

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Kone- ja laiteautomaatio

Tutkintotyö

Mikko Selimaa

LOPPUTARKASTUKSESSA ESIINTYVIEN POIKKEAMIEN VÄHENTÄMINEN

Työn ohjaaja
Työn teettäjä
Tampere 2005

DI Kaarlo Koivisto
Ata Gears Oy, valvojana ins. Petri Keski-Korpela

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka

Kone- ja laiteautomaatio

Selimaa, Mikko Lopputarkastuksessa esiintyvien poikkeamien vähentäminen

Tutkintotyö 42 sivua + 4 liitesivua

Työn ohjaaja DI Kaarlo Koivisto

Työn teettäjä Ata Gears Oy, valvojana ins. Petri Keski-Korpela

Huhtikuu 2005

Hakusanat kartiohammaspyörä, laatupoikkeama, lopputarkastus

TIIVISTELMÄ

Ata Gears Oy valmistaa korkealaatuisia kartiohammaspyöriä. Korkean laadun takaamiseksi Atassa toimii lopputarkastusosasto, jossa tarkastetaan jokaisen asiakkaalle lähetettävän kartiohammaspyörän laadukkuus. Tämän tutkintotyön tavoitteena oli vähentää lopputarkastuksessa esiintyvien poikkeamien määrää ja sisäistä liikennettä lopputarkastuksesta takaisin tuotantoon. Työssä selvitettiin poikkeamatyypit, jotka esiintyvät lopputarkastuksessa, ja näistä valittiin kehityksen arvoiset ja työhön sopivat poikkeamatyypit. Poikkeamatyyppeihin pyrittiin löytämään sekä ennalta ehkäisevät toimenpiteet että välittömästi tehtävät korjaavat toimenpiteet. Pääosin poikkeamatyyppeihin löydettiin sekä ennalta ehkäisevät että korjaavat toimenpiteet. Tulevaisuudessa työssä käsiteltäviä poikkeamia tulee seurata, ja niiden esiintyessä lopputarkastuksessa pitää poikkeamatyypin toimenpiteet kerrata.

TAMPERE POLYTECHNIC

Mechanical and Production Engineering

Machine automation

Selimaa, Mikko

Decreasing Deviations in Final Check

Engineering Thesis

42 pages, 4 appendices

Thesis Supervisor

Kaarlo Koivisto (MSc)

Commissioning Company

Ata Gears Ltd. Supervisor: Petri Keski-Korpela (BSc)

April 2005

Keywords

Bevel gear, quality deviation, final check

ABSTRACT

Ata Gears Ltd manufactures high quality bevel gears. A final check department operates to assure high quality in bevel gears. Every bevel gear is checked in the final check. The aim of this thesis is to reduce the amount of deviations found in the final check and to reduce the traffic from the final check department back to the manufacturing department. Deviation types that appear in the final check are determined and from these deviation types those worth examination are then selected. An attempt is made to find both preventive and fixing procedures for each deviation type. Mostly for each deviation type was successfully founded both preventative procedures and fixing procedures. In future these deviation types must be under observe and these procedures must be repeated every time when a deviation mentioned in this thesis is founded in final check.

ALKUSANAT

Tämä tutkintotyö sai alkunsa, kun mietin kuinka paljon tarkastajien aikaa kuluu turhaan kappaleiden siirtämiseen takaisin tuotantoon ja poikkeavien kappaleiden korjaamiseen. Lopullisen aiheen määritteli laatupäällikkö Petri Keski-Korpela, joka toimi myös työni ohjaajana, haluan osoittaa suuret kiitokset hänelle. Haluan kiittää myös kaikkia Ata Gears Oy:n työntekijöitä asiallisesta suhtautumisesta tutkintotyöhöni. Osoitan kiitokset myös työn ohjaajalle DI Kaarlo Koivistolle.

Mikko Selimaa

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	
ABSTRACT	
ALKUSANAT	
SISÄLLYSLUETTELO	5
1 JOHDANTO	6
1.1 Ata Gears Oy	6
1.2 Työn tavoitteet	7
1.3 Aikataulu	7
2. TEORIA	8
2.1 Laatu	8
2.1.1 Laatukäsite	8
2.1.2 Laadun osatekijät	9
2.1.3 Toiminnan laatu	10
2.1.4 Laatutoiminnot	11
2.2 Laadun kehitystyö käytännössä	12
2.2.1 Laadun kehitystyön muodot	12
2.2.2 Laadun kehitysprojektit	13
2.3 Sisäinen asiakkuus	14
3. TYÖN SUORITUS	15
3.1 Poikkeamatyyppien kerääminen	15
3.2 Poikkeamatyyppien taustojen tutkiminen	16
3.3 Poikkeamatyyppien valinta tutkimukseen	26
3.3.1 Tutkittavaksi valitut poikkeamatyypit	26
3.3.2 Pois jätetyt poikkeamatyypit	27
3.4 Poikkeamatyyppien syiden tutkiminen	29
3.5 Poikkeamatyyppien ennalta ehkäisevät ja korjaavat toimenpiteet	35
4. YHTEENVETO	40
LÄHTEET:	42
LIITTEET	

1 JOHDANTO

1.1 *Ata Gears Oy*

Ata Oy perustettiin vuonna 1937, kun Oy Autotarvike Ab:n toimitusjohtaja Erik Duncker osti neljän muun sijoittajan kanssa yrityksen konepajan. Ata Oy toimi ensimmäiset vuodet Sorin aukion vieressä ns. hoppakaupan talossa. Vuonna 1939 silloinen asiakas, puolustusvoimat, ryhtyi painostamaan Ataa siirtymään turvallisempaan paikkaan rautatieaseman vierestä. Pitkän etsimisen jälkeen uusi tehtaan paikka löytyi Teiskoon johtavan tien varrelta yhdeksän kilometriä keskustasta. Jatkuvien hälytyksien häiritsemä toiminta pääsi muuttamaan nykyiselle paikalleen Atalaan vuoden 1941 ensimmäisenä päivänä. Myöhemmin toimintaa laajennettiin Pälkäneelle, Ikaalisiin ja Lukinkadulle. Näistä Ikaalisten ja Lukinkadun toimipisteet siirrettiin Atalaan vuonna 2004. Pälkäneellä toimii vielä materiaalivarasto, mutta kaikki tuotanto tapahtuu nykyään Atalassa tai alihankkijoilla.

Atan tuotteisiin on vuosien varrella kuulunut mm. autojen, traktorien ja moottorien osia, hammasvaihteita ja kartiohammaspyöriä. Näistä kaikki muut tuotteet lukuun ottamatta kartiohammaspyöriä ovat jääneet historiaan. Nykypäivänä 1980-luvulla Ata Gears Oy:ksi muuttunut yritys on maailman johtava isojen (halkaisija yli 500 mm) kartiohammaspyörien valmistaja. Yrityksen liikevaihto vuonna 2004 oli 22 miljoonaa euroa ja henkilöstöä oli 165. Tuotteista 75 % menee vientiin, ja suurin markkina-alue on Skandinavia 50 % osuudella.

Atan valmistamat kartiohammaspyörät muodostavat aina parin tai setin. Pari (kuva 1) sisältää pinionin ja lautasen. Setti sisältää useampia joko lautasia tai pinioneita ja yhden joko lautasen tai pinionin. Atassa lautanen on parin se osa, jossa on enemmän hampaita, ja pinionissa hampaita on vähemmän.



Kuva 1 Kartiohammaspyöräpari

1.2 Työn tavoitteet

Lopputarkastukseen tulevissa kappaleissa on ollut paljon poikkeamia. Poikkeamat ovat aiheuttaneet hyväksyntäkyselyitä asiakkailta ja paljon sisäistä liikennettä tarkastamosta takaisin tuotantoon poikkeamien korjaamista varten. Nämä ongelmat ovat hidastaneet kappaleiden toimitusaikoja. Työni tavoitteina on vähentää liikennettä tarkastamosta takaisin tuotantoon ja hyväksymättömien poikkeamien esiintymistä tarkastamoon tulevissa kappaleissa. Jokaiseen käsiteltävään poikkeamatyyppiin on tavoitteena löytää sekä ennalta ehkäisevä toimenpide että korjaava toimenpide.

