



NOSTOAPUVÄLINEIDEN SUUNNITTELU UUDELLA TUOTANTOLINJALLA

Marko Nummi

Opinnäytetyö
Toukokuu 2012
Kone- ja tuotantotekniikka
Modernit tuotantojärjestelmät

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Modernit tuotantojärjestelmät

MARKO NUMMI:

Nostoapuvälineiden suunnittelu uudella tuotantolinjalla

Opinnäytetyö 42 sivua, josta liitteitä 7 sivua
Toukokuu 2012

Tämän opinnäytetyön aiheena on suunnitella nostoapuvälineitä kattamaan uuden tuotantolinjan kappaleenkäsittelytarvetta ATA Gears Oy:ssä. Työssä suunnitellaan nostoapuvälineitä akselimaisten pinioneiden käsittelyyn uudella mittakoneella, joka on osana uutta täysin 5-akselista tuotantolinjaa.

Työssä käydään läpi nostoapuvälineisiin kohdistuvat säännökset ja direktiivit, joita noudattaen nostoapuvälineet tullaan valmistamaan. Lisäksi tarkastellaan tarkemmin käsiteltäviä kappaleita sekä mittakoneen toimintaa ja osia, jotka ovat nostoapuvälineiden suunnittelun kannalta merkittävässä osassa. Suunnitteluvaiheessa pyritään huomioimaan kaikenlaiset pinionit, jotta kaikkia kappaleita voidaan käsitellä uuden mittakoneen saapuessa.

Suunnitellut nostoapuvälineet esitellään työtilaajalle ja valmistutetaan laillisella valmistajalla, joka huolehtii säännösten ja direktiivien toteutumisesta ja tarvittavista testauksista.

Asiasanat: pinioni, nostoapuväline, mittakone

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical and Production Engineering
Option of Modern Production Systems

NUMMI, MARKO:

Planning Lifting Tools for a New Production Line

Bachelor's thesis 42 pages, appendices 7 pages
May 2012

The topic of this Bachelor's thesis was to plan new lifting tools to meet the needs of the new production line at ATA Gears Ltd. The aim was to plan lifting tools for the new measuring machine, which is part of the new 5-axis production line. More specifically, the tools will be planned for handling shaft pinions.

The thesis includes a discussion of provisions and directives which must be adhered to in manufacturing the tools. The thesis also includes a more detailed study of pinions and the functions and parts of the measuring machine which must be taken into account while planning the tools. All kinds of pinions should be taken into account during the planning stage, so that all items can be handled when the machine arrives.

All the planned lifting tools will be introduced to Ata Gears Ltd. The tools will be produced in a certified factory, which takes full responsibility for adhering to the necessary provisions and directives and carrying out the tests needed.

Key words: pinion, lifting tool, measuring machine

ALKUSANAT

Haluaisin kiittää ATA Gears Oy:tä mielenkiintoisesta ja käytännönläheisestä opinnäytetyön aiheesta. Aiheen sain linjapäällikkö Erkki Toimelalta, jolta sain kallisarvoisia neuvoja ja tietoja opinnäytetyöni edetessä. Suuri kiitos kuuluu myös tuotantoinsinööri Joni Seppälälle, jolta sain paljon apua apuvälineiden suunnittelu- ja mallinnusvaiheessa.

Kiitos myös perheelleni, joka on opinnäytetyöni ja opiskeluvuosieni aikana jaksanut kannustaa ja tukea opintojeni loppuun saattamisessa.

Työkaverit, niin tuotannon kuin toimiston puolellakin, ansaitsevat myös kiitokset kannustamisesta ja rakentavasta palautteesta koko opinnäytetyöni ajan.

