



SIVUPINTAKOMPONENTIN KORVAAMINEN SW- KÄÄRINNÄLLÄ METSÄKONERENKAASSA

Ari Törmä

Opinnäytetyö

Joulukuu 2011

Kone- ja tuotantotekniikan

koulutusohjelma

Modernien tuotantojärjestelmien

suuntautumisvaihtoehto

Tampereen ammattikorkeakoulu

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Tampere University of Applied Sciences

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Modernien tuotantojärjestelmien suuntautumisvaihtoehto

Tekijä	Ari Törmä
Työn nimi	Sivupintakomponentin korvaaminen SW- käärittämällä metsäkoneenrenkaassa
Sivumäärä	33 sivua, 2 liitettä
Valmistumisaika	Syksy 2011
Työn ohjaaja	Lehtori Arto Jokihaara
Työn tilaaja	Nokian Raskaat Renkaat Oy, Laatupäällikkö Kalle Kaivonen

TIIVISTELMÄ

Tämän työn tarkoituksena oli muuttaa metsäkoneenrenkaan kokoonpanomenetelmää ja luopua erillisen sivupintakomponentin valmistuksesta. Nykymenetelmällä metsäkoneenrenkaan sivupintakomponentit valmistetaan alkuvaiheessa komponenttiosastolla LT-35 koneella. Sivupintasekoitus ajetaan ekstruusiomenetelmällä suuraudan läpi ja kelataan näin valmistettu sivupintakomponentti keloille. Kokoonpanossa sivupintakelalta leikataan haluttu pituus sivupintakomponenttia ja asennetaan renkasaihioon osana kokoonpanoa.

Tässä nykymenetelmässä renkas-aihion sivupinnat asetetaan kokoonpanokoneella renkas-aihioon ja valmis renkas-aihio kuljetetaan kattoradalla SW-käärittämään. SW käärittäasemalla renkasaihioon kääritään kulutuspinna. SW (Stripwinding) käärittäkoneen kehityksen myötä mahdollistui käärittämisen toteuttaminen myös renkas-aihion sivupinta-alueelle. Käärittämisen muutos aikaisemmasta tasokäärittämisestä käärittämiseen mahdollisti sivupintojen käärittämisen. Opinnäytetyön tuloksina saatiin tarvittavat muutokset käärittäkoneen logiikkaan ja ohjaukseen sekä käärittämiseen applikaattorin mekaaniset muutokset, suunniteltua ja toteutettua. Koerengailla testattiin sivupintojen käärittä yhden tuotteen osalta, ja tuloksia voidaan tarkastella kustannussäästöjen sekä tuotannon tehokkuuden osalta.

Menetelmämuutoksella todettiin saatavan aikaan huomattava kustannussäästö renkaan valmistuskustannuksiin. Kokoonpanon lisääntyvän kapasiteetin myötä saatiin laskettua merkittävä lisämyynnin arvo. Laatuvaikutukset koerengaissa olivat hyviä, sivupintavikoja ei koerengaissa esiintynyt. Ympäristövaikutuksia tarkasteltiin VOC-päästöjen osalta. Nykymenetelmässä, jossa sivupinnat asennetaan kokoonpanossa, joudutaan kumin tarttuvuutta parantamaan liuotinaineita sisältävillä kemikaaleilla. Uudessa menetelmässä, jossa sivupinnat kääritään kulutuspinnan käärittämisen yhteydessä, voidaan jatkosliiman ja HA-maalien käytöstä luopua. Sekä jatkosliima ja HA-maali sisältävät teollisuusbenssiiniä, josta aiheutuu ympäristölle haitallisia VOC-päästöjä.

Avainsanat: SW-käärittäminen, sivupintakomponentti, metsäkoneenrenkas.

TAMK University of Applied Sciences
Degree Programme in Machine and Production Engineering
Option of Modern Production Systems

Thesis	Replacing sidewall component by strip winding method
Pages	33 pages, 2 appendices
Graduation time	December 2011
Thesis Supervisor	Lecturer Arto Jokihaara
Co-operating Company	Nokian Heavy Tyres Ltd/Quality manager Kalle Kaivonen

Abstract

The aim of this thesis was to move part of the tyre building from a building drum to a strip winding machine. By using the current method, separated sidewall components are manufactured in component production with LT-35 machine. Sidewall components are extruded through an embouchure where rubber is shaped to wanted profile, and the sidewall components made by this procedure are stored in a reel. At tyre building machine a right amount of sidewall component is cut from the reel and then assembled on the green tyre. The amount of different sidewall components, used to build bias tyres for CTL or Skidder use, is 15 at the moment. In this thesis the possibility to replace the sidewall component by strip winding method is under examination. The tread of forest tractor tyre is made by strip winding method, where the tread rubber is run through an extruder and formulated with shape rolls as a strip winding profile band. By using this strip winding band the tread of the tyre is profiled on the green tyre. A strip winding machine consists of an 150 mm extruder, shape rolls, cooling drum, track for the profile band, applicator and a strip winding station.

With this change in building the green tyre method the costs in green tyre building went lower and the capacity of tyre building got higher. In the end of this thesis there are calculations of the costs and capacity change.

Quality and environment issues were also under examination. Quality with the test tyres was at a very good level, no side wall defects were found in the test tyres. With the old method where the side wall is done by separate component, chemicals are used to improve the adhesive of the component and to cover the side wall component during the process. Chemicals include solvents, like benzine with specified boiling range, and solvents cause environmental damage. With the new method, where side wall rubber is made by strip winding machine; there is no need to use these chemicals to improve the adhesive of the rubber. The aim in Nokian Tyres is to cut the use of solvents to minimum level, or when it is possible, stop using solvents in tyre building.

Keywords: strip winding, sidewall component, forest tractor tyre.

Sisällysluettelo

1	LYHENTEET JA TERMIT	5
2	JOHDANTO	7
3	NOKIAN RENKAAT OYJ	10
3.1	Historia	10
3.2	Nykypäivä	11
3.3	Nokian Raskaat Renkaat	12
4	RENKAAN VALMISTUS	14
5	KOMPONENTTI VALMISTUS.....	15
6	RISTIKUDOS RAKENTEISEN METSAKONERENKAAN KOKOONPANO...	19
6.1	SW- käärintä.....	21
6.2	Metsäkoneenrenkaan kulutuspinna	24
7	LAATU	26
7.1	Renkaan korjaus	27
8	KUSTANNUSVAIKUTUKSET	28
9	YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET	30
10	PÄÄTELMIÄ.....	31
11	EHDOTUKSIA JATKOTOIMENPITEIKSI.....	32

1 LYHENTEET JA TERMIT

Seuraavassa selitetään opinnäytetyössä käytetyt lyhenteet ja termit.

SW- käärintä on kokoonpanon ja paiston välissä sijaitseva työpiste, jossa ristikudosrakenteiset rengasaihiot saavat kulutus pintakumin. Kulutus pinta kääritään profiilinauhasta rengas-aihion pintaan.

Strip winding-koneikko sisältää ekstruuderin, rullamuotoilijan, jäähdytysrummun, nauharadan, käärintäpään eli applikaattorin ja kaksi käärintäasemaa.

Ekstruuderi on koneikko johon kuuluu syöttölaite ja ruuvi. Syöttölaitteella syötetään sekoituslevyä ruuviin, joka lämmittää ja muovaa sekoituslevyn muotoilutelojen läpi profiilinauhaksi. profiilinauhalla kääritään kulutus pintaprofiili rengas-aihioon.

