



JLB:N PURKAUTUVUUSONGELMA HENKILÖAUTON RENKAAN KOKOONPANOSSA

Jussi Halme

Opinnäytetyö
Joulukuu 2013
Paperi-, tekstiili- ja
kemiantekniikan
koulutusohjelma
Kemiantekniikan suuntautuminen

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Paperi-, tekstiili- ja kemiantekniikan koulutusohjelma
Kemiantekniikan suuntautuminen

JUSSI HALME:

Jlb:n purkautuvuusongelma henkilöauton renkaan kokoonpanossa

Opinnäytetyö 33 sivua
Lokakuu 2013

Henkilöauton rengas koostuu useista komponenteista. Komponentteja voi olla rengastyypistä riippuen 10–30 kappaletta. Jokaisella komponentilla on oma tärkeä tehtävänsä renkaan toiminnassa. Komponentit koostuvat erilaisista kumiseoksista ja niissä käytetään useita eri kemikaaleja, joten jokainen kumisekoitus käyttäytyy omalla tavallansa prosessissa. Komponenteissa on myös useita erilaisia tekstiilejä ja teräksiä. Tästä johtuen eri komponenttien valmistus ja käyttö aiheuttaa erilaisia ongelmia tuotantoprosessissa.

Opinnäytetyön aiheena oli tutkia jlb-nauha – komponentin ongelmia tuotannossa Nokian Renkaiden Nokian tehtaalla. Tavoitteena oli tutustua renkaan valmistusprosessiin alusta loppuun asti ja siitä saadun tiedon avulla löytää keinoja joilla voidaan parantaa komponentin käyttöä renkaan kokoonpanoprosessissa. Jlb-nauhan ongelma oli, ettei jlb-nauha purkaantunut täysin rullasta renkaan kokoonpanossa. Tämä aiheuttaa konerikkoja ja häiriöaikaa, joka hidastaa tuotantoa sekä aiheuttaa korjaustoimia. Toisena osa-alueena opinnäytetyössä oli kerätä tietoa aikaisemmista projekteista, jotka olivat dokumentoituina erilaisiin projektipöytäkirjoihin ja ihmisten omiin tietoihin. Tarkoituksena oli pyrkiä keräämään nämä tiedot yhteen.

Työssä ei löytynyt suoranaista syytä ongelmille. Tosin työ nosti esiin paljon käyttökelpoista tietoa edellisistä projekteista. Näiden tietojen sekä eri ihmisten mielipiteiden avulla on mahdollista hahmotella toimintasuunnitelmia seuraaviin projekteihin. Vahva epäily on, että ongelman aiheuttaa kumisekoitus ja siihen voidaan vaikuttaa muuttamalla reseptiä. Nykyisellä sekoituksella tartuntaa voidaan vähentää sekoitusohjelman muutoksilla tai kalanteroinnilla. Jlb-nauhan valmistuksessa lopputulokseen voidaan vaikuttaa eniten hyvällä leikkauksella. Projektien suunnitteluun tulisi käyttää enemmän aikaa ja miettiä kuinka kauan kestää, että niiden vaikutus huomataan tuotannossa. Projektien dokumentaatiota tulisi myös kehittää siten, että se olisi yhtenäistä koko yhtiössä.

Työ sisältää salassa pidettävää materiaalia.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree programme in Paper, Textile and Chemical Engineering
Option of Chemical Engineering

HALME JUSSI:
Jointless Bands Unloading Problems in a Car Tyres Assembly

Bachelor's thesis 33 pages
October 2013

A car tyre is made up of many different components. There are 10-30 components in a tyre depending on the type of tyre. Each of the components has an important role in the tyre's operation. Components are made of different kinds of rubber mixtures and they use lots of different kinds of chemicals and therefore all mixtures behave differently in the process. Components also contain different kinds of fabrics and steel cords. Using different components and rubber mixtures in the process leads to different kinds of problems.

The focus of the thesis was to study the problems of the jointless belt component in the tyre production in Nokias Tyres' Nokia's factory. The goal was to get familiar with the car tyre production process from start to finish and use this acquired knowledge to improve the handling of the component in the process. The main problem was that the jointless belt does not unload in the tyre building machine. This leads to breakdowns and downtime which slows down the production and leads to maintenance problems. The second part of the thesis was to collect the information of the previous projects about this matter. Previous projects were documented into various different folders and these were meant to be collected into one folder.

No single reason was found for the problem in the thesis. But using old project information and people's knowledge, it was possible to form action plans for future projects. It is suspected that the cause of the problem is the rubber mixture and it can be dealt with by changing the recipe. Using the current recipe the problems can be possibly dealt with either by changing the mixing program in the mixing machine or the cooling temperatures in the calendar. In the process of manufacturing the jointless belt from the cord, the best way to enhance the outcome is to make sure the cutting is good. There should be more time spent on project planning and to think about how long it takes before it is seen in the production. Project documentation should be developed in a way that it is uniform throughout the company.

The thesis contains confidential material.

Key words: tyre, jlb, component

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	NOKIAN RENKAAT OYJ.....	6
2.1	Yleistä.....	6
2.2	Asiakkaat ja organisaatio.....	6
3	HENKILÖAUTON RENKAAN RAKENNE.....	8
3.1	Kumi.....	8
3.1.1	Osto ja huolinta.....	8
3.1.2	Sekoittaminen.....	9
3.2	Komponenttien valmistus.....	10
3.3	Kokoonpano.....	11
3.4	Viimeistely.....	12
4	TYÖN KUVAUS.....	13
5	JLB-NAUHAN VALMISTUS.....	14
5.1	Kumisekoitus.....	14
5.1.1	Kumi.....	14
5.1.2	Kemikaalit.....	16
5.1.3	Sekoittaminen.....	16
5.2	Prosessointi.....	17
5.2.1	Kalanterointi.....	17
5.2.2	Slitteri LK-220.....	18
5.2.3	Jlb-kone LK-217.....	20
5.3	Kokoonpano.....	24
6	JLB-NAUHAN LIIKATARTUNNAN TUTKIMINEN.....	25
7	TULOKSET.....	26
7.1	Kumisekoitus.....	26
7.2	Kalanteri.....	27
7.3	Slitteri LK-220.....	28
7.4	Jlb-kone LK-217.....	28
7.5	Kokoonpano.....	29
8	POHDINTA.....	31
	LÄHTEET.....	33

1 JOHDANTO

Auton renkaiden tuotannossa, kuten kaikessa muussakin tuotannossa, on tärkeää pitää kulut hallinnassa. Turhaan tehty työ ja hukkamateriaalin valmistaminen voivat aiheuttaa paljon lisäkustannuksia. Jokaisen kilpailluilla markkinoilla toimivan yrityksen tulee pyrkiä pitämään tuotantonsa tehokkaana.

Henkilöauton rengas koostuu useista eri komponenteista ja niiden kokoonpaneminen nopeasti ja tehokkaasti vaikuttaa paljon rengastehtaan tuottavuuteen. Työn tavoitteena oli tutkia henkilöauto renkaan jlb-komponentin ongelmia sen valmistuksessa ja renkaan kokoonpanossa. Ongelma tuottaa kustannuksia Nokian Renkaille, koska se aiheuttaa hukkamateriaalia, koneiden rikkoutumista ja turhaa työtä. Ongelma on ollut Nokian Renkailla jo kauan ja asiasta on ollut useita projekteja vuosien saatossa. Tämän työn tavoitteena oli myös selvittää, mitä näissä aikaisemmissa projekteissa oli tehty ja kerätä tämä kaikki tieto yhteen.

Tärkeä osa työtä oli tutustua tuotannon kaikkiin eri vaiheisiin, jotta niitä pystyi analysoimaan mahdollisimman tarkasti. Työtä varten piti myös etsiä tietoa vanhoista projekteista haastattelemalla eri ihmisiä, sillä projektien dokumentaatio oli ollut heikkoa. Työ tehtiin analysoimalla nykyistä tuotantoa ja kaikenlainen koetoiminta jätettiin työn ulkopuolelle.

2 NOKIAN RENKAAT OYJ

2.1 Yleistä

Nokian Renkaat valmistaa renkaita henkilö- ja kuorma-autoihin, sekä työkoneisiin alueille, joissa on metsää, lunta ja vuodenaikojen vaihtelusta johtuvia vaativia ajo-olosuhteita. Nokian Renkaat on perustettu nykymuodossaan vuonna 1988, mutta yhtiön historian voi ulottaa jo vuoteen 1898 Suomen Gummitehtaaseen. Suomen Gummitehdas Oy valmisti ensimmäisen henkilöautorenkaansa vuonna 1932 ja ensimmäisen talvirenkaansa 1934.

