



MAXX- KOKOONPANOKONEEN SEURANTA JA KEHITTÄMINEN

Tomi Ojala

Opinnäytetyö
Toukokuu 2011
Kone- ja tuotantotekniikka
Kone- ja laiteautomaatio
Tampereen ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu

Kone- ja tuotantotekniikka

Kone- ja laiteautomaatio

OJALA, TOMI: Kokoonpanokoneen seuranta ja kehittäminen

Opinnäytetyö 42 s.

Toukokuu 2011

Tässä opinnäytetyössä kehitettiin Nokian Renkaat Oyj:n uuden kokoonpanokoneen seurantaa, tutkittiin useimmin toistuvia häiriötilanteita sekä esitettiin kehitystoimenpiteitä. Kehityksen tavoitteena oli parantaa koneen luotettavuutta ja nostaa tuotantomääriä sekä vähentää koneella työskentelevän henkilön kuormitusta.

Seurantaan valittiin kolmenlaisia häiriöitä. Häiriöt ryhmiteltiin keston, esiintymistiheyden sekä tarpeettomien ilmoitusten perusteella. Tiedot häiriöistä saatiin käyttäjien haastattelujen perusteella, selaamalla vuororaportteja, käymällä kunnossapidon työlisterä läpi sekä opinnäytetyön kirjoittajan henkilökohtaisella työskentelyllä kokoonpanokoneella.

Seurannan perusteella saatuja tuloksia tutkittiin ja niiden pohjalta luotiin kehitysehdotuksia sekä voitiin suoraan poistaa turhia häiriöitä aiheuttavia ilmoituksia. Useiden häiriötilanteita aiheuttaneet häiriöt kerättiin yhteen ja niiden pohjalta luotiin seurantajärjestelmä, jonka ansiosta jatkossa saadaan häiriöiden lukumäärät sekä niiden kestot selville nopeasti.

Aikaansaadut kehitysehdotukset saivat positiivisen vastaanoton. Onnistuneimpana kehitysideana voidaan pitää viivakoodin lukemista suoraan näytöltä aihion sijaan, minkä ansiosta tuotantoa ei tarvitse keskeyttää viivakoodin luennan ajaksi. Osa kehitysehdotuksista otettiin jo käyttöön, ja muiden kehitysideoiden käyttöönotto on edessä mahdollisesti myöhemmin.

Asiasanat: Seuranta, kokoonpano, rengas.

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences

Machine and Production Engineering

Machine and Device Automation

OJALA, TOMI: Follow-up and Developing of Assemblage Machine

Bachelor's thesis 42 pages.

May 2011.

In this thesis the follow-up of the new assembly machine was developed, repeated fault situations were studied and development measures were presented. The objective of the development was to improve the reliability of the machine and raise outputs and to reduce the load of the person who works on the machine.

Three kinds of disturbances were chosen to the follow-up. The disturbances were grouped on the basis of duration, an occurrence rate and unnecessary announcements. The information about the disturbances was obtained on the basis of the users' interviews, browsing turn reports, going through the agenda of the maintenance.

The obtained results were studied and based on them development proposals were made and it was possible to remove directly announcements which cause unnecessary disturbances. Most of the disturbances which had caused fault situations were collected together and based on them a follow-up system were created.

Accomplished development proposals received a positive reception. Overall the most successful development idea was readings of the bar code directly from the display instead of green tyre, so the production will no longer be interrupted. Some of the development proposals were brought already into use and the introduction of other development ideas will be possibly later in the front.

Key words: Development, manufacturing, tyre.

Esipuhe

Työn tarkoituksena oli selvittää Nokian Renkaiden uuden kokoonpanokoneen tiedonkeruun parantamista sekä kehittää konetta ja sillä työskentelyä vähentämällä materiaalien vaihtoihin kuluva aikaa sekä nopeuttaa häiriötilanteiden selvittämistä. Lisähaastetta työ tarjosi sillä, että kone oli täysin uudenlainen eikä perustunut vanhoihin malleihin. Lisäksi tiedon hankkiminen vaati koneella työskentelyä, jotta myös epäsäännölliset viat voitaisiin tuoda seurannan piiriin.

Kiitokset työn onnistumisesta kuuluvat kaikille työssä mukana olleille sekä siinä avustaneille. Vuorotöissä käyminen, opinnäytetyön kirjoittaminen ja koulun käyminen vaativat toisinaan huomattavia ponnisteluja. Erityiskiitokset kuuluvat perheelleni, jonka tuki on ollut ratkaisevan tärkeätä koko prosessin ajan. Myöskään samanaikainen koulun, työn ja opinnäytetyön yhdistäminen ei olisi onnistunut ilman työnantajan joustavuutta ja ymmärrystä. Lisäksi kiitän Lauri Valtasta ja Ismo Hietaa hyvistä ohjeista ja opastuksesta työpaikalla sekä Markus Ahoa opastuksesta ja kärsivällisyydestä koululla.

Nokialla toukokuussa 2011

Tomi Ojala

SISÄLLYS

1.	JOHDANTO	8
2.1	Asiakkaat ja tuotteet.....	10
2.1	Renkaan valmistusprosessi	11
2.2	HA-renkaan kokoonpano	13
2.2.1	Vyöpaketin kokoaminen vyörummulla.....	15
2.2.2	Runkopaketin kokoaminen runkorummulla.....	16
2.2.3	Vyöpaketin ja runkopaketin yhdistäminen.....	16
2.2.4	Kokoonpanorobotin tehtävät.....	16
3.	LÄHTÖTILANNE.....	18
4.	HÄIRIÖTILANTEIDEN SEURANTA.....	19
4.1	Seurannan järjestelyt.....	19
4.2	Pitkäkestoiset häiriöt.....	20
4.2.1	Asettajan suorittamat työt	20
4.2.2	Kunnossapidon suorittamat vikatyöt.....	20
4.2.3	Viivakoodirullan vaihtaminen.....	21
4.3	Usein toistuvat häiriöt.....	21
4.3.1	Viivakoodin lukeminen.....	22
4.3.2	Koordin saumojen häiriötilanteet.....	22
4.4	Turhat häiriöilmoitukset.....	23
4.5	Muita seurattavia asioita	24
4.5.1	Erot määrissä operaattoreiden tai vuorojen välillä.....	24
4.5.2	Komponenteista johtuvat häiriötilanteet	24
4.5.3	Tiedonkulun parantaminen	25
5.	SEURANNAN TULOKSIA.....	26
5.1	Pitkäkestoiset häiriötilanteet	26
5.1.1	Kunnossapidon suorittamat vikatyöt.....	26
5.1.2	Viivakoodirullan vaihtaminen.....	27
5.2	Usein toistuvat häiriöt.....	28
5.2.1	Viivakoodin lukeminen.....	28
5.2.2	Koordien saumojen häiriötilanteet	29
5.3	Turhat häiriöilmoitukset.....	29
5.4	Muita seurannassa esille tulleita asioita	30
5.4.1	Erot määrissä operaattoreiden tai vuorojen välillä.....	30

5.4.2	Komponenteista johtuvat häiriötilanteet	31
5.4.3	Tiedonkulun parantaminen	31
6	KEHITYSIDEOITA	32
6.1	Pitkäkestoiset häiriötilanteet	32
6.1.1	Viivakoodien vaihtaminen	32
6.2	Usein toistuvat häiriötilanteet	33
6.2.1	Vyöpuolen parannettu valvonta	33
6.2.2	Viivakoodin lukeminen.....	34
6.2.3	Koordin saumojen häiriötilanteet.....	34
6.3	Turhat häiriöilmoitukset.....	36
6.3.1	Häiriötilanteiden poistaminen	36
6.4	Muut seurannassa esiin tulleet asiat	36
6.4.1	Erot määrissä ja työohjeet vaihtoaikojen nopeuttamiseksi	37
6.4.2	Komponenteista johtuvat häiriöt.....	37
6.4.3	JLB-rullan riittoisuus	38
6.4.4	Tiedonkulun parantaminen	39
6.4.5	Syklin nopeuttaminen	40
7	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTAA	41
	Lähteet	42

Termien selitykset

Aihio	Kokoonpanokoneella valmistettu vulkanoimaton rengas
Koordi	Kumimatto nylonlangoilla vahvistettuna
Pinta	Renkaan kulutuspinna, keskipinta
Yhdistelmä	Sisäkumin ja sivupintojen liitos
HA-rengas	Henkilöauton rengas
Operaattori	Kokoonpanokonetta käyttävä henkilö
Kaapeli	Ytimestä ja kolmiopalasta koostuva komponentti
JLB	Nylonlangoista ja kumista koostuva nauha
Vaunu	Komponenttien kuljetusyksikkö
Sykli	Yhden aihion kokoamiseen kuluva aika

1. JOHDANTO

Taantuman hiljalleen väistyessä taustalle maailmalla, riittää haasteita kaikilla yhtiöillä. Myöskään Nokian Renkaat Oyj ei tee asiassa poikkeusta, vaan toimintaa on jatkuvasti kehitettävä ja tehostettava.

Työn tavoitteena oli parantaa kokoonpanoon hankitun uuden MAXX-Autosingle kokoonpanokoneen seuranta, selvittää miten koneen toimintaa voitaisiin edelleen tehostaa sekä tuoda esiin koneen mahdollisia puutteita. Tietoja käytettäisiin myöhemmin hyväksi myös hankittaessa uusia vastaavia kokoonpanokoneita.

Koneen häiriöiden seuranta ei ole ollut hyvää ja vaikka kone tallentaa kaikki tapahtumat, oleellisen tiedon poiminta on osoittautunut hankalaksi. Kone myös ilmoittaa paljon turhia häiriöilmoituksia. Samalla tulisi kartoitetuksi erilaiset työtavat ja voitaisiin osoittaa tiettyjen työtapojen olevan toisia tehokkaampia. Nykyistä tiedonkeruuta tulisi tehostaa siten, että sieltä voitaisiin poimia tietyt usein toistuvat häiriöt nopeasti ja poistaa turhat ilmoitukset kokonaan. Näin voitaisiin puuttua operaattoria tarvittavien häiriöiden syntymiseen ja ehkäisemään niiden toistumista.