1.3 Aikataulu

Aloitin työn tekemisen tammikuun 2005 alkupuolella. Ensimmäiseksi työn välitavoitteeksi sovittiin poikkeamatyyppien taustojen tutkimisen olevan valmis tammikuun loppuun mennessä. Toinen välitavoite oli helmikuun loppu, mihin mennessä poikkeamatyyppien syiden tutkimisen piti olla valmis. Työn piti olla valmis kokonaan huhtikuun 2005 loppuun mennessä.

2. TEORIA

2.1 Laatu

Kilpailukyky määräytyy neljästä osatekijästä, jotka ovat tuotteiden hinta, laatu, toimitusten nopeus ja toimitusvarmuus. Tuotteiden laatu on siis yksi neljästä kilpailukyvyn osatekijästä. Suomalaisille yrityksille laadun merkitys on erityisen suuri, koska työvoimakustannukset ovat moniin maihin verrattuna hyvin korkeat. /1/

Laadusta on tullut koko ajan tärkeämpi kilpailukyvyn kannalta. Strateginen johdon sitoutuminen jatkuvaan laadun kehitykseen on näin ollen yleisemmin ja systemaattisemmin käytössä jokaisessa organisaatiossa, joka mieltii pitää markkinaosuutensa. Muuten osa markkinaosuudesta menetetään niille yrityksille, jotka tiedostavat paremmin laadun tärkeyden. /2/

2.1.1 Laatuksite

Hyvin monella tavalla meidän elämämme riippuu tuotteista. Autot, kodinkoneet, ruoka ja viestintävälineet kuuluvat kaikki jokapäiväiseen elämäämme. Yhteinen tekijä näillä kaikilla on, että niiden pitää sopia käyttötarkoitukseensa. Tuotteen virhe saattaa johtaa onnettomuuteen, tulipaloon, tyytymättömyyteen tai taloudelliseen tappioon. Tuote on enemmän tai vähemmän käyttöön soveltuva. Käyttäjän näkökulmasta laatu on juuri tätä. Näin tuotteen laatu voidaan määritellä siten, kuinka hyvin tuote soveltuu käyttöön. /3/

Asiakkaalla, joka ostaa tietyn tuotteen, on tietyt odotukset. Ne kohdistuvat tuotteen käyttötarkoitukseen, suorituskykyyn ja ulkonäköön. Odotuksiin

vaikuttaa myös tuotteen hinta. Asiakas odottaa kalliilta tuotteelta enemmän kuin halvalta tuotteelta. Jos tuote täyttää käytössä sille asetetut odotukset, asiakas on todennäköisesti tyytyväinen ja toteaa tuotteen laadukkaaksi. Jos odotukset eivät täyty, asiakkaalle tulee mielikuva huonolaatuisesta tuotteesta. Laadun voi siis myös määritellä sen perusteella, kuinka hyvin tuote täyttää asiakkaan odotukset./3/

Asiakkaat haluavat, että heidän tarpeensa täytetään, sen takia he vaativat tietyn tyyppisiä tuotteita. Jos tuotteella pystytään täyttämään asiakkaan tarpeet, asiakas on todennäköisesti tyytyväinen ja luokittelee tuotteen laadukkaaksi. Jos tuotteella ei pystytä täyttämään asiakkaan tarpeita, asiakas todennäköisesti valittaa tuotteen olevan heikko laadultaan. Näin ollen tuotteen laatu voidaan määritellä kykynä tyydyttää asiakkaan tarpeet./3/

2.1.2 Laadun osatekijät

Laadun osatekijät jaetaan karkeasti kahteen ryhmään, pakollisiin ja houkutteleviin osatekijöihin. Pakolliset osatekijät ovat niitä, joiden puute tai virheellisyys aiheuttaa tyytymättömyyttä asiakkaissa, mutta niiden olemassaolo ei lisää asiakastyytyväisyyttä, koska niitä pidetään itsestään selvyytenä. Houkuttelevat osatekijät lisäävät asiakkaiden tyytyväisyyttä ja siten edistävät tuotteiden myyntiä. Tietyt houkuttelevat osatekijät saattavat kuitenkin ajan myötä muuttua pakollisiksi osatekijöiksi./1,4/

Fyysisten tuotteiden laadun osatekijät ovat: /4/

- suorituskyky (tärkeät toiminnalliset ominaisuudet, esimerkiksi teho)
- erityisominaisuudet (täydentäviä ominaisuuksia, ”mausteita”)
- luotettavuus (tuotteen arvioitavissa oleva käyttövarmuus)
- yhdenmukaisuus (samankaltaisuus vaatimukseen nähden)

- kestävyys (tuotteen elinikä)
- huollettavuus (korjauksien nopeus ja helppous)
- esteettisyys (tuotteen ulkonäkö, ääni, haju ja maku)
- oletettu laatu (imagoon liittyvät ominaisuudet)

Jokaisen yrityksen on kuitenkin löydettävä omat tärkeät laadun osatekijät, koska kaikki osatekijät eivät välttämättä koske jokaista yritystä, ja kilpailuetu on helpompi saavuttaa keskittymällä olennaisiin osatekijöihin. Kuitenkin on tärkeää, että kaikki tuotteen laadun kannalta tärkeät osatekijät on liitetty laatustrategiaan./4/

2.1.3 Toiminnan laatu

Toiminnan laadusta puhuttaessa tarkastellaan kaikkea yrityksessä tapahtuvaa toimintaa. Huomio kiinnitetään toimintaprosesseihin ja yksittäisiin työtehtäviin varsinaisten tuotteiden sijasta. Toiminnan laatua kehitettäessä tavoitteena on myös virheiden vähentäminen. Tässä tapauksessa virheeksi voidaan laskea turha työ, jota tehdään työtehtävän vaatimusten ulkopuolella. Toiminnan laatua on kuitenkin työläs seurata, sillä systemaattinen seuranta edellyttää työtehtävien tarkkaa analysointia, niille asetettavien vaatimusten määrittelyä ja käytetyn työajan jakautumisen tarkkailua./1,4/

Toiminnan laadun ongelmia ovat:

- Toiminnalliset virheet aiheuttavat turhaa valvonta- ja korjaustyötä, joka voi viedä henkilöstön ajasta jopa 40 %.
- Toiminnalliset virheet saattavat aiheuttaa haittaa tuotteiden laadulle ja asiakassuhteille.

- Työvirheet heikentävät yrityksen työilmapiiriä, ja tuotteiden laadun parannustyö saattaa kärsiä, jos toiminnan laatu ei ole kunnossa myös toimihenkilöillä.

Tuotteiden laatuvirheet johtuvat yleensä toiminnan laatuvirheestä, joten pysyviä parannuksia on vaikea saada aikaan ilman toiminnan laadun kehittämistä./1/

2.1.4 Laatutoiminnot

Yrityksen tavoitteena on laadun kannalta valmistaa kerralla täysin virheetön tuote. Tämä kuitenkin harvoin toteutuu, ja tuotteisiin joudutaan tekemään korjauksia./1,4/

Laadunvalvonta- tai laaduntarkastus-nimellä tapahtuvassa laatuvirheiden seulonnassa huomio keskittyy tuotteiden laatupoikkeamien huomaamiseen ennen tuotteiden käyttöönottoa./1/

Laadunohjaus on käsitteenä laadunvalvontaa laajempi, käsittäen laadunvalvonnan lisäksi poikkeamatiedon hyödyntämisen niin että eri vaiheiden laatupoikkeamia pystytään vähentämään. Laadunohjauksen tärkeä työväline on tehokas poikkeamien seurantajärjestelmä./1/

Laadunvarmistus sisältää edellisten lisäksi ne toimenpiteet, joilla pyritään varmistamaan järjestelmän aukottomuus ja toimivuus. Yrityksen laadunvarmistusjärjestelmä kuvataan yleensä jonkin standardin mukaisessa laatukäsikirjassa./1/

Total Quality Management (TQM) käsittää laadun laaja-alaisemmin kuin ennen on totuttu. Sen lisäksi, että puhutaan pelkästään tavaran tai palvelun laadusta,

puhutaan TQM:ssä kaikista sisäisistä prosesseista, toiminnoista ja kaikkien organisaatiossa työskentelevien työtehtävistä./3/

2.2 Laadun kehitystyö käytännössä

Tuotteen ja toiminnan laadun parantaminen sekä järjestelmällisen laadunhallinnan kehittäminen ovat kummatkin tärkeitä kehityksen kohteita, mutta tuotteiden virheiden ennaltaehkäisevän toiminnan eli laadunhallinnan kehittäminen on näistä olennaisempi, koska korjaamista ei tarvita, mikäli järjestelmällinen laadunhallinta ennaltaehkäisee mahdolliset virheet./1/

2.2.1 Laadun kehitystyön muodot

Laadun kehitystyö voidaan jakaa neljään ryhmään, kehitystyön jatkuvuuden ja hallittavuuden perusteella:/1/

- satunnainen ja hallitsematon kehitystyö
- satunnainen ja hallittu kehitystyö
- jatkuva ja hallitsematon kehitystyö
- jatkuva ja hallittu kehitystyö.