HA- maali on liuotinainepohjainen suoja-aine jolla parannetaan kumin juoksevuuutta paistoprosessin aikana.

Mörjä on jatkosliimaa, jota käytetään tarttuvuuden parantamiseen sivupintakomponentin jatkoskohdissa.

Applikaattori on strip winding koneikon osa jolla käärintä nauha ohjataan rengas-aihion pintaan. käärintäpää eli applikaattori on kääntyvä, käännön maksimikulma on 45°.

Välivarasto on kokoonpanon ja SW-käärinnän välissä kattokiskorata, jossa rengasaihio säilytetään ennen pintaprofiilin käärintää.

Inneri on renkaan sisäkerroskumi, tubeless- renkaassa inneri on valmistettu ilmaa pitävästä materiaalista.

Tubeless- rengas on sisärenkaaton rengas, TT, eli tube tybe rengas on sisärenkaallinen rengas.

Sivupintakomponentti on erillinen komponentti joka muodostuu enimmillään kolmesta eri sekoituksesta. Sivupintakomponentit ajetaan LT-35 koneikolla keloille ja kuljetaan kokoonpanoon.

Koordi on kumitettua runkolankaa joka on ajettu kalanteroimalla levyksi.

Kalanteri on tela jolla runkolankojen päälle muotoillaan kumitus.

Rolleri on koneikko jossa valmistetaan sisäkerroskumilevyt ajamalla ekstruuderin läpi haluttua sisäkerroskumisekoitusta joka telojen välissä muotoillaan levyiksi.

Kerrosryhmärisaus on kokoonpanokoneella tehtävä työvaihe jossa poistetaan ilma runkokerrosten välistä painamalla erillisillä lautasrissoilla rengas-aihion eri kerrokset toisiinsa.

2 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan vaadittavia muutoksia nyky menetelmään sekä koneisiin, jotta ristikudosrakenteisten metsäkoneidenrenkaiden valmistuksessa voidaan erillinen sivupintakomponentti korvata SW-käärinnällä. Uudella menetelmällä voidaan kokoonpanosta siirtää yksi työvaihe seuraavaan työpisteeseen, kulutuspinnan käärintään.

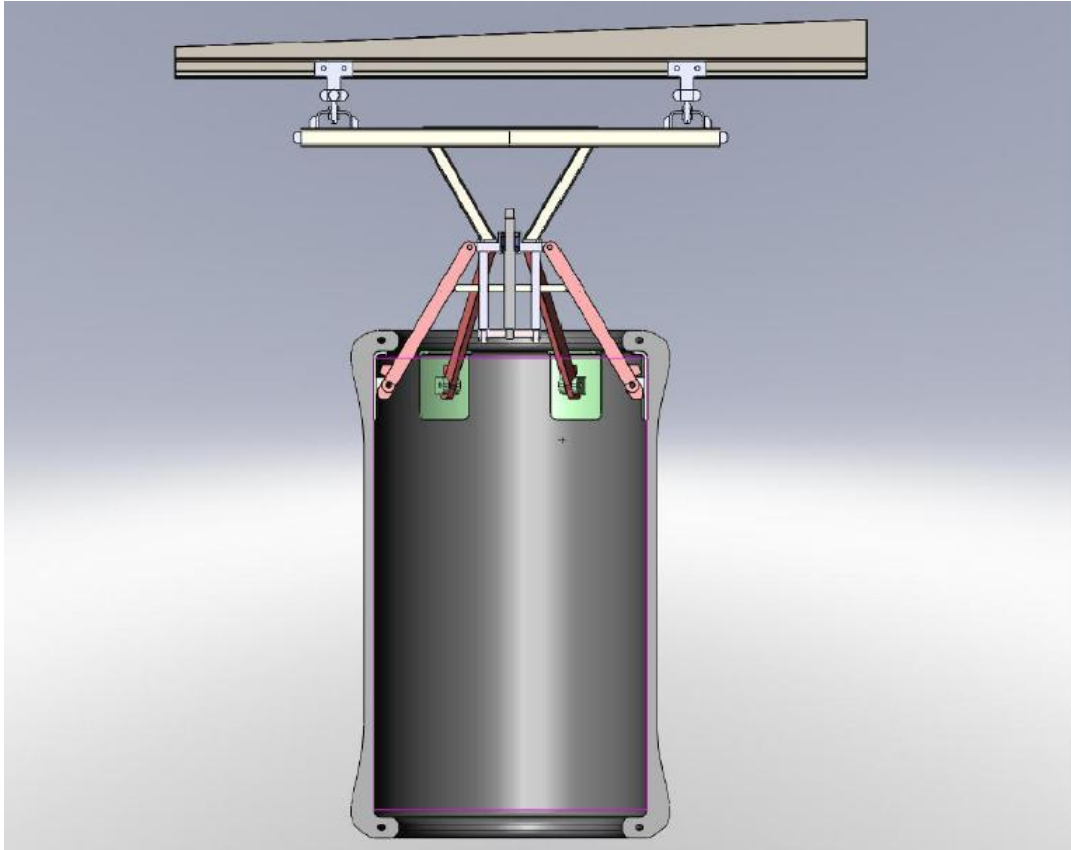
SW-käärintäkoneella (stripwinding) kääritään nyky menetelmällä metsäkoneenrenkaan kulutus pinta. SW- käärinnässä pintaprofiili ajetaan rengasaihion päälle 74 mm leveästä ja 5 mm vahvasta profiilinauhasta applikaattorilla. Metsäkoneenrenkaan kulutus pinta ajetaan 2-4 kerroksena, pinnan vahvuudesta riippuen. SW-käärintäkone on PC- ohjattu, Siemensin S-7 logiikalla varustettu automaattinen yksikkö, jossa operaattori ensin punnitsee vaa'alla rengasaihion ja sen jälkeen asettaa rengasaihion käärintärummulle ja valitsee rengaskohtaisen käärintäohjelman logiikan muistista. Rengaskohtainen pinta-profiili E035 kumisekoitusta ajetaan metsäkoneenrenkaanaihion pintaan. Käärinnän jälkeen valmis rengasaihio siirretään vaa'alle ja punnitaan kokonaispaino. Tällä hallitaan prosessin laaduntuottokykyä, jokaisesta käärintäsarjasta punnitaan ensimmäinen rengasaihio. Renkaan pinnanpainon vaihtelu saa olla ± 2.5 % tavoitepainosta.

Ensimmäinen vaihe käärintälaitteen kehityksessä oli vanhan tasokäärinnän muuttaminen profiilikäärinnäksi. Profiilikäärinnässä applikaattoripää kääntyy pinnan vahvuuden muutoksen funktion mukaan kulmaan, siten että applikaattori on koko käärinnän ajan kohtisuorassa käärittävää nauhaa vasten. Tämä muutos toteutettiin jo kesällä 2009, ja otettiin käyttöön vahvojen satama ja kaivosrenkaiden käärinnässä. Kääntyvän käärintäpään muutostyönä toteutettiin mekaaniset muutokset koneeseen. Kääntyvä applikaattoripää asennettiin kääntöpöytään, jota käärintäohjelma ohjaa pinnan halkaisijan muutoksen funktiona. Samalla toteutettiin logiikkamuutos jossa käärintäohjelmaan luotiin pa-

rametrit halkaisijalaskentaa ja kääntöpöydän ohjaamista varten. Satama ja kaivosrenkaiden kulutuspinna vahvuus on jopa yli 200 mm vahva ja se muodostuu jopa 13. kerroksesta. Tällä kääntyvällä käärintäpäällä saavutettiin parempi käärintäprofiilin hallinta kuin vanhalla tasokäärinnällä, jossa käärintäpää ei ollut kääntyvä. Parempi profiilin hallinta koostuu nauhan vakiokireydestä ja applikaattorin jousirissojen kohtisuorasta kohdistamisesta käärintänauhaan. Kääntyvän käärintäpään käyttökokemukset antoivat uskoa mahdollisuuteen kääriä myös sivupinta-alue käärintäkoneella.

