

HYDRAULIIKKA-ASENNUSTEN KEHITTÄMINEN
TAPOJÄRVI OY:SSÄ

Kaarlejärvi Jari

Opinnäytetyö
Tekniikan ja liikenteen ala
Konetekniikka
Insinööri (AMK)

2018

Tekniikan ja liikenteen ala
Konetekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Jari Kaarlejärvi	Vuosi	2018
Ohjaaja	TkL Lauri Kantola		
Toimeksiantaja	Tapojärvi Oy		
Työn nimi	Hydrauliikka-asennusten kehittäminen	Tapojärvi Oy:ssä	
Sivu- ja liitesivumäärä	44 + 10		

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia ja tehdä kehittämissuhteita Tapojärvi Oy:lle hydrauliikka-asennuksista ja hydrauliikkakomponenttien varastoinnista Kemin kaivoksella tasolla -350 m. Tapojärvi Oy urakoi terästeollisuudessa ja kaivoksissa eri puolella Suomea.

Opinnäytetyötä varten selvitettiin nykyisiä asennuskäytäntöjä ja varastointiolosuhteita Tapojärvi Oy:n toimitiloissa Kemin kaivoksella. Standardeista saatiin ohjeita ja suosituksia oikeita työmenetelmiä varten ja tavarantoimittajilta ohjeita varastoinnin olosuhteita varten. Hydrauliikkajärjestelmien puhtaudesta saatiin tietoa siihen erikoistuneilta yrityksiltä. Kemin kaivoksen ilman suhteellisen kosteuden ja lämpötilan saatiin mittaamalla ne HOBO dataloggereilla, jotka lainattiin Lapin ammattikorkeakoululta.

Hydrauliikka-asennuksiin ja varastointiin saatiin parannusehdotuksia, jotka voivat parantaa kokonaislaatua sekä järjestelmän toimintavarmuutta. Hydrauliikka-asennusten osalta parannuksena on työntekijöiden koulutus hydrauliikka-asennuksien käytäntöön. Varastoinnissa pitäisi saada ilman suhteellinen kosteus laskemaan.

Opinnäytetyöhön sisällytettiin myös työohje hydrauliikkaletkuasetelman tekoon.

Technology, Communication and Transport
Mechanical and Production Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Jari Kaarlejärvi	Year	2018
Supervisor	Lauri Kantola Lic.Sc.(Tech)		
Commissioned by	Tapojärvi Oy		
Subject of thesis	Development of Hydraulic Installations at Tapojärvi Oy		
Number of pages	44 + 10		

The purpose of this thesis was to study and propose improvements for Tapojärvi Oy hydraulic installations and storage of hydraulic components at the Kemi mine under -350 m. Tapojärvi Oy is involved in the steel industry and mines all around Finland.

The existing installation methods and storage conditions were studied at Tapojärvi Oy's workshop in the Kemi mine. Standards provided guidelines and recommendations for proper working methods and instructions on storage conditions came from the suppliers. Information on the purity of hydraulic systems was obtained from specialized companies. The relative humidity and temperature of the Kemi mine was obtained by measuring them with HOBO data loggers borrowed from Lapland University of Applied Sciences

There were some improvements in hydraulic installations and storage, which could improve overall quality and system reliability. As to the hydraulic installations the improvement is the training of the employees in the practice of hydraulic installations. In storage improvement the relative humidity of the air should get down.

This thesis also contains working instructions for the manufacture of hydraulic hoses.

Key words

hydraulics, development, installation

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
2	TAPOJÄRVI OY.....	9
3	KEMIN KAIVOS	11
3.1	Historia ja nykytila	11
3.2	Olosuhteet kaivoksessa	11
4	HYDRAULIIKKATYÖT	14
4.1	Standardit	14
4.2	Letkuja ja liittimiä koskevat standardit.....	14
4.3	Letkuasetelman vaatimukset ja asentaminen	15
4.4	Hydrauliikkaöljy	16
4.4.1	Mineraaliset hydrauliikkaöljyt.....	16
4.4.2	Synteettiset hydrauliikkaöljyt	16
4.4.3	Vaikeasti syttyvät hydrauliikkanesteet	16
4.4.4	Leikkautuminen	17
4.4.5	Viskositeetti ja viskositeetti-indeksi.....	17
4.4.6	Lisäaineet.....	17
4.5	Hydrauliikkaöljyn puhtaus	20
4.6	Työtavat	22
4.7	Katsaus Tapojärvi Oy:n asennuskäytänteisiin	24
4.7.1	Komponenttien vaihto.....	24
4.7.2	Tarkastukset.....	25
4.7.3	Letkuasetelman teko	26
4.7.4	Isommat korjaukset	27
4.7.5	Öljynlisäykset	27
4.7.6	Öljyntorjunta	28
5	VARASTOINTI.....	29
5.1	Komponenttien vaatimukset ja nykytila	29

5.2	Letkujen ja letkunosien vaatimukset ja nykytila.....	30
6	PALOTURVALLISUUS	31
6.1	Palamaton hydrauliiKANESTE	31
6.2	Huonosti palavat hydrauliiKANESTEET.....	31
6.3	HydrauliiKkaletkujen suoJasukka	31
7	ÖLJYN PUHTAUS	33
7.1	HydrauliiKkaöljyn lisääminen järjestelmään.....	33
7.2	Öljytoimitukset.....	35
8	KEHITYSTOIMINPITEET	36
8.1	Asennustyö	36
8.2	Varastointi.....	37
8.3	Työohjeet	38
9	YHTEENVETO JA POHDINTA.....	39
	LÄHTEET	40
	LIITTEET.....	43

ALKUSANAT

Haluan kiittää perhettä ja kaikkia henkilöitä jotka ovat tukeneet ja kannustaneet minua opinnäytetyössä ja koulunkäynnissä.

Haluan kiittää myös opinnäytetyön toimeksiantajaa, Tapojärvi Oy:tä mielenkiintoisesta aiheesta.

Kiitos Lapin AMK:n TkL Lauri Kantolalle joka antoi hyvää ohjausta opinnäytetyöhön.

Kemissä 23.5.2018

Jari Kaarlejärvi

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

AW	Kulumisenestolisäaine
Bulk	Irtolasti
EP	Paineenkestolisäaine
FM	Kitkanalentaja
HFC-hydrauliikkaneste	Huonosti syttyvä vesi-glykoli hydrauliikkaneste
HFD-hydrauliikkaneste	Huonosti syttyviä synteettisesti valmistettu hydrauliikkaneste, jotka eivät sisällä vettä
OKTO -tuote	Outokumpu Oy:n Tornion tehtailla ferrokromikuonasta valmistettu uusiotuote, joka soveltuu erinomaisesti maanrakennuksen päälly- ja alusrakenteisiin.
Re-luku	Reynoldsin luku
VL	Viskositeetti-indeksin parantaja

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää hydraulikka-asennuksiin liittyviä työtapoja Tapojärvi Oy:llä Kemin kaivoksella. Tavoitteena on, että erilaisissa asennus- ja huoltotoissa hydraulikkajärjestelmien korkeat puhtausvaatimukset tulisivat huomioiduiksi entistä paremmin. Oikeat työtavat hydraulikassa parantavat kokonaislaatua sekä järjestelmän toimintavarmuutta.

Tapojärvi Oy toimii usealla paikkakunnalla ja sillä on toimintaa erityisesti kaivoksilla. Yrityksellä on kaivostoiminnassa erilaisia työkoneita, joille niiden käyttäjät joutuvat tekemään huoltoja, letkujen vaihtoja ja öljyn lisäyksiä. Yleisesti on tiedossa, että hydraulikkajärjestelmän puhtaudella saadaan koneiden toimintavarmuutta parannettua. Tutkimuksissa on todettu, että suurin osa toimintahäiriöistä johtuu hydraulikkaöljyn epäpuhtauksista (PSK 6707. 2006, 8). Opinnäytetyössä on tarkoitus kehittää hydraulikka-asennusten työtapoja sekä komponenttien ja letkujen varastointia. Opinnäytetyössä on myös tarkoitus selvittää letkujen ja komponenttien varastointia kaivosympäristössä. Opinnäytetyössä tehdään myös työohje letkuasetelman tekoon, Specman pyynnöstä työohje on luottamuksellinen.

Opinnäytetyö rajataan hydraulikkakomponenttien ja -letkujen varastointiin sekä hydraulikkaletkuasetelman tekoon ja asennukseen. Opinnäytetyössä kohde on Kemin kaivoksen Tapojärvi Oy:n toimipiste -350 m tasolla.

Materiaali opinnäytetyöhön on kerätty alan standardeista, tutkimuksista ja aikaisemmin tehdyistä opinnäytetöistä. Materiaalia on saatu myös Oy Colly Company Ab:lta, yritys on erikoistunut suodattamiseen ja erotteluun muun muassa hydraulikan ja kertovoitelun parissa. Työssä hyödynnetään myös tekijän omaa 20 vuoden työkokemusta.

2 TAPOJÄRVI OY

Tapojärvi Oy:n historia ulottuu vuoteen 1955 saakka, jolloin yritys perustettiin taksirytyksenä Kolarissa. Toiminta laajeni 1970-luvulla maanalaisen kaivoksen kuljetuksiin. Vuodesta 2000 lähtien yhtiö on tunnettu nykyisellä nimellä Tapojärvi Oy:nä. Jo 50 vuoden ajan Tapojärvi Oy on auttanut asiakkaitaan kehittämään prosessejaan. Yhtiö on keskittynyt teollisuuden sivutuotteiden käsittelyyn ja kierrätykseen. Vuosikymmenten aikana Tapojärvi Oy on yhdessä asiakkaiden kanssa kehittänyt tuotteita ja palveluitaan. (Tapojärvi Oy 2018.)

Tapojärvi Oy on aliurakoitsijana useassa kaivoksessa ja terästehtaassa Suomessa ja se on aloittanut toiminnan Ruotsissa vuonna 2014 nimellä Tapojärvi Sverige AB (Tapojärvi Oy 2018). Yhtiön liikevaihto oli vuonna 2017 noin 85,1 miljoonaa euroa ja omia työntekijöitä oli yli 450 (Finder 2018).

Raahessa SSAB:n tehtaalla Tapojärvi Oy on vastannut erilaisista tehdaspalveluista vuodesta 1992. Palveluihin kuuluu koksinnostelu, kierrätys, konvertterin panostus, masuunin ja sintraamon raaka-aineiden syöttö ja seulonta, koksien seulonta, sintterin ja kalkin seulonta sekä ostokoksin siirto ja syöttö. Yhteistyö on kuitenkin alkanut jo vuonna 1973 Rautuvaaran kaivoksella, jolloin asiakasyrityksen nimi oli vielä Rautaruukki. (Tapojärvi Oy 2018.)

Outokumpu Oy:n Kemin kaivoksella Tapojärvi Oy on toiminut vuodesta 1985 lähtien. Kemin kaivoksella Tapojärvi Oy vastaa maanalaisen tuotantomalmin ja sivukiven lastauksesta ja kuljetuksesta, louhosten täyttötyöstä, maanalaisten teiden kunnossapidosta, rusnaus- (seinissä tai katossa löyhästi kiinni olevien lohkeiden tiputtaminen alas), varustelu- ja infran ylläpitotöistä sekä tunnelilouhinta- ja tukemistöistä. (Tapojärvi Oy 2018.)

Outokumpu Oy:n Tornion terästehtaalla Tapojärvi on toiminut vuodesta 1988. Outokumpu Oy:n terästehtaalla Tapojärvi Oy vastaa jaloteräs- ja ferrokromikuonan rikastuksesta kierrätettyjen tulenkestävien eristystiilien murskaus- ja jauhatusyksiköistä, tulenkestävien massojen valmistusyksiköistä, etu-, jälki- ja autogeenimurskauksesta, mobiiliseulayksiköistä, OKTO-tuotteiden lastauksesta ja kuljetuksesta sekä kierrätysteräksen ja bulkin ajosta. (Tapojärvi Oy 2018.)

Boliden Kylälahti Oy:n Kyylahden kaivoksessa Tapojärvi Oy on toiminut vuodesta 2011. Kyylahden kaivoksessa Tapojärvi Oy vastaa maanalaisten louhosten ja perien lastauksesta ja kuljetuksesta, louhosten täyttötöistä, maanalaisten teiden ylläpidosta, rusnaustöistä ja malmilouhosten rikotuksesta maan alla ja maan päällä. (Tapojärvi Oy 2018.)

Endomines Oy:n Pampalon kaivoksessa Tapojärvi Oy on toiminut vuodesta 2013. Pampalon kaivoksessa Tapojärvi Oy vastaa maanalaisten louhosten ja perien lastauksesta ja kuljetuksesta, louhosten täyttötöistä, maanalaisten teiden ylläpidosta, tunnelinlouhinnan- ja tukemistöistä, tuotantoporauksista ja varustelu- sekä infran ylläpitotöistä. (Tapojärvi Oy 2018.)

3 KEMIN KAIVOS

3.1 Historia ja nykytila

Kemin kaivoksen historia ulottuu vuoteen 1959, jolloin sukeltaja Martti Matilainen löysi kromia raakavesikanavan louhintatöiden yhteydessä. Kaivos aloitti toimintansa vuonna 1968 avolouhoksena (Kuisma 1985, 289). Vuonna 2003 louhinta aloitettiin maan alla. Avolouhinta lopetettiin kokonaan vuonna 2005 (Outokumpu Chrome Oy 2018).