Satunnainen ja hallitsematon kehitystyö on yksittäisten, ilman ohjattua kehityspalaveria tms. syntyvien ideoiden kehittämistä. Hyvänä esimerkkinä tästä on aloitetoiminta./1/

Satunnainen ja hallittu kehitystyö on lähinnä lyhyitä kehitysprojekteja, asiantuntijaselvityksiä tai viikoittaisia palavereita, joissa käsittelyn alainen asia on ennalta päätettävissä./1/

Jatkuvaa ja hallitsematonta kehitystyötä edustaa laatupiiritoiminta. Laatupiiri on keskustelufoorumi, jossa pohditaan kaikkea laatuun liittyviä ongelmia.

Laatupiiri saa yleensä valita käsiteltävät asiat itse ja on siksi kehitysmuotona hallitsematon./1/

Säännöllinen ja tiukasti hallittu laadun kehitystyö on oikein kanavoituna tehokas keino saada yrityksen toiminnot ja tuotteet laadukkaiksi. Tämän tyyppistä kehitystyötä edustavat mm. johdettu projektityöskentely, prosessijohtaminen, joka tähtää toiminnan laadun kehittämiseen, ja laaturyhmätoiminta.

Pyrkimyksenä on myös saada kytkettyä suurin osa yrityksen henkilöstöstä jatkuvan kehityksen pariin./1/

2.2.2 Laadun kehitysprojektit

Projekteina tehty kehitystyö on perinteinen ja tehokas tapa kehittää mitä erilaisimpia kohteita. Projektien avulla on luontevaa ylittää yrityksen osastojen väliset rajat. Laadun kehitysprojekti on usein toteutettu siten, että kehitystyön alulle paneva ryhmä, joka voi olla johtoryhmä tai erillinen projektiryhmä, päättää kehitystyön kohteen, projektin työryhmän ja antaa projektille aikataulun ja resurssit. On myös tarpeen sopia raportoinnista./1/

Projektien kohteita etsittäessä voidaan esimerkiksi käyttää yrityksessä käytössä olevia mittareita, ideoida, määrittää kohteet johdon toimesta, käyttää laatumieliapidemittausta yms. Kuitenkin on tärkeää puuttua ensin tärkeimpiin kohteisiin. Näistä tärkeimpiä kohteita etsittäessä voidaan soveltaa mm. 80/20-sääntöä./1,4/

Itse projektityöskentely voidaan toteuttaa järjestyksessä: 1. Kerätyn tiedon avulla suunnitellaan toimenpiteet. 2. Toteutetaan suunnitellut toimenpiteet. 3. Tarkistetaan, riittävätkö toimenpiteet. 4. Jos toimenpiteet ovat riittävät, tutkitaan

niiden vaikutukset. Elleivät toimenpiteet ole riittävät, päätetään uusista korjaavista toimenpiteistä./4/

Suurimmat virheet tehdään perustettaessa liian kunnianhimoisia tai rajaukseltaan puutteellisia projekteja. Myös koulutus saattaa olla usein puutteellista, ongelmienratkaisuun ei välttämättä ole tarvittavaa tietämystä./4/

2.3 Sisäinen asiakkuus

Sisäisen asiakkuuden idea perustuu siihen, että edellinen prosessivaihe on sisäinen toimittaja ja seuraava vaihe on sisäinen asiakas. Sisäinen toimittaja huolehtii, että seuraavilla työvaiheilla on mahdollisuus tehdä työ valmiiksi kerralla, ja sisäinen asiakas tarkastaa vastaanottamansa tuotteen laadun. Näin koko prosessi tulee täyteen toimittaja-asiakasketjuja. Toiminnan laatu paranee edellisen vaiheen saadessa palautteen heti luovutettuaan tuotteen eteenpäin, kun mikään vaihe ei hyväksy edellisessä vaiheessa puutteellisesti valmistettua tuotetta. Toimiakseen sisäinen asiakkuus vaatii kuitenkin tarkasti määritellyt laatuvaatimukset prosessin eri vaiheille ja toimintaprosessin selkeän ohjeistuksen sisäisten toimittajien ja asiakkaiden välille./4/

3. TYÖN SUORITUS

3.1 Poikkeamatyyppien kerääminen

Lopputarkastuksessa esiintyvien poikkeamatyyppien listaamisessa käytin monia eri lähteitä. Ensimmäiseksi tutustuin Atan tarkastamossa loppuvuonna 2003 tehtyyn puutetutkimukseen (liite 1). Tutkimuksessa oli seurattu lopputarkastuksessa esiintyviä poikkeamia seitsemän viikon ajan. Toiseksi kävin läpi kaikki Atan poikkeamaraportit ajalta 1.1.2004 – 11.1.2005. Näistä kahdesta lähteestä ja oman tarkastajaurani aikana huomaamistani poikkeamista listasin poikkeamatyypit, jotka esiintyvät lopputarkastuksessa. Tämän listan kanssa kävin haastattelemassa tarkastajia Rauno Sireniä, Marko Vainiolaa, Martti Haavistoa, Ari Komulaista ja laatuteknikko Ville Simosta. Heiltä sain vielä muutaman poikkeamatyyppin, joita ei ollut tiedossani. Kaikki poikkeamatyypit ovat seuraavat:

1. Hionnan jälkeen viiste on jäänyt liian pieneksi tai hävinnyt kokonaan.
2. Kiilauran reunat ovat vaarallisen terävät.
3. Pyörityksessä on ura tai pykälä.
4. Kierre reiässä ei ole tarpeeksi syvä.
5. Halkaisija on sorvattu yli- tai alimittaiseksi.
6. Pituusmitat ovat yli- tai alimitassa.
7. Kierteen kylkimitta on yli- tai alimitainen.
8. Ura on sorvattu väärään kohtaan.
9. Hionnassa halkaisija on hiottu yli-, alimittaiseksi tai soikeaksi.
10. Poraus on tehty väärään kohtaan.
11. Kiilaura on jyrskitty väärään mittaan.
12. Kiilaura on hiottu yli- tai alimittaiseksi.
13. Uritus on yli- tai alimitainen.
14. Asennusmitta on virheellinen.

15. Leimaukset puuttuvat tai ovat virheelliset.
16. Kaiverrukset puuttuvat tai ovat virheelliset.
17. Hammastuspurseet ovat poistamatta tai hampaat ovat viistävä.
18. Koitosväri on pesemättä.
19. Kappaleessa on kolhuja.
20. Kiilauran lusikka on väärän muotoinen.
21. Kierreleijäät ovat puhdistamatta.
22. Vaiheita on tekemättä.

3.2 Poikkeamatyyppien taustojen tutkiminen

Lopputarkastuksessa esiintyvien poikkeamatyyppien kartoituksen jälkeen selvitin - poikkeama kerrallaan - minkä tyyppisiä ongelmia virhe aiheuttaa, mitä korjaustoimenpiteitä virhe aiheuttaa ja missä vaiheessa virhe on tapahtunut. Tässä käytin hyödyksi omaa kokemustani tarkastustehtävistä ja keräsin tietoa haastattelemalla monia tuotannon työntekijöitä.

1. Hionnan jälkeen viiste on jäänyt liian pieneksi tai hävinnyt kokonaan

Tämän poikkeaman ongelmat:

- Kappale ei ole piirustuksen mukainen.
- Kappaleeseen jää terävä reuna, johon voi satuttaa itsensä.

Mahdolliset korjaustoimenpiteet:

- Kappaleet viedään sorville viimeistelyyn.
- Viisteet tehdään käsityökaluilla hiomalla.