Tiedonkeruun analyysin perusteella saataisiin samalla laadittua uusia työohjeita koneelle työtapojen ja materiaalivaihtojen suhteen, kun voitaisiin osoittaa aikojen perusteella mikä tapa olisi tuotannon näkökulmasta kaikkein tehokkain ja nopein.

2. NOKIAN RENKAAT

Nokian Renkaiden taival on alkanut vuonna 1888, mutta sen juuret ulottuvat aina vuoteen 1898, jolloin perustettiin Suomen Gummitehdas Oy. Ensimmäiset renkaat valmistuivat vuonna 1925 polkupyöriin ja vuonna 1932 alkoi henkilöautorenkaiden valmistus. Yhtiön tunnetuin merkkituote, Hakkapeliitta tuli markkinoille vuonna 1936 ja 75-vuotisjuhlia saatiin viettää 2011. Nokian Renkaat listautui Helsingin arvopaperipörssiin vuonna 1995, jolloin nimeksi tuli Nokian Renkaat Oyj.

Nokian Renkaat on Pohjoismaiden suurin rengasvalmistaja ja toimialan kannattavimpia yrityksiä maailmassa. Yhtiö kehittää ja valmistaa henkilöautojen kesä- ja talvirenkaita sekä raskaiden koneiden erikoisrenkaita. Yhtiö on Pohjoismaiden suurin pinnoitusmateriaalien valmistaja ja pinnoittaja. Nokian Renkaat toimii pääosin renkaiden jälkimarkkinoilla. Jatkuvasti uudistuva tuotevalikoima ja asiakkaalle aitoa lisäarvoa tuottavat innovaatiot ovat yhtiön keskeisiä menestystekijöitä. (Nokian Renkaat Oyj 2005)

Nokian Renkaiden tuotekehitys, hallinto ja markkinointi sekä valtaosa tuotannosta sijaitsevat Nokialla. Yhtiöllä on kaksi omaa tuotantolaitosta, toinen Nokialla Suomessa (Kuvio 1) ja toinen Vsevolozhskissa Venäjällä. Venäjän tehdas aloitti toimintansa kesällä 2005. Osa Nokian-merkkisistä renkaista tehdään sopimusvalmistuksena yhteistyökumppaneiden tehtailla. Yhtiöllä on sopimusvalmistusta USA:ssa, Indonesiassa, Kiinassa ja Slovakiassa. Omat myyntiyhtiöt toimivat Ruotsissa, Norjassa, Venäjällä, Saksassa, Sveitsissä, Tsekin tasavallassa, Ukrainassa, Kazakstanissa ja Pohjois-Amerikassa.

Nokian Renkailla on myös Pohjoismaiden suurin ja kattavin rengasketju, Vianor, johon kuuluu 771 myyntipistettä ympäri maailmaa. (Nokian Renkaat Oyj 2011)



KUVIO 1: Nokian Renkaiden Nokian tehdas (Kuva: Nokian Renkaat Oyj 2005)

2.1 Asiakkaat ja tuotteet

Henkilöautonrenkaat-tulosyksikkö kehittää, valmistaa ja markkinoi kesä- ja talvirenkaita henkilö- ja jakeluautoihin. Päätuotteita ovat nastalliset ja nastattomat talvirenkaat sekä korkean nopeusluokan kesärenkaat. Päämarkkina-alueita ovat Pohjoismaat, Venäjä ja muut IVY-maat. Muita tärkeitä markkina-alueita ovat Keski- ja Itä-Eurooppa, Alppialue ja Pohjois-Amerikka.

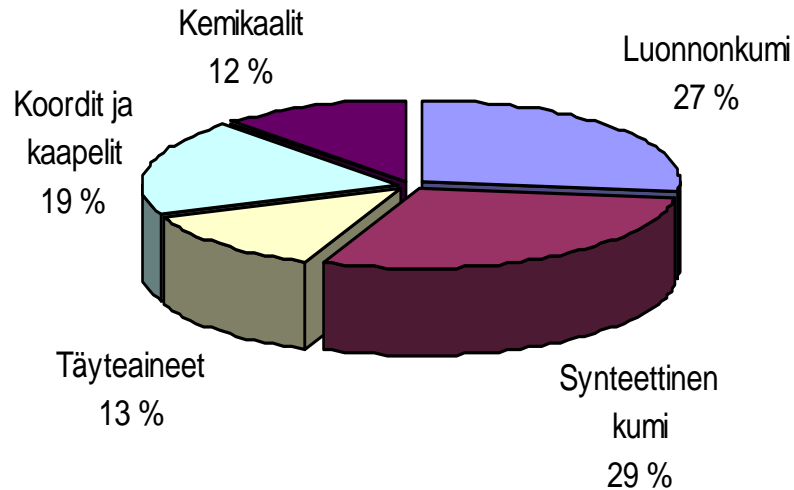
Talvirenkaiden osuus yksikön liikevaihdosta on yli 70 %. Kesärenkaista noin 50 % on korkean nopeusluokan kesärenkaita eli niin sanottuja high performance ja ultra high performance -renkaita. Kaikki renkaat kehitetään Suomessa. Päätuotteet valmistetaan yhtiön omissa tehtaissa.

Liikevaihto koostuu neljästä tulosyksiköstä, jotka ovat Henkilö- ja pakettiautonrenkaat, Raskaat renkaat, Vianor sekä Pinnoitustoiminnot. Koko yhtiön liikevaihto oli vuonna 2010 1058,1 miljoonaa euroa, jossa kasvua edelliseen vuoteen oli 32,5 %. Henkilöautorenkaiden liikevaihto oli 714,7 miljoonaa euroa. (Nokian Renkaat Oyj 2011, 2)

2.1 Renkaan valmistusprosessi

Rengasvalmistuksen pääraaka-aineita ovat synteettinen kumi, luonnonkumi, noki ja erilaiset kemikaalit. Kumisekoitusten osuus renkaan kokonaispainosta on noin 80 % (Hahtola 2006, 10). Noin 50 % raaka-aineista on öljypohjaisia. Raaka-ainekustannusten osuus on lähes 30 % valmistustoiminnan liikevaihdosta ja noin 50 % tuotantokustannuksista. (Nokian Renkaat Oyj 2009, 12-13)

Alkuvalmistuksessa raaka-aineista valmistetaan kumisekoituksia, joita käytetään rengasvalmistuksessa tarvittavien komponenttien kumittamiseen. Erilaiset komponentit vaativat koostumuksiltaan erilaisia kumisekoituksia. Myös renkaan käyttötarkoitus vaikuttaa kumisekoitusten valintaan. (Nokian Renkaat Oyj 2009, 12-13) Kuviossa 2 on raaka-aineiden osuus henkilöauton renkaasta prosentteina.

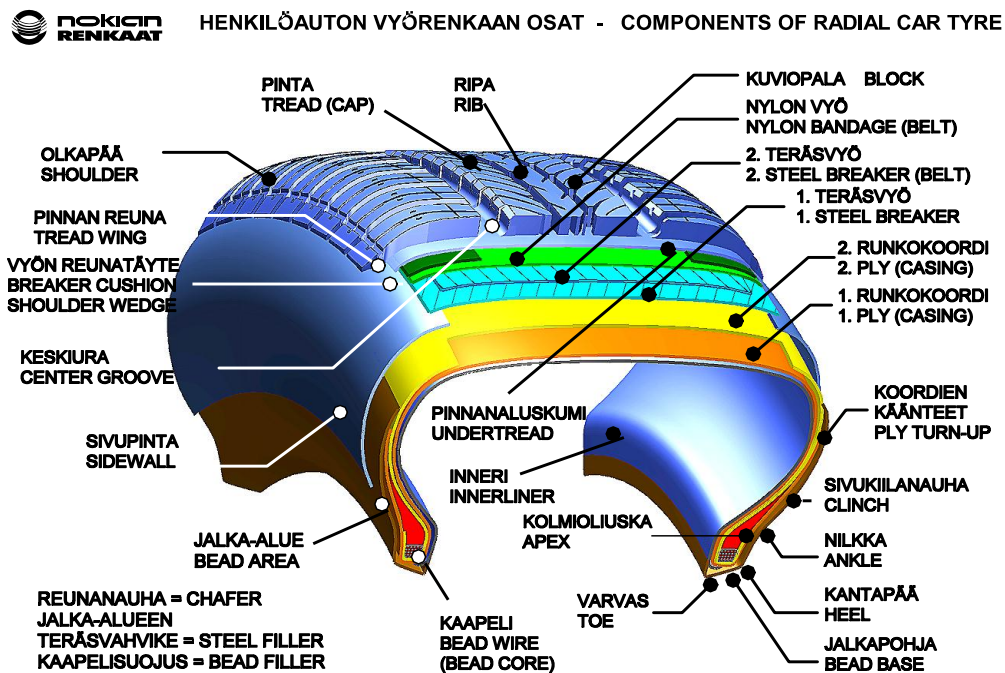


KUVIO 2. Raaka-aineiden käytön jakauma (Nokian Renkaat Oyj 2005)

Rengas valmistetaan useista eri komponenteista, joita ovat muun muassa kulutuspinna, runko-koordi, sisäkerroskumi, kaapeli, ydin, sivupinta, sivukiilanauha, kolmiotäyte ja teräsvyö. Valtaosa komponenteista on erilaisia vahvikeosia. (Nokian Renkaat Oyj 2009, 12-13)

Kokoonpanokoneilla komponenteista kootaan renkaan runko ja vyöpaketti, jotka yhdistetään. Näin muodostuu rengasaihio, joka on pehmeä ja muotoiltavissa. Rengasaihiot paistetaan eli vulkanoidaan paistopuristimissa. Vulkanoinnissa aihiot saadaan kiinteiksi ja joustaviksi paistamalla ne oikeassa lämpötilassa ja paineessa. Paistossa rengas saa lopullisen ulkonäkönsä ja sivumerkintänsä. Kuviossa 3 on esitelty renkaan eri komponentit Rantasen (2005) esityksen mukaisina.