Vuoden 2009 lopussa valmistuneen tutkimuksen perusteella kromimalmia sisältävä kivilajimuodostelma ylettyy 2-3 km syvyyteen, mahdollisesti jopa 4 kilometriin (Pihko 2010). Tutkimuksen mukaan kromikerros jatkuu jopa 2-2,5 km:n syvyyteen. Aiemmin on arvioitu, että nykyisellä tuotantonopeudella louhittavaa kromimalmia riittäisi kaivoksessa noin 70–80 vuodeksi. Uusimpien tutkimusten mukaan kromia riittäisi kuitenkin sadoiksi vuosiksi, vaikka tuotantoa kasvatettaisiinkin Outokumpu Oy:n suunnitelmien mukaisesti. (Pihko 2010.)

3.2 Olosuhteet kaivoksessa

Kaivoksen ilmankosteudesta tai -lämpötilasta ei löytynyt tietoa käytettävissä olevista yrityksen materiaalista eikä kirjallisuudesta. Näiden olosuhdetietojen määrittämiseksi lainattiin Lapin ammattikorkeakoululta 3 kpl HOBO dataloggereita, joilla mittaukset voitiin suorittaa. HOBO -dataloggeri käynnistyy joko käsin tai ajastimella. Laitteen näytevälin voi valita 1 s - 18 h väliltä. Mittauksen päätyttyä tiedot otetaan talteen tietokoneella. Mittaustuloksista laaditaan myös raportti, josta selviää ilman kosteus ja lämpötila. (Measurementsystems 2018). Sijoitin tiedonkeruulaitteet Kemin kaivoksen -350 m tasolle eri kohtiin. Tiedonkeruulaitteet sijoitettiin letkuntekonttiin, korjaamohalliin ja korjaamohallissa sijaitseva varastoon (Kuva 1). Ilmankosteuden ja -lämpötilan mittaus tapahtui 19.2.2018 klo 12.00 ja 22.2.2018 klo 12.00 välisenä aikana. Näyteväliksi valittiin 5 minuuttia.



Kuva 1. Letkuntekokontti, sisältä (vas.). Korjaamohalli (kesk.). Korjaamohallissa sijaitseva varasto (oik.).

Mittaukset osoittivat, että ilman suhteellinen kosteus letkuntekokontissa oli 84–87 %:n välillä ja lämpötila 16,5–17,3 °C:n välillä (Liite 1). Korjaamohallissa ilman suhteellinen kosteus oli 59–71 %:n ja ilmanlämpötila 15,5–17,1 °C (Liite 2). Korjaamohallissa sijaitsevassa varastossa ilman suhteellinen kosteus oli 81–86 %:n ja ilmanlämpötila 16,5–17,3 °C (Liite 3).

Mittauksien aikana oli Kem-Tornio lentokentällä ilman suhteellinen kosteus 65–89 %:n ja lämpötila -25,1 – -12,6 °C:n välillä (Liite 4). Kylmä ilma sisältää vähemmän vettä, kuin lämmin ilma. Esimerkiksi ilmanlämpötilassa 20 °C ja ilman suhteellisen kosteuden ollessa 80 %, absoluuttinen kosteus on 14 g vettä/m³. Ulkoilma jossa, ilmanlämpötila on -20 °C ja ilman suhteellinen kosteus 80 %, absoluuttinen kosteus on 0,8 g vettä/m³. (Taulukko 1).

Taulukko 1. Suhteellinen kosteus ja absoluuttinen kosteus (Nikulainen 2018).

Suhteellinen kosteus:	20%	40%	60%	80%	90%	100%
Ilman lämpötila °C	absoluuttinen kosteus: g/m ³					
80	58	116	174	232	261	290
70	39	78	118	157	176	196
60	26	52	78	104	117	130
50	17	33	50	66	75	83
40	10	20	31	41	46	51
30	6,1	12	18	24	27	30
20	3,5	6,9	10	14	16	17
10	1,9	3,8	5,6	7,5	8,5	9,4
0	1,0	1,9	2,9	3,9	4,4	4,9
-10	0,44	0,88	1,3	1,8	2,0	2,2
-20	0,18	0,35	0,53	0,70	0,79	0,88
-25	0,11	0,22	0,33	0,44	0,50	0,55
-30	0,07	0,13	0,20	0,26	0,30	0,33

Vertailun vuoksi mitattiin Lapin ammattikorkeakoulun kuiva ja lämmin sisäilma. Mittaukset suoritettiin 12.3.2018 klo 9.51 ja 14.3.2018 klo 10.01 välisenä aikana. Mittaukset suoritettiin samanlaisella mittarilla ja arvoilla kuin kaivoksella. Mittaustulokset osoittivat, että ilman suhteellinen kosteus oli 12,9–23,1 %:n välillä ja lämpötila 21,5–23,2 °C:n välillä. (Liite 5)

Korroosiota alkaa muodostua korroosioherkille materiaaleille, kun ilman suhteellinen kosteus kohoaa noin 60 %:iin. (Laitinen 2012, 4.)

Olosuhteet ovat korroosioherkille materiaaleille epäedulliset Kemin kaivoksella tasolla -350 m. Teollisuuden hydraulikkakomponentit sisältävät usein esimerkiksi teräksestä valmistettuja osia. Kaivosolosuhteissa teräsosat voivat altistua korroosiolle. Tapojärvi Oy:n toimipiste, jonne tämän opinnäytetyön selvitykset kohdistuvat, on Kemin kaivoksen -350 m tasolla. Korjaamon varastossa, jossa muun muassa hydraulikkakomponentteja säilytetään, ilmanlaatu on aistinvaraisesti arvioituna kohtalainen, joten ilma ei tunnu kostealta. Letkuntekopaikka on sijoitettuna korjaamotiloissa konttiin, jossa ilmanlaatu on aistinvaraisesti erittäin kostea.

4 HYDRAULIIKKATYÖT

4.1 Standardit

Standardoinnin ansioista palvelut, tuotteet ja menetelmät sopivat niihin olosuhteisiin sekä siihen käyttöön, joihin ne on tarkoitettu (Suomen standardisoimisliitto ry 2018a). Suomessa käytetään yleisesti SFS (Suomen Standardisoimisliitto) standardeja, jotka perustuvat pääosin kansainvälisiin ISO (International Organization for Standardization) standardeihin ja eurooppalaisiin CEN (European Committee for Standardization) standardeihin (Suomen standardisoimisliitto ry 2018b). Teollisuudessa ja sitä palvelevissa yrityksissä on käytössä Suomessa myös PSK Standardisointiyhdistys ry, joka kehittää yhteisiä tehdasstandardeja. PSK Standardisointiyhdistys ry:n tavoite on tukea jäsentensä etuja kansallisessa ja kansainvälisessä standardoinnissa (PSK Standardisointiyhdistys ry 2018). Yhdysvaltalaisista SAE (Society of Automotive Engineers) standardia käytetään mm. hydraulikkaletkujen ja -liittimien standardoinnissa. SAE-standardi on jäämässä pois ja se korvataan ISO-standardeilla (Suomen standardisoimisliitto ry 2018a)

4.2 Letkuja ja liittimiä koskevat standardit

Standardit antavat perustan hyvälle toiminnalle asennuksessa ja antavat ohjeita siitä, miten työt kuuluu tehdä.

Standardin PSK 6706 mukaan letkuasetelmissa tulisi käyttää seuraavien standardien mukaisia letkuja ja liittimiä:

- SAE 100-R Hydraulikkaletkut
- SFS-EN 853 Hydraulikkaletkut
- SFS-EN 856 Hydraulikkaletkut
- SFS-EN 857 Hydraulikkaletkut
- ISO 12151-1/3 Letkuliittimet.

Letkujen pituusmitoitus tulisi tehdä standardin SFS 2964 sarjan R10 mukaisilla letkumitoilla, joita ovat 250 mm, 315 mm, 400 mm, 500 mm, 630 mm, 800 mm, 1000 mm, 1250 mm, 1600 mm, 2000 mm ja 2500 mm. Servojärjestelmät tulisi suunnitella niin, ettei letkuja tarvitsisi ollenkaan. Mikäli servojärjestelmään tarvitsee letkuja, olisi silloin käytettävä ISO 3949-1/-2, SAE 100 R7 ja R8 sekä R14 normien mukaisia termoplastisia letkuja. (PSK 6706 2006, 7).

4.3 Letkuasetelman vaatimukset ja asentaminen

Hydrauliikkaletkuasetelmien yleiset vaatimukset:

- Letkuasetelmat on merkitty ISO 17165-1 standardin mukaan.
- Letkunvalmistajan on toimitettava enimmäisvarastointiaika letkun mukana.
- Letkuasetelmia ei saa käyttää valmistajan ilmoittamaa painetta suuremmilla paineilla. (SFS-EN ISO 4413. 2011, 44,46)

Hydrauliikkaletkuasetelman asentaminen:

- Letkuasetelman on oltava riittävän pitkä, ettei letkua tarvitsisi ylittää asennuksen yhteydessä eikä letkun ollessa käytössä. Letkun vähimmäissädettä ei saa alittaa.
- Letkuasetelman asennuksessa on otettava huomioon, että letkun kiertyminen olisi mahdollisimman vähäinen.
- Letkuasetelma asennetaan tai suojataan siten, ettei letkun ulkokuori hankaa mihinkään.
- Letkuasetelma tuetaan siten, ettei letkuasetelman paino aiheuta liiallista räsitusta. (SFS-EN ISO 4413. 2011, 46)

Komponenttien kunnossapidossa on noudattava komponenttivalmistajan ohjeita (PSK 6707. 2006, 3).

Noudattaessa standardeja hydrauliikkatöissä tulevat hydrauliikkatyöt helpottuu, kun tiedetään miten ja millä työt on tehty.

4.4 Hydrauliiikkaöljy

Hydrauliiikkajärjestelmässä öljyn tehtävä on siirtää energia toimilaitteelle. Hydrauliiikkaöljyn tehtäviin kuuluu myös komponenttien voitelu, järjestelmän jäähdyttäminen, korroosion esto, epäpuhtauksien kuljettaminen suodattimilla ja välysten tiivistäminen.

4.4.1 Mineraaliset hydrauliiikkaöljyt

Mineraaliöljy valmistetaan raakaöljystä erilaisten ja monivaiheisten jalostusprosessien kautta. Mineraaliöljy saadaan toimimaan kylmässä tai lämpimässä, mutta ei molemmissa ympäristöissä (Teboil Oy 2013).

4.4.2 Synteettiset hydrauliiikkaöljyt

Synteettiset öljyt ovat pidemmälle jalostetumpia kuin mineraaliöljy ja ne saadaan toimimaan esimerkiksi laajemmalla lämpötila-alueella kuin mineraaliöljyt. Öljynjalostuksella saadaan hyvät kylmäominaisuudet, kuten voitelu kylmässä sekä hyvät kuumaominaisuudet, kuten hapettumiskestävyys, alhainen haihtuvuus ja pienempi öljynkulutus (Teboil Oy 2013).

4.4.3 Vaikeasti syttyvät hydrauliiikkanesteet

Vaikeasti syttyviä hydrauliiikkanesteitä on valmistettu esimerkiksi synteettisistä estereistä tai ne voivat olla vesiliukoisia tai vesiliukenemattomia polyglycoleja. Käytettäessä vaikeasti syttyvää hydrauliiikkanestettä on varmistettava hydrauliikkakomponenttien yhteensopivuus nesteen kanssa (Teollisuusvoitelu – käsikirja 2013, 58, 59). Osa synteettisesti valmistetuista vaikeasti syttyvistä nesteistä on hyvin biohajoavia. Biohajoavat, huonosti palavat hydrauliiikkanesteet sopivat kohteisiin, joissa vuodot voivat aiheuttaa ympäristön saastumisvaaran, esimerkiksi kaivokset ja vesistön läheisyys (Liite 6). Biohajoavien hydrauliiikkanesteiden käyttö saattaa aiheuttaa lisävaatimuksia toimilaitteiden ja hydrauliikkakomponenttien tiivistykselle ja tiivistinmateriaaleille. (Liite 7)

4.4.4 Leikkautuminen

Hydrauliikkaöljyyn kohdistuu leikkausrasituksia, joiden suuruus riippuu liikkuvien pintojen nopeuseroista ja öljykalvon paksuudesta. Leikkautuminen tulee erityisesti esille kun, hydrauliikkaöljy joutuu kuristukseen, esimerkiksi kun suuntaventtiili aukeaa tai menee kiinni. Leikkautuminen muuttaa öljyn rakennetta ja viskositeettiä. Öljyn viskositeetti muuttuu leikkautumisen seurauksena pienemmäksi väliaikaisesti tai pysyvästi. Tästä seuraa öljyn voitelukyvyyn heikkeneminen. Hydrauliikkaöljyn leikkauskestävyyttä parannetaan lisäaineilla joita käsitellään luvussa 4.4.6. (Kauranne, Kajaste & Vilenius 2013, 127.)

4.4.5 Viskositeetti ja viskositeetti-indeksi

Viskositeetti on yksi tärkeimmistä öljyn ominaisuuksista, se kuvaa öljyn sisäisen kitkan suuruutta. Viskositeetti on riippuvainen öljyn lämpötilasta. Viskositeetti ilmoitetaan esimerkiksi seuraavasti: ISO VG 46. Edellä esitetyssä tapauksessa viskositeetti on lähellä 46 mm²/s /+40 °C (Teollisuusvoitelu – käsikirja 2013, 17, 53).

Viskositeetti-indeksi kertoo, kuinka paljon viskositeetti muuttuu lämpötila muuttuessa. Mitä suurempi viskositeetti-indeksi, sitä pienempi vaikutus lämpötilalla on öljyn viskositeettiin. Viskositeetti-indeksi merkitään kirjainyhdistelmällä VI. Viskositeetti-indeksi arvo on tyypillisesti 70 – 200. (Teollisuusvoitelu – käsikirja 2013, 18, 51).

