

**Opinnäytetyö**  
Kahmareiden huolto-ohjelma

Jukka Juuso

Kone- ja tuotantotekniikan opinnäytetyö  
Konetekniikka  
Insinööri (AMK)

**KEMI 2014**

## ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö suoritettiin Outokumpu Tornio Worksille. Opinnäytetyön tekeminen kahmareista oli mielenkiintoista ja haastavaa työtä. Työn minulle antoi Terässlaiton kunnossapitoinsinööri Niko Alaluusua, jota kiitän tärkeistä neuvoista ja opastuksesta. Toinen tärkeä opastaja oli valvova opettaja Ari Pikkarainen, jota myös kiitän avusta. Lisäksi kiitän kaikkia Outokummun työntekijöitä jotka ovat avustaneet tässä työssä.

Tärkeimmän kiitoksen ansaitsee kuitenkin kihlattuni, joka on antanut minulle tukea ja kannustusta opinnäytetyön tekemiseen.

Tornio 15.4.2014

Jukka Juuso

## TIIVISTELMÄ

## LAPIN AMMATTIKORKEAKOULU, Tekniikka

Koulutusohjelma:	Kone- ja tuotantotekniikka
Opinnäytetyön tekijä(t):	Jukka Juuso
Opinnäytetyön nimi:	Kahmareiden huolto-ohjelma
Sivuja (joista liitesivuja):	50 (10)
Päiväys:	15.4.2014
Opinnäytetyön ohjaaja(t):	Ins. (YAMK) Ari Pikkarainen
<p>Tässä opinnäytetyössä tehtiin terässulaton linjan 2 kahmareille huolto-ohjelma. Työ suoritettiin Outokumpu Tornio Worksin Terässulaton tiloissa. Työn tarkoitus oli kerätä yhteen kolmiosainen huolto-ohjelma, korjaamon tehtävät, käyttöhenkilöstön tehtävät ja vuorohuollolle vianhakutaulu. Lisäksi työhön kuuluivat varaosakartoitus ja kahmareiden uusien ratkaisujen dokumentointi.</p> <p>Työn teoriaosuudessa käytiin läpi yleisiä kunnossapitolajeja ja määritelmiä, keskeisenä osana laitteistoanalyysin tekeminen ja sen edut.</p> <p>Työn tieto hankittiin yleisistä aineistoista sekä Outokummun sisäisistä tietolähteistä. Kahmareiden vauriot selvitettiin tutkimalla vikoja noin kolmen vuoden ajalta ja sen pohjalta rakennettiin laitteistoanalyysi. Laitteistoanalyysiä käytettiin pohjana ennakkohuoltotoimien ja varaosakartoituksen tekemiseen. Lopussa vertaillaan vielä kahmareiden uusia ratkaisumahdollisuuksia.</p> <p>Työ tulee helpottamaan tulevaisuudessa kahmareiden korjaamista, huoltamista ja vianetsimistä. Kaikki materiaali on kasattuna samoihin kansiin. Työssä tulee selville mahdolliset tulevaisuuden hankinnat.</p>	
Asiasanat: kunnossapito, hydraulikka, huolto.	

## ABSTRACT

LAPLAND UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES, Industry and Natural Resources

Degree programme:	Mechanical and Production Engineering
Author(s):	Jukka Juuso
Thesis title:	Maintenance Program of Craps
Pages (of which appendixes):	50 (10)
Date:	15 April 2014
Thesis instructor(s):	Ari Pikkarainen, M.Eng
<p>In this thesis a maintenance program for the steel melting line 2 grabs was made. The work was carried out at Outokumpu Tornio Works Steel Melting premises. The purpose of the work was to gather together a three-part maintenance program, workshop tasks, workers' tasks and shift service's troubleshooting list. In addition, the work includes a spare parts inventory and the documentation of the new solutions of the grabs.</p> <p>The theoretical part is including general maintenance types and definitions. A key part of this work was to make an equipment analysis.</p> <p>Information for this work was obtained from general material and Outokumpu's internal data sources. The damages of the grabs were found out by exploring failures of about a three years period. The equipment analysis was used as a basis for doing the preventive maintenance program and the spare parts inventory. At the end of this work there is a comparison with the new solution options of the grabs.</p> <p>This work will ease their repair, maintenance and troubleshooting of the grabs in the future. All material is put together in the same covers. Possible future procurement is found out in this work.</p>	
Keywords: maintenance, hydraulics, service.	

## SISÄLLYS

ALKUSANAT .....	2
TIIVISTELMÄ .....	3
ABSTRACT .....	4
SISÄLLYS .....	5
KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET .....	7
1 JOHDANTO .....	8
2 OUTOKUMPU TORNIO WORKS .....	9
2.1 Terässulatto linja 2 .....	10
2.2 Prosessi .....	11
2.3 Kahmarit .....	14
2.4 Terässulaton kahmarit .....	15
2.4.1 Teknisiä tietoja .....	17
3 KUNNOSSAPITO .....	18
3.1 Kunnossapitomääritelmiä .....	18
3.2 Kunnossapitolajit .....	19
3.2.1 Huolto .....	20
3.2.2 Ehkäisevä kunnossapito .....	20
3.2.3 Korjaava kunnossapito .....	21
3.2.4 Parantava kunnossapito .....	21
3.2.5 Vikojen ja vikaantumisten selvittäminen .....	21
3.3 Luotettavuuskeskeinen kunnossapito .....	22
3.3.1 Mitä laitteisto analyysillä saavutetaan? .....	22
3.3.2 Päämäärät .....	23
3.3.3 Suorittamisen perusaskeleet .....	23
4 KAHMAREIDEN VAURIOT .....	24
4.1 Öljyvuodot .....	24
4.2 Hydrauliiikkapumppu .....	25
4.3 Säteilytunnistimet .....	26
4.4 Kuluminen ja lämpöongelmat .....	26
5 LAITTEISTOANALYYSI .....	27
5.1 Laitteistoanalyysin käyttö ja kunnossapito .....	27
5.2 Laitteistoanalyysin huoltostrategia .....	28

6	ENNAKKOHUOLTOTOIMET .....	29
6.1	Korjaamo .....	29
6.2	Käyttö .....	30
6.3	Vianhaku .....	31
7	VARAOSAKARTOITUS .....	32
7.1	Kriittiset varaosat .....	32
7.2	Varastointi .....	32
8	KAHMAREIDEN UUDET RATKAISUT .....	34
8.1	Modernisointi .....	34
8.2	Uusien hankinta .....	35
8.3	Tulevaisuus.....	37
8.4	Ratkaisu .....	37
9	POHDINTA.....	39
	LÄHTEET.....	41
	LIITTEET .....	42

## KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

AOD	Argon-Oxygen-Decarburization
JVK	Jatkuvavalukone
KUVA	Kuumavalssaamo

## 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on tehty Outokumpu Tornio Worksille. Työn dokumentointi suoritettiin terässulaton toimiston tiloissa ja aiheen sain terässulaton kunnossapitoinsinööriltä Niko Alaluusualta. Aiheeksi hän antoi minulle terässulaton kakkoslinjan kahmareiden huolto-ohjelman tekemisen. Siihen sisältyi myös varaosakartoitus ja uusien ratkaisuiden dokumentointi. Työn tärkein tavoite oli parantaa kahmareiden toimintaa ja sen myötä uunin käyttövarmuutta.

Kahmarit ovat terässulatolla erittäin ratkaisevassa asemassa teräksen tekemisessä, sillä jos kahmarit eivät toimi, niin ei uunikaan saa sulatettavaa materiaalia. Ja koska nämä kahmarit olivat aiheuttaneet erittäin paljon häiriöitä prosessiin, minä pääsin suorittamaan tämän opinnäytetyön. Työn ensimmäinen vaihe oli keskittyä vikahistorian tutkimiseen ja haastatella henkilöitä jotka ovat tekemisissä kahmareiden kanssa. Näiden pohjalta laadittiin laitteistoanalyysi. Kun laitteistoanalyysissä saatiin selville erinäköisten komponenttien vikaantumiset ja viat, niin pystyttiin alkamaan suunnitella kolmiosaista huoltosuunnitelmaa. Kolmiosainen tarkoittaa kolmen eri ryhmän tekemiä huoltoja. Ensimmäisenä määritettiin mitä korjaamalla tulee tehdä, seuraavana määritettiin käyttöhenkilöstön tekemät huoltotoimenpiteet ja viimeiseksi laadittiin vuorohuollolle vianhakutaulu. Itse opinnäytetyön viimeinen vaihe käsittelee varaosakartoitusta ja niitä ratkaisuja, joita kahmareiden parantamiseksi tehtiin.

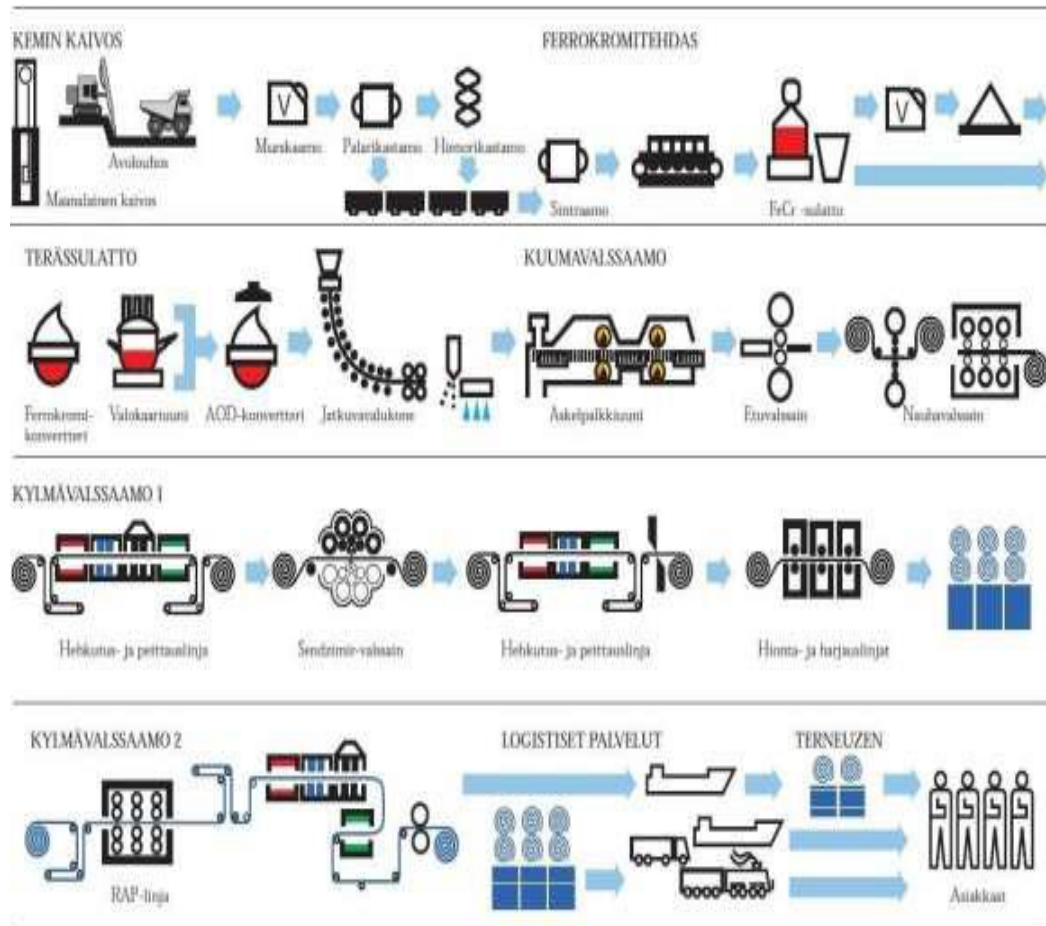


## 2 OUTOKUMPU TORNIO WORKS

Ainutlaatuinen ja täysin integroitu tuotantoketju alkaa Keminmaassa sijaitsevasta kromikaivoksesta ja jatkuu Torniossa ferrokromitehtaan, terässulaton, kuumavalssauksen sekä kylmävalssauksen prosesseissa. Tornion terästehdas on maailman suurin yhtenäinen ruostumattoman teräksen valmistusyksikkö. Sen pinta-ala on hieman yli 600 hehtaaria, josta rakennettuja kerrosneliömetrejä on yli 56 hehtaaria.

Torniossa ja Keminmaassa työskentelee yhteensä noin 2400 henkilöä. Lisäksi kromi- ja terästuotannon välillinen vaikutus alueelle on lähes 9000 työpaikkaa.

