhuoltoon vaativista kohteista ei voida voidella tuotantolinjan ollessa käynnissä, täytyy näiden kohteiden voiteluhuolto suorittaa tuotantolinjan viikkoseisokissa. Aluksi ehdotettiin, että ensi vuodesta alkaen tuotantolinjojen viikkoseisokit olisi sovittu jo alkuvuodesta eteenpäin kiinteiksi ja siten, että juuri viikkoseisokissa olevan tuotantolinjan voitelija olisi aamuvuorossa, jolloin tuotantolinjan viikkoseisokki olisi aina neljän viikon välein. Tätä ehdotusta ei kuitenkaan ole välttämättä mahdollista toteuttaa, koska tällöin joutuisi aina sama työvuoro suorittamaan viikkoseisokkityöt.

Toinen ehdotus oli siirtää viikkoseisokit perjantaille, nykyisen torstain sijaan ja pitää tuotantolinjoilla viikkoseisokkeja viiden viikon välein. Tällöin seisokissa olevan tuotantolinjan voiteluhuoltoon suorittava työntekijä tulisi perjantaiksi aamuvuoroon suorittamaan voiteluhuoltotyöt, viikkoseisokin mahdollisesti osuessa henkilön iltavuoroviikolle. Tällöin voidaan välttää aina saman työvuoron joutumista suorittamaan viikkoseisokkityöt.

Voiteluajankohdan suunnittelussa täytyi myös miettiä tuotantolinjoissa olevia suuria nippamääriä, joiden kaikkien voiteluhuoltoa ei mahdollisesti voi aikataulullisesti suorittaa viikkoseisokkipäivän aikana. Päätettiin aluksi kokeilla järjestelmää, jossa voiteluhuoltoa suorittava työntekijä saa itse päättää, milloin hän kyseisen viikon aikana suorittaa voiteluhuoltoa vaativien kohteiden voitelun. Viikkoseisokkipäivä jää niiden kohteiden voiteluhuoltojen suorittamiseen, joita ei pystytä tuotannon aikana toteuttamaan.

Kyseisellä tavalla voiteluhuoltojen suorittaminen vaatii voitelijalta oma-aloitteisuutta, tarkistaa voitelua vaativat kohteet ja suorittaa niiden asianmukainen voiteluhuolto. Järjestelmän toimivuutta onkin syytä tarkastella ajoittain, jotta mahdollisesti havaittujen puutteiden vuoksi voidaan kokeilla erilaista järjestelmää voiteluhuoltojen suorittamiseksi oikea-aikaisesti.

8 Voiteluhuoltolaitteistot

8.1 Nykyisten voitelu- ja rasvauslaitteiden päivitystarpeen selvitys

Nykyisin voiteluhuolto suoritetaan paineilmatoimisin rasvaprässein varustetuilla 200 litran tynnyreillä ja käsikäyttöisillä rasvaprässeillä. Kyseisten välineitten avulla joidenkin kohteiden rasvaus on hankalaa ja hidasta, joten päätettiin pyytää rasvausasiantuntijoita käymään, Euroopan johtavasta laakeri ja rasvauslaitteistojen valmistaja SKF:ltä.

SKF:n etelä-suomen alueen myyntipäällikön Tapani Salosen ja avainasiakaspäällikön Ismo Virtasen kanssa käytiin läpi päällisin puolin putkitehtaan voitelukohteita ja keskustelimme siitä, minkälaiset rasvauslaitteistot olisivat heidän mielestään sopivia putkitehtaan tarpeisiin. Tapaamisessa tuli ilmi, että automaattinen voitelujärjestelmä ei välttämättä ole paras mahdollinen laitteisto putkitehtaan tarpeisiin, myöskään niiden korkeiden hankintakustannuksien takia.

Tehdaskierroksella selvitettiin myös olisiko joihinkin vaikeimmissa paikoissa oleville rasvausnipoille järkevää asentaa niin sanonut automaattiset rasvauspatruunat. Niiden avulla voitaisiin helpottaa rasvarin työntekoa, kun vaikeimmat ja korkeimpien paikkojen rasvaus suoritettaisiin kyseessä olevilla patruunoilla. Rasvarin tehtäväksi jäisi kyseisten nippojen kohdalla vain tarkistaa säännöllisin väliajoin patruunojen toiminta. Patruunoiden hankintakustannus on matala, noin 30 € kappale, ja patruunan riitto vähän rasvaa vaativissa kohteissa voi olla jopa 12 kk. Patruunoiden hyviä puolia on myös niiden helppo asennus ja vaihto, sillä patruuna voidaan kiinnittää joko suoraan vanhan rasvanipan paikalle, tai tuoda rasva patruunasta letkua pitkin kohteeseen. Erityisesti letkuratkaisua kannattaa käyttää ahtaissa paikoissa, sillä vaikei patruuna olekaan suurikokoinen, niin letkuratkaisulla voidaan helpottaa patruunan vaihto- ja tarkastustyötä.

Keskustelussa käytiin läpi myös vaihtoehtoja vanhojen käsikäyttöisten rasvaprässien tilalle, Putkitehtaalla on yhdessä tuotantolinjastossa noin 800 – 900 rasvauskohdetta, joten työ voi tulla kohtuuttoman raskaaksi rasvarille, kun suurin osa rasvauksista sijoittuu viikkoseisokkipäiville. Keskustelussa tuli ilmi, että käsikäyttöisiä rasvaprässejä löytyy myös akku- tai sähkökäyttöisinä, jolloin rasvarin täytyy vain painaa liipaisinta, prässin varren puristamisen sijaan.

Päätettiin ottaa aluksi yhden akkukäyttöisen rasvaprässin koekäyttöön tehtaalle. Kyseisen akkukäyttöisen rasvaprässin huono puoli on, että rasvari ei mitenkään pysty tuntemaan rasvan määrää tai painetta rasvattavassa kohteesta, jolloin kohteeseen tulee helposti liian paljon rasvaa, mikä saattaa heikentää voitelutapahtumaa tai jopa rikkoa tiivisteitä. Tästä johtuen otettiin koekäyttöön myös rasvamäärämittarin, joka kiinnitetään akkukäyttöiseen rasvaprässiin. Mittarilla pystytään mittamaan kohteeseen menevän rasvan määrä- ja täten pystytään välttämään mahdollinen yllirasvaaminen. Tämä on varsinkin sähkömoottoreita rasvattaessa suuri ongelma, joka voi mahdollistaa jopa moottorin rikkoutumisen.

8.2 Koekäyttöön otetut voiteluhuoltolaitteet

8.2.1 SKF LAGG 400B -akkukäyttöinen rasvaprässi

Akkukäyttöinen rasvaprässi otettiin koekäyttöön putkitehtaan kesähuoltoseisokin ajaksi. Heti alussa huomattiin että laite on erittäin helppokäyttöinen, koska rasvausta suoritettaessa ei vaadita kuin liipaisimen painamista, jolloin toinen käsi jää vapaaksi. Näin letkun pitäminen helpottuu huomattavasti, verrattuna vanhaan kaksin käsin puristettavaan käsikäyttöiseen rasvaprässiin. Suurin ero vanhoihin käsiprässeihin verrattuna ovat laitteen paino. Käsiprässit painavat noin 1.5 kg, kun taas LAGG 400B painaa 3.1 kg. LAGG 400B -prässin suurempi paino ei kuitenkaan ole ongelma, koska laite sisältää olkanauhan, joten laite kulkeekin kevyesti mukana ja kädet jäävät hyvin vapaaksi rasvauksen suorittamista varten.

LAGG 400B:n maksimi rasvauspaine on 400 bar, mikä on samaa luokkaa kuin käsikäyttöistenkin. Prässille sopiva rasvausluokka on NLGI 0:sta NLGI 2:teen, joten laite sopiikin erinomaisesti putkitehtaalte käyttöön otettuun ExxonMobil Mobilgrease XHP 222:lle, jonka NLGI luokka on 2. LAGG 4000B prässiin sopivat samat 400 g:n rasvapatruunat kuin käsikäyttöisiin prässeihin ja se voidaan täyttää myös toisella prässillä esimerkiksi tynnyristä, jolloin rasvan hankintakustannukset laskevat.

Akkuprässiä käytettäessä huomattiin suurimpana erona käsikäyttöiseen prässiin verrattuna sen tunnottomuus. Siinä missä käsikäyttöistä prässiä käytettäessä huomataan pumpatessa rasvauskohteessa nouseva paine, tätä ei akkukäyttöisellä prässillä huomata. Ja siksi hankittiinkin akkuprässiin lisävarusteena rasvamäärämittari LAGM 1000E.

8.2.2 SKF LAGM 1000E -rasvamäärämittari

Akkuprässiä käytettäessä on vaikea arvioida kuinka paljon rasvaa on lisätty rasvauskohteeseen ja tämä kyseinen laite auttaa tähän ongelmaan.

Mittarilla voidaan rasvatessa mitata joko syötetyn rasvan tilavuutta tai painoa. Mittarilla pystytään erittäin helposti välttämään laakereiden yli- tai alirasvausta- ja näin saadaan helposti ja nopeasti laakereille juuri oikea määrä rasvaa, mikä lisää laakerin käyttöikää.

Mittarissa on LCD-näyttö, josta nähdään helposti kohteeseen syötetyn rasvan määrä ja se on erittäin helppokäyttöinen. Mittari käynnistyy nappia painamalla ja sammuu automaattisesti siihen asetetun käynnissäoloajan jälkeen. Mittarin näytön taustavalaistus helpottaa mittarin käyttöä hämärämmissä paikoissa.

Mittarille sopiviksi rasvoiksi valmistaja ilmoittaa rasvojen luokat välillä NLGI 0 – NLGI 3. Laitteen mittatarkkuus on ilmoitettu $\pm 3\%$ 0 – 300 bar ja $\pm 5\%$ 300 – 700 bar paineessa.

8.3 SKF:n SYSTEM 24 -kaasutoiminen automaattivoitelupatruuna

Putkitehtaalle otettiin koekäyttöön myös muutama erilainen SKF:n valmistama System 24-voitelupatruuna. Tarkoituksena oli selvittää soveltuvatko kyseiset patruunat putkitehtaan sellaisiin voiteluhuoltokohteisiin, joihin pääsy on vaikeaa ja/tai aiheuttaa työturvallisuusriskin. Patruunoita on saatavilla myös sähkötoimisina, mutta koska putkitehtaalla tehdashallin lämpötilaolosuhteissa johtuen niistä ei saada ylimääräistä hyötyä voitelun kannalta ja koska niiden hankintahinta on myös korkeampi, päädyttiin kokeilemaan pelkästään kaasukäyttöisiä voitelupatruunoita.

8.3.1 Patruunoiden toiminta

System 24 -patruunoiden toiminta perustuu patruunan sisällä muodostuvaan kaasuun, joka puristaa patruunan mäntää ja se työntää rasvaa tai öljyä patruunasta voideltavaan kohteeseen. Kaasua alkaa muodostua, kun patruunan päällä oleva aika-asetus säädin käännetään haluttuun asentoon. Tällöin patruunan sisällä oleva paristo alkaa reagoida patruunan sisällä, käynnistäen vetykaasun muodostuksen. Vetykaasun muodostumisen nopeus riippuu siitä, mihin patruunan aika-asetus on säädetty. Näillä patruunoilla ei voida saavuttaa kuin maksimissaan 5 bar paine. Tämä voi aiheuttaa ongelmia tietyissä voitelu kohteissa, joissa vastapaine on 5 bar tai enemmän, jolloin patruunan tuottama paine ei jaksaa työntää voiteluainetta voitelukohteeseen. Kuvasta 24 nähdään patruunan sisäinen rakenne.



Kuva 24. System 24 -patruuna halkaistuna


Patruunoissa on itsessään ¼ tuuman kierre, mutta niihin on saatavana supistusnippoja lähes jokaiselle eri nippakierteelle. Lisävarusteena on myös saatavana erilaisia harjoja pintavoitelua varten. Patruunat voidaan myös liittää nippaan letku- tai putkiliitoksella. Silloin täytyy kuitenkin muistaa, että johtuen patruunan vain 5 barin työntövoimasta, suositus letkujen maksimipituudelle on rasvalla 300 mm ja öljyllä 1500 mm.

8.3.2 Patruunoiden aika-asetus

Patruunat säädetään haluttuun toiminta-aikaan patruunan päällä olevasta säätimestä, kääntämällä säädin osoittamaan haluttua aikaa. Aika voidaan valita 1 – 12 kk:n väliltä, yhden kuukauden askelin. Valittu aika kuvaa, kuinka nopeasti patruuna tyhjenee voideltavaan kohteeseen. Patruunan toiminta voidaan myös pysäyttää, esimerkiksi huoltoseisokkien ajaksi kääntämällä säädin takaisin nolla-asentoon, jolloin patruuna ei enää tuota lisää kaasua. Toiminta alkaa uudelleen, kun säädin on taas käännetty takaisin haluttuun tyhjentyäisaikaan.

Patruunoiden optimaaliseen aika-asetuksen säätöön on tehty SKF:n DIAL SET ohjelma (kuva 25), jolla pystytään laskemaan kaikista optimaalisin jälkivoitelumäärä laakereille. Ohjelmaan syötetään laskettavan laakerin malli, pyörimisnopeus, laakerinasento (pysy, vaaka) ja erilaisia arvoja laakerin käyttöpaikasta riippuen, kuten lämpötila, kosteus ja käyttöpaikan likaisuus.

Annetuilla arvoilla ohjelmisto laskee optimaalisimman patruunan tyhjenemisajan halutulle laakerille. Asettamalla patruuna ohjelmiston laskemaan tyhjenemisaikaan, varmistetaan laakerille optimaalisin jälkivoitelu, jolloin vältetään mahdollisilta yli- ja alivoiteluilta laakerissa. Ohjelmisto ilmoittaa myös kohteelle järkevimmän patruunan koon.

Calculate		Calculate		Results	
1. Bearing data	2. Conditions	3. Relubrication	1. Bearing data	2. Conditions	3. Relubrication
Bearing type Deep groove ball bearings		Speed [r/min]	1800	Relub interval	Corrected interval
Inner diameter [mm]	120	Hours/day	24	4389 h	4389 h
Outer diameter [mm]	260	Temperature	Moderate	Grease quantity	Feed rate
Bearing width [mm]	55	Contamination	Moderate	71.50 g	0.39 g/day
		Load	Low	Position: 5	
		Shock load	No		
		Ambient temperature [°C]	25	Message	
		Shaft orientation	Horizontal	In case of ingress of contamination, more frequent relubrication than indicated by the relubrication interval will reduce the negative effects of foreign particles on the grease while reducing the damaging effects caused by overrolling the particles. Fluid contaminants (water, process fluids) also call for a reduced interval. In case of severe contamination, continuous relubrication should be considered.	
		Replenishment	From the side		
		Rotating outer ring	No		
Show calculation results			Show calculation results		

Kuva 25. Näkymä DialSet -ohjelmistosta

DIAL SET -ohjelmisto on saatavissa ilmaiseksi PC:lle ja älypuhelimille. Juuri älypuhelinsovelluksella on erittäin helppo laskea optimaalisimmat patruunan tyhjentymisajat paikan päällä patruunoita asennettaessa.

8.3.3 Patruunoiden vaihtoehdot

Patruunoita on saatavilla sekä tyhjinä että valmiiksi täytettyinä, SKF:n valmistamilla rasvoilla ja öljyillä. Niitä toimitetaan myös kahdessa eri kokoluokassa, pienempänä 60 ml:n patruunana ja suurempana 125 ml:n patruunana. Erona kuitenkin on, että tyhjiä jälkitäytettäviä patruunoita on saatavilla ainoastaan 125 ml kokoluokassa ja niissä ei voida käyttää kuin öljyjä.

Esitäytetyissä patruunoissa on SKF:n valitsema rasvoja ja öljyjä eri käyttötarkoituksiin ja kohteisiin, lista liitteenä 6. Putkitekniikalla koekäyttöön valittiin patruuna LGWA 2-rasvalla ja kokeiluun otettiin sekä 60 että 125 ml:n patruunoita, johtuen eri koekäytön kohteiden jälkirasvamäärän tarpeesta. Koekäyttöön otettiin myös yksi tyhjä 125 ml patruuna.

8.3.4 Patruunoiden koekäyttökohteet

Ensimmäinen patruuna asetettiin H2 linjan nauhavaraajan pyöritysakselin laakeriin (kuva 26), joka sijaitsee noin 2 m:n korkeudessa ja sijaitsee erittäin hankalassa paikassa rasvattavaksi käsin ilman kiipeämistä. Patruuna asetettiin tyhjentyään aluksi 3 kuk:ssa, jotta nähtäisiin nopeammin patruunan toimivuus. Sitä asetettaessa merkittiin patruunaan tussilla viiva, jotta pystyttiin havainnoimaan patruunan toimintaa silmämääräisesti kauempaakin katsottuna.



Kuva 26. H2-linjan nauhavaraajan pyöritysakseli varustettuna System 24 -patruunalla

Yksi 60 ml:n ja yksi 125 ml:n patruuna asennettiin myös H2-linjalle nippukipin laakereihin. Laakerit sijaitsevat erikseen 8 ruuvilla kiinnitettyjen suoja-peltien alla, patruunoita asetettaessa huomattiinkin, ettei laakereita ollut voideltu voiteluhuolto-ohjelman mukaisesti, ilmeisesti juuri peltien irrottamiseen kuluvan ajan ja vaivan takia. Kyseisessä kohteessa on myös ollut aikaisemmin voitelemattomuudesta johtuneita, huoltoseisokin aiheuttaneita laakereiden voitelun puutteellisuudesta johtuneita vikoja.

Nippukipin takavaste liikkuu tarkalla kuularuuvilla, joka vaatii voitelua ja puhtaana pysymistä toimiakseen oikealla tavalla. Myös kuularuuviakselin rikkoutumisen johdosta on aiheutunut vikoja, jotka ovat vaatineet ruuvien vaihdon ja täten ylimääräisen huoltoseisokin. Pelkästään rikkoutuneen kuularuuvien hinnalla olisi varovaisesti laskettuna patruunoita käyttämällä saatu kuularuuvia voideltua 70 v samaan hintaan. Kuularuuvien käyttökohteesta johtuen voidaankin sanoa, että kuularuuvien arvioitu kestoikä olisi lähes ikuinen oikein voideltuna.

Tyhjä 125 ml:n patruuna täytettiin Mobil Vactra Oil -öljyllä, joka on hankittu putkitehtaalle ketjuvoitelun testikäyttöön. Patruunaan lisättiin myös öljyä levittävä ja likaa puhdistava harjapää, jolla saadaan öljy levitettyä hyvin voideltavaan ketjuun. Testiketjuksi valittiin H4-linjan putken sivusiirtoketjut, koska ne ovat isot ketjut ja niissä ketjun sisäisestä kitkasta on haittaa ja kyseisten ketjujen rikkoutuessa on uuden ketjun hankintahinta suhteellisen suuri ja aiheuttaisi pitkän huoltoseisokin linjalle. Kohde on myös oivallinen testaukseen, koska siihen lentää putkien mukana emulsiota ja valssihilsettä, jotka molemmat vaikuttavat ketjujen toimintaan negatiivisesti. Samalla saatiin myös testattua Mobil Vactra oil:n toimintaa ketjujen voitelussa ympäristössä, jossa emulsio on koko ajan läsnä.

