



Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Satakunta University of Applied Sciences

KALLE KIVINEN

# **FR68 kuormatraktorin automaatti- voitelujärjestelmän suunnittelu**

KONE- JA TUOTANTOTEKNIIKAN  
KOULUTUSOHJELMA  
2022

Tekijä Kivinen, Kalle	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä maaliskuu, 2022
	Sivumäärä 32	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi <b>FR68 kuormatraktorin automaattivoitelujärjestelmän suunnittelu</b>		
Tutkinto-ohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma		
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella Sampo Rosenlew Oy:lle automaattivoitelujärjestelmä FR68 kuormatraktoriin. Tavoitteena oli suunnitella voitelujärjestelmän asennuksen toteutus, komponenttivalinnat, sekä tuottaa siihen liittyvät piirustukset ja dokumentointi.</p> <p>Opinnäytetyössä perehdyttiin pintapuolisesti tribologian tutkimusalueen eri osioihin, kuten kulumismekanismeihin sekä erilaisiin voitelutilanteisiin. Työn aikana automaattivoitelujärjestelmä asennettiin yhteen FR68 kuormatraktoriin. Asennusta ja letkulistan dokumentointia suoritettiin yhtä aikaa suunnittelun edetessä.</p> <p>Tämän opinnäytetyön tuloksena on suunniteltu SKF:n komponenteista koottu toimiva automaattivoitelujärjestelmä FR68 kuormatraktoriin. Lisäksi tehtiin järjestelmään liittyvä dokumentointi ja piirustukset järjestelmän asennusta sekä järjestelmän tilaamista varten. Automaattivoitelujärjestelmästä tehtiin tuotantomallin lisävaruste, joka asennetaan koneeseen asiakkaan valinnan mukaan.</p>		
Avainsanat metsäkoneet, voitelu, teollisuus, laakerit		

Author Kivinen, Kalle	Type of Publication Bachelor's thesis	Date March, 2022
	Number of pages 32	Language of publication: Finnish
Title of publication <b>Design of the automatic lubrication system for the FR68 forwarder</b>		
Degree programme Bachelor's degree in Mechanical and production engineering		
<p>Purpose of this thesis was to design an automatic lubrication system for FR68 forwarder for Sampo-Rosenlew Oy. The aim was to plan the implementation of the lubrication system installation, component selection and produce the related drawings and documentations.</p> <p>The thesis was superficially studied with different parts of the field of tribology research, such as wear mechanisms and various lubrication situations. During the work the automatic lubrication system was installed on the FR68 forwarder. Installation and hose list was documented simultaneously as design progressed.</p> <p>As a result of this thesis, a functional automatic lubrication system assembled from SKF components has been designed for the FR68 forwarder. In addition, system related documentation and drawings were made for system ordering. The automatic lubrication system was made an accessory for the production model, which is installed on the machine according to the customer's choice.</p>		
Keywords forest machine, lubrication, industry, bearings		

# SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	6
2 YRITYSESITTELY .....	7
2.1 Sampo-Rosenlew Oy .....	7
2.2 Metsäkoneet .....	7
3 VOITELUJÄRJESTELMÄT .....	9
3.1 Automaattivoitelujärjestelmä .....	9
3.2 Keskusvoitelu .....	10
3.3 Keskitetty voitelu .....	10
3.4 Käsikäyttöinen voitelu .....	11
4 VOITELUHUOLLON PERUSTEET .....	12
4.1 Voitelun tehtävä .....	12
4.2 Hydrodynaaminen voitelu .....	12
4.3 Rajavoitelu .....	12
4.4 Sekavoitelu .....	13
4.5 Kuluminen .....	13
4.5.1 Adhesiivinen kuluminen .....	14
4.5.2 Abrasiivinen kuluminen .....	14
5 VOITELUAINEEN VALINTA .....	15
5.1 Valinnan perusteet .....	15
5.2 SKF-testi .....	15
6 VOITELUJÄRJESTELMÄN VALINTA .....	17
6.1 Voiteluaineen valinta .....	19
6.2 Voitelujärjestelmän komponentit .....	20
6.3 Annostelijoiden valinta .....	21
7 SUUNNITTELU JA TOTEUTUS .....	22
7.1 Voitelujärjestelmän säädöt ja asetukset .....	23
7.2 Kokoonpano .....	24
7.3 Suojaus .....	25
7.4 Pumppausyksikön voiteluainesäiliön täyttö .....	28
7.4.1 SKF täyttölaite .....	29
7.5 Hyödyllisiä laskentakaavoja .....	30
8 YHTEENVETO .....	31

## LÄHTEET

## LITTEET

## 1 JOHDANTO

Sampo-Rosenlew Oy on Porissa toimiva yritys, joka valmistaa sekä metsäkoneita, että puimureita. Opinnäytetyön tilaajana yritys antoi opinnäytetyön aiheeksi FR68 kuormatraktorin automaattivoitelujärjestelmän suunnittelun.

Ensimmäistä automaattivoitelujärjestelmää asennettiin saman aikaisesti, suunnittelu-työn edetessä. Asennuksen yhteydessä suunniteltiin järjestelmän komponenttien paikat ja letkujen reititykset, jotka kirjattiin ylös. Näiden kirjausten pohjalta tehtiin mm. kiinnitysreikien lisäyksiä rungon osien piirustuksiin sekä voitelujärjestelmän piirustukset ja letkulista.

Suunnittelu- ja asennusprosessin aikana myös SKF oli apuna muun muassa voitelukohteiden annostelijoiden koon määrittämisessä. Koska työn kohteena oleva automaattivoitelujärjestelmä toteutettiin käyttämällä SKF:n komponentteja, heiltä sai paljon muutakin tietoa itse rasvarista, siihen liittyvistä komponenteista sekä muista aiheeseen liittyvistä asioista, kuten rasvoista ja niiden valinnasta.

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella automaattivoitelujärjestelmä FR68 kuormatraktoriin ja liittää se piirustuksineen osaksi kuormatraktorin valinnaisten varusteiden valikoimaan. Tavoite toteutui ja automaattivoitelujärjestelmä on nyt osana valinnaisten varusteiden listalla.

## 2 YRITYSESITTELY

### 2.1 Sampo-Rosenlew Oy

Nykyisen Sampo-Rosenlew Oy:n edeltäjäyhtiön juuret vievät vuoteen 1853, jolloin perheyritys Oy W. Rosenlew Ab aloitti toimintansa Porissa. Porin Konepaja käynnisti toimintansa 1858. Yritys valmisti erilaisia maatalouden muokkauskoneita sekä kodinkoneita. 1920-luvulta alkaen Oy Rosenlew Ab on myös valmistanut puimakoneita.

Sampo-Rosenlew Oy perustettiin vuonna 1991. Yritys on toiminut samalla tontilla, Porin keskustan tuntumassa koko toimintansa ajan. (Hytönen 2020, 15)

Tätä nykyä korkealaatuisista tuotteistaan kansainvälisesti tunnettu Sampo-Rosenlew Oy työllistää Porissa noin 250 eri alojen ammattilaista monissa eri tehtävissä. Yhtiöllä on kokoonpanotehtaat Pohjois-Afrikassa, Uzbekistanissa ja Azerbaidzhanissa. Paikallisten yritysten voimin niissä kootaan leikkuupuimureita Suomesta tuoduista osista. Tällä hetkellä yhtiön Porissa valmistamat tuotteet koostuvat leikkuupuimureista, metsäharvestereista ja kuormatraktoreista. (Sampo-Rosenlew Oy:n www-sivut 2021)

### 2.2 Metsäkoneet

Metsäkoneella tarkoitetaan yleisesti metsäharvestereita ja kuormatraktoreita. Metsäharvesterit ovat hakkuupäällä varustettuja metsätyökoneita, jotka ovat tarkoitettu puiden puimiseen. Harvestereita on saatavilla eri kokoisia, joista valitaan työkohteen mukaan sopiva työkone. Esimerkiksi ensiharvennuksille leimikoiden siistimiseen valitaan pienempi harvesteri ja päätehakkuille tukkipuun korjuuseen vastaavasti valitaan usein suurempi harvesteri.



Kuva 1. HR86 Harvesteri (Sampo-Rosenlew Oy www-sivut 2022)

Kuormatraktorilla tarkoitetaan metsätyökonetta, joka on varustettu puutavaran kuljettusta varten suunnitellulla kuormatilalla ja nosturin päässä olevalla tukkikouralla. Sillä kuljetetaan tukit hakkuupaikalta kasoiksi teiden varsille, joista tukkirekan on mahdollista poimia tukit kuljetettavaksi jatkokäsittelypaikalle.



Kuva 2. FR68 Kuormatraktori (Sampo-Rosenlew Oy www-sivut 2022)



## 3 VOITELUJÄRJESTELMÄT

### 3.1 Automaattivoitelujärjestelmä

Automaattivoitelujärjestelmän tehtävänä on taata ensisijaisesti optimaalinen voiteluaineen saanti kuhunkin voideltavaan kohteeseen. Järjestelmän avulla koneenelimiä käytetään saadaan optimoitua mahdollisimman pitkäksi. Käyttökohteeseen suunnitellulla järjestelmällä ja optimoidulla voiteluaineen käytöllä vältetään myös ylivoitelun aiheuttamilta mahdollisilta vaurioilta sekä ylimääräisiltä saasteilta. Voiteluainekustannukset pysyvät myös maltillisempina, kun vältetään ylivoitelusta johtuvat voiteluainehäviöt. Ylimääräisiltä huolto- ja varaosakustannuksilta vältetään myös automaattivoitelujärjestelmän käytön vuoksi kasvaneen koneenelimiä käyttöiän myötä.