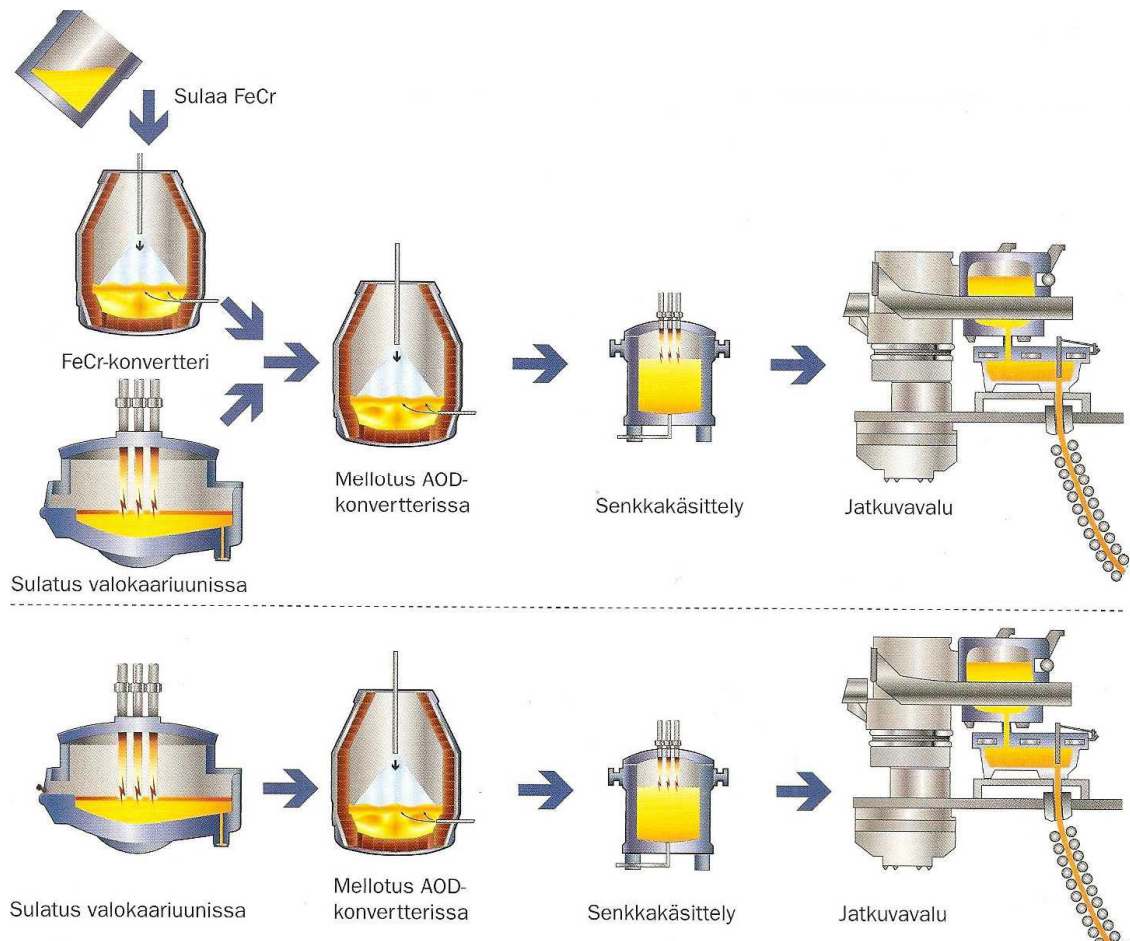
Suurin osa lopputuotannosta toimitetaan Tornioista asiakkaille yli 60 eri maahan. Osa tuotannosta kulkee Röyttän sataman kautta laivoilla Terneuzeniin, Hollantiin, missä sijaitsee Outokumpu Stainless Oy:n tytäryhtiö, Outokumpu Stainless B.V. Hollannin leikkauskeskus on tärkeä linkki maailmalle ja etenkin Eurooppaan keskeisen sijaintinsa vuoksi. Tornioista valmistuvista tuotteista yli 80 % myydään Eurooppaan. Kuvassa 1 on esitetty Tornio Worksin tuotantokaavio. (Outokumpu Tornio Works k-asema, hakupäivä 14.3.2014.)



**Kuva 1. Outokumpu Tornio Works tuotantokaavio (Outokumpu Tornio Works k-asema, hakupäivä 14.3.2014.)**

## 2.1 Terässulatto linja 2

Outokumpu Oy:n terässulattolla valmistetaan ruostumattomia ja haponkestäviä teräsaihioita ja kuonapohjaisia tuotteita. Terässulatto koostuu kahdesta linjasta (kuva 2). Linja 1 on aloittanut tuotannon vuonna 1976. Sen tuotantokapasiteetti on huomattavasti pienempi kuin linjan 2, joka aloitti tuotannon vuonna 2002. Tässä opinnäytetyössä keskitymme kuitenkin vain linjan 2 toimintaan. (Outokumpu Tornio Works k-asema, hakupäivä 14.3.2014.)



**Kuva 2. Ruostumattoman teräksen tuotantoketju Tornion tehtaalla. Ylempi on linja 1 ja alempi on linja 2. (Metallinjalostajat ry, 2009, 40.)**

## 2.2 Prosessi

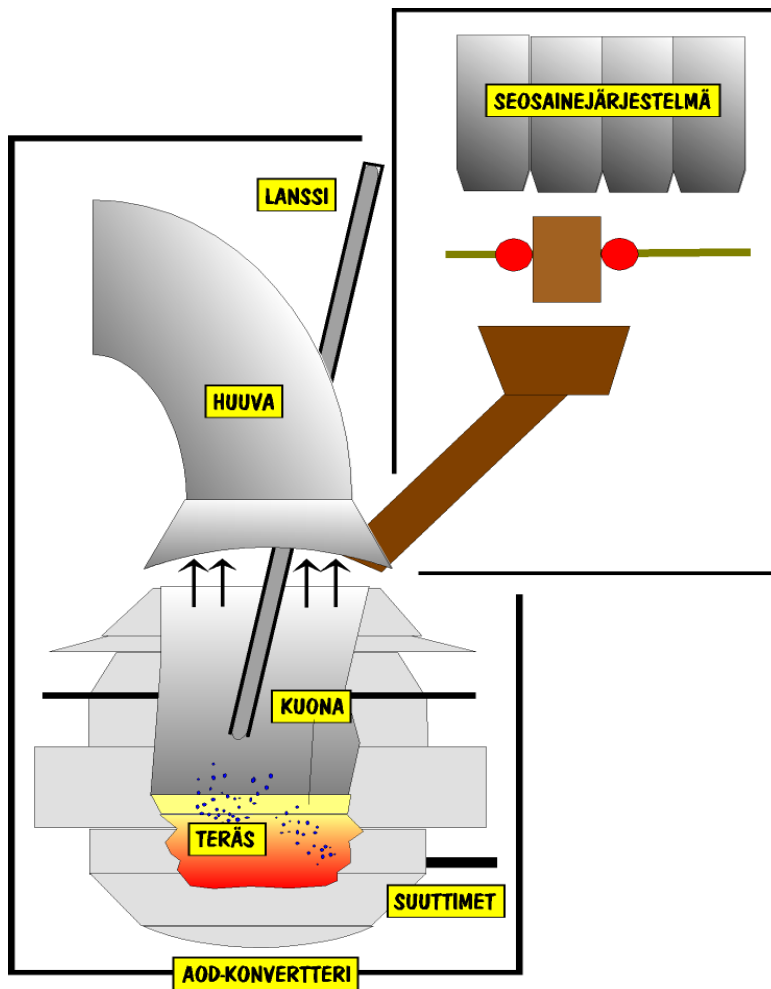
Terässulaton linjan 2 tuotanto alkaa kierrätyspihalta, jossa kierrätysteräs vastaanotetaan, ja valokaariuunille menevät korit lastataan kierrätysteräksellä (kuva 3). Valokaariuunilla kuiva kierrätysteräs ja osa muista raaka-aineista sulatetaan sähkön avulla. Valokaariuunilta saadaan panostettava sula AOD 2 – konvertteriin (kuva 4). Tässä vaiheessa pyritään saamaan matala hiilipitoisuus, poistettua rikki ja saamaan hapettunut kromi takaisin terässulaan. Kalliin AOD – menetelmän yksi vahvuuksista on siinä, että se mahdollistaa runsashiilisten raaka-aineiden käytön.

Mikäli tässä vaiheessa tarvitsee tehdä muutoksia, niin ne tehdään seostamalla senkka-aseamalla. Seosainelangan syötöllä koostumusta tarkennetaan haluttuihin pitoisuuksiin. Sulkeumat poistetaan mahdollisimman tarkkaan sulan sekoituksen ja sulkeumia sitovan pintakuonan avulla. Tämän lisäksi lämpötila tasataan valua varten. Jatkuvavalukoneella teräs valetaan jatkuvavalanneaihioksi (kuva 5). Valukoneella aihio valetaan tietyn levyi-

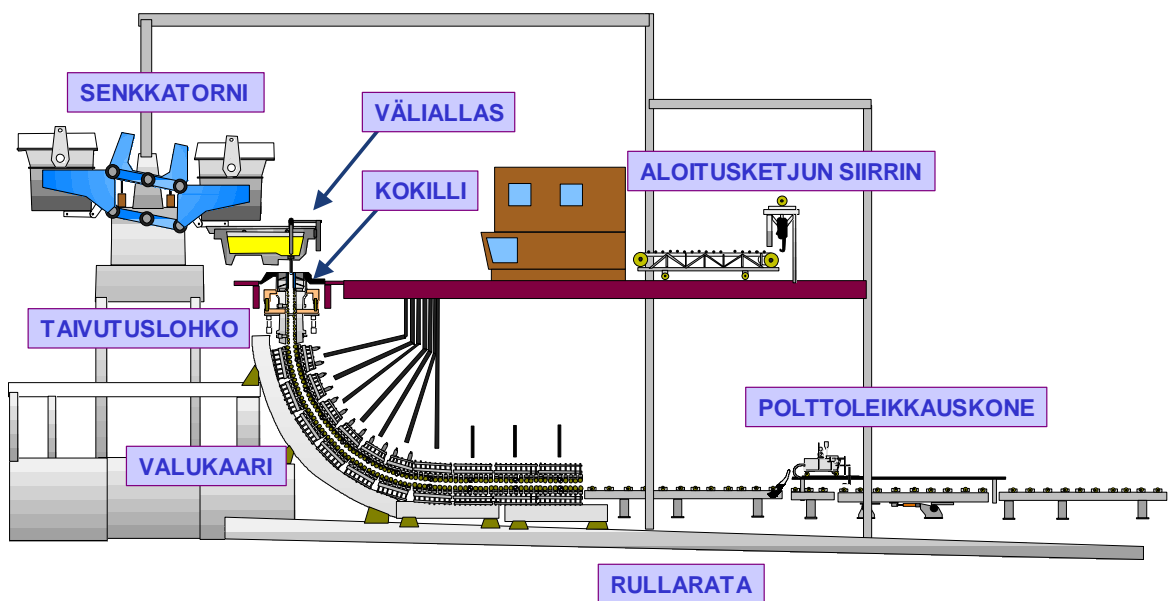
seksi ja paksuiseksi. Polttoleikkauskoneella aihio katkaistaan haluttuun mittaan. Aihiot toimitetaan JVK:lta hiomon kautta KUVA:lle valssattavaksi.



**Kuva 3. Valokaariuunille menevän korin lastaus. (Outokumpu Tornio Works k-  
asema, hakupäivä 10.3.2014.)**



Kuva 4. AOD-Konvertterin toimintaperiaate. (Outokumpu Tornio Works k-  
asema, hakupäivä 10.3.2014.)



Kuva 5. Jatkuvavalukoneen toimintaperiaate. (Outokumpu Tornio Works k-  
asema, hakupäivä 10.3.2014.)

### 2.3 Kahmarit

Kahmareilla tarkoitetaan yleisesti erilaisia kouria, joilla materiaalien siirtoja voidaan suorittaa. Kaikille yhteinen piirre on lohkojen aukeaminen ja sulkeutuminen materiaaliin tarttumista varten. Näiden toimintojen suorittamisessa on sitten kuitenkin eroja. On olemassa erilaisia vaihtoehtoja joilla toiminnot suoritetaan, kuten esimerkiksi vajjerit tai hydraulikka. Kahmareita on monissa erilaisissa paikoissa, kuten:

- autonostureissa
- metsäkoneissa
- hallinostureissa
- kaivinkoneissa.

Kahmarintyyppi valitaan aina käytettävän materiaalin mukaan. Materiaalit voivat olla laidasta laitaan, alkaen ravasta aina suuriin kiviin. Tämän takia valittavana voi olla esimerkiksi romukahmari, lajittelukoura (Kuva 6) tai lastauskauha (Kuva 7). (Holger-Hartmann [www-sivut](http://www.holger-hartmann.com) 2014, hakupäivä 9.4.2014.)



**Kuva 6. Lajittelukoura. (Holger-Hartmann [www-sivut](http://www.holger-hartmann.com) 2014, hakupäivä 9.4.2014.)**





**Kuva 7. Lastauskauha. (Holger-Hartmann www-sivut 2014, hakupäivä 9.4.2014.)**

#### 2.4 Terässulaton kahmarit

Outokumpu Tornio Worksin terässulaton linjalla 2 on käytettävissä yhteensä neljä isoa 5,0m<sup>3</sup> kahmaria (kuva 8). Kaksi kahmaria ovat yhtä aikaa käytössä ja kaksi aina varalla tai huollossa. Kahmarit ovat käytössä Terässulaton alkupäässä romupihalla, paikka niissä itäpuolen siltanosturi ja länsipuolen siltanosturi. Kahmari kiinnitetään ylärungossa olevasta korvakkeesta sakkelin ja nostolenkin avulla nosturiin. Nämä kahmarit, joita täällä on, ovat siis suunniteltu romujen nostamiseen ja siirtämiseen. Niissä on kuusi piikkiä, jotka sulkeutuvat ja aukeavat hydrauliiikan avulla. Hydrauliiikkakoneikko on kiinnitetty alarunkoon hitsatun öljysäiliön päälle laippaliitoksella. Hydrauliiikan voimälähteenä toimii sähkömoottori. Koska piikkien toiminta on toteutettu hydrauliiikalla, niin saadaan hyvä tarttuvuus nostettavaan materiaaliin ja tasainen toiminta. Hydrauliiikka on

jaettu niin että aina kolme sylinteriä on samassa piirissä. Jokaiselle piikille on siis oma sylinteri ja jokaisen piikin päässä on vaihdetta kynsi, joka vaihdetaan aina tarpeen mukaan. Sylintereiden avautuessa piikit sulkeutuvat ja sylintereiden sulkeutuessa piikit avautuvat. Sylintereiden pohjaan iskeytyminen auki asennossa on estetty runkoon ja piikkeihin kiinnitetyillä mekaanisilla rajoittimilla.

Nämä neljä kahmariä, jotka ovat terässulaton linjalla kaksi, ovat numeroituja ja vielä lisäksi nimettyjä. Tämä on tärkeää koska kaikki kahmarit eivät ole täysin identtisiä toisiinsa nähden, vaikkakin yhtäläisyyksiä niistä löytyy paljon. Numerointi ja nimitys on yhdistetty näin, numero yksi on vihreä, kaksi on punainen, kolme on musta ja neljäs on keltainen.



**Kuva 8. Romupihan itäpään iso ja pieni kahmari. Isompi 5,0m<sup>3</sup> kahmari, joihin keskitytään tässä opinnäytetyössä.**



#### 2.4.1 Teknisiä tietoja

Terässulaton linjan 2 kahmarit ovat hydraulisia materiaalin käsittelyyn suunniteltuja kahmareita. Niiden kuormatilavuus on 5,0 m<sup>3</sup>.

Paino:	11 tonnia
Tilavuus:	5,0 m <sup>3</sup>
Leveys:	2,83m
Ulottuvuus:	4,43m
Korkeus (kiinni):	3,75m
Sylinteri:	B00 125/70*630
Sylinterin iskunpituus:	630mm
Tilavuuspainoluokka:	3,0t/ m <sup>3</sup>
Sähköliitäntä:	400V / 50Hz ± 10 %

### 3 KUNNOSSAPITO

Kunnossapidon tarkoitus on hidastaa prosessien muuttumista. Muuttuminen tarkoittaa yleensä jonkin laitteen tai komponentin kulumista ja sen seurauksena tapahtuvaa särkyä. Kunnossapito on siis keino hidastaa laitteiden kulumista.