Sivupinnankäärinnän tekee haasteelliseksi sivupinnan kääntyminen tasolta – suuntaan, aihion jalka-alueelle, jolloin käärintäpään applikaattorin kääntökulma sekä sivuttaissiirto on kyettävä hallitsemaan nykyohjelmointia tarkemmin. Sivupinta-alue kääntyy säteittäisesti rengas-aihion päässä alaspäin aina renkaan jalka-alueelle saakka. Tähän sivupinnan käärintään jouduttiin valmistamaan oma taulukko jota logiikka sivupinta-alueella käyttää käärinän ohjaukseen. Logiikka vaati paljon muutoksia (toteutus Ketema Oy). Tämän lisäksi käärintäpää oli varustettava mekaanisilla rajoilla, jotta mahdollisessa virhetilanteessa käärintä pysähtyy eikä riko käärintäpää tai rengas-aihiota.

Toinen vaadittava muutos oli rengasaihioiden välivarastointi. Nyky menetelmässä kokoonpanokoneella valmistetut rengasaihiot ripustetaan ahiokoukkuihin vaaka-asentoon ja kuljetetaan kattorataa pitkin välivarastoon. Välivarastosta käärijä siirtää rengasaihion SW-käärintäkoneelle ja ottaa rengasaihion siirtovaunuun, jolla rengasaihio siirretään nostimelta aihiova'alle. Punnituksen jälkeen rengasaihio siirretään käärintäaseman rummulle. Nyky menetelmässä käytettävät ahiokoukut aiheuttavat rengasaihion kaapelialueen painumisen soikeiksi, jolloin sivupinta-alueen käärintä ei ole mahdollinen. Sivupinnan käärintämenetelmä vaatii että kaapelialue säilyy mahdollisimman pyöreässä muodossa, jotta tälle alueelle voidaan ohjelmallisesti kääriä nauhasta kumikerroksia. Tähän haettiin ratkaisua välivarastoinnin muutoksella. Rengasaihiot välivarastoidaan pystyasennossa rengas-aihion sisäpinnasta sekä kaapelin alta. (kuvio 1)



Kuvio 1. pystymallinen aihioripustin

Näiden suunnitelmien mukaan aloitettiin toteutus talvella 2011. Ensimmäisessä vaiheessa suunniteltiin ohjelmamuutokset yhdessä Ketema Oy:n kanssa tammi-helmikuussa. Käärintäpään applikaattorin rajojen suunnittelu ja toteutus tehtiin maaliskuussa 2011. Rengasaihion välivarastoinnin suunnittelu ja uuden rengasaihioripustuksen prototyypin suunnittelu tehtiin maaliskuussa 2011. Varsinaiset muutostyöt logiikan ohjaukseen ja testaaminen päästiin tekemään kesäkuussa 2011. Ensimmäiset testirenkaat saatiin valmiiksi juuri ennen kesälomia ja syksyllä 2011 on tarkoitus valmistaa lyhyt koesarja metsäkoneenrenkaita, joissa sivupintakomponentti on korvattu SW- käärintäpöydällä.

3 NOKIAN RENKAAT OYJ

Nokian Renkaat keskittyy tuotteisiin ja palveluihin, jotka helpottavat ihmisten turvallista liikkumista pohjoisissa olosuhteissa. Renkaita henkilö- ja kuorma-autoihin sekä raskaisiin työkoneisiin markkinoidaan alueilla, joissa on vaativat ajo-olosuhteet. Yhtiön liikevaihto vuonna 2009 oli 798,5 miljoonaa euroa ja henkilöstömäärä noin 3 300. Nokian Renkaiden osake on listattu NASDAQ OMX:iin Helsingissä. /1/

3.1 Historia

Yrityksen historia on pitkä. Jo vuonna 1898 perustettiin Suomen Gummitehdas Osakeyhtiö. Nokian tehdas perustettiin 1904 ja vuonna 1925 alkoi polkupyöränrengastuotanto. Henkilöautorenkaiden tuotanto alkoi vuonna 1932 ja siitä neljän vuoden kuluttua vuonna 1936 valmistui ensimmäinen Hakkapeliitta-rengas. Kehitys jatkui vuosien varrella ja vuonna 1995 Nokia Renkaista tuli Nokian Renkaat Oy. Samanaikaisesti yritys listautui Helsingin Arvopaperipörssiin. Vuonna 2005 käynnistettiin toinen tehdas Venäjällä. Myyntiyhtiöt perustettiin Ukrainaan vuonna 2006 sekä Kazakstaniin vuonna 2007. /1/



Kuvio 2. Tehdas Nokialla, Suomessa



Kuvio 3. Tehdas Vsevolozhskissa, Venäjällä.

3.2 Nykypäivä

Nokian Renkaiden tuotevalikoimaan kuuluu asiakkaille ja kuluttajille lisäarvoa tuottavat tuotteet, joiden kehitystyö perustuu vaativien pohjoisten olojen tuntemukseen ja erikoisosaamiseen: talvirenkaat, SUV-renkaat, metsäkone- ja metsätraktoreiden renkaat, kuorma-autojen ja bussien talvirenkaat. /1/

Omat tuotantolaitokset sijaitsevat Suomessa Nokialla sekä Venäjällä Vsevolozhskissa. Sopimusvalmistusta on Indonesiassa, Kiinassa, Slovakiassa, Espanjassa, Intiassa ja USA:ssa. Omat myyntiyhtiöt ovat Ruotsissa, Norjassa, Saksassa, Sveitsissä, Venäjällä, Ukrainassa, Kazakstanissa, Tšekin tasavallassa ja USA:ssa. Muissa maissa toimivat itsenäiset maahantuojat. Yrityksellä on myös Vianor-rengasketju, jolla on yhteensä yli 800 myyntipistettä 15 eri maassa. /1/

Päämarkkina-alueina ovat alueet, joissa on pohjoisen olojen kaltaiset olosuhteet: alueet joilla on lunta, metsää sekä vuodenaikojen aiheuttamat ankarat ja vaihtelevat sää- ja käyttöolosuhteet. /1/

Asiakasryhmät koostuvat jakeluportaasta, joka on sitoutunut pitkäaikaisiin sopimuksiin, Vianor-partnereista ja maahantuojista, tuotekehitysyhteistyötä tekevästä ensiasennusasiakkaista sekä renkaiden loppukäyttäjistä. /1/