4.4.6 Lisäaineet

Öljyn lisäaineistuksella on tarkoitus parantaa öljyn toimintaa jollakin tietyllä osaluueella. Tällaisia ovat:

- öljyn suorituskyvyn parantaminen

- öljyyn joutuvien epäpuhtauksien jakautuminen
- voideltavien pintojen suojeleminen ympäristön kanssa tapahtuvilta reaktioilta
- öljyn oman eliniän jatkaminen. (Teollisuusvoitelu – käsikirja 2013, 60–65.)

Käytössä oleva lisäainevalikoima on niin laaja ja muuttuva, että tässä käydään läpi vain teollisuusöljyjen tärkeimmät lisäaineet. (Teollisuusvoitelu – käsikirja 2013, 60–65.)

Kulumisenestolisäaineen (AW, anti-wear) tehtävänä on vähentää kulumista kosketuksessa olevien pintojen välillä. Se muodostaa pinnoille kulumista estävän kalvon kemiallisella reaktiolla. Kulumisenestoainetta lisätään pääsääntöisesti kaikkiin voiteluaineisiin. Kulumisenestoaineita ovat esimerkiksi sinkkiditiofosfaatti, rikki- ja fosforyyhdisteet sekä amiinit. (Teollisuusvoitelu – käsikirja 2013, 60,61).

Paineenkestolisäaine (EP, extreme pressure) reagoi metallipintojen kanssa, kun paine aiheuttaa paikallisen pintapaineen komponenttien sisäosissa metallipinnoissa. Paineenkestolisäaineen tarkoituksena on nostaa voiteluaineen kuormankantokykyä ja vähentää kitkaa pintojen välissä. Paineenkestolisäaineena käytetään rikki- ja fosforyyhdisteitä (Teollisuusvoitelu – käsikirja 2013, 61).

Viskositeetti-indeksin parantaja (VL-lisäaine) vähentää öljyn viskositeetin muutosta eri lämpötiloissa. Näin saadaan öljyt riittävän juokseviksi kylmässä sekä kestävä voitelukalvo korkeissa lämpötiloissa. Viskositeetti-indeksin parantaja estää öljymolekyylien vapaan liikkumisen. Vaihtelevissa lämpötiloissa toimiville koneille on tärkeää, että öljyn viskositeetti pysyy mahdollisimman vakiona. Viskositeetti-indeksin parantajat ovat koostumukseltaan öljyyn liukenevia polymeerejä, kuten esimerkiksi polyolefiineja ja metakrylaatteja. Lämpötilan noustessa polymeerimolekyyli ”avautuu” ja siten hidastaa öljyn ohenemista (Kuva 2). (Teollisuusvoitelu – käsikirja 2013, 62).



Kuva 2. Viskositeetti-indeksin parantajana toimiva polymeeri (Teollisuusvoitelu – käsikirja 2013, 63).

Hapettumisenestolisäaineen tarkoituksena on jatkaa öljyn elinikää, eli hidastaa kemiallista vanhenemista. Hapettumisenestolisäaineena käytetään rikkiä ja fosforia sisältäviä yhdisteitä, esimerkiksi sinkkiditiofosfaattia ja aminiittia. Hapettumisen kannalta kriittinen tekijä on korkea lämpötila. Hapettumisenestolisäainetta käytetään yleisesti kohteissa, joissa öljyntilavuudet ovat suuria. (Teollisuusvoitelu – käsikirja 2013, 64.)

Korroosionestoaineen tehtävänä on suojata laitteiden metallipintoja kosteuden ja hapen aiheuttamalta korroosiolta. Osa lisäaineista saattaa toimia katalyyttinä korroosiolle, kuten esimerkiksi paineenkestolisäaine. Näin ollen korroosionestoaine on tärkeä osa lisäaineistuksen tasapainoa. Korroosioestoaineena käytetään tyyppiyhdisteitä, fosforihappojen johdannaisia, rikkiyhdisteitä ja karboksyylihappojen johdannaisia. Lisäksi käytetään metallipassivaattoreita, jotka estävät metallisia aineita liukenemasta perusöljyyn sekä ehkäisevät kosteuden ja hapen pääsyä laitteiden metallipinnoille. Nämä yhdisteet ovat mm. sinkkiditiofosfaatti ja bentsotriatsolia. (Teollisuusvoitelu – käsikirja 2013, 64.)

Kitkanalentajan (FM, friction modifier) tehtävänä on alentaa kitkaa liikkuvien pintojen välissä ja erityisesti tilanteissa, joissa liike on hidasta, esimerkiksi käynnistyksessä ja pysäytyksessä Kitkanalentajana käytetään esimerkiksi alkoholeja, amiineja, amideja ja hiilihappoja. (Teollisuusvoitelu – käsikirja 2013, 64.)

Vaahoamisenestolisäaineen tarkoituksena on rikkoa vaahtokuplat pienentämällä öljyn pintajännitystä. Vaahoamisestoaineena käytetään mm. silikoniöljyjä.

4.5 Hydraulikkaöljyn puhtaus

Hydraulikkaöljyn puhtaus on erittäin tärkeää. Tutkimuksissa on todettu, että noin 80 % toimintahäiriöistä johtuu epäpuhtauksista (PSK 6707. 2006, 8). Hydraulikkaöljyn epäpuhtaudet ovat mm. erikokoiset partikkelit, vesi ja muut liuenneet nesteet sekä ilma öljyn seassa (Colly Company 2011, 32, 37). Epäpuhtauksia kulkeutuu järjestelmään ulkoa ja sisältä. Ulkopuolelta tulevat epäpuhtaudet ovat peräisin öljyn lisäyksestä, puutteellisesta hydraulikkasäiliön ilmansuodatuksista ja huolimattomuudesta hydraulikkakorjauksissa. Sisäiset epäpuhtaudet tulevat pääosin komponenttien kulumisesta. Hydraulikkaöljystä voidaan tutkia myös kulumametalleja, jotka syntyvät voitelukalvon kuormankantokyvyn pettäessä. Tässä tilanteessa kone-elinten pinnoista irtoaa kulumismetalleja hydraulikkaöljyn sekaan. Kulumametallianalyysit tehdään laboratorioissa ja niistä voidaan saada selville, mikä hydraulikkakomponentti on rikkoutumassa (Teollisuusvoitelu – käsikirja 2013,170, 171).

Suodatuksen tulee olla sellainen, että standardien ISO 4406 tai SAE AS4059 (2001) vaatimukset täyttyvät ja että järjestelmän komponenttien toimittajan määräämä ja käyttäjän hyväksymä öljyn puhtausluokka saavutetaan (PSK 6707. 2006, 8). ISO 4406 mukaan öljyn puhtaus esitetään käyttämällä numerokoodia, jonka avulla esitetään partikkelimäärät, jotka ovat suurempia kuin 4 µm, 6 µm ja 14 µm yhdessä millilitrassa öljyä (1 µm = 0,001 mm). Esimerkkinä ISO 4406 puhtauskoodi 16/14/12: 430 kpl ≥ 4 µm, 90 kpl ≥ 6 µm ja 22 kpl ≥ 14 µm (Liite 8). Epäpuhtauden analysointimenetelmiä yleisessä käytössä on kahdenlaisia: mikroskopiaan pohjautuva partikkelilaskenta ja automaattinen partikkelilaskenta. Kun öljynäyte otetaan näytepulloon hydraulikkajärjestelmästä, voidaan näyte lähettää laboratorion partikkelilaskentaan. Laboratoriossa partikkelilaskenta suoritetaan tyypillisesti partikkelianalysointilaitteella, mutta voidaan myös suorittaa katsomalla öljyä mikroskoopilla ja lasketaan sekä mitataan näkyvät partikkelit. Automaattinen

partikkelilaskenta suoritetaan puhtausanalysaattorilla hydraulikkajärjestelmän luona.

Hydrauliikkaöljyssä esiintyy vettä liuenneena tai vapaassa muodossa. Vettä saa olla öljyssä enintään 200 ppm, joka vastaa 0,02 % (PSK 6707. 2006, 12). Öljyn muuttuessa harmaaksi vettä on jo yli 1 % (Mendel University of Agriculture and Forestry 2004). Öljyn käyttökelpoisuus voidaan tarkistaa laboratoriossa tai puhtausanalysaattorilla (Kuva 3). Näillä menetelmillä selviää mm. öljyn viskositeetti, kosteus ja puhtaus. Kuvan 3 puhtausanalysaattori ilmoittaa öljyn viskositeetin, lämpötilan, vesipitoisuuden ja puhtauden. PCM 500 - puhtausanalysaattori ilmoittaa öljynpuhtauden ISO-4406-standardin mukaan.



Kuva 3. Öljyn puhtausanalysaattori PCM500 (Pall 2018).

Öljynäytettä voi verrata myös puhtaaseen öljyyn tarkistusmittarilla, esim. kuvan 4 mukaisella laiteella. Mittarilla selviää, onko veden, polttoaineen, metallien tai hapettumisen seurauksena tapahtunut muutoksia verrattuna uuteen öljyyn (SKF 2018). SKF TMEH 1 - mittari ei ole varsinainen analysaattori, vaan se on tarkoitettu seuraamaan öljynvaihtotarpeita korjaamoilla.



Kuva 4. Öljyn tarkistusmittari SKF TMEH 1 (SKF 2018).

4.6 Työtavat

Hydrauliikka-asennusten yhteydessä puhtaus on yksi tärkeimmistä asioista, mihin pitää kiinnittää huomiota. Letkujen tai putkiston vaihdossa letkut ja putket tulee puhdistaa sisältä. Letkujen ja putkien sisäpuhdistus onnistuu parhaiten, kun ”ampuu” sopivankokoisen tulpan putken tai letkun läpi. Tulpan ”ampuminen” tapahtuu esimerkiksi kuvan 5 puhdistuslaiteella. Valmiita puhdistustulppia löytyy yleisimmille halkaisijoille (Kuva 5).



Kuva 5. Puhdistuslaite (vas.) ja puhdistustulpat (oik.) letkulle ja putkelle (Specma 2018).

Letkuasetelman valmistuksen jälkeen se puhdistetaan sisältä ja tulpataan. Tulpatun letkuasetelman kanssa siirrytään esimerkiksi koneen luo, puhdistetaan liittimet, joihin letkuasetelma tullaan asentamaan, otetaan tulpat pois ja suoritetaan itse asennustyö.

Isommissa korjauksissa, kun hydraulikkaletkuja ja hydraulikkaputkia vaihdetaan enemmän, pitää järjestelmä huuhdella. Hydraulikkajärjestelmä voidaan huuhdella järjestelmän omilla hydraulikkapumpuilla tai erillisellä huuhtelukoneikolla. Tärkeää huuhtelussa on saada öljylle riittävä virtaus (Kaava 1). Virtauksen tulee olla turbulenttista, eli Re -luvun tulee olla yli 4000. Re -luvulla on kolme laskennallista aluetta: Virtaus on laminaarista Re -luvun ollessa alle 2300, virtaus on välialueella 2300–4000 ja virtaus on turbulenttista, kun Re -luku menee yli 4000. Re -luku kasvaa, kun virtaus kasvaa (Koneautomaatio 2009). Öljyn lämpötilan on oltava huuhtelussa 60 °C - 65 °C ja viskositeetti ei saisi ylittää 65 mm²/s (=cSt). Hydraulikkajärjestelmän huuhtelun putkiston Re -luku (Kaava 1) lasketaan järjestelmän suurimman letkun tai putken sisähalkaisijan mukaan. Hydraulikkajärjestelmän huuhtelussa pyritään kytkemään putkisto sarjaan (PSK 6709. 2006, 4).

Re -luvun laskentakaava (Standardi PSK 6709. 2006, 4).

$$Re = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v \cdot d_s} \quad (1)$$

missä

Re	on	Reynoldsin dimensioton suhdeluku virtausmekaniikkaan ≥ 4000 on tavoitearvo
Q	on	säiliöstä lähtevä tilavuusvirta [m ³ /s]
d_s	on	painepuolen suurimman putken sisähalkaisija [m]
v	on	käytetty maksimiviskositeetti [m ² /s] huuhtelulämpötilassa
π	on	matemaattinen vakio pii, 3,14

Hydraulikkajärjestelmän huuhtelun puhtaus määräytyy järjestelmän komponenttien puhtausvaatimuksista (Taulukko 2). Hydraulikkaöljyn puhtaus mitataan hiukkaslaskurilla ennen paluusuodatinta. Huuhtelua jatketaan niin kauan, että haluttu puhtaus on saavutettu.

Taulukko 2. Hydraulikka puhtaustaso eri järjestelmille (PSK 6707. 2006, 10).

Järjestelmät	ISO 4406 (1987) [ACFTD] ($>2 \mu\text{m}$) / $>5 \mu\text{m}$ / $>15 \mu\text{m}$	ISO 4406 (1999) [ISO MTD] $>4 \mu\text{m(c)}$ / $>6 \mu\text{m(c)}$ / $>14 \mu\text{m(c)}$	NAS 1638, (1964) [ACFTD]	SAE AS4059 (2001) [ISO MTD] A $> 4 \mu\text{m(c)}$ / B $> 6 \mu\text{m(c)}$ / C $> 14 \mu\text{m(c)}$	Systems
Servojärjestelmät	(17) / 13 / 10	18 / 13 / 10	NAS 4 5-15 μm	8A / 4B / 4C	Servo systems
Proportionaali-järjestelmät	(18) / 15 / 12	20 / 15 / 12	NAS 6 5-15 μm	10A / 6B / 6C	Proportional systems
Muut järjestelmät	(19) / 16 / 13	22 / 16 / 13	NAS 7 5-15 μm	12A / 7B / 7B	Other systems

Nykyään käytetään lähes yksinomaan ISO 4406 (1999) puhtausluokan arvoja. Puhtausluokkiin vaikuttaa mm. hydraulikkajärjestelmän komponentit ja mikä painetaso järjestelmässä on. Mitä korkeampi paine, sitä suurempaa puhtautta edellytetään (Taulukko 3).