Vaiheet, joissa poikkeama esiintyy:

- tasohionta
- pyöröhionta

2. Kiilauran reunat ovat vaarallisen terävät

Tämän poikkeaman ongelmat:

- Kappaleeseen jää terävä reuna, johon voi satuttaa itsensä.

Mahdolliset korjaustoimenpiteet:

- kiilauran reunat viilataan

Vaiheet, joissa poikkeama esiintyy:

- kiilaurahionta
- kiilauran jyrästä

3. Pyörityksessä on ura tai pykälä

Tämän poikkeaman ongelmat:

- Terävä ura kappaleessa pyörityksessä heikentää lujuutta.
- Pykälä pyörityksen reunalla saattaa aiheuttaa, että vastakappale ei asetu paikoilleen.

Mahdolliset korjaustoimenpiteet:

- Kappaleet viedään sorville pyörityksen korjaukseen.

Vaihe, jossa poikkeama esiintyy:

- pyöröhionta

4. Kierre reiässä ei ole tarpeeksi syvä

Tämän poikkeaman ongelmat:

- Pultti ei mene tarpeeksi syväälle.

Mahdolliset korjaustoimenpiteet:

- Kierre tehdään valmiiksi joko vääntämällä kierretapilla tai alihankinnassa kipinätyöstöllä.

Vaiheet, joissa poikkeama esiintyy:

- poraus ja kierteitys

5. Halkaisija on sorvattu yli- tai alimittaiseksi

Tämän poikkeaman ongelmat:

- Kappaleen sovite on liian löysä.
- Kappale ei mahdu paikalleen.

Mahdolliset korjaustoimenpiteet:

- Ylimitassa olevat halkaisijat sorvataan uudestaan.
- Lähetetään alihankintaan erikoistoimenpiteitä varten.
- Myynti kysyy asiakkaalta, hyväksytäänkö kappale.

Vaihe, jossa poikkeama esiintyy:

- sorvaus

6. Pituusmitat ovat yli- tai alimitassa

Tämän poikkeaman ongelmat:

- Kappale ei asetu paikoilleen.

Mahdolliset korjaustoimenpiteet:

- Ylimitassa olevat pituusmitat sorvataan uudestaan.
- Myynti kysyy asiakkaalta, hyväksytäänkö kappale.

Vaihe, jossa poikkeama esiintyy:

- sorvaus

7. Kierteen kylkimitta on yli- tai alimittainen

Tämän poikkeaman ongelmat:

- Mutteri on liian löysä kierteeseen.
- Mutteri ei mahdu paikalleen.

Mahdolliset korjaustoimenpiteet:

- Ylimitassa olevat kierreet viedään sorville korjaukseen.
- Myynti kysyy asiakkaalta, hyväksytäänkö kappale.

Vaihe, jossa poikkeama esiintyy:

- sorvaus

8. Ura on sorvattu väärään kohtaan

Tämän poikkeaman ongelmat:

- Ylimääräinen ura heikentää kappaleen lujuutta.

Mahdolliset korjaustoimenpiteet:

- Sorvataan uusi ura oikeaan paikkaan.
- Myynti kysyy asiakkaalta, hyväksytäänkö kappale.

Vaihe, jossa poikkeama esiintyy:

- sorvaus

9. Hionnassa halkaisija on hiottu yli-, alimittaiseksi tai soikeaksi

Tämän poikkeaman ongelmat:

- Laakerin sovite tai krymppi ei ole lasketun mukainen.
- Soikea halkaisijan muoto peilaantuu laakeriin.

Mahdolliset korjaustoimenpiteet:

- Hiotaan ylimittainen halkaisija uudestaan.
- Lähetetään alihankintaan erikoistoimenpiteitä varten.
- Myynti kysyy asiakkaalta, hyväksytäänkö kappale.

Vaiheet, joissa poikkeama esiintyy:

- pyöröhionta
- reikähionta

10. Poraus on tehty väärään kohtaan

Tämän poikkeaman ongelmat:

- Kappaleen kokoonpano ei onnistu.

Mahdolliset korjaustoimenpiteet:

- Tehdään uudet reiät.
- Lähetetään alihankintaan erikoistoimenpiteitä varten.

Vaihe, jossa poikkeama esiintyy:

- poraus

11. Kiilaura on jyrstetty väärään mittaan

Tämän poikkeaman ongelmat:

- Kiila ei mahdu paikoilleen.

- Kiila on liian väljä.
- Kiila ei asetu oikeaan kohtaan.

Mahdolliset korjaustoimenpiteet:

- Kiilaura hiotaan tai jyrsitään oikeisiin mittoihin.
- Myynti kysyy asiakkaalta, hyväksytäänkö kappale.

Vaihe, jossa poikkeama esiintyy:

- kiilauran jyrsiä

12. Kiilaura on hiottu yli- tai alimittaiseksi

Tämän poikkeaman ongelmat:

- Kiila ei mahdu paikoilleen.
- Kiila on liian väljä.

Mahdolliset korjaustoimenpiteet:

- Kiilaura hiotaan oikeaan mittaan.
- Valmistetaan porraskiila.
- Myynti kysyy asiakkaalta, hyväksytäänkö kappale.

Vaihe, jossa poikkeama esiintyy:

- kiilauran hionta

13. Uritus on yli- tai alimittainen

Tämän poikkeaman ongelmat:

- Vastakappale ei mahdu paikoilleen.
- Sovite on liian löysä.

Mahdolliset korjaustoimenpiteet:

- Lähetetään alihankintaan kipinätyöstöön.
- Lähetetään alihankintaan erikoistoimenpiteitä varten.
- Myynti kysyy asiakkaalta, hyväksytäänkö kappale.

Vaiheet, joissa poikkeama esiintyy:

- urituksen pisto
- urituksen jrsintä

14. Asennusmitta on virheellinen

Tämän poikkeaman ongelmat:

- Asentaminen hankaloituu tai on mahdotonta.

Mahdolliset korjaustoimenpiteet:

- Asennusmitan lähtöpinnasta poistetaan ainetta.
- Hammastetaan ja tehdään koitos uudelleen.
- Myynti kysyy asiakkaalta, hyväksytäänkö kappale.

Vaiheet, joissa poikkeama esiintyy:

- pehmeä hammastus
- kova hammastus
- läppäys

15. Leimaukset puuttuvat tai ovat virheelliset

Tämän poikkeaman ongelmat:

- tunnistettavuusongelma

Mahdolliset korjaustoimenpiteet:

- Leimaukset etsataan kappaleisiin.
- Vialliset leimaukset hiotaan pois.

Vaihe, jossa poikkeama esiintyy:

- leimaus

16. Kaiverrukset puuttuvat tai ovat virheelliset

Tämän poikkeaman ongelmat:

- Asentaminen hankaloituu.

Mahdolliset korjaustoimenpiteet:

- Kaiverretaan puuttuvat tiedot kappaleisiin.
- Korjataan virheelliset kaiverrukset.

Vaiheet, joissa poikkeama esiintyy:

- kova hammastus
- läppäys

17. Hammastuspurseet ovat poistamatta tai hampaat ovat viistämättä

Tämän poikkeaman ongelmat:

- Teräviin reunoihin voi satuttaa itsensä.

Mahdolliset korjaustoimenpiteet:

- Hampaat viimeistellään käsityökaluin.

Vaihe, jossa poikkeama esiintyy:

- kova hammastus

18. Koitosväri on pesemättä

Tämän poikkeaman ongelmat:

- Koitosväri palaa lämmitessä kiinni hampaaseen.

Mahdolliset korjaustoimenpiteet:

- Koitosväri pestään pois.

Vaiheet, joissa poikkeama esiintyy:

- kova hammastus
- läppäys

19. Kappaleessa on kolhuja

Tämän poikkeaman ongelmat:

- Terävä kolhu heikentää kappaleen lujuutta.
- Kappale ei näytä laadukkaalta.

Mahdolliset korjaustoimenpiteet:

- Kolhut hiotaan juoheiksi käsityökaluilla.

Vaiheet, joissa poikkeama esiintyy:

- kaikki vaiheet
- siirtely

20. Kiilauran lusikka on väärän muotoinen

Tämän poikkeaman ongelmat:

- Terävä lusikka heikentää lujuutta.

Mahdolliset korjaustoimenpiteet:

- Lusikka viedään korjaukseen purseen poistoon.