Jokainen henkilöautonrenkas tarkastetaan niin koneellisesti kuin myös visuaalisesti. Visuaalisen tarkastuksen suurin huomio kiinnittyy renkaan mahdollisiin ulkonäkövirheisiin. Koneellinen tarkastus mittaa renkaiden geometrisen pyöreyyden, sivuttaisvoimavaihtelun, säteittäisvoimavaihtelun ja kartiokkuuden. (Nokian Renkaat Oyj 2009, 12-13)



KUVIO 3: Henkilöauton renkaan rakenne ja poikkileikkaus. (Rantanen 2005)

2.2 HA-renkaan kokoonpano

Kokoonpano käsittää renkaan komponenttien yhdistämisen aihiksi asti. Aihio on esitetty kuviossa 4. Tässä työssä henkilöautonrenkaasta on käytetty lyhennettä HA-rengas. HA-rengas käsittää myös pakettiautoissa käytettävät renkaat tietyin kokorajoituksin.



KUVIO 4: Henkilöauton renkaan aihio.

Kokoonpanossa on käytössä yhtä poikkeusta lukuunottamatta VMI-Groupin valmistamia kokoonpanokoneita. Toistaiseksi yleisin HA-renkaan kokoonpanokonetyyppi on 248 Autosingle. Tässä työssä tarkastellaan kuitenkin uudempaa kuviossa 5 nähtävää Nokian tehtaan uusinta konetta VMI-Groupin MAXX Autosingleä. (Vmi-Group 2010.)



KUVIO 5: VMI MAXX Autosingle-kokoonpanokone. (Kuva: Juha Mustajärvi)

Kokoonpanokoneella aihio kootaan kahdessa osassa. Koneen edestä katsottuna vasemmalla puolella kootaan pintapaketti vyörummulla, joka näkyy kuvion 5 vasemmassa reunassa. Oikealla puolella rummulla kootaan runkopaketti. Pintapaketti koostuu kahdesta teräsvyöstä. Näiden päälle vedetään JLB-nauha ja lopuksi paketin päälle tulee kulutuspinna. Runkopuolella tulee ensin yhdistelmä, jonka päälle tulee tuotteesta ja koosta riippuen joko yksi tai kaksi koordia.

Koordien jälkeen runkorummulle tuodaan kaapelit, jotka muodostuvat ytimeistä sekä kolmiotäytteistä (Rantanen 2006, 10). Kaapelien asettamisen jälkeen runkorumpu paineistetaan ja suoritetaan sivujen ylöskääntö, jossa yhdistelmä käännetään mekaanisen rummun avulla kaapelien yli. Tässä vaiheessa runkopaketti on ilmatiivis ja se voidaan yhdistää pintapaketin kanssa. Tämän jälkeen paketit painetaan rullien avulla kiinni toisiinsa ja kulutuspinnan reunat käännetään kiinni aihioon, jolloin rengasaihio on valmis.

MAXX-Autosinglellä kokoaminen poikkeaa muista koneista paljonkin, syklin aikana operaattori eli renkaan kokoaja ei ole kosketuksissa aihioon missään vaiheessa, ellei jokin asia vaadi tarkistamista. Muilla kokoonpanon autosingle-koneilla operaattori asettaa käsin kaapelit, asettaa viivakoodin yhdistelmään seurantaan varten ja askeltaa yksitellen yhdistelmän, koordin sekä kulutuspinnan.

Kokoamisen jälkeen aihionpoistin vie aihion robotille, joka siirtää aihion aihiohissiin. Tästä aihio kulkeutuu kattojärjestelmän kautta edelleen oikealle paistopuristimelle vulkanointia varten. Keskimääräisenä HA-renkaan aihion valmistumisaikana uudella kokoonpanokoneella voidaan pitää hieman vajaata 40 sekuntia. Jokaisella kokoonpanokoneella työskentelee nykyisin yksi operaattori.

Muilla kokoonpanon koneilla ei ole käytössä aihionpoistajarobottia, vaan kone pudottaa valmiin aihion siirtorenkaasta suoraan hissiin, mistä aihio kulkeutuu kattojärjestelmään.

2.2.1 Vyöpakettin kokoaminen vyörummulla

Vyörummulle tulee ensiksi kaksi teräsvyötä, joista ensimmäisenä leveämpi. Näiden päälle tulee JLB-nauha sekä kulutuspinna. Vyörummun kehän halkaisija säädetään tuotekohtaisesti oikeaan mittaan, joka määräytyy valmiin renkaan mitoista.

Vyöpakettin teko on täysin automaattinen jakso. Ensimmäiseksi kone vetää teräsvyöt rummulle, minkä jälkeen käynnistyy JLB:n käärintäjakso. Jokaisella tuotteella on oma määritelty JLB-käärinnän limitys. Käärinnän jälkeen vedetään valmiiksi mitattu ja molemmista päistä esilämmitetty kulutuspinna rummulle. Kone tarkistaa kulutuspinnaan muodostuvan sauman paksuuden tai avonaisuuden, jonka jälkeen vyöpaketti siirretään yhdistämispaikalle ja jakso alkaa automaattisesti alusta.

2.2.2 Runkopaketin kokoaminen runkorummulla

Samanaikaisesti vyöpaketin kanssa, kootaan aihion runkopaketti tuumakoon mukaiselle runkorummulle. Pakettiin kuuluvat yhdistelmä, 1-2 koordia tuotteen mukaisesti sekä kaapelit. Jakso on automaattinen. Kone vetää yhdistelmän rummulle, minkä jälkeen kone suorittaa koordin vedon. Sauman tarkistuksen jälkeen kone suorittaa kaapelien asetuksen, jotka robotti on asettanut valmiiksi kaapelinasettimiin tuotekohtaisen asetusvälin mukaisesti.

2.2.3 Vyöpaketin ja runkopaketin yhdistäminen

Kaapelien asetuksen jälkeen suoritetaan ylöskääntö, jossa runkorumpu paineistetaan ja mekaaniset kääntäjät suorittavat ylöskääntöjakson. Siinä sivupinnat ja koordien päät kääntyvät oikeille paikoilleen kaapelien yli paineistettuun runkoon. Tämän jälkeen runkopaketti viedään vyöpaketin sisään yhdistämispaikalle ja kone aloittaa pakettien yhdistämisen rissaamalla, jossa paketit painetaan toisiinsa kiinni pyörivien rullien avulla ja muodostetaan valmis aihio. Rissauksen jälkeen aihionpoistaja siirtää aihion robotille joka vie sen hissiin ja sitä kautta kattokuljetinjärjestelmään.

2.2.4 Kokoonpanorobotin tehtävät

Robotin tehtäviin kuuluu kaapelien nouto kaapelipinoista, kaapelien asettaminen kaapelinasettimiin sekä valmiin aihion poistaminen aihionpoistajasta ja sen siirtäminen hissiin. Robotin tarttujassa on kaapelien siirtämiseen sopiva puoli ja aihionpoistaja yhdessä, joten tarttujaa ei tarvitse vaihtaa työkierron eri vaihessa. Kuviossa 6 on kuva robotista ja kaapelitarttujasta



KUVIO 6. Kaapelienasettajarobotti (Nokian Renkaat Oyj 2011)

3. LÄHTÖTILANNE

VMI MAXX Autosingle on ensimmäinen uuden sukupolven kokoonpanokone ja aikaisempaa kokemusta ei koneesta ollut edes valmistajalla, joten tilanne oli uusi kaikille. Tilanteesta johtuen lähtötietoja työtä varten oli hyvin rajallisesti saatavilla.

Aluksi koneella toimi kaksi operaattoria, joista toisen piti pysyä koneen etupuolella asettamassa kaapeleita koneeseen ja toisen tehtävänä oli vaihdella loppuvia materiaaleja koneeseen tarpeen mukaisesti. Vaihtotarve näkyi näytöllä suunnilleen samanaikaisesti, kun aine jo loppui, joten ennakointia oli hankala suorittaa. Myöhemmässä vaiheessa kaapeleiden käsin paikoilleen laittamisesta voitiin kuviossa 6 esitellyn robotin (Fanuc) tulon myötä luopua ja samalla koneella ei tarvittu enää toista operaattoria. Robotti työllisti aluksi runsaasti kunnossapitoa ja asettajia, monesti tietämättömyys myös aiheutti häiriöitä, kun operaattori ei ollut kohdannut robotin häiriötilannetta aikaisemmin.

Lähtötilanteessa vikojen ja häiriöiden seuranta suoritettiin operaattorin kirjaamien häiriöiden perusteella. Tämä reaaliaikainen seuranta kertoi ainoastaan, pyöriikö kone vai onko se pysähdyksissä. Kirjausten puutteiden ja vaihtelevuuden vuoksi usein toistuvien häiriöiden selvittäminen ja ratkaiseminen jäivät lähes poikkeuksetta tekemättä, ellei niitä voitu heti paikallistaa.

4. HÄIRIÖTILANTEIDEN SEURANTA

Kone tallentaa kaikki virheet koneen muistiin valvontatietoihin eli lokeihin ja näyttää päällä olevat häiriöt näytöllä. Ongelmana on oleellisen tiedon keruu. Usein toistuvat, yksilölliset tai vuorokohtaiset häiriöt eivät tule esiin nykyisessä järjestelmässä.

4.1 Seurannan järjestelyt

Seurantaan haluttiin lähinnä kolmenlaisia häiriöitä. Ensimmäkin haluttiin seurata useimmin toistuvia häiriöitä, jotka toistuisivat useita kertoja yhden vuoron aikana. Toiseksi haluttiin seurata pitkäkestoisia häiriöitä, joissa häiriöt kestäisivät useita minutteja ja toistuisivat päivittäin. Kolmanneksi turhat häiriöilmoitukset tulee tunnistaa ja rajata pois kuormittamasta turhaan näyttöä ja tiedostoja.