Marko Nummi

Tampereella 10.5.2012

SISÄLLYS

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | JOHDANTO..... | 6 |
| 2 | YRITYKSEN JA TUOTTEIDEN ESITTELY | 7 |
| 2.1 | ATA Gears Oy | 7 |
| 2.2 | Tuotteet | 9 |
| 2.3 | Nimike | 11 |
| 2.3.1 | Pinioni | 12 |
| 2.3.2 | Lautaspyörä | 13 |
| 3 | UUSI TUOTANTOLINJA | 14 |
| 4 | NOSTOAPUVÄLINE UUDELLA TUOTANTOLINJALLA | 16 |
| 4.1 | Gleason-mittakone | 16 |
| 4.2 | Kappaleiden kiinnitys mittakoneeseen | 16 |
| 4.3 | Opinnäytetyön tavoite | 18 |
| 5 | YLEISTIETOA NOSTOAPUVÄLINEISTÄ | 19 |
| 6 | PINIONEIDEN TARKASTELU | 22 |
| 7 | NOSTOAPUVÄLINEIDEN SUUNNITTELU JA MALLINNUS | 24 |
| 7.1 | Tukijalkasovellus | 24 |
| 7.2 | Keskiökierteestä nostaminen | 26 |
| 7.3 | Nostorengas | 28 |
| 7.4 | Reikäpiiriin kiinnitettävä nostolaite | 29 |
| 7.5 | Tulevaisuuden suunnitelma | 31 |
| 7.6 | Turvallinen nostaminen | 32 |
| 8 | TYÖN TULOKSET | 33 |
| 9 | JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA | 34 |
| 9.1 | Tulevat toimenpiteet | 34 |
| | LÄHTEET | 35 |
| | LIITTEET | 36 |
| | Liite 1. Pinionin aihiotyypit..... | 36 |
| | Liite 2. Gleason-mittakone | 38 |
| | Liite 3. Pinionin keskiöinti | 39 |
| | Liite 4. Reikäpiirit | 40 |
| | Liite 5. Akselikierre..... | 41 |
| | Liite 6. Kartiorullalaakerointi | 42 |

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena on suunnitella nostoapuvälineitä uudelle tuotantolinjalle akselimaisten pinioneiden nostamiseen. Työn tilaajan toiveesta nostoapuvälineet suunnitellaan siten, että kaikenlaisia pinioneita päästään käsittelemään.

Uusi mittakone tulee osaksi täysin 5-akselitekniikalla toimivaa tuotantolinjaa. Normaalista poiketen mitattavat akselimaiset pinionit kiinnitetään uuteen mittakoneeseen pystyasennossa, kun ennen pinionit ovat olleet vaaka-asennossa. Tähän ilmenneeseen ongelmaan suunnitellaan nostoapuvälineitä tarkastellen sekä pinioneita että mittakonetta.

Työssä tullaan tarkastelemaan tarkemmin nostoapuvälineisiin kohdistuvia säännöksiä ja direktiivejä. Nostoapuvälineiden testaus ja valmistus ulkoistetaan lailliselle valmistajalle, eikä näin ollen kuulu tämän työn alaisuuteen. Lisäksi opinnäytetyössä tutustutaan mittakoneen toimintaan ja niihin koneen osiin, jotka tulee ottaa huomioon nostoapuvälineitä suunniteltaessa.

2 YRITYKSEN JA TUOTTEIDEN ESITTELY

ATA Gears on toiminut perustamisesta lähtien Tampereella ja sen tuotteeksi on vakiintunut kartiohampaiset hammaspyörät. Tuotteita myydään kaikkialle maailmassa tärkeimpänä vientikohteena Aasia. Yrityksen tavoitteena on olla pysyvästi halutuin hammaspyörätoimittaja maailmassa.

2.1 ATA Gears Oy

ATA Gears Oy (kuva 1) on perustettu vuonna 1937, ja se valmistaa, suunnittelee ja myy kartiohammaspyöriä teknisesti vaativiin kohteisiin kaikkialla maailmassa. ATA toimittaa hammaspyöriä erilaisiin voimansiirtosovelluksiin pääasiassa laivan moottoreihin ja raskasteollisuuteen, kuten kivimurskaimiin ja turbiineihin. ATA Gearsissa työskentelee 188 henkeä (2011), ja liikevaihto vuonna 2011 oli 42,5 miljoonaa euroa. (Atan strategiakirja 2012)



