



TEKNILLINEN TIEDEKUNTA

**SEKTIORULLAHUOLLON TYÖTAPOJEN
STANDARDOINTI JA KEHITTÄMINEN
TERÄKSEN JATKUNVAALUKONEILLA**

Antti Niskanen

KONETEKNIIKAN TUTKINTO-OHJELMA

Kandidaatintyö 2019

TIIVISTELMÄ

Valukoneiden sektioiden I-star rullien huollon kehittäminen ja työtapojen standardointi

Antti Niskanen

Oulun yliopisto, Konetekniikan tutkinto-ohjelma

Kandidaatintyö 2019

Työn ohjaaja yliopistolla: Tapio Korpela

Kandidaatintyön tavoitteena on laatia SSAB Europe Oy Raahen tehtaan korjaamolla suoritettavalle I-star sektiorullahuollolle työtapojen standardointi. Sen lisäksi tavoitteena on suunnitella ja toteuttaa kehitystoimenpiteitä yhdessä kollegojen kanssa kaikkiin rullahuollon toimintoihin. Työtapojen standardointi tarkoittaa käytännössä rullahuollossa käytettävien työtapojen yhdenmukaistamista, millä pyritään ennen kaikkea parempaan työn tulokseen ja sen seurattavuuteen kuin myös turvallisempaan työympäristöön sekä parempaan työssä jaksamiseen/viihtymiseen.

Toisin sanoen työn tavoitteena on saada aikaan kaikkia henkilöitä, joita rullahuolto koskettaa, hyödyttävä tilanne. Tavoitteena olevaan läpimenoajan lyhenemiseen pyritään nimenomaan työtapoja ja työympäristöä parantamalla, eikä suinkaan suorittavaa porrasta kuormittamalla tai heiltä enemmän vaatimalla. Tarkoituksena on aikaansaada tilanne, jossa rullahuollon työympäristön olosuhteet työskentelyä varten ovat parhaat mahdolliset, mikä edesauttaa töissä viihtymistä ja onnistumisen kokemuksien syntyä. Tässä tapauksessa uskon sen ennen kaikkea syntyvän työympäristön ja työtapojen standardoinnin aikaansaamasta parantuneesta työn virtauksesta.

Yksi merkittävä huomioitava näkökohta tälle työlle on huollolle asetetut tavoitteet. Huollon kokonaistavoite, johon sisältyy työn kaikki vaiheet asentamisesta ja koneistuksesta, on 20 tuntia yhtä rullaa kohden. Siitä asennustöille kuuluu 16 tuntia ja koneistukselle 4 tuntia. Tämän työn tavoite onkin olla niin hyödyllinen, että se osaltaan mahdollistaa sen, että asetetut tavoitteet on keskiarvallisesti mahdollista saavuttaa. Tällä hetkellä huollon tavoitteisiin on yksittäisten rullien kohdalla päästykin, lukuun ottamatta

koneistusvaihetta. Sen perusteella voidaan tavoitteen ainakin asennusvaiheen kannalta sanoa olevan täysin mahdollista saavuttaa. Koneistusvaiheen tavoite täytyy määritellä vielä jatkossa erikseen ja miettiä, miksi tavoitteeseen ei ole päästy vai onko se realistinen ylipäättänsä vai täytyykö sitä muuttaa. Pyritään selvittämään myös, olisiko parhaimmassa tapauksessa työtapojen standardoinnilla ja kehittämisellä mahdollista päästä tämänhetkisiäkin tavoitteita parempiin tuloksiin.

Tällä hetkellä rullahuollossa on havaittavissa tilanne, että työhön tulee kohtalaisen paljon odottamattomia haasteita ja hidasteita. Niiden johdosta rullasarjojen huoltojen läpimenoajat jäävät helposti tavoitteistaan. Yhdeksi tämän työn keskeisimmistä tavoitteista voi mielestäni nostaa näiden työntekijöistä riippumattomien häiriöiden esiintymisen minimoinnin.

Tämä työ suoritetaan toimihenkilölomittajatyön ohella. Työtä varten ollaan tarvittava määrä rullahuollon työpisteellä ja otetaan työn työvaiheista ja työskentelymenetelmistä valokuvia, joiden avulla työtapojen standardoinnissa ja työohjeessa voidaan kätevästi havainnollistaa työvaiheita.

Työtapojen standardoinnin lisäksi kandintyön tarkoituksena on yleisesti kehittää sektiorullahuollon työskentelypisteen toimivuutta tavoitteen ollessa mahdollisimman miellyttävä ja toimiva työympäristö.

Asiasanat: Terästeollisuus, jatkuvavalukone, sektio, kunnossapito, standardointi, kehittäminen.

ALKUSANAT

Työn tarkoitus ja päämäärä on kehittää Ssab:n Raahen tehtaalle vuoden 2016 toukokuussa siirtynyttä sektioiden rullien huoltoa. Työ tehdään kesälomittajatyösuhteen aikana 22.05.-31.08. vuonna 2017. Käytännössä sain idean tämän työn aiheeseen työsuhteeni ensimmäisellä viikolla kesäkuun alussa, kun Jaakko Haapala ja Mikko Ilmola keskustelivat kuulleni rullahuollon standardoinnin tarpeellisuudesta. Ehdotin, olisiko aiheesta mahdollista tehdä kandidaatintyö, ja seuraavalla viikolla paljastuikin, että se olisi mahdollista. Pidimme kesäkuun 16. päivänä Raahen Mutalassa palaverin aiheen tiimoilta, jonne oli kokoontuneena korjaamon päällikkö Pekka Virsiheimo, korjaamon kunnossapitoinsinööri Mikko Ilmola, toimihenkilöistä Matti Rautio ja minä, sekä sektiohuollon ja sektiorullahuollon asentajat. Työtä lähdettiin tekemään sen palaverin pohjalta.

Raahe, 19.07.2017

Antti Niskanen

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	
ALKUSANAT	
SISÄLLYSLUETTELO.....	
1 JOHDANTO	6
2 TERÄKSEN VALMISTUS	8
2.1 Raahen terästehtaan tuotantolaitoskokonaisuus	8
2.2 Raudan valmistus masuunilla.....	8
2.3 Raudasta teräkseksi konverttereissa	9
2.4 Teräksen valaminen sulaton jatkuvavalukoneella.....	9
2.5 Teräksen valssaaminen.....	10
3 VALUKONEEN SEKTIOIDEN KUNNOSSAPITO.....	11
3.1 Kunnossapito Raahen terästehtaalla.....	11
3.2 Sektioiden toiminta ja huolto	11
4 RULLAHUOLLON TYÖTAPOJEN STANDARDOINTI.....	13
4.1 Purku	13
4.2 Välivaihe	24
4.3 Kasaus	41
4.4 D200 Sarjan laakerien asennus	60
5 MUUT KUIN STANDARDOINTIIN LIITTYVÄT ASIAT	64
5.1 Poikkeamat.....	64
5.1.1 Pesien huolto.....	64
5.2 Rullasolun layout	65
6 YHTEENVETO	67
7 LÄHTEET	68

1 JOHDANTO

Työn aihe on sektiorullien huollon työtapojen standardointi. Päädyin aiheeseen, koska olin SSAB:n Raahen terästehtaan korjaamolla toimihenkilölomittajana, ja sieltä löytyi sopiva aihe kandidaatintyötä varten.