Koska seuranta tulee näkyville paistovalvomon näytölle, siitä piti karsia osa häiriöistä pois rajallisen tilan ja selvyuden vuoksi. Kuittaamalla hoidettavia häiriöitä ei merkitä mihinkään ja vaikka ne löytyvät koneen tiedostoista, ei kone automaattisesti summaa niitä yhteen ja kerro kuinka monta kertaa tai paljonko häiriöiden yhteiskesto on ollut. Selvittäminen vaati koneella työskentelemistä ja työn ohessa häiriöiden seuraamista. Seurannan avuksi käytiin läpi koneen tallentamia valvontatietoja ja laskettiin niistä valittujen häiriöiden kestoja ja esiintymistiheyttä. Otos oli suppea, sillä käsiteltävän tiedon määrä ja sen sovittaminen taulukkolaskentaohjelmiin ylitti käytettävissä olleen ajan määrän, joten valvontatietoja tutkittiin vain muutaman päivän osalta.

Kirjaaminen työn ohessa osoittautui mahdottomaksi, sillä pakkotahtinen työ ja koneen jatkuva pyöriminen vaatii operaattorilta huomattavaa keskittymistä työhön ja ripeää komponenttien vaihtamista.

4.2 Pitkäkestoiset häiriöt

Pitkäkestoisia häiriöitä ovat tilanteet, joihin useimmissa tilanteissa tarvitaan ulkopuolista apua, kuten asettajia tai kunnossapitoa.

4.2.1 Asettajan suorittamat työt

Kokoonpanokoneeverstailla jokaisessa vuorossa työskentelee vuoroasettaja, jolle ilmoitetaan ensimmäisenä sellaisista vioista ja häiriöistä koneella, joita operaattori ei itse pysty ratkaisemaan. Asettajina työskentelee pääasiallisesti henkilöitä, jotka ovat aiemmin työskennelleet renkaan kokoonpanossa. Nämä henkilöt tuntevat koneet erittäin hyvin ja pystyvät kokemuksensa ansiosta nopeasti ratkaisemaan koneissa ilmenneet häiriöt.

Vuoroasettaja yrittää selvittää häiriöt mahdollisuuksien mukaan. Mikäli vuoroasettaja ei saa häiriötä tai vikaa korjattua, kutsuu hän päivävuoron aikana päiväasettajan koneelle, joka tuntee kokoonpanokoneet läpikotaisin. Mikäli päiväasettaja ei saa ongelmaa ratkaistua tai vika ilmenee illalla tai yöllä, kutsuu asettaja kunnossapidon paikalle.

Tehtaan kunnossapitohenkilökuntaa on ohjeistettu kirjaamaan kaikki kokoonpanokoneissa ilmenneet viat ja niihin tehdyt vikakorjaukset kunnossapito-osaston käyttämään Arttu toiminnanohjausjärjestelmään (www.solteq.com/Arttu). Näitä kirjauksia seurataan kunnossapito-osastolla jatkuvasti. Kirjauksien perusteella tilataan tarvittavat varaosat ja yritetään ratkaista ongelmia, joita asentajilla ja kunnossapidolla on ollut.

4.2.2 Kunnossapidon suorittamat vikatyöt

Kunnossapito suorittaa vaativia korjaustöitä koneella, sekä tekee kaikki sähkötyöt, joihin kuuluu muunmuassa vastuksien ja antureiden vaihdot. Kunnossapitoa tarvitaan myös silloin, kun vuoroasettaja ei suoriudu koneen häiriön selvittämisessä.

4.2.3 Viivakoodirullan vaihtaminen

Viivakoodi asennetaan jokaiseen aihioon seurannan vuoksi. Viivakoodin asentaminen on automaattinen toimenpide. Erillinen toimilaite pyörittää viivakoodirullaa, jossa viivakoodit ovat ja kuljetin poimii yksitellen viivakoodit alipaineella toimivaan imukuppiin. Siitä kuljetin kiinnittää viivakoodin sivupintaan, jossa ne ovat ylöskäännön jälkeen operaattorin nähtävissä. Kuviossa 4 näkyy viivakoodi valmiissa aihiossa. Viivakoodit tulevat rullalla, jonka vaihtamisen ajaksi tuotanto koneella on keskeytettävä. Vaihtotyö vie pahimmillaan 15 minuuttia.

4.3 Usein toistuvat häiriöt

Seurantaan valittiin kuusi yleisintä häiriötilannetta, jotka on esitelty taulukossa 1.

TAULUKKO 1. Seuratut häiriöt ja niiden häiriökoodit

Häiriökoodi	Häiriö
9721	Vyöpuolikamerat: avonainen sauma havaittu
9722	Vyöpuolikamerat: päällekkäinen sauma havaittu
954	1-vyön sauma ei kunnossa
9621	Runkorumpu kamerat: 1-koord. vasen sauma ei kunnossa
9622	Runkorumpu kamerat: 1-koord. sauma keskeltä ei kunnossa
9623	Runkorumpu kamerat: 1-koord. oikea sauma ei kunnossa

Vyöpuolen kameroiden aiheuttama häiriö syntyy, kun kaksi saumaa on lähekkäin toisiaan. Teräsvyö leikataan koneella oikean mittaiseksi, josta muodostuu toinen sauma. Tämän lisäksi teräsvyössä on valmiina komponenttileikkurin tekemiä saumoja. Kun vyö on vedetty rummulle, kone tarkistaa valonsäteen avulla sauman. Jos sekä komponenttileikkurin tekemä että koneen leikkaama sauma on liian lähekkäin toisiaan, yläviistosta tuleva valonsäteen varjo osuu molempien saumojen päälle ja kone tulkitsee varjon epätasaisuudesta, että sauma on auki (häiriö 9721) tai se on päällekkäin toisen

sauman kanssa (häiriö 9722). Mikäli sauma jää avonaiseksi vain toisesta reunasta, kone ilmoittaa siitä erillisellä häiriöilmoituksella (954), jotta operaattori voi tarvittaessa käydä korjaamassa avonaisen reunan.

Koordin pituudesta johtuva häiriö, jossa kone mittaa sauman pituuden syntyä siten, että mittaustulos näyttää maksimiarvoa (999) tai että se on asetetun skaalan ulkopuolella. Skaalan tarkoituksena on estää liian lyhyiden saumojen tai liian pitkien saumojen läpimeno. Lyhyt sauma voi aueta ylöskäännön aikana ja liian pitkä sauma tuo epätasapainoisuutta.

4.3.1 Viivakoodin lukeminen

Jäljitettävyyden vuoksi jokaiseen aihioon liitetään kokoonpanossa seurantatarra, jossa on viivakoodi. Operaattori kirjautuu vuoron alussa kokoonpanokoneelle lukien seuraavan vapaan viivakoodin ja syöttää järjestelmään omat henkilötunnuksensa sekä valmistettavan aihion ahiokoodin. Komponenttien vaihdon yhteydessä sekä rinnakkaisvalmistuksessa tuotetta vaihdettaessa luetaan uusi viivakoodi ja kirjataan järjestelmään tapahtuma. Muista kokoonpanokoneista poiketen, MAXX-kokoonpanokoneella viivakoodin asentaminen tapahtuu automaattisesti, mutta viivakoodin lukeminen vaatii tuotannon keskeyttämistä ja astumista tuotantosoluun lukemaan viivakoodin lukijalla ahiosta viivakoodia. Seurannan tavoitteena oli löytää tapa, jolla voitaisiin minimoida lukemiseen käytettävä aika.

4.3.2 Koordin saumojen häiriötilanteet

Varsinaisista vikatilanteista yleisin on koordikasetin vaihdon yhteydessä tuleva vikailmoitus ”koordien pyörimissuunta on väärä” vaikka se olisi asetettu oikeinpäin. Jos tuotteesen kuuluu kaksi koordia, ne asetetaan vaunuihin eri tavoin, jonka vuoksi koneessa on tunnistettu, jolla ehkäistään etteivät koordikasetit pyörisi koneessa väärinpäin.

Nämä viat ja häiriöt toistuvat jatkuvasti ja vaativat aina operaattorin puuttumista asiaan muodostaen ison osan päivän mittaan kertyneistä, tuotantoa hidastavista häiriöistä. Näiden häiriöiden poiminta erilliseen listaukseen antaisi hyvän kuvan vikojen esiintymistiheydestä ja voitaisiin tehdä vertailua eri vuorojen välillä, toiset operaattorit kokevat vikojen esiintyvän lähes jatkuvasti kun taas toisten operaattoreiden mielestä vikojen esiintymistiheys ei ole erityisen suuri.

4.4 Turhat häiriöilmoitukset

Kone ilmoittaa häiriötilanteesta, joka ei vaadi operaattorin puuttumista asiaan ja poistuu itsestään tai jos operaattori tietämättään aiheuttaa koneen toimintaan häiriön puuttelisten toimintaohjeiden vuoksi. Toisinaan kone ilmoittaa häiriötilanteesta, jotka on kuvattu taulukossa 2.

TAULUKKO 2. Turhat häiriöilmoitukset

Häiriökoodi	Vika
6022	1- Koordiasema, vaunu ei keskitetty
6522	2- Koordiasema, vaunu ei keskitetty

Häiriöilmoitus 6022 tai 6522 on aiheeton, koska koordien tuleminen vaunusta kuljetushihnalle on säädetty suuntaimien avulla ja koordikasetin keskitys ei vaikuta tuotantoon tai laatuun millään tavalla. Kuitenkin hetkittäin kone ilmoittaa tiheään vian olemassaolosta, mutta toimii silti välittämättä ilmoituksesta lainkaan.

4.5 Muita seurattavia asioita

Tuotantomääriin vaikuttaa käytettävien komponenttien laatu sekä satunnaiset häiriötilanteet koneella sekä operaattorin kokemus ja tietämys häiriöiden ratkaisemiseksi ilman vuoroasettajan apua. Seurannan tarkoituksena oli kartoittaa asioita, joita operaattori kohtaa työssään usein.