Kuvasta 27 voidaan havaita kuinka paljon voideltu ketju eroaa voitelemattomasta ketjusta neljän viikon voitelun jälkeen



Kuva 27. H4 niputuksen sivusiirron ketju kuukauden voitelulla ja ilman voitelua

8.3.5 Lisäpatruunoiden paikat ja päätelmät patruunoista

Patruunoiden koekäytön tulosten saannin jälkeen alettiin miettiä mahdollisia lisäpatruunoiden paikkoja H4 linjalle. Ensisijaisena ajatuksena olivat kohteet, joiden jälkivoitelun kannalta olisi suotavaa saada ne voideltua jatkuvalla rasvan ja öljyn lisäämisellä, sen sijaan että niitä jälki voideltaisiin kerran kuukaudessa isommilla kerta-annoksilla. Toisena tärkeänä patruunoiden asennuskohteiden valintakriteerinä olivat sellaiset mahdolliset voiteluhuoltokohteet, joiden jälkivoitelu on lähes mahdotonta tai jotka voivat aiheuttaa työturvallisuusriskin niitä voideltaessa.

Patruunoita ei kuitenkaan ole suositeltavaa asentaa kaikkiin mahdollisiin kohteisiin, varsinkaan helposti voideltavissa oleviin paikkoihin, syynä niiden aiheuttamat kustannukset. Yhden patruunan hinta on n. 27€ ja toiminta-aika maksimissaan 1 v.

Erittäin hyväksi kohteeksi osoittautui H4 -linjan nauhavaaraajan liukupinnat, joita on nauhavaaraajassa 24 kpl. Nauhavaaraajan alue on myös erittäin likainen paikka rainoista irtoavan valssihilseen johdosta. Se on hienojakoista metallipölyä, joka tunkeutuu helposti hyvin ahtaisiin paikkoihin. Valssihilseestä aiheutuu ongelmia, varsinkin juuri liukupinnoilla tai sen päästessä laakereiden sisälle, jossa se alkaa hioa tarkkoja toleroituja pintoja aiheuttaen laitteiden toiminnan kannalta haitallisia vaikutuksia ja mahdollisesti laitteen rikkoutumisen, aiheuttaen näin turhia huolto- ja seisokkikustannuksia. H4 -linjan nauhavaaraajassa on ollut aikaisemmin vikoja, juuri liukupinnoille syntyneen ylimääräisen kitkan takia, jolloin nauhavaaraajan takana oleva rullia laajentava ja supistava vääntövarsi rikkoutuu liukupintojen liukumattomuuden takia. Tämän vuoksi koko nauhavaaraajan ulkokehän rullat putosivat liukupintojen alapäähän, kuten myös vetotelojen pöytä. Nauhavaaraajaa prässillä rasvattaessa on myös saatu liiallisella rasvan määrällä ja paineella pullautettua liukupinnoilla olevia messinkiholkkeja pois paikoiltaan, mikä on omalta osaltaan vielä lisännyt voiteluvirheiden takia syntyneitä seisokkeja. Nämä viat saadaan estettyä, koska patruunat työntävät vain tarpeellisen määrän rasvaa kohteeseen (n. 10 ml kuukaudessa) ja pienellä paineella (kuva 28).

Nauhavaraajassa patruunoiden käyttö lisää myös huomattavasti työturvallisuutta, koska patruunoiden vaihto suoritetaan ainoastaan kerran vuodessa (ilman kolareista johtuvia patruunoiden hajoamisia). Vaihtotyö voidaan ajoittaa kesäseisokkiin, jolloin on mahdollista viedä nauhavaraajalle kunnolliset kiipeämisvälineet, kerran kuussa tapahtuvan vaarallisen rullien päällä kiipeilyn sijaan. Patruunoita käytettäessä riittää, että niiden toiminta ja kunto tarkastetaan esimerkiksi laitosmiesten huoltokierrosten yhteydessä.



Kuva 28. H4 nauhavaraajan liukupinnat System 24 -patruunoilla

Käytettäessä patruunoita nauhavaraajassa, tulee liukupintojen vuoden voiteluhuolto kustannuksiksi noin 700 €/v. Tämä summa saadaan säästettyä jo pelkästään välttämällä yksi liukupintojen vian tai häiriön aiheuttama tunnin huoltoseisokki.

Esimerkiksi 20.09.2012 sattuneen, mahdollisesti liukupintojen liukumattomuudesta johtuneen vetotelaston pöydän ja rullien putoamisesta aiheutuneesta viasta syntyi yhteensä 10 h:n odottamaton huoltoseisokki.

Aukikelaimen kääntökehän laakerin rikkouduttua H1-linjalla, päätettiin käydä läpi myös muiden tuotantolinjojen aukikelaimien laakerien kunto ja tarkastaa, näkyykö laakereissa rasvauksen jälkiä tai onko aukikelaimien kääntökehien laakereita edes mahdollista voidella rasvanippojen ollessa hankalassa paikassa, aukikelaimien alaosassa suojaletien alla. Päätettiin käydä tarkasti läpi H4-tuotantolinjan aukikelaimen rasvausmahdollisuudet sen aiheuttaessa ongelmia kesän 2013 huoltoseisokkipesujen jälkeen. Aukikelaimen sivusiirtoliike oli jumittunut rasvauksen puutteen takia, koska liukupinnat olivat ruostuneet. Tämä aiheutti odottamattoman huoltoseisokin tuotannossa, heti kesänhuoltoseisokin jälkeen.

Aukikelaimen rasvauskohteita tutkittaessa havaittiin, että aukikelaimen kääntökehän laakeria ei ole mahdollista rasvata ilman, että painavat suojaletyt irrotetaan ja nostetaan ensin pois tieltä. Sen vuoksi nykyisin rasvauksesta vastuussa oleva alihankkija ei ole sitä suorittanut. Havaittiin myös että kääntökehää ei ole mahdollista rasvata edes suojaletyjä irrottamalla, koska juuri kääntökehän rasvanipan kohdalla on mekaaninen rajakytkin, joka estää rasvaprässillä pääsyn kohteeseen, kuten kuvasta 29 voidaan havaita. Aukikelaimen alueella syntyy myös todella paljon metallipölyä ja muuta roskaa, joka kertyy juuri aukikelaimen alapuolelle. Patruunoita asennettaessakin roskaa oli niin paljon kertyneenä laakerin ympärille, että sitä jouduttiin imuroimaan yli puoli tuntia ennen kuin rasvanipat saatiin esille. Tämäkin kertoo siitä, että kääntökehän laakerille ei ole edellisen elokuussa tapahtuneen sivusiirron toimimattomuuden takia aiheutuneen huoltoseisokin jälkeen lisätty rasvaa, vaikka alihankkijan käyttämän voiteluhuollon ohjelman mukaisesti kääntökehänlaakerin voiteluhuoltoväliksi on annettu 4 viikkoa.



Kuva 29. H4 Aukikelaimen kääntölaakerin rasvausnipa ja tiellä oleva mekaaninen raja

Alettiin miettiä mahdollisia putkituksia kohteelle, jolla saataisiin tuotua rasvanipat sellaiseen paikkaan että niitä olisi mahdollista käyttää. Havaittiin, että juuri se osa jossa laakerissa sijaitsee rasvanipat pysyy koko ajan paikoilleen, joten päätimme laittaa kokeeksi SKF:n System 24 -rasvapatruunat kääntökehän laakerin rasvanippoihin (kuva 30). Tällä saavutetaan myös se etu, että rasvaa saadaan laakerille pienenä annoksena koko ajan, jolloin laakeriin saadaan rasvaa myös sen pyöriessä, mikä puolestaan varmistaa sille paremman jatkuvan voitelun.



Kuva 30. System 24 -patruunat nauhavarajaan liukupinnoilla

Samalla päätettiin myös kokeilla patruunaa sivusiirron liukupinnoilla. Aluksi patruuna laitettiin vain toisen puolen liukupinnan rasvanippaan, koska ei oltu varmoja jaksaisiko patruuna painaa rasvaa sen 5 barin työntöpaineella liukupinnoille.

System 24 -automaattirasvapatruunoiden koko-, rasva- ja lisävaruste-esite liitteenä 6.

8.4 Progressiiviset jakajat

Putkitehtaalla olevan suuren nippamäärän takia mietittiin mahdollisia laitteistoja, joilla pystyttäisiin vähentämään nippamäärää yhdistämällä lähekkäin olevia rasvausnippoja siten, että monta kohdetta voitaisiin voidella vain muutamalla nipalla ja täten helpottaa ja nopeuttaa huomattavasti voiteluhuoltoa tekevän kunnossapitohenkilön työskentelyä.

Asiaa tutkittaessa löytyi Promaint 3/2013 -lehdessä ollut Qtec Engineering Oy:n Jaakko Mersalon kirjoitus moderni keskusvoitelu, jossa käsiteltiin juuri progressiivisten keskusvoitelujärjestelmien etuja teollisuuden voiteluhuollossa.

Pyydettiin Jaakko Mersaloa tulemaan tehtaallemme esittelemään kyseisiä laitteita ja kertomaan enemmän järjestelmän ominaisuuksista.

8.4.1 H4-linjan hitsauspukin progressiivinen jakaja

H4-linjalle hankittu uusi hitsauspukki saapui tehtaalle juuri samoihin aikoihin, kun mietittiin minne olisi järkevää laittaa progressiivinen jakaja koekäyttöön. Hitsauspukki oli uusi ja siinä oli yhteensä 16 usein rasvausta vaativaa kohdetta, joihin osaan oli melkein mahdotonta päästä suorittamaan voiteluhuoltoa hitsauspukin asennuksen jälkeen. Päätettiinkin laittaa juuri tähän hitsauspukkiin progressiivisen jakajan koekäyttöön, jolloin saisimme kaikki 16 rasvauskohdetta voideltua vain yhdellä nipalla.

Mersalon kanssa käytiin läpi hitsauspukin rasvauskohteet ja suositteli itsekin progressiivista jakajaa juuri näihin kohteisiin. Mersalo suunnitteli progressiivisen systeemin hitsauspukkiin valmistajan laatimien voiteluhuolto-ohjeiden mukaisesti, minkä jälkeen hän tarjosi kyseisen systeemin ilman veloitusta referenssikohteeksi putkitehtaalle. Ennen järjestelmän asennusta Mersalo piti vielä koulutuksen sen toiminnasta ja asennuksesta. Koulutuksessa oli mukana lisäksi mukana Esa Isopahkala, Risto Nuutinen ja Sami Niittymäki.

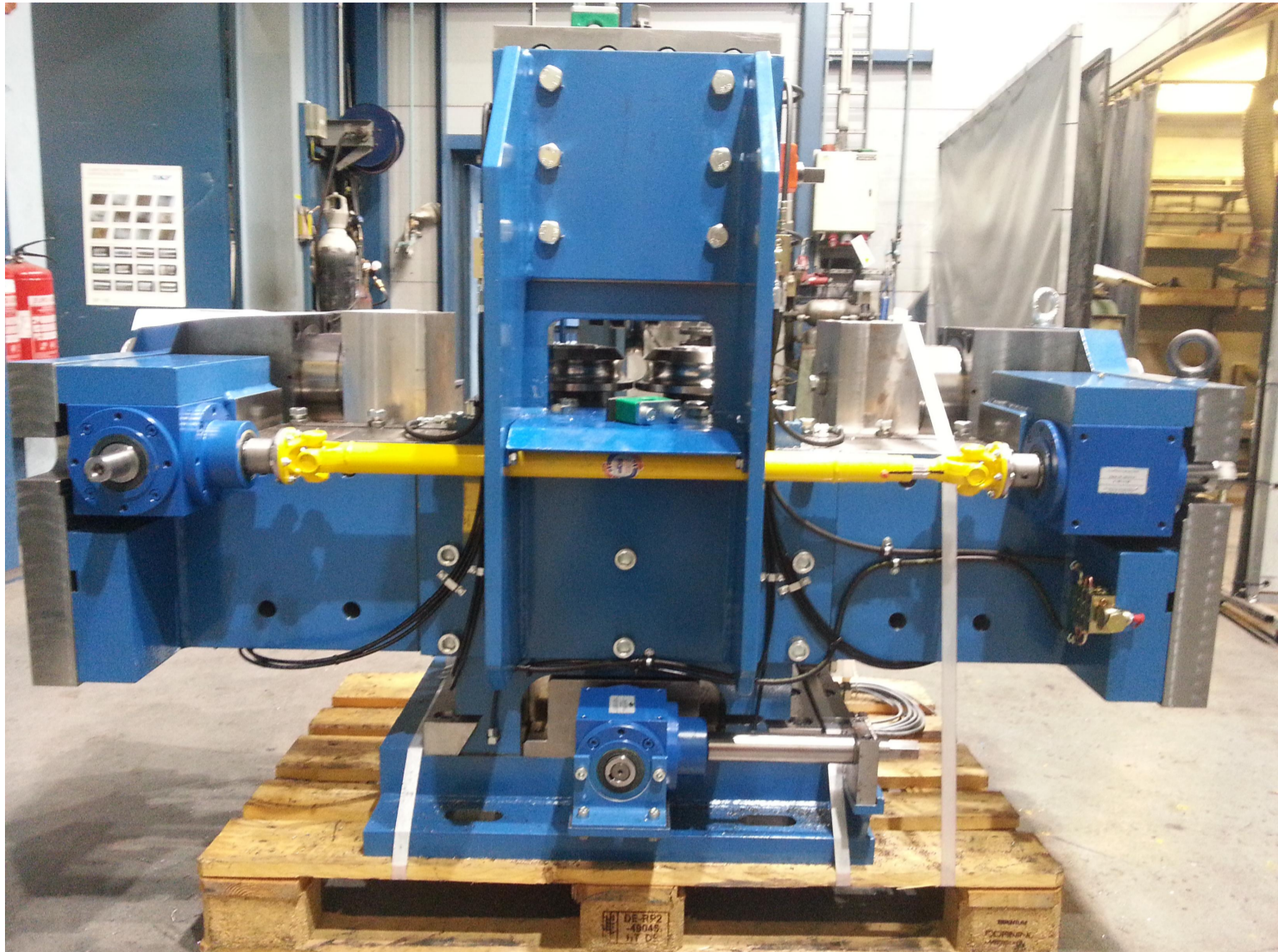
Aluksi tarkoituksena oli, että hitsauspukkiin olisi asennettu vain yksi 16 -lähtöinen progressiivinen jakaja, mutta Mersalo päätyi suunnittelemaan hitsauspukin kolmella jakajalla, kahdella 8-lähtöisellä alajakajalla, jotka yhdistyivät 6-lähtöiseen jakajaan, joka oli silloitettu 2-lähtöiseksi. Tällä ratkaisulla varmistettiin laitteiston helpompi asentaminen ja varmempi toiminta letku- ja putkiliitosten jäädessä lyhyemmiksi.

Hitsauspukin jakaja suunniteltiin vastaamaan valmistajan suosituksia voiteluohjelman mukaisesti (liite 7). Hitsauspukissa 10 voitelukohtetta vaatii 2 rasvaprässin painallusta joka 500 – 1000 käyttötunnin välein. Nämä kohteet olivat kaikki hainpyrstö liukupintoja. Koska hitsauspukin käyttöympäristössä on lämmintä ja erittäin paljon emulsiota, päätettiin rasvausväliksi valita 500 käyttötuntia. Loput 6 rasvauskohdetta ovat hitsausrullien akselin rullalaakereille, niille valmistaja ilmoittama voiteluhuoltotaajuus on 4 rasvaprässin painallusta 100 käyttötunnin välein. Näillä tiedoilla saatiin laskettua tarvittavat rasvan jakosuhteet jakajiin seuraavasti:

$$\frac{2}{500} = \frac{4}{100} \rightarrow \frac{2}{500} = \frac{4^5}{100} \rightarrow \frac{2}{500} = \frac{20}{500} = \frac{1}{10}$$

Täten saadaan jakajan voitelukohteiden suhteeksi 1:10 suhteessa lisättävän rasvan määrään ja voitelutaajuuteen. Tällä tiedolla saadaan jakajan blokit suunniteltua siten, että jokainen rasvattava kohde saa juuri oikean määrän rasvaa suhteessa voiteluväliin voiteluhuolto-ohjelman mukaisesti. Tätä suhdetta hyödyntäen saatiin hitsauspukin voiteluhuoltotaajuudeksi 30 g rasvaa 100 käyttötunnin välein. Voiteluvälitaajuus valittiin ohjeen mukaisen lyhyintä voitelutaajuutta vaativan kohteen perusteella.

Oikean suhteen saamiseksi jokaiselle hitsauspukin rasvanipalle, koottiin alajakajat kolmesta 105 mm³:n blokista jotka tulpattiin. Näin lähdöstä saadaan 210 mm³ rasvaa jokaisella täydellä jakajan kierrolla ja kolmella 25 mm³:n jakajablokilla, joista jokaisesta lähtee kaksi lähtöä. Täten alajakajan suhteeksi saatiin mahdollisimman lähellä 1:10 oleva eli noin 1:9. Pääjakaja koottiin kolmesta 75 mm³:n blokista, jotka silloitettiin siten, että jakajasta saatiin ainoastaan kaksi lähtöä. Tällöin kummastakin jakajasta lähtee 225 mm³ rasvaa jokaisella pääjakajan täydellä kierrolla. Täten kun pääjakajaan syötetään 2 ml rasvaa, on jokainen jakaja tehnyt täyden kierron ja jokaiseen voitelukohteeseen on syötetty rasvaa.



Kuva 31. Hitsauspukkiin asennettu progressiivinen jakaja

Laitteiston asennettiin yhteistyössä Qtec Engineering Oy:n Jaakko Mersalon ja Marko Sorvamaan kanssa. Ajatuksena oli, että jatkossa jos laitteistoja hankitaan tehtaalle lisää, osaisimme itse asentaa laitteistot. Tällä tavoin säästetään asennuskustannuksista syntyviä kuluja. Jakajien asennukseen kului noin 5 h, joista suurin osa ajasta kului letkujen ja putkien kiinnikkeiden kiinnittämiseen hitsauspukin paksuun runkoon (kuva 31).

8.4.2 Hitsauspukin jakajien kustannukset

Hitsauspukin progressiivisten jakajien kokonaiskustannukseksi saatiin kaikki liittimet, letkut ja putket mukaan laskettuna yhteensä 848,61 € ilman asennuksesta syntyneitä työtunteja. Qtec Engineering Oy ei myöskään veloita suunnitteluun käytetyistä tunneista, vaan ne kuuluvat jakajien kustannuksiin. Tarkempi erittely kustannuksista liitteenä 8.

Päätettiin myös vertailun vuoksi pyytää SKF Oy:ltä tarjouksen samanlaisesta progressiivisesta jakajalaitteistosta hitsauspukkiin. SKF kuitenkin suositteli ainoastaan automaattisella pumpulla toimivaa jakajaa. Laitteistoja ja niiden kustannuksia vertailtaessa kannattaa huomioida kuitenkin erot niiden komponenteissa. Erona SKF:n ja Qtec Engineering Oy:n toimittamien jakajien välillä on se, että Qtecin toimittamilla Bekan valmistamilla jakajilla jokaiselle voitelukohteelle saadaan oikeassa suhteessa voiteluainetta pelkästään jakajan keskipalikoita vaihtamalla, tulppaamalla ja silloittamalla. SKF:n valmistamalla jakajalla sen sijaan jokainen jakajan ulostuloista antaa voiteluainetta samassa suhteessa ja niitä voidaan ainoastaan tulpata. Syntyy tilanne, jolloin hitsauspukin tapauksessa toiset kohteissa saisivat liikaa ja toiset liian vähän voitelua, kun Bekan jakajilla saadaan juuri valmistajan ilmoittama määrä oikeassa suhteessa jokaiselle voitelukohteelle.