Ssab:n rullahuollon taustoista: ennen tehtaalle siirtämistä sektioiden rullat kunnostettiin Rannikon Konetekniikka Oy:llä(RKT). RKT Oy meni kuitenkin konkurssiin yllättäen helmikuussa 2016. Konkurssi tuli korjaamolle yllätyksenä, eikä siihen oltu osattu varautua, jolloin yhtiölle tuli kiire etsiä vaihtoehtoinen paikka sektiorullien huollolle. Hieman laskelmia aikataulusta, läheisistä vaihtoehtoisista rullahuoltoon kykenevistä konepajoista ja kustannuksista tehtyään, olivat yhtiön ja korjaamon edustajat yhdessä päätyneet ratkaisuun ryhtyä tekemään rullahuolto itse. Rullahuoltoa alettiinkin toukokuusta 2016 lähtien tehdä Raahen tehtaan omissa tiloissa korjaamolla.

Rullahuollolle asetettiin tavoitteelliset läpimenoajat, pitkälti RKT:lta saatuihin tilastotietoihin perustuen, joihin ylletessä rullahuollon siirtyminen tehtaan ja korjaamon omaksi työksensä olisi ollut taloudellisesti kannattavaa. Vaikka huollon kustannukset eivät olleetkaan ainoa syy huollon siirtämiseen, on nekin tärkeää ottaa huomioon.

Rullahuoltoa on sen korjaamolle saapumisesta asti pyritty kehittämään yhä toimivammaksi. Tämä kandidaatintyö on osa tuota rullahuollon kehittämistä. Työn ensisijainen tavoite on työtapojen standardointi. Standardoinnilla pyritään siihen, että työn seurattavuus, laatu ja turvallisuus paranevat. Lisäksi standardointi vakauttaa prosessia, pienentää huoltoajoissa ja työsuoritteissa esiintyvää hajontaa sekä helpottaa rullahuollon eri muuttujiin liittyvää päätöksen tekoa. Standardointia voidaan käyttää työkaluna myös uusien työntekijöiden kouluttamisessa. Lisäksi huollon poikkeamat voidaan havaita helpommin.

Standardointi pyrkii ennen kaikkea vastaamaan kysymyksiin: Mitä tehdään ja missä järjestyksessä; miksi se tehdään määritellyllä tavalla (ymmärryksen varmistaminen) sekä paljonko aikaa työvaiheen tekeminen kestää? [Rantamaula, 2017]

Standardoinnin lisäksi kandidaatintyöhön on tarkoitus lisätä muita rullahuollon työtapojen, työkalujen, työmaan laitteiden asettelun sekä varaosien säilytyksen ja hallinnoinnin kehittämistoimenpiteitä.

2 TERÄKSEN VALMISTUS

Selostetaan ensin lyhyesti Raahen terästehtaan tuotantolaitoskokonaisuus. Sen jälkeen käydään läpi teräksen valmistusprosessi pääpiirteissään, jotta lukija ymmärtää prosessin keskeisimmät tapahtumat. Niillä tiedoilla voidaan hahmottaa kokonaisuus riittävällä tasolla, jotta voidaan tarkastella kuinka tässä työssä käsiteltävät valukoneiden sektiot sijoittuvat siinä kokonaisuudessa. [ymparisto.fi, 2003]

2.1 Raahen terästehtaan tuotantolaitoskokonaisuus

Raahen terästehdas on kokonaisuus, joka voidaan ajatella koostuvan toisistaan erillisistä ja itsenäisistä tuotantolaitoksista, joista keskeisimmät metallin valmistukseen liittyvät prosessit tapahtuvat koksamossa, masuuneilla, terässulatossa ja valssaamossa. Masuuneita tehtaalla on kaksi ja jatkuvalukoneita(JVK) terässulatolla kolme kappaletta. (JVK4, JVK5 ja JVK6) Lisäksi terästehtaan yhteyteen kuuluvat prosessien tukitoimiin ja materiaalien- sekä lopputuotteen käsittelyyn liittyviä laitoksia, kuten korjaamo, voimalaitos, EKT, joka on lyhenne esikäsitellyille levytuotteille, satama sekä erilaisia varastoalueita.

2.2 Raudan valmistus masuunilla

Rauta valmistetaan rautakaivoksissa louhitusta ja rikastetusta rautamalmista. Raahen tehtaalle rautarikaste tuodaan pääasiassa laivoilla ulkomailta. Rautarikaste eli rautapelletit kaadetaan masuuniin yhdessä kalkkikiven ja koksamosta saadun koksinkin kanssa, jolloin pelkistysreaktioiden avulla saadaan lopputuotteeksi puhdasta rautaa sekä kuonaa. Syntynyt puhdas rauta lasketaan masuunin alapäästä pois rautasenkkoihin, jossa se kuljetetaan rautateitse konverttereille eli paikalle, jossa rauta jalostetaan eli konvertoidaan teräkseksi.

2.3 Raudasta teräkseksi konverttereissa

Masuunissa valmistetusta raudasta jatkojalostetaan terästehtaan konvertterilaitoksella terästä. Se tapahtuu siten, että masuuneilta rautasenkassa konvertterilaitokselle tuotava sula rauta kaadetaan happipuhalluskonverttereihin. Aloitetaan happipuhallus, jonka aikana raudan hiilipitoisuus laskee 4,5%:sta 0,05%:iin. Puhalluksen aikana konvertterissa olevan panoksen päälle kaadetaan poltettua palakalkkia, joka muodostaa kuonan ja sitoo raudassa olevia hapettuvia komponentteja ja epäpuhtauksia. Lopputuloksena saadaan puhdasta terästä, joka kaadetaan terässenkkoihin.

2.4 Teräksen valaminen sulaton jatkuvavalukoneella

Konverttereilta saatu teräs kaadetaan terässenkoista sulatossa sijaitsevaan jatkuvavalukoneeseen, joka on pääpiirteiltään kuvailtuna J:n muotoinen, valukoneen sektioista/segmenteistä muodostuva ränni, jonka läpi kulkiessaan sula teräs jähmettyy. Jatkuvavalukoneen sektiot voidaan jakaa teräksen kulkusuunnassa ensimmäisistä viimeisimpiin seuraavasti: 0-segmentit eli kokillit, kaarisegmentit, oikaisusegmentit ja vaakasegmentit. Karkeasti ottaen voidaan sanoa sektioiden kappalemäärien olevan seuraavanlaisten: kokilleja yksi, kaaria neljä, oikaisevia neljä ja vaakoja kuusi.