Kunnossapidon tavoitteena liiketoiminnan tuloksellisuuden kannalta on, että käyttöomaisuus on oikein mitoitettu ja sen käyttö on hallittua ja optimaalista. Tämä tarkoittaa sitä, että kunnossapitoakaan ei kannata viedä liian pitkälle vaan täytyy ajatella kustannustehokkaasti ja kohtuullisesti. Nykypäiväisessä käsityksessä ajatellaan kohtuullisuuden määräytyvän markkinoiden mukaan. Eli laitteen kunnossapidettävyyden suhteutettavuus siihen kuinka paljon yrityksen tuotteita menee markkinoille.

Perinteisesti kunnossapito on mielletty pelkästään vikojen korjaamiseksi, mutta nykypäivänä käsitys siitä on kuitenkin laajentunut. Kunnossapito nimen alle sisältyvätkin tuottokyvyn ylläpitäminen, säätäminen ja säilyttäminen. Nämäkin asiat jakautuvat vielä alempiin tasoihin, kuten esimerkiksi koneen modernisointiin, laitteen turvalliseen käyttöön ja suunnitteluheikkouksien korjaamiseen. (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström, 2007, 11 – 13.)

#### 3.1 Kunnossapitomääritelmiä

Kunnossapito on erilaisten asioiden, kuten esimerkiksi prosessien tai koneiden toimintakunnon ylläpitoa siten, että ne toimivat luotettavasti, ilmenneet viat korjataan sekä ympäristö ja turvallisuusriskit pidetään hallinnassa. Kunnossapito määritellään SFS-EN 13306 standardin mukaan näin, ”kunnossapito koostuu kaikista kohteen elinajan aikaisista teknisistä, hallinnollisista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon”. (Järviö ym, 2007, 15.)

Oletettavasti kunnossapitoa on esiintynyt yhtä kauan kuin ihmiset ovat käyttäneet koneita. Tällöin kunnossapito oli vasta pelkkää vikojen korjausta huolto. Nykypäivän käsitysten mukaan on erotettavissa neljä erilaista sukupolvea kunnossapidosta. Ensimmäinen sukupolven tunnusmerkkejä olivat vikojen korjaaminen, laitteiden yksinkertaisuus ja laitteiden koon ylimitoitus. Ylimitoitus nosti kuitenkin laitteen luotettavuutta ja

käyttövarmuutta. Ennakoivaa kunnossapitoa olivat vain laitteiden puhdistus, voitelu ja säätäminen. Toinen sukupolvi alkoi toisen maailmansodan aikoihin kun tarvittiin suuria määriä sotatarvikkeita. Tuotantokapasiteettia saatiin ylemmäksi lisäämällä koneiden automaatiutta ja yhdistelemällä koneita ketjuiksi. Nämä toimenpiteet toivat esille uusia vikoja jotka vaativat lisää kunnossapitoa ja näin kehitettiin uusi kunnossapitolaji, ehkäisevä kunnossapito. Kolmas sukupolvi katsotaan alkaneen 1970 luvulla, jolloin tuotantokoneiden mekanismien määrä kasvoi ja automaatio kehittyi edelleen. Näihin aikoihin kilpailu muuttui maailman laajuiseksi ja yritykset joutuivat tehostamaan toimintaansa. Tehostaminen tarkoitti sitä, ettei tavaraa enää valmistettu varastoon ja että tuotantolaitteisiin sidottiin yhä enemmän pääomaa. Kolmannen sukupolven aikana tärkeiksi kilpailu tekijöiksi tulivat laatu, hinta, osaaminen ja toimitusten pitäminen. Neljäs sukupolvi lasketaan alkaneen 1990 luvulla, jolloin tapahtui IT-teknologioiden läpimurto. Tyypillisiä ominaisuuksia tälle sukupolvelle on laitteiden hinnan nousu, elektroniikka ja erilaiset kunnossapito-ohjelmistot. (Järviö ym, 2007, 16 – 19.)

### 3.2 Kunnossapitolajit

Kunnossapitolajit voidaan jakaa ryhmiin kolmen eri ajatusmallin mukaan. Ensimmäinen ajattelutapa jaottelee kunnossapidon vian havaitsemisen mukaan. Eli ennen vikaa on ehkäisevää kunnossapitoa ja vian jälkeen on korjaavaa kunnossapitoa. Ehkäisevä kunnossapito jakautuu vielä kahteen alatasoon, kuntoon perustuvaan kunnossapitoon ja jaksotettuun kunnossapitoon. Korjaava kunnossapito voidaan myös jakaa alatasoihin, joita ovat siirretty ja välitön. Siirretty tarkoittaa tilannetta jossa rikkoutunut komponentti ei ole pakollista vaihtaa aivan heti vaan konetta voidaan yhä käyttää. Vaihto täytyy kuitenkin suorittaa kun se on mahdollista. Välitön tarkoittaa koneen välitöntä pysähtymistä jolloin kunnossapitotyöt on aloitettava välittömästi, jotta kone saadaan uudelleen toimintaan.

Toinen ajatusmalli kunnossapidosta jakaa lajit sen mukaan onko kunnossapito suunniteltua vai aiheuttavatko ne tuotantohäiriön. Suunniteltu kunnossapito jakautuu kolmeen alatasoon, kunnostamiseen, parantavaan kunnossapitoon ja ehkäisevään kunnossapitoon. Tästä ehkäisevä kunnossapito voidaan jakaa vielä kahteen ryhmään, kuntoon perustuvaan kunnossapitoon ja jaksotettuun kunnossapitoon. Tuotantohäiriön aiheuttavat korjaukset jaetaan kahteen kategoriaan, on välittömät häiriökorjaukset jotka täytyy suo-

rittaa heti tai laite ei ole toimintakunnossa ja siirrettyihin häiriökorjauksiin jotka voidaan suorittaa hieman myöhemmin.

Viimeinen ajatusmalli on RCM. Tässä kunnossapitotoimet jaetaan ennakoiviin ja reagoiviin toimenpiteisiin. Ennakoivia toimia ovat esimerkiksi vikaantumisen havaitseminen ja vikaantumisen estäminen. Reagoiva toimenpide tarkoittaa laitteen ”loppuun ajamisen” jälkeen tapahtuvaa korjaamista. Tästä hyvänä esimerkkinä voidaan ajatella vaikkapa hehkulamppujen käyttöä.

Kunnossapitotoimista voidaan kuitenkin aina tunnistaa viisi pääryhmää, jotka esiintyvät jokapäiväisessä kunnossapidossa. Nämä ovat:

- huolto
- ehkäisevä kunnossapito
- korjaava kunnossapito
- parantava kunnossapito
- vikojen ja vikaantumisten selvittäminen. (Järviö ym, 2007, 47 – 49.)

### 3.2.1 Huolto

Huolto tarkoittaa kohteen käyttöominaisuuksien ylläpitämistä tai sitä että heikentynyt toimintakyky palautetaan ennen vian syntymistä tai että vaurion syntyminen saadaan estettyä. Monesti huolto on jaksotettua huoltoa, jossa huolto tehdään säännöllisin väliajoin. Jaksotusväliä suunniteltaessa otetaan huomioon käytön rasittavuus ja määrä sekä käyttöaika.

Jaksotettuun huoltoon kuuluu seitsemän perusasiaa, toimintaedellytysten vaaliminen eli käyttöhenkilöstön suorittama kunnossapito, puhdistus, voitelu, huoltaminen, kalibrointi, kuluvien osien vaihtaminen ja toimintakyvyn palauttaminen. (Järviö ym, 2007, 50.)

### 3.2.2 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevässä kunnossapidossa pyritään valvomaan laitteen suorituskykyä. Tämän päämääränä on vikaantumisen todennäköisyyden vähentäminen. Tätä tehdään joko säännöllisesti eli jaksotetusti tai jatkuvasti tai sitten silloin kun tarve vaatii. Laitteiden suori-

tuskykyä ja erinäisiä parametreja seuraamalla pystytään suunnittelemaan ja ajastamaan tehtävät.

Ehkäisevän kunnossapidon tärkeimpiä tehtäviä ovat laitteiden tarkastaminen ja kunnonvalvonta, määräystenmukaisuuden toteaminen, testaaminen ja toimintakunnon havainnointi, käynninvalvonta sekä analysoida vikaantumistietoja. (Järviö ym, 2007, 50.)

### 3.2.3 Korjaava kunnossapito

Korjaava kunnossapito on viallisten komponenttien tai laitteiden saattamista takaisin käyttökuntoon. Tämä voidaan jakaa kahteen ryhmään, eli suunnittelelattomiin häiriökorjauksiin ja suunniteltuihin kunnostuksiin. Komponenteille pystytään laskemaan elinikä tarkastelemalla korjaavan kunnossapidon suoritusajoja.

Tähän kunnossapitoon liittyvät olennaisesti erilaiset toimet, kuten vian määrittäminen, sen tunnistaminen ja paikallistaminen, korjaus ja väliaikainen korjaus ja tietysti toimintakunnon palauttaminen. (Järviö ym, 2007, 49.)

### 3.2.4 Parantava kunnossapito

Parantava kunnossapito voidaan jakaa kolmeen eri ryhmään. Ensimmäinen ryhmässä laitteen muutos tehdään käyttämällä uudempiä komponentteja tai osia kuin mitä alkuperäiset ovat olleet, muttei laitteen suorituskykyä varsinaisesti muutettaisi. Toinen ryhmä koostuu korjauksista ja uudelleensuunnittelusta. Näillä keinoilla pyritään parantamaan koneen tai laitteen luotettavuutta, myöskään tässä ei varsinaisesti muuteta suorituskykyä paremmaksi. Kolmannen ryhmän muodostavat tietysti sitten uudistukset, joilla suorituskykyä saadaan parannettua. (Järviö ym, 2007, 51.)

### 3.2.5 Vikojen ja vikaantumisten selvittäminen

Vikojen ja vikaantumisten selvittäminen on vian perussyyn etsimistä sekä vikaantumisprosessin havaitsemista. Kun tuloksia saadaan selville, niin pystytään tekemään toimenpiteitä joilla pyritään estämään mahdollinen vahingon uusiutuminen. Vikojen ja vikaantumisten selvittämisen menetelmiä ovat:

- vika-analyysit

- vikaantumisten selvittäminen ja niiden simulointi
- mallintaminen
- materiaalianalyysit
- suunnitteluanalyysit
- perussyyn selvittäminen
- vikaantumispotentiaalin kartoitus
- riskienhallinta. (Järviö ym, 2007, 51.)

### 3.3 Luotettavuuskeskeinen kunnossapito

Luotettavuuskeskeinen kunnossapito tunnetaan yleisesti nimellä RCM, tämä on lyhenne sanoista reliability centred maintenance. Luotettavuuskeskeinen kunnossapito on keino luoda sellainen ehkäisevä kunnossapito-ohjelma, joka mahdollistaa rakenteilta ja laitteistoilta vaaditun turvallisuus- ja käytettävyytensä saavuttamisen järkipäisesti ja ennen kaikkea tehokkaasti. Tämän kunnossapito-ohjelman avulla sitten pystytään parantamaan laitteistojen käytettävyyttä, turvallisuutta ja meille kaikille niin tärkeää taloutta. (Järviö, 2000, 16.)

#### 3.3.1 Mitä laitteisto analyysillä saavutetaan?

Kun luotettavuuskeskeisessä kunnossapidossa on ensiksi saatu luotua sellainen järjestelmä, jolla pystytään määrittelemään tarkemmin jokaiselle laitteelle omat analyysinsä. Niin tämän jälkeen tärkeäksi kysymykseksi nousee se, että mitä sillä sitten saavutetaan. Hyvällä laitteisto analyysillä voidaan saavuttaa:

- Parempi turvallisuusnäkökohtien ja ympäristön huomioon ottaminen.
- Kovempi suorituskyky.
- Parempi kustannustehokkuus kunnossapidossa.
- Kalliille laitteille pidempi käyttöikä.
- Tietokantojen yhtenäistyminen.
- Parempi motivaatio.
- Tiiviimpi yhteistyö. (Järviö, 2000, 22.)

### 3.3.2 Päämäärät

Luotettavuuskeskeisen kunnossapidon tärkeimpiä päämääriä ovat määritellä kriittisimmät laitteet ja kohdistaa kunnossapito niihin, selvittää vikaantumismekanismit ja rakentaa niiden pohjalta tehokas kunnossapitomenetelmä, laatia toimintaohjeet käytettäväksi vikaantumisen ilmettyä sellaisille kohteille, joihin ei ole tehokasta ehkäisevän kunnossapidon menetelmää ja käyttöhenkilöstön opettaminen seuraamaan kriittisimpien osien toimintaa. Kun kunnossapito on kohdistettu oikeaan paikkaan, niin voidaan laskea kunnossapitokustannuksia, nostaa tuottavuutta ja laitteiden luotettavuutta. (Järviö, 2006, 125.)