Alivoitelu on lähes kaikissa tapauksissa ylivoitelua haitallisempaa koneenelimiä käyttöiän kannalta. Usein alivoitelluksi jäänyt laakeri tai liukupinta kuluu ennenaikaisesti. Alivoitelusta aiheutuu huomattavasti ylimääräisiä taloudellisia kustannuksia korjauskustannusten ja työkoneen seisottamisen vuoksi.

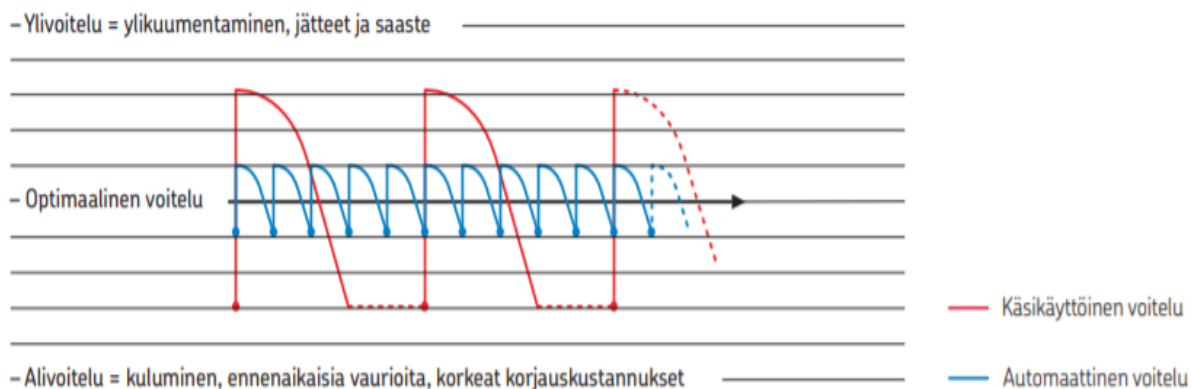
Automaattivoitelujärjestelmä toimii itsenäisesti ohjelmoituna, työkoneen ollessa käynnissä. Koneen kuljettajan ei tarvitse käyttää työaikaan manuaaliseen voitelukohdeiden läpikäyntiin. Samalla myös hankalien voitelukohteiden aiheuttamilta mahdollisilta loukkaantumisilta vältetään.

Automaattinen voitelujärjestelmä lisää työkoneen käyttömukavuutta. Lisäksi metsäkone yrittäjän näkökulmasta automaattivoitelujärjestelmä hankinta on nyt myös taloudellisesti perusteltua. Työkoneen huoltoväli pitenee, sekä hankalien kohteiden voitelemisesta aiheutuvien työtaturmien riski pienenee. (SKF, 2019, s. 158)

### 3.2 Keskusvoitelu

Keskusvoitelujärjestelmä perustuu jaksottaiseen voiteluun, sekä voiteluaineen kerta-käyttöisyyteen. Keskusvoitelussa voiteluaine toimitetaan voitelukohteeseen sykleissä siten, että voideltava kohde pysyy jatkuvasti voideltuna. Yhden syklin aikana laakerille tai liukupinnalle syötetään tietynsuuruinen voiteluaineannos, jolloin voideltavassa kohteessa ollut vanha voiteluaine korvautuu uudella. Vanhan voiteluaineen poistuessa voitelukohteesta se poistuu järjestelmästä kokonaan, samalla kuljettaen pois epäpuhtauksia.

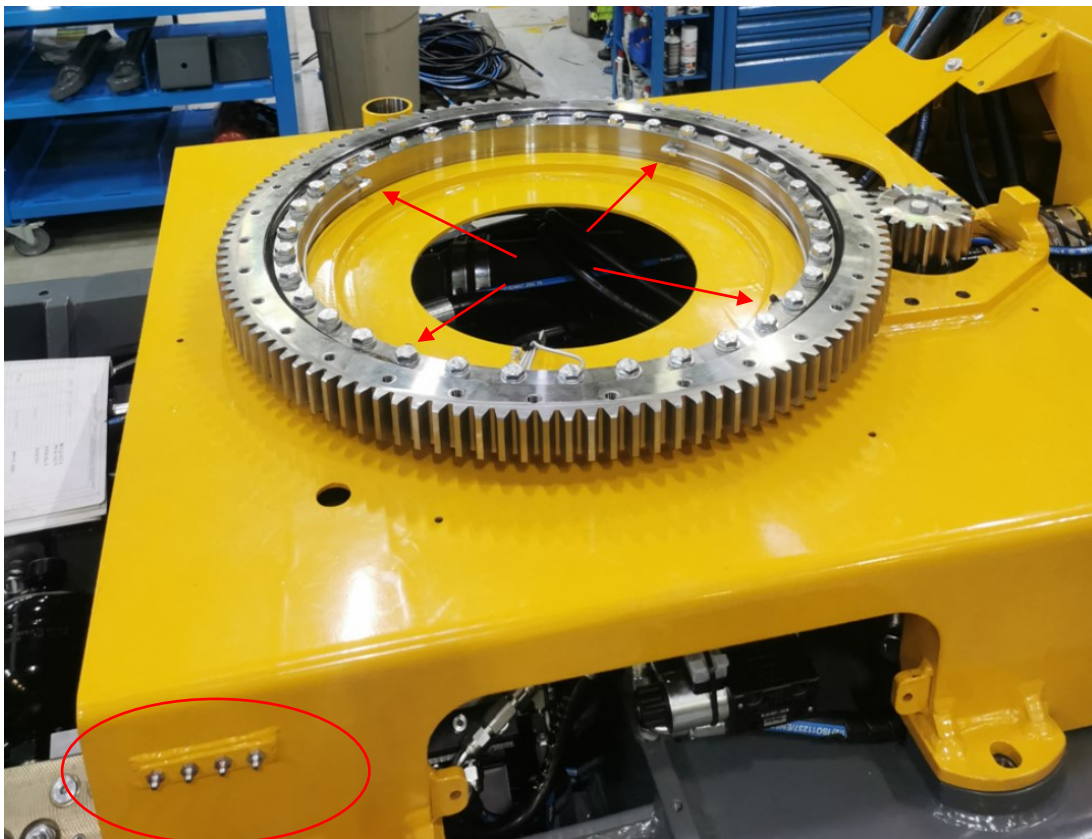
Keskusvoitelujärjestelmä koostuu pumppausyksiköstä, annostin ryhmistä ja niitä yhdistävästä putkistosta. Järjestelmäkokonaisuutta ohjataan ohjaamoon sijoitetulla ohjausyksiköllä. (Opetushallitus www-sivut 2021).



Kuvio 1. Käsikäyttöinen voitelu vs. automaattinen voitelu (SKF 2019, 158)

### 3.3 Keskitetty voitelu

Keskitetty voitelu tarkoittaa sitä, että useampia voitelukohteita kootaan yhteen paikkaan putkituksen ja letkituksen avulla. Tämän jälkeen kohteet on voideltavissa manuaalisesti yhdestä paikasta. Keskitetyn voitelun etu on siinä, että manuaalisesti voideltaessa voitelukohteiden koonti yhteen paikkaan vähentää riskiä, että jokin kohde jäisi jostain syystä huomaamatta ja näin ollen voitelematta.



Kuva 3. FR68 kuormatraktorin ohjaamonpyörityslaakerin keskitetty voitelu (Kivinen 2021)

### 3.4 Käsikäyttöinen voitelu

Käsikäyttöisellä voitelulla, eli pistevoitelulla tarkoitetaan jokaisen voitelukohteen erillistä voitelua manuaalisen tai sähkökäyttöisen rasvaprässin avulla. Tämä vie voitelumenetelmistä eniten aikaa, sillä kaikki voitelukohteet on käytävä yksitellen läpi. Voitelupisteitä sijaitsee yleensä ympäri työkonetta ja niitä saattaa yhdellä laakerilla olla useitakin. Voitelupisteet saattavat sijaita myös niin, ettei niitä ole nähtävissä koneesta päältäpäin ja näin ollen voitelupisteitä saattaa jäädä huomaamatta, tämä johtaisi nopeasti alivoitelutilanteeseen, jolloin laakerin kulumisnopeus kasvaisi merkittävästi. Haittana pistevoitelulla voi olla myös kunkin voitelupisteen eri voiteluaineen määrän tarpeen virhearviointi johtuen yli- tai alivoiteluun, joka vuoksi saattaa aiheuttaa ylimääräisiä korjauskustannuksia. Pistevoitelun huomattavaksi eduksi voidaan kuitenkin lukea voitelutoimen yhteydessä mahdollisesti tapahtuva työkonetta muun yleiskunnon huomiointi. (SKF 2019, 158)

## 4 VOITELUHUOLLON PERUSTEET

### 4.1 Voitelun tehtävä

Voitelun tehtävänä on erottaa toistensa suhteen liikkuvat pinnat toisistaan voiteluainekalvolla, joka vähentää kitkan aiheuttamaa lämmöntuottoa ja kulumista. Riittävällä voitelulla pyritään pitämään myös voideltavien pintojen väli puhtaana kulumishiukkasista ja ulkoapäin tulevista epäpuhtauksista, jotka edistäisivät pintojen kulumista. (Opetushallitus www-sivut 2021)