Koska SKF Oy:n tarjous sisälsi ainoastaan automaattisella pumpulla olevan jakajan, tarjouksia täytyykin verrata lisäämällä Qtec Engineering Oy:n toimittamaan jakajaan vastaavat komponentit kuin jotka SKF:n tarjous sisälsi. Tarjousvertailu on eritelty taulukossa 6.

Taulukko 6. Hitsauspukin progressiivisenjakajan tarjousvertailu (salassa pidettävä)

Jakaja Hinta vertailu

Osat	SKF osat	HINTA	Qtec osat	HINTA	HINTA-ALE30%	Erotus
voitelulaite	Multilube 4-1-230-IF103	x	Pumppu EP1, tronix1, 4kg, 12V tai 24V	1 358.00 €	950.60 €	
Ohjaus	IF-103 integroitu	x	EP-1: Tronix1	502.40 €	351.68 €	
Induktiivinen anturi	CYCLE SWITCH 2P VPB	x	MX-F 105 induktiivinen anturi	179.00 €	125.30 €	
Yhteensä:		0.00 €		2 039.40 €	1 427.58 €	
Muut laitteet	x	x	x	x		
Jakajat	VBM8 Tasamaarajakaja/16 nippaa	x	2x MX-F jakajax/8nippaa + MX-F pääj.	x		
putket ja letkut	6/12 ja 8/4	x	6mm / korkeapaine	x		
Muut	Muut tarvikkeet	x	Muut tarvikkeet	x		
Muut yhteensä:		0.00 €			848.61 €	
Yhteensä ilman töitä:		4 000.00 €		4 078.80 €	2 276.19 €	1 723.81 €
Työt:		2 000.00 €			70e / tunti	

Kuten vertailusta käy ilmi, ilman työtunteja saadaan toimittajien laitteistojen kustannuksiksi molemmilta toimittajilta n. xxxx €, mutta koska Qtec Engineering Oy tarjoaa Rautaruukille 30 % alennusta, saadaan toimittajien hintaeroksi yli 1 700 €, Qtec Engineering Oy:n tarjouksen ollessa edullisempi.

8.4.3 Mahdollisia kohteita progressiivisille jakajille

Käytiin tutustumiskäynnillä Lempäälässä Katepal Oy:n tehtaalla, katsomassa kuinka heidän tehtaallaan on voiteluhuoltoa alettu suorittaa, sijoittamalla useita progressiivisia jakajia tuotantolinjastoon, joista osa oli nipasta voideltavia ja osa toimii itsenäisesti automaattisella rasvauspumpulla. Mietittiin mahdollisia muita kohteita, joiden voitelu voisi olla järkevää hoitaa progressiivisen jakajan avulla voitelukohteen joko suuren nippamäärän tai nippojen sijoittelun vuoksi. Päätettiin pyytää tarjousta myös mahdollisesta testikäyttöön otettavasta automaattisesta rasvapumpusta.

Kohteeksi valikoitui H4-tuotantolinjan pituussaumahöylät, joissa on yhteensä 22 voitelunippaa. Kohde vaatii paljon voitelua, johtuen voitelukohteen lämpötilasta ja liasta. Kohde sopii myös hyvin pumpun testaukseen, koska höylät sijaitsevat aivan jo aiemmin jakajalla varustetun hitsauspukin vieressä, mikä mahdollistaa myös hitsauspukin liittä-

misen samalla automaattiseen rasvauspumppuun ilman mitään muutoksia jo valmiina olevaan hitsauspukin jakajaan.

Höylän 22 voitelupisteestä 16 on lineaarilaakereita, joiden liikkeet ovat hyvin pieniä normaalissa tuotannossa, jolloin huonosti voideltuna laakerit täyttyvät helposti kohteessa olevasta liasta, joka takertuu lineaarijohteiden kautta lineaarilaakereihin, mikä heikentää lineaarilaakereiden toimintaa ja käyttöikä. Lineaarilaakereiden nykyinen käyttöikä on noin 2 v, jonka jälkeen ne vaihdetaan uusiin. Lineaarilaakereiden pienestä liikkeestä johtuen pystytään oikealla voitelulla lineaarilaakereiden käyttöikä luultavimman tuplaamaan, jolloin höyliä huoltokustannuksia on mahdollista alentaa. Tarkemmat laskelmat kustannusosiossa.

Pumppuun olisi myös mahdollista lisätä uusia H4-tuotantolinjaan asennettavia progressiivisia jakajia, jolloin saadaan pumpun hankintakustannusta voitelukohtetta kohden laskemaan. Höyliä (22) ja hitsauspukin (17) voitelunippojen määrällä saadaan pumpulle kustannukseksi n. 25 € per voitelupiste. Tällöin voidaan laskea, että automaattiselle rasvauslaitteistolle saadaan nippaa kohden kokonaiskustannukseksi noin 70 – 80 €, riippuen kohteiden vaatimista voiteluputkien pituuksista. Pumppuun jälkeinpäin asennettavaksi progressiiviseksi jakajaksi on alustavasti suunniteltu jatkohitsauskoneeseen mahdollisesti asennettavaa jakajaa, jolloin saataisiin myös jatkohitsauskoneessa olevat 36 voitelupistettä automaattisen voitelun piiriin. Toinen sopiva kohde automaattiseen voiteluun voisi olla myös oikaisukone, jossa on 35 voitelupistettä. Näin H4-tuotantolinjan manuaalisesti voideltavat kohteet saataisiin laskemaan nykyisestä yli 500:sta noin 400:aan voitelupisteeseen. Myös nauhavarajaan liukupintojen automaattirasvauspatruunat on mahdollista vaihtaa progressiiviseen voitelujärjestelmään ja liittää toimimaan pumpun kautta. Nauhavarajaan kytkeminen progressiiviseen järjestelmään saattaisi olla myös taloudellisesti kannattavaa, koska kytkemiseen kuluvilla kustannuksilla saadaan nauhavarajaan liukupintoja voideltua automaattipatruunoilla ainoastaan muutamia vuosia.

Pyydettiin Jaakko Mersaloa Qtec Engineering:iltä ja Tapani Salosta SKF:ltä tulemaan tehtaalte ja tekemään tarjouksen höylään asennettavasta jakajasta ja pumpusta, johon myös hitsauspukki liitetään. Liitteenä 9 tarjous Qtec Engineering Oy:ltä progressiivisesta voitelujärjestelmästä ja SKF yhtiön tarjous liitteenä 10.

8.5 Automaattivoitelujärjestelmä pituussaumahöylille ja hitsauspukille

Pituussaumahöylille ja hitsauspukkiin asennettavan automaattivoitelujärjestelmän tarjousten perusteella päädyttiin asentamaan kohteeseen Qtec Engineering Oy:n toimitaman voitelujärjestelmän.

Voitelujärjestelmän asennusta helpotti se, että hitsauspukissa oli samanlainen progressiivinen rasvajakajalaitteisto asennettuna, joten ainoastaan hitsauspukissa käytössä ollut pääjakaja jouduttiin vaihtamaan, jotta jakajaan saatiin kaksi lähtöä lisää höyliin tuleville alajakajille. Täten saadaan molemmat laitteet voideltua vain yhden pumpun lähdön kautta (kuva 32).



Kuva 32. Pituussaumahöylille ja hitsauspukille asennettu automaattinen rasvapumppu

Kyseisessä EP-1 -pumppumallissa on kolme rasvalähtöä, pumppuun jää täten vielä hitsauspaikan laitteiston järjestelmän asennuksen jälkeen kaksi ylimääräistä lähtöä, joihin saadaan liitettyä mahdollisesti H4-tuotantolinjalle myöhemmin asennettavia voitelujärjestelmiä.

Pituussaumahöylien johdekelkat päätettiin asentaa järjestelmään korkeapaineletkulla, jotta pystytään varmistamaan, että höylät pääsevät vapaasti suorittamaan liikkeensä automaattivoitelujärjestelmästä huolimatta (kuva 33).



Kuva 33. Pituussaumahöylien pystyjohdekelkkoihin asennetut korkeapaineletkut

Korkeapaineletkut kiedottiin myös spiraalisuojaan, täten saadaan letkut suojattu hitsauspaikalla lentäviltä kuumilta lastuilta.

Pumppuun valittiin käytettäväksi ExxonMobil Mobilith SCH 460 -rasva, jolla on hyvät kuumankesto ominaisuudet. Höyläyspaikalla lämpötilan saattaessa nousta muutamaan sataan C asteeseen, täten kuumakestorasvaa käyttämällä varmistetaan, että rasva säilyttää voiteluominaisuutensa käyttökohteessa.

Pumpussa on integroitu logiikka, joka laskee tuotantolinjan käyntiaikaa ja syöttää rasvaa järjestelmään, kun siihen asetettu linjan käyntiaika on saavutettu. Pumppu säädettiin tässä tapauksessa syöttämään rasvaa 2 min ajan järjestelmään aina 6 h:n tuotannon välein. Koska logiikka osaa laskea rasvausvälin tuotannon perusteella välttää turhalta kohteiden rasvaukselta, kun tuotantolinja seisoo esimerkiksi huoltoseisokin tai viikonlopun takia.

Kyseiseen pumppuun on ollut suunnitelmissa myös liittää mahdollisesti nauhavarajaan asennettava progressiivinen voitelujärjestelmä, tällöin saadaan myös pumpun hankinnasta syntyneitä kustannuksia rasvauskohdetta kohden laskemaan ja mahdollistetaan nauhavarajaan liukupintojen jatkuva voitelu, ilman että kohteeseen hankittaisiin omaa pumppua.

Kokonaiskustannukseksi kyseiselle 39 rasvavoitelunkohteen automaattivoitelujärjestelmälle tuli 2 600 €, josta suurin kustannus syntyi järjestelmään asennetusta pumpusta. Pumppuun jääneestä kahdesta ylimääräisestä lähdöstä johtuen voidaan myöhemmin H4 -tuotantolinjalle mahdollisesti asennettavat voitelujärjestelmät liittää jo olemassa olevaan pumppuun, jolloin uusien järjestelmien kokonaishankinta kustannukset saadaan laskemaan.

9 Kustannuksia

Putkitehtaalla laiteviat ja käyttöhäiriöt merkitään Metocs-järjestelmään ja kunnossapidon päiväkirjaan. Kuitenkin yleisesti ottaen, esimerkiksi laakereiden hajotessa merkitään ainoastaan laakeririkko, eikä rikkoutumisen syytä ole selvitetty sen enempää. Onkin vaikea arvioida suoraan, kuinka paljon laakeririkoista johtuu puutteellisesta voiteluhuollosta. Kuitenkin esimerkiksi H4-tuotantolinjalla tapahtuneet vaaka-akselien ruostumiset ja laakeririkot johtuvat suurimmaksi osaksi huonosta voitelusta. Siihen on osasyynä tuotannossa laakereihin ja akseleihin joutuva emulsioöljy, joka huuhtoo rasvaa pois voideltavilta pinnoilta ja heikentää rasvan voiteluominaisuuksia. Kuvasta 34 selviää hyvin vaaka-akselien laakereiden rasvan kunto pitkän ajon jälkeen.



Kuva 34. Vaaka-akselien laakereiden rasvan kunto

Juuri näistä vaaka-akselien ruostumisista ja laakerivioista on pelkästään H4-tuotantolinjalla vuosina 2011 – 2013 syntynyt yli 28 h:n verran ylimääräisiä huoltoseisokkeja. H4 linjan seisokkikustannus vuonna 2012 oli 640 €/h, joten vuoden 2012 seisokkikustannuksella laskettuna, ilman varaosien hintoja, saadaan ylimääräisten seisokkien kustannuksiksi vuosien 2011 – 2013 aikana yli 18 000 €.

H4-linjan häiriöraporttia tutkimalla löytyi myös kaksi täysin selvää pelkästään puutteellisesta voiteluhuollosta johtunutta vikaa, jotka ovat nähtävissä taulukossa 7. Taulukon kustannuksia on käytetty ainoastaan H4-linjan ylimääräisestä seisokista johtuneita kustannuksia, ilman varaosien kustannuksia.

Taulukko 7. H4-voitelun puutteesta johtuvia seisokkikustannuksia, ilman varaosakustannuksia

H4	kustannuksia voiteluhuollon puutteesta johtuen			
		H4 seisokkikustannus/h (2012)		640.00 €
pvm	Vika	Syy	Kesto	SeisokkiKustannus
24.9.2012	PUH 4, Varaajasta vetotelapaketti putosi alas -> raina ulos kehältä ja ryttyyn varaajan sisään. Varaajan takapuolelta yksi tuki poikki, kuva no. S72106610.	Tuki vaihdettu. Rikkoutumisen todennäkönen syy on voitelun puute etupulen johteissa! Rasvanippoja oli hajonnut useita, eikä niitä ole tällöin rasvattu kunnolla. Rasvanipat tarkastettu ja rasvattu! Varaajan takaa vaihdettu osia!	607	6 474.67 €
21.6.2011	PUH 4, Ala vetotelan laakeripesien tarkastus/korjaus. Varsinkin takapesä väljä, laakeri rikki viikolla 25.	Telat, pesät ja laakerit vaihdettu kesäseisakissa 2011. Alatelan akseli korjauksessa Aholla. Telat hiottavana Maitpartnerilla. Tilataan uudet laakerit, että saadaan vaihtotelat kasaan, laakeri 22215C.	476	5 077.33 €
yhteensä	2011 - 2013		1083	11 552.00 €

Tarkasteltaessa 24.9.2012 tapahtunutta laitevika nauhavaraajan vetotelapaketin pudotessa alas liukupintojen voitelemattomuuden takia, voidaan laskea että tämän yhden vian seisokkikustannuksilla olisi liukupintojen voiteluhuoltoon käytettyjen System 24 -automaattirasvapatruunoiden (27 €/kpl x 26 patruunaa) avulla olisi saatu voideltua liukupintoja noin 10 v samoilla kustannuksilla.

Koko putkitekhaan hydraulikkalaitteistojen vikoina Metocsiin ilmoitetuista ylimääräisistä seisokkeista aiheuttaneista vioista on vuosien 2011 – 2013 aikana kertynyt tuotannolle yli 35 tunnin ylimääräiset huoltoseisokit, joten H4-tuotantolinjan vuoden 2012 seisokkikustannuksella laskemalla saadaan ylimääräisiksi seisokkikustannuksiksi noin 23 000 €.

Projektin mahdollisesti valmistuessa kattamaan koko putkitekhaan voiteluhuoltojen suorittamisen ainoastaan omalla henkilöstöllä, saadaan säästöjä aikaan myös nyt alihankkijalla voiteluhuoltojen suorittamisesta syntyviä kuluja, jotka ovat noin 10 000 € vuosi.

Pienellä investoinnilla voiteluhuoltoon voidaan saavuttaa suuria säästöjä, jo pelkästään pääsemällä mahdollisesti eroon ylimääräisistä huoltoseisokeista ja varaosakustannuksista. Kunnollisella voiteluhuollolla pystytään myös vaikuttamaan tuotantolinjojen käyttövarmuuteen, täten se omalta osaltaan varmistaa Rautaruukki Oyj:n tuotteilleen antamien tärkeimpien kriteerien joukkoon kuuluvien laadun ja toimitustäsmällisyyden.

10 Päätelmät

Projektista oli selvää hyötyä putkitehtaalla, jotta saatiin ajan tasalle tieto millä tasolla putkitehtaan voiteluhuolto on ollut tällä hetkellä. Täten päästään puuttumaan ongelmallisiin kohteisiin, mitä kautta on mahdollista saada aikaan huomattavia säästöjä tuotantolaitteiden kunnossapito kustannuksiin ja parantaa linjastojen tuotanto- ja käyntiastetta vähentämällä voiteluhuollon puutteesta johtuvia odottamattomia huoltoseisokkeja.

Voiteluhuoltojen ajan tasalle saattaminen on myös ensimmäinen askel tehtaalla mahdollisesti siirryttäessä vielä enemmän ennakoivaan kunnossapitotoimintaan. Hyvällä voiteluhuollolla luodaan myös pohja tehtaalla mahdollisesti myöhemmin siirryttäessä käyttämään kunnossapidon apuvälineenä tuotantolinjojen kunnonvalvontaa.

Projektia olisi suositeltavaa jatkaa vielä tämänkin jälkeen myös kolmelle muulle tuotantolinjalle, jolloin saadaan koko tehtaalle yhtenäinen voiteluhuolto-ohjelma. Suurimmat edut voidaan saavuttaa ratkaistaessa vaaka-akselien ja rullien ruostumisen aiheuttavat ongelmat, jolloin voidaan saavuttaa huomattavia säästöjä vuodessa. Mahdollisella investoinnilla vaaka-akselien pukkeihin asennettavaan automaattivoitelujärjestelmään voitaisiin mahdollisesti pidentää huomattavasti laakereiden käyttöikää ja varmistaa täten vaaka-akselien laakereiden rikkoutumisista aiheutuvien tuotantokatkojen laskeminen.

Tämän työn päämäärät saavutettiin hyvin ja H4-tuotantolinjan voiteluhuoltojen suorittaminen omalla kunnossapito henkilöstöllä on lähtenyt käyntiin aikataulun mukaisesti ja voiteluhuollot on suoritettu erinomaisesti.