Nokian Renkaat toimii kumiteollisuudessa, koska renkaiden päämateriaali on kumi. Nokian Renkaat toimittaa palveluita asiakkaille myös tytäryhtiönsä Vianor-rengasketjun kautta, joka tekee vähittäis- ja tukkukauppaa Nokian Renkaiden tuotteilla. Vianor myy myös muiden rengasvalmistajien tuotteita. Vianorilla on 1037 myyntipistettä 26 eri maassa. Nokian Renkaat omistaa itse Vianorin toimipisteistä 182. Muut toimipisteet ovat franchising-yrittäjien tai partnereiden hallinnoimia. Myynnissä on myös vanteita, akkuja ja iskunvaimentimia. Palveluina ovat muun muassa renkaiden vaihtaminen ja asennus, mutta myös öljynvaihto, pikahuolto ja rengashotelli. Nokian Renkaiden tuotteet myydään pääosin jälkimarkkinoille eli niitä ei myydä ensiasennuspaketteina autotehtaille. (Nokian Renkaat Oyj Vuosikertomus 2012)

2.2 Asiakkaat ja organisaatio

Nokian Renkaat toimii pääosin jälkimarkkinoilla eli myy renkaat suoraan kuluttajille. Renkaiden myyminen ensiasennuspaketteina suoraan autotehtaille taas on matalakatteisempaa. Venäjä ja IVY-maat olivat suurin markkina-alue 35 % osuudella vuonna 2012. Pohjoismaiden osuus oli 34 %. Vielä vuonna 2011 Pohjoismaat olivat suurin markkina-alue. Vuonna 2012 Nokian Renkaiden 1612 milj. euron liikevaihdosta 1 220 milj. tuli henkilöautorenkaista eli suurin osa Nokian Renkaiden tuotannosta on henkilöautorenkaita. (Nokian Renkaat Oyj Vuosikertomus 2012)

Vuonna 2013 Nokian Renkaiden palveluksessa on noin 4115 ihmistä. Tuotantolaitokset sijaitsevat Suomessa Nokiassa ja Venäjällä Vsevolozskissa. Vuonna 2012 3 % myydyistä renkaista valmistettiin sopimusvalmistajien tehtaissa. (Nokian Renkaat Oyj Vuosikertomus 2012)

Nokian Renkaiden menestyksen perusedellytyksenä on ollut henkilöstön jatkuva kehittäminen ja avoin yrityskulttuuri. Nokian Renkaat panostaa työntekijöidensä kehittämiseen räätälöityjen koulutusten ja ammattitutkintojen avulla. Hyvänä esimerkkinä tästä on Hakkapeliitta Academy. Yhtiö tukee myös kekseliäisyystoimintaa. Taulukossa 1 on esitetty Nokian Renkaiden organisaation tavoitteet vuodelle 2017. (Nokian Renkaat Oyj Vuosikertomus 2012)

TAULUKKO 1. NR tavoitteet vuodelle 2017 (Nokian Renkaat OYJ Vuosikertomus 2012)

- Tarjoamme asiakkaillemme parasta: tunnemme loppukäyttäjämme, heidän tarpeensa ja toiveensa.
- Olemme markkinajohtaja Pohjoismaissa, meillä on alan uskollisimmat asiakkaat ja parhaat palvelut.
- Olemme markkinajohtaja premium-renkaissa Venäjällä ja IVY-maissa.
- Meillä on vahva asema ydintuoteryhmissä maailmanlaajuisesti.
- Kasvamme jatkuvasti kehittyvän tuotevalikoiman ja palvelun avulla. Kannattava kasvu edellyttää kapasiteetin jatkuvaa lisäämistä.
- Kasvatamme tulostamme korkean tuottavuuden ja alan parhaiden asiakasprosessien avulla.
- Meillä on osaava, innostunut ja yrittäjämäinen henkilöstö; saavutamme asetetut tavoitteet ja tulokset yhdessä töitä tehden.

3 HENKILÖAUTON RENKAAN RAKENNE

3.1 Kumi

Kumit jakaantuvat kahteen eri pääryhmään luonnonkumeihin ja synteettisiin kumeihin. Luonnonkumia saadaan kumipuista ja niistä suosituin lajike on Brasilialainen kumipuu (Hevea brasiliensis). Puussa muodostuu kuoren ja puuaineen välissä lateksia eli veden ja cis-1,4-polyisopreenin emulsiota. Tämä saadaan kerättyä talteen tekemällä viilto kuoreen, josta se valutetaan sopivaan astiaan. Kumin ennen aikaista koaguloitumista eli saostumista voidaan estää stabilisoivalla aineella, kuten ammoniakilla. Synteettinen kumi on keinotekoisesti valmistettua kumia ja sitä tehdään petrokemian sivutuotteista. Synteettisen kumin vahvuus verrattuna luonnonkumiin on sen tasalaatuisuus, koska luonnonkumi sisältää vähäisiä määriä muita orgaanisia aineita. (Opetusmateriaali Nokian Renkaiden Pietarin tehtaan renkaanvalmistajille (lattiatasolla))

3.1.1 Osto ja huolinta

Kumien laadun varmistamiseen on luotu erilaisia järjestelmiä, koska eri kumituottajien luonnonkumi eroaa toisistaan. Käytetyin järjestelmä on vuonna 1965 käyttöön otettu SMR-järjestelmä eli Standard Malaysian Rubber. Muita ovat Indonesian (SIR) ja Thaimaan (TTR) järjestelmät. (Opetusmateriaali Nokian Renkaiden Pietarin tehtaan renkaanvalmistajille (lattiatasolla))

Nokian Renkaiden kumi ostetaan niin Suomen kuin Venäjänkin tehtaille keskitetysti. Kaikki kumi tulee pääasiassa Suomeen ja Suomesta se lähetetään edelleen Venäjälle. Eniten kumia ostetaan Indonesiasta ja toiseksi eniten Malesiasta. Kumia ostetaan myös pienempiä määriä Vietnamista ja joistakin Afrikan maista. Halvinta kumi on pääasiassa Indonesiassa ja sen takia sitä käytetään eniten, mutta se on laadultaan hieman epäpuhtaampaa verrattuna Malesialaisiin tai Vietnamilaisiin kumeihin. (Hietalahti, J. Ostopäällikkö)

3.1.2 Sekoittaminen

Kumituotteiden valmistamisessa sekoittaminen on lähes aina ensimmäinen työvaihe. Sekoittamisessa yhdistetään kumi, pehmittimet, täyteaineet ja muut kemikaalit yhdeksi mahdollisimman homogeeniseksi seokseksi. Kumisekoituksen laadukas valmistaminen on edellytys muulle tehtaan toiminnalle. Kilpailukyvyn kannalta sekoitusosastolla voi olla suuri merkitys, koska se vaatii suuria investointeja laitteistoihin. (Kumikoneet ja prosessit – opetusmateriaali)

Kun valmistetaan tuotantoon sopivaa kumisekoitusta, niin kaikki lähtee reseptin laatimisesta. Reseptin laatimisessa tärkeintä on tietää, mitä ominaisuuksia valmiilta kumilta haetaan. Valmiin kumin ominaisuuksia ovat muun muassa lämmönkesto, kemiallinen kestävyys, mekaaniset ominaisuudet ja mahdolliset muut erikoisvaatimukset. Ensimmäiseksi valitaan yleensä sopivat elastomeerit eli kumit, koska se määrittää hyvin paljon lopullisen tuotteen ominaisuuksia. Tämän jälkeen valitaan täyteaineet, pehmittimet, suoja-aineet, vulkanointisysteemi ja muut lisäaineet. Kumireseptissä esitetään muut aineosat muodossa phr eli per hundred rubber. Eli kuinka paljon ainetta on 100:a polymeerinosaa kohti. (Kumikoneet ja prosessit – opetusmateriaali)

Kun aineet ovat valmiina ja resepti laadittu, niin on itse sekoittamisen vuoro. Nokian Renkailla käytetään vain sisäsekoittimia. Sekoitusvalsseja Nokian Renkailla käytetään vain kumin lämmittämiseen ennen kalanterointia. Sisäsekoittajat ovat suljettuja kammioita, joita jäähdytetään jäähdytyskanavilla ja niissä kaksi roottoria pyörii toisistaan vastakkaisiin suuntiin. Kammio täytetään ylhäältä ensimmäiseksi kumilla ja mäntä painaa sen kammioon. Kumia pehmitetään hetki ja sen jälkeen kone lisää muut aineet automaattisesti automaatti vaakojen kautta ennalta määritetyn sekoitusohjelman mukaisesti. Joissakin sekoituksissa on kaksi tai kolmekin vaihetta. Toisella tai kolmannella sekoituskerroksella lisätään yleensä lisää kemikaaleja. Vaiheet nimetään A ja B vaiheiksi. Nokian Renkailla sekoituskone on jaettu kahteen eri osaan eli yläkoneeseen ja alakoneeseen. Sekoituskone toimii panosperiaatteella, jolloin kone tiputtaa valmiin sekoituksen alakoneelle sekoitusohjelman päätteeksi. Siitä se ohjataan valssin avulla eristeaineliukseen, joka estää kumia tarttumasta itseensä kiinni. Kumisekoitus jatkaa siitä jäähdytyslinjastolle levynä. Kumisekoituksen valmistusprosessi on jatkuva, koska uusi erä kumia ehtii pudota alakoneelle ennen kuin

vanha seos on siirtynyt jäähdytyslinjastoon. Itse sekoituskoneen lisäksi on monia apukoneita. Apuna toimivat useat automaattiset vastaanotto-, jäähdytys-, nauhoitus-, pakkaus-, annostelu- ja punnituslaitteet. Viimeinen vaihe sekoittamisessa on vulkanointiaineiden lisääminen sekoituskoneessa. Tehty kumisekoitus ajetaan uudestaan panosprosessina sekoituskoneeseen ja siihen lisätään rikkiä, vulkanoinnin kiihdyttäjiä ja hidastajia. Tämän jälkeen valmis kumisekoitus ajetaan lavalle, leikataan ja varastoidaan odottamaan käyttöä. (Kumikoneet ja prosessit – opetusmateriaali)