Vaihe, jossa poikkeama esiintyy:

- purseen poisto

21. Kierrereiät ovat puhdistamatta

Tämän poikkeaman ongelmat:

- Rei'issä kulkeutuvat kuulat tai lastut saattavat asennuksen jälkeen putoilla liikkuvien osien väliin ja vaurioittaa niitä.
- Pultti ei mene paikoilleen.

Mahdolliset korjaustoimenpiteet:

- Kierrereiät puhdistetaan.

Vaiheet, joissa poikkeama esiintyy:

- lämpökäsittely
- poraus ja kierteitys

22. Vaiheita on tekemättä

Tämän poikkeaman ongelmat:

- Kappaleet ovat keskeneräisiä.

Mahdolliset korjaustoimenpiteet:

- Vaiheet tehdään jälkikäteen.
- Mietitään vaihtoehtoinen valmistusmenetelmä.

Vaihe, jossa poikkeama esiintyy:

- työnohjaus

3.3 Poikkeamatyyppien valinta tutkimukseen

Poikkeamatyyppien keräämisessä esille tulleista poikkeamatyypeistä haluttaisiin kaikista eron, mutta osa poikkeamatyypeistä on selkeästi inhimillisiä virheitä, joita tapahtuu harvoin. Näiden inhimillisten virheiden poistaminen kokonaan on lähes mahdotonta niin kauan kun ihminen tekee työvaiheet. Osa poikkeamatyypeistä jätetään selvityksestä pois ongelman laajuuden takia. Pidimme palaverin laatupäällikkö Petri Keski-Korpelan kanssa selvitykseen valittavista poikkeamatyypeistä. Palaverissa mietimme yhdessä, mitkä poikkeamatyypit on järkevää ottaa mukaan tutkimukseen, jotta tutkimus pysyisi hallitusti koossa ja aikataulussa.

3.3.1 Tutkittavaksi valitut poikkeamatyypit

Palaverissa laatupäällikkö Petri Keski-Korpelan kanssa päätimme ottaa tutkimukseen mukaan alla lueteltuina olevat poikkeamatyypit. Poikkeamatyypit on numeroitu poikkeamatyyppien keräämisvaiheessa annettujen numeroiden mukaan.

1. Hionnan jälkeen viiste on jäänyt liian pieneksi tai hävinnyt kokonaan.
2. Kiilauran reunat ovat vaarallisen terävät.
3. Pyörityksessä on ura tai pykälä.
4. Kierre reiässä ei ole tarpeeksi syvä.
11. Kiilaura on jyrskitty väärään mittaan.
12. Kiilaura on hiottu yli- tai alimittaiseksi.
13. Uritus on yli- tai alimittainen.
14. Asennusmitta on virheellinen.
17. Hammastuspurseet ovat poistamatta tai hampaat ovat viistävä.
18. Koitosväri on pesemättä.

20. Kiilauran lusikka on väärän muotoinen.
21. Kierrereiät ovat puhdistamatta.

3.3.2 Pois jätetyt poikkeamatyypit

Päätimme palaverissa laatupäällikkö Petri Keski-Korpelan kanssa jättää osan poikkeamatyypeistä pois tutkimuksesta. Nämä tutkimuksesta pois jätetyt poikkeamatyypit on esitelty alla. Kunkin poikkeamatyypin alla on perustelut tutkimuksesta pois jättämisen syystä.

5. Halkaisija on sorvattu yli- tai alimitaiseksi

Tämä poikkeama esiintyy harvoin ja johtuu inhimillisestä virheestä.

6. Pituusmitat ovat yli- tai alimitassa

Merkittäviä pituusmittojen heittoja on kappaleissa harvoin, ja ne johtuvat inhimillisestä virheestä tai lämpökäsittelyssä aiheutuneesta kappaleen vääntymisestä, minkä jälkeen on jouduttu poistamaan suunniteltua enemmän ainetta tasosta.

7. Kierteen kylkimitta on yli- tai alimitainen

Kierteen kylkimitta on harvoin toleranssin ulkopuolella, ja poikkeama johtuu yleensä inhimillisestä virheestä.

8. Ura on sorvattu väärään kohtaan

Ura on sorvattu väärään kohtaan erittäin harvoin, ja poikkeama johtuu yleensä inhimillisestä piirustuksen lukuvirheestä.

9. Hionnassa halkaisija on hiottu yli-, alimittaiseksi tai soikeaksi

Hiottujen halkaisijoiden seurantaan on tulossa muutoksia lähitulevaisuudessa, ja sen takia tämä poikkeama jätetään pois tästä tutkimuksesta.

10. Poraus on tehty väärään kohtaan

Poraukset on tehty väärin erittäin harvoin, ja yleensä syynä on inhimillinen piirustuksen lukuvirhe tai paikoitusvirhe.

15. Leimaukset puuttuvat tai ovat virheelliset

Leimausten virheellisyys ja puuttuminen on harvinaista, ja poikkeama johtuu inhimillisestä virheestä. Leimausten puuttuminen saattaa johtua myös siitä, että vaihe on jäänyt tekemättä.

16. Kaiverrukset puuttuvat tai ovat virheelliset

Kaiverrusten puuttuminen ja virheellisyys ilmenee harvoin, ja poikkeama johtuu inhimillisestä virheestä.

19. Kappaleessa on kolhuja

Kappaleissa esiintyy paljon kolhuja, jotka tulevat kappaleita liikuteltaessa huonosti pakatuilla lavoilla. Tämä on kuitenkin niin laaja ongelma, että päätimme jättää tämän ongelman kokonaan pois tästä tutkimuksesta.

22. Vaiheita on tekemättä

Päätimme jättää tämän ongelman pois tästä tutkimuksesta, koska meneillään oleva ”läpimenoaika puoleen”-projekti tulee uudistamaan tuotannonohjausta, ja sen myötä on odotettavissa, että tämä ongelma poistuu.

3.4 Poikkeamatyyppien syiden tutkiminen

Poikkeamatyyppien taustojen tutkimisen yhteydessä selvitin, missä vaiheissa eri poikkeamatyypit esiintyvät. Poikkeamatyyppien syitä tutkiessani haastattelin useiden vaiheiden työntekijöitä ja tutkin heidän työskentelytapojaan.

1. Hionnan jälkeen viiste on jäänyt liian pieneksi tai hävinnyt kokonaan

Taso- ja reikähiomakoneilta haastattelin Tarmo Brusilaa ja Taisto Joutsalaista. He kertoivat, että suurin syy ongelmaan on lämpökäsittelyssä aiheutuva kappaleen vääntyminen. Lämpökäsittelyssä tulevat painaumat aiheuttavat sen, että taustoista joudutaan hiomaan paljon tavaraa pois että tausta saadaan puhtaaksi. Koneelta löytyvät jo tarvittavat työkalut terävien särmien hiomiseksi. Ongelma onkin se, etteivät hiojat käytä tarpeeksi näitä käsityökaluja. Selkeimmät terävät särmät kappaleista jo poistetaan, mutta silti moneen kappaleeseen jää teräviä reunoja.

Pyöröhiomakoneilta haastattelin Lasse Kytöä ja Markku Kalliota. Kummatkin kertoivat, etteivät he hio lainkaan teräviä särmiä. Myös näiltä koneilta löytyy asianmukaiset työkalut terävien särmien poistoon.

2. Kiilauran reunat ovat vaarallisen terävät

Kiilauran hionnassa kiilauran reunojen viimeistely on ollut vajavaista ja joskus jäänyt kokonaan tekemättäkin. Kiilaurahiomakoneilta löytyy kaikki tarpeelliset työkalut.

Kiilauran jyrinnästä löytyvät myös kaikki tarpeelliset työkalut, mutta silti kiilauran reunat ovat säännöllisesti jääneet pyöristämättä.

3. Pyörityksessä on ura tai pykälä

Haastattelin Tarmo Brusilaa ja Taisto Joutsalaista. Mietimme yhdessä, mitkä seikat johtavat uraan tai pykälään reikä- ja tasohiomakoneella.

Lämpökäsittelyn vaikutukset nousevat myös tässä ongelmassa pinnalle. Myös liian matala väiste vaikuttaa siihen että pyörityksen reunalle jää pykälä, koska kappale on saattanut vääntyä lämpökäsittelyssä niin paljon että ainetta joudutaan poistamaan joltain kohdin enemmän kuin väisteessä on syvyyttä. Se, kuinka paljon hiomakiveä otetaan irti pyörityksestä vaikuttaa ratkaisevasti siihen, tuleeko pyöritykseen uraa tai pyörityksen reunalle pykälää. On kuitenkin vaikeaa arvioida, kuinka paljon kiven iskua pitää nostaa siitä kohdasta, missä kivi koskettaa vastapintaa, koska usein vastapinta on vääntynyt lämpökäsittelyssä.