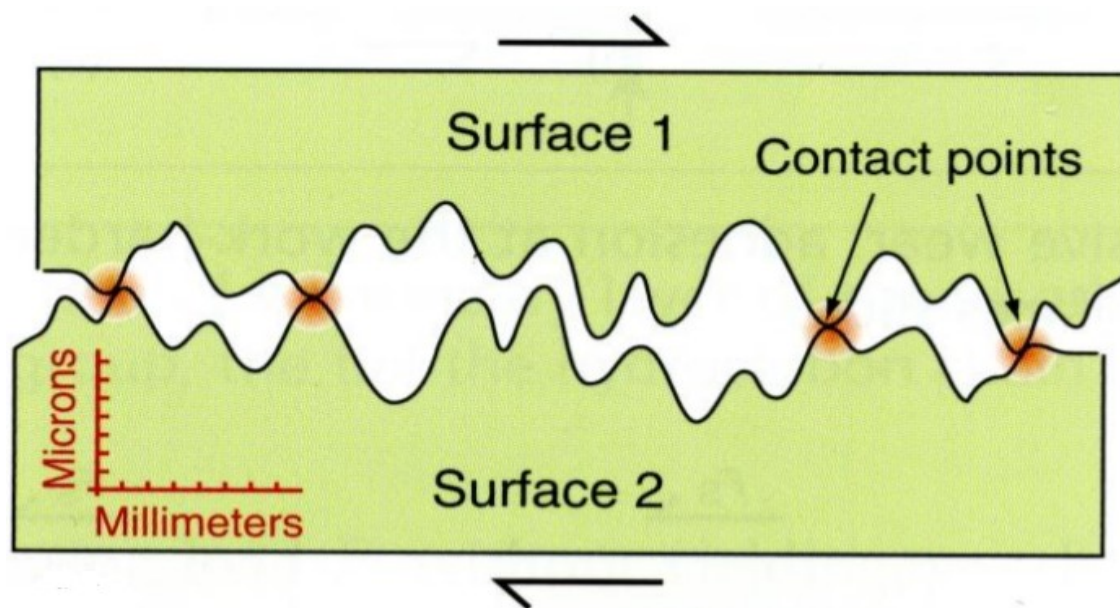
### 4.2 Hydrodynaaminen voitelu

Kaksi toistensa suhteen liikkuvaa pintaa voidaan erottaa hydrodynaamisella voitelulla. Tällä tarkoitetaan sitä, että pintojen suhteellinen liike toisiinsa nähden yhdistettynä kiilamaiseen rakoon tunkeutuvaan voiteluaineeseen, synnyttää kahden pinnan väliin kuormaa kantavan hydrodynaamisen paineen. Hydrodynaamiseen voiteluun perustuu näin ollen liukulaakerien tai painelaakerien kuormaa kantava kyky pintojen liikkussa suhteessa toisiinsa nähden. (Kivioja, Kivivuori & Salonen 2007, 131)

### 4.3 Rajavoitelu

Rajavoitelu alueella toimii usein pienehköllä nopeudella pyörivät vierintä- ja liukulaakerit. Rajavoitelutilanteessa laakeripintojen välissä ei ole riittävän paksua voiteluainekalvoa muodostaakseen nestevoitelutilannetta. Tällöin vastinpintojen pinnankarheuksien materiaalihuiput ottavat vastaan suuren osan laakerin kuormituksesta. Pinnankarheuden huippujen välissä on kuitenkin ohut voiteluainekalvo. Voiteluainekalvo vähentää kulumista merkittävästi verrattuna kokonaan voitelemattomaan pintaan. (Antila ym. 2013, 34)

Kuvassa esitetään kuinka pinnankarheuden materiaalihuiput ottavat kuormituksen vastaan. Koska pinnat ovat epätasaisia, todellista kontaktipinta-alaa on huomattavasti vähemmän kuin voidaan olettaa.



Kuva 4. Kontaktipinta-ala (Aalto yliopisto s.7)

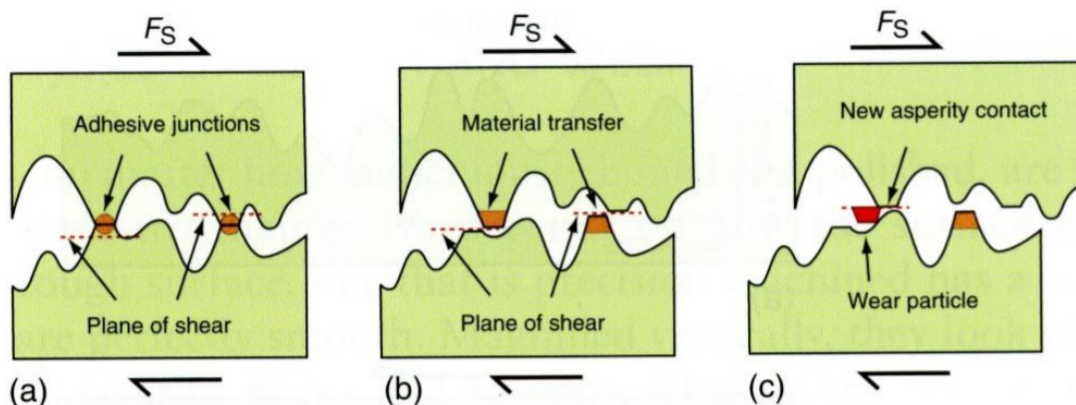
#### 4.4 Sekavoitelu

Sekavoitelu on yhdistelmätilanne nestevoitelu- ja rajavoitelutilanteista. Sekavoitelutilanteessa osan laakeripintaan kohdistuvasta kuormituksesta kantaa pienikitkainen voiteluainekalvo ja loput laakeripintaan kohdistuvasta kuormituksesta kantaa pinnan karheuden huiput. Voiteluainekalvon ohentuessa, tai lämpötilan kasvaessa pinnan karheuden huippujen kantama kuormitus kasvaa, tällöin tilanne saattaa muuttua sekavoittelusta rajavoiteluksi. (Opetushallitus www-sivut 2021)

#### 4.5 Kuluminen

Kulumisen määritelmänä pidetään materiaalihukkaa, joka on seurausta toisiaan vasten liikkuvien pintojen keskinäisestä vuorovaikutuksesta. Kulumisesta aiheutuvaa materiaalihäviötä pidetään yleisesti haitallisena ilmiönä. On olemassa kuitenkin tiettyjä tilanteita, jossa kuluminen on laitteen oikeanlaisen toiminnan kannalta toivottavaa. Tästä esimerkkinä voidaan pitää muun muassa hammaspyörien ja liukulaakereiden ns. sisäänajokulumaa. Kappaleisiin voi vaikuttaa samanaikaisesti eri kulumismekanismia, mutta kulumista nimitetään yleensä vain hallitsevan kulumismekanismin mukaan. (Kivioja ym., 2007, s. 97)

#### 4.5.1 Adhesiivinen kuluminen

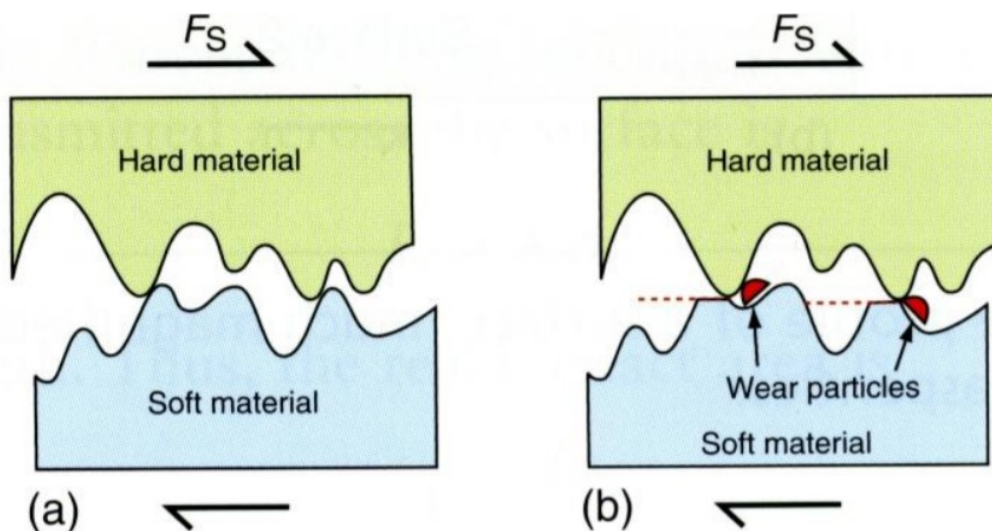


Kuvio 5 Kun toisiaan koskettavat pinnat liikkuvat suhteessa toisiinsa, leikkausvoiman vaikutuksesta irtoaa kontaktissa olevia asperiiitteja, (Aalto yliopisto luento s.10)

Adhesiivista kulumista syntyy, kun kitkan vaikutuksesta kahden kappaleen välille syntynyt adhesiivinen (kuvan kohta a) liitos repeytyy. Adhesiivisen liitoksen revetessä liitoksen repeämiskohta määrää sen, syntyykö repeämisestä kulumaa vai ei. Jos repeäminen tapahtuu pintojen alkuperäisestä liitoskohdasta, kulumista ei tapahdu. Liitoksen revetessä mistä tahansa muusta kohdasta, siirtyy materiaalia pinnalta toiselle (kuvan kohta b) lopulta muodostaen irrallisia kulumispartikkeleita (kuvan kohta c) (Kivioja ym., 2007, s. 104).