Valukoneen ensimmäisten segmenttien eli kokillien tehtävä on siinä mielessä valamisen kannalta kriittisin, että sen aikana tulee teräsaihioon muodostua voimakkaan jäähdytyksen seurauksena kiinteä kuori, joka mahdollistaa aihion kuljettamisen ehyenä läpi valukoneen. Aihioon syntyvä kuori vahvistuu jatkuvasti aihion edetessä valukoneessa, sillä aihion jäähdytys on jatkuvaa läpi koneen. Koneen loppupäässä aihio saavuttaakin kauttaaltaan kiinteän olomuodon ja se voidaan leikellä halutun mittaisiksi, yleensä painoltaan noin 25 tonnin painoisiksi pätöksiksi. Aihioden paksuudet vaihtelevat välillä 150-250mm, leveydet välillä 600-1950mm ja pituudet välillä 4200-12000mm.

2.5 Teräksen valssaaminen

Raahen terästehtaalla suurin osa terässulatolla valmistetuista teräsaihioista viedään jatkokäsiteltäviksi tehtaan omaan kuumavalssaamoon. Valssaamossa aihiot voidaan valssata joko nauha- tai levyvalssaamossa riippuen asiakkaiden toiveista. Nauhavalssaamalla valmistetaan keskimäärin ohuempia teräslaatuja välillä 1,4-20mm ja levyvalssaamalla paksumpia välillä 4,7-160mm.

3 VALUKONEEN SEKTIOIDEN KUNNOSSAPITO

Käydään läpi hieman Raahen terästehtaan kunnossapitoa ja kerrotaan sektioiden sijainti jatkuvavalukoneessa sekä sektioiden huollosta.

3.1 Kunnossapito Raahen terästehtaalla

Tehdasalueella sijaitseva korjaamo vastaa keskeisesti kaikkien muiden osastojen tuotantolaitteiden kunnossapidosta sekä määräaikaishuolloista. Sen lisäksi jokaisella osastolla on omat kunnossapitoyksikkönsä, jotka suorittavat muun muassa viikkohuoltoja ja muita tarkastuksia, mutta päävastuu kunnossapidosta sekä erityisesti isommista remonteista on korjaamon vastuulla.

Isossa roolissa on myös niin kutsuttu kenttä-ryhmä, jonka tehtävä on hoitaa kaikki tehtaalla syntyvät yllättävät välitöntä reagointia vaativat korjaustoimenpiteet. Ryhmä päivystää ympärivuorokautisesti, jotta laiterikon tai muun ongelman ilmetessä tehtaan tuotantolaitokset ja tuotantoprosessit saataisiin pidettyä mahdollisimman katkeamattomasti käynnissä, jotta välttyttäisiin kalliilta tuotantoseisakeilta.

Korjaamo on jaettu yksiköihin seuraavasti: asennusryhmä, levynkäsittely- ja hitsausryhmä, koneistamo, sähkökorjaamo, työkalukorjaamo, hydraulikkakorjaamo sekä pumppukorjaamo. Asennusryhmä keskittyy laitteiden mekaaniseen kunnossapitoon, muun muassa akseleiden, kokillien, laakereiden, masuunitykin, seulojen, sektioiden, vaihdelaatikoiden ja venttiileiden korjaukseen.

3.2 Sektioiden toiminta ja huolto

Terässulatolla sijaitsevat jatkuvavalukoneet muodostuvat sektioista. Jatkuvavalukoneiden avulla sula teräs saadaan kiinteiksi teräsaihoiksi. Teräsaihiot liikkuvat, muotoutuvat ja jäähtyvät sektioiden rullien välissä. Sektioiden rullat ovat teräksisiä ja vesijäähdytettyjä.

Sektiot sijaitsevat mekaanisesti todella kuluttavissa, kuumissa ja kosteissa olosuhteissa. Erityisesti sektioiden rullat, jotka ovat välittömässä kosketuksessa teräsaihioihin, kuluvat vääjäämättä.

Kuluminen onkin yleisin sektioiden vaihtosyy ja normaali sektioiden vaihto aika on puolesta yhteen miljoonaan tuotetun terästön välillä. Toinen syy sektioiden vaihtoon on yllättävät vikatilanteet, muun muassa valuaihion puhkeaminen tai jokin laitevika, kuten vesivuoto. Valuaihion puhkeaminen tarkoittaa käytännössä tilannetta, jossa valuaihion kuori on syystä tai toisesta rikkoutunut, jonka seurauksena sula teräs on päässyt valumaan sektioiden päälle. Tämä johtaa käytännössä aina jonkinasteisiin huoltotoimenpiteisiin. Pahimmillaan joudutaan vaihtamaan useita sektioita.

Sektioiden ja sektiorullien huolto suoritetaan korjaamalla, ja seuraavaksi edetäänkin tämän työn varsinaiseen aiheeseen eli sektiorullien huollon työtapojen standardointiin.

4 RULLAHUOLLON TYÖTAPOJEN STANDARDOINTI

Rullahuollon työvaiheet voidaan jakaa kolmeen keskeisimpään osakokonaisuuteen: purku, välivaihe ja kasaus. Havainnollistetaan jokaiseen osakokonaisuuteen liittyvät työvaiheet niiden suoritus järjestyksessä kuvin ja sanoin. Rullasarjoja on neljänlaisia, halkaisijoiltaan 200mm, 230mm, 250mm ja 300mm. Kuvat on otettu 230mm ja 250mm rullasarjoista, sillä sarjojen 230, 250 ja 300mm huolto tapahtuu osien kokoeroa lukuun ottamatta samalla tavalla. Lisäksi sarjan 200mm laakereiden asennus poikkeaa hieman muista sarjoista siinä olevien neulalaakereiden vuoksi, joten niiden käsittely ja asennus kuvataan erikseen ohjeistuksen lopussa.

4.1 Purku

Rullasarjan purku alkaa rullan nostamisesta rullatelineeseen ja kiinnittämisestä telineessä olevilla kiristimillä. (Kuva 1).



Kuva 1. Kiinnitetään rulla huoltotelineeseen.

Vapaasta päästä irrotetaan seuraavaksi akselimutteri pulttikoneella. Kaikkiin rullakokoihin on olemassa omat hylsyt akselimutterin aukaisua varten. (Kuva 2)



Kuva 2. Akselimutterin irrotus.

Akselimutterin jälkeen rullasta irrotetaan päätylaakeripesät. Hyvin monesti päätylaakeripesien kannet ovat likaisia, ja se poistetaan mekaanisesti esim. paineilmakäyttöisellä pirrataltalla, jotta laakeripesien pulttien kannat saadaan näkyviin. (Kuva 3)



Kuva 3. Päätylaakeripesien puhdistus.

Päätylaakerien pesien kansien pultit aukaistaan ja kansi otetaan pois laakeripesän vielä ollessa akselilla. (Kuva 4)



Kuva 4. Päätypesän kannen aukaisu.

Sen jälkeen akselilta poistetaan siinä olevat tiivisterenkaat sekä akseli- ja laakeriholkit.
(Kuva 5, Kuva 6)



Kuva 5. Akselitelkien irrotus.



Kuva 6. Tiivisteiden irrotus.

