

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Kone- ja laiteautomaatio  
Jarkko Kalliomäki

Opinnäytetyö

# **HENKILÖAUTORENKAAN KOKOONPANOKONEIDEN VIKAHISTORIAN ANALYSOINTI**

Työn ohjaaja  
Työn tilaaja

Tampere 06/2010

Lehtori Leo Sutinen  
Nokian Renkaat Oyj, ohjaajana kunnossapidon automaatio-  
osaston osastoinsinööri Jouko Nieminen

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma, Kone- ja laiteautomaatio

Jarkko Kalliomäki  
Henkilöautorenkaan kokoonpanokoneiden vikahistorian analysointi  
Sivumäärä 31  
14.6.2010  
Työn ohjaaja: Leo Sutinen  
Työn tilaaja: Nokian renkaat Oyj

## Tiivistelmä

Nokian Renkaat Oyj on Pohjoismaiden suurin rengasvalmistaja ja toimialan kannattavimpia yrityksiä maailmassa. Yhtiö kehittää ja valmistaa kesä- ja talvirenkaita autoihin sekä raskaiden koneiden erikoisrenkaita. Opinnäytetyö tehtiin Nokian Renkaat Oyj:n Nokian tehtaalle. Työn aiheena oli henkilöautorenkaan kokoonpanokoneiden vikahistorian analysointi.

Vikahistoria on yksi tärkeimmistä lähteistä, jota voidaan käyttää koneiden huoltojen suunnittelussa. Työ toteutettiin, koska Nokian Renkailla ei ole koskaan aikaisemmin analysoitu kokoonpanokoneiden vikahistoriaa näin pitkältä aikaväliltä. Työssä haluttiin selvittää, voidaanko koneiden vikahistoriaa käyttää hyödyksi entistä paremmin koneisiin tehtävien korjaustoimenpiteiden kannalta. Lisäksi haluttiin selvittää, voidaanko vikahistoriatietojen avulla ja oikeilla korjaustoimenpiteillä vähentää koneissa ilmenneitä toistuvia vikoja.

Nokian Renkaiden kunnossapitotoiminnassa erittäin tärkeänä tekijänä on ennaltaehkäisevä huoltotoiminta. Tulevaisuudessa ennakoiva huoltotoiminta korostuu entistä enemmän ja sitä halutaan kehittää jatkuvasti. Koneiden vikahistoriasta halutaan saada entistä enemmän hyötyä ennakkohuoltoihin ja huoltojen suunnitteluun.

Koneiden tehokas käyttö on elintärkeää nyky-Suomessa, jossa teollisuuden siirtyminen halvempiin kohteisiin ulkomaille on erittäin yleistä ja harmittavaa. Henkilökohtaisesti otin projektin vastaan asenteella, että mikään ei voi olla parempi tapa saada koneita toimimaan paremmin ja tehokkaammin kuin ottaa oppia koneiden omasta vikahistoriasta. Tässä tapauksessa oli vain saatava tehtaan järjestelmään kirjattu vikahistoria sellaiseen muotoon, että sitä voitiin analysoida ja miettiä parannusehdotuksia.

Tärkeimpänä huomiona työn aikana paljastui vikojen määrän suuri hajonta, vaikka koneet ovat toiminnaltaan ja käyttöasteeltaan lähes samanlaisia. Toinen tärkeä asia oli huomata kokoonpanokoneen toiminnan kannalta välttämättömien osien erittäin yleinen ja toistuva vikaantumisen. Vikahistoria tietojen avulla pyritään tulevaisuudessa ennaltaehkäisemään paremmin koneisiin tulevia odottamattomia vikoja.

---

Avainsanat

henkilöautorenkaan kokoonpanokone, vikahistoria, kunnossapito

TAMK University of Applied Sciences, Bachelor's Degree  
Mechanical and Production Engineering, Machine Automation  
Jarkko Kalliomäki  
Passenger car tyre-building machines fault history analysis  
Pages 31  
14 June 2010  
Thesis Supervisor: Leo Sutinen  
Co-operating Company: Nokian Tyres plc

---

## **Abstract**

This engineering thesis presents a passenger car tyre-building machines' fault history analysis. Passenger car tyre-building machines combine the rubber components together to make body and belt package. The belt package and the body are joined with each other. This results in a green tyre, which is soft and malleable.

The fault history is one of the main sources which can be used for machine maintenance planning. In Nokian Tyres, the fault history has never been analyzed before such for a long period. The different faults had to be classified so they could be analyzed and to think about a proposal for improvement.

The most important observation during the work was a large dispersion of the number of faults in machines, even though the function and usage of the machines were almost identical. Another thing to note was the large presence of certain faults. The fault history data is intended to be used to prevent unexpected machinery failures.

---

Keywords

car tyre-building machine, fault history, maintenance,  
engineer thesis

## Sisällysluettelo

1 Johdanto .....	5
2 Nokian Renkaat Oyj .....	6
2.1 Organisaatio.....	6
2.2 Historia.....	6
2.3 Tuotteet.....	7
2.4 Tominta-ajatus .....	7
3 Henkilöautorenkaan valmistusprosessi .....	8
4 Henkilöautorenkaan kokoonpano .....	9
4.1 VMI 248 -kokoonpanokone.....	9
4.2 VMI 248 -kokoonpanokoneen ohjaustekniikka .....	11
5 Kunnossapito Nokian Renkailla .....	13
5.1 Ennakoiva kunnossapito.....	13
5.2 Ennakkohuoltotoiminta .....	13
5.3 Asettajatoiminta .....	14
6 Vikahistoria.....	15
6.1 Kokoonpanokoneiden vikahistoria .....	15
6.2 Vikahistorian analysointi .....	16
7 Kokoonpanokoneissa ilmenneiden vikojen määrät.....	17
7.1 Vikojen määrän vaikutus koneen käyttöasteeseen .....	18
8 Vikakohteet .....	20
8.1 Vikojen määrään vaikuttavat tekijät .....	21
9 Vikakohteiden analysointi .....	23
10 Päätelmät.....	30
Lähteet .....	31
Liitteet.....	31

# 1 Johdanto

Työssä käsitellään henkilöautorenkaan kokoonpanokoneiden vikahistorian analysointia ja parannusehdotuksia koneissa useimmin toistuville vioille. Työ sopii minulle erittäin hyvin, koska olen työskennellyt kahden vuoden ajan osa-aikaisesti henkilöautorenkaan kokoonpanosastolla. Minulla oli projektiin lähdettäessä kokoonpanokoneista hyvät pohjatiedot, joten sain projektista ja sen tarkoituksesta nopeasti kiinni. Vikahistoriaa voidaan tässä tapauksessa käyttää työkaluna, jonka avulla valmistaudutaan tulevaan käyttämällä hyväksi aikaisempia tietoja ja kokemuksia.

Usein toistuvat viat aiheuttavat paljon koneiden seisontaa, joten projektilla halutaan selvittää ovatko usein toistuvat viat sellaisia, joita pystytään vähentämään oikeilla korjaustoimenpiteillä ja ennakoivalla huoltotoiminnalla. Tarkoituksena on parantaa vikahistoriamateriaalin käyttöä koneisiin tehtävien korjaustoimenpiteiden suunnittelussa.

Työssä käsitellään tehtaan kokoonpanokoneiden vikakorjauksista vastaavan kunnossapidon kirjaamia vikoja ja tekemiä korjauksia. Nämä viat ja korjaukset ovat usein odottamattomia ja aiheuttavat paljon koneiden seisontaa. Pienimmistä kokoonpanokoneiden vikakorjauksista vastaavat jokaisessa työvuorossa työskentelevät vuoroasettajat. Jokaisella ongelmalla on syy, vika-tila ja seuraus. On tärkeätä selvittää vikatilaa aiheuttava syy, eikä vain korjata vikaa syystä välittämättä.

Työhön otettiin mukaan hollantilaisen VMI:n valmistamia henkilöautorenkaan kokoonpanokoneita 18 kappaletta. Työ rajattiin näihin 18 koneeseen, koska ne ovat lähes identtisiä ja koneiden käyttöaste on yhtä suuri. Vikahistorian analysoinnista saatiin tällä tavalla selkeää, ja koneiden vikahistoriaa voidaan vertailla keskenään. Vikahistorian analysointiin otettiin mukaan vuoden aikaväli (15.12.2007- 15.12.2008). Kaikki tänä aikana koneissa ilmenneet viat ja niihin tehdyt korjaukset analysoitiin. Käytännössä tämä tarkoitti, että poimin tehtaan kunnossapidon käyttämästä toiminnanohjausjärjestelmästä nimeltä Arttu tiedot itselleni ja aloin selvittää ja selkeyttää tietoja. Näin sain tiedot sellaiseen muotoon, että niistä oli helppo analysoida koneiden vikahistoriaa.

Kaikki dokumentaatio, jota vikahistoriasta löytyy, on tallennettu tehtaan kunnossapidon käyttämään toiminnanohjausjärjestelmään. Dokumentaatio on tehtaan kunnossapitohenkilöiden tallentamaa. Kunnossapidossa työskentelee paljon ihmisiä, joten vikojen ja korjauksien kirjaaminen järjestelmään tulee monelta taholta. Dokumentaatio tuntui aluksi erittäin sekavalta, mutta tietojen järjestäminen ja siirtäminen Microsoft Excel -ohjelmaan auttoi projektia eteenpäin.

## 2 Nokian Renkaat Oyj

Nokian Renkaat Oyj on Pohjoismaiden suurin rengasvalmistaja ja toimialan kannattavimpia yrityksiä maailmassa. Yhtiö kehittää ja valmistaa henkilö-, jakelu- ja kuorma-autojen kesä- ja talvi- renkaita sekä raskaiden koneiden erikoisrenkaita esim. metsäkoneisiin ja maansiirtokoneisiin. Yhtiö on lisäksi Pohjoismaiden suurin pinnoitusmateriaalien valmistaja ja pinnoittaja. Yritys on ainoa rengasalan yhtiö maailmassa, joka on keskittynyt erityisesti pohjoisiin olosuhteisiin. Nokian Renkaat Oyj on listattu Helsingin arvopaperipörssiin vuonna 1995. (Nokian Renkaiden www-sivut.)