3.2 Komponenttien valmistus

Komponentit ovat erilaisia tekstiileistä, teräslangoista ja kumista valmistettuja mattoja, nauhoja tai kaapeliytimiä. Suurin osa komponenteista on vahvikeosia ja niitä menee yhteen renkaaseen sen tyypistä riippuen 10–30 kappaletta. Osa komponenteista valmistetaan yhdellä työvaiheella ja osa vaatii monta työvaihetta komponenttiosastolla.

Kaapelin valmistaminen lähtee ensiksi ytimen valmistamisesta käärittäessä, jossa teräslankaa kääritään ympyrän muotoon ja se kumitetaan. Käärintäosastolta ydin viedään apex-liuskausautomaatille, joka liittyy siihen kumisen kolmioliuskan ja näin saadaan valmis kaapeli. Jlb-nauhan valmistus alkaa kalanterilta, jossa tekstiili kumitetaan. Sitten se leikataan Slitteri -leikkurilla pienemmiksi rulliksi. Rullat viedään sen jälkeen jlb-koneelle, joka leikkaa rullat nauhaksi ja rullaa nauhan alumiinisten hylsyjen päälle. Runkokoordit valmistetaan ensiksi kumittamalla tekstiili kalanterilla ja sitten leikkaamalla se määrämittäisiin erilaisilla leikkureilla. Teräsvyö valmistetaan kumittamalla teräslankaa matoksi ja leikkaamalla se viistosti, näin saavutetaan parempi kestävyys renkaan pyörimissuunnassa. Sisäkumit ja sivupinnat valmistetaan ekstruusiolla. Pintojen valmistuskoneet vaativat pitkät jäähdytyslinjat eli ne vievät paljon tilaa. Taulukossa 2. ovat renkaan tärkeimmät komponentit ja niiden tehtävät.

TAULUKKO 2. Renkaan komponentit

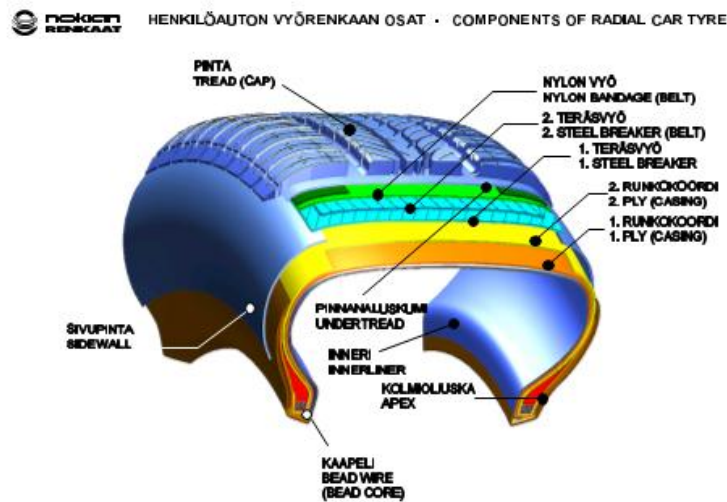
Jlb	Jlb on saumaton nauha, joka tasapainottaa ja vähentää renkaan tärinää. (Jointless band)
Runkokoordi	On molemmin puolin kumitettua polyesteri- ja viskoosikangasta. Se ottaa vastaan renkaan sisäpaineen.
Sivupinta	Antaa renkaan sivulle pistosuoja, vaimentaa joustoa, estää vannehiertymiä, antaa ajovakautta ja parantaa ohjautuvuutta.
Inneri	Kaksiosainen komponentti. Alempi kerros pitää ilman ja päällimmäinen suojaa runkokudosta.
Kulutuspinta	Kolmi- tai neliosainen kulutuspinna vaikuttaa eniten renkaan kulutuskestävyyteen ja pito-ominaisuuksiin.
Teräsvyö	Tehtävä on tukea renkaan rakennetta.
Kaapeli	Rakentuu ytimestä ja kolmioliuskasta. Lujittaa jalkaosaa vannealueella ja varmistaa asennuksen vanteelle.

3.3 Kokoonpano

Komponenttien valmistamisen jälkeen ne viedään kokoonpanokoneille erilaisissa vaunuissa tai kaseteissa. Komponenttivaunut tai -kasetit voidaan yleensä asettaa koneeseen, josta kone purkaa ne automaattisesti kokoonpantavaksi. Komponenttien siirteleminen tuotannossa tapahtuu trukeilla. Kokoonpanossa työntekijän tärkein tehtävä on seurata komponenttien laatua ja kasata rengas oikein. Jos kokoonpanossa tehdään rengas, jossa on yksi huono tai väärä komponentti, niin se tarkoittaa, että kaikki hyvätkin osat menevät hukkaan, kun rengas hävitetään. Nokian Renkaat pyrkii jatkuvasti vähentämään kaatopaikkajätettä ja suurin osa epäkelvosta materiaalista pystytään jo nykyään kierrättämään joko itse tai ulkopuolisille. (Kinnunen J. Henkilöauton renkaan valmistusprosessi)

Itse kokoonpano tapahtuu kahdessa osassa eli runko- ja vyöpakettin kokoamisessa. Vyöpakettiin kuuluvat pintakumi ja teräsvyö. Runkopakettiin kootaan vahvikekoordi, sivu- ja sisäpinnat. Sitten koneeseen asetetaan kaapelit magneeteille, sivupinnat käännetään, siirretään pintapaketti runkopaketin päälle ja rissataan se kiinni. Tästä syntyy rengasaiho, joka on paistamista vaille valmis. Kumi on tässä kohtaa vielä

pehmeää ja joustavaa. Kuvassa 1. on poikkileikkaus renkaan komponenteista renkaassa. (Kinnunen J. Henkilöauton renkaan valmistusprosessi)



KUVA 1. Renkaan poikkileikkaus (Kinnunen J. Henkilöauton renkaan valmistusprosessi)

3.4 Viimeistely

Kokoonpanosta rengasaihiot kuljetetaan kattoon sijoitetulla automaattisella järjestelmällä eli kattojärjestelmällä paistoon. Ennen paistamista rengasaihiot maalataan. Siitä ne siirretään vaunuissa trukeilla paistopuristimille. Paistopuristimet vulkanoivat rengasaihiot kiinteiksi ja joustaviksi paineen ja lämmön avulla. Paisto-osastolla on 89 paistopuristinta ja kaksi tyynyn paistopuristinta. Paistossa rengas saa lopullisen pintakuvion, sivumerkinnän ja muodon. Paistoajat henkilöauton renkailla ovat 10–15 minuuttia. (Kinnunen J. Henkilöauton renkaan valmistusprosessi)

Paistamisen jälkeen renkaat menevät tarkastukseen. Ensiksi tehdään visuaalinen tarkistus. Visuaalisessa tarkastuksessa tutkitaan onko renkaassa ulkonäkövirheitä. Tämän jälkeen rengas menee koneelliseen tarkastukseen. Kone mittaa renkaan geometrisen pyöreiden, sivuttaisvoimavaihtelun, säteittäisvoimavaihtelun ja kartiokkuuden. Renkasiin pistetään etiketit, ne pakataan ja lähetetään logistiikkakeskukseen, joka sijaitsee myös Nokialla. (Kinnunen J. Henkilöauton renkaan valmistusprosessi)

4 TYÖN KUVAUS

Työn tarkoituksena oli selvittää ongelma jlb-nauhan liiallisesta tarttumisesta alempaan kerrokseen rullassa, kun sitä puretaan kokoonpanossa. Tämä ongelma on jaksottaista eli se ei esiinny jatkuvasti. Tämä teki asian tutkimisesta haastavan, sillä työ tehtiin kun ongelmaa ei esiintynyt. Ennen työn aloittamista keväällä oli suuria ongelmia juuri kyseisen asian kanssa, mutta työn aloituksen ajankohtaan mennessä ongelma oli jo väistynyt. Haasteena oli myös, että kukaan ei tiedä miksi ongelmasta päästiin. Seuraavassa kuvassa on jlb-rulla, joka on tarttunut kiinni alempaan kerrokseen.