Taulukko 3. Tyypillisiä teollisten öljyjen puhtaussuosituksia (Colly Company 2011, 19).

Järjestelmän laite	<140 bar (<2000 psi)	140-210 bar (2000-3000psi)	>210 bar (>3000 psi)
Servoventtiili	16/14/11	15/13/11	14/12/10
Proportionaaliventtiili	17/15/12	16/14/12	15/13/11
Säädettävä kierrostilavuusmäntäpumppu	17/16/13	17/15/12	16/14/11
Vakio tilavuusmäntäpumppu	18/16/14	17/16/13	17/15/12
Paine- ja virtaussäätöventtiili	19/17/14	18/16/14	17/16/13
Hammaspumput	19/17/14	18/16/14	18/16/14

* Nämä arvot perustuvat pullonäytteisiin; on-line partikkelilaskentaan perustuvat suositukset olisivat käytännössä paljon tiukemmat. On-line valvonta on nykyaikana suositeltavin vaihtoehto kriittisten laitteistoiden kunnonvalvonnassa.

4.7 Katsaus Tapojärvi Oy:n asennuskäytänteisiin

Tapojärvi Oy:llä tehdään pääosin kaikki huollot ja korjaukset omiin työkoneisiin. Tässä työssä keskitytään hydraulikkahuoltoihin ja korjauksiin. Specma Oy toimittaa Tapojärvi Oy:lle hydraulikkaletkut ja letkukomponentit.

4.7.1 Komponenttien vaihto

Komponentilla tarkoitetaan esimerkiksi hydraulikkaventtiiliä, -sylinteriä, -moottoria tai -pumppua. Kun komponentti rikkoutuu, se tapahtuu yleensä silloin, kun työkone on töissä. Komponentti vaihdetaan työkohteessa mahdollisuuksien

mukaan. Vaihdeettava komponentti ja sen ympäristö koneessa, esimerkiksi hydraulikkamoottori, pestään ensin painepesurilla (Kuva 6). Kaikissa koneissa on hydraulikka- tai sähkökäyttöinen painepesuri ja saatavilla on myös paineilmaa. Lopullinen pesu tapahtuu rasvanpoistoaineella ja räteillä. (Pohjola 2018.)



Kuva 6. Painepesuri työkoneessa.

4.7.2 Tarkastukset

Työkoneet tarkastetaan viikoittain. Tarkastuksissa käydään läpi, onko hydraulikkajärjestelmässä vuotoja ja ovatko letkut ulkoisesti kunnossa.

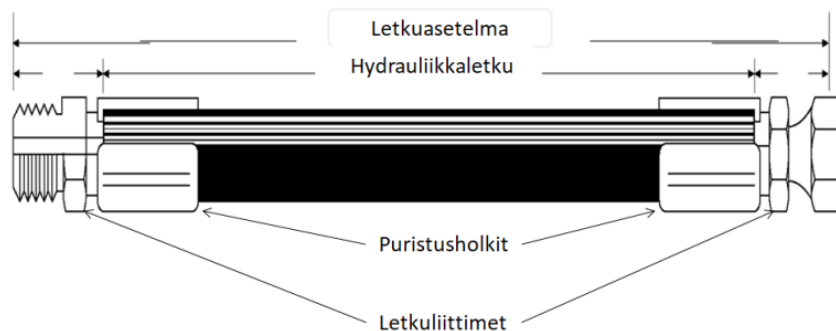
4.7.3 Letkuasetelman teko

Letkuasetelma koostuu hydraulikkaletkusta, puristusholkeista ja liittimistä. Letkuasetelma muodostuu, kun oikean mittaiseen hydraulikkaletkuun puristetaan liittimet kiinni puristusholkeilla.

Kun hydraulikkaletku menee rikki, työkonetta sammutetaan ja siitä pestään kohta, josta letku on rikki. Hydraulikkaletku irrotetaan, jonka jälkeen mennään korjaamohallissa sijaitsevaan letkuntekokonttiin (Kuva 7). Letku mitataan ja tarkistetaan, mitkä liittimet vanhassa letkussa on. Uusi letku katkaistaan oikeaan mittaan, siihen asetellaan puristusholkit sekä oikeat liittimet ja holkit puristetaan oikeaan mittaan (Kuva 8). Letkuasetelmasta ”ammutaan” puhdistustulppa läpi ja se tulpataan. Letkuasetelma asennetaan koneeseen. (Pohjola 2018.)



Kuva 7. Letkuntekokontti.

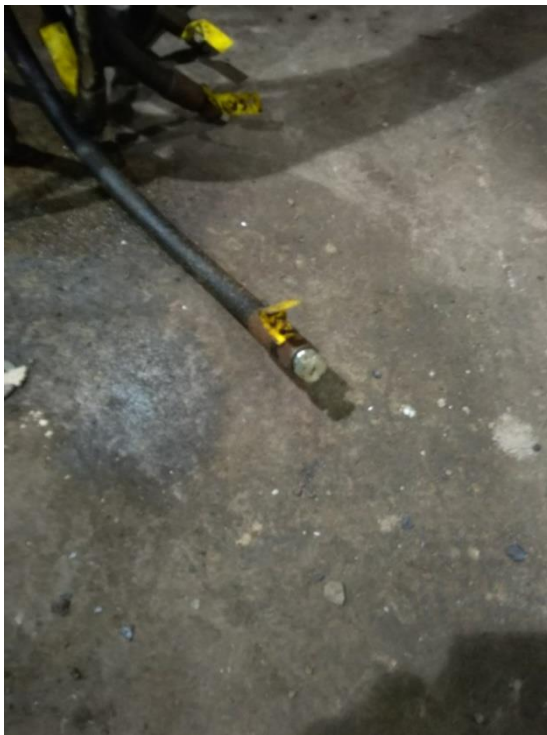


Kuva 8. Letkuasetelma. (Specma 2018).

4.7.4 Isommat korjaukset

Kun työkoneisiin tehdään isompia korjauksia, koneet tuodaan korjaamohalliin. Korjaamohalleja on Kemin kaivoksella tasolla -350 m ja Keminmaassa. Keminmaahan viedään yleensä kuljetuskalusto, kuten kuorma-autot ja kaivoksella pyritään korjaamaan ”hitaammat” ajoneuvot.

Mikäli korjauksessa joudutaan irrottamaan esimerkiksi työkoneen porauspuomi, niin hydraulikkaputket ja -letkut tulpataan korjauksen ajaksi (Kuva 9). (Pohjola 2018.)



Kuva 9. Tulpattu letku irti otetusta puominosasta.

4.7.5 Öljynlisäykset

Kaikissa työkoneissa on hydraulikkaöljyn lisäykseen imupumppu, jossa on suodatin. Työkoneissa on myös sivuvirtasuodatus, joka toimii aina kun kone on käynnissä. Sivuvirtasuodatin suodattaa hydraulikkaöljyä. (Pohjola 2018.)

4.7.6 Öljyntorjunta

Letkurikon yhteydessä öljyä voi valua ympäristöön. Vuotoriskin johdosta on Tapojärvi Oy:n työkoneissa öljyntorjuntavälineet. Öljyntorjuntavälineet ovat laatikossa, joka sisältää suojahanskat, imeytysmattoa ja öljynkestävän säkin (Kuva 10). Öljyvuodon sattuessa öljy imeytetään imeytysmattoon ja kun öljy on imeytynyt imeytysmattoon, se kerätään öljynkestäviin säkkeihin ja toimitetaan öljyjätteisiin. Koneenkäyttäjät on perehdytetty, kuinka toimitaan öljyvuodon sattuessa. Öljyvuodon yhteydessä tehdään myös ympäristöilmoitus.



Kuva 10. Öljyntorjuntavälineet.

5 VARASTOINTI

5.1 Komponenttien vaatimukset ja nykytila

Komponenttien varastointivaatimuksista ei löydy suosituksia, mutta varaston pitäisi olla lämmin ja kuiva (Sorri 2018). Pidempiaikaisemmassa varastoinnissa olisi hyvä suojata korroosioherkkiä komponentteja korroosiosuojauksella. Korroosiosuojauksella pidetään metallipinnat pitempään käyttökelpoisina. Tyypillisimmät suojaukset korroosiota vastaan varastoinnissa ovat:

- varaston ilman suhteellisen kosteuden pienentäminen
- komponenttien pintojen suojaaminen kalvolla käyttäen korroosionestoainetta
- korroosiolta suojaavien pakkausten käyttö. (Alén ym. 1980, s. 1)

Korroosiosuojaukseen on olemassa muun muassa pusseja, kalvoja ja nesteitä, joilla voi suojata erilaisia ja erikokoisia komponentteja (Zerust Oy 2018).

Komponentit ovat varastoituna korjaamohallissa sijaitsevassa varastossa. Varaston ilman suhteellinen kosteus on mittauksien mukaan 81–89%. Komponentit ovat varastoituu hyllyihin alkuperäispakkauksissa ja esimerkiksi sylinterit ovat hyllyssä tulpattuina (Kuva 11).



Kuva 11. Varastossa olevia komponentteja.

5.2 Letkujen ja letkunosien vaatimukset ja nykytila

Letkujen varastointilämpötila on 0-35°C ja olosuhteiden pitää olla kuivat, suojassa auringonvalolta ja lisäksi tulee välttää sähkömoottoreiden sekä hitsauslaitteiden läheisyyttä (vältä myös otsonia). (Specma 2018).

Letkut ja letkunosat on varastoitu konttiin, joka on sijoitettu korjaamohalliin. Kontin ilman suhteellinen kosteus on 84–87 %, joka on liian korkea. Korkea ilmankosteus ei ole hyväksi letkunosille, koska ajan myötä letkunosat ruostuvat.

6 PALOTURVALLISUUS

Paloturvallisuutta voidaan edistää hydrauliiikan osalta vaihtamalla hydrauliiikkaöljyt palamattomiin tai huonosti palaviin hydrauliiikkanesteisiin. Paloturvallisuutta lisää myös se, jos hydrauliiikkaletkujen päälle laitetaan suojasukka.

6.1 Palamaton hydrauliiikkaneste

Hydrauliiikkaöljyn vaihto palamattomiin hydrauliiikkanesteisiin vaati, että komponentit kestävät vettä. Palamattomat hydrauliiikkanesteet ovat yleensä vesiglykoli HFC-hydrauliiikkanesteitä sekä HFC-hydrauliiikkanesteitä 2 – 5 % emulsiona/vesiliukoisena. (Kuusela 2018)

6.2 Huonosti palavat hydrauliiikkanesteet

Hydrauliiikkaöljyn vaihto huonosti palaviin hydrauliiikkanesteisiin onnistuu yleensä hyvin, koska ne eivät sisällä vettä. HFD-hydrauliiikkanesteet on valmistettu synteettisesti estereistä, jotka ovat biohajoavia ja vaikeasti syttyviä. HFD-hydrauliiikkanesteellä on erinomainen kulumisenestokyky, minkä ansiosta se soveltuu nykyaikaisiin korkeapainehydrauliikkajärjestelmiin. HFD-hydrauliiikkanesteen leimahduspiste on 300 °C kun se tavanomaiselle vaativaan käyttöön tarkoitettulle hydrauliiikkaöljylle on 212 °C (Neste 2018). (Kuusela 2018)

6.3 Hydrauliiikkaletkujen suojasukka

Suojasukka tulee letkun ympärille ja se suojaa hydrauliiikkaöljysuihkulta letkun rikkoutuessa. Suojasukkaa on kahdenlaista, joko se laitetaan hydrauliiikkaletkun päälle letkuasetelman valmistusvaiheessa (Kuva 12) tai halkaistu malli, jossa on tarrakiinnitys. Tarrakiinnitteisen sukan voi kiinnittää esimerkiksi jo koneessa oleviin letkuihin (Kuva 13). Suojasukka estää öljysuihkun ja öljy valuu rauhallisesti suojasukan läpi, jonka seurauksena ei pääse syntymään helposti syttyvää öljysuihkua. Suojasukka suojaa myös koneenkäyttäjää letkurikon yhteydessä. (Safeplast Oy 2018 18-21)



Kuva 12. Suojasukka uuteen letkuun (Safeplast Oy 2018).



Kuva 13. Halkaistu suojasukka (Safeplast Oy 2018).

7 ÖLJYN PUHTAUS

Öljynpuhtauteen tulee kiinnittää huomiota öljynvaihdossa ja – lisäyksessä. Öljyt eivät varmuudella ole riittävän puhtaita, kun ne tulevat tynnyreissä tai konteissa. Öljynvaihdon yhteydessä tulee varmistaa, että tyhjennettävä öljysäiliö tulee puhtaaksi vanhasta öljystä ja sakoista.