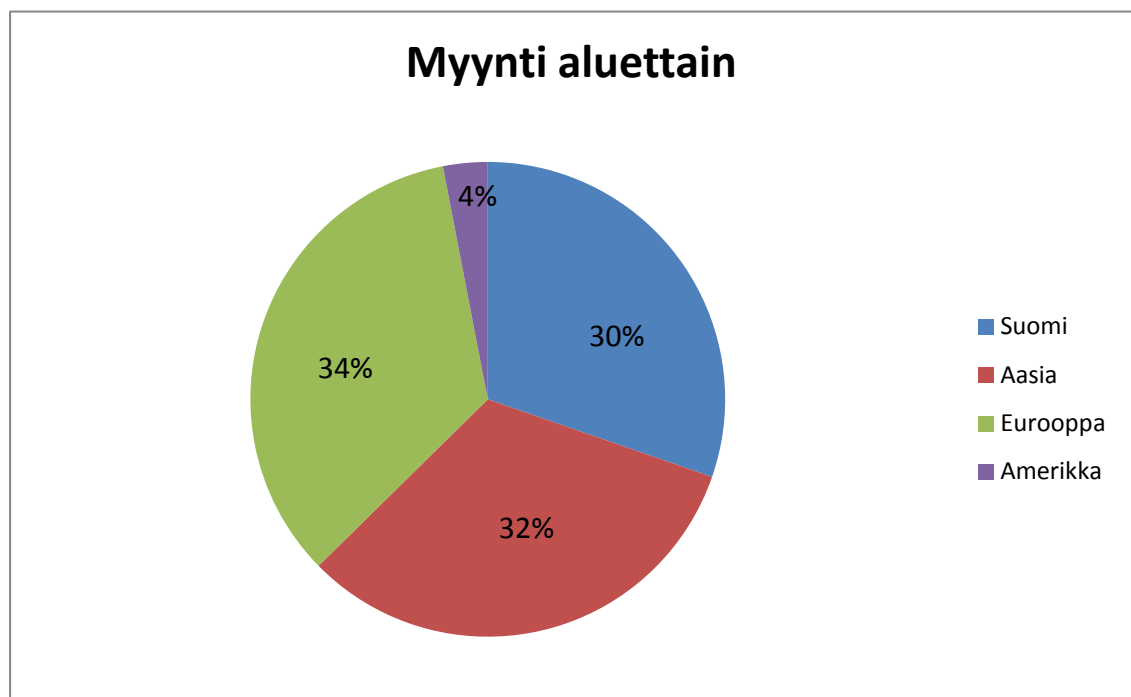
Kuva 1. ATA Gears Oy:n virallinen logo. (ATA Gears 2012)

ATA:n toimipisteet Tampereella sijaitsevat Atalassa ja Leinolassa, Pälkäneen toimipisteessä on yrityksen materiaalivarasto ja kappaleiden sahaus. Atalan toimipiste toimii yrityksen pääkonttorina, jossa sijaitsee yrityksen hallinnollinen toiminta, kuten suunnittelu, myynti ja talous.

Vuonna 2009 avattiin Leinolaan uusi 6000m² tehdas pienien hammaspyöröjen tuotantoon. Puolet tehtaan tiloista on niin sanotun pikku-linjan käytössä. Isojen ja pienien tuotteiden erottaminen omiksi osastoikseen selkeyttää ja nopeuttaa tuotantoa ja helpottaa hallinnointia. Uusi täysin 5-akseliseen teknologiaan perustuva isojen hammaspyöröjen tuotantolinja perustetaan Leinolan toimipisteeseen vuoden 2012 aikana.

Vuonna 2011 30 %:a ATA:ssa valmistetuista tuotteista jäi Suomeen ja 70%:a tuotteista meni vientiin. Aasian osuus koko myynnistä oli 32 %:a, Euroopan osuus 34 %:a ja Amerikan osuus 4 %:a kuvion 1 mukaisesti.

Suurin osa Aasiaan toimitettavista hammaspyöröistä suuntautuu Japaniin ja Kiinaan. Euroopassa suurimmat vientialueet ovat Norja, Ruotsi ja Saksa.



Kuvio 1. Vuoden 2011 myynti alueittain. (ATA Gears Oy yritysesitys 2012)

2.2 Tuotteet

Yksi hammaspyöräpari koostuu pinionista ja lautaspyörästä (kuva 2), ja ne myydään pareittain. Harvoissa tapauksissa asiakas tilaa kaksi pinionia yhtä lautaspyörää kohden tai toisinpäin. Hammaspyöräparin välityssuhde määräytyy hampaiden lukumäärästä, mikä määräytyy kunkin asiakkaan tarpeista.



Kuva 2. Kartiohammaspyöräpari.(ATA Gears Oy 2012)

Kartiohammaspyörän hampaat ovat kartiomaisia ja kaarevia, kuten kuvasta 3 käy ilmi. Kartiohammaspyörä on paras vaihtoehto 90° voimansiirtoon kierteisen hammasmuotoilunsa ansiosta. Kaarevahammas tuottaa vähemmän tärinää ja melua verrattuna perinteiseen suorahampaiseen hammaspyörään ja on siksi parempi valinta useille moottori- ja vaihdelaatikkovalmistajille.