### 2.1 Organisaatio

Nokian Renkaat voidaan jakaa kolmeen eri osaan: Nokian Renkaat Oyj, Nokian Raskaat renkaat Oy, joka aloitti toimintansa erillisenä yhtiönä vuoden 2006 alusta, sekä rengasketju Vianor. Vianorilla on n. 600 myyntipistettä, jotka sijaitsevat Suomessa, Norjassa, Ruotsissa, Virossa, Latviassa, Venäjällä ja Ukrainassa. Suomessa myyntipisteitä on 60. Nokian Renkaiden ja Nokian Raskaiden renkaiden tuotteita viedään noin 60 maahan. Suurimmat vientimarkkina-alueet ovat Pohjoismaat, Venäjä, Pohjois-Amerikka, Itä-Eurooppa ja alppimaat.

Nokian Renkaiden hallinto ja markkinointi sekä valtaosa tuotannosta ovat Nokialla. Omia tuotantolaitoksia on kaksi, toinen Nokialla ja toinen vuonna 2005 valmistunut tehdas Vsevolozhkissa Venäjällä. Lisäksi Nokian Renkailla on paljon sopimusvalmistusta yhteistyökumppaneiden tehtailla.

Nokian Renkaat -konsernin henkilöstömäärä on noin 3200, josta Vianorin osuus on n. 1300 ja Venäjän tehtaan osuus 300. Nokian Renkaiden liikevaihto vuonna 2008 oli n. 1080 miljoonaa euroa. Liikevaihdoltaan Nokian Renkaat on Euroopan viidenneksi suurin rengasvalmistaja. (Nokian Renkaiden www-sivut.)

### 2.2 Historia

Seuraavassa muutamia tärkeitä vuosilukuja yrityksen historiassa:

- 1898 Suomen Gummitehdas Osakeyhtiö perustettiin
- 1904 Nokian tehdas perustettiin
- 1932 Henkilöautonrenkaiden tuotanto alkoi Nokialla
- 1934 Maailman ensimmäinen talvirengas, ”kelirengas”
- 1936 Ensimmäinen Hakkapeliitta-rengas valmistui Nokialla
- 1959 Suomen Gummitehtaasta Suomen kumitehdas Oy:ksi
- 1967 Oy Nokia Ab perustettiin
- 1988 Joint venture -yhtiö Nokia Renkaat Oy perustettiin

1995 Nokia Renkaista Nokian Renkaat Oyj:ksi, listautuminen pörssiin  
1999-2000 Oma rengasketju laajentui Suomeen ja Viroon  
2005 Nokian Renkaiden toinen tehdas käynnistettiin Vsevolozhskissa Venäjällä  
(Nokian Renkaiden www-sivut.)

### **2.3 Tuotteet**

Nokian renkaiden kehitystyö ja ydinosaminen perustuu vaativien pohjoisten olojen tuntemukseen, ymmärtämiseen ja erikoisosaamiseen. Tehtaiden pohjoisella sijainnilla on ollut suuri merkitys talvirenkaiden tuotekehityksen kannalta. Näitä tuotteita ovat esimerkiksi: talvirenkaat, SUV-renkaat, metsäkoneiden ja metsätraktoreiden renkaat, kuorma-autojen ja bussien talvirenkaat. Ydintuotteista tärkeimpiä ovat nastalliset ja nastattomat talvirenkaat. (Nokian Renkaiden www-sivut.) Nokian Renkailla on maailman laajin talvirengasvalikoima. Tehtaalla valmistetaan toki myös paljon kesärenkaita, ja näistä tärkeimpiä ovat suurten nopeuksien kesärenkaat.

### **2.4 Toiminta-ajatus**

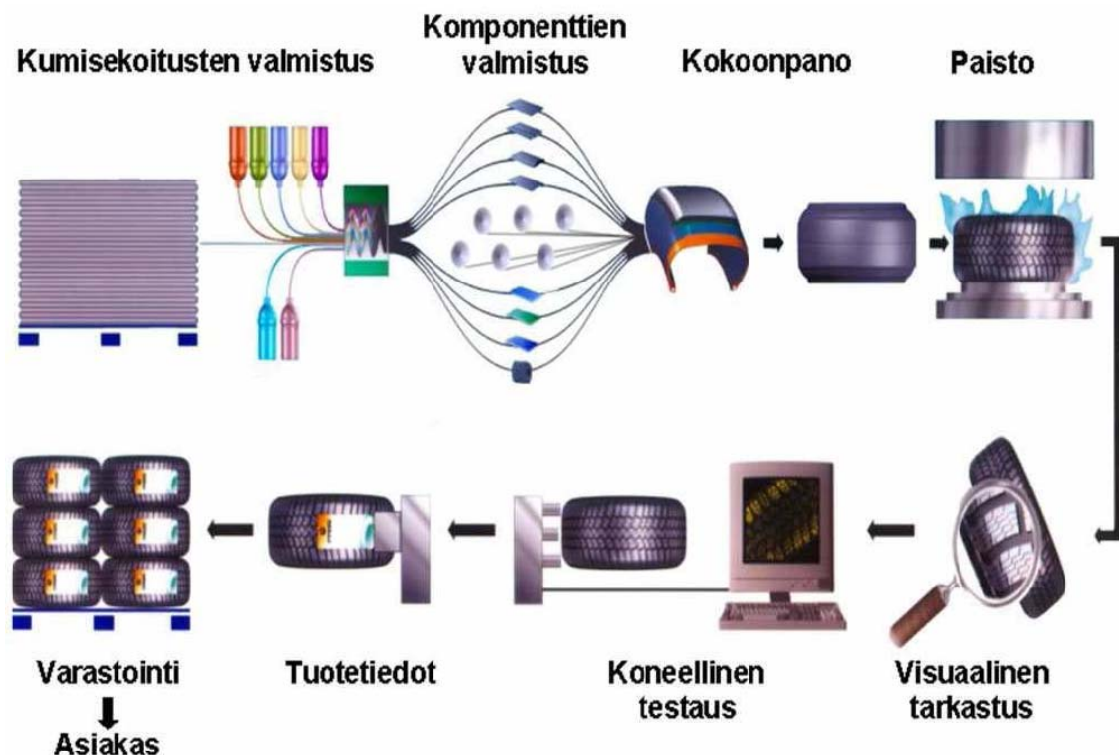
Nokian Renkaissa talon tavasta toimia käytetään nimitystä hakkapeliittahenki, johon sisältyy kolme pääkohtaa: voitonjano, selviytymisen taito ja taistelutahto. Lisäksi toiminta-ajatuksena on tehdä turvallisimmat renkaat pohjoisiin oloihin sekä ymmärtää pohjoisten olojen asiakasta. Nokian Renkaat toimii kasvavilla markkinoilla ja keskittyy rengasalan tuotteisiin ja palveluihin; nämä seikat luovat pohjan yhtiön kasvulle ja liiketoiminnalle. (Nokian Renkaiden www-sivut.)

### 3 Henkilöautorenkaan valmistusprosessi

Henkilöautorenkaan valmistusprosessi alkaa sekoitusosastolta. Sekoitusosastolla sekoitetaan luonnonkumia ja monia muita eri raaka-aineita, joista muodostuvat käytettävät kumiseokset. Kumiseoksista valmistetaan tämän jälkeen komponentteja, jotka sisältävät paljon erilaisia teräksisiä ja kankaita. Kokoonpanokoneella komponenteista kootaan renkaan runko ja vyöpaketti, jotka yhdistetään. Näin muodostuu rengasaihio, joka on pehmeä ja muotoiltavissa.

Rengasaihio lähtee kokoonpanokoneelta kohti paistoa tehtaassa käytettävää kattokuljetinjärjestelmää pitkin. Paistopuristimessa aihio vulkanoidaan kovassa paineessa ja kuumuudessa. Vulkanoinnissa kumiseokset sulautuvat kiinni toisiinsa; näin rengas saa lopullisen rakenteensa sekä muodon, jolloin siitä tulee valmis rengas.

Tämän jälkeen rengas kulkeutuu visuaaliseen tarkastukseen, eli jokainen rengas tarkastetaan silmämääräisesti. Tämän jälkeen on vuorossa renkaan koneellinen testaus testikoneella. Testikone varmistaa renkaan muodon ja symmetrisyyden tietokoneesta muistuttavissa olosuhteissa. Testit läpäisseet renkaat siirtyvät etiketöinnin kautta välivarastoon ja tästä eteenpäin omaan logistiikkakeskukseen Nokialle. Näin rengas on valmiina loppukäyttäjälle toimitettavaksi.



Kuvio 1: Henkilöautorenkaan valmistusprosessi (Nokian Renkaiden www-sivut.)



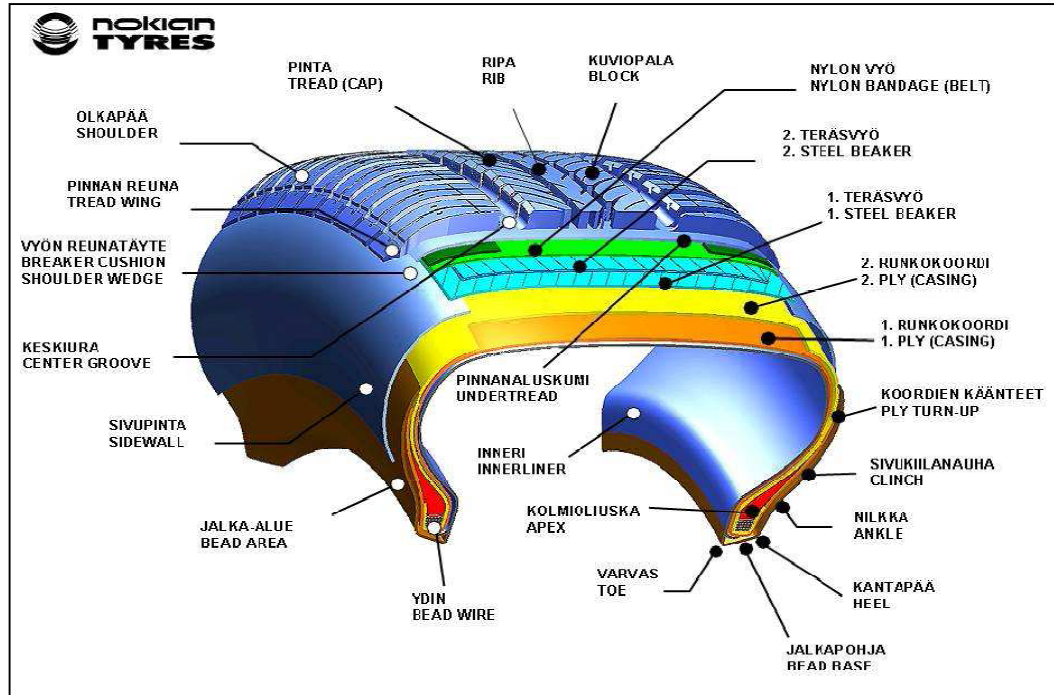
## 4 Henkilöautorenkaan kokoonpano

Henkilöautorenkaan kokoonpanokoneella tarkoitetaan konetta, jolla kootaan komponenttiosastolla valmistetuista komponenteista rengasaihioita. Kokoonpanokoneet ovat automatisoituja ja sisältävät paljon automatiikkaa. Tehtaalla on jaettu renkaiden kokoonpanokoneet neljään eri verstaaseen. Kokoonpanokoneita on muutamia erityyppisiä, eri-ikäisiä ja toiminnaltaan hieman erilaisia. Vanhat koneet ovat toki vielä toimivia, mutta uusien koneiden tuotantomäärät ovat huomattavasti suurempia. Tästä syystä vanhemmat kokoonpanokoneet väistyvät vähitellen uudempien tehokkaampien koneiden tieltä. Tähän projektiin valittiin 18 lähes identtistä kokoonpanokonetta. Kaikki projektin koneet ovat ulkomuodoltaan ja toiminnaltaan lähes samanlaisia. Koneet eroavat toisistaan hieman kokonsa ja ikänsä puolesta. Projektissa ovat mukana kaikki tehtaan VMI 248 -kokoonpanokoneet.