7.1 Hydrauliikkaöljyn lisääminen järjestelmään

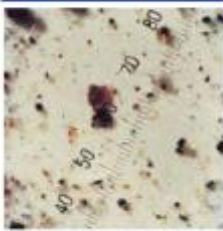
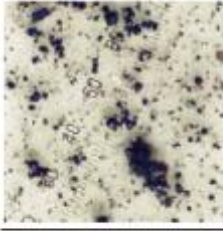
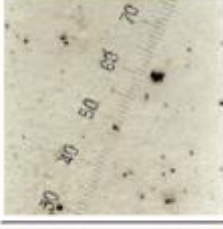

Hydrauliikkaöljyä lisättäessä tulee öljy aina pumpata täyttösuodattimen läpi. Työkoneissa voi olla oma imuyksikkö hydrauliikkaöljyn lisäykseen, mutta siinäkin pitää olla suodatus. Kuvassa 14 nähdään hydrauliikkaöljynpuhtaus eri vaiheissa. Liitteissä 9 ja 10 on esitetty esimerkit mitatuista puhtausluokista. Liitteessä 9 esitetään uuden, pakkauksessa olevan, öljyn puhtausluokka ja Liitteessä 10 todellisesta hydrauliikkajärjestelmästä otetun öljynäytteen puhtausluokka. Analysointi on tehty Pamas-puhtausanalysaattorilla.

Liitteessä 9 esitetyn uuden tuotepakkauksessa olevan, öljyn ISO-puhtausluokka on 19/18/15. Puhtaus ei ole riittävä hydrauliikkajärjestelmiin. Liitteessä 10 esitetyn todellisesta hydrauliikkajärjestelmästä peräisin olevan öljyn ISO-puhtausluokka on 15/13/8. Puhtausluokka riittää hydrauliikkajärjestelmiin. (Taulukko 4).

Taulukko 4. Tyypillisiä teollisten öljyjen puhtaussuosituksia (Colly Company 2011, 19).

Järjestelmän laite	<140 bar (<2000 psi)	140-210 bar (2000-3000psi)	>210 bar (>3000 psi)
Servoventtiili	16/14/11	15/13/11	14/12/10
Proportionaaliventtiili	17/15/12	16/14/12	15/13/11
Säädettävä kierrostilavuusmäntäpumppu	17/16/13	17/15/12	16/14/11
Vakiotilavuusmäntäpumppu	18/16/14	17/16/13	17/15/12
Paine- ja virtaussäätöventtiili	19/17/14	18/16/14	17/16/13
Hammaspumput	19/17/14	18/16/14	18/16/14

* Nämä arvot perustuvat pullonäytteisiin; on-line partikkelilaskentaan perustuvat suositukset olisivat käytännössä paljon tiukemmat. On-line valvonta on nykyaikana suositeltavin vaihtoehto kriittisten laitteistoiden kunnonvalvonnassa.

Mikrosskooppi-suurennos (100X)	Kuvaus	Epäpuhtaudet	Partikkeleita per ml	ISO 4406 luokat ja AS4059 ^{1,2} luokat
	Uusi öljy tynnyristä	Silica Musta metalli Kirkas metalli Muovi	> 4 µm(c) 12,345 > 6 µm(c) 3,280 > 14 µm(c) 450	21/19/16 (11A/11B/11C)
	Uusi systeemi, sisäisiä epäpuhtauksia	Kirkas metalli Musta metalli Ruoste Silica Muovi	> 4 µm(c) 31,046 > 6 µm(c) 7,502 > 14 µm(c) 1,960	22/20/18 (12A/12B/12C)
	Systeemi, jossa on huono suodatus	Kirkas metalli Musta metalli Silica Muovi	> 4 µm(c) 7,504 > 6 µm(c) 1,150 > 14 µm(c) 160	20/17/14 (10A/9B/9C)
	Systeemi, jossa on B _{5(c)} >1,000 tehosuodatus	Hieman mustaa metallia	> 4 µm(c) 52 > 6 µm(c) 16 > 14 µm(c) 4	13/11/09 (3A/3B/4C)

¹AS4059 näyte on 100 ml

²AS4059 luokat on ilmoitettu kolmelle ISO4406 kokoluokalle

Kuva 14. Puhtausluokkien vertailu (Colly Company 2011, 9).

Hydrauliikkaöljyn lisäykseen on olemassa myös esimerkiksi kuvan 15 mukaisia suodatinkoneikkoja, joiden avulla öljyn lisääminen helpottuu.

Suodatinkoneikkoja on monen erikokoisia ja niitä pystyy myös käyttämään sivuvirtasuodattimena.



Kuva 15. Suodatinkoneikko (Hydac 2018).

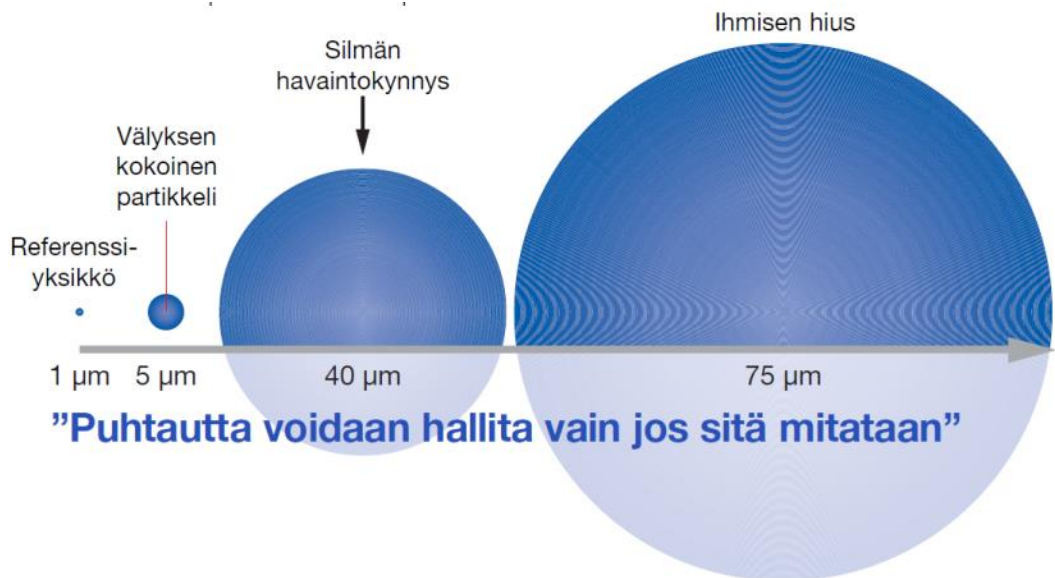
7.2 Öljytoimitukset

Hydrauliikkaöljyt tulee Tapojärvi Oy:lle säiliöautolla kontteihin. Säiliöautotoimitukset saa myös puhtotoimituksina, joka tarkoittaa, että öljyn puhtausluokka on 16/14/11 tai parempi. Puhtotoimitus on vähintään 3000 l. Puhtotoimituksessa konttien ja jakelujärjestelmien tulee olla puhtaita, jotta puhtotoimituksesta olisi hyötyä. (Jåfs 2018)

8 KEHITYSTOIMINPITEET

8.1 Asennustyö

Tapojärvi Oy:n työnjohdolla ja kokeneilla asentajilla on tietämystä siitä, miten hydraulikka-asennukset tulee suorittaa. Kehitettävää on siinä, miten saadaan kaikille, jotka joutuvat tekemään esimerkiksi letkunvaihtoja, ymmärrystä mm. siitä, kuinka tärkeää puhtaus on hydraulikkatöissä. Partikkelit, jotka pitää saada pysymään poissa hydraulikkajärjestelmistä, ovat pääosin niin pieniä, ettei ihmissilmä niitä näe (Kuva 16).



Kuva 16. Partikkelikoko: Referenssiyksikkö, vällyksen kokoinen partikkeli (esim. hydraulikkaventtiilin karanvälly), silmän havaintokynnys ja ihmisen hius (Colly Company 2011, 5).

Olisi parempi, että korjaustöitä tekisivät kokeneet asentajat, eivätkä koneenkäyttäjät. Toinen vaihtoehto olisi, että koneenkäyttäjät opastettaisiin huolellisesti siihen, miten tärkeää puhtaus on hydraulikkajärjestelmissä ja miten hydraulikkatyöt tulisi tehdä (Taulukko 5). Pitää varmistaa, että kaikilla koneenkäyttäjillä on riittävä tietämys hydraulikkatöistä, jos he tekevät huoltoja sekä korjauksia.

Taulukko 5. Kulumisen estämisen vaikutus laitteiden kestoikään (Colly Company 2011, 19).

Kulumisen minimointi ja laitteiden kestoiän maksimointi edellyttää, että välysten kokoiset epäpuhtauspartikkelit pystytään tehokkaasti poistamaan järjestelmästä.

Laite	Aikaansaatu parannus
Pumppu/moottori	4 to 10 x kestoiän kasvu pumpulle ja moottorille
Hydrostaattinen vaihteisto	4 to 10 x kestoiän kasvu hydrostaattisille vaihteistoille
Venttiili	5 to 300 x kestoiän kasvu venttiileille
Venttiin kara	Venttiin jumiutumisen eliminointi
Vierintälaakeri	50 x vierintälaakerin väsymiskestoiän kasvu
Liukulaakeri	10 x liukulaakerin kestoiän kasvu
Öljy	Öljyn epäpuhtauksien pienentäminen estää öljyn pilaantumista ja pidentää sen käyttöikää sekä vähentää jättekustannuksia

Korjausolosuhteet vaikuttavat myös hydraulikkajärjestelmien puhtauteen. Pienemmät korjaukset voi tehdä siellä, missä muutkin korjaukset tehdään. Vaativimmille hydraulikkakorjauksille pitäisi olla omat tilat, ettei ympäristön pöly ja epäpuhtaudet pääsisi järjestelmiin.

8.2 Varastointi

Ilman suhteellinen kosteus pitäisi olla varastossa alle 60 %, jotta säilytysolosuhteet korroosioherkille materiaaleille paranisivat (Laitinen 2012, 2). Ilman suhteellisen kosteuden saa alas ilmankuivaimilla, joita on kiinteästi asennettavia ja pienempiä liikuteltavia malleja. Pidempiaikaisempaan varastointiin olisi hyvä suojata korroosioherkkiä komponentteja korroosiosuojauksella. Korroosiosuojaukseen on olemassa muun muassa pusseja, kalvoja ja nesteitä, joilla voi suojata erilaisia ja erikokoisia komponentteja. Pienemmät hydraulikkakomponentit sopivat hyvin uudelleensuljettaviin pusseihin (Kuva 17). (Zerust Oy 2018).



Kuva 17. Valeno pussit sulkijalla (Zerust Oy 2018).

8.3 Työohjeet

Tässä opinnäytetyössä laadittiin työohje letkuasetelman tekoon. Työohje on jätetty julkaistavan opinnäytetyöraportin ulkopuolelle, koska se sisältää toimeksiantajan toiminnan kannalta oleellista ja siten luottamuksellista tietoa.

Letkuasetelman tarkempi työohje esitetään opinnäytetyön liitteessä 11. Kyseinen liite on luovutettu toimeksiantajalle, mutta se on jätetty pois julkisesta opinnäytetyöraportista. Seuraavaksi esitetään kuitenkin letkuasetelman tekemisen yleinen kulku.

Asetelman teko aloitetaan valitsemalla oikea letku, joka katkaistaan sopivan mittaiseksi. Letkuun valitaan sopivat puristusholkit ja liittimet. Letku myös kuoritaan tarvittaessa. Kun tarvikkeet on valittu, tarkastetaan, että puristuskoneessa on oikeat puristusleuat. Puristusleuat vaihdetaan tarvittaessa työohjeen ohjeiden mukaisesti. Kun puristuskoneessa on oikeat puristusleuat, kone säädetään oikeaan puristusmittaan. Puristusholkki puristetaan koneella letkuun ja liittimen oikeaan kohtaan. Holkin puristus varmistetaan holkin ulkopuolelta työntömitalla ja liittimen sisältä sopivalla tuurnalla. Kun letkuasetelma on valmis, se pitää puhdistaa sisältä ”ampumalla” siitä puhdistustulppa läpi. Tämän jälkeen letkuasetelma tulpataan.

9 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää hydraulikka-asennuksien työtapoja, jotta vähennettäisiin työkoneiden toimintahäiriöitä sekä käydä läpi varastoitavien hydraulikkakomponenttien varastointiolosuhteita.

Tehokkain ja edullisin tapa estää epäpuhtauksien pääsy hydraulikkajärjestelmiin on varmistaa puhtaus korjaus- ja asennusympäristössä.

Kehitysehdotuksena hydraulikka-asennustöihin olisi perehdyttää koneenkäyttäjät hydraulikka-asennuksiin. Perehdytyksen piiriin tulee saattaa myös sellaiset asentajat, joilla ei vielä ole riittävää tietämystä hydraulikka-asennuksista. Koneenkäyttäjien perehdytys hydraulikkatöihin voi olla haastavaa, jos heillä ei ole kokemusta asennustöistä. Perehdytyksen pitää olla riittävän laaja, jotta kaikki keskeiset asiat hydraulikka-asennuksista tulisivat esille.

Hydraulikkakomponenttien varastoinnissa kehitysehdotuksena olisi saada varastointipaikkojen suhteellinen ilmankosteus alle 60 %. Ilman suhteellinen kosteus saadaan alas ilmankuivaimilla. Kuivaimia on kiinteästi asennettavia ja liikuteltavia. Letkuntekointtiin olisi hyvä asentaa liikuteltava ilmankuivan, koska kontti ei ole tilavuudeltaan iso. Korjaamohallissa sijaitseva varasto on tilavuudelta niin suuri, että siihen tilaan pitäisi asentaa kiinteä ilmankuivain.

Varastoon voisi rakentaa pienemmän tilan, jonka ilmaa voisi kuivata pienemmällä ilmankuivaimella. Tilassa säilytettäisiin korroosioherkät komponentit ja tila voisi toimia myös letkuntekopaikkana, jossa voisi säilyttää myös letkunteossa tarvittavat komponentit.