Tiivisteiden irrotuksen jälkeen voidaan vetää pesä pois. Asetetaan ulosvetorauta pesän taakse siten, että raudassa oleva lovi on ruokalan puolella ja vedetään pesä pois. (Kuva 7)

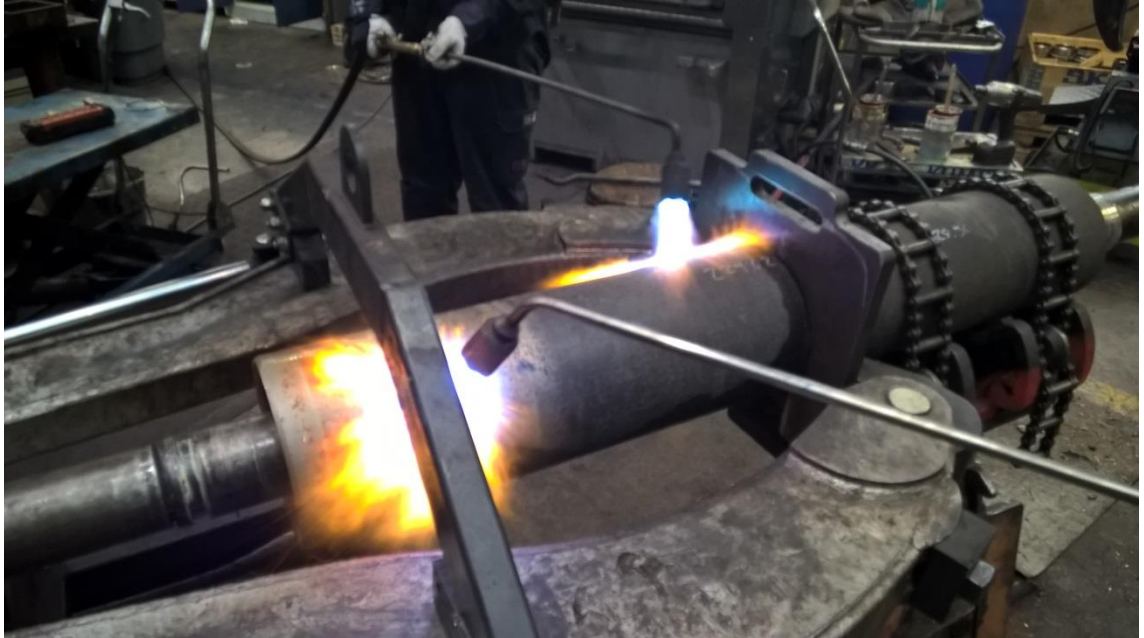


Kuva 7. Ulosvetoraudan ja ulosvetolaitteen asento.

Pesän irrotuksen jälkeen irrotetaan päätyvaipat. Tehdään ulosvetoraudalle tilaa vääntämällä keskipesät keskivaippaan kiinni, ja asetetaan vetorauta paikoilleen ja vetolaitteen käpälät sen taakse. (Kuva 8) Kokeillaan ensin vaippojen vetämistä pois kylmänä. Laitetaan ulosvetäjään 300baaria painetta. Jos vaippaa ei saada näin liikkeelle, lämmitetään vaippaa harrikseilla, eli kaasupilleillä, vedon ollessa päällä, niin pitkään, että vaippa lähtee irti. (Kuva 9) Jos vaippa on tiukassa, voidaan lämmittämisen päätteeksi kokeilla nostaa vetolaitteen paine sallittuun maksimiin, jonka selkäraudat kestää, eli n. 400bar. Kun vaippa lähtee liikkumaan, otetaan se nosturisaksilla kiinni, jottei se putoa, kun se ohittaa akselin pään. Samalla se voidaan nostaa vaippojen säilytystelineeseen eli vakkiin odottamaan paikalleen asentamista. (Kuva 10) Kun vaippoja lämmitetään, niissä oleva rasva käryää. Palavasta rasvasta irtoavien höyryjen hengittämisen välttämiseksi puetaan päälle moottorimaskit. (Kuva 11)



Kuva 8. Asetetaan vetorauta vaipan taakse, vetolaite raudan taakse, vetolaitteen mäntä akselin pään kohdalle ja nostetaan paineet vetolaitteen tunkkiin.



Kuva 9. Vaipan lämmitystä.



Kuva 10. Vaippa nytkähtää liikkeelle, ja se otetaan kiinni nosturisaksilla.



Kuva 11. Kuva moottorimaskin käytöstä.

Seuraavaksi irrotetaan keskilaakeripesät. Ne voidaan vääntää irti rekisteriraudalla tai vetää pois ulosvetäjällä. (Kuva 12)



Kuva 12. Keskipesien irrotus.

Normaalitilanteessa, kun keskivaippoja ei tarvitse irrottaa, voidaan keskipesien irrotuksen jälkeen huoltaa pesät ja laittaa ne heti sen jälkeen takaisin akselille. Jos keskivaippa on kuitenkin niin kulunut, että se tarvitsee vaihtaa, irrotetaan heti muun purkamisen jälkeen keskivaipan vapaan pään puoleinen holkki ja itse keskivaippa. (Kuva 13)



Kuva 13. Keskivaipan viereisen holkin irrotus.

Holkin irrotuksen jälkeen irrotetaan keskivaippa. Sen irrotus tapahtuu kuten päätyvaippojen kanssa, mutta erilaisella ulosveto-/selkäräudalla. Siinä on erona vain, että se ylettyy keskivaipan taakse. (Kuva 14) Akseli nostetaan ensin telineen toiseen päähän. (Kuva 15)



Kuva 14. Keskivaipan irrotusta.



Kuva 15. Vaipan lämmitystä. Rulla kannatuksella telineessä akseliltaan.

4.2 Välivaihe

Kun rulla on saatu purettua kokonaisuudessaan, pesineen ja vaippoineen, aloitetaan laakeripesien huoltaminen. Kuvataan seuraavaksi pesien huoltamiseen liittyvät työvaiheet. Työ aloitetaan ensin aukaisemalla laakeripesistä vähintään toinen kansi pois. Päätylaakeripesissä irrotettavia kansi ei olekaan kuin yksi. Päätylaakeripesistä kansi irrotetaan yleensä jo pesän ollessa akselilla, joten niiden huollon voi aloittaa suoraan irrottamalla tiivisteet. (Kuva 16)



Kuva 16. Tiivisteet irti.

Keskilaakeripesissä on kaksi irrotettavaa kantta. Yleensä niistä irrotetaan vain toinen. Irrotettava kansi valitaan niiden kunnan silmämääräisen arvion perusteella. Jos molemmat ovat vielä käyttökelpoisia, irrotetaan aina parempikuntoinen kansi, koska se lähtee helpommin irti ja on siten kätevämpi vaihtoehto. Jos taas vain toinen kansista on vielä käyttökelpoinen, irrotetaan tällöin huonompikuntoinen kansi, jotta se voidaan korvata uudella hyväkuntoisella kannella. Pulttien kannat, joilla laakeripesien kannet ovat kiinni, ovat monesti paksun ruoste- ja likakerroksen peitossa. Ne täytyy rapsutella

irti. (Kuva 17) Pultit voivat olla myös hapettuneet kiinni kierteisiinsä. Tällöin tehokas keino niiden irrottamiseen on käyttää niitä lämpiminä esim. polttopilleillä. Ne irtoavat hapettumistaan, jolloin ne pyörähtävät herkemmin auki. (Kuva 18)



Kuva 17. Laippojen pulttien irrotusta pultinkantoja puhdistamalla.