### 4.1 VMI 248 -kokoonpanokone

Projektissa mukana on 18 hollantilaisen VMI:n valmistamaa 248-kokoonpanokonetta. Koneet on toimitettu Nokian tehtaalle avaimet käteen -periaatteella vuosien 1998–2004 aikana. Tämän jälkeen osaan koneista on päivitetty uudempaa ohjaustekniikkaa.

Kokoonpanokone 248 toimii lähes automaattisesti, mutta ei kuitenkaan ilman koneenhoitajaa. Jokaisella koneella työskentelee yksi henkilö, joka hoitaa konetta, valvoo toimintaa ja varmistaa koottavien rengasaihioiden laadun. Koneenhoitaja ei pelkästään tarkkaile koneen toimintaa, vaan hän myös osallistuu renkaiden kokoamiseen ja loppuvien materiaalien vaihtamiseen koneeseen. Koneenhoitajan tärkeimpinä tehtävinä on varmistaa, että renkaan monet saumat ja liitokset ovat täsmällisesti kohdallaan. Komponentit, josta rengas kootaan, ovat runkokoordi, sisäkerroskumi, teräsvyöt, JLB- nauha, kaapelit ja kulutuspinna. Suurin osa komponenteista on erilaisia renkaan vahvikeosia. Käytännössä kaikki komponentit voidaan ajatella kumikerroksina, joista rengasaihio muodostuu. Lopulta kaikki komponentit kulkeutuvat oikein mitattuina ja leikattuina koneen etupuolelle, jossa koneenhoitaja pääasiallisesti työskentelee. Koneen etupuolella vyörumpu, kaapelikelkka ja runkorumpu huolehtivat koneenhoitajan avustuksella komponenttien yhdistämisistä toisiinsa. Yhdellä kokoonpanokoneella pystytään kokoamaan 8 tunnin työvuoron aikana jopa 300 rengasaihiota.



Kuvio 2: Henkilöautorenkaassa käytettävät komponentit

Kokoonpanokoneella kootaan monia eri tuotteita, suurimmat erot ovat rengasaihion tuumakoko ja siinä käytettävät materiaalit. Tästä syystä koneenhoitajan on varmistettava, että koneessa on oikeat komponentit tietylle tuotteelle. Jokaiselle tuotteelle on oma resepti. Resepti on paperi, josta näkee renkaan mitat ja materiaalit, jotta voidaan koko ajan tarkkailla ja varmistaa tuotteen laatu. Koneetta ohjaa tietokone, johon on tallennettu jokaiselle tuotteelle oma ohjelmansa. Jokaiseen ohjelmaan on tallennettu tietyn tuotteen mitat ja oikeat parametrit koneen tietokantaan. Koneenhoitajan tehtävä on varmistaa, että koneessa toimii oikea ohjelma, ja tehdä tarvittavat mittaukset tuotteelle laadun varmistamiseksi. Lisäksi koneenhoitajan on huolehdittava kattokuljetinjärjestelmästä. Kaikissa kokoonpanokoneissa on ohjauspaneeli, josta oikea kattokuljetinreitti valitaan. Oikea reitti tarkoittaa sitä, että rengasaihiot menevät oikealle paistopuristimelle. Ohjauspaneelistä nähdään myös värikoodien perusteella, jos kattokuljetinjärjestelmä on liian täynnä. Tällöin koneenhoitajan on vaihdettava koottava tuote, joka menee eri paistopuristimelle. Jokaisen valmistettavan rengasaihion sisäpintaan kiinnitetään viivakoodilukuinen seurantatarra. Seurantatarran avulla pystytään jälkikäteen jäljittämään renkaat, joista tulee reklamaatioita. Tarasta saadaan selville päivämäärä, kone ja tekijä. Näiden tietojen avulla pystytään selvittämään, mistä syystä reklamaatioita on tullut. Useimmiten vialliset tuotteet huomataan välittömästi tehtaan omassa visuaalisessa tarkastuksessa tai testikoneessa.



Kuvio 3: VMI 248 -kokoanpanokoneen etupuoli

## **4.2 VMI 248 -kokoanpanokoneen ohjaustekniikka**

Projektissa mukana olevien kokoonpanokoneiden suurimpina eroina ovat ohjaustekniikat ja niiden päivitykset. Kokoonpanokoneet on toimitettu tehtaalle porrastetusti avaimet käteen periaatteella vuosien 1998–2004 aikana, joten vanhemmat koneet sisältävät erilaista ohjaustekniikkaa kuin uudemmat koneet. Lisäksi koneisiin K30 – K34 ohjaustekniikka on päivitetty jälkikäteen samanlaiseksi kuin tehtaalle viimeisinä toimitetuissa koneissa. Ohjaustekniikkaa on päivitetty koneisiin sitä mukaa kuin koneelta vaadittavat ominaisuudet ovat kasvaneet tai muuttuneet. Koottavien renkasaihoiden tuumakoon ja renkaassa käytettävien komponenttien muutokset vaikuttavat koneelta vaadittaviin ominaisuuksiin. Lisäksi koneen nopeutta ja käyttövarmuutta saadaan parannettua ohjaustekniikan päivityksillä.

Ohjaustekniikan päivityksellä tarkoitetaan koneen koko ohjaustekniikan päivitystä, kuten automatiikan, ohjelmoitavien logiikoiden ja konetta ohjaavan tietokoneen päivitystä. Suurimpina eroina ovat kuitenkin koneita ohjaavien ohjelmoitavien logiikoiden päivitykset. Yleensä ohjaustekniikaltaan vanhemmilla koneilla kootaan tuumakooltaan suhteellisen pieniä renkaita, ja koneilla, joihin on päivitetty uudempaa ohjaustekniikkaa, valmistetaan tuumakooltaan suurempia renkaita. Tähän ovat pääasiallisena syynä uutta ohjaustekniikkaa omaavien koneiden paremmat säätömahdollisuudet ja tuotteissa vaadittavien komponenttien määrän muutokset. Uusien ohjaustekniikoiden ymmärtäminen ja vikojen selvittäminen asettaa omat haasteensa tehtaan kunnossapito-osastolle.

Taulukossa 1 on esitelty kokoonpanokoneiden ohjaustekniikkaa. Taulukosta selviävät koneissa käytettävän ohjelmoitavan logiikan sekä servo-ohjain tekniikasta vastaavan laitteiston merkki ja malli. Koneiden ohjaustekniikasta vastaavien laitteiden tiedot ovat peräisin tehtaan kunnossapidon automaatio-osaston tiedoista.

Taulukko 1: Kokoonpanokoneiden ohjaustekniikka

Kone numero	Ohjaustekniikka
K27 – K34	Toimitettu Modicon Quantum ohjelmoitava logiikka, Modbus I/O - hajautus + Modicon M100 servo-ohjaintekniikka.
K35 – K42	Toimitettu Modicon Quantum ohjelmoitava logiikka, Modbus I/O - hajautus + Lexicum servo-ohjaintekniikka.
K43 – K44	Toimitettu Allen-Bradley1765 ohjelmoitava logiikka + Allen-Bradley 1394 servo-ohjaintekniikka
K30 – K34	Päivitetty 2006 – 2008; Allen-Bradley 1756 ohjelmoitava logiikka + Kinetix 5000 servo-ohjaintekniikka.

## 5 Kunnossapito Nokian Renkailla

Nokian renkailla kunnossapitotoiminta voidaan jakaa kahteen tärkeään osaan: vikoja korjataan sekä koneiden kuntoa valvovaan ja tarkastavaan kunnossapitoon. Valvovan kunnossapidon pääasiallisena tarkoituksena on pitää huolta, että koneet toimivat tehokkaasti ja käyttöaste on mahdollisimman korkea. Nokian Renkailla on käytössä ennakkohuoltotoiminta, jonka tarkoituksena on parantaa koneiden käyttövarmuutta ja ennaltaehkäistä odottamattomia vikoja. Koneiden vikaantumista, osien rikkoutumista ja väsymistä ei kuitenkaan koskaan voida kokonaan välttää, joten aina tarvitaan korjaavaa kunnossapitoa. Korjaavassa kunnossapidossa työskentelee pääasiallisesti sähkö- ja mekaanisia asentajia. Kaikkina tuotantopäivinä tehtaassa työskentelee jokaisessa vuorossa omat kunnossapitohenkilöt. Nämä vuoroasentajat päivystävät tehtaalla ja vastaavat koneiden akuuteista vikakorjauksista. Jokainen vika ja korjaus kirjataan tehtaan kunnossapidon käyttämään Arttu-toiminnanohjausjärjestelmään.

### 5.1 Ennakoiva kunnossapito

Tehtaalla työskentelevät vuoroasentajat huolehtivat pääasiallisesti vain koneiden vikakorjauksista. Vikakorjaukset ovat elintärkeitä koneiden toimivuuden ja tuotannon tehokkuuden kannalta. Vian sattuessa on muistettava aina, että jokaiseen vikaan on aina syynsä ja sillä on seurauksensa. Tästä syystä tehtaalla työskentelee paljon asentajia ja insinöörejä, jotka selvittävät mistä koneisiin tulleet viat pohjimmiltaan johtuvat. Näiden henkilöiden tehtävänä on enemmänkin parantaa koneiden käyttövarmuutta, kehittää koneiden toimintaa ja yrittää ennakoida koneisiin tulevia vikoja. Nokian Renkaissa on panostettu 2000 – luvulla todella paljon ennakoivan huoltotoiminnan kehittämiseen, ja erityisesti vikakorjauksien määrää on haluttu vähentää tuntuvasti. Vuosituhannen alussa vikakorjauksia oli noin 70 % ja ennakoivaa huoltotoimintaa 30 %. Tällä hetkellä kunnossapidosta noin 40 % on vikakorjauksia ja 60 % ennakoivaa huoltotoimintaa.