Lasse Kytö kertoi, että he tekevät pyöröhiomakone Toyodalla usein kiveen R1- tai R2-pyörityksen. Kun väärällä pyörityksellä olevalla kivellä ajetaan vastinpinta puhtaaksi, saattaa pyöritykseen jäädä pykälä tai jos kiven kulma on liian terävä, saattaa pyöritykseen tulla ura. Pyöröhiomakone Schaudtilla kiven reuna on aina mahdollisimman terävä, koska terä timantoidaan käsin. Tämän takia sillä hiottaessa osutaan välillä pyöritykseen.

4. Kierre reiässä ei ole tarpeeksi syvä

Haastattelin ongelmasta Hannu Vuohiota. Läpirei'issä on usein ongelmana, että kierre näyttää valmiilta, mutta kierteen loppuosa on kuitenkin vajaa. Yksi syy tähän on se, että kappale on lähellä pylvästä. Jos pylvään ja kappaleen väliin jää lastuja, kierrettä tehtäessä tappi ei välttämättä mene tarpeeksi syvälle. Tämän tyyppisiä kierteitä pyritään nykyään tekemään lastun poistavalla kierretapilla. Suurimpana ongelmana on ollut Niigatan lautasissa olevat kierrereiät. Näissä Niigatan lautasissa olevat kierteet ovat usein epätavallisia, esim. M39.

11. Kiilaura on jyrstetty väärään mittaan

Viime aikana ongelma on koskenut Mazak-sorvilla valmiiksi tehtyjä kiilauria. Koneella on kaksi käyttäjää, joista Tapio Rianmaa väitti, että kone tekee kartiota, ja Jari Hannula sanoi, että hyvää sillä tulee, jos kiilauran tekee viimeistelemällä. Rianmaa oli myöhemmin tehnyt uuden kiilauran valmiiksi viimeistelylastuja käyttäen, ja kiilaurasta tuli suora.

12. Kiilaura on hiottu yli- tai alimittaiseksi

Kiilaurahiomakoneella haastattelin Paula Vuohiota. Kiilaurissa on välillä liian vähän työvaraa. On ollut tapauksia, joissa toisen kyljen lähdettyä puhtaaksi on kiilaura ollut jo ylittämätön, kun kiilauran avauksessa ei ole tehty tarpeeksi tarkkaa työtä.

13. Uritus on yli- tai alimittainen

Haastattelin Jari Hannulaa ja Pasi Penttilää. Vaakajyrsintäkone Heckert tekee pienelläkin matkalla paljon kartiota. Pystyjyrsintäkone Liebherr tekee suoraa ja riittävän tasalaatuista jälkeä.

Sisäpuolinen uritus on yli- tai alimittainen aika harvoin, mutta kummatkin urituskoneet tekevät hieman kartiota. Keskusteltuani Tarmo Brusilan ja Taisto Joutsalaisen kanssa sain selville, että koneet tekevät myös muunlaisia muotovirheitä ihan satunnaisesti, ja kartiokkuuskin vaihtelee kappaleesta ja terän koosta riippuen. Erään työn yhteydessä teimme testin, vaikuttaako jos kappaleesta ajaa kaksi viimeistelylastua. Viimeistelylastujen lisäys ei auttanut kartiokkuuteen. Terä oli terävä ja leikkasi hyvin. Konetta oli juuri kiristetty, eikä teräpäässä pitänyt olla enää väljyyttä, mutta kone antaa silti hieman periksi ison moduulin uritusta tehtäessä, ja kartiokkuus syntyy tästä syystä. Pienemmällä moduulilla uritus ei ole kartiolla.

14. Asennusmitta on virheellinen

Asennusmitan virheet johtuvat monesta eri syystä. Isoin ongelma on lämpökäsittelyssä aiheutuvat lämpövääntymät. Viime aikoina näistä on ollut entistä enemmän harmia. Yhtenä syy tähän on suorakarkaisun lämpövääntymiä suurentava vaikutus tietyn tyyppisissä kappaleissa. Alihankinnassa olleissa isoissa pyörissä on ollut viime aikoina isoja vääntymiä. Keskustelin Martti Åkerlindin kanssa suorakarkaisun vaikutuksesta lämpövääntymiin. Lämpövääntymät ovat selkeästi kasvaneet, kun lautaspyöriä on puristinkarkaisun sijasta tehty suorakarkaisulla. Puristinkarkaisussa lautaspyörä on karkaisun aikana puristimessa (kuva 2), joka estää suurempien vääntymien syntymisen lautaspyörään. Lautaspyörien hampaiden puolen jäähtyessä nopeammin kuin taustapuoli nousee hampaiden isopää ylöspäin, ja taustasta tulee kupera. Vääntynyt kappale lisää myös huomattavasti työaika sekä hioma- että hammastuskoneella. Lautaspyöriä on tehty suorakarkaisulla puristinkarkaisun sijasta kapasiteetti-ongelman ja konerikkojen takia.



Kuva 2 Puristinkarkaisussa käytettävä puristin

Toiseksi eniten ongelmia on aiheuttanut se, että pehmeähammastuksessa on jätetty liian vähän tai liian paljon varaa hampaan pintaan. Tätä esiintyessä sanan pitäisi mennä eteenpäin, että hammastusarvoihin tai lähinnä kylkivaraan tehtäisiin muutokset.

Muita syitä asennusmitan virheeseen ovat kolhut ja purseen poistossa aiheutuneet jäljet. Purseen poistossa aiheutuneita jälkiä on nyt talvella ollut vähemmän, kun purseen poistossa työskentelee vain kokeneita työntekijöitä. Kolhuja tulee aina välillä, kun kappaleita käsitellään huolimattomasti.

Koneella 118 on ollut ongelmia, kun tau- eli asennusetäisyyden asetuskulma-parametri on virheellisesti noin 0.1 astetta suurempi pehmeähammastuskoneessa 40. Tämä on vaikuttanut pinionin asennusmittaan. Kun koneella 118 lautasen tauta on korjattu 0.1 astetta suuremmaksi, on pinionin asennusmittaa samalla jouduttu kasvattamaan.

17. Hammastuspurseet ovat poistamatta tai hampaat ovat viistämättä

Hammastuspurseet pitäisi poistaa jo ennen koitosta, ettei niistä tule hampaan kyljille jälkiä. Kuitenkin HPG-purseet jäävät turhan usein poistamatta. Kaikilla ei ole selkeää käytäntöä, missä vaiheessa purseet poistaisi.

18. Koitosväri on pesemättä

Koitosväri pitää pestä pois kaikista Rolls-Royce Oy:n tilaamista pyöristä. Tämä on ohjeistettu kaikille hammastajille, mutta asia täytyy vielä kerran käydä läpi, sillä muutamia kappaleita on päässyt läpi pesemättä.

20. Kiilauran lusikka on väärän muotoinen

Purseen poistossa työskentelee kolme työntekijää, ja jokainen tekee erilaisen kiilauran lusikan. Lusikka on kiilauran päädyn pyöristys (kuva 3).



Kuva 3 Kiilauran lusikka

Lusikan tarkoitus on jakaa kiilauran päätyyn kohdistuvaa kuormaa niin, ettei kiilauran päätyyn pääse muodostumaan murtumaherkkää aluetta. Lusikan oikea muoto on vaikea hahmottaa piirustuksesta ilman konkreettista mallia. Kiilauran lusikan pohjassa on välillä hiomakiven tekemä terävä reuna. Alihankinnassa tehty lusikan avaus on ollut usein huono.

21. Kierrereiät ovat puhdistamatta

Pelkkä puhaltaminen ei aina riitä reiän puhdistamiseen. Kierrereikään saattaa jäädä lastuja puhaltamisesta huolimatta.