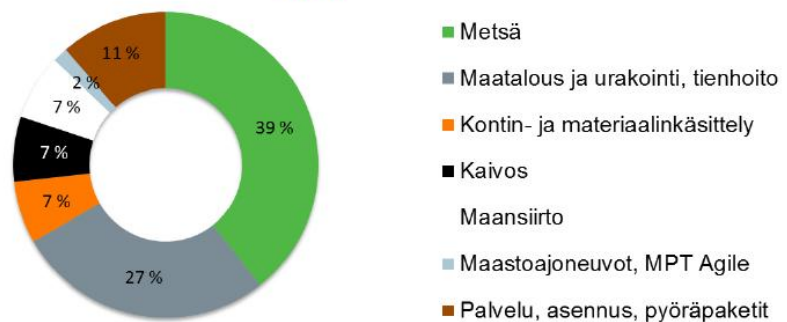
3.3 Nokian Raskaat Renkaat

Erikoisrenkaiden edelläkävijä

Nokian Raskaat Renkaat Oy on korkealaatuisten erikoisrenkaiden valmistaja ja palveluntarjoaja sekä osa Nokian Renkaat Oyj – konsernia. Tuotteiden ainutlaatuisuus syntyy äärimmäisten käyttöolosuhteiden tuntemisesta ja luonnon kunnioittamisesta./1/

Pääsovellusalueita ovat; metsä, kontin- ja materiaalinkäsittely, maanalaiset kaivokset ja tunnelointi, maatalous ja urakointi sekä maansiirto ja tienhoito. Näiden sovellusalueiden myynti osuudet on esitetty kuviossa 4.

**Raskaiden Renkaiden myynti tuoteryhmittäin
2010**



Kuvio 4. Myyntiosuudet tuoteryhmittäin.

Metsäkonerenkaiden valmistus oli vuonna 2010 39 % koko Raskaiden Renkaiden valmistuksesta. Tästä osuudesta suurin osa tulee edelleenkin ristikudosrakenteisista metsäkoneen renkaista. Tulevaisuudessa työkoneidenrenkaiden kehitys on suunnattu enenevässä määrin radial-rakenteisiin renkaisiin myös metsäkonerenkaissa. Uusi tuoteperhe Forest Rider on kasvava radial- rakenteinen metsäkoneenrenkas, mutta edelleenkin valmistuksesta suuri osa on ristikudosrenkaita. /1/

Metsäkonerenkaat

- Vuosikymmenten kokemus kehitystyöstä
- Harvestereiden ja kuormaa kantavien metsäkoneiden valmistajien päätoimittaja (mm. John Deere, Komatsu, Ponsse, Logset)
- Myydään kaikkialla missä puunkorjuu on ammattimaista
- Tavaralajimenetelmän- ja kokopuumenetelmän koneisiin, erikoisrenkaat myös metsätraktoreihin

Tavaralajimenetelmän koneet



Nokian Forest Rider

Ajomukavuutta ja vastustamatonta vetokykyä

Nokian Forest King F

Vanikka ja vakaa vaativassakin metsäkäytössä

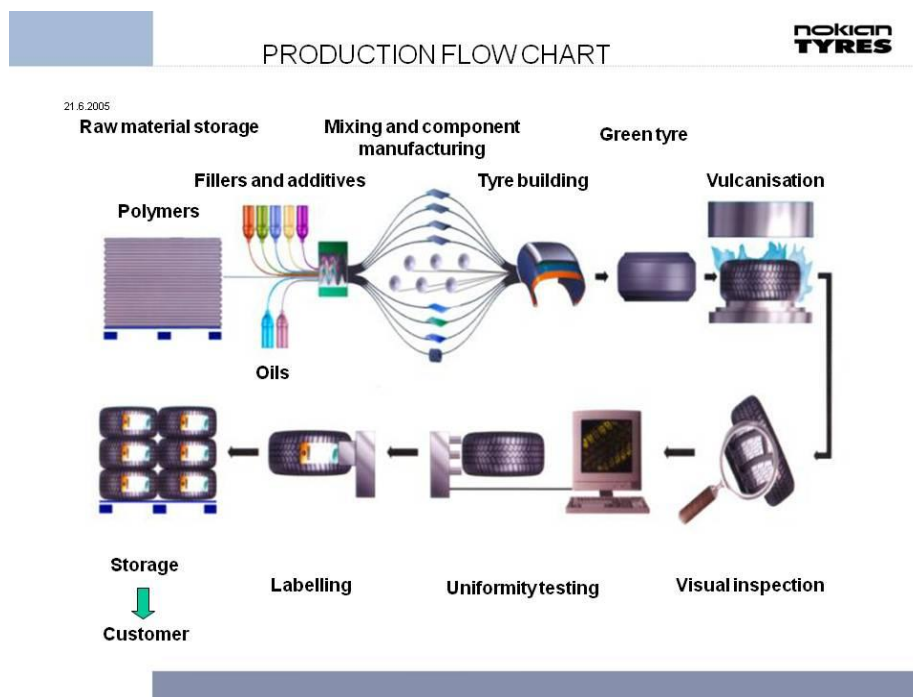


Kuvio 5 metsäkoneenrenkaat

4 RENKAAN VALMISTUS

Renkaan valmistus on pitkä prosessi, joka alkaa aina materiaalin hankinnasta valmiiseen tuotteeseen. Renkaan pääraaka-aineet ovat luonnonkumi, synteettinen kumi, noki ja öljy. Sekoitusvaiheessa raaka-aineet sekoitetaan ja kuumennetaan noin 120 asteen lämpötilassa. Sekoitukset käytetään sellaisten komponenttien kuin kaapelin, tekstiilin ja teräsvöiden kumittamiseen. /1/

Rengas valmistetaan 10–30 komponentista. Valtaosa komponenteista on erilaisia vahvi-keosia. Renkaantekijät kokoavat komponentit rengasaihioiksi kokoonpanokoneilla. Aihiot vulkanoidaan paistopuristimissa. Jokainen rengas tarkastetaan sekä visuaalisesti että koneellisesti. Tarkastuksen jälkeen siirretään varastoon asiakkaalle toimitusta varten. Kuviossa 1 on nähtävissä visuaalisesti renkaan valmistusprosessi. /1/



Kuvio 6: Renkaan valmistusprosessi

5 KOMPONENTTIVALMISTUS

Metsäkoneenrenkas on komposiittirakenne, joka koostuu komponenteista. Sisäkerroskumi eli inneri on sisärenkaattomassa tubeless- renkaassa valmistettu SE535 sekoituksesta, joka on ilmaa pitävä kumisekoitus. Sisärenkaallisessa tube type- renkaassa sisäkerroskumi on SE500 sekoitusta. Osa metsäkoneenrenkaista on jo sisärenkaattomia tubeless- renkaita, suurin osa ristikudosrakenteisista metsäkoneenrenkaista on kuitenkin vielä tube type- renkaita, jotka vaativat erillisen sisärenkaan.

Eri kumisekoituksia metsäkoneenrenkaan valmistuksessa käytetään seuraavasti: sisäkerroskumi SE535 tai SE500, nylonkoordien eli renkaan runkolangan kumitukseen käytetään SE333, välikerroskumina rungon ja teräspuskureiden välissä SE305, kaapelin apex on kovaa N772-kumia, reunanauhan kumitus on R801, sivupintasekoituksena käytetään SE235. Sivupintakomponentin alle ajetaan ohut filmi jonka vahvuus on 0.4 mm SE333 sekoitusta parantamaan sivupintakomponentin tarttuvuutta kokoonpanossa. Metsäkoneenrenkaan kulutuspinntasekoitus on viillonkestävää SE035 sekoitusta.