Kokoonpanokoneisiin tehdään paljon myös ohjelmamuutoksia; näistä muutoksista vastaavat siihen koulutetut henkilöt. Ohjelmallisilla muutoksilla saadaan usein koneen tietyt prosessit toimimaan paremmin. Monesti tuotteiden laatuongelmat johtuvat väärin parametroiduista tuote resepteistä. Koneen suorittamia prosesseja joudutaan usein seuraamaan tietokoneen kautta, josta pystytään seuraamaan konetta ohjaavien logiikoiden toimintaa. Tällä tavoin yritetään löytää koneen toimintaa hankaloittava rikkoutunut tai väärin toimiva osa. Lisäksi koneen logiikoita tarvitsee päivittää ja ohjelmoida sitä mukaa kuin koneen ominaisuuksia muutetaan.

### 5.2 Ennakkohuoltotoiminta

Ennakkohuoltotoiminta tarkoittaa koneisiin tehtävää huoltotoimintaa, jonka tarkoituksena on ehkäistä ennalta arvaamattomia konevikoja ja parantaa koneiden käyttövarmuutta. Ennakkohuoltotoiminta parantaa myös työturvallisuutta, jonka seuranta on nykyään erittäin tarkkaa. Ennakkohuoltotoiminta suoritetaan koneen ollessa seisonnassa, eli konetta ei tällöin käytetä. Ennakkohuoltotoiminnassa työn suunnittelu on erittäin tärkeää, jotta huolto saataisiin suoritettua te-

hokkaasti tietyissä aikarajoissa. Ennakkohuoltotoiminta on kasvanut viime vuosina kovasti, ja jatkuvasti yritetään kehittää huoltotoimintaa siihen suuntaan, että vältettäisiin odottamattomia vikakorjauksia mahdollisimman paljon. Koneiden toimintaa ja vikakorjauksia pyritään tarkkailemaan mahdollisimman paljon. Kokoonpanokoneelle tehdään ennakkohuolto noin neljä kertaa vuodessa. Ennen varsinaista huoltopäivää tehdään koneelle ennakkohuoltotarkastus, jossa karotetaan huoltopäivänä tehtäviä korjaustoimenpiteitä. Nokian Renkailla on toiminnassa myös mittaava kunnossapito-osasto, joka on keskittynyt mittaamaan ja testaamaan koneita, jotta mahdolliset viat havaittaisiin ennakkoon. Nämä mittaukset ja testaukset ovat tärkeä osa suunniteltaessa ennakkohuoltoja. Ennakkohuoltojen suunnittelussa ovat tärkeänä osana myös koneiden vanhat vikakorjaukset eli vikaistoria ja asentajien omat kokemukset. Koneisiin tehdään myös ennakkohuoltotarkastuksia ennen varsinaista huoltopäivää, ja koneiden valmistajalla on omat ohjeensa huoltotoimintaan.

### **5.3 Asettajatoiminta**

Kokoonpanokoneverstailla työskentelee jokaisessa vuorossa vuoroasettaja, jolle ilmoitetaan yleensä ensimmäisenä vikaantuneesta koneesta. Vuoroasettaja korjaa konetta mahdollisuuksien mukaan, mutta asettajan pääasiallinen tehtävä on asettaa koneisiin oikeat arvot ja parametrit. Asettaja kutsuu apuun päivystävät vuoroasentajat, jos katsoo vian vaativan suurempaa korjausta. Päivävuorossa työskentelee myös päiväasettaja, joka tuntee kokoonpanokoneet läpikotaisin. Päiväasettajan työn kuvaan kuuluu uusien tuotteiden vaihtuessa säätää koneeseen uudet ohjelmat ja varmistaa, että jokaisen tuotteen ohjelma on oikein säädetty. Asettajat eivät periaatteessa suorita koneen vikakorjauksia, vaan enemmänkin säätävät konetta laadun takaamiseksi. Asettajat tekevät toki muutamia korjaustoimenpiteitä koneisiin. Nämä korjaustoimenpiteet ovat useimmiten säätöjä ja kohdistuksia. Asettajien tehtävänä on varmistaa, että koneen osat toimivat tarkkojen toleranssien sisällä.

Asettajina työskentelee pääasiallisesti henkilöitä, jotka ovat aikaisemmin työskennelleet renkaan kokoonpanossa. Nämä henkilöt tuntevat koneet erittäin hyvin ja pystyvät nopeasti ratkaisemaan koneissa ilmenneet ongelmat. Lisäksi asettajilla on käytössään oma ohjelma, johon he kirjaavat tekemänsä korjaukset. Koneiden vikaantuessa asettajien on helppo tarkastaa omasta ohjelmastaan, onko koneella ollut aikaisemmin samanlaisia vikoja, ja katsoa oikeat korjaustoimenpiteet kyseiselle vialle. Tässä työssä ei käsitellä asettajien järjestelmään kirjattuja vikoja.

## 6 Vikahistoria

Koneiden vikahistoria on hyvä lähde huoltotoiminnan suunnittelussa. Vikojen ja virheiden löytyminen mahdollisimman aikaisessa vaiheessa estää turhien kustannusten syntyminen. Vikahistoriaa huollon suunnittelussa voidaan toki käyttää hyödyksi vasta koneen ikääntyessä muutaman vuoden. Vikahistorian käyttö perustuu siihen, että kaikki koneessa esiintyneet viat ja korjaukset ovat kirjattuina järjestelmään mahdollisimman selkeästi ja ymmärrettävästi. Tässä projektissa tarkoituksena on nimenomaan tarkastella vikahistoriaa pitkältä aikaväliltä. Vikahistoriaa käytetään koko ajan paljon huoltojen suunnittelussa, mutta yleensä koneiden vikahistoriaa tarkastellaan vain lyhyeltä aikaväliltä, joten toistuvat viat ja korjaukset jäävät usein huomioimatta. Lisäksi huoltojen suunnittelussa asentajien omat kokemukset ovat tärkeänä osana prosessia. Kuitenkin pitää muistaa, että tehtaassa työskentelee asentajia viidessä eri vuorossa, joten samojen vikojen korjaaminen voi jäädä huomioimatta, jos kirjauksista ei huolehdi.

Vikahistorian käyttöä helpottaisi todella paljon, jos järjestelmä olisi sellainen, että vikoja pystyttäisiin etsimään tiettyjen ennalta määrättyjen hakusanojen perusteella. Näin tietyn ongelmallisen vian sattuessa pystyttäisiin heti tarkastamaan, onko vikaa ilmennyt aikaisemmin ja kuinka se on korjattu. Vikoja pystytään hakemaan koneen perusteella ja rajallisesti myös tiettyjä vikakohteita pystytään etsimään järjestelmästä. Kokoonpanokoneet sisältävät kuitenkin niin paljon tekniikkaa, että vikojen ja korjauksien monimuotoisuus on suuri, joten ennakkoon vikakohteiden määrittäminen on vaikeaa. Koneiden vikakorjaukset pystyttäisiin lajittelemaan laajoihin kategorioihin, mutta tietojen etsiminen ja käsittely olisi hankalaa resurssien ollessa rajalliset.

### 6.1 Kokoonpanokoneiden vikahistoria

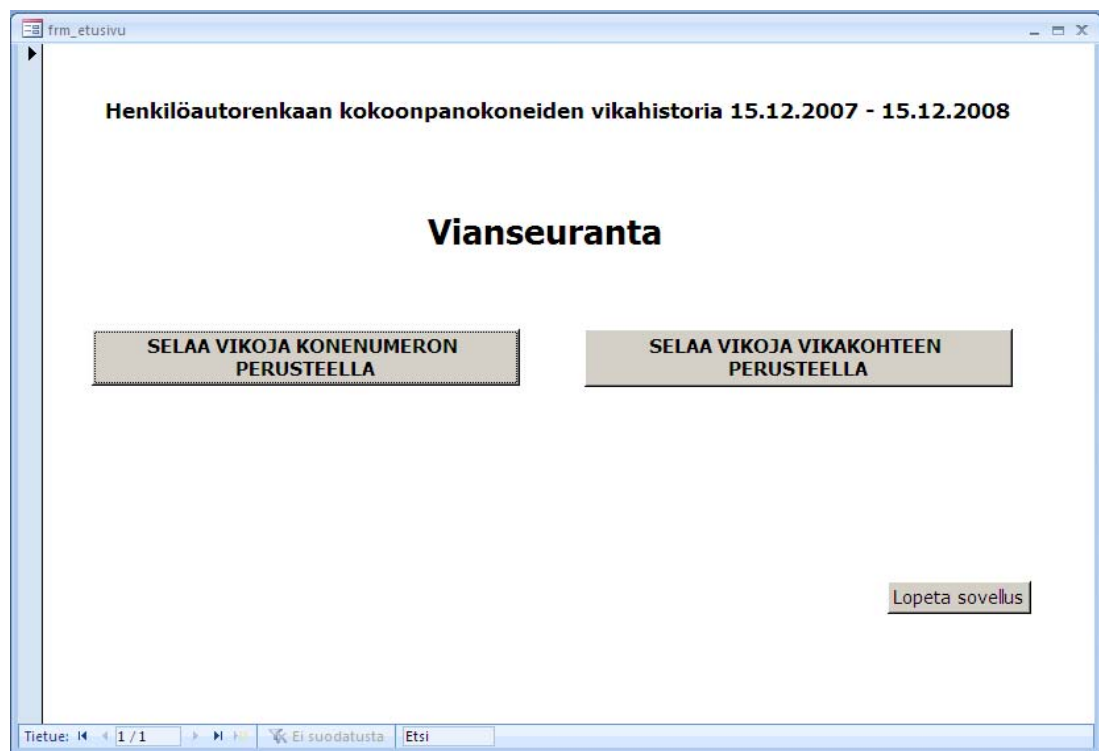
Tehtaan kunnossapitohenkilökuntaa on ohjeistettu kirjaamaan kaikki kokoonpanokoneissa ilmenneet viat ja niihin tehdyt vikakorjaukset tehtaan kunnossapito-osaston käyttämään Arttu toiminnanohjausjärjestelmään. Näitä kirjauksia seurataan kunnossapito-osastolla jatkuvasti. Kirjauksien perusteella tilataan tarvittavat varaosat ja yritetään ratkaista ongelmia, joita asentajilla on ollut. Kirjauksia tehdään erittäin paljon, ja useimmat asentajat tekevät ne erittäin hyvin. Nämä hyvin kirjatut tiedot ovat helppoja ymmärtää, ja tietojen käyttäminen tulevaisuudessa huoltojen suunnittelussa on vaivatonta. Valitettavan paljon on kuitenkin myös sellaisia kirjauksia, joista ei voi päätellä vikakohtetta eikä korjaustoimenpiteitä. Näitä kirjauksia ovat useimmiten sellaiset kuten ”kone 38 rikki, korjattu”. Tehtaassa yritetään saada asentajat kirjaamaan työt selkeästi ja ymmärtämään kirjauksien merkitys huoltojen suunnittelussa. Tulevaisuudessa pitäisin todella tärkeänä, että asentajat kirjaisivat vähintäänkin vikakohteen, vian aiheuttajan, korjaustoimenpiteet, korjaukseen käytetyt varaosat ja korjaukseen kuluneen ajan. Toki asentajien kovalla kiireellä on paljon merkitystä kirjaamisen unohtamiseen tai tekemiseen hätäisesti. Ennakoivan huoltotoiminnan kasvaessa on kuitenkin muistettava, että vikahistorian käyttö on erittäin tärkeässä asemassa tässä asiassa.