4.5.1 Erot määrissä operaattoreiden tai vuorojen välillä

Viikon aikana saattaa vuorokohtaiset erot tuotantomäärissä olla välillä suuriakin. Jotkut vuorot saavat pyydetyn määrän tehtyä kun taas toiset jäävät pyydetystä määrästä huomattavasti. Erojen mittaamiseen voitaisiin käyttää yhtenä mittarina vuoroasettajien koneella käyntien ja niiden keston kirjaamista. Kirjaamisen perusteella voitaisiin kartoittaa ovatko erot määrissä vuorokauden ajoista, viikonpäivistä vai operaattoreista riippuvaisia.

4.5.2 Komponenteista johtuvat häiriötilanteet

Hyvin yleinen häiriön aiheuttaja kokoonpanossa yleisimminkin on komponenteista johtuvat häiriötilanteet ja automaatioasteen kasvaessa ongelmat korostuvat. Komponenttien aiheuttamia häiriötilanteita ja niiden kestoja seurataan tehtaalla tiiviisti ja muutoksia tehdään tarvittaessa sekoituksiin sekä muihin materiaaleihin.

Työssä tarkasteltiin komponenttien aiheuttamien häiriötilanteiden ratkaisemista ja voitaisiinko niiden kestoa lyhentää esimerkiksi tekemällä tarvittavia työhjeita tilanteiden ratkaisemiseksi.

4.5.3 Tiedonkulun parantaminen

Kokoonpanokone ei ole liitettyä automaattiseen kattokuljetusjärjestelmään, jossa valmiiden aihoiden määrä näkyisi reaaliaikaisesti operaattorille. Nykyistä tapaa, missä aihoiden välivarastot kirjoitetaan taululle muutaman kerran vuorossa, haluttiin seurata. Jos koneella suoritetaan rinnakkaisvalmistusta, voi jokin tuote päästä loppumaan paistosta kun taas toista tuotetta on runsaasti välivarastossa.

5. SEURANNAN TULOKSIA

Ennen opinnäytetyötä, valvomotiedoista voitiin ainoastaan nähdä toimiiko kone vai onko siinä häiriötilanne, häiriön syytä ei tiedetty. Myöskään päivän aikana ei voitu nähdä, toistuuko joku häiriötilanne vaan tiedot piti kerätä ryhmävastaavan raportin pohjalta, joka perustui operaattorin kirjaamiin häiriötilanteisiin.

5.1 Pitkäkestoiset häiriötilanteet

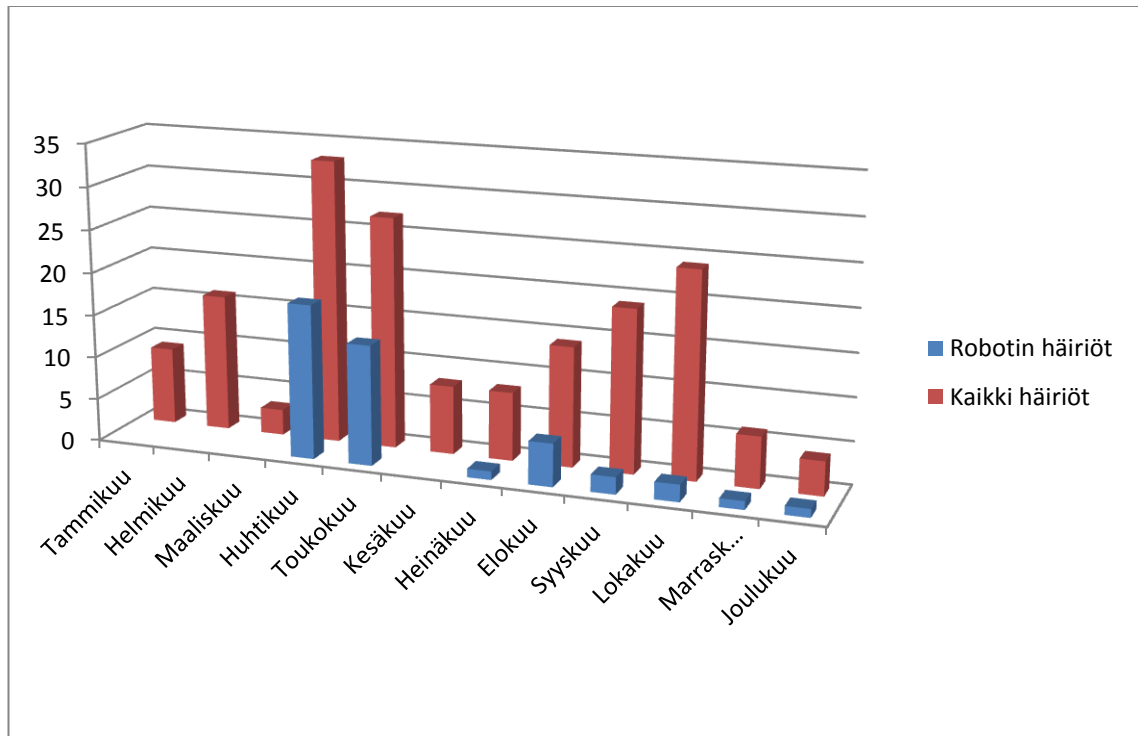
Seurannan aikana asettajien suorittamia häiriökäyntejä koneella ei saatu tarkasti raportoitua eikä niitä nykyisin kirjata mihinkään erikseen. Myös operaattorien kirjaamat pitkäkestoiset häiriöt koneella olivat epätarkkoja, joten myös ne jätettiin tämän työn tarkastelun ulkopuolelle. Seurannassa on kuinka jatkossa voitaisiin paremmin seurata pitkäkestoisia häiriötilanteita ja kartoittaa niiden syntymistä.

5.1.1 Kunnossapidon suorittamat vikatyöt

Vikatöihin laskettiin kunnossapidon tekemät työt kustannuspaikan mukaan. Tulokset on poimittu suoraan kunnossapidon Arttu toiminnanohjausjärjestelmästä. Näin ollen viat tulostettiin paperille ja koottiin taulukkoon 3. Taulukossa 3 esitetyt palkit ovat järjestetty kuukausittain vuoden 2010 alusta alkaen. Taustalla on esitetty kaikki kunnossapitoa vaatineet viat yhteensä punaisella palkilla ja edessä sinisellä palkilla on esitetty ainoastaan robotista johtuneet, kunnossapitoa vaatineet viat.

Esitetyt viat ovat kunnossapidon käyntejä koneella, mukana ei ole kokoonpanon asettajien suorittamia huoltotoimenpiteitä. Robotti tuli huhtikuussa tuotantoon, minkä vuoksi alkuvuonna se ei aiheuttanut vikoja.

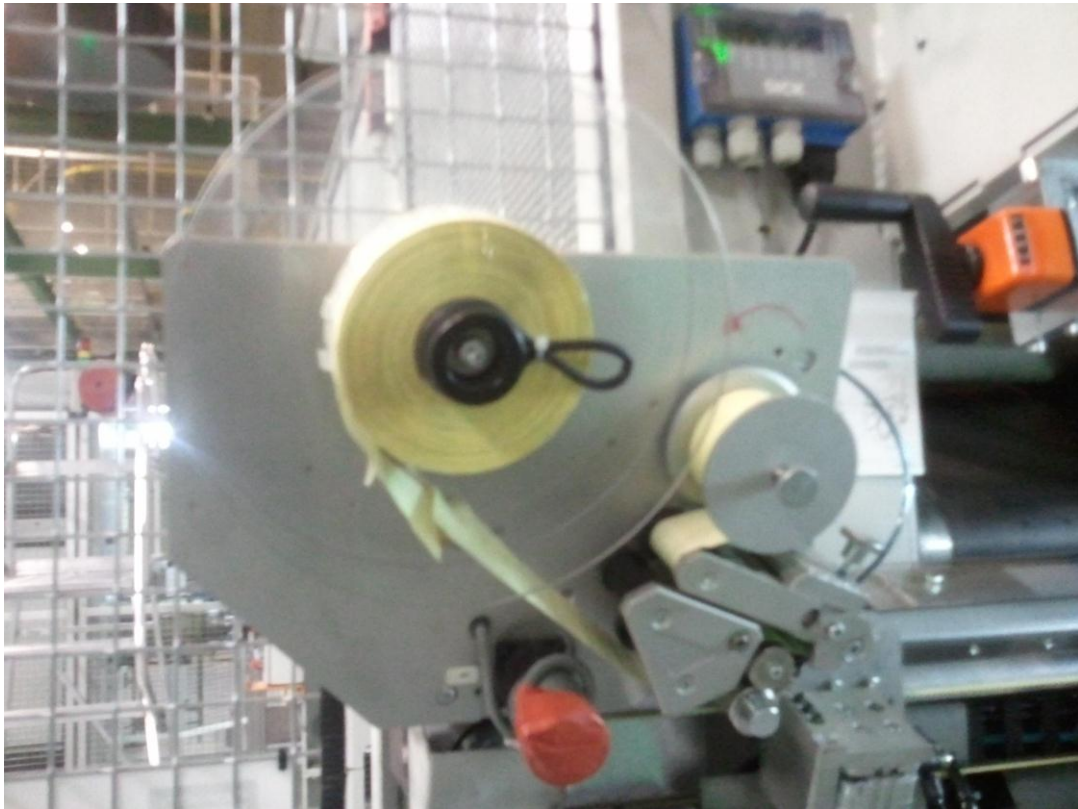
TAULUKKO 3. Vikatyöt toiminnanohjausjärjestelmästä



5.1.2 Viivakoodirullan vaihtaminen

Viivakoodit ovat kuvion 7 osoittamalla tavalla rullalla ja pujoteltuna siten, että viivakoodit olisivat tartuntapinta ylöspäin niiden tullessa viivakoodin asettajalle, joka imukupin avulla irroittaa viivakoodin ja asettaa sen paikalleen.