#### 4.5.2 Abrasiivinen kuluminen

Abrasiivinen kuluminen on materiaalin mekaanista irtoamista jonkin kappaleen pinnalta. Abrasiivista kulumista voi syntyä kolmella eri tavalla, kyntämällä, leikkaamalla tai hitaasti uurtamalla. Kuluminen alkaa yleensä kahden kappaleen välillä, kun pinnankarheuden huiput uurtaa pehmeämpää materiaalia, tämä kuitenkin usein kehittyy kolmen kappaleen väliseksi abrasiiviseksi kulumiseksi. Kolmen kappaleen välinen abrasiivinen kuluma aiheutuu yleensä muokkauslujittuneiden kulumispartikkeleiden jäädessä kahden pinnan väliin, näin ollen myös adhesiivinen kuluminen voi muodostua abrasiiviseksi. (Kivioja ym., 2007, s 108-109)



Kuva 6. kuvassa esitetään, miten kulumispartikkelit syntyvät leikkautumalla. (Aalto yliopisto luento s.11)

## 5 VOITELUAINEEN VALINTA

### 5.1 Valinnan perusteet

Voiteluaineen valintaan vaikuttaa voiteluaineen käyttökohteen lisäksi voiteluaineen käyttölämpötila, putkiston koko ja pituus, voiteluaineen viskositeetti ja tarttuvuus sekä ympäristö- ja taloudelliset tekijät.

Voiteluainetta valitessa tulee selvittää voiteluaineen soveltuvuus käyttökohteessa, kuten käyttölämpötila, kosteus ja soveltuvuus voitelujärjestelmän osille.

Voiteluaineen pumpattavuus ja erkaantumattomuus ovat myös tärkeitä tekijöitä voitelujärjestelmän toimivuuden kannalta.

### 5.2 SKF-testi

SKF on laatinut omille tuotteilleen pumpattavuusluokkaa kuvaavan tunnuskirjaimen, joka kertoo, kuinka matalissa lämpötiloissa voitelurasva on vielä kriteerit täyttävästi pumpattavissa siten, että runkolinjassa olevan voitelurasvanpainen on riittävästi laskenut.

SKF-testin alkaessa voiteluaine sekä pumppaus yksikkö ovat noin 20°C lämpötilassa. Testijärjestelmän putkiston pituus on kaikkiaan 72 m, joista 60 m on Ø 22 mm ja 12 m on Ø 12 mm. Putkisto pidetään kunkin testin aikana luokituskirjainta vastaavassa lämpötilassa. A-kirjain vastaa -30°C, B-kirjain -20°C ja vastaavalla tavalla G, +30°C asti. SKF-testissä käytetään pumppauspainetta 200bar, jolla voitelurasvan on saavutettava putkiston päässä (72 m) vähintään 130bar:in paine.

Paineen laskuajan (120 min) jälkeen voitelurasvan paine putkiston päässä ei saa ylittää suurinta sallittua maksimipainetta 50bar.

Pumpattavuusluokka ilmoitetaan kolmella kirjaimella. Kukin kirjain vastaa eri paineistusaikaa, jolla testijärjestelmää on paineistettu ensimmäinen kirjain vastaa 5 min aikaa, toinen kirjain vastaa 10 min ja kolmas kirjain vastaa 15 min paineistusaikaa. (PSK 7202 2017, 17–19).

Taulukko 1. Esimerkkejä eri yhtiöiden voitelurasvoista. (PSK 7202 2017, ryhmä 72)

AJONEUVOVOITELURASVAT (AG)										
AUTOMOTIVE LUBRICATING GREASES										
Ryhmä Group	Rasvatyyppi, ominaisuus tai käyttötarkoitus Grease type, property or application	Saennin Thickener	NLGI- luokka class	Öljy- yhtiö Oil company	Tuotenimike Product name	Perus- öljyn visk. Base oil visc. cSt/ 40 °C	Käyttö- lämpötila- alue Temperature range °C	Pumpattavuus Pumpability A/B/C/D/E/F Paineistusaika Pressurisation time min 5 15 30		
AG15	KESKUSVOITELURASVAT CENTRAL LUBRICATION GREASES									
AG15MI	Mineraaliperusöljypohjainen									
		Li	00	Castrol	Olit 00	150	-35...+100			
		Li	0	Castrol	Tribol GR 100-0 PD	100	-35...+140			
			0	Neste	Allrex EP 0	200	-40...+120			
			0	Teboil	Multipurpose EP 0	200	-30...+130			
		Li	1	Castrol	Tribol GR 100-1 PD	100	-40...+140			
			1	Neste	Allrex EP 1	200	-30...+120			
		Li	2	Castrol	Tribol GR 100-2 PD	100	-40...+140			
			2	Neste	Allrex EP 2	200	-30...+120			
			2	Neste	MP Grease	110	-30...+120			
			2	SKF	LGMT 2	110	-30...+120	E	D	D
		LiX	00	Neste	Center Grease 00 EP	120	-35...+100			
			00	Teboil	Universal CLS	125	-35...+100			
		LiX	0,5	Teboil	Universal CLS-1	150	-30...+120			
		LiX	2	Neste	Superlix EP 2	200	-30...+150			
				SKF	LGWA 2	185	-30...+140	F	E	E



## 6 VOITELUJÄRJESTELMÄN VALINTA

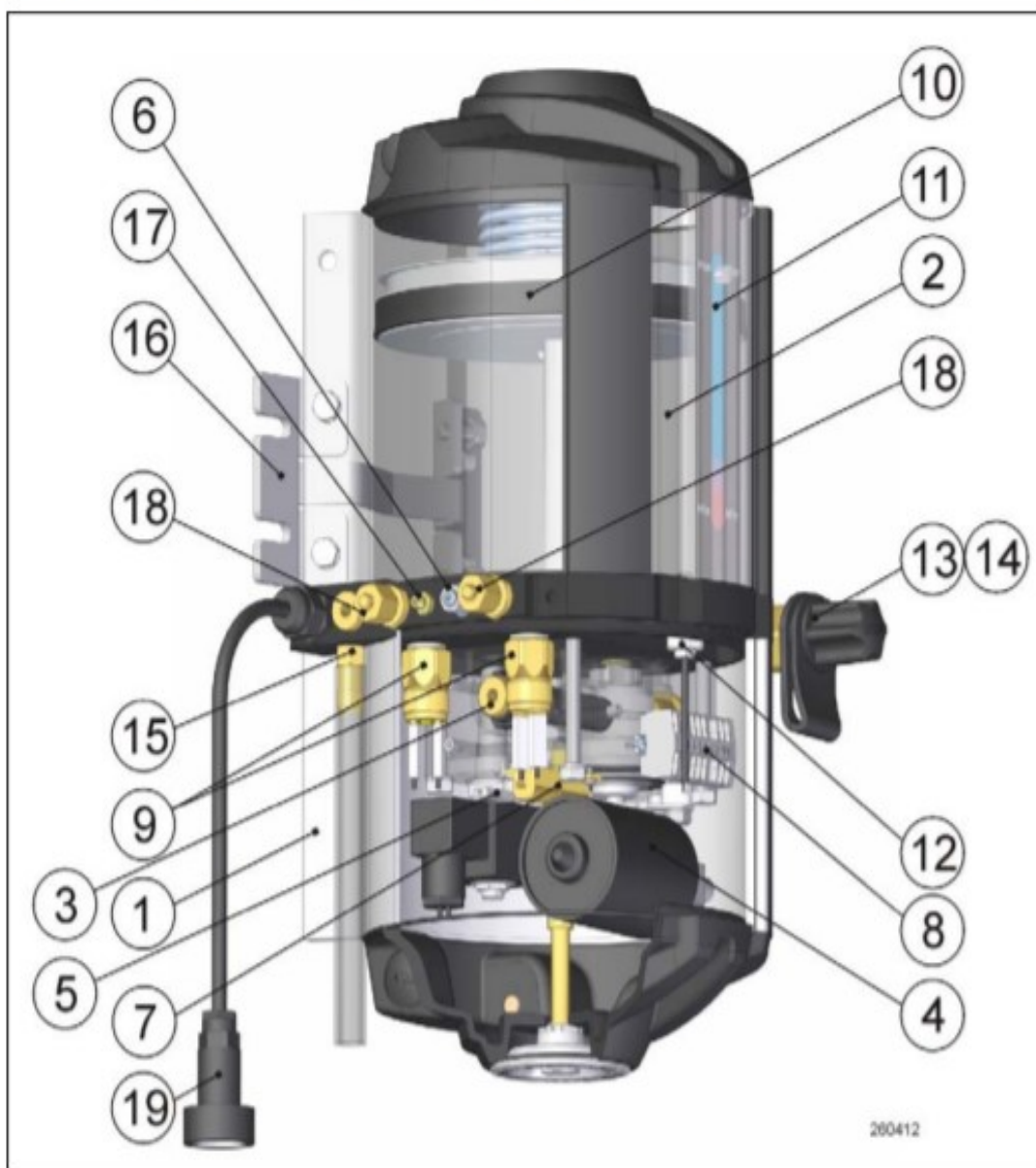
Sampo-Rosenlew Oy:n FR68 kuormatraktoriin valittiin voitelujärjestelmäksi SKF:n toimittama yksilinjainen SKF Multilube MLPV 4-1-24 automaattivoitelujärjestelmä. Voitelujärjestelmän pumppausyksikössä on integroituna paineanturi, joka tarkkailee, saavuttaako järjestelmän paine asetetun tason sille asetetun maksimipaineistusajan aikana. Pumppausyksiköltä tulee hälytys ohjausyksikölle, mikäli tavoitepainetta ei saavutettu maksimipaineistusaikana, tai jos voiteluaine on vähissä ja voiteluainesäiliön alaraja on saavutettu. Hälytys poistuu, kun voiteluainetta lisätään säiliöön ja hälytys kuitataan.