## 6.2 Vikahistorian analysointi

Kokoonpanokoneiden vikahistorian vuoden 2008 tiedot sain itselleni helposti tehtaan Arttu-toiminnanohjausjärjestelmästä. Siirsin tiedot Artusta Microsoft Excel -ohjelmaan, joka helpotti tietojen saamista selkeään muotoon. Käytössäni oli 18 koneen vuoden vikahistoria, joten materiaalia oli satoja rivejä. Suurin työ oli saada tiedot sellaiseen muotoon, että pystyin itse selaamaan tietoja nopeasti ja löytämään samantyyppiset viat listasta.

Työn aloitin järjestämällä vikahistorian koneittain, eli jokaisen koneen vioista tuli oma taulukkonsa. Tämän jälkeen aloin jakaa vikoja koneen osien perusteilla. Näin sain vikojen analysoinnin helpommaksi, koska jokainen vika oli nyt jaettu omaan ryhmäänsä. Seuraavaksi aloin etsiä jokaisesta ryhmästä vikoja, jotka toistuivat usein. Toistuvien vikojen etsimisessä vaikeuksia aiheutti vikojen alkuperäisen kirjaamisen monimuotoisuus. Korjaavia asentajia on tehtaassa paljon, joten kirjaukset tulevat monen eri käden kautta. Tässä oli etuna, että tunsin itse koneen hyvin, joten vikojen ja korjauksien yhdistäminen oikeaan koneen osaan oli mahdollista.

Saatuani vikahistorian kohtuullisen selkeään muotoon siirsin vielä lopulliset taulukot Microsoft Access -ohjelmaan. Rakensin Access-ohjelmalla yksinkertaisen käyttöliittymän, josta on helppo tarkastella ja tutkia vikahistoriaa. Vikoja pystyy hakemaan Access-ohjelmasta konenumeron tai vikakohteen perusteella. Vikojen selaaminen Access-käyttöliittymän avulla on erittäin selkeää ja helposti havaittavaa. Tämä helpotti huomattavasti vikojen tulkintaa sekä kokonais kuvan hahmottamista.



Kuvio 4: Access-käyttöliittymän aloitussivu



## 7 Kokoonpanokoneissa ilmenneiden vikojen määrät

Seuraavasta taulukosta (taulukko 2) nähdään koneissa ilmenneiden vikojen määrät vuoden aikavälillä. Taulukosta nähdään, kuinka vikojen määrät eroavat toisistaan todella paljon, vaikka koneet ovat lähes identtisiä ja käyttöaste on yhtä suuri. Eniten vikoja on ollut koneessa K44, kun taas ylivoimaisesti vähiten vikoja on ollut koneessa K38.

Taulukosta nähdään myös erilaisten ohjaustekniikoiden vaikutus koneissa ilmenneiden vikojen määrään. Vaikka koneiden vikojen määrässä ilmenee suurta hajontaa, niin ohjaustekniikaltaan erilaisten koneiden vikojen määrässä selkeitä eroja ei ole havaittavissa. Vuoden aikavälillä yhdessä kokoonpanokoneessa ilmenee keskimäärin 56 vikaa. Vanhempaa Modiconin ohjaustekniikkaa sisältävien koneiden vikamäärät ovat pääosin keskiarvon alapuolella. Uudempaa Allen-Bradleyn ohjaustekniikkaa sisältävät koneet ovat pääosin keskiarvon yläpuolella. Erittäin paljon vikoja esiintyy koneissa K43 – K44, nämä koneet ovat tehtaalle viimeisinä tulleita eli uusimpia. Asiaan on vaikeaa löytää selitystä, mutta uskoisin syyn olevan siinä, että vanhempaa ohjaustekniikkaa sisältävät koneet ovat hieman yksinkertaisempia kuin uudemmat. Lisäksi on tärkeää muistaa, että muutoksiin liittyy aina riskejä, joita ei välttämättä osata ottaa etukäteen huomioon. Tämä asia ei saisi mielestäni näkyä näin selkeästi, sillä uskoisin uusimpien koneiden odotettavan toimivan varmemmin kuin vanhempaa ohjaustekniikkaa sisältävien koneiden. On myös otettava huomioon, että koneita K43 ja K44 on lisäksi aikaisemmin yksinkertaistettu turvapiireistään. Toimitettaessa koneiden ympärillä oli valoverhosuojaukset, jotka aiheuttivat todella paljon toimintahäiriöitä. Valoverhosuojaus poistettiin koneista työsuojeluorganisaation ja koneiden toimitajan VMI:n luvalla.

Koneissa ilmenneiden vikojen määrää katsottaessa huomataan vanhempien koneiden hieman parempi toimivuus. Tähän on vaikea löytää selitystä, mutta yhtenä syynä voi myös olla koneenhoitajien ja asettajien parempi tuntemus vanhemmista koneista. Tämä voi olla syynä siihen, että vanhempien koneiden vikojen korjaamisessa joudutaan harvemmin pyytämään apua kunnossapidon vuoroasentajilta.

Vuoden aikana kokoonpanokoneissa ilmeni yhteensä 1008 vikaa. Vikojen määrä on mielestäni aika suuri, vaikka koneiden käyttöastekin on erittäin suuri. Suurpiirteisesti tämä tarkoittaa, että vuoden jokaisena tuotantopäivänä kokoonpanokoneissa ilmenee kolme sellaista vikaa, jossa tarvitaan vuoroasentajien apua. Suoranaisesti määrä ei kuulosta kovin suurelta, mutta täytyy muistaa, että vuoroasentajien korjaamat viat ovat useimmiten sellaisia, jotka aiheuttavat koneen pitkää seisontaa.

Taulukko 2: Koneissa ilmenneiden vikojen määrät

Kone numero	Ohjaustekniikka	Vikojen määrä
K27	Modicon Quantum	53
K28	Modicon Quantum	41
K29	Modicon Quantum	49
K30	Allen – Bradley 1756	52
K31	Allen – Bradley 1756	61
K32	Allen – Bradley 1756	54
K33	Allen – Bradley 1756	75
K34	Allen – Bradley 1756	50
K35	Modicon Quantum	48
K36	Modicon Quantum	50
K37	Modicon Quantum	35
K38	Modicon Quantum	22
K39	Modicon Quantum	58
K40	Modicon Quantum	72
K41	Modicon Quantum	67
K42	Modicon Quantum	58
K43	Allen – Bradley 1756	76
K44	Allen – Bradley 1756	87

### ***7.1 Vikojen määrän vaikutus koneen käyttöasteeseen***

On luonnollisesti selvää, että mitä enemmän koneessa ilmenee vikoja, sitä enemmän konetta joudutaan korjaamaan. Näin koneen käyttöaste laskee ja kustannustehokas tuotanto jää jälkeeseen. On kuitenkin muistettava, että koneissa ilmenneet viat ovat usein niin pieniä, että ne pystytään ohittamaan pienellä ylimääräisellä työllä. Monesti ei ajatella asiaa siltä kannalta, että pienetkin viat voivat pitkällä aikavälillä vaikuttaa tuotantomääriin yllättävänkin paljon. Tuotantomäärien ollessa näin suuria voi pieni jättämä jokaisessa vuorossa olla vuositasolla todella suuri. Pieni vika voi myös olla sellainen, joka vaatii suurta korjaustoimenpidettä, kuten kokonaan uuden osan vaihtamista. Tällaiset vikakorjaukset pyritään jättämään koneen ennakkohoitoon, jos vika ei suoranaisesti vaikuta koneen toimintaan tai työturvallisuuteen.

Kokoonpanokoneilla ilmenneet pienet viat jäävät kuitenkin valitettavan usein raportoimatta kokonaan kunnossapitohenkilökunnalle. Tähän suurimpana syynä on luultavasti koneenhoitajien usko, ettei vikaa pystytä korjaamaan tai että vika on koneen ns. tyyppivika, joka on koneessa aina ollut. Kokoonpanokoneilla pitkään työskennelleet henkilöt tietävät jo etukäteen tietyn koneen pienet viat, jotka osataan ohittaa nopeasti ja vaivattomasti. Näistä vioista ilmeisesti ajatellaan, että ne kuuluvat koneeseen ja niitä ei pystytä korjaamaan. Pitäisi kuitenkin muistaa, että pienetkin viat voivat vaikuttaa tuotteiden laatuun ja käyttäjän työturvallisuuteen. Tehtaassa on

toki käytössä järjestelmä, jonka kautta ilmoitetaan näistä pienistä vioista, jotka eivät suoranaisesti vaikuta koneen toimintaan. Järjestelmän toimivuus ei kuitenkaan mielestäni ole paras mahdollinen, ja tuntuu, että näitä vikoja harvat henkilöt ilmoittavat. Parempana vaihtoehtona pitäisin vuoroasentajien säännöllistä kiertoa kokoonpanokoneilla ja keskustelua koneenhoitajien kanssa. Pienet viat saataisiin uskoakseni paremmin esiin, ja asentajat pystyisivät heti ilmoittamaan, mitä on tehtävissä. Lisäksi pystyttäisiin ajoissa tilaamaan varaosat koneeseen, jos vian korjaaminen sellaista vaatisi. Jokaisella koneella on oma ennakkohuoltovihko, johon asentajat kirjaavat vikoja, jotka voidaan korjata tai tarkastaa ennakkohuoltopäivänä. Tähän vihkoon merkitään vikoja, jotka huomataan normaalien korjauksien tai tarkastuksien yhteydessä. Pienestä korjaamattomasta viasta voi aiheutua aikaa myöten suurikin vika, joka voi aiheuttaa koneen pitkää seisontaa ja pahimmassa tapauksessa työturvallisuusriskejä.