Viivakoodirullan loppuessa, rulla on hieman viistossa ja suuren suojaevyn vuoksi yksin pujottaminen on hankalaa. Laitteisto sijaitsee valoverhojen takana, jolloin rullan vaihtaminen pysäyttää koneen toiminnan. Lisäksi rullan riittoisuudesta riippuen toiset operaattorit vaihtavat rullan todella harvoin, mikä lisää vaihtoon kuluvaa aikaa.



KUVIO 7. Viivakoodilaite nykyisessä muodossaan

5.2 Usein toistuvat häiriöt

Vyöpuolen sauman tunnistamiseen tehtiin valmistajankin puolesta suuria muutoksia. Valonsäteiden määrää kasvatettiin, vyöpuolen rumpu maalattiin mustaksi heijastusten vähentämiseksi sekä kameran ohjelmaa muutettiin. Pinnan epäpuhtauksia ei muutosten jälkeenkään pystytä havaitsemaan ja saumojen laadun tarkkailu jatkuu edelleen.

5.2.1 Viivakoodin lukeminen

Kone asentaa viivakoodin jokaisen aihion sivupintaan. Ylöskäännön jälkeen viivakoodi jää näkyville, josta operaattori näkee onko tarra todellakin paikallaan ja josta sen voi lukea vaihdettaessa tuotetta tai komponenttia. Viivakoodia luettaessa ainoa tapa on pysäyttää työkierto ja mennä soluun lukemaan viivakoodi aihioista. Taulukossa 4 on esitetty yhden koon mukaisesti laskettuna komponenttien riittoisuus 205/55-16 koolle.

TAULUKKO 4. Komponenttien riittoisuudet koolle 205/55-16

Komponentti	Kapasiteetti	Riittoisuus/ Aihio	Riitto/min
Sivupinnat	85 m	67	45
Inneri	170 m	133	89
Koordit	170m	133	89
Teräsvyöt	175m	93	62
Jlb	1450m	48	32
Kulutuspinta	55m	29	19

Riittoisuus/min on laskettu käyttäen 40 sekunnin sykliäikää. Huomioitavaa on, että kulutuspinnan ja teräsvyön kohdalla ilmoitettu kapasiteetti on kelakohtainen. Yhdessä vaunussa on aina kaksi kelaa, joten vaunun vaihtoaika on kaksinkertainen ilmoitettuun riittoisuus/min nähden.

5.2.2 Koordien saumojen häiriötilanteet

Koordien saumojen ongelmaa ei ole mahdollista poistaa kokonaan, sillä kumin käyttäytymiseen vaikuttaa monta asiaa ja näin ollen materiaaleissa on aina hieman eroavaisuuksia. Lisäksi koordi vedetään yhdistelmän päälle, joten koordin pituuteen rummulla vaikuttaa yhdistelmän epätasaisuudet, rypyt sekä mahdolliset sivupinnoissa esiintyvät jatkosaumat.

5.3 Turhat häiriöilmoitukset

Vikakoodin perusteella voitiin logiikasta paikallistaa vian kuvaus sekä minkä ehtojen täyttyessä siitä tulisi operaattorille ilmoitus. Kävi ilmi, että koordin kulkua vaunulta kuljetushihnalle tarkkaili kaksi valosilmää, jotka oli asennettu hieman ristiin toisiinsa nähden. Jos kumpikaan valosilmistä ei näkisi koordia, kone säätäisi koordin tuloa

koneen edestäpäin katsottuna vasemmalle. Jos taas molemmat valosilmät olisivat vaikuttuneina, säätäisi kone koordia oikealle. Vain toisen valosilmän palaessa kone olettaa koordin kulkevan keskellä. Asetuksen viiveeksi oli asetettu kaksi sekuntia, jonka aikana valosilmien tuli saavuttaa tilanne, jossa vain toinen palaisi. Laskuri nollaantuu heti valosilmien vaikuttuessa tai niiden sammuesssa.

Toisinaan koordit on ajettu hieman vinoon vaunuun tai vaunun välikangas on löysällä, mistä johtuu poikkeava kulkeutuminen vaunulta kuljetushihnalle ja kahden sekunnin viive on liian lyhyt aika korjaamaan tuo heitto.

5.4 Muita seurannassa esille tulleita asioita

Seurannassa tuli esille muutamia koneen toimintaa hidastavia tekijöitä. Osa esille tulleista asioista hidastaa suoraan koneen toimintaa, kun taas toiset ovat operaattoria kuormittavia tilanteita.

5.4.1 Erot määrissä operaattoreiden tai vuorojen välillä

Toimivaa kirjausjärjestelmää vuoroasettajien käynneistä koneella ei aikarajan puitteissa ehditty toteuttamaan. Työohjeiden puutteellisuus aiheuttaa monissa tilanteissa eroja ratkaisuun kuluvan ajan osalta. Harvoin toistuva vika saattaa olla monille operaattoreille outo tilanne ja sen ratkaisemiseksi voidaan joutua turvautumaan vuoroasettajan apuun.

5.4.2 Komponenteista johtuvat häiriötilanteet

JLB-nauhassa oleva irtolanka aiheuttaa nauhan katkeamisen ja operaattori joutuu pujottamaan nauhan uudelleen reserviluupeihin. Toisinaan nauhan joutuu pujottamaan koko matkan rullalta aina vyörummulle asti eikä vyörummun lähellä olevien rullien kohdalla ollut työohjetta, josta operaattori olisi voinut tarkistaa oikean pujotuksen.

5.4.3 Tiedonkulun parantaminen

Nykyisin heti vuoronvaihtojen jälkeen operaattori ei tiedä tarkkaa valmiiden aihoiden välivarastotilannetta, sillä välivaraston seuranta tapahtuu taululta, johon kokoonpanon ryhmävastaava käy kirjaamassa tiedon sen saatuaan paiston työnjohtajalta. Monesti tässä kestää puolesta tunnista tuntiin. Taulua päivitetään hieman eri tavoin, riippuen ryhmävastaavasta ja paiston työnjohdosta, mutta yleisesti taululle kirjataan välivarastoja 3-4 kertaa vuorossa. Tämä voi joskus johtaa siihen, että jos koneella suoritetaan rinnakkaisvalmistusta ja tuotannossa on useita tuotteita, voi jokin tuote päästä loppumaan paistosta kun taas toista tuotetta on runsaasti välivarastossa.

6 KEHITYSIDEOITA

Seurannan tuloksien pohjalta esitetään kehitysideoita, joiden avulla koneen häiriötilanteiden kesto voidaan lyhentää ja seurattavuutta parantaa. Samalla kehitysideoiden tavoitteena on pienentää koneella työskentelevän operaattorin kuormitusta.

6.1 Pitkäkestoiset häiriötilanteet

Kokoonpanokoneelle voitaisiin hankkia erillinen kulunvalvonta, johon vuoroasettajat tullessaan kuittautuvat sisään ja häiriön selvittämisen jälkeen kuittaisivat itsensä ulos. Näin saataisiin selville asettajan läsnäoloa vaatinut häiriön kesto selville.

6.1.1 Viivakoodien vaihtaminen

Viivakoodien syöttölaitteen voisi kääntää kyljelleen, samoin kuin viivakoodien asettajan kulman voisi kääntää 90 astetta, jolloin viivakoodit laitettaisiin ylösnousevaan sivupintaan vaakasuorassa. Laitteen kääntäminen kyljelleen antaisi mahdollisuuden sijoittaa rulla valoverhon ulottumattomiin, jolloin operaattori voisi turvallisesti vaihtaa viivakoodirullan ilman työkierron keskeytystä. Samalla työ helpottuisi, kun viivakoodirullan voisi asettaa suojalevyille ja nostaa molemmat samalla kerralla paikalleen.

Pujotus olisi helpompaa radan kulkiessa vaakatasossa, operaattori voisi päältä vaihtaen suorittaa pujotuksen ilman turhaa käsien nostamista olkapäiden yläpuolelle, mikä rasittaa olkapäitä.

6.2 Usein toistuvat häiriötilanteet

Seurannan tulosten perusteella kolme erilaista tilannetta aiheutti eniten häiriöitä tuotannossa tai tilanteen korjaaminen vaati tuotannon keskeyttämistä.

6.2.1 Vyöpuolen parannettu valvonta

Parannusehdotus 1: Kamera vyöpuolelle

Asennetaan vyöpuolelle kamera, joka kuvaa kulutus pintaa rummulla. Kuvan ottamista ohjaava signaali voitaisiin ottaa I/O lähdöstä, esimerkiksi samasta output-signaalista kuin mistä tieto, että pintapaketti siirretään yhdistettäväksi tulee näytölle. Nämä kuvat näkyisivät erilliseltä näytöltä kolmen – viiden kuvan ryppäissä, jolloin operaattori voisi tarkkailla pidemmältä aikaväliltä laatua ja saumoja. Tämä vaatisi uuden tietokoneen ja verkkokortin, nykyinen tietokone on liian kuormitettu jatkuvaan kameravalvontaan ja niiden esittämiseen erillisellä näytöllä.

(Petri Viinikka, haastattelu 24.2.2011.)

Kameran avulla ei pystytä ehkäisemään viallisten aihoiden pääsyä kokoonpanokoneelta eteenpäin, mutta jatkuvan seurannan avulla laatuun pystytään puuttumaan huomattavasti nykyistä nopeammin. Samalla voitaisiin seurata kulutus pinnan pituutta rummulla. Nykyisin sauman tarkastaminen tapahtuu silmämääräisesti noin kahden metrin päästä jatkuvasta liikkeestä, eikä operaattori ehdi nähdä sauman pituutta tarkasti. Valokuvasta katsomalla voitaisiin päästä tarkempaan pinnan pituuteen ja ehkäistä mahdollisten laatuviikojen syntyminen.