3.5 Poikkeamatyyppien ennalta ehkäisevät ja korjaavat toimenpiteet

Jokaiselle poikkeamatyypille yritettiin löytää ennalta ehkäisevä toimenpide, jotta saataisiin vähennettyä ylipäänsä poikkeamia. Osa poikkeamista on kuitenkin sen laatuksia, ettei niitä voida aina välttää. Kaikille poikkeamatyypeille pyrittiin löytämään myös korjaava toimenpide ennen lopputarkastukseen menoa, millä vähennetään huomattavasti liikennettä tarkastamosta takaisin tuotantoon. Keskustelin kaikista toimenpiteistä laatupäällikkö Petri Keski-Korpelan kanssa ja osasta toimenpiteistä keskustelin myös tuotantopäällikkö Janne Koukkulan, työnjohtaja Matti Tapanilan ja työnjohtaja Pentti Erkkilän kanssa. Alla on esitelty eri poikkeamatyyppien toimenpiteet ja huomautuksia syystä tai toisesta toteuttamatta jätetyistä toimenpiteistä.

1. Hionnan jälkeen viiste on jäänyt liian pieneksi tai hävinnyt kokonaan

Ennalta ehkäiseviä toimenpiteitä ei lähdetty toteuttamaan, koska viisteiden häviäminen on aina tapauskohtaista. Teräviä särmiä syntyy usein hiottaessa, jos terävät reunat on suunniteltu viistettäväksi ilman eriteltyä mitoitusta. Korjaavana toimenpiteenä jokaisen hiojan pitää hioa käsityökaluilla terävät särmät pois kappaleista. Tämä on jäänyt usein tekemättä sekä taso- että pyöröhiomakoneilla. Hiojia ohjeistettiin huolellisempaan terävien särmien poistoon, ja tätä tullaan myös seuraamaan.

2. Kiilauran reunat ovat vaarallisen terävät

Kiilauran reunoista tulee aina terävät, ja ne pitää muistaa aina hioa käsityökaluilla. Asia käytiin läpi kaikkien kiilauran tekijöiden kanssa.

3. Pyörityksessä on ura tai pykälä

Ennalta ehkäisevänä toimenpiteenä ohjeistettiin Toyodalla työskenteleville, ettei liian isolla kiven reunasäteellä saa ajaa kappaletta, jossa on pienisäteinen pyöritys. Ehdotin myös helpotusten syventämistä, mistä keskustelimme suunnittelun kanssa palaverissa 28.1.05. Suunnittelun kanssa pidetyssä palaverissa kuitenkin päätettiin, ettei pyörityksiä lähdetä syventämään, koska tämä saattaisi aiheuttaa ongelmia asiakkaiden kanssa. Asiakkaat saattaisivat ihmetellä syvennettyjä väisteitä ja pyytää hinnanalennusta. Korjaavana toimenpiteenä kaikille hiomakoneille hankittiin Post-it-lappuja ja ohjeistettiin hiojia käyttämään niitä aina kun pyörityksessä on korjattavaa. Lappu pistetään saattokortin väliin ja siihen kirjoitetaan ”korjaa pyöritys”. Näin kappaleet eivät mene tarkastamoon asti ennen kuin pyöritys on korjattu. Toyodalle hankittiin kunnollinen sädetulkkisarja pyöritysten tarkastamiseen.

4. Kierre reiässä ei ole tarpeeksi syvä

Hankittiin M33-, M39- ja M42-tulkit, joilla voidaan tarkastaa läpi meneviä kierteitä. Tulkit sijoitettiin Mazak-työstökeskukselle ja ohjeistettiin Mazakilla ja Carnaghilla työskenteleviä käyttämään tulkkeja ainakin kaikkiin Niigatan lautasiin ja myös muihin läpi reikiin, jotka tehdään ahtaassa tilassa.

11. Kiilaura on jyrstetty väärään mittaan

Sovittiin Mazak-sorvilla työskentelevien kanssa, että kiilaurat tehdään aina viimeistelemällä. Näin vältetään kartiollisia kiilauria.

12. Kiilaura on hiottu yli- tai alimittaiseksi

Ennalta ehkäisevänä toimenpiteenä ohjeistin kiilauran avausvaiheen tekijöitä kiinnittämään enemmän huomiota avatun kiilauran mittoihin. Näin kiilauran hiomavarat riittävät paremmin kiilauran hionnassa. Ohjeistin myös kiilauran hiojia kertomaan kiilauran avaajalle aina kun kiilaurassa on ollut liian vähän hiontavaraa.

13. Uritus on yli- tai alimittainen

Heckert-jyrsintäkoneetta korjattiin ja koneesta tuli paljon parempi. Kartiokkuus väheni huomattavasti, ja jälki parani. Nyt valmistuvien ulkopuolisten uritusten pitäisi olla vaatimusten mukaisia. Sisäpuolisten uritusten valmistamiseen liittyvistä asioista keskustelimme suunnittelun kanssa 28.1.05. Tällä hetkellä pyritään välttämään vähärikkisen aineen käyttöä lautasissa, joihin tulee sisäpuolinen uritus, koska rikin määrä vaikuttaa aineen lastuttavuuteen: mitä vähemmän rikkiä, sitä vaikeammin lastuttava. Atan mittapuussa vähärikkisen aine on rikkipitoisuudeltaan alle 0,005 %. Ehdotin rikkipitoisuuden rajan nostamista, koska urituksen tekijät ovat huomanneet, että kartiokkuutta ilmenee enemmän, jos rikkipitoisuus on alhainen. En kuitenkaan saanut kannatusta. Sisäpuolisten uritusten tekemiseen on tulevaisuudessa tulossa muutos, kun uritukset tehdään erilliseen holkkiin ja holkki krympätään lautaseen. Tämä muuttaa ongelmaa huomattavasti, ja sen takia en kiinnittänyt ongelmaan enempää huomiota.

14. Asennusmitta on virheellinen

Ennalta ehkäisevänä toimenpiteenä sovin lämpökäsittelyn työnjohtajan Martti Åkerlindin kanssa, että suorakarkaisua pyritään välttämään mahdollisimman paljon niillä tyypeillä, joilla on esiintynyt normaalia enemmän vääntymistä. Näitä ongelmallisia tyyppiejä ovat lähinnä halkaisijan suhteen ohuet ja ohuehkot lautaset.

Ohjeistettiin hammastajille, että he käyvät ilmoittamassa suunnitteluun, kun esiintyy liian vähän tai liian paljon työvaroja.

Tein ohjeen pintamerkin ottamisesta ja hampaan vahvuuden mittaamisesta ja kävin sen läpi kaikkien hammastajien kanssa. (liite 2)

Kerrattiin kaikkien hammastajien kanssa, ettei uudelle HPG-työlle tarvitse tehdä pehmeänä koitosta, elleivät sekä pinionit että lautaset ole yhtä aikaa hammastettavissa.

Suunnittelun kanssa päätettiin tehdä yleiset ohjeet asennusmittatoleransseiksi. Eero Mäsä suunnitteli taulukon, ja minä lisäsin ohjeeseen ”Toimintaohjeet kun asennusmitta poikkeaa toleranssista”-kappaleen (liite 3) ja tein asennusmittapoikkeamalomakkeen (liite 4). Taulukkoon tuli toleranssit pinionin asennusmitalle riippuen nimellisasennusmitasta ja lautasen asennusmitalle riippuen lautasen nimellishalkaisijasta. Ohjeet ja niiden noudattaminen käytiin läpi kaikkien hammastuksessa työskentelevien kanssa.

Pienennettiin koneen 40 taun parametriä 0.1 astetta vastaamaan koneen 118 parametriä, koska aiemmin koneella 118 jouduttiin asettamaan tau 0.1 astetta annettua arvoa suuremmaksi lautaselle. Tämä vaikutti pinionin hammastuksessa ja se kasvatti pinionin asennusmittaa huomattavasti.

17. Hammastuspurseet ovat poistamatta tai hampaat ovat viistämättä

Siirryttiin selkeään aiemmin osittain jo käytössä olleeseen käytäntöön. Tarkastetaan koitoskoneessa ennen koitosta, onko hampaista poistettu purseet ja onko hampaat viistetty. Ellei purseita ole vielä poistettu tai hampaat ovat vielä viistämättä, tehdään ne viimeistään tässä vaiheessa.

18. Koitosväri on pesemättä

Ohjeistettiin hammastajille, että koitosväri pitää pestä kunnolla pois kaikista Rolls-Royce Oy:n tilaamista pyöristä.