## Rakenne

Voiteluyksikkö koostuu runko-osasta (1) ja voiteluainesäiliöstä (2). Runko-osa sisältää pumppuelementin (3), sähkömoottorin (4), linjaventtiilin (5), varoventtiilin (6), lämmityselementin (7), riviliittimet (8), ilmausruuvin (17), linjalähdöt (18) ja 7-napaisen liitäntäjohdon. Pumppausyksikkö on varustettu linjakohtaisilla painekeytimillä tai paineantureilla (9), jotka voidaan korvata ulkoisella paineenvälvontayksiköllä.

Voiteluainesäiliö on varustettu saattomännällä (10), pinnanilmaisimella (11) ja alarajakytkimellä (12). Voiteluainesäiliön täyttöyhde (13) on varustettu suodattimella (14). Ylitäyttö on estetty ylipaineventtiilillä (15).

Pumppausyksikkö on varustettu kiinnitysjalalla (16).



Kuva 7. SKF Multilube MLPV pumppausyksikön rakenne (SKF Käyttö- ja huolto-ohje 2016 s.5)

Taulukko 2. SKF Multilube MLPV Tekniset tiedot (SKF Käyttö ja huolto-ohje 2016 s.10)

	<b>4 l säiliö</b>	<b>10 l säiliö</b>
Tuotto	14 g/min	14 g/min
Säiliö	4 l	10 l
Max. paine	200 bar	200 bar
Käyttölämpötila-alue	-30 °C ... +60°C	-30 °C ... +60°C
Voitelulinjaliitäntä	G 1/4"	G 1/4"
Käytettävä voiteluaine	NLGI 2 asti	NLGI 2 asti
Käyttöjännite	12/24 VDC	12/24 VDC
Tehon kulutus	150 W	150 W
Suojausluokka	IP67	IP67
Paino, (täysi säiliö)	16 kg	24 kg
Korkeus	475 mm	655 mm
Leveys	274 mm	274 mm
Syvyys	244 mm	244 mm
Materiaali	Alumiini	Alumiini

### 6.1 Voiteluaineen valinta

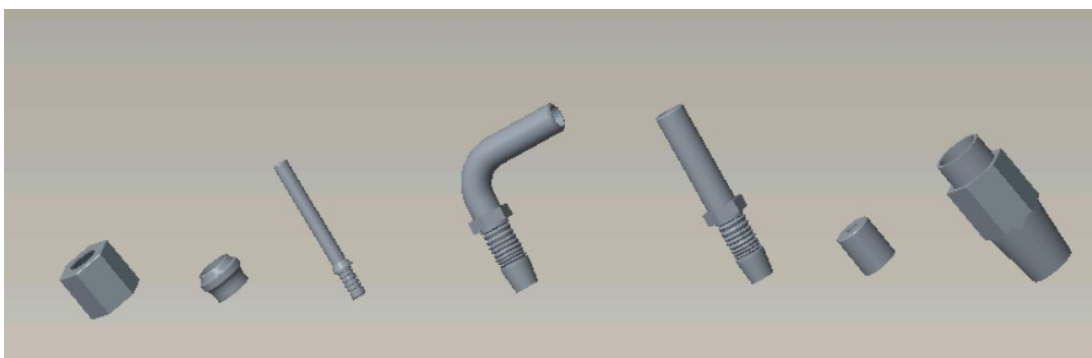
Tämän työn kohteena olevassa automaattivoitelujärjestelmässä voidaan suositella käytettäväksi ympärivuotisesti SKF:n LGLS 0 voitelurasvaa. Käyttäjän oman harkinnan mukaan voidaan käyttää myös muita keskusvoitelurasvoja. Työn kohteena oleva automaattivoitelujärjestelmä sallii käytettäväksi ympärivuotisesti myös muita NLGI-0 luokan rasvoja. Kesäisin tai muutoin lämpimämissä olosuhteissa voidaan käyttää myös NLGI-1 luokan voitelurasvoja.

Taulukko 3. Esimerkkejä voitelurasvoista. (SKF kunnossapitotuotteet ja voiteluaineet, 2019. s.156)

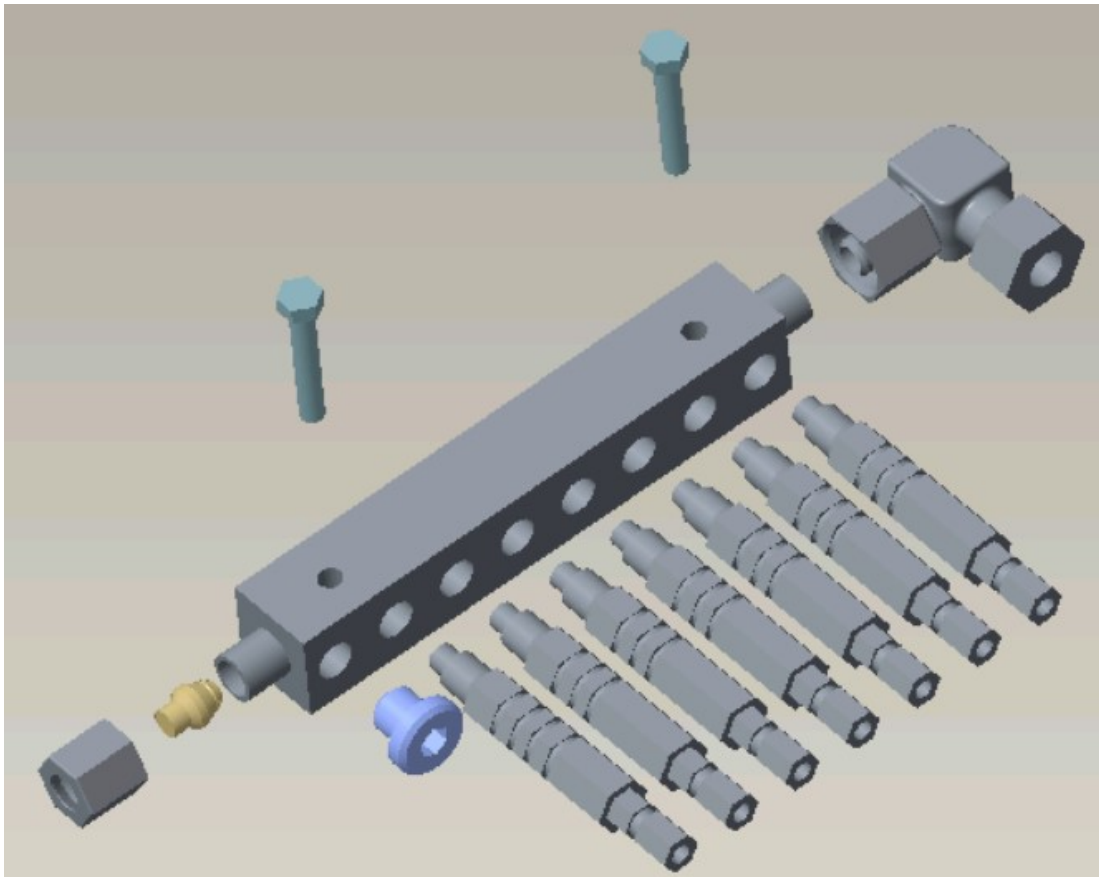
Tekniset tiedot	LGLS 0	LGLS 2
Tyyppimerkintä	LGLS 0	LGLS 2
DIN 51825 -koodi	KPOG-40	KP2K-20
NLGI -kovuusluokka	0	2
Saennin	Vedetön kalsium	Vedetön kalsium
Väri	Punainen	Punainen
Perusöljy	Mineraaliöljy ja polymeerejä	Mineraaliöljy ja polymeerejä
Käyttölämpötila-alue	-40 - +100 °C	-20 - +120 °C
Tippumisaste IP 396	> 120 °C	>140 °C
Perusöljyn viskositeetti		
40 °C, mm <sup>2</sup> /s	1 370	1 300
100 °C, mm <sup>2</sup> /s	96	106
Penetration DIN ISO 2137		
60 iskua, 10 <sup>-1</sup> mm	355-385	265 -295
Korroosiosuoja		
SKF Emcor: - vakioke ISO 11007	0-0	0-0
SKF Emcor huuhtelukoe vedellä	-	0-0
Huuhtelukoe vedellä		
ISO 11009, 1h/80 °C	-	2%
Virtauspaine	<1 400 mbar (-40 °C)	<1 400 mbar (-20 °C)
EP-ominaisuudet		
4-pallokoe, hitsaantumiskuorma DIN 51350/4	3 200 N	2 800 N
4-pallokoe, Kulumisjälki DIN 51350/5, 1 400 N	-	<2
Varastointi-ikä	5 vuotta	5 vuotta

## 6.2 Voitelujärjestelmän komponentit

Järjestelmän suurin osa on pumppausyksikkö, joka sisältää rasvasäiliön, pumppauslaitteen ja paineen valvontajärjestelmän. Lisäksi järjestelmään kuuluu runkolinjaletku, josta haarotetaan syötöt asennuskiskoihin. Voitelukohteiden määrän mukaan valittuihin sopivan kokosiin asennuskiskoihin kiinnitetään voitelukohteita vastaava määrä B-annostimia, joista liitetään letkut tai putket rasvanappoihin.