Alkuvalmistuksessa valmistetaan komponentit kokoonpanoa varten. Sekoitusosastolla valmistetaan eri sekoituslaatuja sekoituskoneella. Rikitetty sekoituserät siirretään alkuvalmistukseen koneille tarkastuksen jälkeen. Roller- koneella valmistetaan kokoonpanoa varten sisäkerros ja välikerros kumit ajamalla ekstruuderin läpi rikitetty sekoituslevy. Extruuderista läpi ajettu sekoitus lämpenee kitkan ja paineen vaikutuksesta noin 120 °C, tämä lämmin kumimassa ajetaan suokappaleen läpi muotoiluteloille, jossa massa muotoillaan levyksi, jonka vahvuus on 1.0 mm – 2.7 mm, ja leveys 700 mm – 950 mm. Kumilevyt kelataan kasetteihin ja käytetään joko sellaisenaan tai valmistetaan levyistä liittämällä leveämpiä, aina 1850 mm leveitä sisäkerros / välikerroskumeja. Tubeless-renkaissa SE535 ilmaa pitävään sisäkerroskumiin liitetään kapeampi SE500 sekoitusta oleva insulation, joka toimii renkaan rungon ja tubeless- kumin välissä välikerros-

kumina. Valmiit reseptin mukaiset kumilevyt kelataan kasetteihin ja kuljetetaan kokoonpanoon.

Ristikudosrakenteisen renkaan varsinaisen rungon muodostavat nylonkoordilangat, jotka asetetaan nimensä mukaisesti ristiin halutussa kulmassa toisiinsa nähden kokoonpanokoneen rummulla, jolloin eri kerrosten ristikkäinen rakenne muodostaa renkaan varsinaisen rungon. Nylonkoordilangat kumitetaan kalanterilla SE333 kumisekoituksella. Koordilangat ajetaan suorassa telojen läpi yhdessä kumisekoituksen kanssa, jolloin lankojen ympärille saadaan haluttu kerros kumia. Kalanterilla valmiit kumitetut nylonkoordit ajetaan isoon raakaan pakkaan, jossa langat kulkevat suoraan levyn suuntaisina. Raakapakka kuljetetaan leikkureille LK-47 ja LK-92, jossa raakapakasta leikataan reseptin mukaiseen kulmaan ja leveyteen levyjä jotka liitetään yhteen ja ajetaan leikkurin jälkeen kasettiin. Raakapakassa kumitettu nylonlanka on suorassa kulmassa, leikkurilla tästä pakasta leikataan levyjä jossa lanka on halutussa eli renkaan rakenteen mukaisessa kulmassa. Näin leikatut levyt liitetään yhteen, jolloin saadaan aikaiseksi pakka kumitettua nylonlankaa eli koordia jossa langat kulkevat halutussa kulmassa ja levyn leveys on renkaan rakenteen mukainen. Leikkuukulmat ovat ristikudosrakenteissa aina 49° - 66° , kun taas radial- rakenteitten koordin leikkuukulmat ovat aina 88° . Leikkuun jälkeen valmis kasetti varustetaan saatelapulla, jossa on koordilaatu, leikkuuleveys ja leikkuukulma sekä komponentin valmistuspäivämäärä. Valmis pakka kuljetetaan kokoonpanoon ja ohjataan sille kokoonpanokoneelle jossa valmistetaan tuotetta johon kyseisellä koordilla ja leikkuukulmalla sekä leveydellä olevaa runkokoordia käytetään. Tuotteiden rakenteet on merkitty resepteihin, reseptistä löytyvät tiedot mm. renkaan rakenne, kokoonpanorummun leveys ja halkaisija, koordilaatu sekä koordin leikkuuleveys ja kulma.

Sivupintakomponentit valmistetaan LT-35 koneella, jossa haluttu sivupintasekoitus ajetaan ekstruuderin ja suokappaleen läpi. Suokappaleessa muotorauta antaa sivupinnalle oikean profiilin. Samalla sivupintakomponenttiin voidaan liittää toisesta ekstruuderista aluskumi SE 333 tai Clinch, eli kova kumi SE 802. Valmiit sivupintakomponentit jäädytetään radalla ja kelataan sivupintakeloille. Sivupintaketat viedään kokoonpanoon.

Kaapelin valmistus tapahtuu kaapelikoneella, jossa teräslangat kumitetaan SE XXX ajamalla langat ja ekstruuderilta tuleva kumi muotoiluraudan läpi. Tämän jälkeen kumi-

tetut kaapelilangat kierretään kehän päälle. Tällä määrätään kaapelin halkaisija. Reseptin mukainen määrä lankakerroksia sekä leveys ja korkeussuunnassa ajetaan kehälle ja liitetään yhteen. Näin valmistetut kaapeliytimet asetetaan telineeseen ja siirretään apexin liituskoneelle, jossa kaapelin yläpuolelle liitetään kovaa sekoitusta oleva kolmioliuska, eli apex. Apexin liittämisen jälkeen kaapelin päälle vedetään kaapelisuoja, joka on kumitettua koordia. Valmiit kaapelit asetetaan telineisiin ja viedään kokoonpanoon.

Teräskoordi kumitetaan kalanterissa, jossa teräslangat ajetaan yhdessä halutun kumisekoituksen kanssa telojen läpi, ja näin saadaan tarvittava kerrosvahvuus kumia teräslankojen päälle. Valmiit teräskoordilevyt ajetaan pakkaan ja kuljetetaan teräслеikkurille, jossa teräskoordit leikataan haluttuun kulmaan ja leveyteen sekä liitetään. Teräskoordia käytetään Radial- renkaiden teräsvöihin sekä ristikudosrenkaiden teräspistosuojiiin. valmiit, reseptin mukaiseen kulmaan leikatut teräskoordit ajetaan pakkaan ja kuljetetaan kokoonpanoon.

Eri komponenttien valmistus tuotantoprosessissa vaatii tarkkaa ajoitusta kokoonpano-ohjelman mukaan, sillä valmiiden komponenttien säilyvyys on rajallinen. Raakakumin tarttuvuus heikkenee pitkässä säilytyksessä, sekoituksen sisältämien suoja-aineiden ja rikin noustessa sekoituksen pintaan. Komponenttien käyttöaika valmistuksesta kokoonpanoon on kaksi viikkoa. Valmiit komponentit vaativat myös huomattavan paljon tilaa säilytykseen, jolloin tuotannonohjaus on oltava erityisen huolellista, jotta häiriötön tuotanto saadaan aikaan. Kokoonpanossa valmistetaan sarjatuotantona eri renkaita, joissa käytetään eri komponentteja ja yhdenkin komponentin puuttuminen aiheuttaa koneella seisakin.



Kuvio 7, kokoonpanossa käytettäviä sivupintakeloja.



Kuvio.8, sivupintakelan saatelappu

6 RISTIKUDOS RAKENTEISEN METSAKONERENKAAN KOKOONPANO

Ristikudosrenkaan kokoonpano aloitetaan valmistamalla taskukoneella (POCKET) runkokoorditaskuja, jossa valmistettavan renkaan rungosta riippuen on kahdesta neljään runkokoordikerrosta liitettynä haluttuun kehämittaan ja halutulla porrastuksella toisiinsa nähden. Kehämitta on kokoonpanorummun kehämitta – 8 %, näin saadaan taskuun haluttu kireys. Alimpaan, eli ensimmäiseen taskuun liitetään myös sisäkerroskumi. Päällimmäiseen taskuun liitetään reunanauha taskun päähän. Valmiit reseptin mukaiset taskut nostetaan telineisiin ja siirretään kokoonpanokoneelle. Kokoonpanokoneella ensimmäinen tasku nostetaan applikaattorin päälle ja applikaattorilla tasku ajetaan kokoonpanorummun päälle keskeisesti rumpuun nähden.