### 3.3.3 Suorittamisen perusaskeleet

Luotettavuuskeskeisen kunnossapidon suorittaminen koostuu yhdeksästä perusaskeleesta. Näitä perusaskeleita ovat:

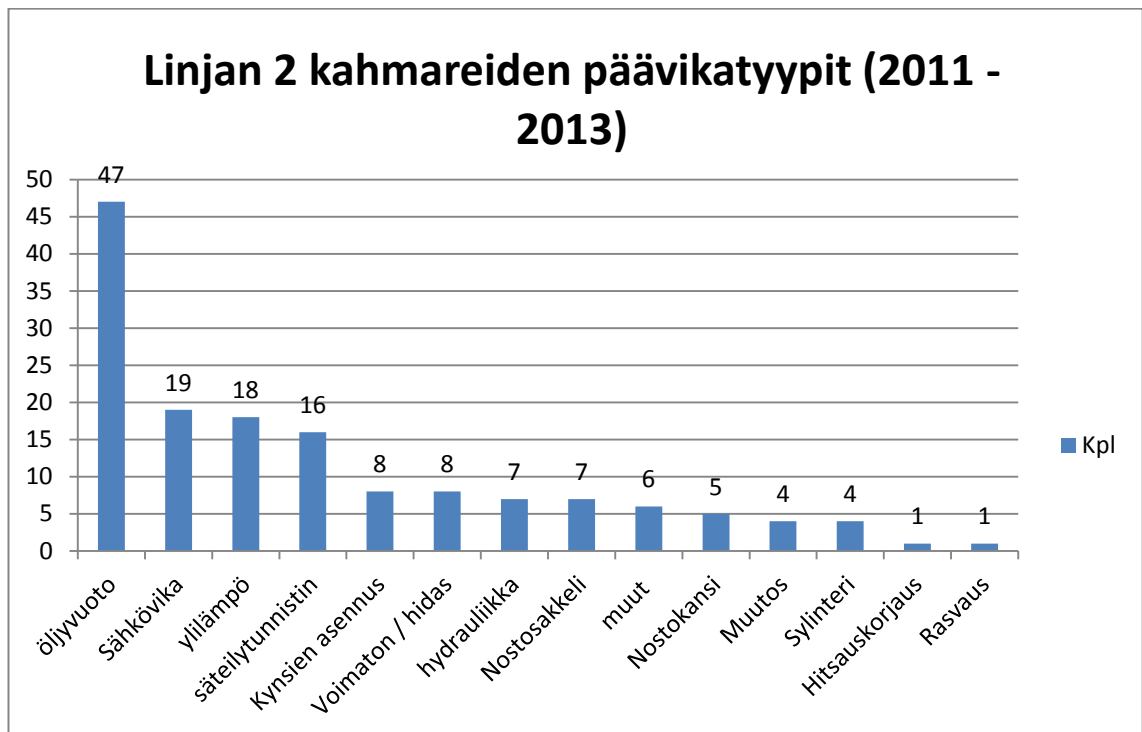
- Järjestelmän ja sen rajojen tarkka määrittäminen.
- Jokaisen järjestelmän osatoimintojen määrittäminen.
- Toiminnallisesti merkittävimpien kohteiden tunnistaminen.
- Jokaisen kohteen toiminnallisten vikojen syiden tunnistaminen.
- Vikaantumisten vaikutusten ja niiden todennäköisyyksien ennustaminen.
- Toiminnallisesti tärkeiden laitteiden tai kohteiden vikaantumisten vaikutusten arviointi.
- Sopivan kunnossapito-ohjelman löytäminen, kunnossapitotehtäviä tutkimalla.
- Laitteiden tai kohteiden uudelleen suunnittelu, mikäli sopivaa menetelmää ei löydy.
- Rakentaa dynaaminen kunnossapito-ohjelma, jonka toimintaa helpotetaan valvomalla, keräämällä ja analysoimalla kunnossapitotietoja.

Näillä vaiheilla saadaan rakennettua niin sanottu ”päättöslogiikkapuu”, joka analysoi vikaantumismekanismit ja näiden vaikutukset jokapäiväiseen talouteen, käyttöön ja turvallisuuteen. Päättöslogiikkapuu pystyy siis antamaan selityksen sille tarvitseeko jollekin yksittäiselle komponentille suorittaa kunnossapitoa vai ei, huomioiden turvallisuuden, käytön ja talouden. (Järviö, 2000, 20,21.)

#### 4 KAHMAREIDEN VAURIOT

Työn aloitus ja parannuksien suunnittelu alkoivat tutkimalla terässulatolla olevien neljän kahmarin vikoja (Taulukko 1). Pääasiallisia häiriön aiheuttavia vikoja ovat olleet säteilytunnistimet, öljyvuodot ja myös ylikuumentuminen, mutta suurimpana ongelmana hydraulikkapumppujen rikkoutumiset. Kahmarin sallittu kallistuskulma on erittäin pieni, jonka jälkeen hydraulikkapumppu hajoaa.

Taulukko 1 Linjan 2 kahmareiden päävikatyypit. (Outokumpu Tornio Works k-asema, hakupäivä 14.4.2014.)



##### 4.1 Öljyvuodot

Kahmareissa usein esiintyvät pikkuviat, kuten esimerkiksi letkun vaihdot eivät aiheuta suuria vaurioita kuin ainoastaan tuotantoon. Tuotanto on erittäin tärkeä osa terässulatun toimintaa, joten pieniäkin vaurioita pyritään vähentämään uusilla ratkaisulla. Näitä letkun vaihtoja on ollut ehdottomasti liian usein. Yleisin öljyvuoto tapahtuu juuri letkujen kautta, joko letkun rikkouduttua tai liittimen löystytyä. Öljyjen vuotaminen on ollut suurin yksittäinen tekijä kahmareiden vikahistorioita tutkittaessa.



Öljyvuotoihin liittyvät olennaisesti myös sylintereiden viat. Usein sylinterit alkavat vuotamaan niin sanotusti lävitse eli toisin sanoen piikit eivät pysy auki. Tämä johtuu joko sylinterin putken laajenemisesta tai tiivisteiden rikkoutumisesta. Sylinterin putki laajenee saadessaan paineiskun kun kynnet osuvat toisiinsa, syynä liian pitkät sylinterit.

#### 4.2 Hydrauliiikkapumppu

Suurimpia vaurioita kahmariin aiheutuu silloin kun se pääsee kallistumaan yli 30°, jolloin hydrauliikkapumppu haukkaa ilmaa ja hajoaa (Kuva 9). Toisena syynä on liian vähäinen öljyn määrä, jolloin kahmari ei kestä kallistaa edes tämän sallitun arvon vertaa.

Aina kun hydrauliikkapumppu hajoaa, täytyy kahmari lähettää ajoneuvohuollossa käytävän pesun kautta kuumavalssaamon korjaamolle korjattavaksi. Kahmari menee aina tämän saman ketjun kautta korjattavaksi jos sitä ei pystytä paikanpäällä kunnostamaan. Tämän ketjun läpivienti kestää aina vähintään noin yhden viikon. Paikanpäällä tehdään vain sellaiset korjaukset joihin resurssit ja työvälineet mahdollistavat. Hydrauliikkapumppu voi hajota myös kylmäkäynnistyksestä, jolloin öljyt ovat liian jähmeät eikä voitelu ole riittävää.



**Kuva 9. Hydrauliikkapumppu korjauksessa kuumavalssaamon korjaamolla. (Outokumpu Tornio Works k-asema, hakupäivä 11.4.2014.)**

### 4.3 Säteilystunnistimet

Säteilystunnistimet ovat myös aiheuttaneet paljon katkoksia tuotantoon tekemällä turhia hälytyksiä. Aina hälytyksen tullessa testataan lastattava materiaali vielä toisella kahmarilla, jotta saadaan tieto hälytyksen paikkaansa pitävyydestä. Tällaisella keinolla hälytykset on varmistettu usein turhiksi.

Säteilystunnistimien erilaisuus toisiinsa nähden on myös aiheuttanut hieman hankaluuksia kahmareiden ristiin käytettävyydessä. Esimerkiksi itäpään nosturiin ei voida laittaa numero neljää, eli keltaista kahmaria. Tähän ongelmaan ratkaisuksi ehdotettiin uusien säteilystunnistimien tilaamista. Tällä tavalla päästäisiin eroon kahdesta erityyppisestä säteilystunnistimesta.

### 4.4 Kuluminen ja lämpöongelmat

Nykyisin on alkanut ilmetä myös kulumisesta johtuvia vikoja, kuten esimerkiksi kynsien irtoilua. Kynnet pääsevät irtoamaan koska niiden lukitus on kulunut liian väljäksi ja tämä taas aiheuttaa lisää töitä. Yhtenä ratkaisuna tähän ongelmaan on kynsiksi ehdotettu hitsattavia kulutusteräksiä. Myös piikit kuluvat käytössä mutta niistä ei ole aiheutunut vielä mitään harmeja.

Hydrauliikkajärjestelmässä olevan öljyn lämpötila on aiheuttanut paljon katkoksia tuotantoon. Kahmarissa oleva lämpötunnistin herjaa heti kun öljyn lämpö nousee liian korkeaksi ja pysäyttää kahmarin. Tähän ongelmaan on suunniteltu ratkaisuksi hydrauliikkablokin muutosta.

## 5 LAITTEISTOANALYYSI

Laitteistoanalyysin avulla pyritään parantamaan laitteiden ja myös yksittäisten komponenttien toimintaa. Tässä pyritään siis selvittämään useita eri asioita. Kaikki alkaa kuitenkin vioittumistavan määrittämisestä, se saadaan helpoiten selville listaamalla erilaiset vikatilanteet ja tämän jälkeen vioittumistavat, jotka johtavat juuri siihen tiettyyn vikatilanteeseen. Tämä vioittumistavan tunnistaminen ja analysointi taas mahdollistaa ennaltäehkäisyyn tai korjaamisen jo ennen kuin itse varsinainen vaurio on aiheutunut.

Vikaantumistavat ovat jaettu kolmeen pääryhmään. Ensimmäisenä ovat tapaukset, joissa laitteen tai koneen suoritustaso laskee liian alhaiseksi ja toisena tapaukset, joissa suoritustaso taas nousee liian korkealle. Viimeisenä ovat tapaukset, joissa laitteen tai koneen toiminta ei enää täytä sille asetettuja kriteerejä. Tärkeänä yhteenvetona todetaan, että laitteen suorituskyvyn toivottu taso määrittää ennakoivan kunnossapidon tarpeen vikaantumisten ehkäisemiseksi ja että laitteen suorituskyky tulee määrittää jo ennen vikaantumista, jotta pystytään saavuttamaan säästöjä. (Järviö, 2000, 28 – 36.)

### 5.1 Laitteistoanalyysin käyttö ja kunnossapito

Laitteistoanalyysin teko aloitetaan siis tutustumalla laitteiden, tässä tapauksessa kahmariden vika historiaan. Vika historiaa tutkittiin noin kolmen viimeisimmän vuoden ajalta. Tämän pohjalta jaettiin viat laitteen pysäyttäviin vikoihin ja laitteen toimintaa heikentäviin vikoihin. Esimerkiksi kahmarin hydrauliiikkapumpun hajoaminen on pysäyttävä vika koska pumppu ei enää tuota painetta, eikä näin ollen kahmari toimi. Laitetta heikentävä vika voi olla esimerkiksi piikin kynnen irtoaminen joka heikentää materiaaliin tarttumista muttei kuitenkaan pysäytä koko laitetta.

Näiden pohjalta määritellään viat ja häiriöt aina komponentti tasolle. Yksittäisen komponentin vikaantumisen syyt selvitetään ja määritellään jokaisen vian välittömät toimenpiteet. Esimerkiksi tässä hydrauliikkapumpun hajoamisessa voi olla kaksi eri syytä, liika kallistuminen tai väärä öljy, kuitenkin välitön toimenpide on sama eli vuorohuolto käy tutkimassa tilanteen. Lopuksi määritellään vielä komponenttien vaihtamiseen tarvittavat kriittiset varaosat.

## 5.2 Laitteistoanalyysin huoltostrategia

Kun tämän laitteistoanalyysin käyttö- ja kunnossapito-osiot on täytetty, pystytään alkamaan ratkomaan huoltostrategioihin liittyviä kysymyksiä. Tässä vaiheessa tarkennetaan komponenttien vaihtoon tai korjaukseen liittyviä asioita, kuten esimerkiksi sylinterin tiivisteiden rikkoutumisesta aiheutuvat tapahtumat, sylinterin vaihto ja vanhan sylinterin korjaus. Kun tehtävien tarkennukset on selvillä, niin selvitetään kuka on tehnyt nämä toimenpiteet aiemmin ja kenen ne tulisi suorittaa tulevaisuudessa. Useasti käy niin että ei ole vain yhtä ainoaa tekijä ryhmää, vaan saman tehtävän voi suorittaa useampi eri ryhmä. Tästä hyvänä esimerkkinä voisinkin pitää sellaista tilannetta jossa kahmari on kuljetettu kuumavalssaamolle huoltoon ja siellä huomataan letkuvuoto, tällöin ei ole järkeä lähettää normaalisti tällaisia pikkuvikoja korjaavia vuorohuollon henkilöitä suorittamaan letkun vaihtoa vaan korjaamon henkilöstö pystyy sen suorittamaan itse.

Huoltostrategiaan merkitään kaikki korjaamiseen vaadittavat komponenttien varaosat tarkoilla nimityksillä. Jokaiselle suoritettavalle työlle merkitään myös ohjeet jos sellainen on mahdollista. Kaikille toimenpiteille ei kuitenkaan löydy yleispäteviä ohjeita, jolloin niihin ei merkitä mitään. Yleispäteviä ohjeita ovat esimerkiksi sähkömoottoreiden käyttö- ja huolto-ohjeet. Ohje kohtaan voidaan myös tarvittaessa lisätä selventävä kuva kohteesta. Lopuksi ilmoitetaan vielä muut huomiot, esimerkiksi öljynvaihtoväli tai jokin muu sellainen (Liite 1).

## 6 ENNAKKOHUOLTOTOIMET

Tämän opinnäytetyön yksi osa-alue on selvittää ja tehdä selkeä ennakkohuolto-ohjelma kahmareille. Tarkoituksena on siis selvittää kolmen eri osa-alueen huoltotoimet, korjaamon, käytön ja vuorohuollon. Jokaiselle on olemassa omat tehtävänsä mutta ne täytyy saada selville tekemällä henkilöhaastatteluja, lukemalla olemassa olevia suunnitelmia ja lopuksi dokumentoida tiedot. Ennakkohuoltotoimien määrittämisellä pyritään myös pääsemään irti kalliista ja monivaiheisesta korjaavasta kunnossapidosta kohti taloudellisempaa ehkäisevää kunnossapitoa (Liite 2).

### 6.1 Korjaamo

Laitteistoanalyysin pohjalta tarkastettiin kuumavalssaamon korjaamolla tehtävien huoltojen lista. Kuumavalssaamon korjaamo hoitaa kaikki suuremmat korjaukset jotka kohdistuvat näihin kahmariin (kuva 10). Monet laitteistoanalyysissä olleet komponentit käytetään ns. loppuun ja vaihdetaan vasta rikkoutumisen jälkeen. Tällaisesta korjaavasta kunnossapidosta hyvänä esimerkkinä ovat sähkömoottorit. Yleensä tällaiset komponentit vaihdetaan vain uusiin ja sen jälkeen tutkitaan pystyykö vanhan korjaamaan. Kahmarit tulevat terässulatolta pesun kautta kuumavalssaamolle korjaukseen ja huoltoon. Korjaamohenkilöstöllä on käytettävissä huoltolista, jonka mukaan he tekevät erilaiset tarkastukset ja korjaukset. Jokaisesta korjaamolla käyneestä kahmarista täytetään aina uusi huoltolista (Liite 3). Huoltolista käy läpi kaikki tärkeimmät ja myös usein vikaantuvat kohteet. Tässä on huomioituna tärkeät tarkastukset kuten liittimien pitävyydet ja paineiden tarkastukset. Oikeat paineet ovat tärkeitä piikkien ylhäällä pysyvyyden ja puristuvuuden kannalta. Huoltolistan lopussa on kuitenkin tärkeä kohta, johon voi avoimesti kirjoittaa kaikki tärkeät toimenpiteet joita ei listalla muuten ole. Tähän kirjoitetaan esimerkiksi pumpun vaihdot, sylintereiden vaihdot ja erilaisten hydraulikkakomponenttien vaihtamiset. Huoltolistaan tehtiin pieniä muutoksia, öljynvaihto merkittiin tehtäväksi kahdesti vuodessa ja kuormanlaskuventtiilien aukeamispaine täytyy testata testipenkissä. (Jääni, 24.3.2014, keskustelu.)