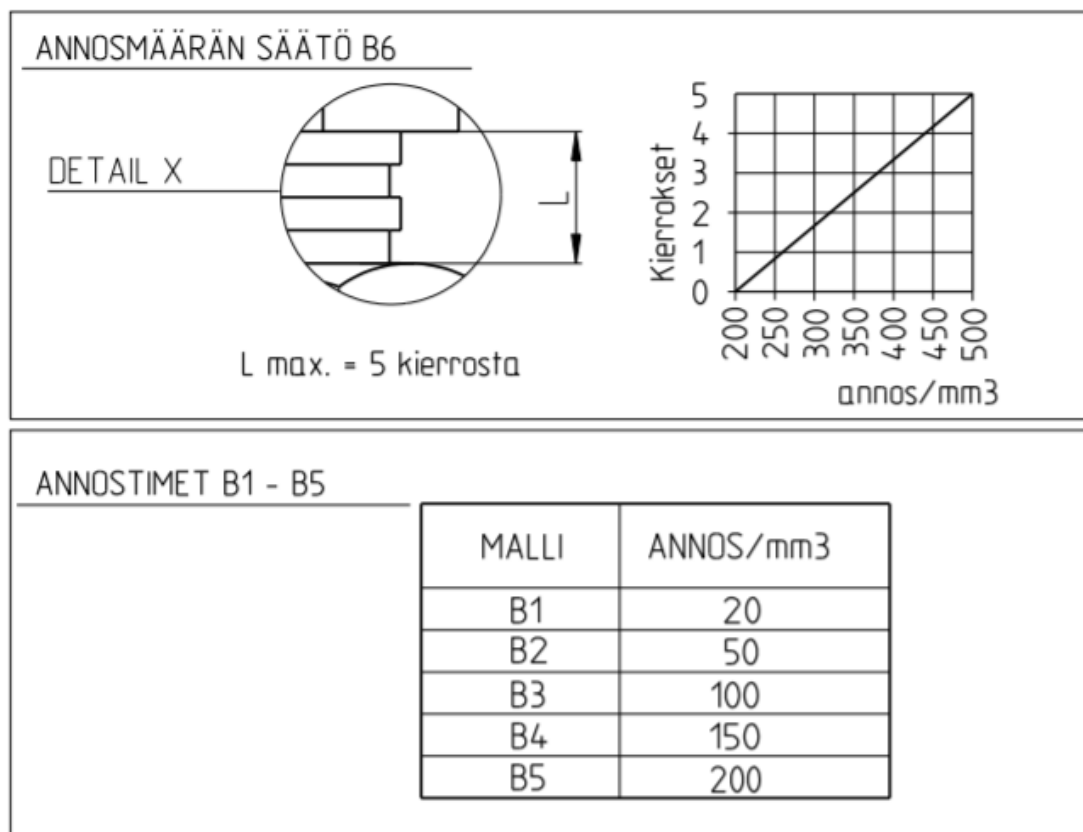
Kuva 8. Creo 3D-mallinnusohjelmalla piirrettyjä liittimiä (Kivinen 2021)



Kuva 9. Creo 3D-mallinnusohjelmalla piirretty annostinryhmän räjäytyskuva (Kivinen 2021)

### 6.3 Annostelijoiden valinta

Annostelijoiden valintaan vaikuttavia tekijöitä on niin paljon, ettei kaikissa tapauksissa voida laskennallisesti määrittää optimaalisen tarkkaa rasva-annoksen määrää eri voitelukohteille. Haastetta tuo osakseen myös ulkoiset tekijät, kuten muuttuvat sääolosuhteen. Näistä asioista johtuen annostelijoiden valinta perustuu osaksi kokemusperäisesti hankittuun tutkimustietoon. Merkittävimpiä voiteluaineen määrän tarpeeseen vaikuttavia tekijöitä ovat voideltavan laakerin tai liukupinnan tyyppi ja koko, siihen kohdistuvat kuormitukset, pyörimisnopeus ja suunnanvaihtojen toistuvuus. Stenrothin mukaan (Stenroth sähköposti 3.3.2022) laakereiden voiteluannoksille kuitenkin löytyy useita laskentamalleja, joita voidaan hyödyntää oikean voiteluaineannoksen määrityksessä. Laskentamalleista esimerkkinä voidaan mainita SKF:n DialSet laskentaohjelma. Liukupinnoille, esim. nivelille ei vastaavanlaisia laskentamalleja löydy (SKF 2022).



Kuva 10. B-annostimien annoskokotaulukko. (Kölli, S. Sähköposti 29.10.2021. SKF)

## 7 SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

Suunnittelu alkoi voitelujärjestelmän komponentteihin tutustumisella. Tämän jälkeen luotiin komponenteista Creo- suunnitteluohjelmalla 3D-mallit.

Sampo-Rosenlew tilasi voitelujärjestelmäksi valitun yksilinjaisen SKF Multilube MLPV 4-1-24 Pumppausyksikön, sekä siihen liittyvät oheiskomponentit. Voitelujärjestelmän ensimmäinen asennus suoritettiin Sampo-Rosenlewin tuotekehitysosaston tiloissa samaan aikaan, kun letkujen ja putkien reititystä sekä asennuskiskojen sijain- teja suunniteltiin ja dokumentoitiin.

Järjestelmän asennus kuormatraktoriin aloitettiin pumppausyksikön kiinnittämisellä koneen eturunkoon sisäpuolelle. Voitelujärjestelmän asennuksessa lähdettiin runko- linjalla R1/4”kudosletkulla etenemään asennuskiskoille, joissa on B-annostimet. An- nostimilta jatketaan voitelukohteisiin 8/4 kudosletkulla. Ensin linja rakennetaan an-

nostinryhmältä Ø4mm tarkkuusteräspuutella ohjaamolaakerin voitelupisteille, siitä edelleen jatkaen runkonivelen laakerille ja niveltapeille. Runkolukkosylintereiden ja runko-ohjaussynterierien voitelulinjojen reitityksiä oli mietittävä tarkemmin etu- ja takarungon välissä olevan kahteen suuntaan liikkuvan nivelen takia. Kun nivelen alueen asennuskiskot ja voitelulinjat oli saatu sijoiteltua toimivaksi, oli jäljellä vielä takarungossa kardaanin tukilaakerin, serminsiirron ja nosturin voitelupaikat. Nosturissa oli tehdasasenteisena keskitetty voitelu, josta osin purkamalla saatiin hyödynnettyä valmiita letkulinjoja osalle nosturin nivelistä. Ohjausyksikkö sijoitettiin ohjaamon kojelautaan hyvin havaittavaan paikkaan, josta sitä on tarvittaessa myös helppo käyttää.

### 7.1 Voitelujärjestelmän säädöt ja asetukset

ST102 V 2.0 Ohjausyksikköön on SKF:n toimesta tehtaalla asetettu vakio arvoiksi: pumppausvälin 30min ja paineistus aika 5min. Koneiden käyttämisessä, käyttöolosuhteissa ja järjestelmässä käytettävissä rasvoissa on eroja, jotka vaikuttavat lopullisiin säätöarvoihin. Tiheämpää pumppausväliaikaa voidaan käyttää etenkin uusien koneiden käyttöönotossa, kun nivelien ja laakereiden kuluminen on vauhdikkaampaa ja kun varmistetaan, että jokaisesta voitelukohteesta tulee varmasti rasvaa ulos. Joissakin liikkuvan kaluston voitelujärjestelmissä suositellaan voiteluväliajan pidentämistä noin 200 käyttötunnin jälkeen, tai ensimmäisen huollon yhteydessä. SKF Single-line järjestelmässä voiteluväliajan ja paineistusajan säätäminen onnistuu vaivattomasti ohjaamossa sijaitsevan ohjausyksikön käyttöliittymän kautta. Mikäli koneella operoidaan erittäin kylmissä olosuhteissa, voitelurasvan viskositeetti muuttuu ja saattaa näin vaatia pidemmän paineistusajan asettamista, jotta riittävä voiteluainemäärä saadaan voitelukohteisiin.



Kuva 11. FR68 kuormatraktorin kojetauluun asennettu ST102 ohjausyksikön käyttöliittymä (Kivinen 2021).

## 7.2 Kokoonpano

Voitelujärjestelmän komponentit tilattiin ensin irto-osina ja letkut keloina. Ensimmäisen asennuksen edetessä komponenteista koottiin annostinryhmät, letkut katkaistiin asennusvaiheessa määrämittoihin ja puristettiin liittimet päihin, putket katkaistiin ja taivutettiin muotoon. Letkuista tehtiin taulukkomuotoinen dokumentaatio myöhempiä tilauksia varten (Liite1). Annostinryhmät on myös piirustuksessa komponenteista koottuna (Liite2).