Ensimmäisen taskun päät käännetään kokoonpanorummulla alas ja tasku rissataan rummulla, koneellinen rissaus poistaa kerrosten väliin jääneen ilman. Kaapelit lyödään kaapelinohjaimilla rummun päätyyn ja rissataan kaapelit kiinni taskuun. Käänteet nostetaan ylös, jolloin kaapeli jää koordikerrosten sisään pussiin. Käänteiden rissaus ylös tapahtuu koneellisesti. Kun ensimmäisen taskun liepeet on käännetty ylös ja rissattu lisätään ensimmäisen taskun päälle kynttilää (steariinia), joka toimii liukasteena seuraavan taskun päälle applikoinnissa.

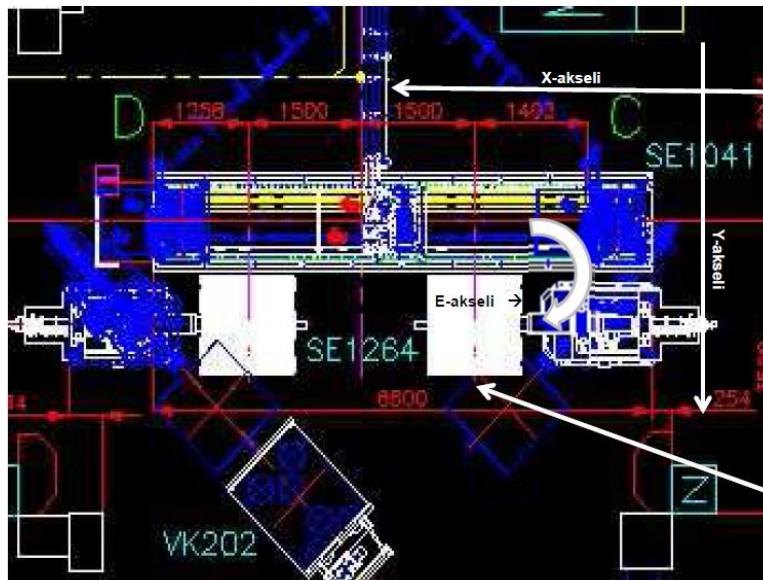
Toinen tasku asetetaan applikaattorin päälle ja ajetaan rummulle kuten ensimmäinen tasku. Taskun päät käännetään alas ja rissataan koneellisesti. Päällimmäisen taskun käänteet menevät yksikaapelisessa rakenteessa (metsäkoneenrenkas), kaapelin alle. Taskun päähän asetetut reunanauhat kääntyvät taskun mukana kaapelin alle. Taskun päälle vedetään tornista välikerroskumi ja teräpuskurit. Teräpuskurit asetetaan asetusvalojen mukaan keskelle aihiota siten että puskuroiden kulmat ovat toisiinsa nähden ristissä. Kerrosryhmäriissauksella poistetaan koneellisesti eri komponenttien väliin jää-

nyt ilma. Kerrosryhmäriissauksen koneajan aikana leikataan annostelijalla määrämittäinen sivupintakomponentti ja mörjätään, eli levitetään sivupintakomponentin liitoskohtiin jatkosliimaa eli mörjää. Sivupintakomponentti asetetaan aihion päätyyn merkkivälön mukaan. Sivupintakomponentissa on asetusta varten merkkiviiva, joka asetetaan kokoonpanokoneen laser- valon osoittamaan kotaan aihion päätyyn. Sivupintakomponentti liitetään käsin, ja rissataan aihion päätyyn koneellisesti. Valmis aihio siirretään tämän jälkeen kokoonpanorummulta kattokiskoon odottamaan pinnankäärintää SW:llä.

Sivupintakomponenttien asetus aika on koko kokoonpanoajasta noin 20 %, joten komponentin siirto SW:lle toisi 20 % suuremman tuoton kokoonpanosta.

6.1 SW- käärintä

SW-2 käärintäasemat C ja D



- X-akseli sivuttaisliike
- Y-akseli käärintäpään säteittäisliike
- E-akseli, käärintäpään käntökulma 0 – 45 °
- Käärintärumpu

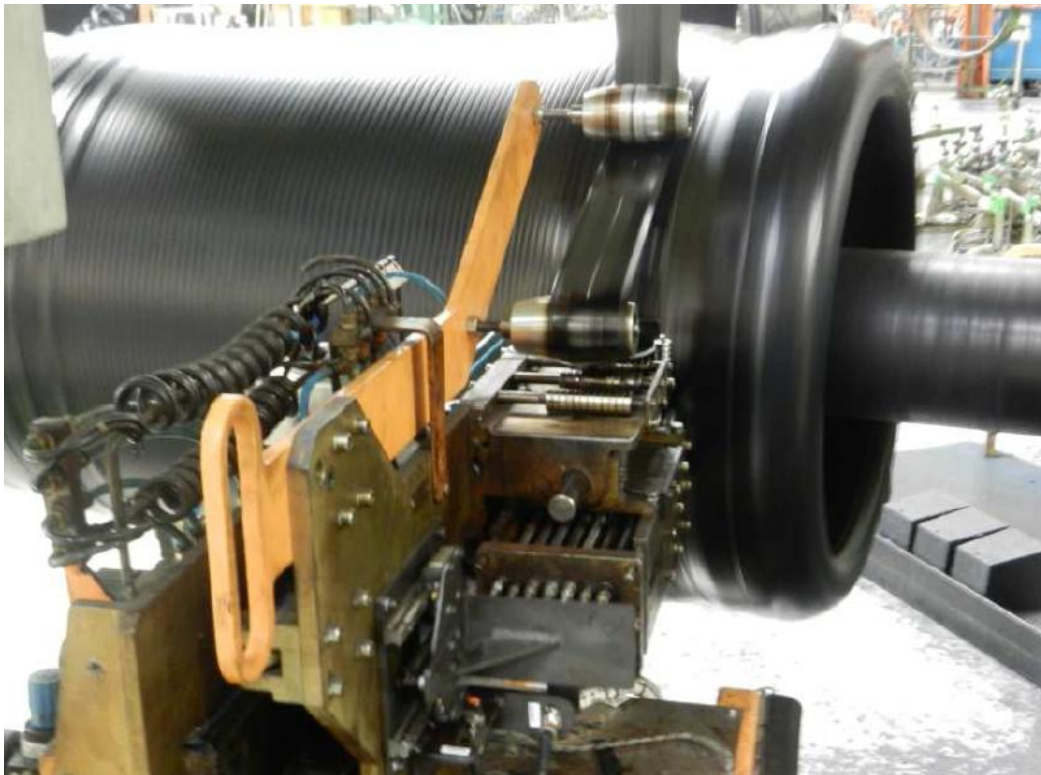
Kuvio 9, käärintäasemat C ja D



Kuvio 10, SW-2 asemat C ja D



Kuvio 11, profiilikäärintä

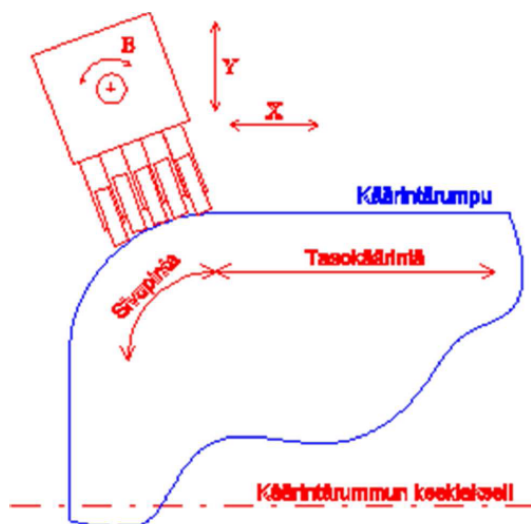


Kuvio 12, SW- käärintäkoneen applikaattori ja aihio



Kuvio 13, SW- käärintäkoneikon rullamuotoilija eli rollaformeri ja nauhan leveydensäätökamera