Kuva 18. Laippojen pulttien irrotusta pultteja lämpimänä käyttämällä.

Toisinaan pultit voivat olla niin tiukassa, että niiden kannat täytyy porata pois ja itse pultti irrottaa esimerkiksi pihdeillä vääntämällä vasta kannen poistamisen jälkeen. (Kuva 19, Kuva 20)



Kuva 19. Pultin kannan poraaminen kannen irrottamiseksi.



Kuva 20. Väännetään pultti irti kannen poistamisen jälkeen.

Kannattaa myös tehdä aukaista kierteet pesän kansista kierretapein, jotta uudet pultit on helppo pyöritellä kiinni, jolloin ne eivät myöskään jumita yhtä voimakkaasti. (Kuva 21)



Kuva 21. Aukaistaan pesien kierteet.

Pestään pesät ja kaikki niistä irtoavat metalliset uusiokäyttöön menevät osat rullahuoltopaikan pesukoneessa. (Kuva 22)



Kuva 22. Osien pesua.

Pesien pohjiin täytyy myös vaihtaa o-renkaat. (Kuva 23)



Kuva 23. O-renkaiden poistaminen.

On myös tärkeää puhdistaa kiilaurat pesien pohjasta, ja näin ollen varmistaa kiilojen vaivaton liikkuminen urissa. Kiilaurat voi puhdistaa esimerkiksi pirrataltalla. (Kuva 24)

Kiilaurien väljyyttä voidaan kokeilla kiilauriin tarkoitetuilla kiiloilla. Kiilojen olisi syytä liikkua urissaan vaivattomasti. (Kuva 25)



Kuva 24. Puhdistetaan kiilaurat.



Kuva 25. Testataan kiilojen liikkuminen kiilaurissaan.

Pesien pohjat tulee puhdistaa ylimääräisestä aineksesta. Se voidaan suorittaa esimerkiksi lamellilaikalla varustetulla kulmahiomakoneella. On syytä olla kuitenkin tarkkana, ettei pesien pohjiin itseensä aiheudu suuria kulumia hionnasta. (Kuva 26)



Kuva 26. Puhdistetaan pesien pohjat epäpuhtauksista.

Seuraavaksi puhdistetaan laakeripesien vesikanavat. Testataan niiden aukinaisuus puhaltamalla niihin paineilmaa. Mikäli ilma tulee hyvällä paineella ja tasaisesti kanavan toisesta päästä läpi, on kanava kunnossa. Mikäli ilma ei läpäise kanavaa, täytyy sitä yrittää aukaista. Yleensä juuri paineilman puhaltaminen kanavaan on paras keino yrittää aukaista kanava. (Kuva 27) Mikäli kanava jää yrityksistä huolimatta tukkoon, on kyseinen pesä heitettävä romulavalle.



Kuva 27. Vesikanavan aukaisu paineilmalla.

Kanavan aukaisun jälkeen voidaan koeponnistaa pesien vesikanavat, ja siten selvittää onko niissä vuotoja. Kiinnitetään pesän pohjaan ponnistuslevy pultein ja aukaistaan paineilmakanavan hana. Pesän ja ponnistuslevyn väliin tulee laittaa o-renkaat tiivisteiksi. (Kuva 28)



Kuva 28. Kiinnitetään ponnistuslevy pesään ja aukaistaan hana.

Kun vesikanavassa on paine, käännetään paineilmakanavan hana kiinni, ja katsotaan painemittarista, pysyykö paine muuttumattomana. (Kuva 29) Mikäli paine muuttuu, voidaan todeta pesässä olevan ilmavuodon. Mikäli vuotoa ei selviä esim. kuultavana ilmavuodon äänenä, voidaan sitä paikantaa mm. vuodonilmaisuvaahtoa pesän selälle sekä pesän ja ponnistuslevyn väliin suihkuttamalla. (Kuva 30)



Kuva 29. Käännetään hana kiinni ja tarkkaillaan painemittaria.



Kuva 30. Selvitetään vuotopaikkaa vuodonilmaisuvaahdon avulla.

Kun pesät on ponnistettu ja pitäviksi havaittu, voidaan aloittaa pesien kasaus vaihe. Laakeripesien kansiin voidaan painaa tiivisteet työpisteeltä löytyvällä tunkilla ja sopivalla painintyökalulla. (Kuva 31, Kuva 32)



Kuva 31. Painetaan tiivisteet pesän kansiin.



Kuva 32. Myös laakeripesän kanteen, jota ei tarvinnut irrottaa, painetaan tiiviste tunkilla.

Ennen paikoilleen asennusta laakeripesän kansien tiivistepinnoilta kannattaa hioa vanhojen tiivisteiden jämät pois. (Kuva 33)



Kuva 33. Hiotaan pesien kansien tiivistepinnat puhtaaksi.

Tiivisteiden laiton jälkeen voidaan paikoilleen pudottaa laakeri reilun öljyn kanssa. (Kuva 34)



Kuva 34. Pudotetaan laakeri pesään.

Ennen paikalleen laittoa pursotetaan tiivistepinnalle vielä uusi silikonitiivistemassa putkilosta. (Kuva 35)



Kuva 35. Pursotetaan tiivistemassa pesän kannen tiivistepinnalle.

Sitten laitetaan kansi päälle ja pultit kiinni. (Kuva 36)