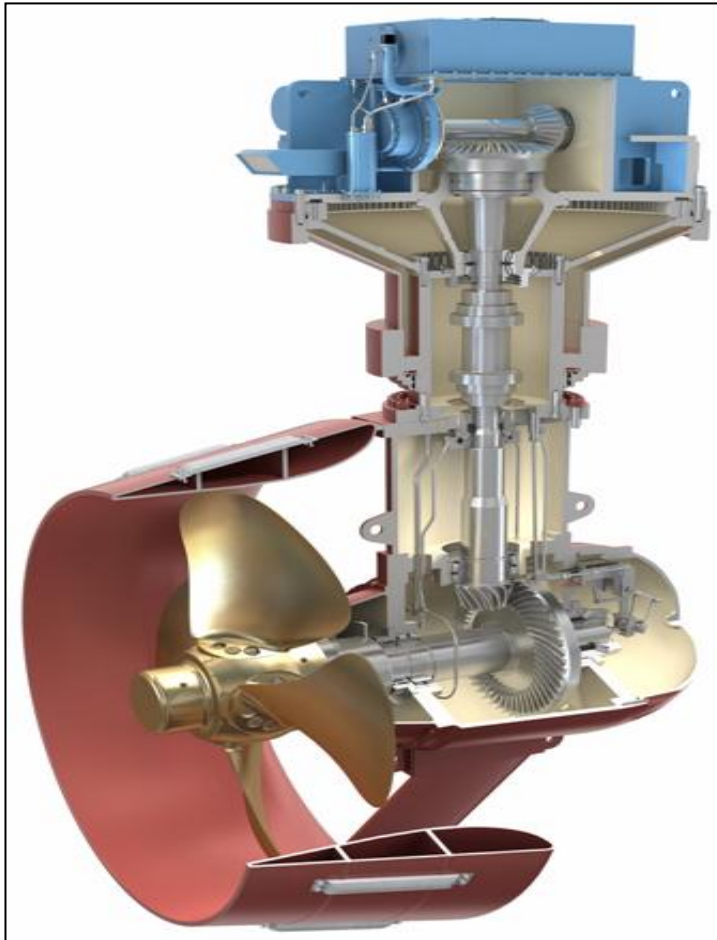


Kuva 3. Hampaan muoto. (ATA Gears Oy 2012)

Haittana kartiohammaspyörien käytössä on akseleihin kohdistuva voimakas työntövoima. Ongelma saadaan kuitenkin kuriin käyttämällä asianmukaisia ja tilanteisiin sopivia laakerointeja.

Suurin ATA:ssa valmistettava lautaspyörä on halkaisijaltaan noin 3000 mm:ä ja voi painaa 5300 kg:a. Suurin pinioni taas on pituudeltaan noin 3100 mm:ä. Tämän kokoluokan hammaspyöräparien käyttökohteet ovat raskasteollisuudessa, kuten kivimurskaimissa. Vastaavasti pienimmät hammaspyörät ovat halkaisijoiltaan ja pituuksiltaan noin 100 mm:ä ja painoiltaan kevyitä. Tällaisia hammaspyöriä valmistetaan erilaisten ajoneuvojen voimavälitykseen, kuten kuorma-autoihin.

Kuvassa 4 on esitelty yksi hammaspyöräparin käyttökohteista, tällaiseen käyttötarkoitukseen toimitetaan keskikokoisia hammaspyöriä. Meriteollisuus on ATA:n tärkein tukijalka, vuonna 2011 68 % tuotteista suuntautui meriteollisuuteen, ja vielä tarkemmin potkurinvalmistajille. (ATA Gears yritysesitys, 2012)



Kuva 4. Hammaspyöräparin käyttökohde. (ATA Gears Oy 2012)

2.3 Nimike

Piirustusnumeroita kutsutaan nimikkeiksi, ja jokaisella tuotteella ja tuotevariaatiolla on oma nimikenumero, jotta tuotteita olisi helpompi tunnistaa ja hallita. Nimikkeiden käyttö helpottaa asiakas- ja varastonhallintaa ja selkeyttää tuotantoa.

Vuosien saatossa vakiasiakkaiden tilatessa aina samanlaisia tuotteita voidaan puhua vakionimikkeistä. Tällaisten nimikkeiden tilaus on asiakkaalle helppoa ja tilauksen tuotantoonpano nopeaa.