Tärkeänä osana kahmareiden toimintaa ajateltaessa esiin nousi öljynkäyttö. Öljyn täytyy olla puhdasta ja käyttötarkoitukseensa sopivaa. Tästä syystä tulee käyttää kesä- ja talviöljyjä, jossa huomioidaan käyttölämpötilat. Käyttölämpötilalla on suora vaikutus ölj-

jyn viskositeettiin. Öljynä käytetään Tellus S3 M 32 tai Tellus T 32 merkkisiä Shellin valmistamia öljyjä (Liite 4). S3 M 32 on perusöljyä ja T 32 on lisäaineella varustettua öljyä, joka kestää paremmin käyttölämpötilan vaihtelut (Liite 5). Vaihtoehtoisesti voidaan kokeilla käyttää samaa öljyä kuin mitä Röyttän satamassa olevissa Rozzin kahma-reissa, ATF D3M automaattivaihteistoöljyä. Satamasta saatujen tietojen mukaan tätä öljyä voi käyttää myös ympärivuotisesti. Öljyn riittävän puhtauden takia öljyn lisäys tulee suorittaa esisuodatuksen kautta.



**Kuva 10. Punainen kahmari huollossa kuumavalssaamon korjaamolla. (Outokumpu Tornio Works k-asema, hakupäivä 12.3.2014.)**

## 6.2 Käyttö

Käyttöhenkilöstölle ei järjestetty erityisen paljoo lisää tekemistä, vaan lähinnä tarkastelu tehtäviä liittyen omaan työkaluunsa, kahmariin (Liite 6). Tarkastelutehtäviin lisättiin selventävä kuva vuotokohtien tarkistuspaikoista. Tarkastelutehtävät tulee suorittaa jokaisen käyttäjän aina vuoronsa alussa.

Tärkeimpänä tarkastettavana asiana pitäisin öljyn tarkistusta, sillä jos öljyä ei ole riittävästi niin hydraulikkapumppu hajoaa todella nopeasti. Tämä taas aiheuttaa valtavasti lisäkustannuksia ja kuormittaa korjaamo henkilökuntaa sekä vaikeuttaa töiden suunnittelua. Tarkastustehtävien tarkoitus on havaita mahdolliset viat riittävän aikaisin, ettei suurempia vaurioita pääsisi aiheutumaan. Vikojen ilmetessä tehdään ilmoitus aina vuorohuollolle.

### 6.3 Vianhaku

Tämän osion tehtävänä on helpottaa vuorohuollon tekemää vian etsintää, sillä aina ensimmäisenä kun vika on ilmennyt, niin siitä ilmoitetaan vuorohuollolle. Olemassa olevien materiaalien pohjalta on laadittu selkeä vianhakutaulun (Liite 7). Tässä taulussa on jaoteltuna viat selkeästi seuraavalla tavalla, kahmari ei toimi, kahmarissa toimintahäiriö ja hydraulikkajärjestelmä ei toimi. Jokainen vika aiheuttaa aina omanlaisensa oireet, siispä ne ovat vianhakutaulussa luoteltuna omien vikojen alle. Lopuksi on listattuna vielä jokaiseen kohtaan sen mistä syystä tämä vika ja sen oire johtuvat. Taulun tarkoitus on helpottavaa ja nopeuttaa vian etsintää ja sen ratkaisemista. Tämän kaiken suurempi tarkoitushan on tietenkin parantaa kahmareiden käyttövarmuutta ja sitä myöten uunin käyttövarmuutta.

Tämä vianhakulista pitäisi laittaa johonkin tiettyyn paikkaan josta sen saisi vuorohuollon työntekijä helposti itselleen käytettäväksi. Tällainen paikka olisi esimerkiksi romupihalla olevan huoltokaapin ovi tai jokin muu vastaava siitä lähiympäristöstä. Huoltokaapista tulee myös löytyä kaikki vuorohuollon tarvitsemat työkalut, jotta he pystyvät tekemään kahmareihin pieniä korjauksia.

## 7 VARAOSAKARTOITUS

Varaosakartoitus aloitettiin tutkimalla nykyistä osaluetteloa. Osaluettelo on tehty mustan kahmarin osista, eli komponentteja on myös hieman erilaisia ja niitä on yhteensä paljon enemmän. Ensiksi jouduttiin täydentämään olemassa olevaa osaluetteloa, jotta siihen saatiin mukaan kaikki komponentit (Liite 8). Lisäksi etsittiin vielä komponenteille mahdolliset MAKO-numerot, joilla ne löytyvät varastosta. Varaosakartoitusta tehdessä oli tärkeää aloittaa pohdinta tutkimalla valmista laitteistoanalyysiä.

### 7.1 Kriittiset varaosat

Laitteistoanalyysiä tutkimalla saatiin helposti selville kahmareiden kriittisimmät komponentit. Komponenttien kriittisyyttä tarkasteltaessa täytyi laitteistoanalyysin lisäksi huomioida myös varaosien toimitusajat. Tämän perusteella pystyttiin määrittämään hyllyssä tarvittavat varaosat ja niiden lukumäärän. Varaosien varastosaldojen tarkastelua vaikeuttivat tilanteet, joissa komponentit olivat huollossa. Tästä hyvänä esimerkkinä ovat hydrauliiikkapumput, varastosaldo näytti nolaa mutta silti pumppuja saattoi olla huollossa. Lisäksi hydrauliikkapumppujen hankinta-aika oli noin puoli vuotta ja näinkin kriittiselle komponentille se on liian pitkä, mikäli varastosaldo on nolla. Näille kahmareille riittävä pumppujen saldo on yksi kappale.

Sylinterit olivat myös kriittisimpiä varaosia ja niiden hankinta-aika oli noin 10 viikkoa, mutta sylintereitä oli kuitenkin varastossa neljä kappaletta. Tämä neljän kappaleen varaosasaldo on täysin riittävä. Kolmas kriittinen varaosa oli sähkömoottori, näitä oli varastossa yksi kappale. Sähkömoottoreiden lyhyt hankinta-aika mahdollisti näin pienen varastosaldon, vain 14 vuorokautta. Liitteessä on monille komponenteille varastolta ilmoitetut hankinta-ajat, mutta niiden luotettavuus on erittäin heikko. Esimerkiksi juuri hydrauliikkapumpun ja sylintereiden hankinta-ajat jouduttiin muuttamaan saatujen tietojen perusteella.

### 7.2 Varastointi

Lisäksi tarkasteltiin varastolta saatujen tietojen mukaan olevia hälytyspisteitä eli missä vaiheessa lähtee hälytys uudesta tilauksesta. Hälytyspiste on yleisesti hyvin pieni luku-



arvo koska nykypäiväisessä tuotannossa varastoja pyritään pitämään mahdollisimman pieninä. Varastojen pieninä pitämiseen liittyy myös komponenteille tehty hankintaerien suuruus. Tämäkin lukuarvo on pyritty pitämään mahdollisimman pienenä, juuri siitä syystä etteivät varastot kasva.

Osaluettelossa oleva kohta MRP, tarkoittaa varastolta lähtevää tilausta. Esimerkiksi jos MRP kohdassa on Z2, tarkoittaa tämä että uuden komponentin tilausehdotus lähtee automaattisesti. ZD tarkoittaa, ettei komponenttia varastoida vaan tilaus tehdään tarpeen mukaan ja ND tilannetta jossa komponenteille on olemassa oleva vuosisopimus jonka mukaan varastojen täydennys tehdään. MRP arvoja tutkittiin ja päädyttiin sellaiseen ratkaisuun että varastolla olevat komponenteille annetut arvot ovat täysin perusteltuja. Esimerkiksi kriittisille osille kuten hydraulikkapumpulle on laitettu arvoksi Z2 ja harvemmin rikkoutuville kuten sähkömoottorille ZD. Varaosien hankintatapojen pohtiminen oli tärkeää, jottei tule tilannetta jossa jäädytään ilman jotain kriittistä komponenttia.

## 8 KAHMAREIDEN UUDET RATKAISUT

Kahmareiden kehityssuuntaa pohdittaessa kehittyi kaksi erilaista vaihtoehtoa. Ensimmäinen vaihtoehto oli nykyisten kahmareiden modernisointi sellaiselle tasolle, että ne kestäisivät käyttötarkoituksensa ja olosuhteensa. Toinen vaihtoehto oli uusien kahmareiden hankinta ulkopuoliselta yritykseltä.

### 8.1 Modernisointi

Nykyisten kahmareiden modernisointi olisi vaatinut uudistamista, jossa otettaisiin huomioon:

- Pumpun imuaukon paikan muutos.
- Hydraulikkajärjestelmän lämpöongelmat.
- Blokin muutos.
- Uusien sylintereiden hankinta.
- Uusien kynsien hankinta.
- Öljyjen vaihtamisen helpottaminen.
- Kahmarin lämmitys mahdollisuus.
- Putkiston ja letkujen muutokset.

Uudet sylinterit tulisivat olemaan iskunpituudeltaan 30mm lyhyempiä kuin aiemmat. Tässä siis palataan vain tilanteeseen jossa sylinterin maksimipituus muutetaan samaan kuin mitä se on ollut alkujaan ennen päätyvaimennuksia. Pumpun imuaukon muutos tarkoittaisi kannen korotusta ja imuputken suun laskemista, jotta saataisiin suurempi sallittu kallistuskulma. Näiden kaikkien muutoksien lisäksi täytyi miettiä ja laskea vielä kahta asiaa. Ensimmäisenä ajateltiin resurssien järjestämistä ja sitä kuinka kauan muutostöiden tekeminen veisi ja toisena asiana täytyi huomioida näiden muutosten kokonaiskustannukset (Taulukko 2).

Taulukossa 2 tarkasteltiin yhden kahmarin muutoksesta aiheutuvia kustannuksia. Osa kustannuksista laskettiin vanhojen osien hankintahinnoilla ja arvioiduilla työtuntimäärillä, joten ne ovat vain viitteellisiä. Esimerkiksi kynnet muuttuvat täysin erilaisiin mallei-

hin ja todennäköisesti myös kalliimpiin koska niiden materiaali tulee toiveiden mukaan olemaan Hardox 400.

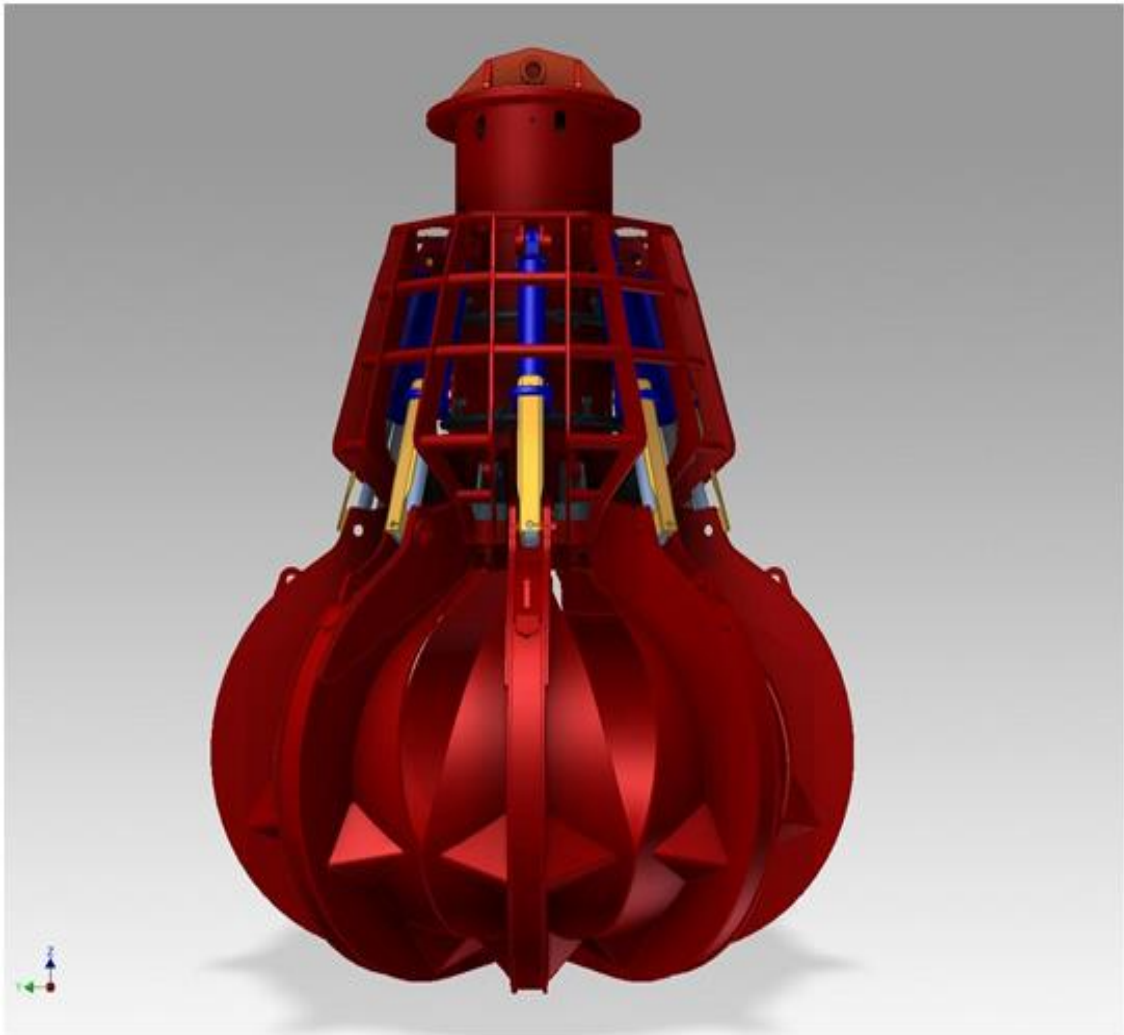
Taulukko 2. Kahmarin muutoksien ja hankintojen kustannukset