## 8 Vikakohteet

Koneissa ilmenneitä yleisimpiä vikakohteita aloin selvittää jakamalla kirjatut viat ryhmittäin. Järjestin vikoja ryhmiin sen mukaan, mitä koneen osaa ne koskevat. Kaikista kirjauksista ei toki saanut selville, mitä koneen osaa vika koskee, mutta lopulta sain jokaisen vian ryhmiteltyä. Vikojen ryhmittely auttoi projektia eteenpäin, sillä seuraavaksi aloin tutkia vikoja oman ryhmittelyni perusteella. Jokaisen vikaryhmän kävin vielä läpi niin, että ryhmän jokaiseen vikaan tuli lyhyt kuvaus viasta, esimerkiksi anturi tai turvarele. Toistuvien vikojen etsiminen oli näin helpompaa, koska pystyin selaamaan vikoja sen mukaan, mitä koneen osaa halusin tutkia. Eniten vaikeuksia tuottivat sellaiset viat, jotka oli korjattu ohjelmallisesti, esimerkiksi koneen resetoinnilla. Resetoinnilla tarkoitetaan koneen sekvenssiohjelmien askeltamista aloitusaskelille sekä servoakselien ja applikaattoreiden alustusta nolla-asemiin. Näitä vikoja ja vikojen korjauksia oli vaikeaa tulkita, koska kirjauksista ei lopullisesti selvinnyt, oliko vika koneen ohjelmassa vai saatiinko jumittunut osa toimimaan koneen resetoinnilla.

Pyrin järjestämään viat sen mukaan, mitä koneen osaa viat koskevat tai mihin koneen osaan viat ainakin välillisesti liittyvät. Järjestäminen ei kuitenkaan ollut mitenkään helppoa, sillä vikojen kirjo on valtava. Moni vika oli sellainen, josta joutui miettimään, mitä koneen osaa se todella koskee. Lisäksi vikoja on sellaisia, jotka voivat johtua jonkin toisen ryhmittelemäni vikakohteen ongelmista. Paljon oli myös mekaanisia ja sähköisiä vikoja, jotka eivät suoranaisesti liity mihinkään tiettyyn koneen osaan. Lopulta sain kuitenkin järjestettyä koneen viat tiettyihin vikakohteisiin, vaikka järjestäminen oli edellä mainituista syistä välillä erittäin hankalaa. Pääpiirteisesti vikojen järjestäminen tiettyihin ryhmiin oli kannattavaa, sillä näin sain kokonaiskuvaa yleisimmistä vioista ja koneen vikaherkimmistä kohteista.

Seuraavasta taulukosta (taulukko 3) näemme kaikkien VMI 248 -koonpanokoneiden yleisimmät vikakohteet ja niissä ilmenneiden vikojen lukumäärät. Vikakohteet on järjestetty siten, että taulukossa ylimpänä on vikakohde, jossa on ilmennyt eniten vikoja ja alimpana vikakohde, jossa on ilmennyt vähiten vikoja. Taulukosta puuttuvat sellaiset viat, joita ei pystynyt suoranaisesti liittämään mihinkään vikakohteeseen. Näistä vioista tuli muutama oma pieni ryhmä, joissa oli niin vähän vikoja, että päätin jättää ne pois taulukosta.

Taulukko 3: Yleisimmät vikakohteet

Vikakohte	Vikojen määrä
Teräsvyö 1	88
Teräsvyö 2	87
Kaapeli	87
JLB	78
Ohjelma	68
Yhdistelmä	66
Aihionostin	66
Koordi	63
Pinta	56
Vyörumpu	54
Siirtorengas	51
Kääntökannut	37
Turvalaite	37
Runkorumpu	37
Aihionpoistaja	24

### **8.1 Vikojen määrään vaikuttavat tekijät**

Edellisestä taulukosta näemme vikakohteiden vikamäärien suuren hajonnan vikojen lukumäärässä. On kuitenkin erittäin vaikeaa tulkita vikojen määrää, sillä jokainen vikakohte on erilainen kokoonpanokoneen osa. Vikakohteet sisältävät paljon erilaista tekniikkaa, ja jokainen vikakohte sisältää eri määrän tekniikkaa. Lisäksi vikakohteissa on myös paljon eroa siinä, kuinka suuria tehtäviä vikakohte hoitaa koneessa. Monet vikakohteet sisältävät kuljettimia, leikkureita, mittauksia ja materiaalien keskittämiseen tarvittavia laitteita. Jotkin vikakohteet ovat yksinkertaisempia ja hoitavat vain materiaalien siirtämistä. Taulukosta näemme myös, että eniten vikoja aiheuttavat kohteet, jotka liittyvät materiaalien kuljettamiseen, leikkaamiseen ja mittaamiseen. Näitä kohteita ovat esimerkiksi teräsvyöt, JLB ja yhdistelmä. Myös silmiinpistävää ovat ohjelmalliset viat, joita ilmenee yllättävänkin paljon. Kuitenkin koneen suunnittelussa päämääränä on koneen jokaisen osan järjestelmällinen toiminta, sisältäen oikeatoimisen huoltotoiminnan.

Materiaalina kumi ei kuitenkaan ole mitenkään helppo käsiteltävä, sillä kumi on helposti itseensä takertuvaa, ja kumin tarkka leikkaaminen on myös aika hankalaa. Valmistettaessa rengasaihioita toleranssit ovat todella pienet, joten koneen säätäminen on tarkkaa, etteivät vialliset komponentit pääse kulkeutumaan rengasaihioon saakka. Näitä toimintoja koneissa vahtivat useat optiset rajakytkimet, keskityskamerat, anturit ja ryppyvahdit. Kuitenkin valitettavan usein vialliset materiaalit pääsevät kulkeutumaan vaunuista kuljetinta pitkin leikkurille saakka. Koska materiaalit sisältävät paljon teräksiä ja kankaita, aiheuttavat ne tukoksia ja sotkuja leikkurilla. Nämä tukokset voivat joskus olla todella pahoja ja aiheuttavat koneen seisontaa. Huonosti ja

välinpitämättömästi suoritettu tukoksen purkaminen voi myös aiheuttaa vaurioita materiaalileikkureille. Materiaalileikkureiden säädöt ja kohdistukset kärsivät yleensä, jos tukosta poistattaessa ei olla tarkkana. On myös yleistä, että sotkuja ja tukoksia syntyy, vaikka materiaaleissa ei olisi vikaa. Nämä johtuvat useimmiten huonokuntoisista kuljetinhihnoista, leikkurin vääristä säädöistä tai leikkurien terien tylsyydestä. Leikkurien terien vaihdossa ei ole varsinaista vaihtoväliä, vaan ne vaihdetaan yleensä silloin, kun ongelmia huomataan. Tämä onkin paras ratkaisu, sillä jokainen terä saadaan käytettyä loppuun, eikä vaihtotyö ole paljoa aikaa vievää.

Materiaalien sotkut ja tukokset aiheuttavat kuitenkin liian paljon ongelmia koneissa. Myös materiaalien leveyksien ja paksuuksien on oltava toleranssien sisällä, jotta koottavat rengasaihiot täyttävät tarkat vaatimukset. Usein toleranssista poikkeavat materiaalit pääsevät kuitenkin kulkeutumaan koneen etuosaan, jolloin jää koneenhoitajan vastuulle poistaa toleranssista poikkeavat materiaalit. Ratkaisuna pitäisin säännöllisin väliajoin suoritettavia ryppyvahtien, valosilmien ja keskityskameroiden säätö-, puhdistus- ja tarkastustöitä. Esimerkiksi koordikuljettimien ryppyvahtit on usein säädetty niin epätarkasti, että rypyt pääsevät leikkurille ja joskus runkorummulle saakka. Tietenkin tarkat säädöt aiheuttavat ongelmia silloinkin, kun materiaalissa ei ole tuotantoon vaikuttavia vikoja. Kuitenkin ylimääräiset materiaalien vikailmoitukset on helppo kuitata pois, eivätkä ainakaan materiaalivirheet pääse koneeseen aiheuttamaan suurempia ongelmia. Vikaantuneiden materiaalien havaitseminen on erittäin hankalaa ennen kuin materiaali pääsee koneeseen. Koneisiin voitaisiin mielestäni lisätä jokaisen materiaalin kuljettimelle esimerkiksi laser- tai ultraäänitekniikkaa käyttävät materiaalien laadun tarkkailijat. Uusien osien ja laitteiden lisääminen koneisiin aiheuttaa aina kustannuksia, mutta koneiden vioista todella suuri osa aiheutuu juuri vikaantuneiden materiaalien pääsystä koneeseen.

## 9 Vikakohteiden analysointi

Tässä luvussa käsitellään vikakohteiden analysointia. Pyrin löytämään vikakohteita, josta löytyy selkeitä toistuvia vikoja. Tämän pohjalta pystytään miettimään mahdollisuuksia vähentää vikojen määrää oikeilla toimenpiteillä.

### Teräsvyöt

Teräsvyö on renkaan tukikomponentti kulutuspinnan alla. Teräsvyö koostuu yhteen kumitetuista teräslangoista. Teräsvöitä tulee renkaaseen aina kaksi eri levyistä päällekkäin.

Käsittelen molempien teräsvöiden vikoja samassa kappaleessa, koska järjestelmät ovat lähes identtiset. Kuitenkin kokoonpanokoneessa molemmilla on oma kuljetinjärjestelmä, teräsvyöleikkuri ja materiaalit tulevat eri vaunuista. Vikojen määrä on myös lähes identtinen, joten en näe syytä käsitellä teräsvyöjärjestelmiä erikseen. Suurimat erot ovat materiaaleissa, joissa teräsvyö 2 on aina hieman kapeampi kuin teräsvyö 1. Teräsvyö on muutenkin hankala materiaali, sillä se sisältää luonnollisesti paljon terässäikeitä, jolloin sen käsittely on hankalaa. Lisäksi teräsvyökuljettimet ovat magneettiset, joten teräsvyö tarttuu siihen lujasti kiinni. Tämä on kuitenkin välttämätöntä, sillä teräsvöiden kohdistus vyöruumulle on erittäin tarkkaa.