SP-käärinnän akselit



- **X** = käärintärummun keskiakselin suuntainen liike (lautta)
- **Y** = rummun säteen suuntainen akseli (halkaisija-akseli)
- **E** = käärintäpään kääntö (kulma)

Kuvio 14, sivupinnankäärinnän akselit /2/



Kuvio 15, kääntyvä käärintäpää

6.2 Metsäkoneenrenkaan kulutuspinta

Metsäkoneenrenkaan kulutuspinta valmistetaan viillonkestävästä E035 kumisekoituksesta. Metsäkoneita käytetään haastavissa olosuhteissa kivisissä ja louhikkoisissa metsissä, jossa maasto ja kannot aiheuttavat renkasiin kohdistuvia erilaisia viilto ja pistovoimia. Kulutuspintasekoitusta on Nokian Raskailla Renkailla kehitetty jo vuosia kestämään paremmin raskaitten koneiden ja maaston aiheuttamat viiltovauriot. E035 sekoitus toimii erityisen hyvin tela ja ketjukäytössä, pintasekoitus on kulutuskestävää ja renkaiden pintamallit taas säästävät metsänpohjaa. Pintamallit metsäkoneenrenkasiin on kehitetty sellaisiksi että ne toimivat hyvin yhdessä telavalmistajien telojen kanssa ja jotta raskaan metsäkoneen aiheuttama pintapaine jakautuisi mahdollisimman laajalle alalle. Erityisesti Radial-rakenteinen metsäkoneen rengas on vetokyvyltään ja puhdistuvuudeltaan hyvä juuri alhaisen pintapaineensa ansiosta.

Ristikudosrakenteiset metsäkoneenrenkaat ovat rungoltaan lujia ja pinnaltaan kulutus ja viillonkestäviä, juuri E035 sekoituksen ansiosta.



Kuvio 16, 8 -pyöräinen kuormaa kantava kone /1/

7 LAATU

C1 viat = sivupintavika tarkoittaa juoksuvikaa renkaan sivupinnassa paiston jälkeen. Vika on korjattavissa priimarenkaaksi hiomalla vika kohta auki ja korjaamalla ulkonäkövirhe renkaasta. Korjaus tehdään paistamalla auki hiottuun kohtaan korjauskumista, joka on 100 % luonnonkumia, paikka renkaan kylkeen. Paiston jälkeen paikattu kohta hiotaan ja viimeistellään virheettömäksi. Korjaus on ammattitaitoa vaativaa ja hidasta työtä jo valmiiseen renkaaseen, joten kaikki keinot joilla ulkonäkövirheitä valmiissa tuotteissa voidaan vähentää vaikuttavat suoraan tuottavuuteen ja asiakastytyväisyyteen.

Juoksuvika aiheutuu useimmin sivupinta-alueelle sivupintakomponentin irtoamasta tai rypystä sivupinnassa. Sivupintakomponentti joudutaan valmistuksessa ajamaan keloille ja säilyttämään keloilla useita viikkoja, johtuen materiaalivirrasta kokoonpanon ja komponenttivalmistuksen välillä. Säilytyksen aikana sivupintakomponentin pintaan nousee kumin suoja-aineita. Tämä vanheneminen vaikuttaa sivupintakomponentin juoksevuu-teen paistoprosessina aikana ja herkistää tuotteen sivupintavioille.

Sivupintaviat ovat yksi kolmesta yleisimmästä korjaamista vaativista vioista metsäkoneenrenkaan valmistuksessa.

Kun sivupinta kääritään suoraan aihion reunaan SW:llä, ei kumin vanhenemista kelalla tapahdu. Koerenkaissa jotka valmistettiin käärimällä sivupinnat, ei juoksuvikaa sivupinnassa esiintynyt lainkaan.

7.1 Renkaan korjaus

Paiston jälkeen tarkastaja määrittelee visuaalisen laadun ja merkitsee viat renkaaseen liidulla. Tarkastuksesta korjattaviksi merkityt renkaat menevät ”klinikalle”, jossa juoksuviat korjataan ja rengas viimeistellään priimaksi. Klinikalla korjataan renkaita 10–16 kpl/8 tuntia/ 1 mies, jolloin korjattavan renkaan kustannuksiksi saadaan noin X € /kpl

Esimerkkituotteen valmistusmäärät olivat vuonna 2010.

Valmistus määrä	korjattavia	sivupintavikaisia C1 viat kpl
X kpl	X kpl	X kpl

Sivupintavikojen vuoksi korjattavia oli 2,6 % koko valmistuksesta.

Esimerkkituotteen valmistusmäärät vuonna 2011 (1.1.2011–4.11.2011)

Valmistusmäärä	korjattavia	sivupintavikaisia C1 viat kpl
X kpl	X kpl	X kpl

Sivupintavikojen vuoksi korjattavia oli 1,34 % koko valmistuksesta.

8 KUSTANNUSVAIKUTUKSET

Sivupintakomponentin korvaaminen SW-käärinnällä, vaikutus kokoonpanokoneen normiin lasketaan kellotuksen mukaan. Kellotuksessa saatiin sivupintakomponentin työvaiheen ajaksi 2.7 min / aihio, sekä sivupintakelan vaihto 1/ 8 h 5 min. Tämä tulos antaa kokoonpanokoneen tuotoksi seuraavan tuloksen.

Aihio jossa ei sivupintoja:

Kokoonpanonormi/8 tuntia = X rengasta

Aihio jossa sivupinnat on asetettu kokoonpanokoneella:

Kokoonpanonormi/8 tuntia = X rengasta.

Normitaso uudella menetelmällä nosti kokoonpanon kapasiteettia 16 %. Normitason muutoksen vaikutus muuttuviin kustannuksiin käsitellään seuraavassa. Renkaan muuttuvat kustannukset ovat purettuina liitteessä (liite 1), suurin yksittäinen vaikutus kustannuksiin on kokoonpanon normi eli montako kappaletta työvuoron aikana rengas-aihoita saadaan ulos yhdestä kokoonpanokoneesta. Tämä muutos oli merkittävä. Toinen vähemmän merkittävä muutos oli sivupintakomponentin valmistuksesta aiheutuvat kustannukset LT-35 koneelta. SW- käärintäkoneelle aiheutuva lisätyö sivupinnan käärinnästä ei ole merkittävä lisä kustannuksiin, sillä sivupinnan käärintä yhdistetään kulutuspinnan käärintään jolloin samalla asetuksella saadaan käärittyä molemmat pinnat rengas-aihioon. SW- käärintäkoneen lisätyö voidaan siis laskea suoraan sivupintakumin käärinnän lisäyksenä käärintäaikaan. SW- käärintäkoneen tuotto on 15 kg/min ja sivupintojen osuus on käsiteltävänä olevassa tuotteessa n. 7 kg / sivupinta, eli yhden rengasaihion käärintään kuluva aika lisääntyy $(2 \times 7 \text{ kg}) / (15 \text{ kg} / 60 \text{ s}) = 56 \text{ s}$. Tämä aika on koneaika, jolloin operaattori suorittaa muita töitä. Saatava hyöty on kaikista muuttuvista kustannuksista noin 1.5 %, joka euroiksi muutettuna on noin X € vähennys muuttuviin kustannuksiin.