20. Kiilauran lusikka on väärän muotoinen

Valmistettiin esimerkillinen kiilaura lusikalla ja sijoitettiin se toimimaan esimerkkinä purseenpoistokoppiin, jossa kaikki purseenpoistajat voivat ottaa siitä mallia. Tiedotettiin työnjohdolle alihankinnassa tehtyjen lusikan avauksien huonoudesta ja pyydettiin heitä välttämään lusikallisten akseleiden sorvausta alihankinnassa. Ohjeistettiin kiilaurahiojia välttämään osumista kivellä lusikan ja kiilauran pohjan väliin, ettei siihen tulisi terävää koloa.

21. Kierrereiät ovat puhdistamatta

Kerrattiin Mazak-työstökeskuksella ja Carnaghilla työskenteleville kierrereikien puhdistus ja tarkistus, ettei reikiin jää lastuja tai leikkuurasvaa. Lämpökäsittelyn työntekijöille kerrattiin puhalluskuulien poisto kierrerei'istä.

4. YHTEENVETO

Työn lopullisesta vaikutuksesta poikkeavien kappaleiden esiintymiseen lopputarkastuksessa ei voi vielä tehdä johtopäätöksiä, koska käytännön toimenpiteet ovat olleet käytössä parhaimmillaankin vasta kuukauden ja osa selvästi vähemmän. Työntekijöiden asennoituminen uusiin ohjeisiin ja toimintatapoihin vaikuttaa suurelta osin työn lopulliseen tulokseen. Työn vaikutuksia tuleekin seurata ainakin puoli vuotta ja tässä työssä käsiteltyjen poikkeamien esiintyessä uudestaan lopputarkastuksessa tulisi kyseisen poikkeaman toimenpiteet käydä uudelleen läpi.

Työ eteni hyvin aikataulun mukaisesti ja valmistuikin hieman etuajassa. Suuremmilta ongelmilta vältyttiin pitkälti, mutta lämpökäsittelyssä aiheutuvat vääntymät ja niiden epäsäännöllisyys aiheuttivat monessa kohtaa ongelmia. Monet poikkeamatyypit aiheutuvat joko välillisesti tai välittömästi lämpökäsittelyssä syntyneistä vääntymistä. Lämpökäsittelyn aiheuttamat vääntymät osoittautuivat niin laajaksi ongelmaksi, ettei sitä pystytty tämän työn puitteissa ratkaisemaan.

Työn aikana tuli vastaan monia potentiaalisia kehityskohteita, jotka eivät tämän työn sisälle mahtuneet. Tulevaisuudessa ainakin seuraavien aiheiden kehittämistä tulisi harkita:

- lämpökäsittelyvääntymien minimoiminen
- kolhujen syntymisen ehkäiseminen
- hiottujen halkaisijoiden mittauksen ja kirjaamisen siirtäminen hiomakoneelle
- työvaihekohtaisten työohjeiden täydentäminen
- poikkeamaraporttijärjestelmän ja kyselyiden integroiminen.

Työn tekeminen tuntui monelta osin mielenkiintoiselta, koska työhön liittyi muutakin kuin teoreettista pohdiskelua. Erityisesti työn keskivaiheilla sen tekeminen oli kiinnostavaa, kun yhden osan edistyessä odotteluvaiheeseen oli aina kohde, josta jatkaa tekemistä. Loppuvaiheessa oli jäljellä enää muutama laajempi ongelma, ja tällöin työ oli odottelua ja lyhyitä työpäiviä.

LÄHTEET:

1. Salminen, Pekka, Tuotteiden ja toiminnan laadun kehittäminen. Metalliteollisuuden kustannus. Helsinki 1990. 179s.
2. Bergman Bo, Klefsjö Bengt, Quality : from customer needs to customer satisfaction. Studentlitteratur. Lund 1994. 478s.
3. Sandholm, Lennart, Total Quality Management. Studentlitteratur. Lund 2000. 286s.
4. Hannukainen, Timo, Laatuyritykset : laatujohtaminen maailman valioyryyksissä. Metalliteollisuuden kustannus. Helsinki 1992. 313s.

Vedottiään pienellä palvelu tukkimaton
 "vauvoja" lateraalin ilmi tullut tapaus

21.10.03 PVE

Tarkastukseen tulevat työt, joissa jotain puutteita

Puutteet:

Vko 45 Vko 46 Vko 47 Vko 48 Vko 49 Vko 50 Vko 51 Vko 52

I

	Vko 45	Vko 46	Vko 47	Vko 48	Vko 49	Vko 50	Vko 51	Vko 52
Hiontakevennykset puutteelliset								
HPG purseet poistamatta								
Kaiverrukset virheelliset/puutteelliset								
Kierrerei-issä kuulia								
Kierrerei-issä lastuja/muljua/puristusta								
Kiilauran paikoitus								
Koitosväri pesemättä								
Kolhuja								
Leimaukset virheelliset/puutteelliset								
Lusikat kiillotamatta								
Pituusmitat poikkeavia								
Reikäpinn								
Senkkaukset puutteelliset								
Suojamaalaus puutteellinen								
Kiilaura viimeistelemättä								
Hammas viistämättä								
Hioitus laula alimit- tainen								
Hioitus laula oikea (yli 0,01mm)								
Kiilauran muoto virheell.								
Kiilauran nurkkapyör. virheell. "pykälällä"								
Vaiheita tekemättä:								
Etuosaaman hionta tekemättä								
Öljyporaus tekemättä								
Poraus tekemättä								

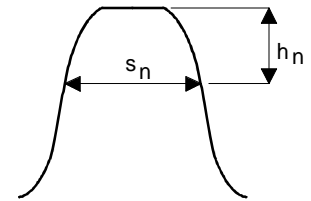
II Hiontakevennykset puutteelliset / viit. R/ALIHANK.

PINTAMERKIN AJO JA HAMMASVAHVUUDEN MITTAUS

Pintamerkki otetaan ylös kun terät koskettavat kartion pinnan keskikohtaa. Jos terät koskettavat kartion pinnan keskikohtaa ennen kuin kello on nollassa, on kellon lukema plussaa. Jos terät koskettavat kartion pinnan keskikohtaa sen jälkeen kun kello on ohittanut nollakohdan, on kellon lukema miinusta. Tämä pintamerkki otetaan ylös aina sarjan ensimmäisestä kappaleesta ja merkitään ylös vihkoon.

Pintamerkki huomioidaan hampaanvahvuusmittauksessa. Jos pintamerkki on plussaa, se lisätään hammasvahvuuden korkeus- eli H_n -mittaan. Jos pintamerkki on miinusta, se vähennetään hammasvahvuuden korkeus- eli H_n -mitasta.

Hampaanvahvuus(S_n) mitataan aina keskeltä hammaskartiota! Eli mittaa mitalla hampaan keskikohta ja merkitse se tussilla. Vasta tämän jälkeen suorita hampaanvahvuusmittaus ja merkitse hampaanvahvuus ylös vihkoon.



Mikäli pintamerkki tai hampaanvahvuus poikkeaa normaalista, tarkista asetus ja selvitä onko jossain tapahtunut virhe.

ATA GEARS Oy
Tehnyt: Eero Mäsä
2005-02-04

C401-67
Muokannut: Mikko Selimaa
2005-02-07

YLEISET OHJEET ASENNUSMITTATOLERANSSEIKSI

Silloin kun piirustuksessa ei ole asennusmittatoleransseja, voidaan käyttää seuraavaa ohjetta:

Pinionin nimellisasennusmitta, mm	Toleranssi
Alle 200	± 0,3
200 - 400	± 0,6
400 - 600	± 1,0
600 - 800	± 1,5
Lautaspyörän nimellishalkaisija, mm	Asennusmittatoleranssi
Alle Ø 300	± 0,3
Ø 300 - 600	± 0,6
Ø 600 - 1000	± 1,0
Yli Ø 1000	± 1,5

TOIMINTAOHJEET KUN ASENNUSMITTA POIKKEAA TOLERANSSISTA

Ensisijaisesti käydään selvittämässä asia työnjohdon kanssa. Mikäli työnjohto ei ole enää paikalla täytetään asennusmittapoikkeamalappu ja jätetään se työnjohdon lokeroon kellokorttikoneen viereen.

Kun asennusmittapoikkeamalaput loppuvat koneeltasi, pyydä työnjohtoa tulostamaan niitä lisää.