Yksi vikoja aiheuttava tekijä teräsvyöjärjestelmissä ovat kamerakeskityshäiriöt. Kun kamerakeskitys ei toimi oikein, keskittää kuljetin teräsvyön vyöruumulle väärin, eikä rengasaihioiden kokoonpanoa voida suorittaa. Väärin keskitetty teräsvyö aiheuttaa myös paljon ongelmia teräsvyöleikkurilla. Kamerakeskityshäiriöt johtuvat useimmiten niinkin pienestä viasta kuin likaisesta kameran linssistä. Myös keskityskameran vastavalon ollessa likainen tai rikki aiheuttaa se häiriöitä. Häiriötä aiheuttaa myös paljon kameran kulman muuttuminen, jolloin kamera näkee materiaalin väärin. Kamerakeskityshäiriöitä voi myös aiheuttaa huonokuntoinen kuljetinhihna, jolloin kamera sekoittaa hihnojen tummuvat reunat teräsvöiden kanssa (katso Kuvio 3 likaantunut kuljetinhihna). Kameroiden kohdistuksia, puhdistuksia ja säätöjä voitaisiin suorittaa useimmin, jolloin keskityskameroiden aiheuttamat häiriöt vähenisivät.

Toinen teräsvyöjärjestelmissä paljon häiriöitä aiheuttava tekijä on kuljetinhihnojen kunto. Kuljetinhihnoilla on määräaikaivaihtoväli, mutta usein hihnat eivät silti kestä suunniteltua aikaa. Hihnojen kulumiseen ja rikkoutumiseen vaikuttaa koneenhoitajien huolimattomasti suoritettu tukokkien ja sotkujen poisto, jolloin kuljetinhihnaan saattaa tulla vaurioita. Kuljetinhihnan vaihto on aikaa vievä työ, ja siihen tarvitaan aina alihankkija paistamaan hihnojen päät yhteen. Hihnan rikkoutuessa kesken tuotannon se vaikuttaa merkittävästi tuotantomääriin. Kuljetinhihnojen kulumista voitaisiin seurata säännöllisin välein. Jos huomataan hihnojen kunnossa poikkeamia, voitaisiin suunnitella ja sopia alihankkijan kanssa vaihtotyö valmiiksi. Lisäksi koneenhoitajia voitaisiin ohjeistaa olemaan varovaisia kuljetinhihnojen kanssa ja perehdyttää uudet työntekijät poistamaan tukoksia aiheuttamatta kuljetinhihnoille vahinkoa.



Kuvio 5: Teräsvyökuljetin ja teräsvyöleikkuri



## **Kaapeli**

Kaapelilla tarkoitetaan kaapeliyhdistelmää, joka koostuu ytimeistä ja kolmiotäytteestä. Kaapelin tarkoituksena on lujittaa renkaan jalkaosaa vannealueella. Kaapeli puristuu vanteen reunaa vasten, kun rengas paineistetaan. Kaapeliyhdistelmä antaa renkaalle ajovakautta erityisesti kaareajossa. Jokainen rengas sisältää kaksi kaapeliä, jotka asennetaan rengasaihioon kokoonpanokoneella.

Vikakohteena kaapelilla tarkoitetaan kaikkea sitä tekniikkaa, mikä liittyy kaapelien siirtämiseen ja kohdistamiseen runkorummulle eli renkaan runkopakettiin. Kaapelin siirtämisestä koneeseen vastaa aluksi koneenhoitaja, joka laittaa kaapelit kaapelivaunusta paikalleen kaapelinlataajaan. Kaapelinlataaja tunnistaa kaapelit ja siirtää ne automaattisesti koneen syklien mukaisesti kaapelinasetuslänkiin. Kaapelinasettimet siirtävät kaapelit runkorummulle oikeaan tarkalleen määritellyyn kohtaan.

Kaapelivikoja esiintyy todella paljon, vaikka kaapelien siirtämisestä vastaava tekniikka on kohtalaisen yksinkertaista. Kaapelissa suurimpana yksittäisenä vikana ovat kaapelinasettimet. Kaapelinasettimien väli eli kaapeliasetusväli on todella tarkka, ja se myös tarvitsee mitata muutama kertaan työvuorossa. Kaapelinasetusvälin ollessa väärä tulee kootuista rengasaihioista romuja. Kaapelinasetusväli kuitenkin pääsee syystä tai toisesta usein muuttumaan, jolloin koneella ei pystytä renkaita kokoamaan. Kaapelinasettimia joudutaan kalibroimaan kohtalaisen usein, ja monesti kalibrointi ei korjaa vikaa, vaan vika tulee esiin hetken päästä uudestaan. Kaapelinasetin on koneessa nykivällä liikkeellä liikkuva osa, näin on todennäköistä, että kaapeliasettimen liikkuaessa osat pääsevät vähitellen liikkumaan ja löystymään, jolloin kaapelinasetusväli pääsee muuttumaan. Kalibrointien yhteydessä olisi tärkeätä tarkastaa myös kaapelilänkien kiinnitykset ja liikkeeseen vaikuttavien osien kiinnitykset, jolloin kalibrointia ei tehtäisi turhaan. Lisäksi, jos kaapelinasetusongelmia ilmenee koneessa paljon, voi vian aiheuttaa myös liian suuri koneen ajonopeus. Koneen ajonopeutta hidastamalla kaapelinasettimen liike hidastuisi ja asetusväli voisi pysyä paremmin kohdallaan. Lisäksi kaapelinasettimet aiheuttavat koneeseen akselihäiriöitä, jolloin on aina akselilinjan tarkastettava, ettei tule heittopyöriä.

Toinen paljon kaapeli-vikakohteessa vikoja aiheuttava tekijä on kaapelinlataaja. Erityisesti kaapelinlataajan turvapiiri aiheuttaa paljon ongelmia. Usein ongelmana ovat kaapelinlataajan rajakytkimet, jotka usein ovat jumissa, rikki, tai liitosjohdot ovat poikki. Ongelmia aiheuttavat myös kaapelinlataajan mekaaniset rajat, jotka jäävät jumiin tai ovat liian kaukana haitasta eivätkä toimi oikein. Tämä aiheuttaa aina turvapiirin aktivoinnin ja ongelmia kokoonpanossa.

## JLB

JLB eli jointless bandage on 10 mm leveää nauhaa, joka kääritään limittäin teräsvöiden päälle. JLB-nauhan tehtävänä renkaassa on vähentää tasapainotus -ja värinäongelmia. JLB-nauha ajetaan komponenttiosastolla rullille, josta se kuljetetaan vaunuissa kokoonpanokoneille.

JLB-vikakohde koostuu kahdesta osasta, joita ovat reservi ja JLB-laite, joka sisältää nauhan. Reservillä tarkoitetaan häkkiä, jossa JLB-kelaa pyörittävä moottori sijaitsee, joka myös purkaa nauhaa luuppiin. Luupilla tarkoitetaan rataa, johon nauha ikään kuin varataan. Kun JLB-laite alkaa kääriä nauhaa teräsvöiden päälle, nauha tulee luupista eikä suoraan kelalta. Näin varmistetaan nauhan hyvä kulkeutuminen reservistä teräsvöiden päälle rengasaihioon. Samalla kun kone suorittaa muita tehtäviä, varaa kone automaattisesti seuraavan renkaan tarvitseman nauhan luuppiin.

JLB-vikakohteessa ilmenee paljon vikoja, mutta suurta yksittäistä tekijää vikojen määrässä ei löytynyt. Kohtalaisen paljon vikoja aiheuttavat laitteessa olevat rajakytkimet, erityisesti JLB-kelan rajakytkimen kanssa on usein ongelmia. Tämä aiheuttaa kelan loppuessa nauhan pääsyn läpi reservistä, jolloin uuden kelan nauha joudutaan pujottamaan käsin linjan läpi. Tämä ottaa usein paljon aikaa, sillä nauhan pujottaminen yksin on aika hankalaa. Nauha myös pölyää erittäin paljon, ja pöly vaikuttaa sähköisten rajakytkimien toimintaan. Paljon on myös vikoja rajojen liitântäkaapeleissa, sillä JLB-laite on myös liikkuva osa, joten kaapelit ovat kovassa rasituksessa.

Suurin syy JLB-laitteen ongelmiin on mielestäni väärää reittiä pujotettu nauha. Väärin pujotettu nauha vaikuttaa nauhan käärinnän keskitykseen ja vaikutusta voi olla myös leikkurin toimintaan. Omien kokemuksieni pohjalta JLB-laitteessa ilmenneiden ongelmien syyksi paljastui jossain radan vaiheessa väärin pujotettu nauha. Parhaana keinona tähän on jokaiselle koneella tehtävät selkeät kuvat, kuinka nauha kyseisellä koneella pujotetaan oikein. Nauhan pujotukset eroavat hieman koneittain, joten on vaikeaa muistaa jokaisen koneen pujotustapa.

## **Ohjelma**

Ohjelma-vikakohteella tarkoitan kaikkea, mikä liittyy konetta ohjaavan tietokoneen ongelmiin. Tämä sisältää kaikki koneen toimintaan vaikuttavat ohjelmalliset viat, tietokoneen jumitukset sekä tietokoneen laitteistossa tapahtuneet viat.

Vikojen määrä on suuri, mutta hieman asiaa selittää se, että se sisältää myös laitteiston viat, kuten näppäimistön, hiiren ja näytön, jotka ovat kuitenkin kulutustavaraa. Eniten vikoja kuitenkin aiheuttaa käytettävien ohjelmien jumittaminen, tai ohjelma ei anna tehdä jotain tarvittavaa toimenpidettä. Tällaiset vikatilat ovat korjattu vikahistorian perusteella lähes aina koneen resetoinnilla tai ohjelmien sammuttamisella ja käynnistämällä uudestaan. Myös usein ohjelmien ollessa jumissa koneesta on käytetty päävirrat alhaalla ongelman poistamiseksi. Tämä on usein ainoa vaihtoehto, mutta se on silti huono ratkaisu, sillä ohjelmien sammuttaminen vaikuttaa usein koneen laitteistojen toimintaan, ja myös säädetyt parametrit voivat nollautua. Kone on myös usein vaikea saada toimimaan resetoinnin jälkeen, sillä materiaaleja joudutaan poistamaan ja koneen tekemät työvaiheet jäävät usein kesken. Resetointi ja koneen päävirran katkaisu on usein helppo ratkaisu, mutta omien kokemuksieni pohjalta olisi keksittävä vaihtoehtoinen ratkaisu jumittuneiden ohjelmien ja tietokoneongelmien korjaamiseen. Olisi järkevämpää selvittää ilmenneen ongelman todellinen syy eikä yrittää ratkaista sitä keinolla, joka usein vain siirtää ongelman toiseen paikkaan.