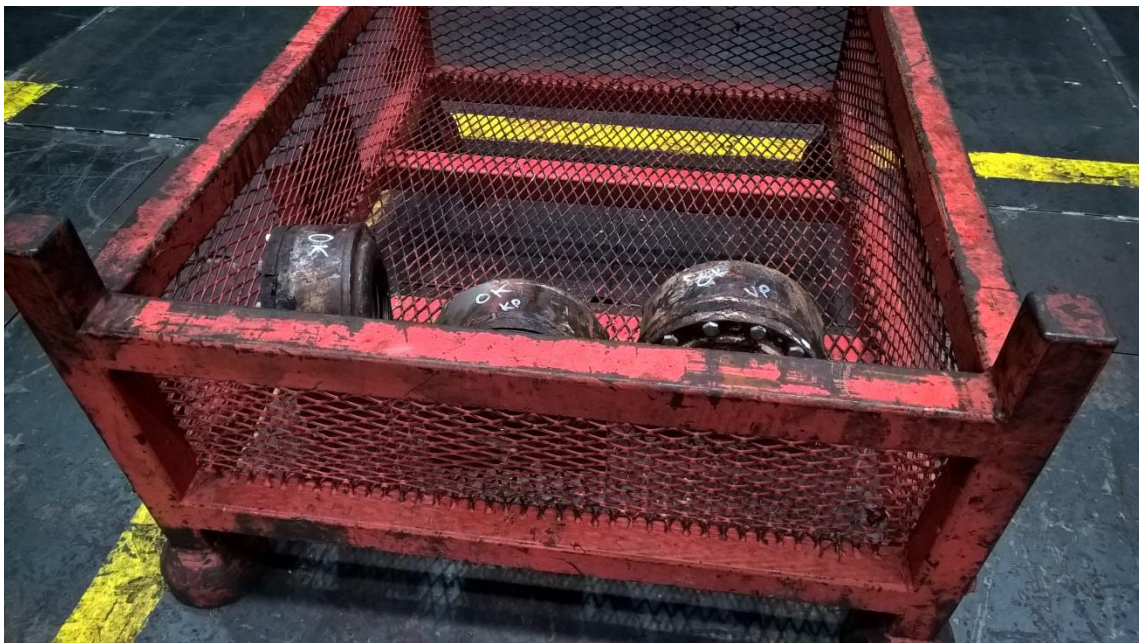


Kuva 36. Kansi päälle ja pultit kiinni.

Lopuksi merkataan pesien päälle vielä ”OK”, merkiksi niiden huoltamisesta. Lisäksi voidaan kirjoittaa vielä ”KP”, eli ”koeponnistettu”, merkiksi siitä, että pesät on myös koeponnistettu. (Kuva 37) Sen jälkeen pesät voidaankin nostaa punaiseen häkkiin odottamaan rullien kokoonpanoa. (Kuva 38)



Kuva 37. "OK"=huollettu ja "KP"=koeponnistettu



Kuva 38. Nostellaan valmiit huolletut pesät punaiseen häkkiin huoltamisen merkiksi.

Tähän välivaiheeseen kuuluu pesien huollon lisäksi akselien kellotus, mikä tarkoittaa akselien suoruuksien tarkastamista. Yksittäiselle akselille se tehdään siten, että akseli nostetaan pöydälle, laitetaan päistään kannatukseen pienten rullatelineiden päälle ja akseliin asetetaan kiinni ns. heittokello, josta akselia pyörittämällä nähdään akselin heitto. Heitot mitataan jokaisen laakeripesän akseliholkin päältä, niiden pinnan tasaisuuden vuoksi. Jos akselien suoruudessa on enemmän kuin 0.3mm:n radiaalinen heitto, akseli menee oikaistavaksi tai romuun. (Kuva 39)



Kuva 39. Akselin radiaalisen heiton eli suoruuden mittaus heittokellolla. Heitto mitataan jokaisen laakeripesän kohdalta. Sen voi mitata joko akselilta tai sitten akseliholkin päältä. Suurin sallittu heitto on 0,3mm.

4.3 Kasaus

Kasaus aloitetaan siitä, että seuraavaksi kasattavaan akseliin tulevat vaipat huolletaan siihen malliin, että uunista oton jälkeen vaippa tarvitsee enää laittaa paikoilleen

akselille. Kuumaan vaippaan ei ole nimittäin mukava tehdä minkään sortin huoltotoimenpiteitä.

Ensiksi vaipan päädyn sisäreunus puhdistetaan, jotta vaippa ei pyöriessään hinkkaa laakeripesän kanteen. Puhdistus tehdään pirrataaltalla. (Kuva 40)



Kuva 40. Pirrataan vaipan syvennys puhtaaksi.

Syvennyksen puhtautta voidaan testata laakeripesän kantta vaipan sisällä pyörittämällä. (Kuva 41)



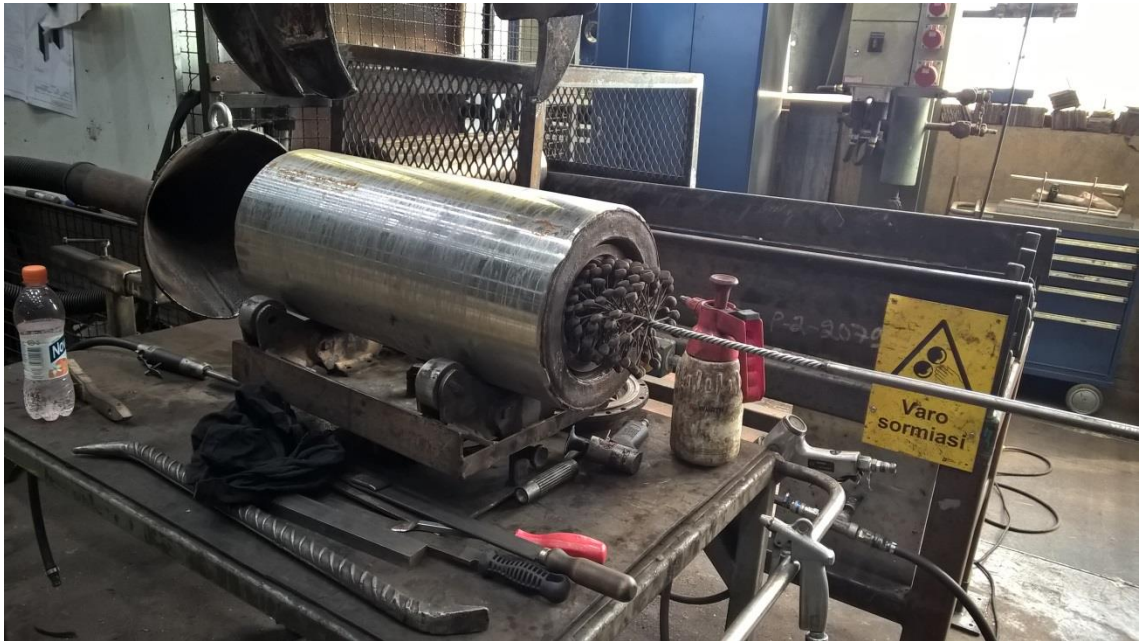
Kuva 41. Kokeillaan pyörittää laakeripesän kantta vaipan sisällä. Sen tulisi pyöriä vapaasti.

Samalla voidaan myös sovittaa jo akselille tulevaa kiilaa vaipan kiilauraan, jotta tiedetään varmasti vaipan menevän akselille vaipan lämmittämisen jälkeen. (Kuva 42) Tämä sovitus voidaan varmuuden vuoksi tehdä vielä uudelleen vaipan lämmityksen jälkeen.



Kuva 42. Sovitetaan kiilaa vaipan kiilauralle.

Seuraavaksi hoonataan vaipan sisusta puhtaaksi hoonautustyökalulla. (Kuva 43) Imetään rullan toisesta päästä imurilla irtoava lika pois.



Kuva 43. Hoonataan vaipan sisäpinta puhtaaksi ennen uuniin nostamista.

Puhdistusten jälkeen nostetaan vaippa pihdeillä uunin rampille, ja annetaan sen valua uunin suulle. (Kuva 44)



Kuva 44. Vaippa nostetaan uunin rampille.