KUVA 2. Jlb-nauha on tarttunut kiinni

Ongelma on kun kumi on erityisen tahmeaa ja tarttuvaa. Ylemmässä kerroksessa oleva langanpätkä, joka harottaa sivulle vähän nauhan ulkopuolella, tarttuu kiinni jlb-koneella tehdyn leikkauksen jälkeen vieressä olevaan nauhaan ja ei purkaannu kokoonpanokoneella. Tämä ongelma aiheuttaa kokoonpanokoneella turhaa huoltamista 10–25 minuuttia ja rikkoo koneita. Toisena osana työtä oli selvittää, mitä tämän ongelman ratkaisemiseksi on yritetty tehdä vuosien varrella ja kerätä tämä tieto yhteen. Nokian Renkailla ei ole mitään yhtenäistä dokumentaatio järjestelmää eri projekteille, joten kenelläkään ei ole tarkkaa kuvaa, mitä projekteja asiaan liittyen on tehty. Vanhan tiedon avulla on mahdollista kokeilla uusia lähestymistapoja, eikä jatkuvasti vain samoja vanhoja. Jlb-nauhan valmistuksessa on selkeästi kaksi eri aluetta: sekoituksen valmistaminen ja koordinaatio kumitus ja leikkaus. Näitä tarkasteltiin yhdessä ja erikseen.

5 JLB-NAUHAN VALMISTUS

Jlb-nauha on nylonista valmistettua nauhaa, joka kumitetaan kalanterilla ja leikataan määrämittaan kahdella eri leikkuukoneella. Jlb nimi tulee englannin kielen sanoista jointless band eli saumaton nauha. Jlb-nauhaa on kahta erilaista tyyppiä. Molempien valmistaminen on lähes identtistä, sillä valmistusprosessi on täysin sama ja sekoitus on sama, mutta toisessa lanka on ohuempaa kuin toisessa. Lanka luku 1/10 cm alueella pienemmällä laadulla on 125 ja isommalla laadulla 105.

5.1 Kumisekoitus

Kumi ja siitä sekoituksen valmistaminen ovat aivan perusedellytys muulle toiminnalle rengastehtaassa ja isoja puutteita siinä on hyvin vaikea korvata muussa valmistuksessa. Sekoituksen laatu lähtee niinkin alusta kuin, mistä siinä mahdollisesti käytettävä luonnonkumi on tuotettu. Tärkeä vaihe on myös itse sekoituskoneen prosessin arvot ja kumiin lisättävät kemikaalit. Sekoituksessa käytettävä resepti on salainen.

5.1.1 Kumi

Reseptissä käytetään kolmea eri kumilaatua. SMR 10 on Standard Malaysian Rubber 10, joka on luonnon kumia. Numero 10 on kumin puhtausluokitus. Luokituksia on kolme: 5 on puhtain, 10 keskipuhdas ja 20 on roskaisin. Luonnonkumi on luonnontuote, joten siinä esiintyy paljon vaihteluita laadussa verrattuna synteettiseen kumiin. Vaihtelua aiheuttaa mihin vuodenaikaan kumi on tuotettu, tuotantotapa plantaasilla ja prosessointi. Luonnonkumi kerätään ensimmäiseksi kumipuusta, josta se viedään prosessointilaitokselle. Kuvassa 3 on raakakumia prosessointilaitoksella Indonesiassa odottamassa prosessin aloittamista. (Hietalahti. J. 2013)



KUVA 3. Raakakumia ennen prosessointia (Hietalahti. J. 2013)

Prosessissa kumi pestään vedellä ja savustetaan. Luonnonkumin saapuminen Suomeen kestää nopeimmillaan 3 kuukautta, mutta hitaimmillaan yli vuoden. Kumia toimittaa yli 20 pakkaajaa. Pakkaajat toimittavat oman sertifiointinsa kumin puhtaudesta ja arvoista, mutta myös Nokian Renkailla seurataan näitä arvoja. (Hietalahti J. 2013)

IR eli isopreenikumi ja se on luonnonkumin synteettinen vastine. Se on väriltään hieman vaaleampaa kuin luonnonkumi. Se on tasalaatuisempaa ja puhtaampaa kuin luonnonkumi. Sillä on tosin huonompi repimis- ja vetolujuus kuin luonnonkumilla. Sen pääasiallinen syy mukanaoloon sekoituksessa on tasaisempi viskositeetti ja se on halvempaa kuin luonnonkumi. (Opetusmateriaali Nokian Renkaiden Pietarin tehtaalla renkaanvalmistajille (lattiatasolla))

SBR eli styreenibutadieenikumi ja se on yleiskumi. Styreenibutadieenikumilla on hyvät vanhenemis- ja kulumisominaisuudet, mutta huonot mekaaniset ja adheesio-ominaisuudet. Styreenibutadieenikumin lasisiirtymälämpötilaa tai monomeeripitoisuutta muuttamalla voidaan vaikuttaa renkaan useisiin ominaisuuksiin. (Opetusmateriaali Nokian Renkaiden Pietarin tehtaalla renkaanvalmistajille (lattiatasolla))

5.1.2 Kemikaalit

Jlb-nauhan kumisekoituksessa käytetään useita kemikaaleja. Suurin osa kemikaaleista lisätään ensimmäisessä vaiheessa ja vain yhtä toisessa vaiheessa. Toisessa vaiheessa lisättävä kemikaali lisää tartuntaa nylonin ja kumin välille.

5.1.3 Sekoittaminen

Itse sekoittaminen tapahtuu kolmessa eri vaiheessa. Ensimmäiseksi on vaihe A ja se tapahtuu lähes poikkeuksetta sekoituskone 10:lla. Koska sekoittaminen tehdään aina samalla koneella, voidaan pois sulkea sekoituskoneiden vaihtelu. Koneeseen lisätään manuaalisesti kumit SMR 10, IR ja SBR. Syöttö tapahtuu lastaamalla kumi kuljetinhihnalle. Hihnalla on vaaka ja hihnan takana on näyttö, joka pyytää aina tiettyä kumilaatua tietyn verran. Kone sekoittaa yhtä erää kerrallaan, sillä välin valmiita A eria tuodaan koneen taakse odottamaan B vaihetta. Lähes aina vaiheet ajetaan peräkkäin eli tässä kohtaa ei tapahdu välivarastointia. Kun vaihe A on suoritettu loppuun, niin koneeseen laitetaan sekoitusohjelma B. Ajo-ohjelmaan on etukäteen merkitty ajettavien sekoituserien määrä. B vaiheessa lisätään A-vaiheen kumisekoitus hihnakuljettimen avulla kuljetinhihnalle. Kun sitä on reseptin pyytämä määrä, leikataan kumimatto poikki veitsellä ja kuljetinhihna syöttää A vaiheen sisään sekoituskoneeseen. Kun vaihe B on valmis, kumisekoitus viedään sekoituskone 11:ta rikitykseen. Sekoituskone annostelee sekoituksen automaattisesti kuljetinhihnalle kuljettimien ja leikkureiden avulla. Rikityskemikaalipussit ovat valmiiksi punnittuja 2 kg painoisiksi ja ne lisätään manuaalisesti kuljettimelle. Muut kemikaalit kone lisää automaattisesti silloista.

Valmiista sekoituksesta otetaan näyte ja näytteestä määritetään Mooney viskositeetti. Mooney viskositeettia käytetään erityisesti kumien viskositeetin mittaamiseen. Sitä mitataan mittauslaitteen akselin vääntömomentilla. Liitteessä 1. on esitetty vuoden 2008 ongelman aikoihin kumin viskositeettiä muutos. Hieman pienempiä viskositeetin keskiarvon laskuja on esiintynyt myös vuonna 2013 ongelman aikoihin. Viskositeettia seuraamalla voi olla mahdollista havainnoida, jos sekoituserä tulee aiheuttamaan ongelmia jatkoprosessissa.

5.2 Prosessointi

Sekoitusosastolta kumisekoitus toimitetaan lavoilla kalanterille sille kumille merkittyyn paikkaan. Jokaisessa kumisekoituksessa on lappu, joka kertoo sen laadun ja valmistusajankohdan. Kalanterilla kumitetaan tekstiilikoordi. Koordin kumituksen jälkeen se viedään varastoon, josta se haetaan Slitterille. Slitteri leikkuun jälkeen se viedään jlb-koneelle, joka leikkaa jlb-nauhan lopulliseen muotoonsa.