**Koordi**

Koordin tehtävänä on vastaanottaa renkaan sisäpaine. Koordi on molemmin puolin kumitettua viskoosi- tai polyesterikangasta. Koordin leveys ja paksuus vaihtelee sen mukaan, mitä rengasaihiota valmistetaan. Koordi on materiaalina itseensä takertuvaa, joten se aiheuttaa monesti hankalia tukoksia koneessa. Koordi-vikakohde sisältää koordileikkurin ja kuljettimen, jolla koordi kulkeutuu vaunusta runkorummulle.

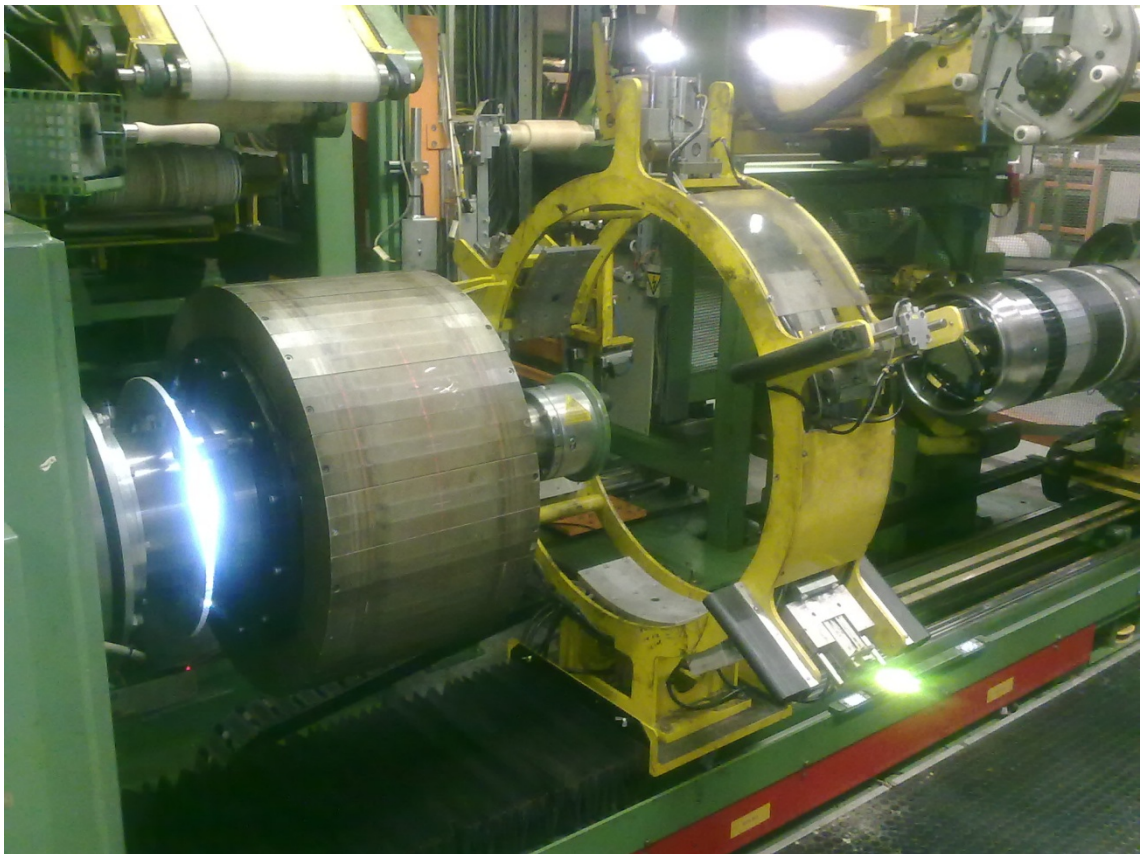
Koordi-vikakohde on pääperiaatteessaan aika yksinkertainen, eikä sisällä kovin paljoa hienomekaniikkaa. Kuitenkin koordi-vikakohteessa ilmenee yllättävän paljon vikoja. Suurin vikoja aiheuttava tekijä myös koordissa ovat kamerakeskityshäiriöt. Koordikuljettimien välissä sijaitsevat keskityskameroiden valaistuksesta vastaavat loisteputket, jotka ovat usein pölyn takia likaisia. Likaiset loisteputket aiheuttavat keskityskameroissa varjoja, jolloin koordi ei keskity kuljetinhihnalle oikein. Lisäksi kameroiden omat linssit ovat usein pölyn takia likaisia ja aiheuttava häiriötä. Parannusehdotuksena on yksinkertaisesti keskityskameroiden linssien ja valaistuksesta vastaavien loisteputkien säännöllinen puhdistus.

Toinen paljon vikoja aiheuttava tekijä ovat leikkuuhäiriöt. Suurin leikkuuhäiriötä aiheuttava tekijä ovat huonot tai kylmät leikkuuterät. Kylmä terä ei leikkaa koordia oikein, jolloin se aiheuttaa usein hankalia tukoksia kuljetinhihnalla. Kylmä terä johtuu lähes aina lämmitysvastuksen haajoamisesta tai takertunut koordi on poistettu väkisin, jolloin vastuksen johdot ovat katkenneet tai irronneet. Myös väärin asennetut ja kohdistetut terät aiheuttavat paljon leikkuuhäiriötä.

### Vyörumpu

Vyörumpu on kokoonpanokoneen osa, jonka päälle kootaan rengasaihion vyöpaketti. Vyörummulle tulevat kuljetinhihnoja pitkin ensin teräsvyöt, teräsvöiden päälle kääritään JLB-nauha, jonka päälle tulee kulutuspinna. Vyörummun koko vaihtelee sen mukaan, minkä kokoista rengasta kootaan. Vyörumpu laajenee, kun siihen kootaan vyöpaketti ja kutistuu, kun siirtorengas hakee vyöpaketin runkorummulle.

Vyörummun suurimpana ongelmana on, että vyörumpu ei laajene oikeaan mittaan. Tähän syytä on pyörintäliittimien tiivisteiden pettäminen. Tämä vika oli koko projektin suurin yksittäinen vika ja sen toistuvuus on erittäin yleistä. Vikaan on kuitenkin saatu selvyys, sillä tiivisteiden toimittaja oli toimittanut väärästä materiaalista tehtyjä tiivisteitä, jotka eivät kestäneet kovaa kulumista. Tämä on aiheuttanut kokoonpanokoneissa todella paljon ongelmia, mutta onneksi vikaan löytyi selkeä syy ja se saatiin korjattua.



Kuvio 6: Vyörumpu ja siirtorengas

## 10 Päätelmät

Henkilöautorenkaan vikahistorian analysointi oli mielenkiintoinen ja haastava projekti. Henkilökohtaisesti sain työn aikana paljon lisää tietoa kokoonpanokoneista ja ongelmista, jotka ovat jokapäiväisiä koneissa. Oli todella mielenkiintoista huomata, kuinka tärkeää korjaustoimenpiteiden järjestelmällinen kirjaaminen ja raportoiminen ovat, jotta niitä pystytään käyttämään mahdollisimman paljon hyödyksi tulevaisuudessa. Koneiden vikahistoriasta saadaan yllättävän paljon uutta ja tärkeää tietoa esiin, jos vikahistoria vain on sellaisessa muodossa, että sitä pystytään analysoimaan ja tutkimaan.

Pyrin työssä kertomaan selkeästi ja ymmärrettävästi henkilöautorenkaan valmistusprosessista, jolloin alaa tuntemattoman lukijan on helppo saada työstä ja tarkoituksesta kiinni.

Vikahistoriaa tutkittaessa tuli selväksi, että vikoja on todella paljon, mutta suurin osa niistä on sellaisia, jotka pystyttäisiin poistamaan säännöllisillä yksinkertaisilla toimenpiteillä. Lisäksi oli mielenkiintoista huomata, kuinka pienestä ongelmasta kasvaa suuri tuotantoon vaikuttava vika, jos sitä ei ajoissa hoideta kuntoon. Oli myös mielenkiintoista nähdä, kuinka iso ja tärkeä kokonaisuus on suuren tehtaan kunnossapito-osasto. Työ antoi hyvän kuvan kunnossapidon toiminnasta ja siitä, kuinka jokainen kunnossapidon työntekijä on yhtä tärkeä, jotta kokonaisuus toimisi järjestelmällisesti. Työssä huomasi myös hyvin, kuinka tärkeässä asemassa ennaltaehkäisevä huoltotoiminta on tehtaassa, jossa tuotanto pyörii taukoamatta.

Koneissa ilmenneiden vikojen monimuotoisuus on niin suuri, että toistuvien vikojen löytäminen on erittäin hankalaa näiden vikahistoriatietojen avulla. Syynä on mahdollisesti, että koneissa ei yksinkertaisesti ole paljoa yleisesti toistuvia tyyppivikoja, vaan viat ovat enemmänkin kulumien osien rikkoutumista. Syynä voi myös olla myös, että toiminnanohjausjärjestelmään tehdyt kirjatukset eivät ole täsmällisiä, jolloin vikojen tulkitseminen on todella hankalaa.

Jatkotoimiksi ehdotan vikojen kirjaamisen parantamista, tai koneiden jakaminen pienempiin kategorioihin, jolloin viat saataisiin kohdistettua tarkemmin tietylle koneen osa-alueelle. Myös vikojen todellisiin syihin olisi keskityttävä tarkemmin, jolloin vian aiheuttava tekijä saataisiin korjattua. Lisäksi kaikki koneiden pienimmätkin viat tulisi kirjata järjestelmään, mistä saattaisi olla suuri apu vaikeidenkin vikojen selvittämisessä.

## Lähteet

*Nokian Renkaat intranet. Prosessiopas 2006 [viitattu 19.2.2009]*

*Nokian Renkaat, toiminnanohjausjärjestelmä, -Arttu*

*Nokian Renkaiden suomalaiset kotisivut. [online] [viitattu 15.3.2010]  
[www.nokianrenkaat.fi](http://www.nokianrenkaat.fi)*

*Nokian renkaat 2009. vuosikertomus 2008*

*Nieminen Jouko, Haastattelu 9.2.2010, Nokian Renkaat Oyj, automaatio-osaston osastoinsinööri.*

## Liitteet

Viat konenumeron mukaan, Microsoft Access dokumentti