Lähteet

- 1 Promaint. 2013. Teollisuusvoitelu. Helsinki: KP-Media Oy.
- 2 Promaint. 2010. Teollisuuden rasvavoitelu. Helsinki: KP-Media Oy.
- 3 Ylönen, Vesa. Teollisuuden voitelujärjestelmät ja niiden huoltokohteet 30.–31.10.2013. Kurssimateriaali. Colly Company Oy.
- 4 Virolainen, Timo. Teollisuuden voitelujärjestelmät ja niiden huoltokohteet 30.–31.10.2013. Kurssimateriaali. Ael.
- 5 Hämeenlinna Putkitehtaan esittely kalvot. 3.1.2011. Esa Isopahkala

ExxonMobil rasvavertailu

Mobil Grease™

INDUSTRY

MACHINE SHOP	Mobilgrease XHP™ 005
FOOD	Mobil SHC Polyrex™ Series
PAPER	Mobilith SHC™ PM Series
AUTOMOTIVE	Mobilgrease XHP™ 222
CEMENT	Mobilgrease XHP™ 460 Series
MINING/OFF-HIGHWAY	Mobilgrease XHP™ Mine Series
ENERGY/POWER PLANT	Mobilgrease XHP 222 Mobilith SHC™ 460
STEEL	Mobilgrease XHP 460 Series

MOBIL GREASES™
for all-around, balanced performance

APPLICATION

ELECTRIC MOTOR	Mobil Polyrex™ EM Series
SHOVELS (MINING)	Mobil Dynagear™ Series
CENTRAL DISTRIBUTION SYSTEM	Mobilith SHC™ 007 > -40°C to 30°C (-40°F to 86°F) Mobilgrease XHP™ 005 > -30°C (-22°F)
COUPLINGS	Mobilux™ EP 111 Mobilgrease™ XTC
GEARS	Mobilith SHC 007 Mobilgrease XHP 005
WIND TURBINE (ENERGY)	Mobil SHC™ Grease 460 WT

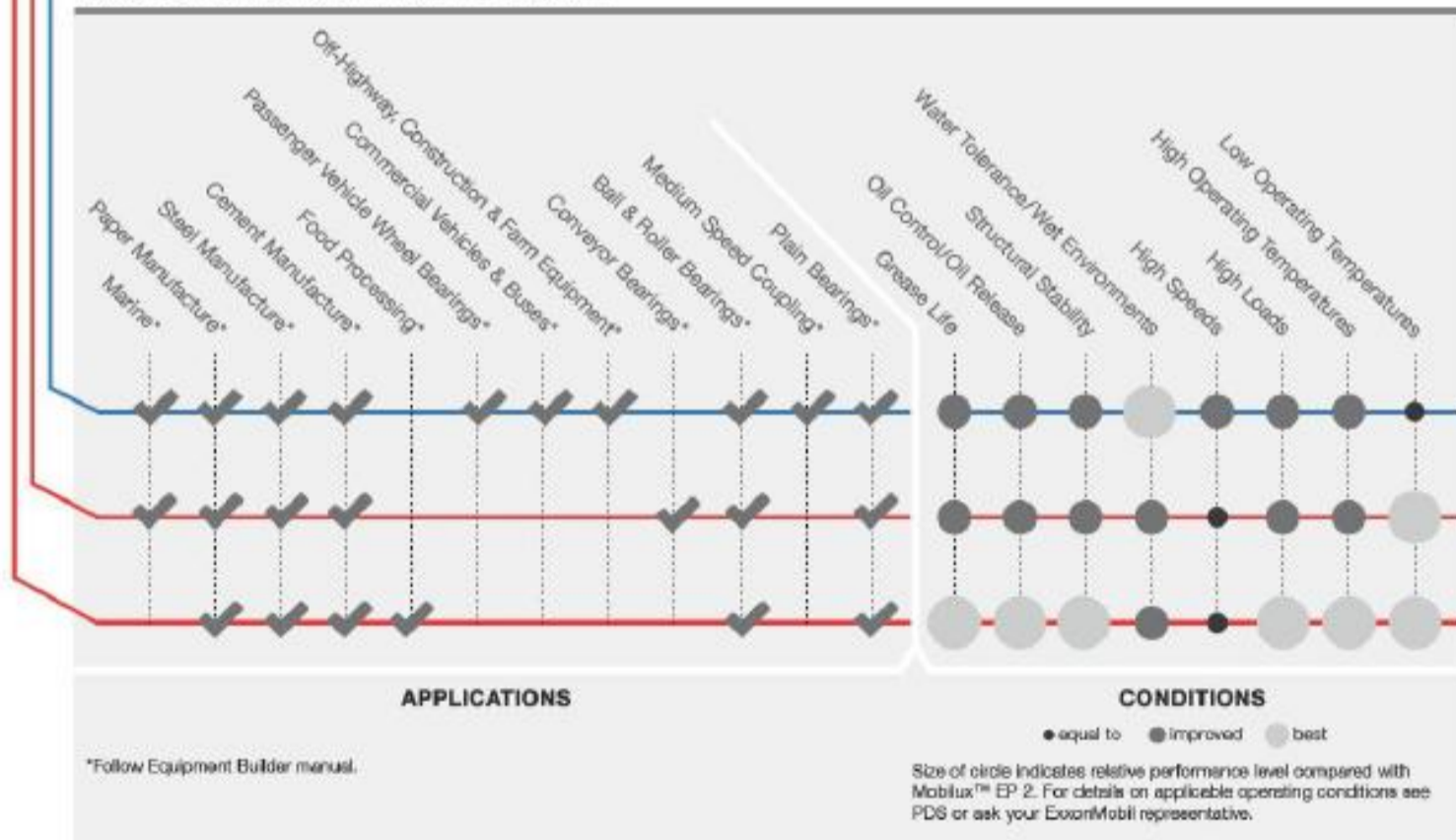
For specific application/operating conditions and recommendations, go to LOOBLE.com.



Mobil Grease™

	Base Oil	Thickener	Operating Temperature Range	Grease Life [†]
Mobil SHC Polyrex™ 462 – for extreme service applications High-temperature, polyurea, synthetic grease. Highly water resistant with excellent load carrying and anti-rust performance. Recommended by ExxonMobil for: <ul style="list-style-type: none"> • Heavily loaded plain and anti-friction bearings • Extreme temperatures (steam-heated rolls, exhaust fan and felt roll bearings, oven conveyor bearings) 	Synthetic	Polyurea	-20°C to 160°C* -4°F to 320°F <i>†Up to 170°C with more frequent relubrication</i>	Superior
Mobilith SHC™ 460 – for extreme service applications High-temperature synthetic grease. Outstanding bearing protection under heavy loads at low-to-moderate speeds. Recommended by ExxonMobil for: <ul style="list-style-type: none"> • Demanding industrial and marine applications • Steel and paper mills 		Lithium Complex Soap	-40°C to 150°C -40°F to 302°F	Excellent
Mobilgrease XHP™ 222 – for wide general use Multipurpose grease. Sticky formulation helps stay in applications longer, especially under severe water contamination. Recommended by ExxonMobil for: <ul style="list-style-type: none"> • Many industrial and marine applications • Chassis components • Farm equipment 	Mineral Oil	-20°C to 140°C -4°F to 284°F		

[†]Grease life by FAG FES compared with Mobilux™ EP 2 as baseline.



This information is intended as a general guide only. For more information on all Mobil™ branded industrial greases and other Mobil™ branded industrial lubricants and services, call your local company representative or the ExxonMobil Technical Help Desk at 800-300-XXXX. Also visit mobilindustrial.com.

Health and Safety – Based on available information, these products are not expected to produce adverse effects on health when used for the applications referred to above and the recommendations provided in the Material Safety Data Sheet (MSDS) are followed. MSDSs are available upon request through your sales contact office or via the Internet. These products should not be used for purposes other than the applications referred to above. If disposing of used product, take care to protect the environment.

© 2012 Exxon Mobil Corporation. All trademarks used herein are trademarks or registered trademarks of Exxon Mobil Corporation or one of its subsidiaries.

ExxonMobil XHP-sarjan esite



Mobil Grease™

Mobilgrease XHP™ Series Premium greases for heavy-duty applications



Excellent protection. Exceptional productivity.

Mobilgrease XHP Series premium quality greases are designed to help optimize equipment reliability in a wide variety of heavy-duty applications. Carefully selected mineral base oils with proprietary lithium-complex thickener technology and a high-performance additive system are combined in Mobilgrease XHP Series, providing outstanding equipment protection to help enhance relubrication intervals and unleash productivity.

Optimum choice for severe operating conditions.

Premium performance features make Mobilgrease XHP Series an excellent choice for extreme conditions, such as high operating temperatures, contaminated environments (water, dust), heavy loading, and extended relubrication intervals. Mobilgrease XHP Series offers unique advantages when compared to our conventional greases. Its greases are blue in color, offering easy verification of the correct application. And they are adhesive, providing strong water resistance and excellent lubricant endurance. Mobilgrease XHP Series is formulated to provide outstanding adhesive and cohesive properties, superb mechanical stability of the thickener system, and exceptional protection against rust, corrosion and wear. Mobilgrease XHP Series includes NLGI 1 grades for applications where pumpability is the primary requirement and NLGI 2 grades where extra water wash resistance is needed.

Preferred by equipment builders worldwide.

Mobilgrease XHP Series greases are recognized around the world for their innovation and outstanding technical performance. The excellence of Mobilgrease XHP™ 222, for example, is recognized by more than 150 builders of critical industrial equipment who approve or endorse its use.

High-Performance Benefits

Highly adhesive and cohesive structure

Excellent grease endurance and leakage control help provide long relubrication intervals for potentially lower maintenance costs.

Exceptional resistance to water washout and spray-off

Superb water tolerance helps maintain consistency, which can lead to long bearing life and minimize corrosion-related failures.

Excellent wear protection and EP performance

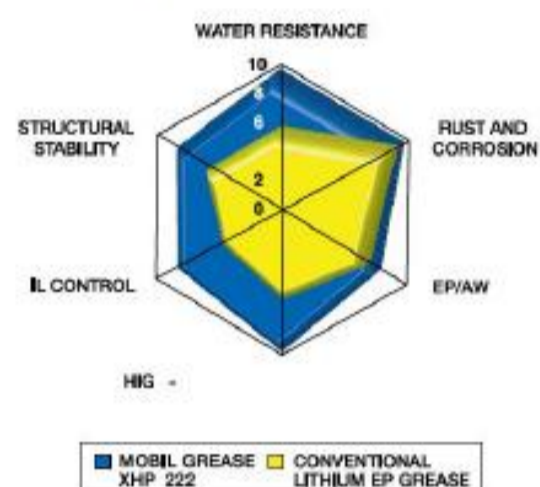
Reliable bearing protection even under conditions of heavy loading can help lead to long equipment life.

Superb protection against rust and corrosion

Excellent protection against metal degradation helps minimize downtime and maintenance costs for peak productivity.

Mobilgrease XHP™ Series — Performance

Balanced Formulation



Mobilgrease XHP Series greases perform on multiple dimensions to meet the demands of bearings in a variety of applications. They are characterized by excellent water resistance and load-carrying properties, and help provide long-term protection against rust and corrosion. Mobilgrease XHP Series shows significantly higher performance when compared with our conventional greases based on lithium technology.

Performance Features

	Mobilgrease XHP™ 221	Mobilgrease XHP™ 222	Mobilgrease XHP™ 461	Mobilgrease XHP 462
Thickener Type	Li-Complex	Li-Complex	Li-Complex	Li-Complex
Color	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue
NLHI Consistency Grade	1	2	1	2
Dropping Point, °C	280	280	280	280
Base Oil Viscosity, 40°C, mm ² /s	220	220	460	460
Rust Protection (EMCOR), IP 220	0-0	0-0	0-0	0-0
Corrosion Protection, ASTM D 1743	Pass	Pass	Pass	Pass
4-Ball Weld Point, kg, ASTM D 2596	315	315	315	315
Water Washout, %, ASTM D 1254	4	3	2	2
Water Spray-off, %, ASTM D 4049	11	5	8	4
Oil Release, 168 hrs @ 40°C, %, IP 121	8.3	2.5	3.2	3.3
DIN 51825 Classification	KP1N-20	KP2N-20	KP1N-20L	KP2N-20L

General Application Guide

Multipurpose industrial grease for general manufacturing; suitable for centralized grease systems.

Multipurpose industrial grease for general manufacturing.

Multipurpose heavy-duty industrial grease for construction, mining, and steel industry; suitable for centralized grease systems.

Multipurpose heavy-duty industrial grease for construction, mining, and steel industry.

For more information on Mobilgrease XHP™ Series greases and other Mobil-branded industrial lubrication and services, please contact your local company representative or visit mobilindustrial.com.

Health and Safety

Based on available information, this product is not expected to produce adverse effects on health when used for the applications referred to above and the recommendations provided in the Material Safety Data Sheet (MSDS) are followed. MSDS's are available upon request through your sales contact office or via the Internet. This product should not be used for purposes other than the applications referred to above. If disposing of used product, take care to protect the environment.

© 2013 Exxon Mobil Corporation.

All trademarks used herein are trademarks or registered trademarks of Exxon Mobil Corporation or one of its subsidiaries.

CODE XXXX

Signum oil Anylysis -tulokset

SIGNUM OIL ANALYSIS

Account Number : 207201
Account Name : Ruukki Metals Oy Hämeenlinna
Facility : Putkitechdas
Date : 28-Nov-2013
Signum Number : 40378848

53511

Description : H3 aukikelain hydraulikka
Component : Hydraulic
Manufacturer : *
Model : *
Registered Lubricant : MOBIL DTE 25

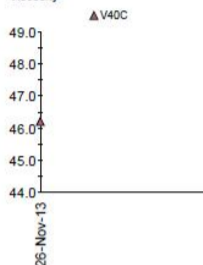
Normal

Lausunto on kokonaisuudessaan seuraavalla sivulla.

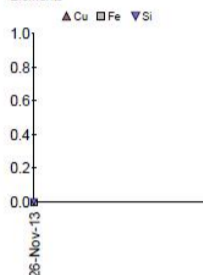
Sample Data

Sample ID 3330235118
Date Sampled 26-Nov-2013
Date Reported 28-Nov-2013
Brand MOBIL
Lubricant Tested DTE 25
Equip.
Oil
Resv. Temp
Make-Up
Oil Changed
Filter Changed

Viscosity



Elements



Sample Data

Sample ID 3330235118
Date Sampled 26-Nov-2013

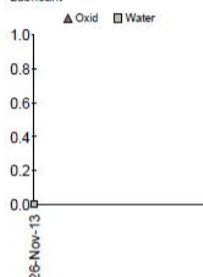
Wear Elements - ppm (mg/kg)

Al (Aluminum) 0
Cr (Chromium) 0
Cu (Copper) 0
Fe (Iron) 0
Mo (Molybdenum) 0
Ni (Nickel) 0
Pb (Lead) 0
Sn (Tin) 0

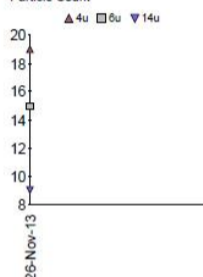
Lubricant Data

Contamination Normal
Equipment Rating Normal
Oil Rating Normal
Viscosity (cSt) 46.2
ISO Code (40/14) 15159
Particle Count > 4µ 4097
Particle Count > 6µ 277
Particle Count > 14µ 4
Oxidation (Abicm) 0
PO Index 1
Water (Vol%) <0.003
Appearance Clear

Lubricant



Particle Count



Contaminant Elements - ppm (mg/kg)

B (Boron) 2
K (Potassium) 0
Na (Sodium) 0
Si (Silicon) 0

Additive Elements - ppm (mg/kg)

Ba (Barium) 0
Ca (Calcium) 3
Mg (Magnesium) 7
P (Phosphorus) 154
Zn (Zinc) 12

Results and comments of this analysis are advisory only; the validity of the data may be impaired by a non-representative sample or incorrect data. This analysis is provided for the confidential information of the party submitting it. Any use by any other person is prohibited. © Copyright 2003 Exxon Mobil Corporation. Exxon, Esso, Mobil, ExxonMobil and Signum are trademarks of ExxonMobil Corporation or one of its subsidiaries. Marketing Affiliate - ExxonMobil Lubricants & Specialties.

Normal + Caution Alert

Mobil

SIGNUM OIL ANALYSIS

Account Number : 207201
Account Name : Ruukki Metals Oy Hämeenlinna
Facility : Putkitechdas
Date : 28-Nov-2013
Signum Number : 40378848

53511

Description : H3 aukikelain hydraulikka
Component : Hydraulic
Manufacturer : *
Model : *
Registered Lubricant : MOBIL DTE 25

Normal

Öljy tai moottori ei edellytä toimenpiteitä. - Tulokset ovat hyväksyttävissä rajoissa. - Tarkista progressiiviset muutokset ja seuraa tuloksia muuttuvien trendien varalta. - Ota uusi näyte seuraavana tarkastusvälinä.

Results and comments of this analysis are advisory only; the validity of the data may be impaired by a non-representative sample or incorrect data. This analysis is provided for the confidential information of the party submitting it. Any use by any other person is prohibited. © Copyright 2003 Exxon Mobil Corporation. Exxon, Esso, Mobil, ExxonMobil and Signum are trademarks of ExxonMobil Corporation or one of its subsidiaries. Marketing Affiliate - ExxonMobil Lubricants & Specialties.

Normal + Caution Alert

Mobil

SIGNUM
OIL ANALYSIS

Account Number : 207201
Account Name : Ruukki Metals Oy Hämeenlinna
Facility : Putkitehdas
Date : 28-Nov-2013
Signum Number : 40378834

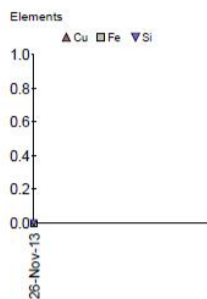
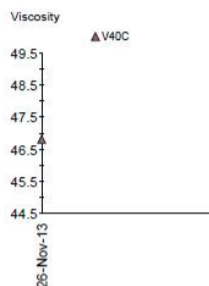
52511

Description : H2 aukikelain hydraulikka
Component : Hydraulic
Manufacturer : *
Model : *
Registered Lubricant : MOBIL DTE 25

Normal

Lausunto on kokonaisuudessaan seuraavalla sivulla.

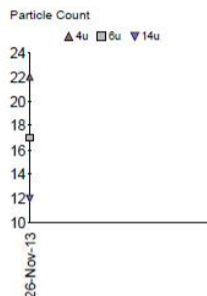
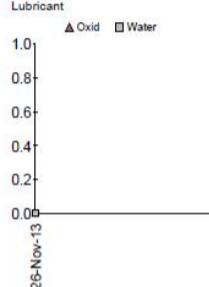
Sample Data	
Sample ID	3330235119
Date Sampled	26-Nov-2013
Date Reported	28-Nov-2013
Brand	MOBIL
Lubricant Tested	DTE 25
Equip.	
Oil	
Resv. Temp	
Make-Up	
Oil Changed	
Filter Changed	



Sample Data	
Sample ID	3330235119
Date Sampled	26-Nov-2013

Wear Elements - ppm (mg/kg)	
Al (Aluminum)	0
Cr (Chromium)	0
Cu (Copper)	0
Fe (Iron)	0
Mo (Molybdenum)	0
Ni (Nickel)	0
Pb (Lead)	0
Sn (Tin)	0

Lubricant Data	
Contamination	Normal
Equipment Rating	Normal
Oil Rating	Normal
Visco@40C (cst)	46.8
ISO Code (4/0/14)	22/17/12
Particle Count > 4µ	35283
Particle Count > 6µ	1219
Particle Count > 14µ	29
Oxidation (Ab/cm)	0
PQ Index	1
Water (Vol%)	<0.003
Appearance	Clear



Contaminant Elements - ppm (mg/kg)	
B (Barium)	1
K (Potassium)	0
Na (Sodium)	0
Si (Silicon)	0

Additive Elements - ppm (mg/kg)	
Ba (Barium)	0
Ca (Calcium)	0
Mg (Magnesium)	3
P (Phosphorus)	160
Zn (Zinc)	6

Results and comments of this analysis are advisory only; the validity of the data may be impaired by a non-representative sample or incorrect data. This analysis is provided for the confidential information of the party submitting it. Any use by any other person is prohibited. © Copyright 2003 Exxon Mobil Corporation. Exxon, Esso, Mobil, ExxonMobil and Signum are trademarks of ExxonMobil Corporation or one of its subsidiaries. Marketing Affiliate - ExxonMobil Lubricants & Specialties.

Normal + **Caution** **Alert**



SIGNUM
OIL ANALYSIS

Account Number : 207201
Account Name : Ruukki Metals Oy Hämeenlinna
Facility : Putkitehdas
Date : 28-Nov-2013
Signum Number : 40378834

52511

Description : H2 aukikelain hydraulikka
Component : Hydraulic
Manufacturer : *
Model : *
Registered Lubricant : MOBIL DTE 25

Normal

Öljy tai moottori ei edellytä toimenpiteitä. - Tulokset ovat hyväksyttävissä rajoissa. - Tarkista progressiiviset muutokset ja seuraa tuloksia muuttuvien trendien varalta. - Ota uusi näyte seuraavana tarkastusvälinä.