<b>Kahmarin muutoksien kustannukset</b>			
	Työtunnit (h)	Tuntihinta (€)	Yhteensä (€)
Hydrauliikka	24	42	1008
Kynnet	16	40	640
Sylinterit	8	40	320
Testaus	4	42	168
Yht.			2136
<b>Hankintojen kustannukset</b>			
	Määrä (kpl)	Yksikköhinta (€)	Yhteensä (€)
Sylinterit	6	1350	8100
Kynnet	6	105	630
Lämmitysjärjestelmä	1	1400	1400
Kuormanlaskulohko	2	600	1200
Yht.			11330

## 8.2 Uusien hankinta

Toisena vaihtoehtona ollut kahmareiden hankkiminen ulkopuoliselta yritykseltä vaatisi myös sijoituksia ja suunnittelua. Kahmareiden hankintaa suunniteltaessa tehtiin kyselyitä kahteen eri yritykseen. Näistä vain toinen pystyi kuitenkin toteuttamaan meidän tarpeisiin sopivia kahmareita. Laadimme kaksiosaisen tarjouspyynnön italialaiselle yritykselle, heidän maahantuojansa Holger-Hartmannin kautta. Ensiksi ehdotettiin että toimittaja muokkasi meidän kahmareiden hydrauliikan vastaamaan heidän kahmareitaan ja toinen ehdotus oli kolmen kahmarin ja yhden option hankkiminen. Toimittaja joutui kuitenkin hylkäämään ajatuksen meidän kahmareiden muokkaamisesta, sillä se olisi vienyt heiltä liikaa aikaa ja rahaa sekä meidän olisi täytynyt lähettää yksi kahmari Italiaan purettavaksi ja tutkittavaksi. Uusien kahmareiden hankkimisesta he kuitenkin lähettivät tarjouksensa (Kuva 11). Tarjous sisälsi kaikki meidän toiveet ja siinä oli annettuna kaksi erilaista kahmari vaihtoehtoa. Ensimmäinen oli kahdeksan piikkinen ja toinen vaihtoehto oli yhdeksän piikkinen. Lisävarusteina oli mahdollisuus ostaa vielä ylempi kiinnitysrenkas ja öljynlämmitys mahdollisuus. Öljynlämmitys mahdollisuuden hankkiminen oli myös erittäin tärkeä kriteeri, sillä jos kahmari joutuu makaamaan romupihan lattialla pitkään talvipakkasessa voi kylmäkäynnistäminen vahingoittaa hydrauliikkapumpun.

Uusien kahmareiden hankkimista puolsi ajatus toimivista kahmareista ja turhien seisahduksien vähentymisestä taikka jopa häviämisestä. Tarjouksen kahmarit olivat useampi lapaisia kuin nykyiset, joten uskottiin että ne olisivat parempia tunkeutumaan kierrätysteräs kasoisiin. Uusien hankkiminen toisi meille pienen ongelman siinä mitä vanhoille tehtäisiin. Yhtenä ajatuksena oli vanhojen kahmareiden myyminen vaihdossa, mutta he eivät kuitenkaan halunneet ottaa näin valtavaa riskiä. Toisena vaihtoehtona oli purkaa vanhat kahmarit ja ottaa niistä tarpeelliset varaosat pois. Nämä varaosat saattaisivat sopia tuleviin kahmareihin, sillä nekin ovat rakennettu standardi komponenteista. Loput vanhoista kahmareista jäisi sitten täysin ylimääräiseksi ja ehkä jopa hävitettäväksi. Kuumavalssaamon korjaamalla olevat huoltotelineet jouduttaisiin myös muokkaamaan, sillä vanhat kahmarit olivat vain kuusi lapaisia.



**Kuva 11. Tarjotun kahmarin mallikuva. (Holger-Hartmann [www-sivut 2014](#), hakupäivä 9.4.2014.)**

### 8.3 Tulevaisuus

Kaikkien näiden vertailujen ja pohdintojen päämääränä pyrittiin löytämään tavoitealue, jossa käyttövarmuus ja kustannukset ovat optimitilassa. Eli käyttövarmuus mahdollisimman korkealla ja kustannukset mahdollisimman alhaalla. Tällaista tavoitealuetta etsiessä jouduttiin tarkastelemaan erilaisia tekijöitä, kuten ennakkohuollonkustannuksia, korjauskustannuksia ja käyttöastetta.

Tässä vaiheessa nousi esiin kysymys vanhojen kahmareiden muokkaamisen jälkeisestä vaiheesta, miten vanhat kahmarit tulevat kestämaan käyttöä. Nouseeko esille esimerkiksi joitain uusia vikoja seuraavan kolmen vuoden aikana? Vai tulee uusien hankkiminen edullisemmaksi näin pitkällä tähtäimellä? Tällaisiin kysymyksiin vastaaminen oli täysin mahdotonta mutta spekulointia asian tiimoilta käytiin. Vanhojen korjausta puolsi ajatus niiden mekaanisesta kestämisestä, sillä mekaaniset ongelmat olivat tähän mennessäkin olleet erittäin vähäisiä. Tämän pohjalta voitiin ajatella että vanhat saataisiin toimintakuntoon mutta olisivatko nämä uudet tekniset ratkaisut riittävän hyviä vai vieläkö hydraulikkajärjestelmään jäisi ongelmia. Uusia ongelmia ei kestäisi enää tulla tai korjauskustannukset nousisivat liian suuriksi verrattuna uusien hankinta hintoihin.

### 8.4 Ratkaisu

Näistä vaihtoehtoista päädyttiin toteuttamaan ensimmäinen, eli vanhan kahmarin muokkaaminen. Tämä vaihtoehto tuli yhtä kahmaria kohden maksamaan vain noin kuudesosan uusien hankinta hinnoista. Myös tehtävät muutokset ovat saaneet viitteitä sata-massa käytettävistä vastaavan kokoisista Rozzin ja SMAGin kahmareista, eli käytettäisiin samoja hydraulikkakomponentteja kuin näissä. Lisäksi vielä sylintereistä suunnitellaan entistä järeämmät.

Päätettiin aluksi testata nämä muutokset mustassa kahmarissa, koska siihen oli jo tehty parannuksia. Tähän ratkaisuun päätyminen oli luonnollista koska mustaan kahmariin oli jo tilattu uudet sylinterit, jotka muodostivat suurimman osan hankintojen kustannuksista. Uudet säteilytunnistimet ovat myös tilattuina. Meillä oli vahva usko siihen että nämä tulevat muutokset saisivat vanhat kahmarit kestäviksi ja voitaisiin jossain vaiheessa muokata kaikki neljä kahmaria samanlaisiksi. Emme kuitenkaan unohtaisi vielä uusien

hankkimista vaan testattaisiin mustaa kahmariä ja todettaisiin sen jälkeen seuraava tulevaisuuden suunta.

## 9 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä huolto-ohjelma Outokummun terässulaton linjan 2 kahmareille. Työhön sisältyi myös varaosakartoitus ja uusien ratkaisuiden dokumentointi. Kahmarit olivat tuottaneet erittäin paljon häiriöitä terässulaton prosessiin, siksi niitä haluttiin lähteä kehittämään.

Työ aloitettiin tutkimalla kahmareiden vikahistoriaa noin kolmen viime vuoden ajalta. Tästä sai heti hyvän käsityksen kahmareista ja niiden vioista, vaikka vikojen läpikäynti olikin hidas prosessi. Vikojen pohjalta tehtiin kahmareille laitteistoanalyysiä. Laitteistoanalyysin tekeminen oli mielenkiintoista mutta myös hieman haastavaa. Terässulaton työntekijät olivat kuitenkin hyvin avuliaita auttamaan analyysin teossa ja siitä tulikin laaja ja tarkka.

Huolto-ohjelmien tekeminen jaettiin kolmeen osaan, korjaamon tehtäviin, käyttöhenkilöstön tarkastuksiin ja vuorohuollon vianhakutauluun. Ensiksi tarkasteltiin korjaamon tehtäviä laitteistoanalyysin pohjalta ja tehtiin pieniä lisäyksiä kahmareiden huoltolistaan. Seuraavaksi kerättiin kasaan käyttöhenkilöstölle tarkistuslista. Tarkistuslistasta tehtiin lyhyt ja selkeä, joka suoritettaisiin aina vuoron alussa. Viimeisenä vaiheena huolto-ohjelmassa tehtiin vuorohuollolle vianhakutaulu. Tästä vianhakutaulussa tehtiin lyhyt ja ytimekäs palvelemaan tarkoitustaan.

Opinnäytetyön yhtenä tärkeänä osana oli varaosakartoitus. Varaosakartoitus tehtiin laitteistoanalyysiä apuna käyttäen ja tutkien kahmareiden olemassa olevaa osaluetteloa. Osaluetteloon tehtiin lisäyksiä, jotta siihen saatiin kaikki käytössä olevat komponentit mukaan. Komponenteille etsittiin myös MAKO-numerot, joilla ne löytyvät Outokummun varastoista ja tarkasteltiin toimitusaikoja sekä hankintaerien kokoja. Varastosaldojen määrää oli vaikea arvioida koska tarkoituksena oli että uusilla ratkaisuilla saataisiin parannettua laitteiden toimintaa ja vähennettyä esimerkiksi hydrauliiikkapumppujen rikkoutumisia.

Työn viimeinen osa oli uusien ratkaisujen dokumentointi. Tässä kohdassa vertailtiin erilaisia ratkaisumahdollisuuksia ja niiden kustannuksia sekä hyötyjä. Työn ratkaisuna päädyttiin korjaamaan aluksi yksi vanha kahmari ja tekemään sen jälkeen jatkopäätök-

set. Tällaiseen ratkaisuun päädyttiin koska osa kahmariin tulevista hankinnoista oli jo tehty. Lisäksi vanhan kahmarin muokkaaminen tuli laskelmien mukaan paljon edullisemmaksi kuin uusien hankkiminen. Toimittajan kanssa tehty yhteistyö auttoi meitä kuitenkin hankkimaan tärkeää tietoa heidän komponenteistaan, joita voidaan kokeilla meidän kahmareissa. Lisäksi satamassa olevista Rozzin ja SMAGin kahmareista tutkittiin hydrauliiikkaa. Näiden ideoiden yhdistelmällä pyritään nostamaan kahmareiden käyttövarmuus oikealle tasolle. Tuloksena tilanne jossa kahmarit kulkisivat aina vain määräaikaishuolloissa.

Valitettavasti opinnäytetyötä tehdessä ei ehditty suorittaa yhden kahmarin muokkaamista koska komponenttien hankinta-ajat ovat niin pitkiä. Työhön olisi ollut hyvä saada pienimuotoinen testijakso tällaisesta muokatusta kahmarista ja sitä myöten työstä olisi saanut paremman. Tämän jälkeen olisi voitu vielä tehdä lopulliset päätökset kahmareiden tulevaisuuden suunnasta.

Mustan kahmarin sylintereiden, kynsien ja pumpun imuaukon muutokset pitäisivät tulla valmiiksi huhtikuun lopulla, jonka jälkeen alkaa testausvaihe. Testausvaiheen aikana olisi tarkoitus tulla blokin muutoskin, jolla saataisiin lämpöongelmat kuriin. Suunnitelmien mukaan blokin muutos toteutetaan elokuun aikana. Testausvaihe olisi siis takana vasta ensi syksynä.

Näiden kaikkien muutostenkin jälkeen jää edelleen pienempiä ongelmia kahmareihin. Esimerkiksi sähkönsyöttökaapelin tuentaa ei olla vielä parantamassa eli kaapeleiden rikkoutumisia voi edelleen tulla. Öljyn vaihdon helpottamista ei myöskään olla vielä toteuttamassa. Kahmareiden vikatilanteiden tullessa ilmenee vielä sama ongelma sen kanssa mitä tehdä kun kahmari hajoaa niin että kierrätysteräket jäävät sen sisälle. Eli vielä kahmareihin jäi kehitettäviä asioita, joita tulee huomioida kun suuremmat muutokset on saatu valmiiksi.



## LÄHTEET

Holger-Hartmann www-sivut 2014. Hakupäivä 9.4.2014.

<<http://www.holgerhartmann.fi/>>

Järviö, Jorma 2000. RCM, Luotettavuuskeskeinen kunnossapito. Hamina: Oy Kotkan Kirjapaino Ab.

Järviö, Jorma 2006 Kunnossapito. 3., uudistettu painos. Helsinki: KP-Media Oy.

Järviö, Jorma & Piispa, Taina & Parantainen, Timo & Åstrom, Thomas 2007. Kunnossapito, uudistettu painos. Hamina: Oy Kotkan Kirjapaino Ab.

Jääni, Ari, Kunnossapidon työsuunnittelija, Outokumpu Tornio Works. Keskustelu 24.3.2014.

Metallinjalostajat ry, 2009. Teräskirja, 8.painos. Tampere: Esa Print Oy.

Outokumpu Tornio Works sisäinen tietokanta, k-asema 2014. Hakupäivä 10.3.2014.