Parannusehdotus 2: Ryppyvahti

Asennetaan pintapöydälle niin sanottu ryppyvahti, joka on tasainen tela kulkemassa pinnan päällä. Telan heilahtaessa kone antaisi häiriö ilmoituksen, jossa operaattoria pyydetään tarkastamaan kulutus pinta. Koska pintojen paksuus vaihtelee huomattavasti erilaisten tuotteiden välillä, voitaisiin ohjelmassa käyttää eri laskentakaavoja eri tuotteille. Ohuimman pinnan arvoksi annettaisiin esimerkiksi 0 ja arvoa kasvatettaisiin

pinnan paksuuden mukaisesti verrattuna ohuimpaan pintaan. Ohuimmalla pinnalla häiriöilmoitus syntyisi arvon noustessa 0,3, kun taas 4 millimetriä paksummalla pinnalla häiriöilmoitus syntyisi vasta arvolla 4,3.

6.2.2 Viivakoodin lukeminen

Rengasaihiossa oleva viivakoodi luetaan järjestelmään asettamisen yhteydessä, jolla varmistetaan, että jokaisessa aihiossa on viivakoodi. Luetun viivakoodin tieto ei näy nykyisin operaattorin näytöllä. Viivakoodi voitaisiin esittää operaattorin näytöllä erillisessä ohjelmassa suoraan viivakoodimuodossa. Ohjelma asetettaisiin olemaan aina päällimmäisenä ja yläkulmassa, jossa se ei häittäisi normaalia työskentelyä. Operaattori voisi suoraan lukea aihion viivakoodin monitorilta ilman, että tuotantoa tarvitsisi keskeyttää ja tieto voitaisiin kirjata Vilant-järjestelmään.

Kirjaaminen toimisi täsmälleen samalla tavalla kuin nykyisin, joten operaattorin ei tarvitse opetella ja muistaa mitään uutta. Erillisen ohjelman lisääminen näytölle esitetyllä tavalla ei häittäisi tuotantoa. (Petri Viinikka, haastattelu 24.2.2011).

Päivän aikana viivakoodin lukemista varten, olettaen että koneella menee kolmea eri tuotetta ja jokaista tehdään yksi vaunu eli kaksi kelaa, joudutaan nykyisin solun toiminta keskeyttämään 17 kertaa vuorossa. Keskimääräinen sekuntikellolla mitattu aika, joka aiheutuu toiminnasta, on 6 sekuntia. Aika koostuu operaattorin astumisesta soluun viivakoodin lukemisesta lukijalla ja kuitatessa solu uudelleen päälle, tehden 102 sekuntia vuorossa ja 306 sekuntia päivässä.

6.2.3 Koordin saumojen häiriötilanteet

Parannusehdotus 1: Koordin mittaus

Kone mittaa koordin rummullevedon jälkeen kolmesta kohdasta, vasemmalta, keskeltä sekä oikealta puolelta ja mikäli mittaustulokset mahtuvat annettujen toleranssien sisälle, kone jatkaa automaattisesti. Mikäli mittaustulos ylittää toleranssin 0,1 millimetrillä,

kone antaa häiriöilmoituksen ja pyytää operaattoria puuttumaan asiaan ennenkuin jatkaa toimintaansa.

Toleranssin alamittaa ei voi muuttaa, koska liian lyhyt koordin sauma saattaa aueta ylöskääntövaiheessa ja aiheuttaa paineistuksen yhteydessä aihion hajoamisen yhdistelmän pettäessä viallisen koordin sauman kohdalta. Vaikka sauma ei pettäisi, aiheuttaa liian lyhyt sauma myös koordin harventumaa renkaassa, mikä johtaa sen hylkäämiseen tarkastusvaiheessa. Toleranssin ylämittaa sen sijaan voisi kasvattaa yhdellä millimetrillä, sillä vaikka sauman ylärajaksi on sovittu yhdeksän millimetriä, useimmat häiriöilmoitukseen johtavat ilmoitukset johtuvat tuon rajan ylittämisestä alle yhdellä millimetrillä. Yksikään operaattori silmämääräisesti tarkastellessaan ei pysäytä konetta ja käy käsin lyhentämässä koordin saumaa ylärajan ylittyessä alle yhdellä millimetrillä, vaan yleisenä tapana on kuitata häiriö suoraan, jotta koneen toiminta voisi jatkua mahdollisimman nopeasti.

Parannusehdotus 2: Koordin jatkuva monitorointi

Koneen takaosassa on toinen näyttö, jolla näkyy samat tiedot kuin koneen edessäkin olevalla, mutta siitä ei operaattori pysty kuittaamaan häiriöitä, sillä näköyhteys puuttuu häiriön aiheuttajaan. Koordin saumaa voitaisiin kuvata jatkuvasti videokameran avulla ja sen näkymä voitaisiin tuoda koneen taakse omalle näytölleen suoraan ilman tietokoneita, lähelle tarkennettuna operaattori näkisi jopa tarkemmin sauman todellisen mitan ja voisi näinollen päättää, voidaanko sauma hyväksyä suoraan kuittaamalla vai tarvitseeko sitä käydä korjaamassa. Videovalvonnan vuoksi koneen taakse voitaisiin antaa mahdollisuus operaattorille kuitata koordin pituudesta johtuvat häiriöt, mikä tietyissä tilanteissa nopeuttaisi koneen toimintaa huomattavasti. Näitä tilanteita olisivat, kun operaattori suorittaa kaapelivaunujen lisäämistä ja poistamista koneesta, sekä teräsvyövaunuja vaihdettaessa.

6.3 Turhat häiriöilmoitukset

Vaihdettuamme viiveen kestoksi kolme sekuntia, turhien virheilmoitusten määrä vähentyi selvästi, vaikka vikaa ei saatukaan kokonaan poistetuksi. Asiaa vaikeuttaa osaltaan myös vaunujen jarrujen vaihteleva kunto. Jokaisessa vaunussa on jarrut, joiden tehtävänä on poistaa tyhjä liike pyörittämisen jälkeen, jarrujen kuluessa tyhjää liikettä esiintyy mikä aiheuttaa vaunun välikankaan löystymistä. Asiaa tutkitaan edelleen ja mietinnässä on, voisiko koko ilmoituksen jättää raportoimatta kokonaan operaattorille.

6.3.1 Häiriötilanteiden poistaminen

Koneella on suhteellisen vähän yhteisiä työhjeita ja koska tiettyjen häiriöiden esiintymistiheys ei ole kovin suuri, osalle operaattoreista kehittyy niin sanottua hiljaista tietoa häiriöiden ratkomisesta. Hyvänä esimerkkinä voidaan pitää tilannetta, jossa teräsvyön vaihdon jälkeen kone ei suostunut suorittamaan pituusmittausta eikä leikkaamaan teräsvyötä poikki. Operaattorille tilanne oli uusi ja hän joutui pyytämään paikalle asettajan tilannetta ratkaisemaan. Asettajaa odottaessa paikalle tuli tauon ajan tauottamaan toinen operaattori joka vian nähdessään tiesi, että liikuttamalla teräsvyön leikkuria ääriasennosta toiseen ja siirtämällä vyö pois kameran alta, vika poistuisi.

Kuvallisten ohjeiden avulla monista vastaavista häiriötilanteista selvittäisiin ilman asettajan apua, mutta ongelmana on hiljaisen tiedon kerääminen.

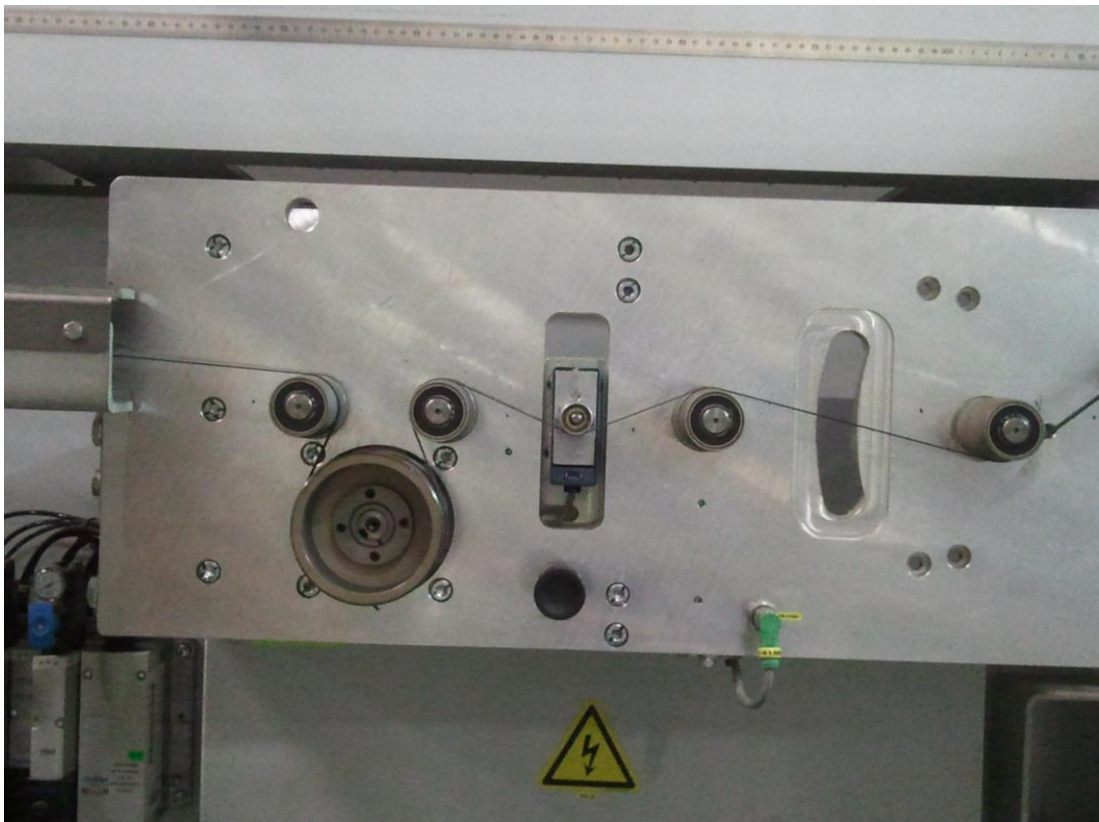
6.4 Muut seurannassa esiin tulleet asiat

Seurannassa tuli esille seurannan ulkopuolelta JLB-nauhan riittoisuus jouduttaessa vaihtamaan laatua rinnakkaisvalmistuksessa tai valmistauduttaessa pidempään seisokkiin.