Results and comments of this analysis are advisory only; the validity of the data may be impaired by a non-representative sample or incorrect data. This analysis is provided for the confidential information of the party submitting it. Any use by any other person is prohibited. © Copyright 2003 Exxon Mobil Corporation. Exxon, Esso, Mobil, ExxonMobil and Signum are trademarks of ExxonMobil Corporation or one of its subsidiaries. Marketing Affiliate - ExxonMobil Lubricants & Specialties.

Normal + **Caution** **Alert**



SIGNUM
OIL ANALYSIS

Account Number : 207201
Account Name : Ruukki Metals Oy Hämeenlinna
Facility : Putkitechdas
Date : 28-Nov-2013
Signum Number : 40378837

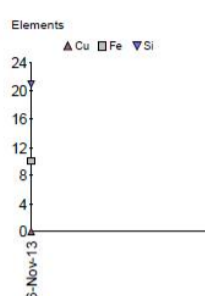
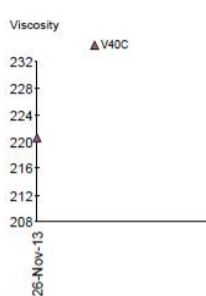
54280

Description : H4 kalibrointi 4. vaihde
Component : Gear Drive
Manufacturer : *
Model : *
Registered Lubricant : MOBILGEAR 600 XP 320

Alert

Lausunto on kokonaisuudessaan seuraavalla sivulla.

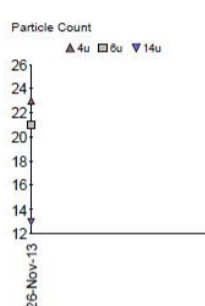
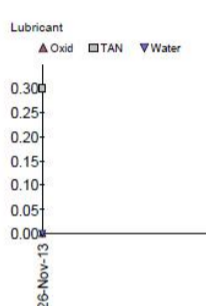
Sample Data	
Sample ID	3330235128
Date Sampled	26-Nov-2013
Date Reported	28-Nov-2013
Brand	MOBIL
Lubricant Tested	600 XP 320
Equip.	
Oil	
Resv. Temp	
Make-Up	
Oil Changed	
Filter Changed	



Sample Data	
Sample ID	3330235128
Date Sampled	26-Nov-2013

Wear Elements - ppm (mg/kg)	
Al (Aluminum)	0
Cr (Chromium)	0
Cu (Copper)	0
Fe (Iron)	10
Mo (Molybdenum)	0
Ni (Nickel)	0
Pb (Lead)	0
Sn (Tin)	0

Lubricant Data	
Contamination	Normal
Equipment Rating	Normal
Oil Rating	Alert
Visc@40C (cst)	228 g
ISO Code (40/14)	2321/13
Particle Count > 4µ	67429
Particle Count > 6µ	17447
Particle Count > 14µ	70
Oxidation (Ab/cm)	0
PQ Index	3
TAN (mg KOH/g)	0.30
Water (Vol%)	<0.003
Appearance	Clear



Contaminant Elements - ppm (mg/kg)	
B (Boron)	0
K (Potassium)	0
Na (Sodium)	0
Si (Silicon)	21

Additive Elements - ppm (mg/kg)	
Ba (Barium)	0
Ca (Calcium)	5
Mg (Magnesium)	0
P (Phosphorus)	304
Zn (Zinc)	4

Results and comments of this analysis are advisory only; the validity of the data may be impaired by a non-representative sample or incorrect data. This analysis is provided for the confidential information of the party submitting it. Any use by any other person is prohibited. © Copyright 2003 Exxon Mobil Corporation. Exxon, Esso, Mobil, ExxonMobil and Signum are trademarks of ExxonMobil Corporation or one of its subsidiaries. Marketing Affiliate - ExxonMobil Lubricants & Specialties.

Normal + Caution Alert



SIGNUM
OIL ANALYSIS

Account Number : 207201
Account Name : Ruukki Metals Oy Hämeenlinna
Facility : Putkitechdas
Date : 28-Nov-2013
Signum Number : 40378837

54280

Description : H4 kalibrointi 4. vaihde
Component : Gear Drive
Manufacturer : *
Model : *
Registered Lubricant : MOBILGEAR 600 XP 320

Alert

TOIMENPITEITÄ VAADITAAN; ÖLJYN VISKOSITEETTI MATALA: Määritä matalan viskositeetin syy ja ryhdy korjaaviin toimenpiteisiin. - Matala viskositeetti saattaa heikentää voitelun antamaa suojaa. - Mahdollisia matalan viskositeetin syitä ovat: 1. ensitäyttö tai laimentaminen ohuemalla öljyllä, 2. polttoaineen tai luottoimen aiheuttama laimentuminen, 3. väärin merkitty näyte lähetetty analysoitavaksi.

TOIMENPITEITÄ VAADITAAN; ÖLJY TAI KÄYTTÖOLOSUHTEET EPÄTYDYTTÄVIÄ: Jotkut testitulokset ylittävät kontrollirajat. - Ota uusi näyte varmistaaksesi öljyn kunto. - Jos kunto on varmistettu, suorita korjaavat toimenpiteet.

Results and comments of this analysis are advisory only; the validity of the data may be impaired by a non-representative sample or incorrect data. This analysis is provided for the confidential information of the party submitting it. Any use by any other person is prohibited. © Copyright 2003 Exxon Mobil Corporation. Exxon, Esso, Mobil, ExxonMobil and Signum are trademarks of ExxonMobil Corporation or one of its subsidiaries. Marketing Affiliate - ExxonMobil Lubricants & Specialties.

Normal + Caution Alert



SIGNUM
OIL ANALYSIS

Account Number : 207201
Account Name : Ruukki Metals Oy Hämeenlinna
Facility : Putkitehdas
Date : 28-Nov-2013
Signum Number : 40378838

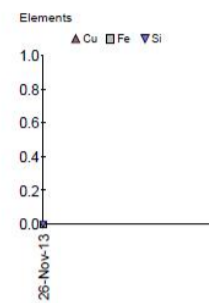
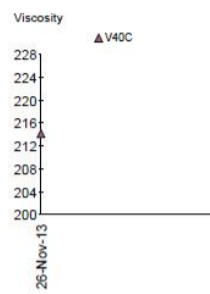
53230

Description : H3 vaihde ennen sahaa
Component : Gear Drive
Manufacturer : *
Model : *
Registered Lubricant : MOBILGEAR 600 XP 320

Alert

Lausunto on kokonaisuudessaan seuraavalla sivulla.

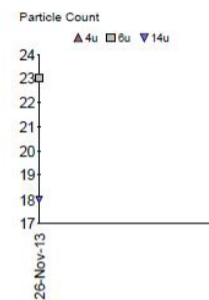
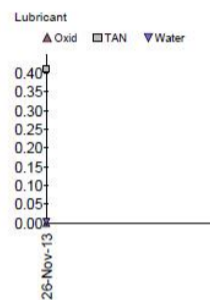
Sample Data	
Sample ID	3330235129
Date Sampled	26-Nov-2013
Date Reported	28-Nov-2013
Brand	MOBIL
Lubricant Tested	600 XP 320
Equip.	
Oil	
Resv. Temp	
Make-Up	
Oil Changed	
Filter Changed	



Sample Data	
Sample ID	3330235129
Date Sampled	26-Nov-2013

Wear Elements - ppm (mg/kg)	
Al (Aluminum)	0
Cr (Chromium)	0
Cu (Copper)	0
Fe (Iron)	0
Mo (Molybdenum)	0
Ni (Nickel)	0
Pb (Lead)	0
Sn (Tin)	0

Lubricant Data	
Contamination	Normal
Equipment Rating	Normal
Oil Rating	*Alert
Visc@40C (cst)	214.2
ISO Code (40/14)	2323/18
Particle Count > 4µ	37295
Particle Count > 6µ	40378
Particle Count > 14µ	1949
Oxidation (Ablom)	0
PO Index	1
TAN (mg KOH/g)	0.41
Water (Vol%)	0.004
Appearance	Clear



Contaminant Elements - ppm (mg/kg)	
B (Boron)	8
K (Potassium)	0
Na (Sodium)	0
Si (Silicon)	0

Additive Elements - ppm (mg/kg)	
Ba (Barium)	0
Ca (Calcium)	0
Mg (Magnesium)	0
P (Phosphorus)	298
Zn (Zinc)	2

Results and comments of this analysis are advisory only; the validity of the data may be impaired by a non-representative sample or incorrect data. This analysis is provided for the confidential information of the party submitting it. Any use by any other person is prohibited. © Copyright 2003 Exxon Mobil Corporation. Exxon, Esso, Mobil, ExxonMobil and Signum are trademarks of ExxonMobil Corporation or one of its subsidiaries. Marketing Affiliate - ExxonMobil Lubricants & Specialties.

Normal + Caution * Alert



SIGNUM
OIL ANALYSIS

Account Number : 207201
Account Name : Ruukki Metals Oy Hämeenlinna
Facility : Putkitehdas
Date : 28-Nov-2013
Signum Number : 40378838

53230

Description : H3 vaihde ennen sahaa
Component : Gear Drive
Manufacturer : *
Model : *
Registered Lubricant : MOBILGEAR 600 XP 320

Alert

TOIMENPITEITÄ VAADITAAN; ÖLJYN VISKOSITEETTI MATALA: Määritä matalan viskositeetin syy ja ryhdy korjaaviin toimenpiteisiin. - Matala viskositeetti saattaa heikentää voitelun antamaa suojaa. - Mahdollisia matalan viskositeetin syitä ovat: 1. ensitäyttö tai laimentaminen ohuemmalla öljyllä, 2. polttoaineen tai luottoimen aiheuttama laimentuminen, 3. väärin merkity näyte lähetetty analysoitavaksi.

TOIMENPITEITÄ VAADITAAN; ÖLJY TAI KÄYTTÖOLOSUHTEET EPÄTYDYTTÄVIÄ: Jotkut testitulokset ylittävät kontrollirajat. - Ota uusi näyte varmistaaksesi öljyn kunto. - Jos kunto on varmistettu, suorita korjaavat toimenpiteet.

Results and comments of this analysis are advisory only; the validity of the data may be impaired by a non-representative sample or incorrect data. This analysis is provided for the confidential information of the party submitting it. Any use by any other person is prohibited. © Copyright 2003 Exxon Mobil Corporation. Exxon, Esso, Mobil, ExxonMobil and Signum are trademarks of ExxonMobil Corporation or one of its subsidiaries. Marketing Affiliate - ExxonMobil Lubricants & Specialties.

Normal + Caution * Alert



SIGNUM
OIL ANALYSIS

Account Number : 207201
Account Name : Ruukki Metals Oy Hämeenlinna
Facility : Putkitechdas
Date : 28-Nov-2013
Signum Number : 40378835

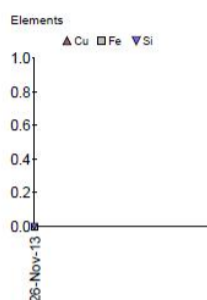
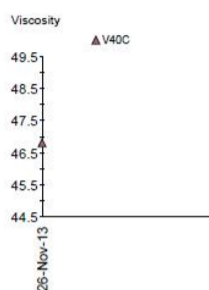
53512

Description : H3 niputus hydraulikka
Component : Hydraulic
Manufacturer : *
Model : *
Registered Lubricant : MOBIL DTE 25

Normal

Lausunto on kokonaisuudessaan seuraavalla sivulla.

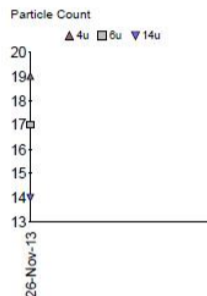
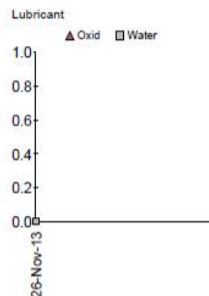
Sample Data	
Sample ID	3330812112
Date Sampled	26-Nov-2013
Date Reported	28-Nov-2013
Brand	MOBIL
Lubricant Tested	DTE 25
Equip.	
Oil	
Resv. Temp	
Make-Up	
Oil Changed	
Filter Changed	



Sample Data	
Sample ID	3330812112
Date Sampled	26-Nov-2013

Wear Elements - ppm (mg/kg)	
Al (Aluminum)	0
Cr (Chromium)	0
Cu (Copper)	0
Fe (Iron)	0
Mo (Molybdenum)	0
Ni (Nickel)	0
Pb (Lead)	0
Sn (Tin)	0

Lubricant Data	
Contamination	Normal
Equipment Rating	Normal
Oil Rating	Normal
Visco@40C (cst)	46.8
ISO Code (4/0/14)	19/17/14
Particle Count > 4µ	3241
Particle Count > 6µ	774
Particle Count > 14µ	116
Oxidation (Abicm)	0
PQ Index	1
Water (Vol%)	<0.003
Appearance	Clear



Contaminant Elements - ppm (mg/kg)	
B (Boron)	0
K (Potassium)	0
Na (Sodium)	0
Si (Silicon)	0

Additive Elements - ppm (mg/kg)	
Ba (Barium)	0
Ca (Calcium)	1
Mg (Magnesium)	6
P (Phosphorus)	164
Zn (Zinc)	2

Results and comments of this analysis are advisory only; the validity of the data may be impaired by a non-representative sample or incorrect data. This analysis is provided for the confidential information of the party submitting it. Any use by any other person is prohibited. © Copyright 2003 Exxon Mobil Corporation. Exxon, Esso, Mobil, ExxonMobil and Signum are trademarks of ExxonMobil Corporation or one of its subsidiaries. Marketing Affiliate - ExxonMobil Lubricants & Specialties.

Normal + Caution Alert



SIGNUM
OIL ANALYSIS

Account Number : 207201
Account Name : Ruukki Metals Oy Hämeenlinna
Facility : Putkitechdas
Date : 28-Nov-2013
Signum Number : 40378835

53512

Description : H3 niputus hydraulikka
Component : Hydraulic
Manufacturer : *
Model : *
Registered Lubricant : MOBIL DTE 25

Normal

Öljy tai moottori ei edellytä toimenpiteitä. - Tulokset ovat hyväksyttävissä rajoissa. - Tarkista progressiiviset muutokset ja seuraa tuloksia muuttuvien trendien varalta. - Ota uusi näyte seuraavana tarkastusvälinä.

Results and comments of this analysis are advisory only; the validity of the data may be impaired by a non-representative sample or incorrect data. This analysis is provided for the confidential information of the party submitting it. Any use by any other person is prohibited. © Copyright 2003 Exxon Mobil Corporation. Exxon, Esso, Mobil, ExxonMobil and Signum are trademarks of ExxonMobil Corporation or one of its subsidiaries. Marketing Affiliate - ExxonMobil Lubricants & Specialties.

Normal + Caution Alert



SIGNUM
OIL ANALYSIS

Account Number : 207201
Account Name : Ruukki Metals Oy Hämeenlinna
Facility : Putkitechdas
Date : 28-Nov-2013
Signum Number : 40378831

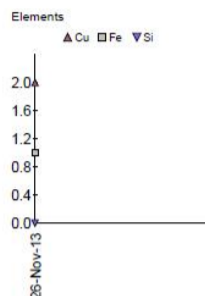
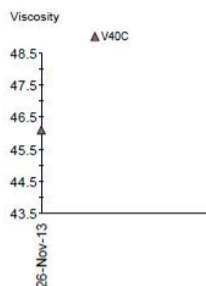
51511

Description : H1 alkupää hydraulikka
Component : Hydraulic
Manufacturer : *
Model : *
Registered Lubricant : MOBIL DTE 25

Normal

Lausunto on kokonaisuudessaan seuraavalla sivulla.

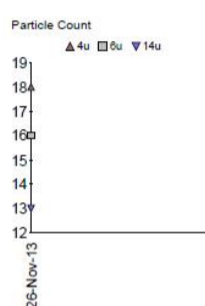
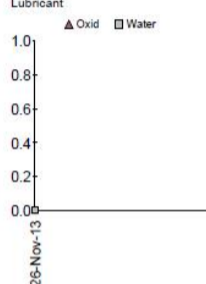
Sample Data	
Sample ID	3330812126
Date Sampled	26-Nov-2013
Date Reported	28-Nov-2013
Brand	MOBIL
Lubricant Tested	DTE 25
Equip.	
Oil	
Resv. Temp	
Make-Up	
Oil Changed	
Filter Changed	



Sample Data	
Sample ID	3330812126
Date Sampled	26-Nov-2013

Wear Elements - ppm (mg/kg)	
Al (Aluminum)	0
Cr (Chromium)	0
Cu (Copper)	2
Fe (Iron)	1
Mo (Molybdenum)	0
Ni (Nickel)	0
Pb (Lead)	0
Sn (Tin)	0

Lubricant Data	
Contamination	Normal
Equipment Rating	Normal
Oil Rating	Normal
Visco@40C (cst)	46.1
ISO Code (4/0/14)	18/16/13
Particle Count > 4µ	1550
Particle Count > 5µ	407
Particle Count > 14µ	61
Oxidation (Ab/cm)	0
PQ Index	3
Water (Vol%)	<0.003
Appearance	Clear



Contaminant Elements - ppm (mg/kg)	
B (Barium)	0
K (Potassium)	0
Na (Sodium)	2
Si (Silicon)	0

Additive Elements - ppm (mg/kg)	
Ba (Barium)	0
Ca (Calcium)	6
Mg (Magnesium)	13
P (Phosphorus)	177
Zn (Zinc)	56

Results and comments of this analysis are advisory only; the validity of the data may be impaired by a non-representative sample or incorrect data. This analysis is provided for the confidential information of the party submitting it. Any use by any other person is prohibited. © Copyright 2003 Exxon Mobil Corporation. Exxon, Esso, Mobil, ExxonMobil and Signum are trademarks of ExxonMobil Corporation or one of its subsidiaries. Marketing Affiliate - ExxonMobil Lubricants & Specialties.

Normal + **Caution** **Alert**



SIGNUM
OIL ANALYSIS

Account Number : 207201
Account Name : Ruukki Metals Oy Hämeenlinna
Facility : Putkitechdas
Date : 28-Nov-2013
Signum Number : 40378831

51511

Description : H1 alkupää hydraulikka
Component : Hydraulic
Manufacturer : *
Model : *
Registered Lubricant : MOBIL DTE 25

Normal

Oily tai moottori ei edellytä toimenpiteitä. - Tulokset ovat hyväksyttävissä rajoissa. - Tarkista progressiiviset muutokset ja seuraa tuloksia muuttuvien trendien varalta. - Ota uusi näyte seuraavana tarkastusvälinä.

Normal + **Caution** **Alert**

Results and comments of this analysis are advisory only; the validity of the data may be impaired by a non-representative sample or incorrect data. This analysis is provided for the confidential information of the party submitting it. Any use by any other person is prohibited. © Copyright 2003 Exxon Mobil Corporation. Exxon, Esso, Mobil, ExxonMobil and Signum are trademarks of ExxonMobil Corporation or one of its subsidiaries. Marketing Affiliate - ExxonMobil Lubricants & Specialties.