## LIITTEET

- Liite 1. Laitteistoanalyysi
- Liite 2. Kahmareiden huoltokaavio
- Liite 3. KUVA korjaamon huoltolista
- Liite 4. Viskositeetti – Lämpötila diagrammi Shell Tellus S3 M
- Liite 5. Viskositeetti – Lämpötila diagrammi Shell Tellus T
- Liite 6. Käyttöhenkilöstön tarkastukset
- Liite 7. Vianhakutaulu
- Liite 8. Osaluettelo

## Liite 1 1(3). Laitteistoanalyysi

KAYTTO						
Laittelsto	Toiminto	Toiminnallinen vika	Laitte/komponentti	Vikamuoto	Vian vaikutus	Välitön toimenpide
Tarkasteltavat laitteistot	Mitä kohteen odotetaan tekävän ja millä suorituskyvyllä	Millä tavalla tämä toiminto häiriintyy tai estyy?	Mikä laite tai komponentti ko. laitteistossa aiheuttaa toiminnallisen vian?	Mikä tapahtuma aiheuttaa toiminnallisen vian (laite + vika)	Mitä tapahtuu vikamuodon vuoksi? (esim. miten operaattori havaitsee tilanteen)	Mikä on välitön toimenpide, vian toteamiseksi?
Kahmarit	Siirtämään romua romupihalla uunille menevään vaunuun. Aukeamisliike 10s ja sulkeutumisliike 13,5s	Kahmarin toiminta pysähtyy	Sähkömoottori	Moottori palanut		Häiriön toteaminen kentällä. Kone-/sähkökunnossapidon tutkinta.
				Kaapeli poikki/vaurioitunut		Sähkökunnossapidon tutkinta
				Moottorin laakerivaurio		Sähkökunnossapidon tutkinta
				Sulakkeet		Sähkökunnossapidon tutkinta
			Sylinteri	Tiliviste rikki	Öljyvuoto	Vuorohuollon tutkinta
				Mullinsilmä hajoo	Sylinterin kiinnitys peittää	Vuorohuollon tutkinta
			Koneikko	Putki poikki	Öljyvuoto	Vuorohuollon tutkinta
				Letku poikki	Öljyvuoto	Vuorohuollon tutkinta
			Hydrauliikkapumppu	Pumppu hajonnut	Hydrauliikkajäly ei kierrä	Vuorohuollon tutkinta
				Pumppu hajonnut	Hydrauliikkajäly ei kierrä	Vuorohuollon tutkinta
			Säteilysunnistin			
			Runko	Akselivaurio	Kiinnitys peittää	Vuorohuollon tutkinta
		Kahmarin toiminta heikentynyt	Sylinteri	Tiliviste rikki	Sisäinen vuoto, lohkot laskeutuvat itsestään	
				Putken laajeneminen	Sisäinen vuoto, lohkot laskeutuvat itsestään	
				Varsi vääntynyt	Öljyvuoto, väärä ilkerata	
				Mäntä vaurioitunut	Sisäinen vuoto, voimaton	
			Hydrauliikkapumppu	Laakeri vaurio	Pumpun ääni epänormaali	
			Runko	Kynsi irronnut	Materiaalin tarttuminen vaikeutuu	
				Lohkot kuluneet	Materiaalin nosto vaikeutuu	
			Koneikko	Kuormanlaskuventtiili rikkoutunut	Lohkot laskeutuvat itsestään	
				Hydrauliikkaputken/letkun liitos löysällä	Öljyvuoto	
				Öljyn lämpeneminen	Viskositeetti muuttuu, ylikuumuus, öljyvuoto	
				Suodatin tukossa	Öljynvirtaus tukkeutuu, liikkeet hidastuvat	

## Liite 1 2(3). Laitteistoanalyysi

KUNNOSSAPITO									
Vian aiheuttaja	Vian aiheuttaja (tarkennus)	Arvioitu vikaväli MTTF	Vian luonne	Vian havainnointi alussa	Vian havainnointi lopussa	Arvioitu MTTR	Vian seuraus	Vian seuraus	Kriittinen varaos
Mistä syystä vikamuoto syntyy?	Tarkenna tarvittaessa vian juurisyytä	Kulka usein vika voi tapahtua [vuoset]	Onko vika Satunnainen, Toistuva, Ajotapa	Miten vikaantumisen alkamiseen voi havaita. Mittarit, toiminta.	Miten vikaantumisen voi todeta ajan kuluessa	Kulka kauan vian korjaaminen kestä	0= Turvallisuus riski, 1=Laitteisto pysähtyy, 2=Laitteisto vajaateholinen, 3=Laitteisto pysähtyy, 4= Laitteisto vajaateholinen, 5=Ei merkitystä	Mitä väliä kullakin vikaantumisella on? Mikä on niiden seurausten kriittisyys? Vaarantuuko turvallisuus, menetetäänkö rahaa tms...	Mikä on vian korjaamiseen tarvittavat kriittiset varaosat.
Ks. Sähkömoottori									Sähkömoottori VEM V1 400V/50Hz, 55kw
Liistynyt/vääntynyt					Visuaalinen			1	
Ks. Sähkömoottori									
Ks. Sähkömoottori									
Kuluminen	Valmistusvika			Visuaalinen	Visuaalinen			1	Sylinteri Norrhydro B-00-125/70x630
Kuluminen	Kuormitus			Visuaalinen	Visuaalinen			1	Sylinteri Norrhydro B-00-125/70x630
Kuumentärinä				Visuaalinen	Visuaalinen			1	
Vieras esine/kuluminen				Visuaalinen	Visuaalinen			1	
Liika kallistuminen				Ei havaittavissa	Visuaalinen			1	Aksiaalimäntäpumppu Rexroth A10VSO 140 DFR/30R-PPA12N00
Öljyn lämpötilä	Väärä öljy (kesä/talvi)							1	Aksiaalimäntäpumppu Rexroth A10VSO 140 DFR/30R-PPA12N00
								1	
Väsyminen				Ei havaittavissa	Tarkastus			1	
Kuluminen	Valmistusvika			Visuaalinen	Visuaalinen			2	
Painelisku	Piikit osuvat toisiinsa			Visuaalinen	Visuaalinen			2	
Törmäys				Visuaalinen	Visuaalinen			2	
Kuluminen				Ei havaittavissa	Tarkastus			2	
Kuluminen	Voitelu			Ääni, ilke, lämpö, värähtely	Ääni, ilke, lämpö, värähtely			2	
Kuluminen	Valmistusvika			Visuaalinen	Visuaalinen			2	
Kuluminen				Visuaalinen	Visuaalinen			2	
Järjestelmässä epäpuhtauksia				Visuaalinen	Visuaalinen			2	
Tärinä				Visuaalinen	Visuaalinen			2	
Öljynlaatu, käyttöolosuhteet, öljyn määrä				Mittari	Mittari			2	
Järjestelmässä epäpuhtauksia				Visuaalinen	Visuaalinen			2	

## Liite 1 3(3). Laitteistoanalyysi

HUOLTOSTRATEGIA												
Määräaikavaihto	Kuntoon perustuva vaihto	Ennakkohoito	Korjaava kunnossapito	Jaksoitettu kunnonvalvonta	Tutkiva kunnossapito	Operaattorintarkastus	Toimenpiteen tarkennus	Ohje	Huotoväli	Resurssit	Varaosat	Muuta huomioitavaa
Määrittä yksikkö.	Määrittä kunnan rajat	Toimenpiteet	Toimenpiteet	Meneillään (ilimääräinen, väärähtely, lämpökuvaus ym..)	Toimenpide	Toimenpide			Kuinka usein toimenpide pitää tehdä?	Kuka toimenpiteen suorittaa ja montako tuntia siihen menee?	Mitä varaosia toimenpide edellyttää?	Mitä muuta tulee huomioida?
			Sähkömoottorin vaihto					132908		KUVA korjaamo	Sähkömoottori VEM V1 400V/50Hz, 65Kw	
			Sähkökaapelin vaihto			Ilmoitus				Nosturihuolto	Sähkökaapeli Labokabeli Orliflex 110 25G2,5, Orliflex 110 12G2,5, Orliflex 110 4G2,5	
			Sähkömoottorin vaihto				Vaihdetaan sähkömoottori, kunnostetaan vanha	132908		KUVA korjaamo	Sähkömoottori VEM V1 400V/50Hz, 65Kw	
			Sutakkeen vaihto					132908		Sähkökupli		
			Sylinterin vaihto				Vaihdetaan sylinteri, kunnostetaan vanha			KUVA korjaamo	Sylinteri Normhydro B-00-125/70x630, Tiivisteasja	
			Sylinterin vaihto				Vaihdetaan sylinteri, kunnostetaan vanha			KUVA korjaamo	Sylinteri Normhydro B-00-125/70x630	
			Putken vaihto							KUVA korjaamo/vuorohuolto		
			Letkun vaihto							Vuorohuolto		
			Hydrauliikkapumpun vaihto			Ilmoitus		1138126		KUVA korjaamo	Aksiaalimäntäpumppu Rexroth A10VSO 140 DFR/30R-PPA12NOO	
		Kesä ja talvi öljyn käyttö	Hydrauliikkapumpun vaihto					1138130	2/vuosi	Voiteluhuolto/ KUVA korjaamo	Öljy TELLUS	1000 tunnin öljynvaihto väli
			Säätelytunnistimen vaihto							Vuorohuolto/ mekaaninenkupi	Säätelytunnistin CETTO ConRad GrabScan	
		Rasvaus	Uuden akselin asennus							KUVA korjaamo		
			Sylinterin vaihto				Vaihdetaan sylinteri, kunnostetaan vanha			KUVA korjaamo	Sylinteri Normhydro B-00-125/70x630	
			Sylinterin vaihto				Vaihdetaan sylinteri, kunnostetaan vanha			KUVA korjaamo	Sylinteri Normhydro B-00-125/70x630	
			Sylinterin vaihto				Vaihdetaan sylinteri, kunnostetaan vanha			KUVA korjaamo	Sylinteri Normhydro B-00-125/70x630	
			Sylinterin vaihto				Vaihdetaan sylinteri, kunnostetaan vanha			KUVA korjaamo	Sylinteri Normhydro B-00-125/70x630	
			Hydrauliikkapumpun vaihto				Vaihdetaan hydrauliikkapumppu, kunnostetaan vanha	1138126		KUVA korjaamo	Aksiaalimäntäpumppu Rexroth A10VSO 140 DFR/30R-PPA12NOO	
			Uuden kymmen asennus							KUVA korjaamo/vuorohuolto	Kyysi Caterpillar J550-9W6559	
			Lohkon vaihto					Kuva 1138061		KUVA korjaamo	Lohko Makron Oy	
			Kuormanostuventtiilin vaihto							KUVA korjaamo	Kuormanostuventtiili Oricontrol 05.42.25-03-05-35	
			Litoksen korjaus				Kirittää liitos tai vaihdetaan tarvittaessa uusi putkiliiteku.			Vuorohuolto/ mekaaninenkupi		
			Öljyn tarkistus	Öljyn lisäys				1138130		Voiteluhuolto	Öljy TELLUS	
			Suodattimen vaihto							KUVA korjaamo	Pausuodin Finn-Filter FK1092.Q010 ... Vaihtopatrana Finn-Filter FC1092.Q010.XS	



## Liite 3. KUVA korjaamon huoltolista

## Kahmarin huoltolista

**Tehdään tämän listan mukaisesti seuraavat tsekkaukset, säädöt, yms.  
Täytetty lista laitetaan sille tarkoitettuun kansioon.**

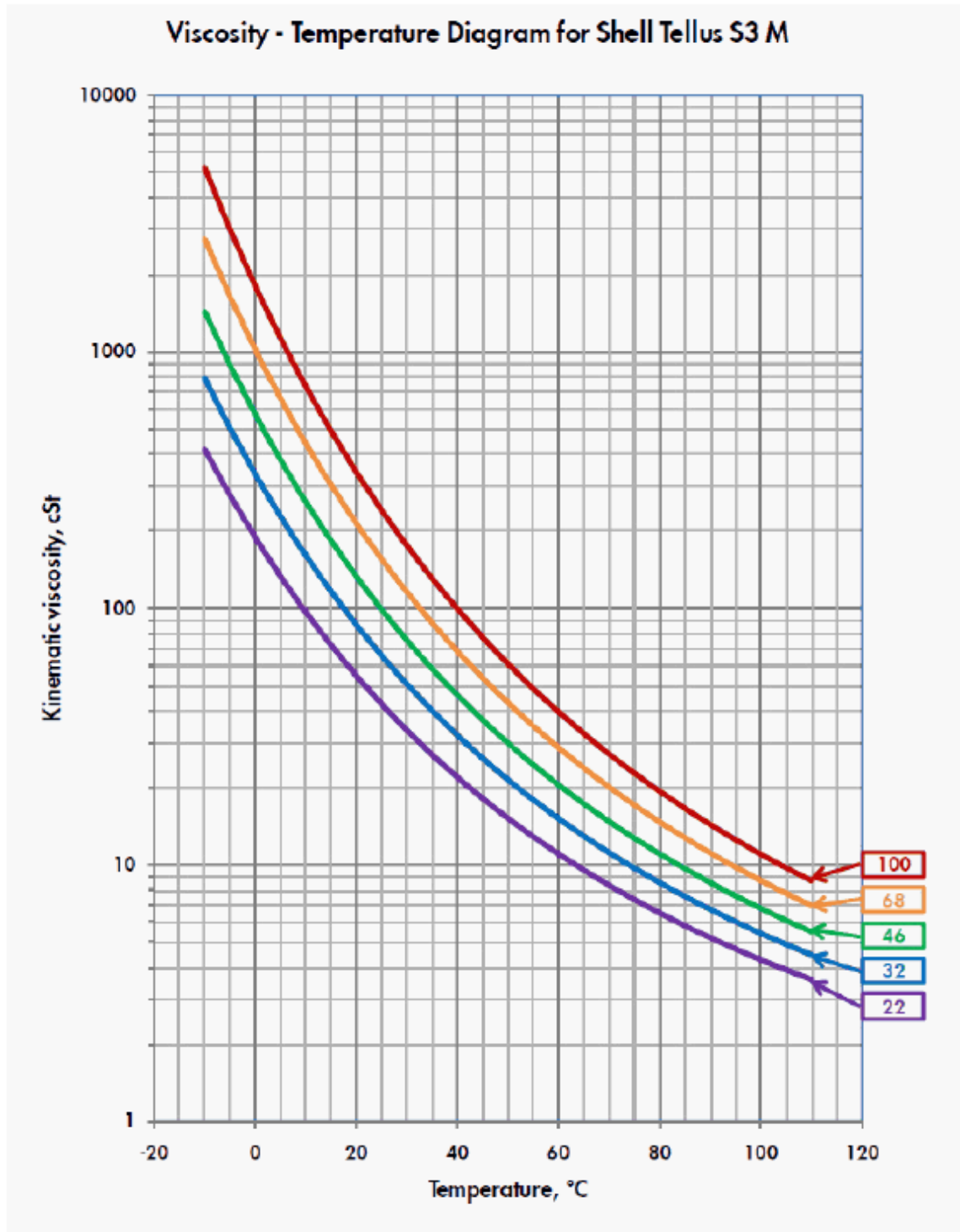
Kahmarin tunnistus:	Iso:		Pieni:	
	Numero:		Väri:	
Tuntimittarin lukema:				
Päivämäärä:		Asentaja/t puumerkki:		