Toinen myös erittäin merkittävä hyöty saadaan kokoonpanon kapasiteetin nousun myötä lisämyynnistä, laskelma liitteenä (liite 2).

SW- käärintä vaihe aika ilman sivupintaa käärittävä aihio lasketaan SW:n ekstruuderin tuotolla 15 kg/ min.

Aihio ilman sivupintoja:

Käärintäpaine	käärintäaika
99,4 kg	6,63 min

Aihio jossa sivupinnat on asetettu kokoonpanokoneella:

Käärintäpaine	käärintäaika
113,4 kg	7,56 min

SW- käärintä vaihe aika sivupinnan käärintällä lisääntyy 56 s/ 1 käärittävä rengas- aihio verrattuna pelkän kulutuspinnan käärintäaikaan. Käärintäaika on koneaikka jolloin operaattori suorittaa muita tehtäviä, kuten toisen käärintäaseman valmistelua ja aihioiden hakua väliavarastosta.

9 YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Renkaan valmistuksessa käytettävät kemikaalit ja liuotinaineet ovat ympäristömyrkkyyä. Nokian Renkaat on ensimmäisenä rengasvalmistajana maailmassa luopunut korkea-aromaattisten öljyjen käytöstä renkaiden valmistuksessa ja tavoitteena on vähentää liuotinaineiden käyttöä koneita ja menetelmiä kehittäen, jotta asteittain voidaan kokonaan luopua VOC-päästöjä aiheuttavien aineiden käytöstä. Nokian Renkailla on DNV:n ympäristösertifikaatti. Henkilöautonrenkaan valmistuksessa erilaisten jatkosliimojen ja teollisuusalkoholin ja bensiinin käytöstä on jo luovuttu. Tämän on mahdollistanut laite ja menetelmäkehitys, nykyisillä automaattikoneilla ei tartuntaa parantavia aineita jouduta enää henkilöautonrenkaan valmistuksessa käyttämään. Teollisuus ja metsäkoneiden renkaiden valmistuksessa sen sijaan joudutaan vielä turvautumaan tarttuvuutta parantaviin aineisiin ja haasteena onkin tulevaisuudessa laitekehitys joka ottaa huomioon VOC-päästöjen vähentämisen.

Metsäkoneenrenkaan valmistuksessa käytetään nyky menetelmässä liuotinaineita sisältäviä aineita, kuten sivupintojen liitoskohdassa käytettävä jatkosliima sekä käärittämisen jälkeen käytettävä HA-maali. Molemmat aineet sisältävät teollisuusbensiiniä. Uudella menetelmällä jossa sivupinnat käärittään yhdessä kulutuspinnan kanssa, ei jatkosliimaa tai HA-maalia tarvita. Jatkosliiman ja HA-maalin osuus kaikista VOC-päästöistä Nokian Raskailla Renkailla on noin 15 %, joten merkittävä vähennys saadaan aikaan myös liuotinainepäästöjen osalta.

10 PÄÄTELMIÄ

Opiskelun ja työn yhdistämisen kannalta on ensiarvoisen tärkeää että opinnytö on riittävän haastava, ja selvästi rajattavissa oleva. Selkeä tavoite ja aikataulu helpottavat työn rajaamista ja varmistavat työn valmistumisen aikataulun mukaisesti. Tämä opinnytö liittyy hyvin jokapäiväisesti varsinaiseen työhöni Nokian Raskailla Renkailla rengasteknikkona, Olen useita vuosia toteuttanut tuotteiden pinnankäärintää kyseisellä koneryhmällä ja tunnen sekä koneen että koneen ohjauksen työn kautta hyvin. Omat ajatukset kehitysideasta mahdollistuivat kääntyvän käärintäpään kautta ja näin yksi kehitysaskel johti seuraavaan.

Työn aikana erilaiset suunnitteluprosessit sekä yhteistyö ulkoisten suunnittelijoiden kanssa tulivat tutuiksi tavoiksi toimia. Useisiin matkan varrella heränneisiin kysymyksiini olen oppinut löytämään vastaukset ja ratkaisut.

Koneiden ja laitteiden sekä erityisesti menetelmien kautta on mahdollista kehittää sekä tuotetta ja parantaa tuottavuutta, kuten laskelmat esimerkiksi sivupinnan käärinnän osalta näyttävät. Samalla lopputuotteen arvo loppukäyttäjälle paranee laadun parantuessa sekä myös valmistuksen muuttuessa ympäristöystävällisemmäksi. On erityisen tärkeää kaikessa kehityksessä ottaa huomioon tarpeet suojella luontoa. Tässä työssä on mielestäni otettu huomioon molemmat tavoitteet, tuotannon kasvu ja ympäristönsuojelu.

11 EHDOTUKSIA JATKOTOIMENPITEIKSI

Aihiovälivarastointi, aihoiden varastointi kokoonpanon ja SW-käärinnän välissä on muutettava vaakariipuksesta pystymallin varastointiin, jotta aihion kaapelialue säilyy pyöreänä varastoinnin aikana (periaatekuva pystymallisesta varastointitelineestä). Aihion kaapelialueen on säilyttävä kokoonpanon jälkeen pyöreänä, jotta sivupinnan käärintä on mahdollinen.

Applikaattori, jousirissat eivät paina nauhaa alimmassa kohdassa riittävän hyvin aihiota vasten. Nauhan reunat jäävät auki. Tämän asian ratkaisu vaatii rissapään uudestaan suunnittelun.

Rummun levikepalat, käärintärumpua levitetään aihion leveyden mukaan levikepaloilla. Palojen väliin jää tyhjä tila, joka sivupintaa käärittäessä aiheuttaa applikaattoriin iskun. Tähän ratkaisuna on levikepalojen muutos yhtenäiseksi kehäksi, joka menee kasaan rummun mukana.

Yhteenvedona jatkotoimenpiteistä voidaan todeta että sivupinnankäärintä vaatii tuotannolliseksi menetelmäksi saattamiseksi vielä jonkin verran suunnittelua ja muutostöitä, mutta hyödyt ovat merkittäviä sekä kustannustehokkuus, laatu ja ympäristövaikutuksiin.

LÄHTEET

- LÄHTEET 1. NRR / PC2 kalvot/ koulutusmateriaali
2. KETEMA OY/ SW 2 Käyttöohje / Risto Hurskainen 2011
- VALOKUVAT NRR / PC2 kalvot / koulutusmateriaali
Ari Törmä
- LIITE 1: Laskelma lisämyynnin arvosta ristikudosmetsäkonerenkais-
sa/verstaspäällikkö A. Nieminen / Nokian Raskaat Renkaat
- LIITE 2: Muuttuvat kustannukset tuotteelle T445311