6.4.1 Erot määrissä ja työohjeet vaihtoaikojen nopeuttamiseksi

Koneen seurantaan voitaisiin myös ottaa eri materiaalien vaihtoon kuluva aika, kuten ”pinta loppu” häiriöiden kestoajat. Lähes jokaisella operaattorilla on eri tyyli vaihtaa pinta sen loppuessa. Kestoajoja vertailemalla voitaisiin seurata, onko kenties jollain operaattorilla vaihtoajat selvästi muista poikkeavat. Nopeimman vaihtoajan mukaan voitaisiin laatia kuvallinen työohje, jota seuraamalla voitaisiin nopeuttaa vaihtoajoja.

6.4.2 Komponenteista johtuvat häiriöt



KUVIO 8. JLB-rullan oikea pujotustapa

Kuviossa 8 on esitetty oikea pujotustapa rullien osalta ja kuvaa voidaan käyttää koneella kuvaamaan oikeata tapaa pujottaa JLB-nauha kireyden tunnistimen kohdalla.

6.4.3 JLB-rullan riittoisuus

JLB-nauha tulee rummulle ohjainrullien ympäri reserviluupin kautta, jossa on nauha valmiina rummullevetoa varten. Reserviluupin tarkoitus on estää nauhan katkeaminen täyttämällä luoppi hitaammin kuin mitä rummulle vetäminen sitä vaatisi. Samalla voidaan ehkäistä voimavaihtelujen syntyminen aihioon tasaisen vedon ansiosta. Jos konetta pidetään pidempään seisahduksissa tai rinnakkaisvalmistus vaatii eri JLB laatuja, tulee JLB-luopit ajaa mahdollisimman tyhjiksi. Kuviossa 9. on kuvattu JLB-nauhan kulkua ohjainrullilla.



KUVIO 9. JLB-nauhan syöttöä ohjainrullien kautta.

MAXX-kokoonpakokoneella on käytössä kolminkertainen reserviluoppi, johon mahtuu JLB-nauhaa noin 94 metriä. Koska tuotannossa on eri tuumakokoja sekä erilaisia tuotteita, vaihtelee niihin kuluvan nauhan määrä huomattavasti toisistaan. Taulukon 5 avulla operaattori näkee, moneenko aihioon nauha riittää ja osaa pysäyttää luoppien

automaattisen täyttymisen. Kone jatkaa toimintaansa, kunnes luupit ovat tyhjänä, jolloin rinnakkaisvalmistuksessa tapahtuva pakollinen hukka voidaan minimoida.

TAULUKKO 5. JLB:n riittoisuus aihioittain

Käärinnän tiheys			
Tuumat	20 %	20/30/40 %	40 %
15"	3 aihiota	3 aihiota	2 aihiota
16"	noin 3 aihiota	2 aihiota	1 aihio
17"	2 aihiota	2 aihiota	1 aihio
18"	2 aihiota	2 aihiota	1 aihio

Taulukon 5 tarkoituksena on helpottaa operaattorin tehtävää JLB-nauhan riittoisuutta tarkasteltaessa laadun vaihtuessa. Samaa ohjetta voidaan käyttää myös pidempään seisakkiin valmistautuessa. Kokoonpanokoneella on olemassa kytkin, jota käännettäessä aineiden tulo loppuu, mutta sitä käytettäessä JLB-nauhaa jää tuotteesta riippuen turhaan luuppeihin.

6.4.4 Tiedonkulun parantaminen

Tietokoneelle voisi asentaa talon sisäisen pikaviestintäohjelman, jonka avulla operaattoriin voisi tarvittavat sidosryhmät olla suoraan yhteydessä. Operaattori saisi tiedon suoraan paiston työnjohdolta ja samalla tiedot mahdollisista häiriöistä tai ennakkohuolloista paistossa. Pikaviestintäohjelman voisi asentaa nykyiselle tietokoneelle toiminnan häiriintymättä (Hieta Ismo, haastattelu 10.3.2011)

Samalla ohjelmalla voisi vuoropäällikkö ja muut tilanteen niin vaatiessa olla suoraan yhteydessä operaattoriin ja päinvastoin, jolloin tiedonkulku olisi nykyistä huomattavasti nopeampaa ja operaattori voisi keskittyä työhönsä nykyistä paremmin, kun koneella käyvien henkilöiden määrä putoaisi. Myös toimiminen olisi helpompaa, kun asian voisi tarkistaa näytöltä verrattuna nykyiseen käytäntöön, jossa ohikulkevalle kysyjälle kerrotaan tieto suullisesti.

6.4.5 Syklin nopeuttaminen

Viikolla 9. tehdyn muutostyön jälkeen, kokoonpanokoneen sykliäikää saatiin pudotettua huomattavasti. Ennen työn aloittamista runkopuolen kesto oli selvästi vyöpuolta hitaampi ja toimi pullonkaulana. Taulukossa 6. on esitetty runkopuolen sykliäiköjen kestot otettuna suoraan koneen itsensä ilmoittamina aikoina kolmelta perättäiseltä aihion teosta.

TAULUKKO 6. Runkopuolen sykliajat

Syklin vaihe	1.Kerta	2. Kerta	3.Kerta	Keskiarvo
Yhdistelmän rummulleveto	4,06	4,01	4,09	4,05
Yhdistelmän rissaus	3,88	3,87	3,86	3,87
1-koordin rummulleveto	6,15	6,23	6,58	6,32
Kaapelin asetus	0,86	0,87	0,87	0,87
Ylöskääntö	5,11	5,1	5,1	5,10
Venytyt	4,02	4,04	4,06	4,04
Pinnan rissaus	5,04	5,05	4,98	5,02
Aihion poisto	5,26	5,61	5,31	5,39
Yhteensä:	34,38	34,78	34,85	34,67

Verrattuna lähtötilanteeseen, runkopuolen sykliäiköjä on pystytty laskemaan noin 4 sekuntia. Vastaavasti vyöpuolen aikoihin ei ole tehty muutoksia, joten runkopuoli valmistuu nopeammin ja vyöpuolesta muodostuu pullonkaula tuotannolle. Vyöpuolella sykliäikää kasvattaa eniten kulutuspinnan leikkaus ja liittäminen.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTAA

Työ oli mielenkiintoinen ja monelta osin haastava johtuen koneen ainutkertaisuudesta Nokian Renkaiden tuotannossa. Kehityskohteita miettiessä huomasin usein, että myös koneen valmistaja VMI kehitti konetta samanaikaisesti, eikä samoista asioista ollut järkevää tehdä kahta kehitystä samanaikaisesti. Työ vaati kokoonpanokoneeseen tutustumista tuotannon tasolla ja työkokemusta, joka auttoi ymmärtämään häiriötilanteiden syyt ja esiintymistiheydet sekä mistä erot valmistusmäärissä eri operaattorien ja vuorojen välillä voisivat syntyä.

Seurannan perusteella karsiutui osa kehitysideoista pois. Myös tiedossa olevat parannukset tuleville MAXX-Autosingleille karsivat osan alunperin seurantaan vaatineista kohteista pois.

Kehitysideoista onnistuneimpana voidaan pitää viivakoodin lukemista suoraan näytöltä sen suoranaisen ajansäästön vuoksi. Koneelle tehtiin muutostyönä VMI:n toimesta vastaavanlainen luenta, mutta sen toteutus vaatisi muutoksia jo olemassa oleviin ohjelmiin, kuten Vilantiin. Operaattorin kannalta automaattisen luvun heikkoutena olisi viivakoodien luvun epäonnistuminen tai loppuminen, joka aiheuttaisi virhetilanteen kirjattaessa.

Kokoonpanokoneessa on rakenteellinen ongelma, joka hankaloittaa työskentelyä koneella. Koneessa on kaksi sivupintavaunua, oikean ja vasemmanpuoleiset, joista oikeanpuoleisen mitoitus on tehtaalta tullessaan erittäin ahdas ja on operaattorille erittäin hankala liitettäessä sivupintaa edellisen jatkoksi. Vasemmanpuoleinen sivupinnan vaihto on helppoa, sillä tilaa on jopa liikaakin suorittaa vaihtaminen. Tällöin seuraaviin koneisiin mitoituksen muuttaminen siten, että vasemmanpuoleista tilaa kavennettaisiin hieman ja lisätila siirrettäisiin oikeanpuoleisen sivupinnan vaihtamista helpottamaan, helpottaisi olennaisesti operaattorin työskentelyä ja kuormitusta koneella, vaikka varsinaista mitattavaa hyötyä muutoksesta ei saataisi.

Lähteet

Arttu toiminnanohjausjärjestelmä. Luettu 6.4.2011. www.solteq.com/Arttu

Hieta Ismo. Haastattelu 22.11.2010. Nokian Renkaat Oyj.

Nokian Renkaat Oyj. 2009. Vuosikertomus. Hämeen kirjapaino Oy

Nokian Renkaat Oyj. 2008. Henkilöstöopas.

Nokian Renkaat Oyj, 2010. Tulosesitys.

Nokian Renkaat Oyj. 2011. www.nokianrenkaat.fi

Rantanen, Mari. 2005. Koulutusmateriaalit. Nokian Renkaat Oyj.

Rantanen, Mari. 2006. Prosessiopas. Nokian Renkaat Oyj.

Vmi-Group. 2010. www.vmi-group.com

Viinikka Petri. Haastattelu 24.2.2011. Nokian Renkaat Oyj