SIGNUM
OIL ANALYSIS

Account Number : 207201
Account Name : Ruukki Metals Oy Hämeenlinna
Facility : Putkitehdas
Date : 28-Nov-2013
Signum Number : 40378833

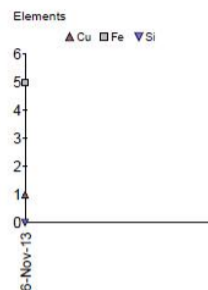
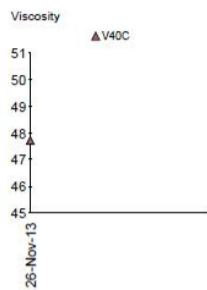
51513

Description : H1 saha hydraulikka
Component : Hydraulic
Manufacturer : *
Model : *
Registered Lubricant : MOBIL DTE 25

Alert

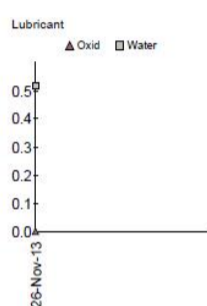
Lausunto on kokonaisuudessaan seuraavalla sivulla.

Sample Data	
Sample ID	3330812127
Date Sampled	26-Nov-2013
Date Reported	28-Nov-2013
Brand	MOBIL
Lubricant Tested	DTE 25
Equip.	
Oil	
Resv. Temp	
Make-Up	
Oil Changed	
Filter Changed	



Sample Data	
Sample ID	3330812127
Date Sampled	26-Nov-2013
Wear Elements - ppm (mg/kg)	
Al (Aluminum)	0
Cr (Chromium)	0
Cu (Copper)	1
Fe (Iron)	5
Mo (Molybdenum)	0
Ni (Nickel)	0
Pb (Lead)	1
Sn (Tin)	0

Lubricant Data	
Contamination	Normal
Equipment Rating	Normal
Oil Rating	+Caution
Visc@40C (cst)	47.7
ISO Code (40/14)	+
Particle Count > 4µ	+
Oxidation (Ab/cm)	0
PQ Index	11
Water (Vol%)	0.51E
Appearance	+Emulsified



Contaminant Elements - ppm (mg/kg)	
B (Boron)	1
K (Potassium)	0
Na (Sodium)	2
Si (Silicon)	0

Additive Elements - ppm (mg/kg)	
Ba (Barium)	0
Ca (Calcium)	5
Mg (Magnesium)	6
P (Phosphorus)	172
Zn (Zinc)	76

Results and comments of this analysis are advisory only; the validity of the data may be impaired by a non-representative sample or incorrect data. This analysis is provided for the confidential information of the party submitting it. Any use by any other person is prohibited. © Copyright 2003 Exxon Mobil Corporation. Exxon, Esso, Mobil, ExxonMobil and Signum are trademarks of ExxonMobil Corporation or one of its subsidiaries. Marketing Affiliate - ExxonMobil Lubricants & Specialties.

Normal + Caution Alert



SIGNUM
OIL ANALYSIS

Account Number : 207201
Account Name : Ruukki Metals Oy Hämeenlinna
Facility : Putkitehdas
Date : 28-Nov-2013
Signum Number : 40378833

51513

Description : H1 saha hydraulikka
Component : Hydraulic
Manufacturer : *
Model : *
Registered Lubricant : MOBIL DTE 25

Alert

TOIMENPITEITÄ VAADITAAN; ÖLJY TAI KÄYTTÖOLOSUHTEET EPÄTYDYTTÄVIÄ: Jotkut testitulokset ylittävät kontrollirajat. - Ota uusi näyte varmistaaksesi öljyn kunto. - Jos kunto on varmistettu, suorita korjaavat toimenpiteet.

TOIMENPITEITÄ VAADITAAN; LIIKAA VETTÄ: Selvitä veden lähde. - Poista vesi öljystä tai vaihda öljy. - Mahdollisia syyt ovat: 1. vuotavat tiivisteet, 2. alhaisesta käyttölämpötilasta johtuva kondensoituminen tai pidentynyt seisokki, 3. ulkoinen vuoto, 4. tarkista öljynjäähdyttimen kunto. - Ota uusi näyte varmistaaksesi, että ongelma on korjattu.

CAUTION - OIL SAMPLE IS EMULSIFIED. Oil emulsifies by severe mixing of the oil with water and does not separate in two layers by resting. Locate and eliminate the source of the water ingress. Change the oil charge.

TOIMENPITEITÄ VAADITAAN; LIIKAA VETTÄ. Näyte sisälsi liikaa vettä, minkä vuoksi yhtä tai useampaa testiä ei voitu suorittaa. Varmista, että tästä järjestelmästä otetussa uudessa näytteessä ei ole näkyvää vettä, muuten tulostuu vain tämä sama kommentti. Harkitse seuraavia toimenpiteitä: 1. Varmista että näyte edustaa koko järjestelmää. 2. Mikäli järjestelmä on mittavan suuri, voidaan öljy puhdistaa purifikaattorin avulla - ota yhteys ExxonMobil edustajaan. 3. Järjestelmää pitäisi tarkastaa mahdollisten putki-, venttiili-, lämmönvaihdin-, huotusaukko-yms. vuotojen osalta. 4. Kun kaikki mahdollisuudet vesivuotoihin on poistettu ja kun öljystä on poistettu vesi, uusi näyte tulisi lähettää analysoitavaksi.

Results and comments of this analysis are advisory only; the validity of the data may be impaired by a non-representative sample or incorrect data. This analysis is provided for the confidential information of the party submitting it. Any use by any other person is prohibited. © Copyright 2003 Exxon Mobil Corporation. Exxon, Esso, Mobil, ExxonMobil and Signum are trademarks of ExxonMobil Corporation or one of its subsidiaries. Marketing Affiliate - ExxonMobil Lubricants & Specialties.

Normal + Caution Alert



SIGNUM
OIL ANALYSIS

Account Number : 207201
Account Name : Ruukki Metals Oy Hämeenlinna
Facility : Putkitechdas
Date : 28-Nov-2013
Signum Number : 40378832

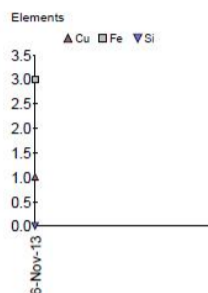
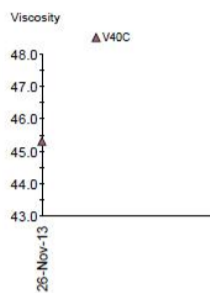
54611

Normal

Description : H4 alkupää hydraulikka
Component : Hydraulic
Manufacturer : *
Model : *
Registered Lubricant : MOBIL DTE 25

Lausunto on kokonaisuudessaan seuraavalla sivulla.

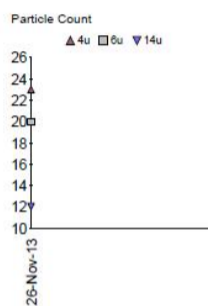
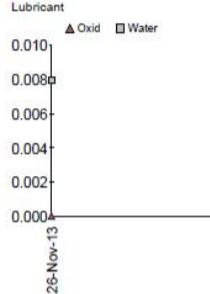
Sample Data	
Sample ID	3330812128
Date Sampled	26-Nov-2013
Date Reported	28-Nov-2013
Brand	MOBIL
Lubricant Tested	DTE 25
Equip.	
Oil	
Resv. Temp	
Make-Up	
Oil Changed	
Filter Changed	



Sample Data	
Sample ID	3330812128
Date Sampled	26-Nov-2013

Wear Elements - ppm (mg/kg)	
Al (Aluminum)	0
Cr (Chromium)	0
Cu (Copper)	1
Fe (Iron)	3
Mo (Molybdenum)	0
Ni (Nickel)	0
Pb (Lead)	0
Sn (Tin)	0

Lubricant Data	
Contamination	Normal
Equipment Rating	Normal
Oil Rating	Normal
Visco@40C (cst)	45.3
ISO Code (4/0/14)	23/20/12
Particle Count > 4µ	62700
Particle Count > 6µ	7033
Particle Count > 14µ	23
Oxidation (Ab/cm)	0
PQ Index	2
Water (Vol%)	0.008
Appearance	Clear



Contaminant Elements - ppm (mg/kg)	
B (Boron)	0
K (Potassium)	0
Na (Sodium)	0
Si (Silicon)	0

Additive Elements - ppm (mg/kg)	
Ba (Barium)	0
Ca (Calcium)	77
Mg (Magnesium)	0
P (Phosphorus)	376
Zn (Zinc)	455

Results and comments of this analysis are advisory only; the validity of the data may be impaired by a non-representative sample or incorrect data. This analysis is provided for the confidential information of the party submitting it. Any use by any other person is prohibited. © Copyright 2003 Exxon Mobil Corporation. Exxon, Esso, Mobil, ExxonMobil and Signum are trademarks of ExxonMobil Corporation or one of its subsidiaries. Marketing Affiliate - ExxonMobil Lubricants & Specialties.

Normal + Caution * Alert



SIGNUM
OIL ANALYSIS

Account Number : 207201
Account Name : Ruukki Metals Oy Hämeenlinna
Facility : Putkitechdas
Date : 28-Nov-2013
Signum Number : 40378832

54611

Normal

Description : H4 alkupää hydraulikka
Component : Hydraulic
Manufacturer : *
Model : *
Registered Lubricant : MOBIL DTE 25

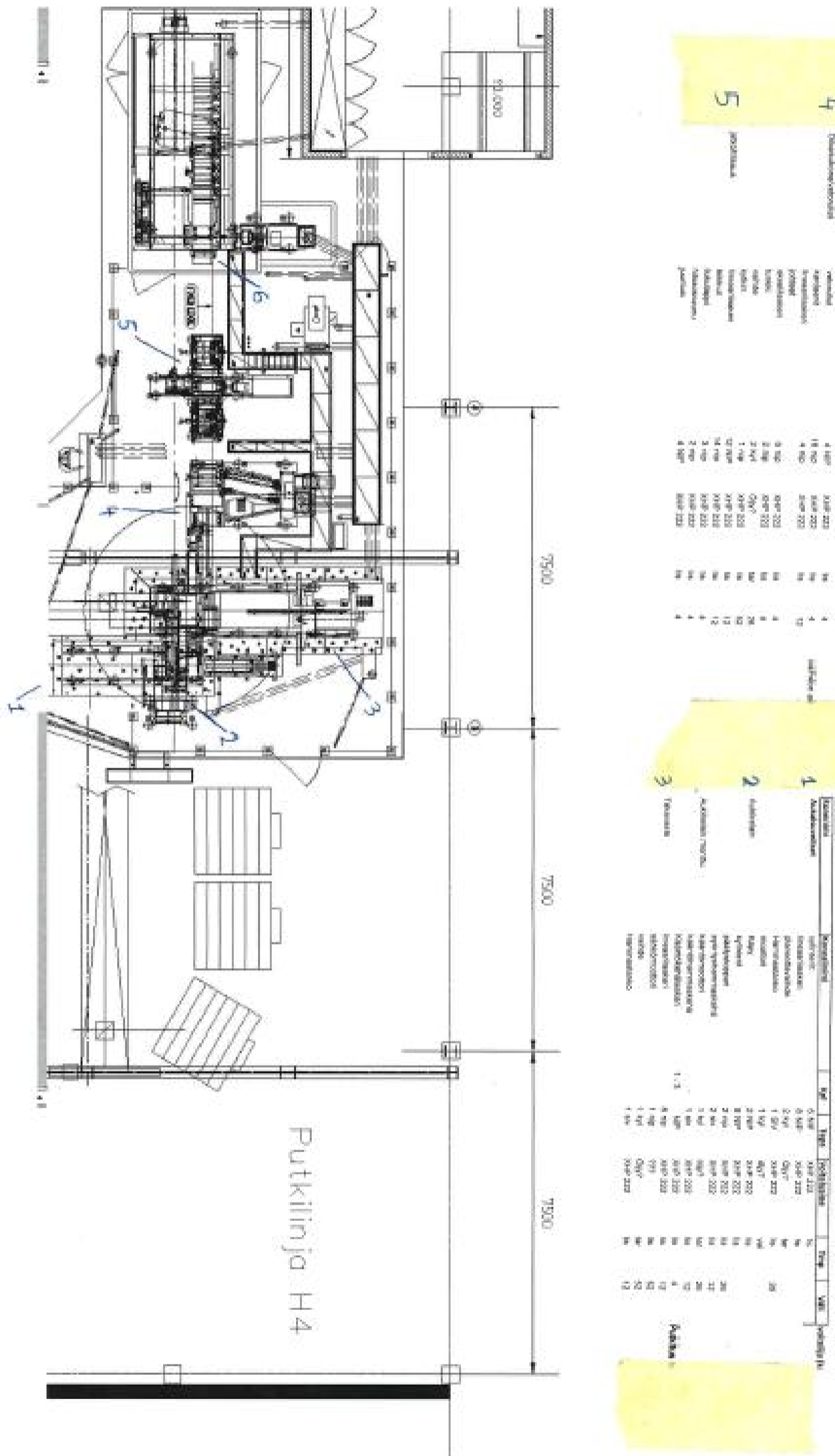
Öljy tai moottori ei edellytä toimenpiteitä. - Tulokset ovat hyväksyttävissä rajoissa. - Tarkista progressiiviset muutokset ja seuraa tuloksia muuttuvien trendien varalta. - Ota uusi näyte seuraavana tarkastusvälinä.

Results and comments of this analysis are advisory only; the validity of the data may be impaired by a non-representative sample or incorrect data. This analysis is provided for the confidential information of the party submitting it. Any use by any other person is prohibited. © Copyright 2003 Exxon Mobil Corporation. Exxon, Esso, Mobil, ExxonMobil and Signum are trademarks of ExxonMobil Corporation or one of its subsidiaries. Marketing Affiliate - ExxonMobil Lubricants & Specialties.