2.3.1 Pinioni

Pinioni on akseli, jonka toisessa päässä on hammastus (kuva 5). Sen tarkoitus on välittää voimaa lautaspyörältä. Pinioni on lähes aina akselimainen pituuden vaihdellessa 100mm:stä aina 3100mm:iin asti. Pinioni voidaan myös valmistaa varrettomana, jolloin pinionissa on vain pelkkä hammaspää. Pinioneita valmistetaan muottitakeista, rouhintasorvatusta tangosta tai sulatetangosta (liite 1). Jos hammaspää on suuri, on edullisempaa valmistaa pinioni muottitakeesta materiaalihukan minimoimiseksi. Kolmea edellä mainittua pinioniaihiotyyppiä tilataan alihankintana.

Pinioneita valmistetaan sekä oikea- että vasenkätisenä riippuen käyttökohteesta ja halutusta pyörimissuunnasta. Kätisyydellä tarkoitetaan suuntaa, johon hampaat kaartuvat. Kuvan 5 pinioni on oikeakätinen.



Kuva 5. Oikeakätinen pinioni (Nummi 2012)

2.3.2 Lautaspyörä

Lautaspyörä on nimensä mukaan pyörä, jossa hammastus kiertää täyden kehän (kuva 6). Lautaspyörät valmistetaan sulatteista koosta riippumatta. Pienemmän kokoluokan lautasille sahataan aihiot paksuista sulatetangoista, suuremmat aihiot tilataan rengasmaisina ja esisorvattuna materiaalihukan minimoimiseksi. Myös lautaspyöriä valmistetaan kummankin kätisenä.



Kuva 6. Oikeakätinen lautaspyörä. (ATA Gears Oy 2012)

3 UUSI TUOTANTOLINJA

ATA investoi voimakkaasti uusiin työstökoneisiin lisätäkseen kapasiteettiaan ja tehostaakseen tuotantoaan, jotta tilanne valmistuskapasiteetin ja kysynnän suhteen olisi parempi tulevinä vuosina. Tarkoituksena on siirtyä yhä voimakkaammin 5-akseliteknologian mahdollistamaan kokonaiskoneistukseen. Uusi täysin 5-akseliseen tekniikkaan perustuva tuotantolinja mahdollistaa laakerikaulojen, hampaiden ja muiden pintojen viimeistelyn samassa kiinnityksessä. Tämä parantaa lopputuotteen tarkkuutta ja vähentää samalla kappaleen käsittelytarvetta nopeuttaen myös tuotantoa.

Investoinnit

Uusi tuotantolinja koostuu kahdesta Okuma Multus -monitoimisorvista, kahdesta Deckel Maho -työstökeskuksesta, FMS-hyllystöstä, Gleason koordinaattimitta- ja koitoskoneesta sekä Liebherr-työstökoneesta. Kaikki edellämainitut konetoimittajat ovat ATA:lle entuudestaan tuttuja ja todettu luotettaviksi ja laadukkaiksi konetoimittajaksi.

Uudella linjalla tullaan valmistamaan keskiluokan kokoisia lautaspyöriä ja pinioneita. Okuma Multus -monitoimisorveilla koneistetaan pinioneita ja Deckel-työstökeskuksilla lautaspyöriä, voidaan siis puhua pinioni- ja lautaskoneista. Lautaskoneet on yhdistetty FM-järjestelmään, jolla nopeutetaan tuotantoa, parannetaan tuotannon joustavuutta, mahdollistetaan miehittämätön tuotanto ja vähennetään materiaaleihin sitoutunutta pääomaa.

Uuden tuotantolinjan edut

Kiristynyt kilpailu pakottaa ATA Gearsia nostamaan palvelutasoaan asiakasmyönteisempään suuntaan, koska nykyajan markkinoilla ei kilpailla pelkästään laadukkaan ja virheettömän tuotteen toimittamisesta. Toimitusvarmuus, toimitusnopeus ja tuotteen hinta ovat nykyajan kriteerejä toimittajavalintoja tehtäessä. 5-akselinen tuotantolinja on hankittu vastaamaan näitä asiakkaiden asettamia vaatimuksia.

Uuden tuotantolinjan haasteet

Uusi tuotantolinja tuo mukanaan myös paljon haasteita ennen kuin tuotanto saadaan toimimaan halutusti. Koneita käyttävä henkilöstö on koulutettava jo ennen kuin koneet saapuvat. Tällöin käyttöönotto- ja muut testit voidaan suorittaa viipymättä eikä aikaa kulu käytön harjoitteluun.