5.2.1 Kalanterointi

Kalanterin päädyssä on raakakoordipakkojen välivarasto, jossa eri koordilaadut odottavat kumitusta. Eri tekstiilikoordilaatuja on 17 ja kaksi niistä on jlb-nauhalle. Isomman laadun raakakoordi pakka on 1400 m pitkä ja pienemmän laadun pakka on 2600 m pitkä. Pienemmän laadun koordi on kapeampaa kuin isomman koordin, joten sitä menee yhteen pakkaan enemmän. Koordi ajetaan pakasta reserviin ja siitä ohjauslaitteilla kiristysyksikköön. Kiristysyksikkö pitää koordin tarpeeksi kireänä prosessointia varten. Koordi ajetaan tämän jälkeen lämmitystelastoon, joka esilämmittää koordin ja sitten keskitystelastoon, joka keskittää koordin kalanterointia varten.

Kumisekoitus täytyy lämmittää sopivaksi ennen kalanterointia. Kumi syötetään ensimmäiselle valssille hihnakuuljettimella, josta se ohjataan kolmannelle valssille myös hihnakuuljettimella. Jlb-nauhan kumisekoituksessa ei tarvita ollenkaan toista valssia, koska kumi saadaan sopivaksi jo ensimmäisellä ja kolmannella valssilla. Kumi siirtyy kolmannelta valssilta hihnakuuljettimella kalanteriin. Kalanteri on s-tyyppiä eli neljä kalanteritelaa muodostavat s-kirjaimen. Tämän muodon avulla koordi saadaan kumitettua yhtä aikaa molemmilta puolilta. Kalanterilla radioaktiiviset säteilymittarit mittaavat kumitetun koordin paksuutta, joten mahdollinen paksuusheitto huomataan nopeasti ja siihen voidaan reagoida. Kalanteroinnin jälkeen kumitettu koordimatto ohjataan jäähdystelastolle, joka jäähdyttää kumin, ettei se tarttuisi välikankaaseen. Jäähdystelastojen jäähdytysvesi tulee viereisestä Nokianvirrasta. Tämän jälkeen kiristystelat kiristävät koordimaton ja lopuksi matto syötetään kelausasemalla pakkaan. Isomman laadun pakan pituus on 350 m ja Pienemmän laadun pakan pituus on 520 m. Eli yhdestä raakakoordipakasta saadaan isompaa laatua neljä valmista pakkaa ja pienempää laatua viisi valmista pakkaa. Valmis kalanteripakka on molemmilla laaduilla

1480 mm leveä ja kumia koardin päällä 0,150 mm. Kelausasemalta pakka viedään välivarastoon odottamaan leikkausta. Välivarastointi toimii fifo (first in, first out) -periaatteella eli ensimmäiseksi valmistettu käytetään ensimmäisenä. Käytännössä tämä ei tosin toimi aukottomasti.

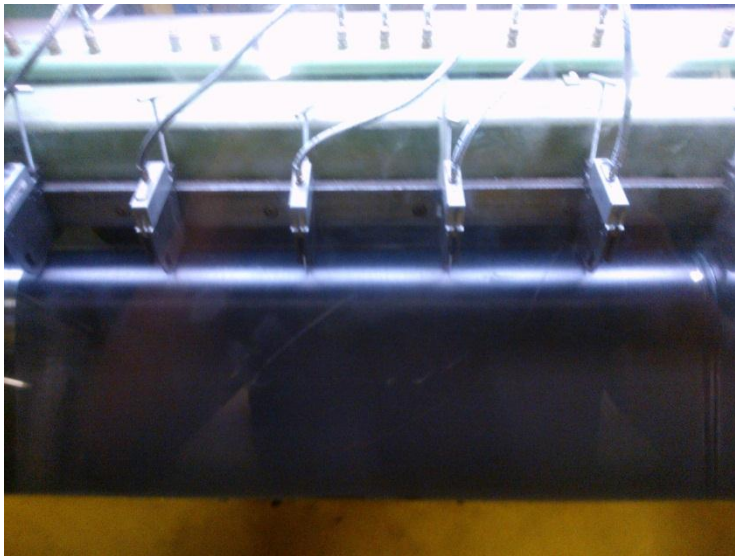
5.2.2 Slitteri LK-220

Slitterin tarkoitus jlb-nauhan valmistuksessa on leikata kalanterilla kumitetut kalanteripakat sopivan levyisiksi, jotta ne voidaan leikata jlb-koneella. Kalanterilla leikattu pakka nostetaan kattonostimen avulla purkausasemaan. Purkausasemalta vetotelastot vetävät koordin koneen alta takaisin ylös leikkuulle. Kuvassa 4 on slitterin purkausasema.



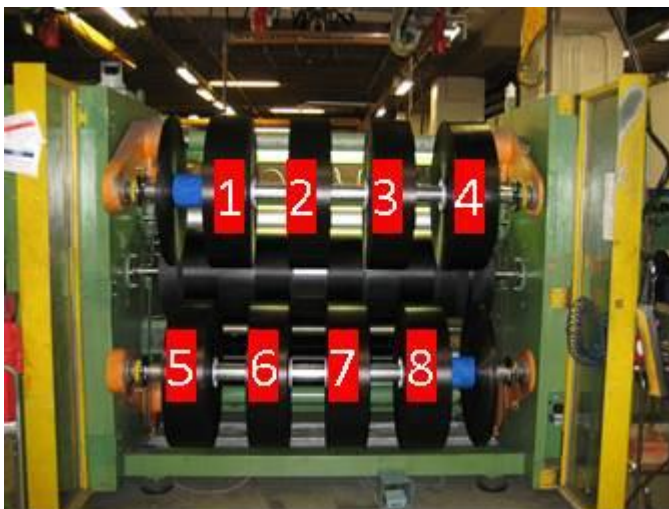
KUVA 4. Slitterin purkausasema

Slitteri toimii murskaleikkaus periaatteella. Terät asetetaan sopivaan kohtaan rautapalikalla, johon on lohkottu terämoduuleille oikeisiin kohtiin paikat. Tämän avulla virheen mahdollisuus on minimoitu. Slitterillä leikkauksessa tapahtuvat leveysheitot johtavat leveysheittoihin myös jlb-koneella.



KUVA 5. Slitterin leikkuu

Leikkuulta koordi rullataan hylsyille. Hylsyty ovat alumiinista ja niissä menee keskellä kolo, johon koordin alku nidotaan kiinni. Koska jokaisen rullan tulee olla saman levyinen, niin emopakasta lähteneestä koordista leikataan molemmista sivuista pieni osa pois. Reunaleikkuu kerätään samanlaiseen hylsyyn kuin hyvä tavarakin, mutta ajon jälkeen se menee jätteeksi. Tällä tavalla saadaan tasalevyisiä pakkoja. Valmiit pakat nostetaan koneesta pois kattonostimella ja asetetaan niille tehtyihin vaunuihin. Slitterillä leikattaessa tulee kahdeksan esileikattua pakkaa ja reunarullat. Vaunut siirretään välivarastoon koneen viereen. Isompi laatu merkitään liidulla ja pienempää laatua ei merkitä mitenkään pakkaan. Slitteriltä tulevan esileikkuurullan leveys on 180 mm.



KUVA 6. Slitterin kelausasema

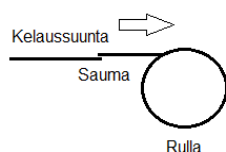
Esileikkuurulliin liitetään myös pakkalappu. Kun aloitetaan leikkaamaan kalanterilta tulleita emopakkoja slitterillä, niiden pakkalapuista otetaan seitsemän kappaletta kopioita ja ne numeroidaan. Numerointi järjestys näkyy kuvasta 6. Pakkalapun avulla on mahdollista tarvittaessa jäljittää tuotetta taaksepäin tuotannossa. Kuvassa 7 on pakkalappu, joka liitetään esileikkuurullaan



KUVA 7. Pakkalappu

5.2.3 Jlb-kone LK-217

Jlb-koneella leikataan slitteriltä tulleet esileikkuurullat jlb-nauhaksi. Esileikkuurullat ovat välivarastossa jlb-koneen vieressä ja siitä pakka nostetaan kattonostimella purkausasemaan. Purkausasemia on kaksi samanlaista peräkkäin, mikä mahdollistaa nopeammat vaihdot pakkojen välissä. Isompaa laatua oleva valmis jlb-nauha on rullassa 1300 m pitkä ja pienempää laatua oleva ajetaan 1500 m pitkäksi. Esileikkuurullat ovat isommalla laadulla laadulla 350 m ja pienemmällä laadulla 520 m, joten yhteen kelaan menee useampi esileikkuurulla. Jatkokset tehdään rissaamalla alkupää ja loppupää yhteen noin 5 cm alueelta. Rissaaminen täytyy tehdä huolellisesti koko leveydeltä, jotta liitos ei aukea leikkuun jälkeen. Purkautuvuuden kannalta parasta olisi jos liitos menisi niin päin rullaan, että uusi pää jäisi vanhan alle (kuva 8). Tämä on käytännössä hankalaa johtuen nauhojen pujotuksista, sillä ne menevät helposti niissä ympäri.