**Puumerkki ruutuun kun tehty**

Korjataan esille tulevat viat	
Tarkastetaan mahdolliset ratkeamat hitseissä mm. tappien lukkolatat	
Tarkastetaan kynsien kiinnitykset	
Tarkastetaan nostokannen kulutusholkin ja sakkelitapin kunto	
Tarkastetaan ja kiritään mahdolliset vuotavat liittimet	
Tarkastetaan öljyn pinta (öljynvaihto 2 / vuosi, kevät / syksy, esisuodatus)	
Vaihdetaan öljynsuodatin ja rasvataan nipat	
Tarkastetaan paineet: Iso kahmari, työpaine 180-190bar, ohjaus 25-30bar	
Paineet: Pieni kahmari, puristus MA=180bar, aukaisu MP=80-100bar	
Testataan sylintereiden männän tiiviys käyttöpaineella paineettoman puolen letku irti	
Tarkastetaan termostaatin asetus, 70 celsiusta	
Kuormanlaskuventtiilin aukeamispaineen tarkistus testipenkissä	

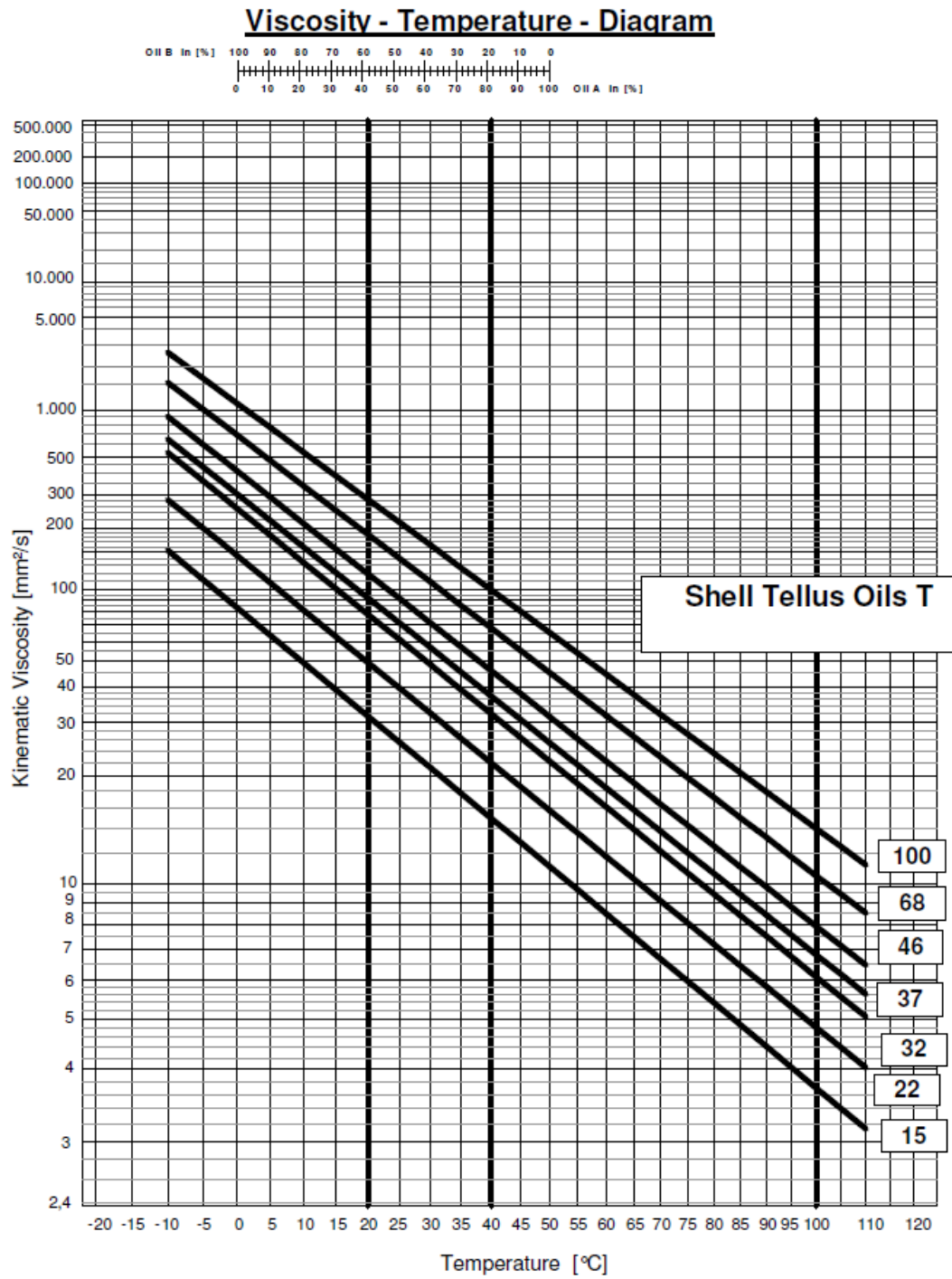
Kirjataan ylös listassa mainitsemattomat tehdyt korjaukset esim. pumpun vaihto ja muut mainitsemisen arvoiset asiat:

Liite 4. Viskositeetti – Lämpötila diagrammi Shell Tellus S3 M





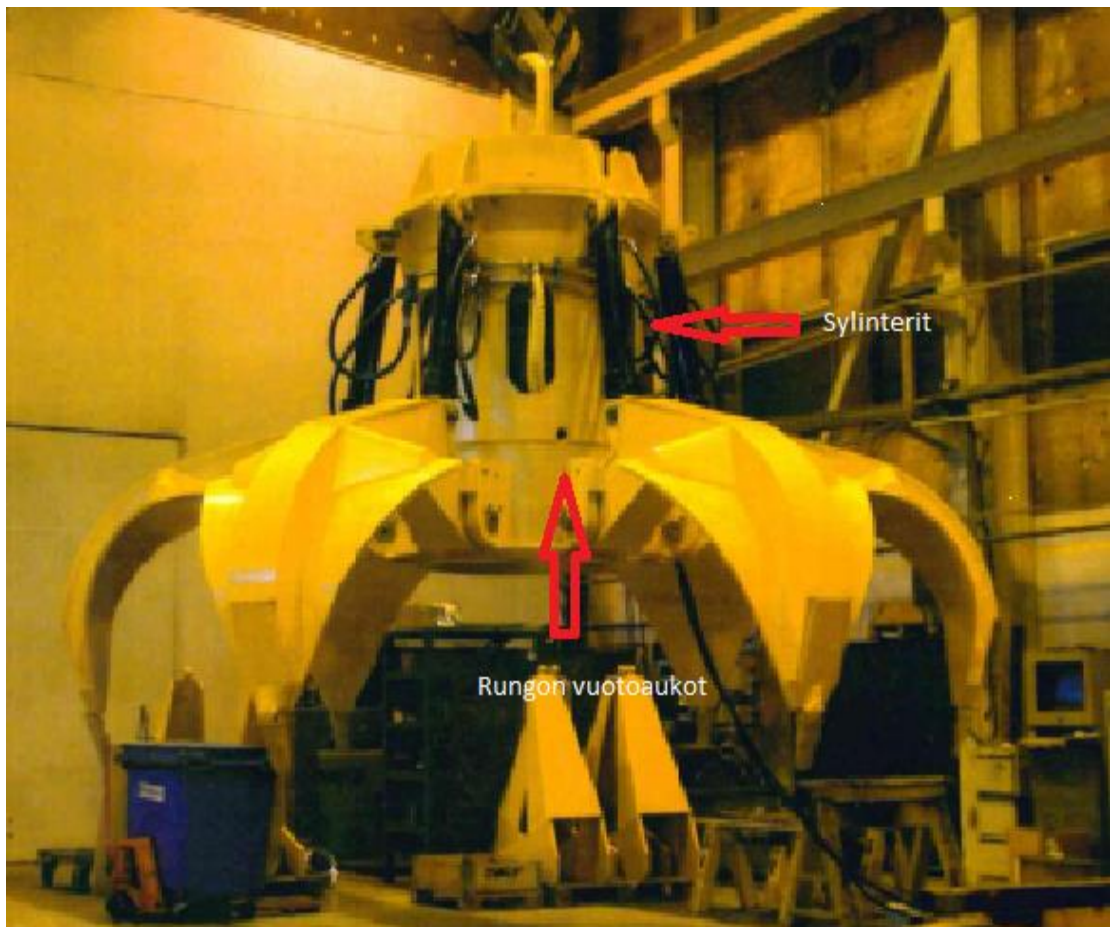
## Liite 5. Viskositeetti – Lämpötila diagrammi Shell Tellus T



## Liite 6. Käyttöhenkilöstön tarkastukset

**Käyttöhenkilöstön tarkastukset**

1. Kahmarin auki/kiinnitestausta (aukeamisliike 10s, sulkeutumisliike 13,5s)
2. Piikkien auki pysyvyys
3. Piikkien ollessa kiinni kynnet yhdessä
4. Mahdolliset öljyvuodot
5. Öljyn määrä
6. Hydraulikkaletkujen ja -putkien liitokset
7. Silmämääräisesti yleiskunto (pultit, mutterit, kynnet ym. paikoillaan)

**Kuva 12. Tarkistettavat vuotokohtat.**

## Liite 7. Vianhakutaulu

## Vianhakutaulu

Vika	Oireet	Syyt
<u>Kahmari</u> ei toimi	Moottori ei toimi	Sulakkeet
	Moottori ei saa virtaa	Liittimet
		Kaapeli
	Virta saatavilla	Moottorivaurio
	Moottori toimii	KytKentä vika
		Paineputken vika pumpun ja suuntaventtiilin tai lohkon välillä
		Paineenrajoitusventtiili rikki
		Magneetti vika
		Suuntaventtiilin mäntä jumissa
<u>Kahmarin</u> toimintahäiriö	Aukaisu/sulkeutumisaika liian hidas	Paineenrajoitusventtiilin säätö väärin
		Pumppu vika
		Pumpun männän renkaat ovat rikkoutuneet
		Paineenalennusventtiili on likainen tai jousi menettänyt paineen
		Öljyntaso liian alhainen
		Pumpun ja ohjauslohkon yhteys on viallinen tai rikkoutunut
		Sylinterin tiivisteet vuotavat
	Lohkot aukeavat/sulkeutuvat itsestään	Ohjauslohkon sulkuventtiili on vaurioitunut (sulkeminen/aukaisu)
		Sulkuventtiilin o-rengas on vaurioitunut
		Sylinterin tiivisteet vuotavat
		Putki/letku liitokset vuotavat
	Lohkot kolisevat aukaistaessa/suljettaessa	Mekaaniset osat tarttuvat toisiinsa
Hydrauliikkajärjestelmä ei toimi	Pumppu ääntää	Pumppu on kulunut
	Öljyn lämpötila on liian korkea	Käyttökytkimet ovat kuluneet, liian suuri paine paineenalennusventtiiliin
		Putkistoissa ylimääräistä likaa
		Liian vähän öljyä tai sopimatonta öljyä säiliössä

## Liite 8. Osaluettelo

Kpl	Osa n:o	Nimitys	Piir.n:o	Aines	MAKO	Saldo (kpl)	Hälytyspiste	Toimitusaika	MRP	Hankintaerä
			Koodi							
1	1.	Kansilevy								
1	2.	Mäntäpumppu	A10VSO 140 DFR/30R-PPA12NOO		593227	0	1	180	Z2	1
1	3.	Kytkin	A 55 /70.65-45							
1	4.	Kiinnitin	R550/265/325							
1	5.	Sähkömoottori	V1 400V/50Hz		671884	1	0	14	ZD	1
1	6.	Letku(P)	90°SAE6000psi 1¼" R4 L=650 SPJØ38S							
1	7.	Vastaventtiili	P-RVZ 38SR-WD							
1	8.	Asennuslaatta	2B0214+lisäp							
1	9.	Paineenrajoitusventtiili	DB10-1-5X/315							
1	10.	Mittariventtiili	FT-290							
1	11.	Painemittari	Ø63-250bar		648377	10	5	7	Z2	2
1	12.	Suuntaventtiili	4/3 NG6 230VAC 50/60HZ		513302	1	0	30	ZD	1
1		Esiohjausosa	4WE 6 J -6X / EW230 N9K4							
2		Pistoke	SVS...							
1	13.	Vastusvastaventtiili	Z2FS6-2-4X/2QV		624568	2	1	30	Z2	1
2	14.	Kuormanlakuventtiili	CBIG-LJN-HBY		631707	0	1	30	Z2	2
1	15.	Paluusoodin	FILTER ELEMENT 0500 R 010 BN3HC		610536	1	1	14	Z2	1
		Vaihtopatrunea	FILTER ELEMENT 0005-L 010 P		610505	4	1	14	Z2	1
1	16.	Huohotin			618615	15	1	7	Z2	1
1	17.	Ilmarakko	FCL 0020-1-01-01							
1	18.	Termostaatti	MST 9540		668571	2	2	14	Z2	1
1	19.	Täyttökorkki								
1	20.	Vaihtovastaventtiili	05.99.05.00-09							
1	21.	Paineenrajoitusventtiili	RDHA-LCN		634481		0	30	ZD	1
1	22.	Laatta	OC.10.09.067, 1138134							
1	23.	Letku	SPJØ8S R2 L=520 SPJØ8S							
1	24.	Painekytin	HED80A-1X/ 350..K14							
6	25.	Sylinteri	Sylinteri Norrhydro B-00-125/70x630		617663	4	1	70	Z2	2
		Tiivistesarja			615013	1	1	30	Z2	2
6	26.	Lohko	1138061							
6	27.	Kynsi	J550-9W8559		641289	14	10	30	Z2	6
6	28.	Adapteri	107-3554		640752	4	1	14	Z2	6
1	29.	Runko	1138060							
1	30.	Säteilytunnistin	ConRaD GrabScan							
1	31.	Nostorengas	M100-8		641395	0	0	14	ND	
	32.	Kouran kiinnitystappi	Kiinnitystappi OK-1138065-3		661102	1	1	60	Z2	1
	33.	Green Pin pussisakkeli	55T malli C		641291	22	5	30	Z2	4
	34.	Sylinterin kiinnitystappi	Kiinnitystappi OK-1138066-3		661087	2	1	60	Z2	
	35.	Perusmaali Futura 90	Väri 814 keltainen		636751	15	1	7	Z2	
	36.	Hydrauliikkaöljy	TELLUS S3 M 32 1000L		649219	5000L	3001	14	Z2	
	37.	Hydrauliikkaöljy	TELLUS S3 V 32 209L		618633	627L	4	14	Z2	