Uuni käynnistetään. (Kuva 45)



Kuva 45. Uuni käynnistetään.

Kun vaipat ovat olleet uunissa riittävän pitkään (noin 3 tuntia), voidaan uunia ajaa uudelleen kuvan 45. napista, jolloin uuni pullauttaa yhden vaipan uunista ulos. (Kuva 46) Heti tämän jälkeen vaippa otetaan nosturisaksilla kyytiin ja nostetaan se rasvatun (Kuva 47) akselin päälle, kiinni holkkia vasten. (Kuva 48)



Kuva 46. Otetaan kuuma vaippa nosturilla kyytiin.



Kuva 47. Rasvattu akseli.



Kuva 48. Keskivaippa työnnetään akselille holkkia vasten.

Keskivaipan asennuksen jälkeen asennetaan vaipan toisen puolen laakeripesälle akseliholkki, joka lämmitetään induktio-lämmittimellä. (Kuva 49) Holkki täytyy lämmittää valmiiksi siten, että välittömästi keskivaipan asennuksen jälkeen holkki on valmis asennettavaksi. (Kuva 50)



Kuva 49. Akseliholkin lämmitys induktio-/laakerilämmittimellä.



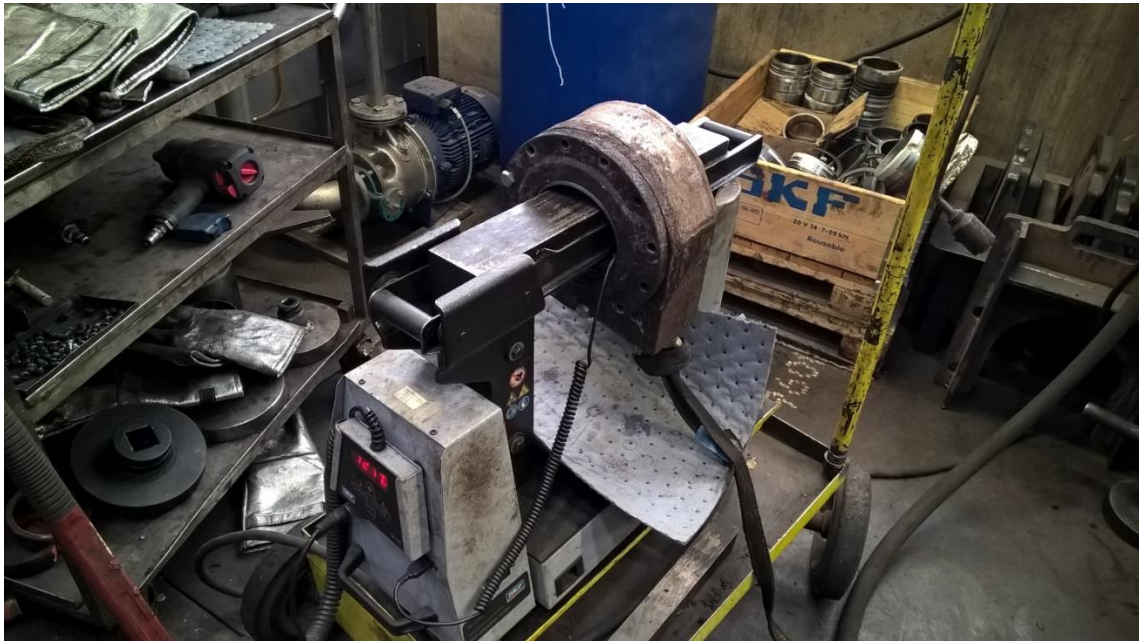
Kuva 50. Holkki asennetaan keskivaippaa vasten heti vaipan asennuksen jälkeen.

Holkin asennuksen jälkeen voidaan keskilaakeripesät työntää holkkien päälle. Holkit on syytä rasvata asennusta varten esim. kuparitahnalla. (Kuva 51)



Kuva 51. Asennetaan keskilaakeripesät hyvin rasvatuille akseliholkeille.

Seuraavaksi asennetaan päätyvaipat. Päätyvaippojen ja -pesien asennuksessa on, samoin kuten keskiakseliholkkien asennuksessa, huomioitava akselin nopea lämpeneminen vaipan asentamisen jälkeen. Sen vuoksi, päätylaakeripesät tulee lämmittää valmiiksi, jotta ne voidaan pukkia paikoilleen välittömästi vaippojen asennuksen jälkeen. (Kuva 52)



Kuva 52. Päätylaakeripesien lämmitys asennusta varten.

Kuten edellä keskivaippojen kohdalla (Kuva 46), uunissa lämmitetyt päätyvaipat nostetaan nyt akselille. (Kuva 53, Kuva 54) Vaippojen asennuksessa tulee huomioida kiilojen ja kiilaurien paikat. Akselin kiilauran pitää olla samalla kohdalla vaipan kiilauran kanssa, jotta vaippa menee paikoilleen. Käytännössä vaippa kannattaa asentaa esim. siten, että laittaa akselin telineeseen kiilaurat ylöspäin ja kiilan paikalleen. Sen jälkeen ottaa vaipan uunin jälkeen nosturiin siten, että sen kiilaura on ylöspäin. Tällöin kiilaurat ovat kohdakkain ja vaipan voi työntää akseliin sujuvasti. (Kuva 54)



Kuva 53. Päätyvaippa uunista pois.



Kuva 54. Asetetaan vaippa akselille kiilaura huomioiden.

Molemman vaipan jälkeen laitetaan välittömästi perään päätypesät. (Kuva 55) Isketään lyömätyökalun avulla pesät pohjaan saakka. (Kuva 56)



Kuva 55. Päätypesät laitetaan heti vaippojen perään.



Kuva 56. Isketään pesät perille saakka.

Asetellaan pesän jälkeen kaikki pesään tulevat holkin ja tiivisteet paikoilleen. (Kuva 57, Kuva 58) Asennetaan myös laakeripesän kannen tiivistysholkki. (Kuva 59)



Kuva 57. Väli rengas paikoilleen.



Kuva 58. Lukituspalat paikoilleen.



Kuva 59. Asennetaan laakeripesän kannen tiivistysholkki.

Kiinnitetään holkki pulteilla kiinni. (Kuva 60)



Kuva 60. Kiristetään holkki paikoilleen.

Holkin jälkeen asennetaan paikoilleen laakeripesän kansi uuden tiivistemassan kanssa.
(Kuva 61)



Kuva 61. Laakeripesän kannen tiivistysmassan levitys.

Kansi asennetaan paikoilleen. (Kuva 62)



Kuva 62. Päätykansi asennetaan paikoilleen.

Laakeripesä asennetaan myös akselin vapaaseen päähän. (Kuva 63) Siihen asennetaan laakeripesän kannen tiivistysholkki niin kuin toiseenkin päähän. (Kuva 64) Viimeiseksi asennetaan päätymutteri, joka kiristetään konevoimalla. (Kuva 65, Kuva 66). Rullien päätymutterit väännetään kiinni pulttipyssyllä. Jokaiselle sarjalle, lukuun ottamatta sarjaa D200, on olemassa pulttipyssyyn sopiva avain, jolla päätymutterit saadaan auki ja kiinni.