Tässä työssä tuotiin esille hydraulikka-asennuksien ja hydraulikkakomponenttien varastoinnin nykytila, työssä tuotiin esille ehdotuksia miten niitä voidaan parantaa. Jos ajattelee jatkotyötä, tulisi seuraavaksi lähteä mitoittamaan ja määrittelemään laitteet varastoinnin parantamiseen sekä kuka voisi tarjota kunnollisen ja riittävän laajan perehdytyksen koneenkäyttäjille ja asentajille ja miten.

LÄHTEET

Alén, H., Carlsson C., Häkkä-Rönholm, E., Länsiluoto, J., Salminen, S. & Tunturi, P-J. 1980. Korroosionesto kuljetuksen ja varastoinnin aikana. Helsinki: Suomen Metalliteollisuuden Keskusliitto/Metalliteollisuuden Kustannus Oy.

Colly Company 2011. Öljyn puhtauden hallinta. Power Point –esitys.

Finder 2018. Tapojärvi Oy. Viitattu 31.1.2018.
<https://www.finder.fi/Rautaa+ja+ter%C3%A4st%C3%A4/Tapoj%C3%A4rvi+Oy/Tornio/yhteystiedot/155177>

Hydac 2018. Viitattu 31.1.2018. <http://www.hydac.com.tr/products-yag-servisi-34.html#!prettyPhoto>

Jåfs, R. 2018. Kysymyksiä opinnäytetyötä varten: Bulk toimitukset. Sähköposti jari.kaarlejarvi@gmail.com 16.4.2018. Tulostettu 17.4.2018

Koneautomaatio 2009. Putkistovirtaus. Viitattu 5.2.2018.
<https://wiki.metropolia.fi/display/koneautomaatio/4.+Putkivirtaus>

Kauranne, H., Kajaste, J & Vilenius, M. 2013 Hydraulikkatekniikka. Helsinki: Sanoma Pro.

Kuisma, M. 1985. Outokumpu 1910 - 1985. Outokumpu Oy.

Kuusela, J. 2018 Paloa edistämätön hydraulinesteet. Sähköposti jari.kaarlejarvi@gmail.com 13.4.2018. Tulostettu 17.4.2018

Laitinen K. 2012. Korroosio. Metropolian Ammattikorkeakoulu. Viitattu 22.2.2018

<http://www.terasrakenneyhdistys.fi/document/1/151/8ac778e/korroosio.pdf>

Measurementsystems 2018. Hobo Data Loggers. Viitattu 21.2.2018.
https://www.measurementsystems.co.uk/data-logging/battery_operated_data_loggers/u12-013_temperaturerh_2ch_external_loggerhigh_accuracy

Mendel University of Agriculture and Forestry 2004. Water in hydraulic oil – its effect and control. Viitattu 6.2.2018. http://nltu.edu.ua/nv/Archive/2004/14_3/19.pdf

Neste 2018. Tuotteet Neste Hydraulii 46 Super. Viitattu 17.4.2018. <https://www.neste.fi/tuote/neste-hydraulii-46-super>

Nikulainen, P. 2018. Tekeville ilmankosteus. Viitattu 14.3.2018. <http://www.tekeville.fi/ilmankosteus>

Outokumpu Chrome Oy 2018. Kaivosvastuu. Viitattu 31.1.2018. <https://www.kaivosvastuu.fi/yrityskortti/outokumpu-chrome-oy/>

Pihko, A. 2010. Outokummun Kemin kaivoksen malmipotentiali aiempia arvioita suurempi. Viitattu 31.1.2018. <http://www.outokumpu.com/fi/uutiset-tiedotteet/press-release/Sivut/Outokumpu-480566.aspx>

Pall 2018. Puhtausanalyyttori. Viitattu 20.2.2018. <https://shop.pall.com/us/en/industrial-manufacturing/pulp-paper/bleach-chemical-prep/pcm500-series-portable-cleanliness-monitor-zidgri78m3w>

Pohjola, P. 2018. Tapojärvi Oy. Huoltopäällikön haastattelu 8.02.2018.

PSK 6706, 2006. Teollisuushydrauliijärjestelmän suunnittelu ja hankinta. Putkistot ja letkuostot. Helsinki: PSK Standardisointi. Viitattu 31.1.2018.

PSK 6707, 2006. Teollisuushydrauliijärjestelmän suunnittelu ja hankinta. Järjestelmän kunnossapidettävyyden. Helsinki: PSK Standardisointi. Viitattu 31.1.2018.

PSK 6709, 2006. Teollisuushydrauliijärjestelmän suunnittelu ja hankinta. Käyttöönotto. Helsinki: PSK Standardisointi. Viitattu 31.1.2018.

PSK Standardisointiyhdistys ry 2018. Yleistä. Viitattu 4.11.2018. <https://psk-standardisointi.fi/psk/yleista/>

Safoplast Oy 2018. Safoplast letkunsuojat. Viitattu 17.4.2018. http://www.safoplast.fi/wp-content/uploads/safoplast_fin_2014.pdf

SFS-EN ISO 4413, 2011. Hydraulinen tehonsiirto. Järjestelmiä sekä niiden komponentteja koskevat yleiset periaatteet ja turvallisuusvaatimukset. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Viitattu 31.01.2018.

SKF 2018. Öljyn tarkastusmittari. Viitattu 20.2.2018.
<http://www.skf.com/group/products/lubrication-solutions/lubrication-management-tools/oil-check-monitor/index.html>

Sorri, A. 2018. Dunlop hiflex Oy. Tuotepäällikkö Pneumatiikkatuotteet ja hydraulikkakomponentit. Puhelin keskustelu 20.2.2018.

Specma 2018a. Puhdistuslaitteet. Viitattu 31.1.2018.
<http://www.specma.fi/tuotteet/koneet-ja-laitteet/puhdistuslaitteet>

Specma 2018b. Puhdistustulpat. Viitattu 31.1.2018.
<http://www.specma.fi/tuotteet/koneet-ja-laitteet/puhdistuslaitteet/puhdistustulpat>

Specma 2018c. Safe hydraulics. PowerPoint esitys. Salassa pidettävä.

Suomen standardisoimisliitto ry 2018a. Julkaisut ja palvelut. Viitattu 11.4.2018.
https://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/standardi_tutuksi/mihin_standardeja_tarvitaan

Suomen standardisoimisliitto ry 2018b. SFS ry. Viitattu 11.4.2018.
https://www.sfs.fi/sfs_ry

Tapojärvi Oy 2018. Tapojärvi Oy:n kotisivut. Viitattu 31.1.2018.
<http://www.tapojarvi.com/referenssit.html>

Teboil Oy 2013. Teboil voiteluaineet, perusöljytyypit. Viitattu 11.04.2018.
<http://www.teboil.fi/tuotteet/voiteluaineet/yleista-voiteluaineista/perusoljytyypit/>

Teollisuusvoitelu – käsikirja 2013. 5. uud. painos. Helsinki: KP-Media.

Zerust Oy 2018. Tuotteet. Viitattu 20.2.2018.
<http://www.zerust.fi/tuotteet/esitteet/>

LIITTEET

Liite 1. Ilman suhteellinen kosteus ja lämpötila, letkuntekokoontti.

Liite 2. Ilman suhteellinen kosteus ja lämpötila, korjaamohalli.

Liite 3. Ilman suhteellinen kosteus ja lämpötila, korjaamohallissa sijaitseva varasto.

Liite 4. Ilman suhteellinen kosteus ja lämpötila 19.02.2018–22.02.2018, Kemi Kemi-Tornio lentoasema.

Liite 5. Ilman suhteellinen kosteus ja lämpötila, Lapin AMK tila, vertailuarvot lämmin ja kuiva.

Liite 6. Neste biohydraulic HFDU 46.

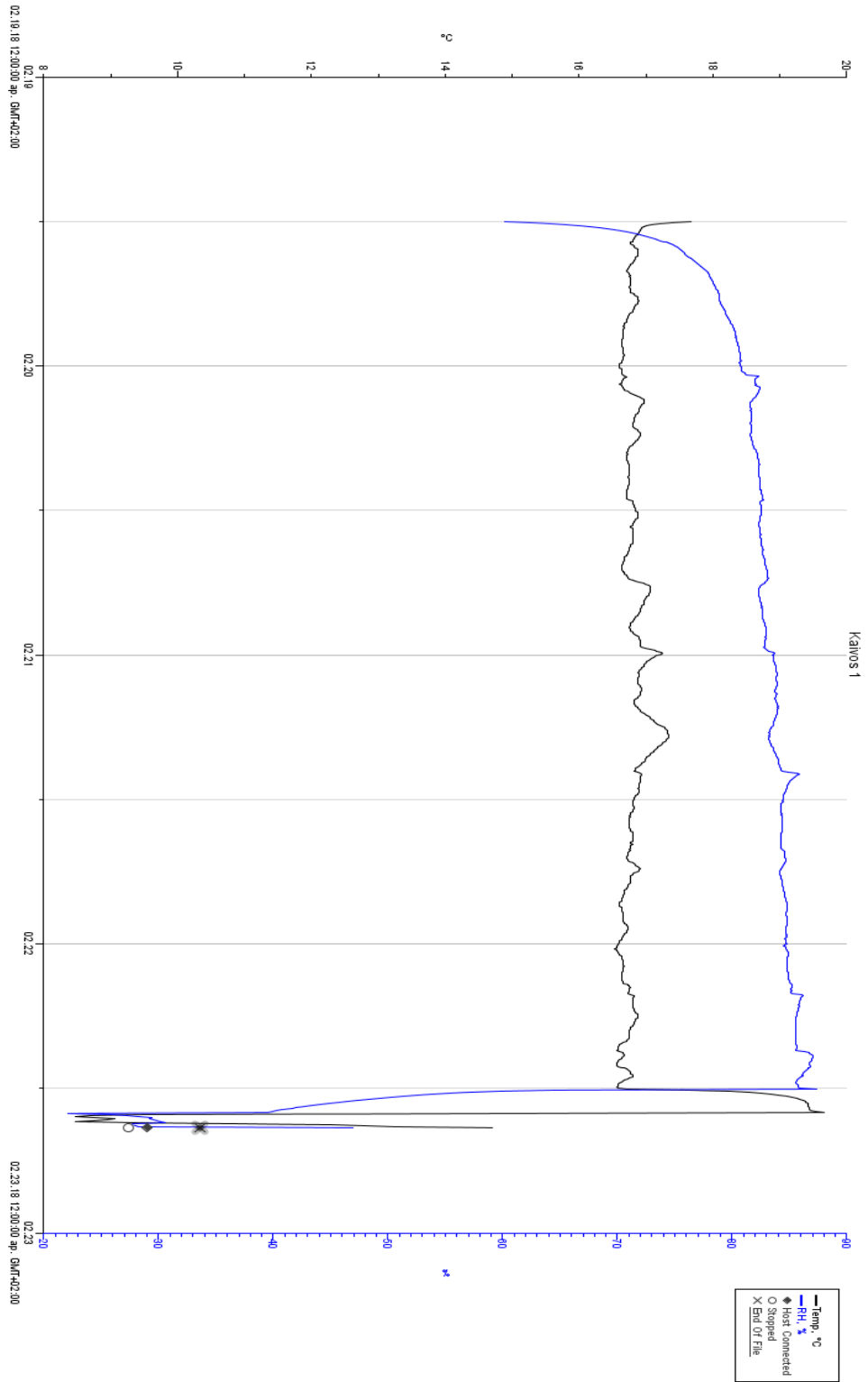
Liite 7. Quintolubric 888-46 Paloa edistämätön HFD-U luokan hydraulineeste

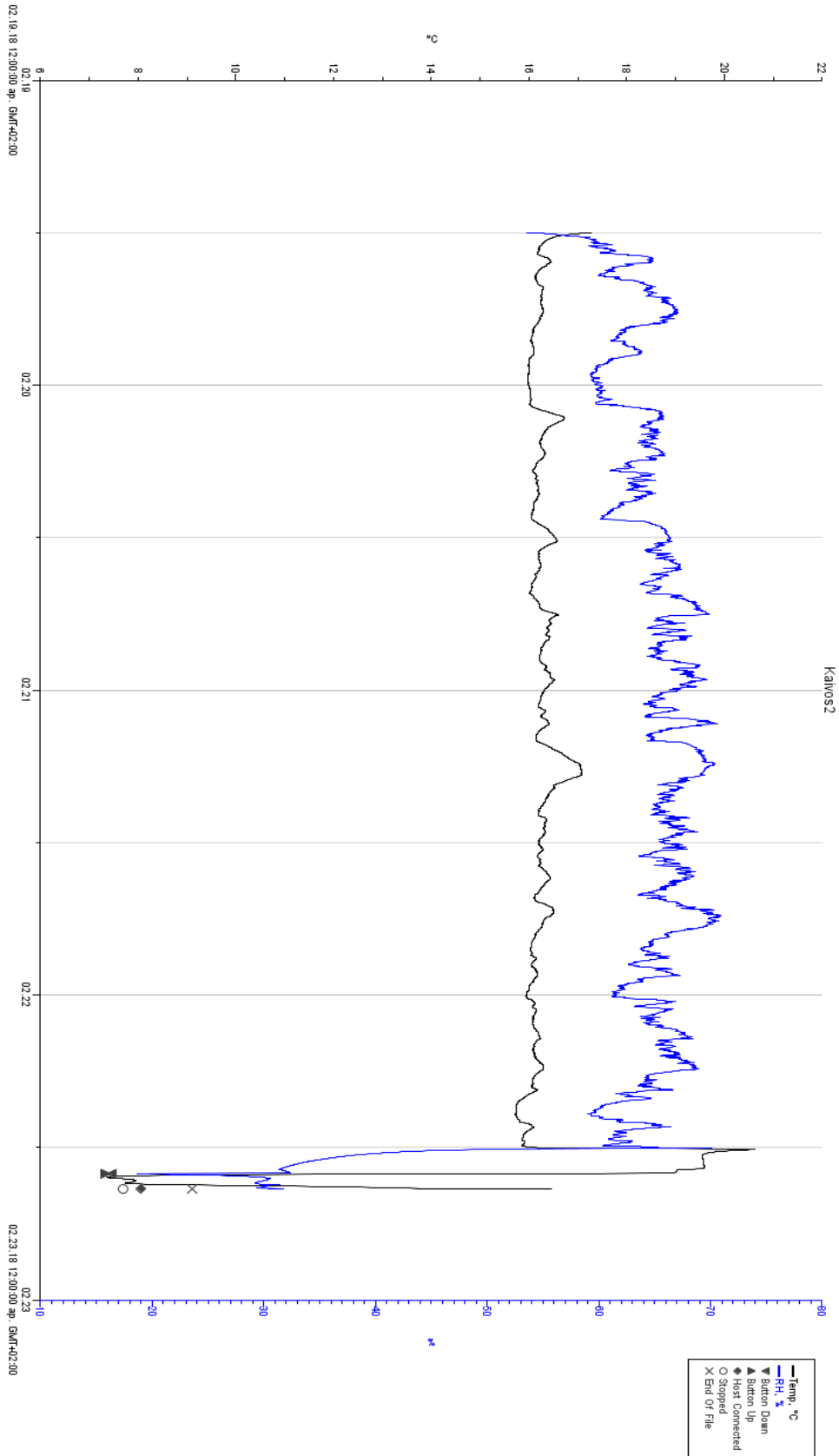
Liite 8. Puhtausluokkien koodijärjestelmä.