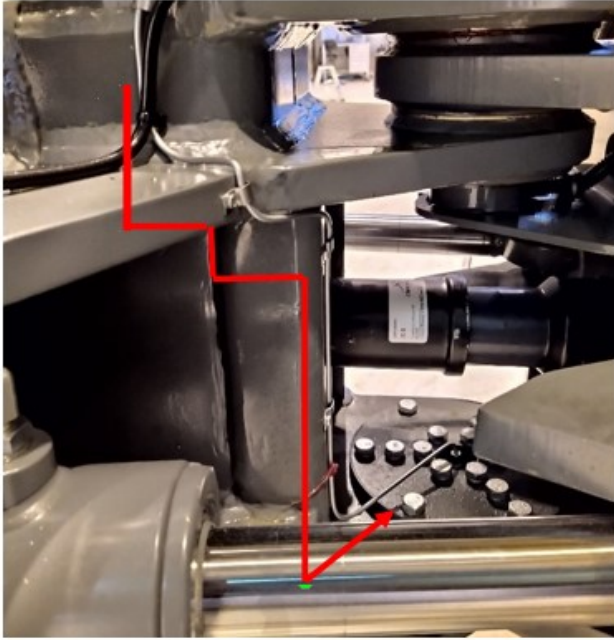


Kuva 12. Nosturin niveliin meneviä rasvaletkuja (vas.) ja puomin päällä annostinryhmä (oik.) (Kivinen 2021).

### 7.3 Suojaus

Suunnitteluvaiheessa on pyritty huomioimaan mahdollisimman huolellisesti metsäolosuhteissa olevat vaurionaiheuttajat voitelujärjestelmän asennuksessa ja komponenttien sijoittelussa. Putket ja letkut pyritään vetämään pääosin koneen oman rakenteen suojissa ja letkut mahdollisuuksien mukaan hydrauliikkaletkujen kanssa samassa suojauspiraalissa. Näin pyritään välttämään esimerkiksi renkaiden edessä kaatuvien risujen ja kuormatessa putoavien puun- tai jäänkappaleiden aiheuttamat vauriot.

Annostinryhmät pyritään sijoittamaan mahdollisimman suojaisiin paikkoihin, mutta kuitenkin mahdollisimman lähelle voitelukohteita, jotta voiteluainelinjojen pituus ei kasva tarpeettoman pitkäksi. Tarvittaessa annostinryhmät suojataan lisäksi erillisillä peltisuojuilla.



Kuva 13. Runkonivelen alatapin voiteluputki (merkattu kuvassa punaisella viivalla) on muotoiltu rungon myötäisesti (Kivinen 2021).



Kuva 14. Annostinryhmä (kuvassa ympyröityinä) suojattuna runkonivelen päällä (Kivinen 2021).



Kuva 15. Annostinryhmä (kuvassa ympyröityinä) suojattuna porras askelman alla. (Kivinen 2021).



Kuva 16. Ohjaamonpyörityslaakerin annostinryhmä sijoitettiin ohjaamolevyn sisäpuolelle (Kivinen 2021).

#### 7.4 Pumppausyksikön voiteluainesäiliön täyttö

Pumppausyksikössä sijaitsevan voiteluainesäiliön täyttö tapahtuu kuormatraktorin etuosassa olevan luukun sisäseen asennetun suodattimella varustetun täyttöyhteen kautta. Täyttöyhteen suodatin on säännöllisin väliajoin puhdistettava mahdollisista epäpuhtauksista, sekä tarvittaessa se tulee vaihtaa uuteen. Suodattimen puhdistus ja sen vaihto tulee suorittaa vain silloin kun pumppausyksikön voiteluainesäiliö on täysin tyhjä.

Täyttölaitteen ja täyttöyhteen liittimien puhtaus on todettava ennen voiteluaineen täyttöä. lika ja muut vieraat partikkelit järjestelmässä voivat häiritä järjestelmän oikeanlaista toimintaa ja aiheuttaa mahdollisesti vahinkoa voitelukohteisissa.



Kuva 17. Pumppausyksikön täyttöliitin on sijoitettu koneen etuluukun sisään (Kivinen 2021).

#### 7.4.1 SKF täyttölaite

SKF keskusvoitelulaitteiden käsitäyttöpumppu on tarkoitettu 20 l / 18 kg voiteluainestioissa käytettäväksi. Täyttölaitteesta on saatavilla kahta eri versiota. NLGI-1-NLGI-2 luokan voitelurasvoille tarkoitettu täyttölaite on varustettu saattolevyllä, jota ei ole NLGI-000-NLGI-0 luokan rasvoille tarkoitettu täyttölaitteessa.



Kuva 18. SKF käsitäyttölaite saattolevyllä (Kölli, S. Sähköposti 29.10.2021)



Kuva 19. 18 kg voiteluainestia. (Kölli, S. Sähköposti 29.10.2021. SKF)

## 7.5 Hyödyllisiä laskentakaavoja

Kuvan mukaisilla kaavoilla pystytään selvittämään koneen elimiin kohdistuvia kuormituksia ja rasituksia. Laskennallista tietoa voidaan hyödyntää voitelua suunniteltaessa, erityisesti voiteluaineen määrän tarpeen arvioinnissa. Kaavoja käyttämällä saadut tulokset antavat suuntaa voiteluaineen määrän tarpeesta. Tämän lisäksi pitää huomioida myös muut sisäisesti ja ulkoisesti vaikuttavat tekijät voitelukohteiden annostelijakokoja valitessa.

### Laakerin kuormitus

#### Liukumisnopeus:

$$v = \frac{\pi \times d}{60000} \times R$$

#### Pintapaine:

$$p = \frac{F}{d \times L}$$

#### PV arvo:

$$PV = \frac{v}{p}$$

#### Kuorma:

$$m = \frac{F}{9,80665}$$

Kuva 20. Laakerin kuormituksen laskentakaavoja. (SKS www-sivut 2021)

R= pyörimisnopeus (rpm)

F= voima (N)

L= pituus (mm)

d= sisähalkaisija (mm)

p=paine (Mpa)

## 8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön lopputuloksena suunniteltiin ja dokumentoitiin SKF:n komponenteilla rakennettu automaattivoitelujärjestelmä Sampo-Rosenlew Oy:n FR68 kuormatraktorimalliin. Automaattivoitelujärjestelmä listattiin konemalliin saatavilla olevaksi lisävarusteeksi.

Opinnäytetyön aikana järjestelmä koottiin Sampo-Rosenlew Oy: tuotekehitysosastolla irtokomponenteista, sekä letkut katkaistiin ja puristettiin liittimet kokoonpanopai- kalla. Jatkossa on mahdollista tilata annostinryhmät valmiiksi esikokoonpantuina kuvan kohtien A-G mukaisesti (Liite 1). Letkut on myös mahdollista tilata valmiina oikean pituisina liittimiseen (Liite 3). Tämä säästää huomattavasti aikaa kuormatraktorin kokoonpanolinjalla.

Koneita, joihin tämä voitelujärjestelmä asennetaan, tullaan seuraamaan ensimmäisten huoltojen yhteydessä. Huolloissa tarkistetaan voitelujärjestelmään liittyvät voitelukohteet ja todetaan voitelun riittävyys.

Seurannan tulosten mukaan annostelijakokoihin tullaan tekemään mahdollisesti joi- tain muutoksia SKF:n omien asentajien kanssa yhteistyössä tehdyn suosituksen mu- kaisesti esimerkiksi ohjaamolaakerin osalta (Liite 4).

Lopuksi haluan osoittaa kiitokset opinnäytetyön tilaajalle, Sampo-Rosenlew Oy:lle. Lisäksi haluan kiittää SKF Muuramen osastoa ja kaikkia muita henkilöitä, jotka ovat olleet tukemassa ja mahdollistaneet tämän työn tekemisen.

Työn aikana ammatillinen osaamiseni on kehittynyt jonkin verran. Olen saanut paljon lisäkokemusta koneenrakennuksesta sekä työkoneiden tekninen asiantuntemukseni on kehittynyt. Vaikka työssäni olen jo perehtynyt aiheeseen, koen, ettei lisätieto ole koskaan pahitteeksi. SKF on myös antanut minulle paljon uutta tietoa automaatti voitelujärjestelmään liittyen, sekä muihin heidän tuotteisiinsa ja esimerkiksi heidän tarjoamiin laskentakaavoihin olen päässyt perehtymään heidän avustuksellaan. Koen, että varsinkin kunnossapitoaiheeseen perehtymisestä opinnäytetyön tekovaiheessa tulee olemaan minulle hyötyä, kun siirryn kokoaikaisesti työelämään. Opinnäytetyötä tehdessä olen saanut myös lisää kontakteja, joista voisi olla hyötyä valmistumisen jälkeen.



## LÄHTEET

Aalto yliopisto. Luento 9: Pinnat ja pinnoitteet. [Kuviot 1-3].

[https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/1142912/mod\\_resource/content/1/L9%20pinnaat.pdf](https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/1142912/mod_resource/content/1/L9%20pinnaat.pdf)

Antila ym. 2013. Teollisuusvoitelu. 5. uud. p. Helsinki: KP-Media.

Hytönen, E. 2020. Sammon takojat. Sampo-Rosenlew Oy.

Kivinen, K. 2021. Kuvat Sampo-Rosenlew Oy:n FR68 kuormatraktorista ja Creo 3D-mallit.

Kivioja, S., Kivivuori, S. & Salonen, P. (2007). Tribologia – Kitka, kuluminen ja voitelu. 5.p. Helsinki: Otatieto.

Kölli, S. 2021. SKF Muurame. Vastaanottaja: KK. Lähetetty 29.10.2021 klo 11.42  
Viitattu 14.11.2021.