KUVA 8. Sauman suunta



KUVA 9. Jlb-koneen purkausasema

Vetotelasto vetää maton, leikkuulle joka tapahtuu hienoleikkuulla. Koordin pitää kireänä ajossa purkausasemalla (kuva 9) olevat jarrut. Jarrujen paine on noin yksi baari. Leikkurissa on yhteensä 34 terää. 17 terää ylhäällä ja 17 terää alhaalla. Terät kestävät ajossa noin 70 000 m. Terien leikkausta saadaan muutettua muuttamalla niiden asemaa korkeus- ja leveysakseleilla. Terien aseman ilmoittavat digitaaliset mittarit, joten niiden säätäminen on suhteellisen helppoa. Säätäminen tehdään kuusiokoloavaimella. Säätövaraa tosin ei ole paljon ja kerralla tehtävä säätö on sadasosa millejä. Kumin puhtaudella on suuri merkitys terien keston. Mitä puhtaampaa luonnonkumi on, sitä paremmin terät kestävät. Pelkästään yhden terän jyrsiytyminen vaatii koko teräpaketin vaihtamista. Jlb-koneella on kaksi moduulia, eli leikkuuosaa, jossa terät sijaitsevat. Tarkoitus on, että toisessa on jatkuvasti valmiina uudet terät. Kun tarvitsee tehdä vaihto, niin pistetään vaan toinen moduuli sisään. Tylsien terien moduuliin vaihdetaan terät ja tehdään säädöt valmiiksi seuraavaa vaihtoa varten. Terien limitys ja sivuttainen asema täytyy olla säädetty jo hyvin lähelle lopullisia säätöjä tässä vaiheessa. Teräpaketissa vuorottelee terä ja sitä paikallaan pitävä jousi. Kuvassa 10 on ajossa oleva moduuli.



KUVA 10. Jlb-koneen moduuli

Hyvän leikkauksen edellytys on, että terät ovat terävät ja ajonopeus on sopiva. Ajonopeutta ei ole ohjeistettu mitenkään, vaan sen päättää koneenhoitaja. Myöskään värinää ei saisi tapahtua, sen takia leikkuu moduulit kiinnitetään tiukasti alustaan. Leikkauksen jälkeen jokaisen nauhan tulisi olla 10 mm leveä, mutta tähän tietenkin vaikuttaa slitterillä ajetun pakan leveys. Nauhan leveys on myös seurasta terien muodosta. Kun terät asetetaan teräpakettiin, niiden väliin jää 10 mm. Jos jlb-nauhan leveyttä halutaan kasvattaa, tulisi käyttää prikkoja terien välissä. Prikkojen käyttäminen heikentäisi mahdollisesti leikkuuprosessia ja hankaloittaisi teräpakettien kasaamista. 10 mm nauhan leveys aiheuttaa sen, että lankojen määrä valmiissa nauhassa ei mene tasan. Koska 10 mm leveydellä on isommalla laadulla 10,5 lankaa ja pienemmällä laadulla 12,5 lankaa. Tämä lankojen epätasainen jakautuminen johtaa irtolankoihin. Slitterille kalanterilta tulleesta emorullan reunasta leikattaviin pakkoihin saattaa tulla leveysheittoa, jos emorulla on ollut liian kapea. Tämä virhe tulee myös jlb-koneelle, joka leikkaa reunan nauhoista liian kapeita. Vain kaksi rullaa 18:ta rullasta sisältää mahdollisesti tästä johtuvaa leveysheittoa. Lankojen tasaisen jakautumisen mahdollistaisi välistäleikkuun eli terät liikkuisivat lankojen välin mukaan. Tämä tulisi toteuttaa molemmilla leikkuukoneilla ja aiheuttaisi leveysheittoja nauhaan, joten se ei ole mahdollinen ratkaisu.

Jlb-nauha kiinnitetään hylsyyn kiertämällä nauha hylsyn ympäri kerran ja jättämällä nauhan pää alimmaiseksi. Jos pään jättää ensimmäisen kerroksen päälle, se pysäyttää purun kokoonpanokoneella. Laatujen erottamiseksi toisistansa on tehty kaksi asiaa. Jlb-kärryissä on aina kanban-kortti, joka ilmoittaa laadun ja isomassa laadussa nauhan pää taitetaan hylsytä ulos, että se näkyy kokoonpanokoneenhoitajalle. Kun jlb-nauha ohjataan rullalle, se tapahtuu pombeeratuilla ohjainteloilla. Ohjuri liikkuu edestakaisin vaakatasossa hylsyn päällä ja jakaa nauhan tasaisesti hylsyn päälle. Kuvassa 11 on kelausasemia.



KUVA 11. Jlb-koneen kelausasemia

Jos nauha ei jakaannu tasaisesti hylsyn päälle, vaan alkaa muodostaa aaltoja, ne vaikeuttavat rullan purkautumista erittäin paljon kokoonpanossa. Koska nauhat joutuvat enemmän limittäin kosketuksiin toistensa kanssa, johtaa tämä irtolankojen tarttumiseen vieressä oleviin kerroksiin.



KUVA 12. Jlb-koneen ohjurirulla

5.3 Kokoonpano

Valmiit jlb-rullat viedään kokoonpanoon siihen tarkoitetuilla kärryillä. Yhteen kärryyn mahtuu 12 rullaa. Koska koneesta saa 18 valmista rullaa, ne jaetaan kahteen kärryyn. Kärääjä huolehtii, että kokoonpanokoneilla on riittävästi oikeaa jlb-nauhaa käyttäen apuna kanban-tuotannonohjausjärjestelmää. Kärääjä vie vaunun trukilla kokoonpanokoneelle. Kuvassa 13 on jlb-vaunu kokoonpanokoneella.



KUVA 13. Jlb-vaunu kokoonpanossa

Vaunusta rulla nostetaan purkauslaitteeseen. Purkauslaitteita on erilaisia, mutta toimintaperiaate niissä on sama. Jlb-nauha pujotellaan rullien läpi reserviin. Sähkömoottorilla varustettu rulla vetää nauhaa reserville. Reservi toimii paineilmalla. Kuvassa 14 on jlb-nauha pujoteltuna kokoonpanokoneella ja reservi. Jatkoliitos rullaa vaihdettaessa tehdään liittämällä nauhan päät muutaman senttimetrin matkalta.



KUVA 14. Kokoonpanokoneen reservi ja pujottelu

6 JLB-NAUHAN LIIKATARTUNNAN TUTKIMINEN

Liikatartunnan tutkiminen aloitettiin keräämällä tietoa vanhoista kokouspöytäkirjoista ja tiedostoista, joita on tehty aikaisempina vuosina, kun asiaa on yritetty ratkaista. Kokouspöytäkirjoista ja tiedostoista kerättiin kiinnostavat asiat ylös ja niitä selvitettiin kalanterista ja leikkuusta vastaavan henkilön kanssa. Jlb-nauhan valmistuksen ja siihen liittyvien ongelmien kannalta oli tarpeen opetella tekemään jlb-nauha alusta loppuun.

Haasteena työssä oli, ettei liikarttuvuus ongelmaa ollut juuri sillä hetkellä päällä. Tärkeää oli selvittää eri tuotantovaiheissa koneenhoitajilta huomattaisiinko siinä vaiheessa jotenkin liikarttuvuutta ja miten siihen voisi reagoida. Useimmiten liikarttuvuus ei näy jlb-nauhan valmistuksessa komponenttiosastolla. Kumin liiallinen tarttuvuus voi näkyä jlb-koneella kun jatkoksia rissataan yhteen, mutta ne havainnot perustuvat paljolti vain koneenhoitajien kokemukseen, ei kunnollisiin kokeisiin.

Tutustumisen jlb-nauhan valmistukseen aloitettiin perehtymällä kalanterin toimintaan ja ongelmiin, sitten jlb-koneen ja slitterin toimintaan. Tämän jälkeen oli vuorossa sekoituskoneen toimintaan tutustuminen aina raaka-aineiden varastoinnista alkaen. Sitten selvitettiin käytettävän kumisekoituksen valmistus ja seurattiin sekoituskone-10:llä jlb:eessä käytettävän sekoituksen A ja B vaiheen valmistusta. Viimeiseksi tutustuttiin eri kokoonpanokoneiden toimintaan ja varsinkin niiden erilaisiin jlb-nauhan purkumekanismeihin. Yhtään rullaan tarttumista ei tapahtunut tällä 3 tunnin ajanjaksolla, mutta kokoonpanokone-47 oli palautuksessa yksi rulla joka oli jäänyt kiinni irtonauhan vuoksi. Tätä rullaa tutkimalla saatiin hieman avattua ongelmaa.