Kuva 63. Laakeripesä.



Kuva 64. Pesän tiivistysholkki.



Kuva 65. Päätymutterin asennus.



Kuva 66. Päätymutterin kiristys pulttipyssyllä.

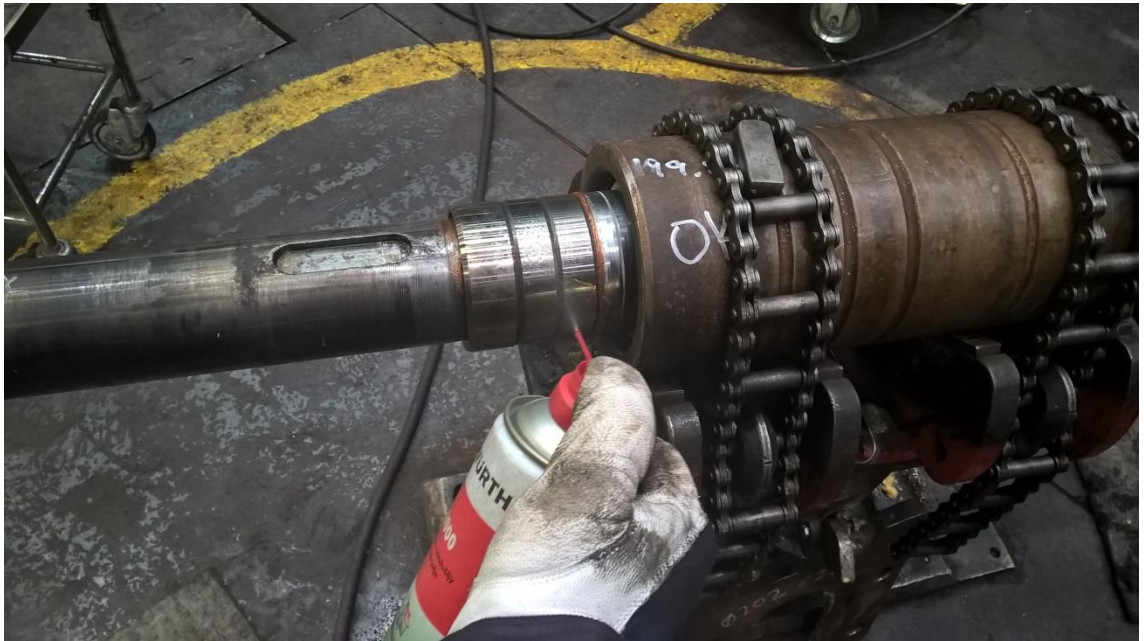
4.4 D200 Sarjan laakerien asennus

Asennetaan ensin neulalaakeri neulojen pidin holkkeineen laakeripesään. (Kuva 67)



Kuva 67. Asennetaan neulalaakeri laakeripesään.

Ennen pesän asennusta voidellaan laakeriholkki esim. spray-öljyllä. (Kuva 68)



Kuva 68. Voidellaan laakeriholkki öljyllä.

Lähdetään asentamaan pesää paikoilleen siten, että neulalaakereita pitävä holkki tippuu pois, kun pesä työnnetään paikalleen. (Kuva 69)



Kuva 69. Lähdetään työntämään pesää holkin päälle.

Työnnetään pesä paikalleen siten, että laakeriholkki työntää edellään neulalaakeria pitävän holkin. (Kuva 70)



Kuva 70. Laakeripesä on paikoillaan, ja holkki sen edellä on tippunut pois.

Lopuksi laitetaan vielä laakeripesän kansi paikoilleen, sekä kannen ollessa paikoillaan rasvataan pesä. (Kuva 71)



Kuva 71. Lopuksi vielä laakeripesän kansi paikoilleen. Pesä myös rasvataan tässä vaiheessa.

5 MUUT KUIN STANDARDOINTIIN LIITTYVÄT ASIAT

5.1 Poikkeamat

Käsitellään tässä osiossa huoltotöihin liittyviä poikkeamia, ja selvitetään, miten niistä päästään yli ja miten niihin puututaan. Rullahuollon läpimenoajoille on merkittävää, että eteen tulevien haasteiden ja poikkeamien, ns. yllätyksien, työn suorittamista vastustavat vaikutukset kyetään mahdollisimman tehokkaasti poistamaan ja/tai minimoimaan. Onkin siis tärkeätä kirjailla ylös sattuneita poikkeamia, jotta jatkossa voidaan ehkäistä niiden negatiiviset vaikutukset. Kirjataan poikkeamat ylös, ja niiden perään nuolimerkillä osoitetaan toimenpide-ehdotus. Kehitetään myös joku paikka asentajille, mihin he voivat kirjata ylös poikkeamia.

5.1.1 Pesien huolto

Pesien kansissa oleva lamellirengas ura on kulunut soikeaksi, jolloin rengas ei pysy enää paikoillaan. (Kuva 72) => Laakeripesä romutetaan.



Kuva 72. Soikeaksi kulunut pesän ura.

5.2 Rullasolun layout

Rullasolun layout yhden rullan mallilla työskenneltäessä. **(Kuva 73)** Rullasarjoihin ei läheskään joka kerta vaihdeta kaikkia vaippoja, mutta kun vaihdetaan, on kuvan kaltainen varaosien järjestys toimiva.



Kuva 73. Rullasolun layout.

6 YHTEENVETO

Työn tekeminen onnistui sujuvasti työn ohessa, käytännössä pääosin kuitenkin iltatöinä omalla ajalla. Yleisesti tämä oli mielenkiintoinen projekti, sitä oli mukavaa tehdä yhdessä työmiesten kanssa ja voi olla tietysti tyytyväinen, että sen sai tehdä yritykselle, jossa oli kesätoissa. Se vaikutti ilman muuta tekemisen mielekkyyteen sekä myös ajallisesti tämän työn tekeminen osui hyvään saumaan eli kesälomalle, koska tällöin on iltaisin ihan mukavasti vapaata aikaa, jolloin kerkesi asiaan paneutumaan ihan kohtalaisen hyvin. Tulipahan samalla vietettyä aikaa myös hieman Raahen kirjastossa, jossa illat sujuivat joutuisasti. Toivottavasti yrityksen edustajat Ilmolan Mikko, Haapalan Jaakko, Raution Matti, Virsiheimon Pekka sekä asentajat hyötyisivät tästä työstä ja olisivat siihen tyytyväisiä. Kenties sitä voi käyttää pohjana rullahuollon kehitykselle tulevaisuudessa ja myös mallina työn standardointeihin.

7 LÄHTEET

[1] Rantamaula, JP., 2017. Standardoitu työ. Vastaanottaja: Mikko Ilmola. Lähetetty 08.06.2017 klo. 13:11 (GMT +0200)

[2] ymparisto.fi, Raahen terästehtaan ym. toimintojen ympäristö- ja vesitalouslupa, lupapäätös, 2003