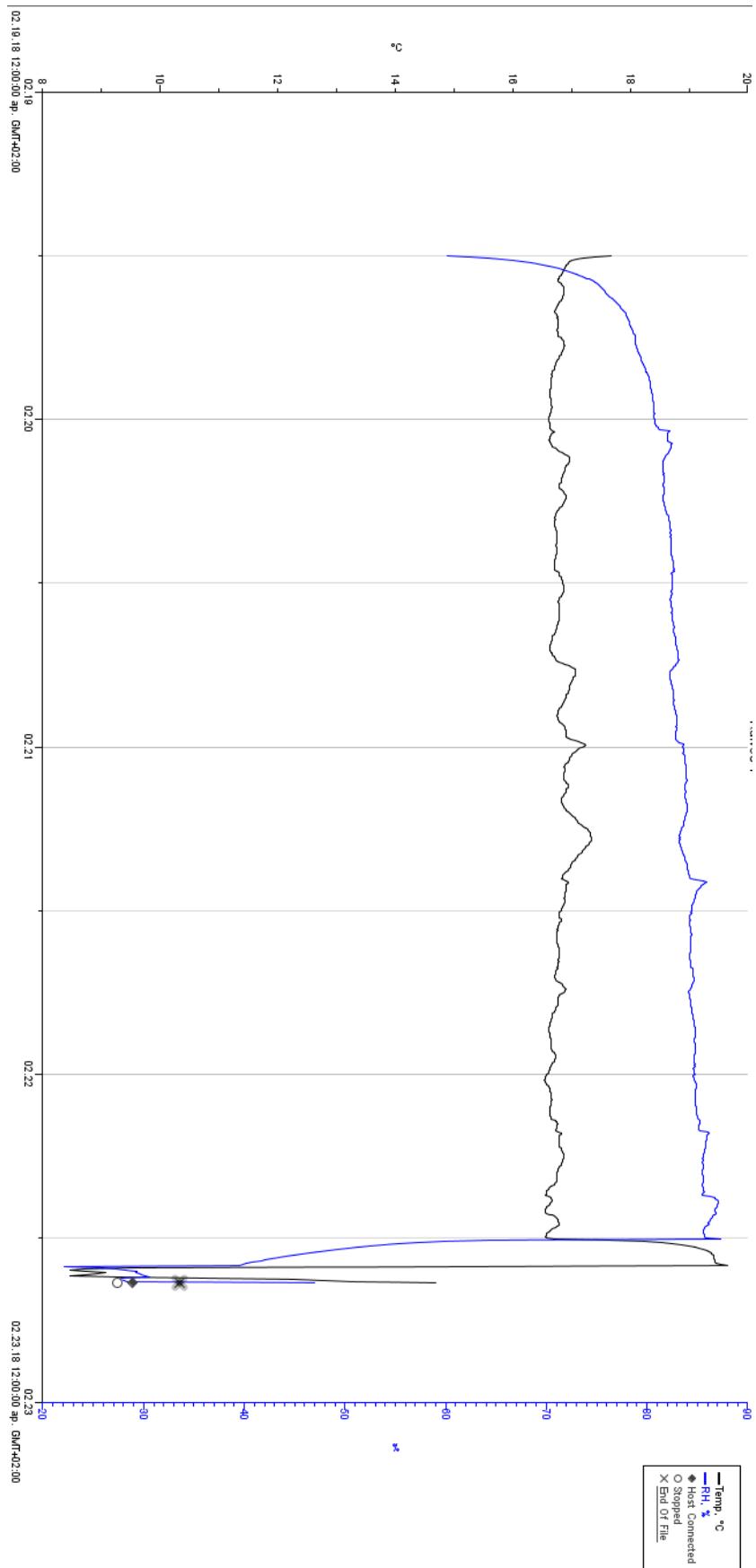
Liite 9. Mitattu puhtausluokka, uusi öljy.

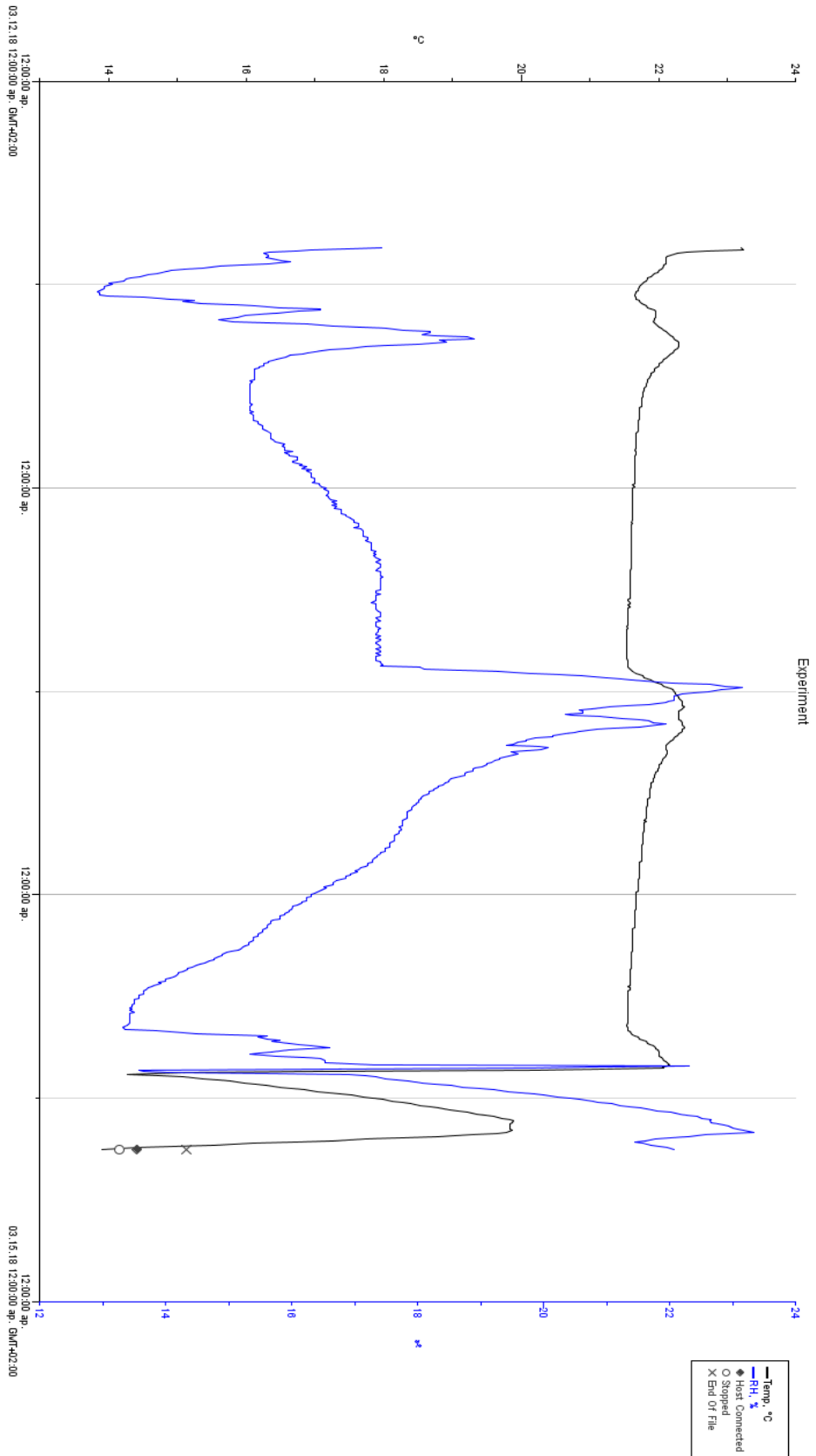
Liite 10. Mitattu puhtausluokka, hydraulikkajärjestelmästä.

Liite 11. Letkuasetelman työohje. Luottamuksellinen, luovutettu toimeksiantajalle.









NESTE

Neste Biohydraulic HFDU 46

Neste Biohydrauli HFDU 46 on synteettisistä estereistä valmistettu biohajoava ja vaikeasti syttyvä hydrauliöljy. Erinomaisen kulumisenestokykynsä ansiosta tuote soveltuu käytettäväksi nykyaikaisissa korkeapainehydrauliikkajärjestelmissä. Vaikean syttyvyytensä ansiosta Neste Biohydrauli HFDU 46:tta suositellaan käytettäväksi esimerkiksi metallitehtaissa ja kaivoksissa. Hyvän biohajoavuutensa ansiosta Neste Biohydrauli HFDU 46 soveltuu käytettäväksi myös kohteissa, joissa hydraulinestevuodoista voi aiheutua ympäristön saastumisvaara, esimerkiksi kaivokset, ja vesirakennus.

OMINAISUUDET JA EDUT

- Biohajoava, ympäristöystävällinen
- Korkea viskositeetti-indeksi
- Erinomaiset kulumisenesto-ominaisuudet
- Vaikeasti syttyvä
- Soveltuu useimmille hydraulijärjestelmille

SUORITUSKYKYLUOKITUKSET

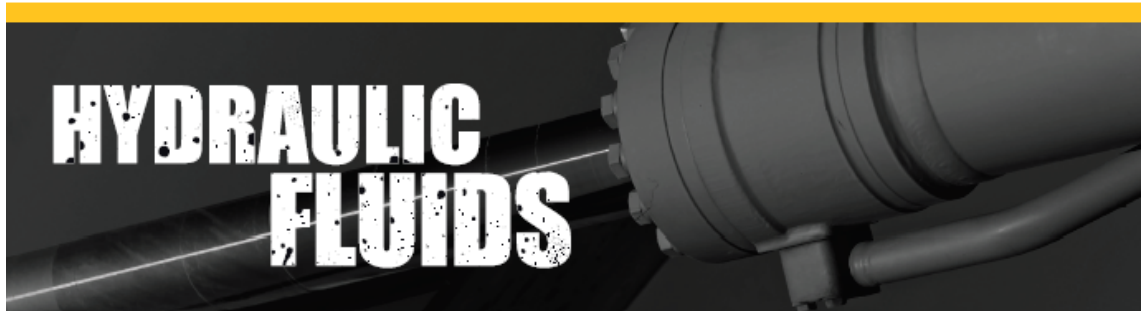
ISO 6743/4 HFDU

ISO 12922

Factory Mutual

SS 15 54 34 BV Miljöanpassad

Viskositeetti 40 °C (cSt)	47
Jähmepiste (°C)	-48
Leimahduspiste (°C)	300
Syttymispiste (°C)	360



QUINTOLUBRIC® 888-46
PALOA EDISTÄMÄTÖN HFD-U LUOKAN HYDRAULINESTE
 TUOTETIEDOTE

EDUT

- » Globaali tuote
- » Erinomainen leikkaantumisen kesto
- » Ympäristöystävällinen
- » Luokassaan paras hapettumisenkesto

KÄYTTÖKOHEET

QUINTOLUBRIC® 888-46 on suunniteltu korvaamaan kulumisenestolisäaineistetut mineraaliöljypohjaiset hydraulioiljyt niissä käyttökohteissa, joissa palovaaraa esiintyy. QUINTOLUBRIC® 888-46 voidaan myös käyttää ympäristön suhteen herkissä hydraulisissa käyttökohteissa ilman, että vaarannetaan hydraulijärjestelmän toimivuutta. Tuote ei sisällä vettä, mineraaliöljyä tai fosfaattiestereitä ja se perustuu korkealaatuisiin synteettisiin orgaanisiin estereihin sekä huolella valittuihin lisäaineisiin, joilla varmistetaan erinomainen hydraulinesteen toimivuus. QUINTOLUBRIC® 888-46 tarjoaa premium-tason aw-hydraulioiljyn voitelun, jota voidaan käyttää kaikkien merkittävien valmistajien hydraulikomponenteissa.