Suurena apuna oli sekoitustekninen osasto, joka vastaa sekoituskoneiden ohjelmista esimerkiksi lämpötiloista ja roottoreiden tehoista. Tuotekehityksessä jlb-nauhasta vastaa Katriina Markkula ja häneltä sai paljon apua ja tietoa asiasta. Luonnonkumiin liittyen sai apua Raaka-ainehuolinnasta ostopäällikkö Juha Hietalahdelta. Eniten projektissa oli apuna kalanterista ja leikkureista vastaava Juha Manninen. Tuotekehityslaboratoriosta sai tietoa luonnonkumin vastaanottotarkastuksesta ja testauksesta, kuten myös reseptissä käytettävistä kemikaaleista.

7 TULOKSET

Vaikka työssä ei löytynytäkään yhtään tiettyä kohtaa josta voisi suoraan sanoa, että ongelma on juuri tämä, löytyi kumminkin monia kohtia mitä voi tarkastella. Ongelman selvittämisessä vaikeaa on sen jaksottaisuus eli asiaa voidaan tehokkaasti tutkia vain tiettyinä hetkinä. Näille hetkille pitäisi laatia selkeä toimintasuunnitelma mitä silloin tehdään ja tehdä tarpeeksi kattavia kokeita. Tietenkin on vaikeaa myös se, että ongelman väistyessä, ei tiedetä syytä siihenkään. Joten mahdollisten ratkaisujen varmistaminen toimiviksi voi olla pitkä prosessi.

7.1 Kumisekoitus

Sekoituksessa olettavasti suurin muuttuva komponentti on luonnonkumi ja tämän vuoksi epäillä, että juuri se aiheuttaa ongelmia jlb-nauhan purkautuvuudessa kokoonpanossa. Kaikki muut sekoituksessa käytettävät kemikaalit ja kumit ovat synteettisiä, joten voidaan olettaa, että ne ovat pääsääntöisesti hyvinkin homogeenisiä. Tosin yhden koesekoituksen raakatartunta kertovat, että luonnonkumi ei aiheuta tarttuvuutta. Mutta johtopäätösten vetäminen näistä testeistä on liian ennenaikaista.

Toinen tärkeä osa mikä vaikuttaa kumin käyttäytymiseen prosessoinnissa on sekoitustapahtuma. Sekoituksen tekemisessä vaikutetaan kumien ja kemikaalien homogeeniseen jakautumiseen. Tärkeintä tietenkin on, että sekoitukseen lisätään juuri oikea määrä aineita. Kemikaalit punnitaan käytettävään sekoitukseen automaattisesti ja kumit manuaalisesti. Manuaalisesti punnitsemalla virheen mahdollisuus kasvaa. Koska kumisekoitusta valmistetaan useamman kerran viikon aikana ja monen eri koneenhoitajan toimesta, niin jatkuvan virheen tekeminen 2-4 kuukauden ajan on erittäin epätodennäköistä. Sekoitusohjelman muutoksilla voidaan myös vaikuttaa kumin tarttuvuuteen esimerkiksi nostamalla sekoituksen pudotuslämpötilaa. Kumin pudotuslämpötila ei saa kumminkaan olla liian korkea, ettei se ala vulkanoitumaan.

Mooney viskositeetti on mahdollisesti hyvä indikaattori tuleville ongelmille. Jos sekoituksen viskositeetti laskee liian alas, niin se mahdollisesti indikoi kumin liiallista tarttuvuutta tuotannossa. Asiasta ei ole täysin varmuutta tai siitä missä raja kulkee,

mutta 56 tavoite lienee paras. Viskositeetin seuranta ja ongelmien ajankohta kertovat, että sekoituksen tarttuvuus korreloi viskositeetin kanssa, mutta tarkkaa korrelaatiokerrointa ei ole laskettuna ja asiaa tulisi tutkia tarkemmin.

7.2 Kalanteri

Kalanterointi on tärkeä prosessi jlb-nauhan valmistuksessa, koska siinä yhdistetään nauhan molemmat komponentit eli kumisekoitus ja koordi. Mutta selvää ei ole kuinka paljon kalanteroinnilla voi vaikuttaa kumin tarttuvuuteen.

Kumin seisottaminen ennen kalanterointia on ollut esillä usein ja sitä on testattu useasti, mutta viimeaikaiset kokeet kertovat, että kumin seisottaminen väliavarastossa aiheuttaa raakatartunnan kasvamista. Vaikka voisi olettaa, että kumi tarttuu huonommin, jos se odottanut kauemmin prosessointia. Vuonna 2013 tehtyjen kokeiden mukaan sekoituksen seisottaminen väliavarastossa lisää sen tarttuvuutta. Ne kokeet oli tehty kalanteroiduilla erillä, joten varmuutta ei ole, miten ennen kalanterointia seisotettu kumi vaikuttaa.

Tärkeä osa kalanterointia on jäädytys. Jäähdytyksellä on yritetty vaikuttaa kumin tarttumiseen, mutta varmaa tietoa ei ole kuinka paljon se siihen vaikuttaa. Oletuksena on, että jos kalanterointi tehdään liian korkealla jäähdytyslämpötilalla eli yli 40 °C asteen, niin kumista haihtuu kemikaaleja pintaan nopeammin, mikä lisää tartuntaa. Liian korkea jäähdytyslämpötila aiheuttaa koordissa harvenemista. Jäähdytyslämpötilan pitäminen liian alhaisena eli alle 30 °C voi johtaa harakanvarpaiden muotoisiin jälkiin koordin pinnassa ja sen kutistumiseen. Nokian tehtaalla alhaisten jäähdytyslämpötilojen kokeilua vaikeuttaa se, että jäähdytysvetenä käytetään Nokianvirran vettä ja se määrää hyvin pitkälti jäähdytyslämpötilan minimin. Jos jäähdytyslämpötila on liian korkea, niin koordi harvenee ja mahdollisesti tartunta lisäävä aineet nousevat koordin pintaan.

Seuraavassa taulukossa 8 on esitetty kalanterilla eri lämpötilakokeilut vuosien varrelta jäähdytysteloilla. Tällä hetkellä on käytössä 33 °C asteen jäähdytyslämpötila. Kokeiden tiedoista ei käy ilmi, miksei lämpötilakokeet eivät ole onnistuneet.

TAULUKKO 3. Kalanlerin lämpötila kokeilut

Lämpötila	Vuosi
32 °C	2003
34 °C	2011
36 °C	2003
37 °C	2003
38 °C	2011
41 °C	2011
42 °C	2011
43 °C	2011
44 °C	2011
46 °C	2003
48 °C	2011

7.3 Slitteri LK-220

Slitterin leikkuutapahtumassa on ollut hyvin vähän ongelmia, joten se on poissuljettu aina projekteista, jotka ovat koskeneet jlb-nauhan purkautuvuusongelmia. Slitterillä leikkuu vaikuttaa eniten jlb-koneelle menevien esileikkuurullien leveyteen ja sitä kautta jlb-koneella mahdollisesti reunarullien leveysheittoon. Leikkuuprosessissa koordi kulkee laitteiston läpi rullien avulla, jotka ovat kosketuksissa kumin pintaan ja saattavat muuttaa sen käyttäytymistä jatkoprosessoinnissa. Leikkuu tylsillä terillä saattaa karhentaa esileikkuurullan sivuja ja lisätä harottavien langan päiden mahdollisuutta jlb-nauhassa. Slitterin vaikutus on kumminkin hyvin epätodennäköinen jlb-nauhan purkautuvuusongelmassa.

7.4 Jlb-kone LK-217

Jlb-koneella pääosassa on leikkuutapahtuma. Leikkuussa on tärkeää, että leikkuu tapahtuu hyvin. Terien tulee olla tarpeeksi terävät ja terien kulmat oikein. Jos leikkuu tapahtuu huonosti, se aiheuttaa jlb-nauhan rosoisuutta reunoissa, mikä aiheuttaa irtolankojen määrän lisääntymistä. Tämä lisää riskiä siihen, että rulla ei purkaannu kokonaan kokoonpanossa.

Jos palautusmäärät lähtevät kasvamaan, niin leikkuuseen tulee kiinnittää huomiota jlb-koneella. Huono leikkaus aiheuttaa itsessään lisääntyviä palautusmääriä ja kun kumi on erityisen tarttuvaa, se pahentaa ongelmaa. Rullissa on aina harottavia lankoja, mutta jos terät ovat tylsät, harottavien lankojen määrä kasvaa. Keino pitää rullien palautusmäärää pienempänä ongelman iskiessä on varmistaa, että leikkuu jlb-koneella on tällöin erityisen tehokasta. Teriä tulee vaihtaa aina, kun käytössä olevat ovat liian tylsiä hyvään leikkaukseen, sen sijaan että yritetään jatkaa eteenpäin hiljaisemmilla nopeuksilla ja manuaalisesti korjaamalla huonoa leikkua. Tämä asia on pääasiassa koneenhoitajien vastuulla ja tulisi huolehtia, että henkilöstö on tarpeeksi motivoitunutta vaihtamaan tylsät terät tilanteen niin vaatiessa. Tämä tietenkin lisää teräkustannuksia, koska teriä tulee teroittaa useammin ja sen vuoksi teriä ei voi kumminkaan vaihtaa jatkuvasti.