Sampo-Rosenlew Oy www-sivut. 2021. Viitattu 7.11.2021. <https://www.sampo-rosenlew.fi/>

Sampo-Rosenlew Oy www-sivut. 2022. Viitattu 3.1.2022. [Kuva 1 ja 2].  
<https://www.sampo-rosenlew.fi/metsakoneet/>

SKF. 2016. SKF Multilube MLPV – Käyttö- ja huolto-ohje. Viitattu 19.12.2021  
[https://www.skf.com/binaries/pub12/Images/0901d19680b3651c-Kaytto--ja-huolto-ohje-Multilube-MLPV\\_tcm\\_12-562481.pdf](https://www.skf.com/binaries/pub12/Images/0901d19680b3651c-Kaytto--ja-huolto-ohje-Multilube-MLPV_tcm_12-562481.pdf)

SKF. 2019. SKF kunnossapitotuotteet ja voiteluaineet.  
[https://www.skf.com/binaries/pub154/Images/0901d196800637ed-03000\\_FI\\_tcm\\_154-163650.pdf#cid-163650](https://www.skf.com/binaries/pub154/Images/0901d196800637ed-03000_FI_tcm_154-163650.pdf#cid-163650)

SKF DialSet www-sivut. 2022. Viitattu 14.3.2022.

<https://maprotools.com/dialset/index.html>

SKS www-sivut. 2021. Viitattu 27.12.2021.

<https://www.sks.fi/suunnittelijalle/laskurit#laakerin-paino-ja-kuormitus>

Stenroth, A. SKF Muurame. Vastaanottaja: KK. Lähetetty 3.3.2022 klo 10.53. Viitattu 14.3.2022.

Opetushallituksen www-sivut 2021. Kunnossapito – menestystekijä. Voiteluaineet: Perusteet.

[http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/mekaniikka\\_e01\\_voiteluaineet\\_perusteet.html](http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/mekaniikka_e01_voiteluaineet_perusteet.html)

Opetushallituksen www-sivut 2021. Kunnossapito – menestystekijä. Voitelujärjestelmät: Keskusvoitelu.

[http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/mekaniikka\\_e09\\_voitelujarjestelmat\\_keskusvoitelu.html](http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/mekaniikka_e09_voitelujarjestelmat_keskusvoitelu.html)

PSK 7202. PSK Standardisointi. Teollisuuden voiteluaineet, ryhmittely, käyttö ja ominaisuudet. 2017. 2. p. PSK Standardisointiyhdistys ry. Helsinki: PSK. Viitattu 18.10.2021. [https://psk-standardisointi-](https://psk-standardisointi-fi.lillukka.samk.fi/Standard/Ryhma72/PSK72022p.pdf)

[fi.lillukka.samk.fi/Standard/Ryhma72/PSK72022p.pdf](https://psk-standardisointi-fi.lillukka.samk.fi/Standard/Ryhma72/PSK72022p.pdf)



TERMINEN LEIKKAUS / THERMAL CUTTING  
SFS-EN ISO 9013

ISO 9013:2017  
THIS DRAWING MAY NOT BE COPIED OR DISCLOSED TO A THIRD PARTY WITHOUT PERMISSION OF SAMPO-ROSENLEW OY. THIS DESIGN IS PROPERTY OF SAMPO-ROSENLEW OY

### AUTOMAATTIVOITELUJÄRJESTELMÄ FR68

POS	MAÄRÄ	CODE	SR-CODE	NIMI:
1	10	12644580	0453611	TASOTULPPA UK BSP2 /KUKKOTULPPA G1/8
2	3	11392310	0457350	BPLD-02-02-ZN ASENNUSKISKO
3	1	11392330	0457351	BPLD-04-ZN ASENNUSKISKO
4	2	11392320	0457352	BPLD-03-03-ZN ASENNUSKISKO
5	2	11392340	0457354	BPLD-08-ZN ASENNUSKISKO
6	3	12644617	0457355	SULKUTULPPA 8L ZN
7	5	11643230	0457356	LIITINMUTTERI M 8L Z
8	2	11643200	0457357	LEIKKUURENGAS LER 8L
9	2	11643430	0457358	T-LIITIN TEL 8L ZN
10	11	11643125	0457359	KULMAL. ASET. VBDKO 8L
11	15	11643280	0457360	LÄHTÖL. PEL 4LL R1/8
12	20	11643070	0457361	KULMAL. KKL 4LL R1/8
13	10	11620200	0457362	PUTKI 4X1 L=2000MM Z
14	2	11620250	0457363	PUTKI 8X1 L=2000MM Z
15	4	11391050	0457364	B2-G1/8-ZN-4 ANNOSTIN
16	15	11391100	0457365	B3-G1/8-ZN-4 ANNOSTIN
17	15	11391150	0457366	B4-G1/8-ZN-4 ANNOSTIN
18	1	11500133	0457367	ML-JOHTOSARJUA 7NAP J
19	1	11500610	0457369	ST102 V 2.0 AJASTIN
20	1	11395210	0457370	MLPV-4-1-24 PUMPPU
21	16	11660400	6207247	KUUSIORUUVI M6X35 ZN

LOOTE	MUUTOS	HITSAUS	FR68	YHT.	VIITE	KPL	NÄK.	REF.	YHT.	YHT.	YHT.	YHT.	YHT.	YHT.	YHT.
MODEL	SECTION	DESIGNER	SCALE	DATE	NO.	NO.	NO.	NO.	NO.	NO.	NO.	NO.	NO.	NO.	NO.
K6617.2.20	LISAVAR	JKA	1.5	13-Feb-20	39.2	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20
MUUTOS	LISAVAR	JKA	1.5	13-Feb-20	39.2	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20
MUUTOS	LISAVAR	JKA	1.5	13-Feb-20	39.2	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20
MUUTOS	LISAVAR	JKA	1.5	13-Feb-20	39.2	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20
MUUTOS	LISAVAR	JKA	1.5	13-Feb-20	39.2	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20
MUUTOS	LISAVAR	JKA	1.5	13-Feb-20	39.2	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20	13-Feb-20

A LISÄTTY OSAT		FR68		AUTOMAATTIVOITELUJÄRJESTELMÄ FR68		SFS-CODE	
MUUTOS		LISAVAR		LISAVAR		REVISION CODE	
MODIFICATION		JKA		JKA		REV NO	
LEVEL A		1.5		2		3 R872023	
LEVEL B		Released		2		3 R872023	
LEVEL C		Released		2		3 R872023	
LEVEL D		Released		2		3 R872023	

HITSAUSLUOKKA C SFS-EN ISO 19920 LUOKKA A  
WELDED CONSTRUCTIONS SFS-EN ISO 19920 LEVEL A

LEIKKAUS, TÄYDÄKÄÄNÄ JA LÄVISTYS SFS 5803 LUOKKA m  
CUTTING, BENDING AND STAMPING SFS 5803 LEVEL m  
MUTTO- JA SUUNNITTELUJÄRJESTELMÄN SFS-EN ISO 101  
TOLERANCES OF FORM AND ORIENTATION SFS-EN ISO 1101  
SUUNNITTELUJÄRJESTELMÄN SFS-EN ISO 102  
PINTAMÄÄRÄT SFS-EN ISO 1302  
SUUNNITTELUJÄRJESTELMÄN SFS-EN ISO 1302





Sakari Kölli 18.11.2021  
Kalle Kivinen Insinööri

## SAMPO ROSENLEW FR 68 AJOKONEEN VOITELUJÄRJESTELMÄN ANNOSTELIJAT

Annostelijoiden koot ovat suosituksia ja perustuvat SKF:n asentamiin ja toimittamiin voitelujärjestelmiin . Nämä tiedot sitoumuksetta. Koneiden ja kone-elimien valmistajilta tarkemmat rasvamäärien annostusmäärät .Oikeaan voiteluainemäärään vaikuttaa tietenkin myös olosuhteet, kuormitus, käytettävä voiteluaine jne.

Annoskoot MLPV Single-line voitelujärjestelmä  
B-annostimet

### **Nosturi** (voitelukohteet saattavat vaihdella )

Nosturin kehä	B-5	2 kpl
Nostosylinteri	B-4	2 kpl
Pystytuomin tappi	B-6	1 kpl (säätö pienellä noin 250-300 mm <sup>3</sup> )
Taiton sylinteri alapää	B-2	1 kpl
Taiton sylinteri yläpää	B-4	1 kpl
Koiranluu (isompi liike )	B-3	2 kpl
Koiranluu (pienempi liike )	B-2	2 kpl
Taitontappi	B-4	1 kpl

### **Runko**

Keskinivel (pyörivä )	B-6	2 kpl
Vaihtoehto		
Keskinivel (tappimalli )	B-4	1 kpl (yläosa)
Keskinivel(tappimalli )	B-5	1 kpl (alaosa)
Sylinterin pää (etuosa )	B-3	2 kpl (kuormatraktorissa ehkä B-4 )
Sylinterin pää (takaosa )	B-2	2 kpl (kuormatraktorissa ehkä B-3 )
Runkolukko	B-3	4 kpl (jos sylinterille kovia voimia, niin B-4 )

**Nivellaakeri** B-3 6 kpl nykyinen /ei tietoa tarkemmin

**Ohjaamon kääntölaakeri** B-2 4 kpl nykyinen / tarkempi analyysi /annos voisi olla jopa pienempi.

**Tukilaakeri** B-4 2 kpl nykyinen /tarkempi analyysi