OMINAISUUDET

OMINAISUUDET (TESTIMENETELMÄ)	TYYPILLINEN ARVO
Ulkonäkö	Keltainen/kellanuskea neste
Kinemaattinen viskositeetti (ASTM D 445)	
0°C	349 mm ² /s tai cSt
20°C	116 mm ² /s tai cSt
40°C	47.5 mm ² /s tai cSt
100°C	9.7 mm ² /s tai cSt
Viskositeetti-indeksi (ASTM D 2270)	190
Tiheys, 15°C (ASTM D 1298)	0.92 g/cm ³
Happoluku (ASTM D 974)	2.0 mg KOH/g
Jähmepiste (ASTM D 97)	< -30°C (< -22°F)
Vaahdotesti, 25°C (ASTM D 892) Jakso I	50-0 ml-ml
Ruosteesto	
ISO 4404-2	Läpäisee
ASTM D665A/D130	Läpäisee/1a
DryTOST (ASTM D 943 mod.)	800 tuntia
Leimahduspiste (ASTM D 92)	300°C
Palopiste (ASTM D 92)	360°C (680°F)
Itsesyttymislämpötila (DIN 51794)	>400°C / >752°F
Ilman vapautuminen (ASTM D 3427)	7 min
Pumpputesti (ASTM D 2882)	<5 mg kuluma
Hammasyörien voitelu (DIN 51354-2)	>12 FZG kulumistesti
Veden erottuminen (ASTM D 1401)	41-39-0 (30) ml-ml-ml (min.)

quakerchem.com | quintolubric.com | info@quakerchem.com

QUINTOLUBRIC® 888-46

PALOA EDISTÄMÄTÖN HFD-U LUOKAN HYDRAULINESTE

TUOTETIEDOTE

METALLIT

QUINTOLUBRIC® 888-46 on yhteensopiva raudan, terässeosten, sinkkseosten, useimpien ei-rautapitoisten metallien ja niiden seosten kanssa. Se ei ole yhteensopiva lyijyn, kadmiumin eikä seosten kanssa, jotka sisältävät suuren määrän näitä metalleja. Quintolubric® 888-46 sopii tietyin rajoituksin käytettäväksi kuuma- tai sähkö-sinkittyjen pintojen kanssa. Sopivat korvaajat näille metalleille löytyvät ja niitä pitäisi käyttää.

MAALIT JA PINNOITTEET

QUINTOLUBRIC® 888-46 on yhteensopiva monikomponenttien epoksinpintoitteen kanssa. Se ei ole yhteensopiva sinkkiperustisten pinnoitteen kanssa. Yksityskohtaiset pinnoite- ja käyttösuositukset voi hankkia pinnoitetoimittajilta tai Quaker Chemicalsin edustajalta

NESTEET

QUINTOLUBRIC® 888-46 on yhteensopiva ja sekoitettavissa lähes kaikkiin mineraalijäyhyn ja polyolestertyyppisiin hydraulinesteisiin ja joihinkin, mutta ei kaikkiin, fosfaattiestereihin. Se ei ole sekoitettavissa tai yhteensopiva vettä sisältäviin nesteisiin. Vaihto-ohjeet on saatavissa Quaker Chemicalsin edustajalta.

ELASTOMEERIT

ISO 1629	KOVAUS	S*	LD*	D*
NBR	Keski- tai korkeapitoiset nitrilikumit (Buna N, >30% akryylnitriili)	Y	Y	Y
FPM	Fuorelastomeeri (Viton®)	Y	Y	Y
CR	Neopreeni	T	T	T
IIR	Butyylikumi	T	E	E
EPDM	Etyleenipropyreenikumi	E	E	E
PU	Polyuretaani	Y	Y	Y
PTFE	Teflon®	Y	Y	Y

** (S- Staattinen, LD- Lievästi Dynaaminen, D- Dynaaminen)
Y - Yhteensopiva
T - Tydyttävä lyhyen ajan käytössä, mutta korvaaminen täydellisesti yhteensopivan elastomeerin kanssa on suositettava melko nopeasti.
E - Ei yhteensopiva

YHTEENSOPIVUUS

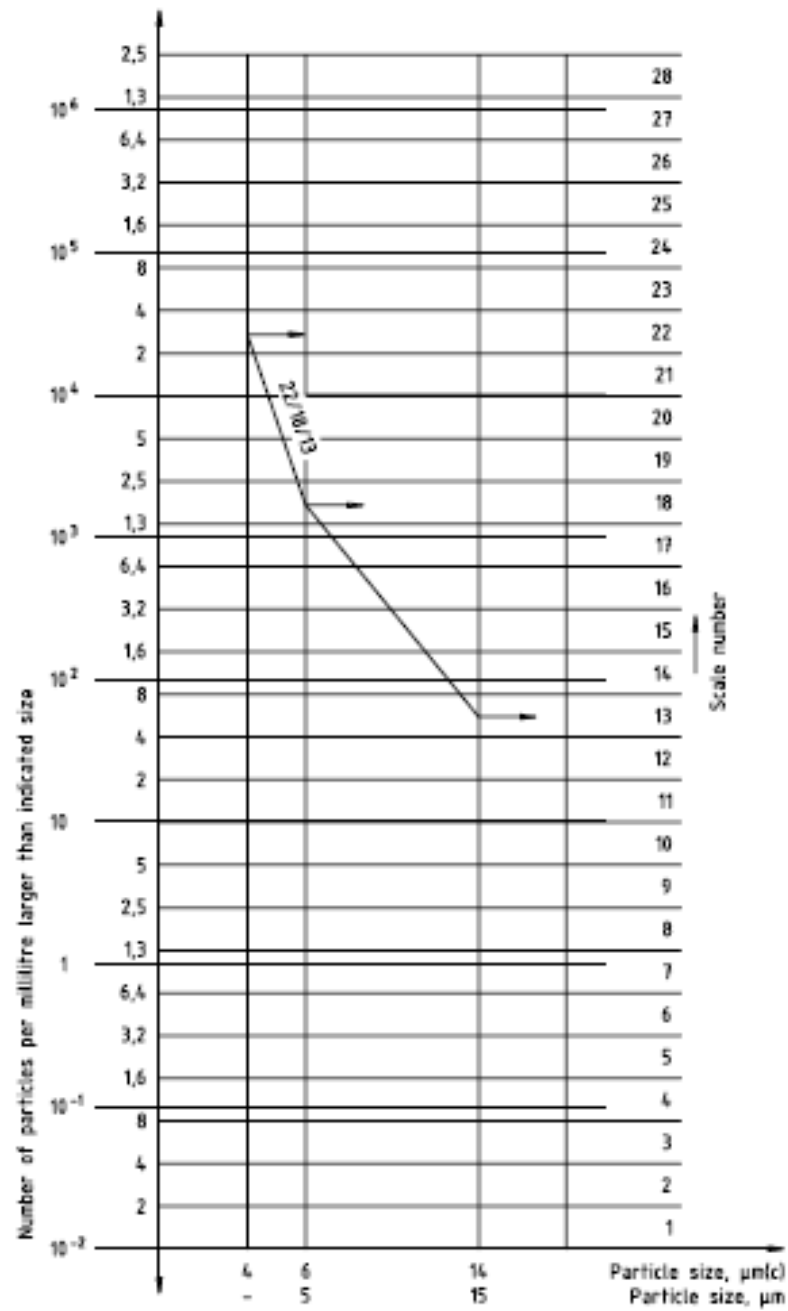
Jäljempänä oleva taulukko sisältää suosituksemme QUINTOLUBRIC® 888-46 sopivuudesta yleisesti käytettyjen elastomeerien kanssa. Elastomeerien käyttökohteet on nimetty "Staattinen", joka viittaa lukittuun, liikkumattomaan tiivisteeseen, kuten esimerkiksi O-renkaat venttiiliyhteissä ja jäykät, alhaisen paineen letkuliitokset; "Lievästi dynaaminen", jonka käyttökohteet sisältävät paineakut ja letkumateriaalit, joissa letkut altistuvat korkealle paineelle ja kevyelle taipumiselle; ja "Dynaaminen", joka viittaa sylinterin varren tiivisteisiin, pumppuakselin tiivisteisiin ja jatkuvasti taipuvaan hydraulilietkuun.

TEKNINEN DATA


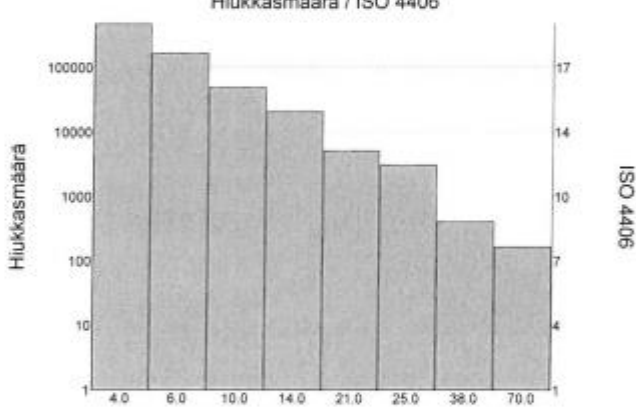
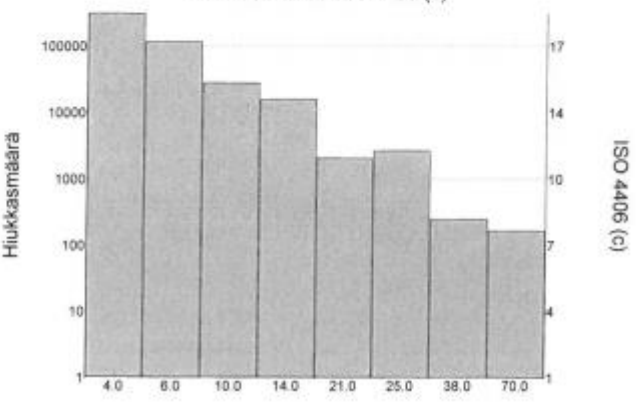
OMINAISUUDET (TESTIMENETELMÄ)	TYYPILLINEN ARVO
Ominaislämpökapasiteetti, 20°C (D 2766)	2.06 kJ/kg °C
Kerros lämpölaajenemiselle, 20°C (D 1903)	.49 Btu/lb °F
Höyrynpaine (02551)	6 X 10 ⁻⁴ per °C
20°C	3.2 X 10 ⁻⁶ mmHg
66°C	7.5 X 10 ⁻⁶ mm Hg
Kimmokerros, 20°C	
210 bar	1.87 X 10 ⁶ N/cm ²
3,000 psi	266,900 psi
Lämmönjohtavuus, 19°C (D 2717)	0.167 J/sec/m/°C
Eristeen läpilyöntijännite (D 877)	30 kV
SYTYTYMISTESTIN TULOKSET	
Leimahduspiste kuumalla pinnalla (ISO 20823)	>450 °C
Itsesytymissämpötila (DIN 51794)	>400 °C
BIOHAJOAVUUSTIEDOT	
OECD-301 c	86.5% biologinen hajotus; 28 vrk

quakerchem.com | quintolubric.com | info@quakerchem.com

Prior to using this product, consult the Material Safety Data Sheet for instructions regarding safe handling and environmental issues. The information contained herein is based on data available to us and is believed to be accurate. HOWEVER, NO WARRANTY OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR ANY USE, OR ANY OTHER WARRANTY IS EXPRESSED OR TO BE IMPLIED, REGARDING THE ACCURACY OF THESE DATA, THE RESULTS TO BE OBTAINED FROM THE USE THEREOF, OR THE HAZARDS CONNECTED WITH THE USE OF THE PRODUCT. Quaker Chemical Corporation assumes no liability for any alleged ineffectiveness of the product or any injury or damage, direct or consequential, resulting from the use of this product unless such injury or damage is solely attributable to negligence on the part of Quaker Chemical Corporation. 01/2014



NOTE Quote scale number at $4\ \mu\text{m}(c)$, $6\ \mu\text{m}(c)$ and $14\ \mu\text{m}(c)$ levels for automatic particle counters, and at $5\ \mu\text{m}$ and $15\ \mu\text{m}$ for microscope counting.

		PAMAS CMDM - Hiukkasmäärät	
		15.03.2018	
Mittaustiedosto	:	C:\PAMAS\CMDM V1.1.3 ... K11 2018\Teboil Hydraulic Oil 32S Näyte 4.n40	
Laskin	:		
Sensori	:		
Näytteenimi	:		
Näytteenotto paikka	:		
Mittaus pvm	:	15.03.18	
Mittaja	:		
Lisätiedot	:		
Tulostus	:	Sample 1, Keskiarvo mittauksista 1, 2	
Mittaustilavuus	:	10.0 ml	
Analyysitulavuus	:	100 ml	
ISO 4406 (c)	:	19/18/15	
SAE AS4059D	:	10A (10,10,9,10,8,10)	
Hiukkaskoot	Kum.määrä	<p style="text-align: center;">Hiukkasmäärä / ISO 4406</p>  <p style="text-align: center;">Hiukkaskoko [µm]</p>	
> 4.0 µm (c)	470485		
> 6.0 µm (c)	163005		
> 10.0 µm (c)	48640		
> 14.0 µm (c)	20835		
> 21.0 µm (c)	5110		
> 25.0 µm (c)	3075		
> 38.0 µm (c)	410		
> 70.0 µm (c)	165		
Hiukkaskoot	Diff.määrä	<p style="text-align: center;">Hiukkasmäärä / ISO 4406 (c)</p>  <p style="text-align: center;">Hiukkaskoko [µm]</p>	
4.0 - 6.0 µm (c)	307480		
6.0 - 10.0 µm (c)	114365		
10.0 - 14.0 µm (c)	27805		
14.0 - 21.0 µm (c)	15725		
21.0 - 25.0 µm (c)	2035		
25.0 - 38.0 µm (c)	2665		
38.0 - 70.0 µm (c)	245		
> 70.0 µm (c)	165		