Ajonopeudella ei ole kokeiden perusteella suurta vaikutusta purkautuvuuteen, mutta tätä asiaa ei ole tutkittu kunnolla, kuten ei ole myöskään jarrunpaineen tai telojen vaikutusta. Koska nämä asiat ovat aina hyvin vakioita, myös ilman purkautuvuusongelmaa, niin voidaan olettaa, etteivät nämä seikat aiheuta ongelmaa. On kuitenkin mahdollista että niitä muuttamalla olisi mahdollista reagoida ongelmaan. Asiaa pitäisi tutkia tarkemmin ja mahdollinen muutos ei välttämättä ole merkittävä.

Jlb-nauhan tulee olla rullalla tasaisesti, jos rulliin muodostuu epätasaisuuksia niin sanottua aaltoilua, se lisää riskiä siihen, että rulla ei purkaannu.

7.5 Kokoonpano

Kokoonpanossa tapahtuu itse jlb-rullan purkautuminen ja siitä on erilaisia versioita eri kokoonpanokoneilla. Asiat jotka vaikuttavat purkautumiseen jlb-rullan ominaisuuksien lisäksi, ovat kokoonpanokoneen purkunopeus ja pujotus rullien kautta.

Nopeuteen vaikuttaa kokoonpanokoneen oma nopeus. Kokoonpanoprosessia hidastaa se, jos kokoonpanokone joutuu odottamaan jlb-nauhan purkamista reserviin. Yhteen asiaan voi tässä vaikuttaa ja se on purkamisen ja reservin suhde. Joihinkin rengastyyppeihin menee niin verran paljon jlb-nauhaa, että ne joutuvat purkamaan rullaa reserviin jlb-nauhan käärinnän aikana, koska reservi itsessään ei riitä. Toisiin renkaisiin riittäisi reservi, mutta myös näissä kone purkaa jlb-nauhaa reserviin kesken

ajon. Kokoonpanokoneiden purkausnopeuksia ei ole tutkittu ja niitä säätämällä voisi olla mahdollista parantaa rullien purkautuvuutta.

Pujotuksen vaikutuksesta purkautuvuuteen ei ole tarkkaa tietoa ja esimerkiksi uusimpien Maxx-robottien rullien sijainti tulee suoraan valmistajalta. Olettavasti valmistajalla on syy, miksi pujotus tapahtuu juuri näin. Tosin ei tiedetä, onko heillä tietoa juuri jlb-nauhan purkautuvuuden saamiseksi parhaimmaksi mahdolliseksi.

8 POHDINTA

Työssä ei löytynyt selvää syytä ongelmalle, mutta useita parannusehdotuksia löytyi. Työ nojaa todella paljon ihmisten haastatteluissa esille tulleisiin seikkoihin ja vanhoista muistioista löydettyihin tietoihin. Yhtään koetta ei suoritettu työssä esitettyjen väitteiden todistamiseksi. Henkilöstö on varmasti parhaita mahdollisia asiantuntijoita omilla osa-alueillaan, mutta täysin varauksetta ei voida pitää totena asioita, joita ei ole kokeellisesti todistettu. Mutta resurssit ovat tiukat ja niitä tuleekin kohdentaa käyttämällä henkilöstön ammattitaitoa.

Ensimmäinen asia, mikä tuli esille, on dokumentaation heikkous. Projektien dokumentaatio muistuttaa enemmänkin muistiinpanoja, kuin selviä projektidokumentteja. Tämä aiheuttaa turhaa työtä, jos samoja asioita kokeillaan yhä uudelleen. Tarkempi dokumentointi myös parantaisi projektien analysointia, koska joutuisi miettimään tarkemmin syitä ja seurauksia. Tämä tietenkin aiheuttaa enemmän työtä, mutta lopputulos lienee parempi kuin jatkamalla nykyisellä käytännöllä.

Ongelma, joka lisää tartuntaa ja estää purkautumisen kokoonpanossa, on todennäköisesti sekoituksessa. Syy ei ole selvillä, mutta hyvänä seuranta-arvona voidaan pitää Mooney viskositeettia. Jos viskositeetti laskee liikaa, se lisää tartuntaa. Asiaa tulisi tutkia, mistä tämä johtuu ja myös, kuinka asia voidaan korjata. Mutta keskittyminen pelkästään sekoitukseen saattaa pitää todellisen syyn piilossa, jos se onkin jossain muualla. Työssä tehdyissä haastatteluissa monet arvioivat syyn olevan juuri sekoituksessa, mutta kaikkia prosessin osa-alueita tulisi tarkastella kriittisesti.

Kalanterilla on tehty useita kokeita vuosien varrella. Niissä jäähdytystelojen lämpötiloja on muutettu kymmenen asteen sisällä. Jos on mahdollisuuksia ja resursseja, niin tulisi kokeilla selvästi kylmempiä ja lämpimämpiä jäähdytyslämpötiloja. Näistä saadut tulokset tulisi analysoida mahdollisimman tarkkaan, jotta saataisiin laadittua selkeä kuva kalanterilla tehtävästä jäähdytyksen vaikutuksesta koordiin ja varsinkin sen tarttumisominaisuuksiin.

Slitterillä tehtävä leikkuu ei noussut esille tätä ongelmaa tutkiessa ja hyvin todennäköisesti se ei tähän ongelmaan vaikuta ollenkaan. Mutta edelleen ei ole esitetty faktoja, joiden avulla slitteriä voitaisiin sulkea myöskään pois.

Jlb-koneella tehtävä leikkuu on komponentin valmistuksen viimeinen vaihe. Silloin kun kumi on erityisen tarttuvaa, tulisi huolehtia leikkuun tarkkuudesta. Mahdollisimman hyvässä kunnossa olevat terät vaikuttavat oletettavasti vähentävästi irtolangan määrään ja parantavat näin purkautuvuutta. Asia nojaa tällä hetkellä vain oletuksiin, mutta on hyvin kokemuksella perusteltu. Tulisi kuitenkin seurata seuraavan kerran ongelman ilmetessä juuri terien terävyyttä. Jlb-koneella voisi tutkia myös tarkemmin jarrun vaikutusta ja kelausta rullan kireyteen ja purkautuvuuteen.

Kokoonpanossa tulisi selvittää kunnolla mikä on paras pujotustapa saada rulla purkautumaan mahdollisimman tehokkaasti. Tällä hetkellä pujotus on tehty tietyllä tavalla ja pitäisikin kysyä miksi se on juuri näin. Purkunopeus tulisi myös ottaa tarkasteluun.

Tärkeää olisi luoda selkeä toimintasuunnitelma seuraavalle kerralle kun ongelma esiintyy. Suunnitella kokeiltavat asiat tarkasti ja antaa niille myös tarpeeksi aikaa, että saadaan kerättyä tilastollisesti merkittävä määrä tietoa. Ongelma monissa kokeissa on ollut, että suhteessa ajettavaan määrään, kokeen osuus on ollut murto-osa ja siitä on ollut mahdoton saada tarvittavaa määrää tietoa. Viimeiseksi tulee dokumentoida kokeet ja niiden kulku tarkasti.

LÄHTEET

Hietalahti, J. Ostopäällikkö. Nokian Renkaat Oyj. 2013. Haastattelu 9.8.2013. Haastattelija Jussi Halme

Kinnunen J. 2012. Renkaan valmistusprosessi. Powerpoint-diat. Saatu Nokian Renkaat Oyj:ltä.

Manninen. J. 2008. Green Belt loppuraportti. Powerpoint-diat. Saatu Nokian Renkaat Oyj:ltä.

Manninen. J. Green Belt projekti. 2008. Projektikokous 4n pohjalta tehtyjä parannuksia. Muistio. 2008.

Markkula. K. R320 irtolankaongelma. 2013. Muistio. Nokian Renkaat Oyj.

Markkula, K. Kehitysinsinööri. Nokian Renkaat Oyj. 2013. Haastattelu. Haastattelija Jussi Halme.

Opetusmateriaali Nokian Renkaiden Pietarin tehtaan renkaanvalmistajille (lattiatasolla). Opetusmateriaali. 2013. Nokian Renkaat Oyj.

Vuosikertomus 2012. Nokian Renkaat Oyj. Luettu 15.8.2013.

http://www.nokianrenkaat.fi/files/nokiantyres/Vuosikertomukset_fi/NokianRenkaatOyj_yleisosio12_FI_final.pdf

Väliäho Esa. Lehtori. 2012. Kumikoneet ja prosessit. TAMK. 2012. Luento. Elastomeerien työstömenetelmät 2012. Tampereen ammattikorkeakoulu. Tampere.