Normal + Caution * Alert

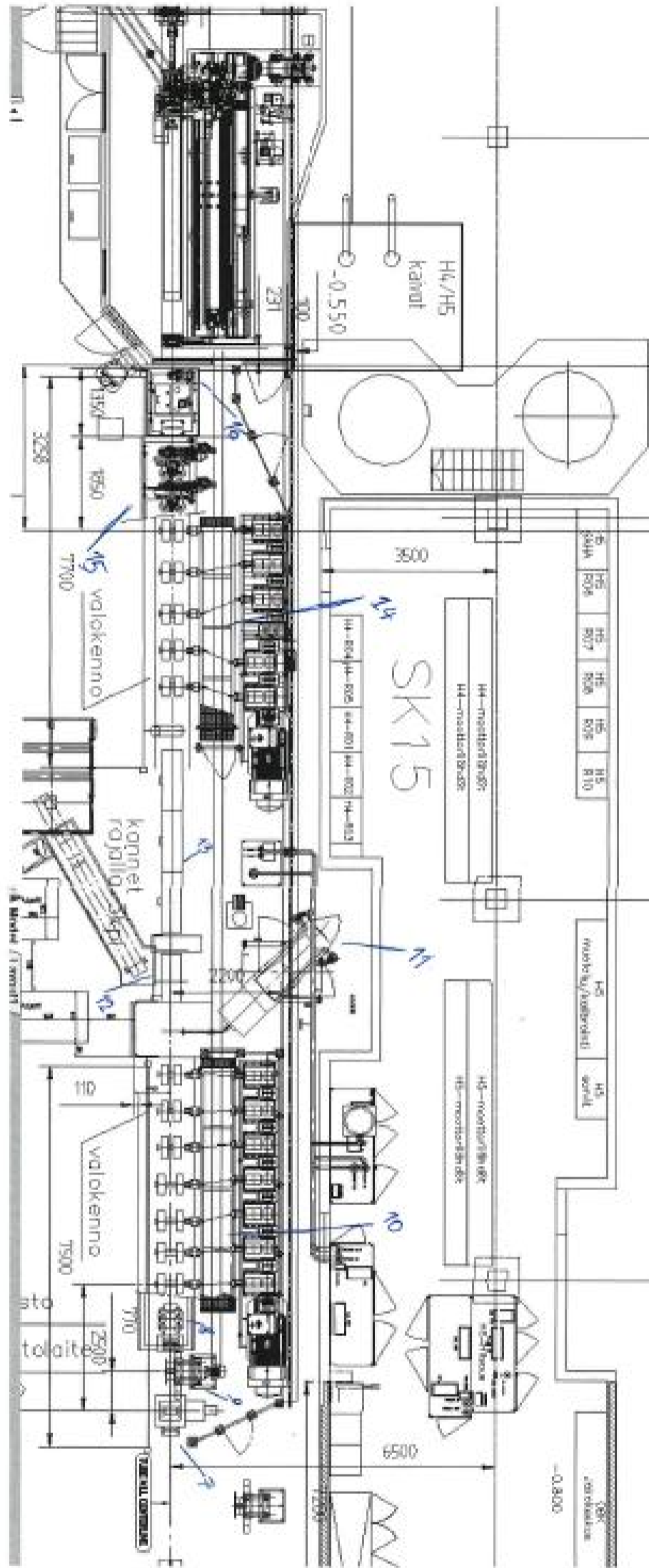


H4:n lay-out, voitelupisteet numeroituna



Yht: 121

Putkiin ja H4



14	15	16
14	15	16

14
15
16

14
15
16

14
15
16

14
15
16

14
15
16

14
15
16

14
15
16

14
15
16

14
15
16

14
15
16

Yht: 118

14	15	16
14	15	16

H4:n voiteluhuolto-ohjelma

Voiteluhuolto-ohjelma				Yhtiö: Ruukki Osasto: Putkitehdas						Linja: H4		TOIMENPIDE		
Voitelija:				RN								TOIMENPIDE		
				Toimenpideväli								TAR=TARKASTUS	LIS=LISAYS	VAI=VAIHTO
Kone nro	LAITE	Kone ja Voitelukohde	luku-määrä	voitelu-tapa	1PV	2VK	4VK	12VK	26VK	1VU	2VU	voiteluaine	Määrä	Huom.
1		Aukaisuveitset												.
1	Aukaisuveitset	lineaari-laakeri	8	NIP			lis					XHP 222		.
1	Aukaisuveitset	planeettavaihde	2	kyl					tar			Ölly?		.
1	Aukaisuveitset	Hammastanko	1	SIV					lis			XHP 222		.
1	Aukaisuveitset	moottori	1	kyl						vai		Ölly?		.
2	Aukikelain	Käpy	2	NIP			lis					XHP 222		.
2	Aukikelain	sylinterit	8	NIP			lis					XHP 222		.
2	Aukikelain	päätystoppari	2	nip					lis			XHP 222		.
2	Aukikelain	pyörityshammaskahe	2	siv				lis				XHP 222		.
2	Aukikelain monttu	kääntömoottori	1	kyl					tar			Ölly?		.
2	Aukikelain monttu	kääntöhammaskehä	1	siv				lis				XHP 222		.
2	Aukikelain monttu	Kääntökehälaakeri	2	PAT						lis		SKF LAGD 125/WA2	125 ml	.
2	Takavaste	lineaari-laakeri	8	nip				vai				XHP 222		.
2	Takavaste	sähkömoottori	1	nip						lis		???		.
2	Takavaste	vaihde	1	kyl						tar		Ölly?		.
2	Takavaste	Hammastanko	1	siv				lis				XHP 222		.
3	Oikaisukone/vevorulla	vetorullat	4	NIP			lis					XHP 222		.
3	Oikaisukone/vevorulla	kardaanit	18	nip			lis					XHP 222		vaihdon aikana!
3	Oikaisukone/vevorulla	lineaari-laakeri	4	nip				lis				XHP 222		.
3	Oikaisukone/vevorulla	johteet	0	0								XHP 223		.
3	Oikaisukone/vevorulla	akseli-laakeri	6	nip			lis					XHP 222		.
3	Oikaisukone/vevorulla	tunkki	2	nip			lis					XHP 222		.
3	Oikaisukone/vevorulla	vaihde	2	kyl					tar			Ölly?		.
3	Oikaisukone/vevorulla	kytkin	1	nip						lis		XHP 222		.
4	jatkohitsaus	lineaari-laakeri	12	NIP				lis				XHP 222		.
4	jatkohitsaus	leikkuri	14	nip				lis				XHP 222		.
4	jatkohitsaus	liukutappi	3	nip			lis					XHP 222		.
4	jatkohitsaus	hitsausvaunu	2	nip			lis					XHP 222		.
5	Nauhavaraaja	Etuliukupinnat	26	Patruuna						vai		SKF LAGD 125/WA2	125 ml	.
5	Nauhavaraaja	takapuoli	0	0								0		.
5	Nauhavaraaja	juurituki	4	NIP			lis					XHP 222		.
6	vetorulla	vetorullat	4	nip			lis					XHP 222		.
7	vetorulla loopin jälke	vetorullat	14	nip			lis					XHP 222		.
8	lautasrullasto	johteet	4	NIP			lis					XHP 222		.
9	oikaisukone		0	16	nip		lis					XHP 222		.
10	muotoilu	kardaanit	28	NIP				lis				XHP 222		.
10	muotoilu	kytkin	7	NIP						lis		XHP 222		.
11	hf-hitsaus takaosa	lineaari-laakeri	4	NIP					lis			XHP 222		.
12	Hitsauspukki	Prog. jakaja	1	NIP			lis					XHP 222	30 g	30g/100h
13	vesiallas	johteet	2	nip						lis		XHP 222		.
14	kalibrointi	kardaanit	20	NIP				lis				XHP 222		vaihdon aikana!
14	kalibrointi	kytkin	6	NIP						lis		XHP 222		.
15	turkkilaiset	tunkki	4	nip				lis				XHP 222		.
15	turkkilaiset	hammasruuvi/kehä	2	siv			lis					XHP 222		.
15	turkkilaiset	sivusiirto	8	NIP			lis					XHP 222		.
16	tukirulla	tukirullat	3	NIP			lis					XHP 222		.
17	kuljetinalue	heitturinlaakeri	10	NIP				lis				XHP 222		.
17	kuljetinalue	tasaajarulla	12	NIP			lis					XHP 222		.
17	kuljetinalue	paikinkääntäjä	6	NIP				lis				XHP 222		.
17	kuljetinalue	sivusiirtoketju	12	nip				lis				XHP 222		.
17	kuljetinalue	ylempi sivusiirtoketju	6	nip				lis				XHP 222		.
18	kuljetinalue	veitset	12	nip				lis				XHP 222		.
18	kuljetinalue	jigi	6	nip				lis				XHP 222		.
18	kuljetinalue	sivutuet	5	nip				lis				XHP 222		.
18	kuljetinalue	sivutuet akseli	6	NIP				lis				XHP 222		.
18	kuljetinalue	veitsen nostoakseli	6	NIP				lis				XHP 222		.
18	kuljetinalue	jigien nostoakseli	11	NIP				lis				XHP 222		.
19	kuljetinalue	nippuvaunu hammastar	6	nip				lis				XHP 222		.
19	kuljetinalue	nippuvaunu hammastar	3	siv				lis				XHP 222		.
19	kuljetinalue	nippuvaunu	45	nip				lis				XHP 222		.
19	kuljetinalue	nippuvaunu ketju	9	siv				lis				Ölly?		.
20	kuljetinalue	näytesaha	1	NIP						lis		XHP 222		.
20	kuljetinalue	näytesaha öljyvoiteluko	1	kyl						tar		Ölly?		.
20	kuljetinalue	tasaaja	3	NIP				lis				XHP 222		.
21	vanteutin	nippuet	6	NIP				lis				XHP 222		.
21	vanteutin	hammastanko	2	nip				lis				XHP 222		.
21	vanteutin	Hammastanko	2	siv				lis				XHP 222		.
21	vanteutin	sylinterit	2	NIP				lis				XHP 222		.
21	vanteutin	ketjut	2	SIV				lis				Ölly?		.
22	LOPPUPÄÄ	noutotaso	12	NIP				lis				XHP 222		.
22	LOPPUPÄÄ	sivusiirtoketjut	18	nip			lis					XHP 222		.
23	LOPPUPÄÄ	sivusiirtoketjut	12	siv				lis				Ölly?		.
24	LOPPUPÄÄ	kippi	4	NIP				lis				XHP 222		.
24	LOPPUPÄÄ	sylinterit	2	NIP				lis				XHP 222		.
25	LOPPUPÄÄ	nippukuljetin ketjut	0	siv					lis			Ölly?		.
25	LOPPUPÄÄ	päätystoppari	2	NIP				lis				XHP 222		.

SKF System 24 -esite

SKF SYSTEM 24 LAGD Series

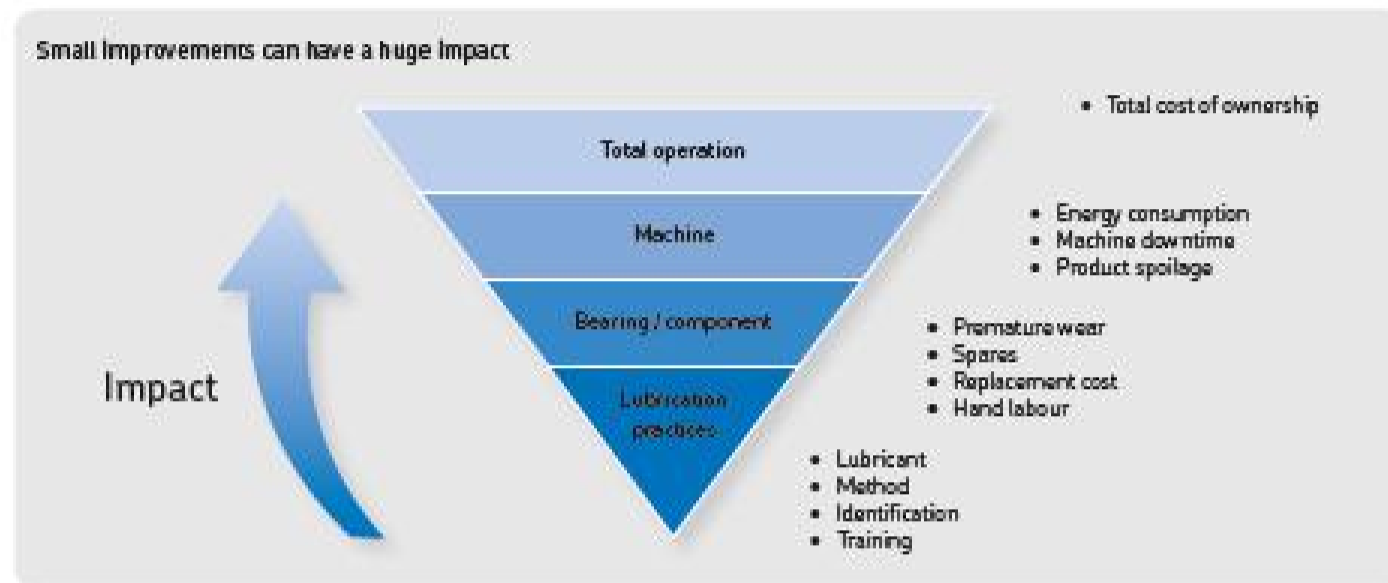


Gas driven single point
automatic lubricators



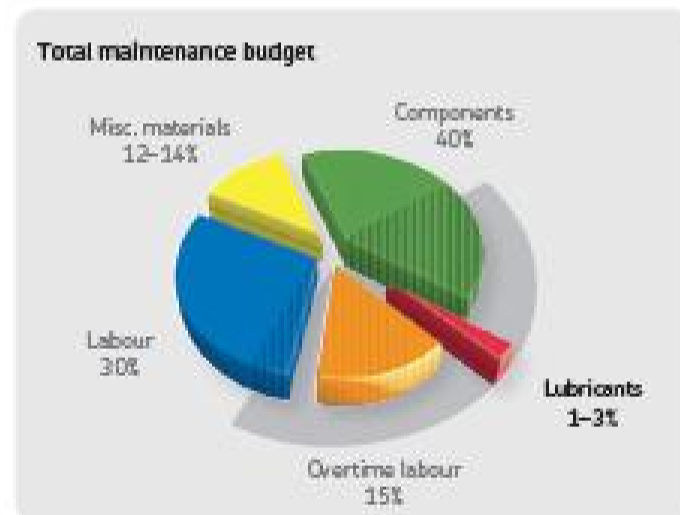
The importance of lubrication

The impact of lubrication on the total cost of ownership is often underestimated.

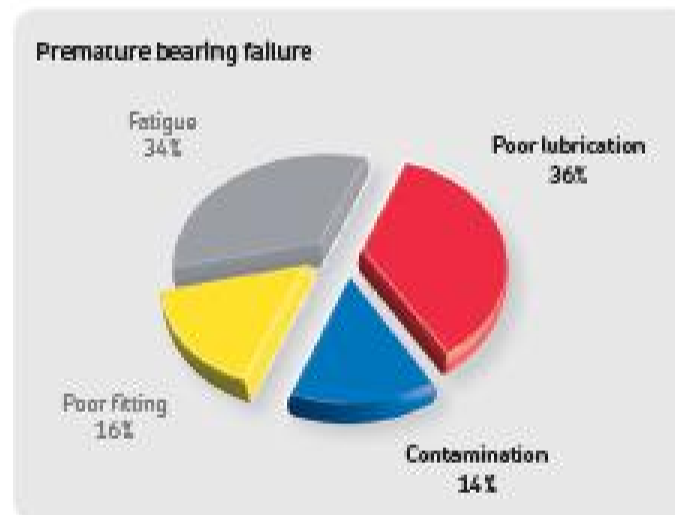


Consider the costs related to:

- Lubricant application: labour, lubricant waste, environmental impact and even accidents due to over-lubrication and spillage.
- Energy consumption due to over- or under-lubrication.
- Downtime, overtime, installation cost and spare parts due to premature failures.
- Finished product spoiled due to contamination with lubricant.



The reason for such an oversight may be the limited impact that lubricant purchases normally have on the total maintenance budget. On average, lubricant purchases amount to a mere 3%. Circa 40% of the total maintenance cost, however, is influenced by lubrication activities: In addition to the lubricant costs, half of the acquired components require relubrication (20%); overtime labour is mostly a result of machine failures typically caused by inadequate lubrication (15%); and about 5% of labour costs can be attributed to lubrication activities (1.5%).



The influence of lubrication activities on machine reliability is even larger than that though. It is generally accepted that up to 50% of premature bearing failures are due to either incorrect lubrication practices or contamination. This is closely related to the type of lubricant and the manner in which it is used.

Benefits of automatic lubricators

Improve cleanliness, accuracy, safety and reliability

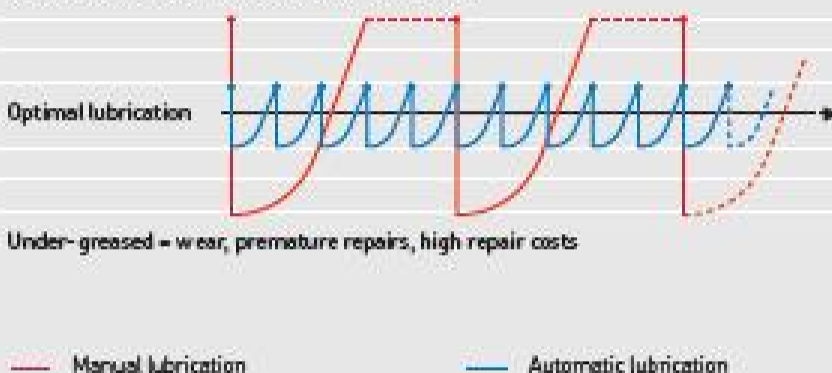
- **Improved performance:** Unlike manual lubrication, a continuous and accurate supply of small quantities of fresh and clean lubricant prevents overheating, waste and seal damage due to over-lubrication and excessive wear due to under-lubrication. Moreover, a continuous supply prevents the ingress of contaminants.
- **Reliability:** Compared to manual lubrication, automatic lubricators minimise risks like cross contamination, inadequate quantities or frequencies, or simply overlooking a lubrication point.
- **Labour saving:** Human resources can be dedicated to more value-added activities like oil analysis or contamination control.
- **Safety:** Some relubrication tasks can imply safety risks, or a machine has to be stopped to be lubricated. Likewise, preventing over-lubrication keeps the application clean and tidy thereby minimising the risk of accidents.
- **Environmental:** Optimising lubricant consumption also minimises the impact on the environment.
- **Total Cost Of Ownership:** After considering all the previously described benefits, it is clear what a large impact automatic lubrication can have on the TCO. Biggest savings are normally related to reducing downtime, machine repair costs, labour and lubricant consumption.

Reduce the risks of failure

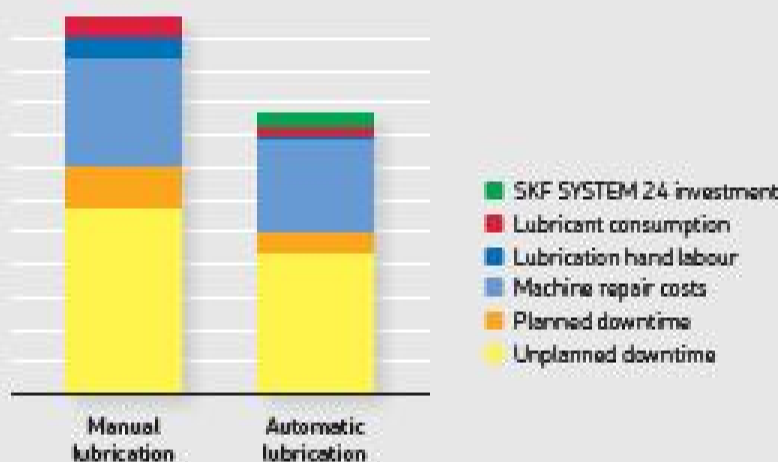
- Over-greased = overheating, waste and pollution

- Optimal lubrication

- Under-greased = wear, premature repairs, high repair costs



Save costs with SKF SYSTEM 24



What automatic lubrication can do for you



- Optimisation of:**
- Machine performance
 - Quantities and frequencies
 - Accuracy
 - Safety
 - Time consumption

- Minimisation of:**
- Lubricant consumption
 - Spillage
 - Contamination risk
 - Human errors
 - Failures



SKF SYSTEM 24



The SKF SYSTEM 24 LAGD consists of a transparent container filled with a specified lubricant and a cartridge containing an electrochemical gas cell. Once activated, the internal batteries are electrically connected and gas production can begin building up the pressure until the piston moves, pushing the lubricant into the application. The gas production rate is proportional to the electrical current. Therefore, each position of the dial is designed to allow a given current flow, thus adjusting the dispensing period between 1 and 12 months.

The most valuable part of the lubricator is the lubricant inside. It has to suit both your application and the dispensing device. Therefore, all the SKF lubricants in the standard range have been carefully tested to provide a seamless performance of the lubricator. Custom filling with additional lubricants can be supplied upon request.

Select the most suitable lubricant for your application through the online tool: SKF LubeSelect for SKF Greases. Define the right dispensing time for your SKF SYSTEM 24 through the online tool: SKF DialSet.

Main features

- Toolless set up
- Stoppable
- Detailed information on the label minimises risks of improper installation
- Designed and tested for the toughest real working conditions IP 68 – Dust tight and water-proof ATEX approved for zone 0
- Optimum dial readability
- Detachable batteries for an environmentally friendly disposal
- Specially designed top ring for an optimum grip
- Transparent container facilitates inspection tasks

Technical data

Designation	LAGD 60 and LAGD 125
Grease capacity	
– LAGD 60	60 ml (2 US fl. oz)
– LAGD 125	125 ml (4.2 US fl. oz)
Nominal emptying time	Adjustable; 1–12 months
Ambient temperature range	
– LAGD 60/.. and LAGD 125/..	–20 to +60 °C (–5 to +140 °F)
Maximum operating pressure	5 bar (75 psi) (at start-up)
Drive mechanism	Gas cell producing inert gas
Connection thread	R ¹ / ₄
Maximum lead line length with:	
– grease	300 mm (11.8 in.)
– oil	1 500 mm (59.1 in.)

Intrinsically safe approval	II 1 G Ex Ia IIC T6 Ga II 1 D Ex Ia IIC T85°C Da I M1 Ex Ia I Ma
EType Examination Certificate	Kema 07ATEX 0132 X
Protection class	IP 68
Recommended storage temperature	20 °C (70 °F)
Storage life of lubricator	2 years
Weight	LAGD 125 approx 200 g (7.1 oz) LAGD 60 approx 130 g (4.6 oz) Lubricant included

Note: For optimum performance, SKF SYSTEM 24 LAGD units filled with LGHP 2 should not be exposed to ambient temperatures over 40 °C (105 °F) or have a time setting longer than 6 months.

SKF lubricants available in SKF SYSTEM 24



Ordering details

Greases	Description	60 ml	125 ml	Typical applications
LGWA 2	Wide temperature extreme pressure	LAGD 60/WA2	LAGD 125/WA2	Conveyors Electric motors Pumps and fans
LGFP 2	Food compatible	LAGD 60/FP2	LAGD 125/FP2	Food processing equipment Wrapping machines Bottling machines
LGGB 2	Biodegradable, low toxicity	-	LAGD 125/GB2	Agricultural and forestry equipment Construction and earthmoving equipment Water treatment and irrigation
LGEM 2	High viscosity plus solid lubricants	LAGD 60/EM2	LAGD 125/EM2	Jaw crushers Construction machinery Vibrating machinery
LGHB 2	EP high viscosity, high temperature	LAGD 60/HB2	LAGD 125/HB2	Steel on steel plain bearings High loads and humidity Shock loads and vibration
LGHP 2	High performance polyurea	LAGD 60/HP2	LAGD 125/HP2	Electric motors Pumps Fans
LGWM 2	High load, wide temperature	-	LAGD 125/WH2	Main shaft of wind turbines Heavy duty off road or marine applications Snow exposed applications
Oils	Description	60 ml	125 ml	Typical applications
LHMT68	Medium temperature oil	LAGD 60/HMT68	LAGD 125/HMT68	Chains and guides at medium temperature
LHHT265	High temperature oil	-	LAGD 125/HHT26	Chains at high temperature Wrapping machines Bottling machines
LHFP 150	Food compatible, NSF H1 approved oil	-	LAGD 125/HFP15	Chains and guides in food plants
Empty unit	Empty unit suitable for oil filling only	-	LAGD 125/U	To be filled with oil only

Typical applications for automatic lubricators



The need to implement automatic lubricators is typically driven by:

- The optimisation of human resources
- Applications with reliability, safety or environmental implications
- Open applications where the lubricant is not retained in the application, such as chains, plain bearings, guides, etc
- Working conditions demanding frequent relubrication:
 - High Loads & High Temperature causing premature lubricant degradation
 - High Speed applications as they are extremely sensitive to over-lubrication
 - High Contamination working environments



LGWA 2

LHHT 265

LHMT 68

Automotive manufacturing

- Blowers in paint booth sections
- Chains
- Cooling towers
- Electric motors
- Pumps



LGGB 2

LGWM 2

LHMT 68

Construction

- Cranes
- Off road machinery
- Plain bearings
- Rod ends



LGFP 2

LHFP 150

Food and beverage

- Blowers
- Chains exposed to water
- Driving chains for bottle conveyors
- Electric motors
- Filling machines
- Labelling machines
- Ovens
- Palletizers
- Pumps



LGWA 2

LGHB 2

LGHP 2

Pulp and paper

- Conveyors
- Hoists
- Fans
- Pumps
- Secondary equipment
- Shaft seals (E.g. Gearboxes)



LGEM 2

LGHB 2

LGHP 2

Steel

- Hoists
- Plain bearings
- Shaft seals (E.g. Gearboxes)
- Smelters
- Furnace blowers



LGWA 2

LGGB 2

LGHP 2

Petrochemical, nuclear power plants and pharmaceutical

- Cooling towers
- Electric motors
- Fans & Blowers
- Pumps
- Plummer blocks
- Shaft seals (E.g. Gearboxes)



LGWA 2

LGGB 2

LGWM 2

Marine

- On board auxiliary equipment
- Port cranes



LGEM 2

LGHB 2

LGWM 2

Mining, mineral processing and cement

- Chains
- Conveyors
- Crushers
- Fans
- Hoists
- Loaders, trucks, shovels
- Mixers
- Packing machines
- Plain bearings & Plummer blocks
- Separators
- Shaft seals (E.g. Gearboxes)
- Vibrating screens

Cost savings examples

The following examples show how SKF SYSTEM 24 helps end-users to save money through higher reliability and uptime. Would you like to make your own savings calculation? Contact your SKF Authorised Distributor.

A corrugated packaging company had problems with bearing life on their conveyors. Improper lubrication practices were determined to be the primary cause. The bearings were being over-lubricated and the plant was using the wrong type of grease.

The SKF SYSTEM 24 LAGO Series automatic lubricators were installed on 100 bearings. Bearing life was extended, grease purchases dropped, and productivity increased.

Return on Investment (ROI) Summary over a 1-year period

Annual savings in bearing costs	€ 4 000
Annual savings in grease costs	€ 2 400
Value of increased machine uptime	€ 12 000
Value of low or product scrap	€ 6 000
Total benefits	€ 24 400
Investment in SYSTEM 24	(€ 8 000)
Total added value	€ 16 400
ROI	205%

Disclaimer: Currencies have been exchanged to Euros in order to keep consistency. Exchange rates used are the ones in place by the time of the edition of this publication. Any cost savings and revenue increases mentioned are based on results experienced by SKF customers and do not constitute a guarantee that any future results will be the same. Your particular cost savings may vary.

Case 1

Country Argentina
 Segment Mining
 Application Centrifugal slurry pump

Problem Bearing damage due to contamination through seals

Solution SKF SYSTEM 24 generates a continuous supply of lubricant through the seals, keeping contaminants out.



Benefits (12 months)	Increased production availability – less unplanned downtime	€ 34 128.00
	Increased production availability – less planned downtime	–
	Reduced work related to repairs	€ 142.20
	Reduced work related to manual lubrication	€ 2 844.00
	Reduced associated repair expenses	–
	Reduced lubricant consumption	€ 342.86
	Reduced lubricant disposal cost	€ 146.94
	Investment	(€ 1 264.55)
Total benefits (12 months)	€ 36 339.45	
Payback time (months)	0.40	

Case 2

Country Brazil
Segment Mining, mineral processing
Application Multiple lubrication points

Problem The environmental conditions require frequent relubrication. However, due to the vast amount of relubrication tasks, and the limited available personnel, these were often not accomplished on time. This situation led to bearing failures and machine downtime.

Solution Mechanical repetitive tasks like relubrication are perfect candidates for automation, freeing time of personnel. Furthermore, by implementing SKF SYSTEM 24, lubrication technicians could dedicate their time to tasks with higher added value, like predictive lubrication (oil analysis) or contamination control (filtration).



Benefits (12 months)	Increased production availability - less unplanned downtime	€ 66 000.00
	Increased production availability - less planned downtime	€ 22 000.00
	Reduced work related to repairs	€ 704.00
	Reduced work related to manual lubrication	€ 220.00
	Reduced associated repair expenses	€ 1 760.00
	Reduced lubricant consumption	€ 2 184.60
	Reduced lubricant disposal cost	€ 708.40
	Investment	(€ 2 904.00)
Total benefits (12 months)	€ 90 673.00	
Payback time (months)	0.37	

Case 3

Country Germany
Segment Material Handling
Application Recycling company - Shredder

Problem Lubrication was compromised due to the combination of high and shock loads with low temperatures. A continuous supply even at -10 °C was required.

Solution SKF SYSTEM 24 equipped with SKF LGEM 2 grease was chosen as a suitable solution to provide lubricant under such harsh conditions.








Benefits (12 months)	Increased production availability - less unplanned downtime	€ 50 000.00
	Increased production availability - less planned downtime	-
	Reduced work related to repairs	€ 30 000.00
	Reduced work related to manual lubrication	€ 5 000.00
	Reduced associated repair expenses	€ 2 000.00
	Reduced lubricant consumption	-
	Reduced lubricant disposal cost	-
	Investment	(€ 3 330.00)
Total benefits (12 months)	€ 83 670.00	
Payback time (months)	0.46	

Accessories





Connectors

	LAPR 45	Angle connection 45°		LAPN 1/4	Nipple G ¹ / ₄ – G ¹ / ₄
	LAPR 90	Angle connection 90°		LAPN 1/2	Nipple G ¹ / ₄ – G ¹ / ₂
	LAPE 35	Extension 35 mm		LAPN 1/4 UNF	Nipple G ¹ / ₄ – 1/4 UNF
	LAPE 50	Extension 50 mm		LAPN 3/8	Nipple G ¹ / ₄ – G ³ / ₈
	LAPF F 1/4	Tube connection female G ¹ / ₄		LAPN 6	Nipple G ¹ / ₄ – M6
	LAPF M 1/4	Tube connection male G ¹ / ₄		LAPN 8	Nipple G ¹ / ₄ – M8
	LAPF M 1/2	Tube connection male G ¹ / ₂		LAPN 8x1	Nipple G ¹ / ₄ – M8 x 1
	LAPF M 3/4	Tube connection male G ³ / ₄		LAPN 10	Nipple G ¹ / ₄ – M10
	LAPG 3/4	Grease nipple G ³ / ₄		LAPN 10x1	Nipple G ¹ / ₄ – M10 x 1
	LAPM 2	Y-connection		LAPN 12	Nipple G ¹ / ₄ – M12
	LAPN 3/8	Nipple G ³ / ₈ – G ³ / ₈		LAPN 12x1.5	Nipple G ¹ / ₄ – M12 x 1.5

Brushes (for oil applications)

	LAFB 3x4E1	Brush 30 x 40 mm
	LAFB 3x7E1	Brush 30 x 60 mm
	LAFB 3x10E1	Brush 30 x 100 mm
	LAFB 5-16E1	Elevator brush, 5-16 mm gap
	LAFB D2	Brush round Ø20 mm

Mounting and protecting devices

	LAPC 50	Clamp
	LAPP 4	Protection base
	LAPP 6	Protection cap
	LAPT 1000	Flexible tube, 1000 mm long, 8 x 6 mm

Non return valves (for oil applications)

	LAPV 1/4	Non-return valve G ¹ / ₄
	LAPV 3/8	Non-return valve G ³ / ₈



Quick tool for relubrication calculation

SKF DialSet has been designed to help you to set up your SKF automatic lubricators. After selecting the criteria and grease appropriate for your application, the program provides you with the correct settings for your SKF automatic lubricators. It also provides a quick and simple tool for relubrication intervals and quantity calculations.

- Allows quick calculation of the relubrication intervals based on the operating conditions of your application
- Calculations are based on SKF lubrication theories
- Calculated lubrication intervals depend on the properties of the selected grease, thereby minimising the risk of under- or overlubrication and optimising grease consumption
- Calculations take into account SKF automatic lubrication systems, grease dispense rates, thus facilitating the selection of the correct lubricator setting
- Recommended grease quantity depends on the grease replenishment position; side or W33 for optimum grease consumption
- Includes a complete list of the SKF SYSTEM 24 accessories
- Available online or downloadable at www.skf.com/lubrication

DialSet stand-alone

DialSet is available in 11 languages: English, French, German, Italian, Spanish, Swedish, Portuguese, Russian, Chinese, Japanese and Thai. The program is suitable for PCs working with MS Windows 98 and later. Download it from www.mapro.skf.com

DialSet online

DialSet is also available online in the English language. The program is accessible free-of-charge from www.mapro.skf.com.

DialSet for smartphones

Apps are available in English for iPhone and Android.



SKF is a registered trademark of the SKF Group.

© SKF Group 2012

The contents of this publication are the copyright of the publisher and may not be reproduced (even extracts) unless prior written permission is granted. Every care has been taken to ensure the accuracy of the information contained in this publication but no liability can be accepted for any loss or damage whether direct, indirect or consequential arising out of the use of the information contained herein.

PUB. NR/P2 12673EN - November 2012



H4:n hitsauspuikin progressiivisen jakajan kustannukset



Ruukki

Hitsauspuikin manuaalinen keskusvoitelu

Osaluettelo ja Voitelukohteet



Tilausnumero	Nimike	SVH	Ruukki 30:	Määrä	summa
4010 3 12	MVF jakaja 12 alttu	331,47	232,03	2	464,06
4010 3 6	MVF jakaja 6 alttu	173,87	122,41	1	122,41
5501-02-03	Holkki kiinnitettävä keralle 8mm	2,33	1,83	15	26,10
5503-05-03	Kiinnikara 90 ast L=28mm	9,35	6,87	8	32,87
5501-05-04	Kiinnikara suora L=24	3,52	2,46	11	27,10
5551-01-10	Korkeapainepinta 10	9,82	4,89	1	4,89
5512-02-02	Korkeikulma 60 ast R1 2-R1 Ø L=13mm	5,12	3,58	2	7,17
5512-02-0 21	Korkeikulma R1 8-110 L=21	2,67	1,87	4	7,48
1312-05-02	Liitin kulma R1 8k	9,08	3,54	12	42,50
1012-05-02	Liitin suora R1 8k	2,92	1,76	4	7,06
8052-05-15	Polyamidiputki 8mm kova rasvatautiin 1m	2,60	1,75	20	35,00
8102-05-03	Täydelliset korkeapainepinta 540 bar rasvatautiin 1m	3,65	2,45	3	14,91
F=204735_01	Täyttösäädin	57,00	57,00	1	57,40
Total					845,61



Qtec Engineering Oy:n tarjous progressiivisesta järjestelmästä



Qtec Engineering Oy
Suomalaisentie 7
02270 Espoo
www.qtec.fi

TARJOUS T2015-0926
16.12.2015

Sami Niemi
Rauha Oy

Tarjous keskusvoitelutarvikkeista höylään ja hirtausputkain

Tilausnumero	Nimike	SVH	Ruukki kpl/ie %	Ruukki kpl hinta	Määrä	summa
4010-5/10	Mix-F Jäkäjä 10 lehtoa	208,18	30%	198,2	1	198,28
4010-6/12	Mix-F Jäkäjä 12 lehtoa	331,47	30%	232,0	1	232,03
4010-8/8	Mix-F Jäkäjä 8 lehtoa	174,07	30%	122,4	1	122,41
0501-12-25	Holkki kierrettävälle akselille 8mm	1,55	30%	1,55	43	78,29
0603-06-20	Kierrekara 20 srt L=20mm	9,59	30%	6,57	10	65,73
0601-06-24	Kierrekara suora L=24	3,32	30%	2,48	33	93,63
1312-06-02	Lititiin kuuma P1/D= 6mm putkelle	3,08	30%	3,54	23	81,47
0152-06-23	Talousta korkeapaineletku 5,6mm, 540 bar, ras- vatyötölle /1m	3,55	30%	2,49	25	62,13
1175.4.005.4.0 .2	Pumppu EF-1, tihivä 1, 2,5kg, 24V	1262,0	30%	883,4	1	883,40
						1817,3

6

Hinta: 1817,36

Pääajaja vaihdetaan toisenlaiseksi, nykyinen hirtausputkin pääajaja jää teille hyödyn, mutta se voidaan hyödyntää rajun tulevana kohteenaanne.


Tällä tarjoulla teillä voidellaan automaattisesti hirtausputkin lisäksi myös höylään johteet ja ruuhat (21 pientä). Pumppua jää edelleen varalle laatu elementtiputkissa, joten samaa pumppua voidaan hyödyntää myös laajan alkupään kohteissa, joita teillä tänne viikolla katsellamme.

Qtec Engineering Oy
Suomalaisentie 7
02270 Espoo
Finland

www.qtec.fi
info@qtec.fi

Y-tunnus: Business ID
FI2402169-3

Oy SKF Ab:n tarjous voitelujärjestelmästä

TARJOUS nro 140113-1056-TSA			1
Tapari Salonen	13.1.2014	Oy SKF Ab P.O. Box 50 FIN-01501 VILPURI FIN-01501 VILPURI P.O. Box 50	
Ruukki Metals Oy Esa Isopankkiala, Sami Niemi Putiikentaantie 13300 Hämeenlinna			
VOITELUJÄRJESTELMÄ HITSAUSPUKILLE JA HÖYLILLE			
Kiitämme tarjouspyynnöstänne ja tarjoudumme toimittamaan Teille voitelujärjestelmän hitsauspukille ja höylille. Tarjous perustuu keskiusteluihin ja lenttäkartoitukseen Hämeenlinnassa 9.1.2014.			
VOITELUJÄRJESTELMÄ KUVAUS			
Voitelujärjestelmällä on tarkoitutena voidella hitsauspukin ja höylän 38 voitelupistettä.			
Voitelujärjestelmä koostuu seuraavasta kokonaisuudesta. Voitelujärjestelmä on sovellettu järjestelmä jossa 2-puolipolilla järjestelmällä annostellaan progressiivisia jalkajajoiden kautta voiteluainetta kulkueutuu voiteluohenteeseen.			
Varsinainen pumppauskeskus on tyyppiään Multilube-4-2-130-IF103-PSE. Pumppauskeskus sisältää oman integroidun ohjausyksikön IF103 ja voiteluastian koko on 4 l. Järjestelmän päärasva-annostimina käytetään siniväristä SGA-annostimia jotka syöttävät progressiivisia annostimia. Pääannostimien EPSG-pohjajalaatut ovat eioksoitua alumiinia. Painevalvonta toteutetaan voitelulaitteen sisällä painevalvonnalla.			
Järjestelmän progressiivisina annostimina käytetään jo olemassa olevia kahta annostinta hitsauspukille sekä lisätään lisäksi SKF:n VF BM -progressiivista jalkajajoiden huolehtimaan höylän voitelusta. Järjestelmän rasvamäärän hallinta tapahtuu voitelulaitteen voitelujakson ja SGA-annostimien annoksen säädöllä.			
Tarvittava puhtaus on ruostumaton tarkkuusteräspuhtaus. Voitelulaite sijoitetaan voiteluohenteiden välittömään läheisyyteen. Lenttäkartoituksessa paikalla katsottu noin 5-6 metriä voiteluohenteloa.			
Liitäntä varsinaisille voiteluohenteille toteutetaan kudosvahvisteisillä leikkosarjelmilla.			
www.skf.com		Oy SKF Ab P.O. Box 50 FIN-01501 VILPURI	

TARJOUS nro 140113-1056-704

SKF

2

Tapani Salonen

13.1.2014

Oy S-F Ab
 P.O. Box 20
 FIN-01501 VUURAS
 Puhelin: 010 400 011, Faksi: 010 400 014

Liittimistä käytetään DIN-normin mukaisia sähköisiä teollisuusliittimiä.

Toimitus sisältää lisäksi muun tarvittavan kiinnitysmateriaalin.

TOIMITUSSISÄLTÖ

- Voitelulaite MPL-4-2-230-F103-PSE, 1 kpl
- Tarvittavat SBA- pääanostimet, 4 kpl
- Progressiiviset jakajat 2 kpl, lisäksi olemassa laitoilla (vanhat voitelukohteet voitelukohteille jätetään)
- Voitelulaitteen täyttölaite, 1 kpl
- Järjestelmän suunnittelu sisältäen sähköiset kytkentäkaavat voitelulaitteelle
- Asennus, käyttöönotto ja käyttönopastus
- Käyttöohjeet voitelulaitteelle

ASENNUKSEN TOTEUTUS

Asennuksen toimitussisältö:

- Asennus toteutetaan yhdessä erässä yhtäjaksoisesti
- Asennus tehdään normaalina arit,öbäliana. Normaalista arit,öbötä ja toimitussisällöstä poikkeavat tunnit veloitetaan erikseen. Tällöin mahdolliset yll-, pyhä-, odotustunnit tai muut toimittajasta johtumattomat työt ja matk- ja majoituskustannukset veloitetaan voimassa olevien lasitusperusteiden mukaan.

Tilaaajan vastuut:

- Rakennustekniset työt (läpiviennit, poraukset jne.)
- Tarvittavat telneet ja nostimet
- Putkiston täytössä tarvittavat voiteluaineet
- Kaapeloinnit ja kytkennät, sähköilma
- Turvajytkin ja sen kytkentä
- Varmistettava voiteluaineen soveltuvuus pumppauskohteelle ja voitelukohteen olosuhteisiin.

www.skf.com

Oy S-F Ab
 P.O. Box 20
 FIN-01501 VUURAS

TARJOUS nro 140113-1056-TSA

SKF

3

Tapani Salonen

13.1.2014

Oy SKF Ab
P.O. Box 30
FI-01451 VUORAS
T +358 207 400 000 F +358 207 400 099

- Voiteluaineen annostelumäärissä nojataan Tilaaajan antamiin dokumentteihin ja tietoihin.

HINNAT JA MUUT EHDOT**Hinnat**

Voitelujärjestelmä hitsauspukille ja höylille

Laitteet ja tarvikkeet paikalleen asennettuna sisältäen suunnittelun ja dokumentoinnin.
Putket ruostumattomilla materiaaleilla ja annostimet sinkittyinä alumiinisilla pohjalaatoilla

EUR 6990,00

Arvonlisävero

Hinnat eivät sisällä arvonlisäveroa.

Toimitus

Paikalleen asennettuna Hämeenlinna, sovitaan erikseen.

Maksuehto

Hyväksytystä vastaanotosta, 30 pv netto

Takuu

Järjestelmätakuu 24 kk käyttöönotosta

Muut ehdot

NLM10

Tarjouksen voimassaolo

Tarjouksemme on voimassa 13.3.2014 saakka.

www.skf.comOy SKF Ab
P.O. Box 30
FI-01451 VUORAS

TARJOUS nro 140113-1056-TDA

SKF

14

Tapari Salonen

13.1.2024

Oy SKF Ab
P.O. Box 20
P.O. Box 100000
P.O. Box 100000

Annamme mielellämme lisätietoja tarjouksestamme yksityiskohdista. Toivomme tarjouksestamme soveltuvan Teille ja johtavan tilaukseen.

Ystävällisin terveisin

Oy SKF Ab
Lubrication Business Unit

Tapari Salonen
Asiantuntijapäällikö
040-5343497

LIITTEET: Liite 1: Aseennusjärjestelysoinnit

tapari.salonen@skf.com

Oy SKF Ab
P.O. Box 20
P.O. Box 100000