Tarvittavat työkalut ja tarvikkeet, kuten terät ja kiinnitinleuat, pyritään tilaamaan jo koneen ostovaiheessa. Testiajot ja käytäntö kuitenkin osoittavat, jos joitain asioita on jäänyt huomioimatta. Pahimmassa tapauksessa työkaluja tai tarvikkeita joudutaan odottamaan useita viikkoja, jolloin tuotantolinjan käyttöönotto viivästyy.

4 NOSTOAPUVÄLINE UUDELLA TUOTANTOLINJALLE

Tarve uusille nostoapuvälineille syntyi uudenlaisten koneiden käyttöönoton yhteydessä. Nostoapuväline suunnitellaan helpottamaan pinioneiden käsittelyä uudella Gleason-mittakoneella. Nykyisestä poiketen akselimaiset pinionit asetetaan mittakoneeseen pystyyn hammaspää alaspäin. Nykyisessä mittalaitteessa pinionit ovat makaavassa eli vaaka-asennossa.

4.1 Gleason- mittakone

Uusi Gleason 3000 GMM-mittakone (liite 2) hankitaan Leinolan toimipisteeseen vastaamaan uuden tuotantolinjan mittaustarpeita. Kone tarjoaa nykyistä mittakonetta kattavammat mahdollisuudet kartiohammaspyörien kokonaismittaukseen. 3D-skannausjärjestelmä, pyörivä mittapöytä ja portaaton ja moottoroitu mittapää mahdollistavat entistä tarkemman pinioneiden ja lautaspyörien analysoinnin. Mittakone on suorituskyvyltään tehokas ja kompaktin muotoilunsa ansiosta tilaa säästävä, eikä se tarvitse toimiakseen erillistä 20 °C:sta mittaushuonetta.

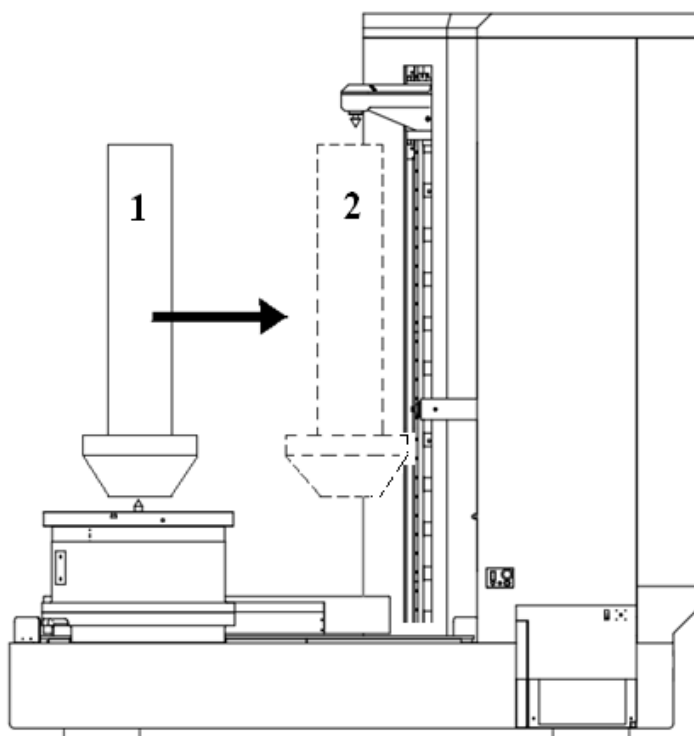
Pinioneiden pituus voi vaihdella 200-2500mm:n ja lautasen halkaisija Ø300-3000mm:n välillä. Painorajoitus tuotteille on 9100kg. Laajan mittausalueen ansiosta kone ei aseta uuden tuotantolinjan tuotteiden osalta rajoituksia. Suuri mittausalue varmistaa koneen käyttökelpoisuuden myös tulevaisuudessa tuotteiden mahdollisen kasvun varalta. (Gleason Oy 2012)

4.2 Kappaleiden kiinnitys mittakoneeseen

Kaikissa pinioniaihioissa on aina molemmissa päissä keskiöinti (liite 3), jotta aihiot voidaan kiinnittää työstökoneisiin, esimerkiksi sorviin. Myöhemmissä työvaiheissa keskiöinnin tilalle saatetaan tehdä kierteytys tai pinioneihin tehdään läpireikä

kanuunaporaamalla. Näitä keskiöintejä käytetään pinioneiden kiinnittämiseen mittakoneeseen. Uuden mittakoneen kartiomaiset kiinnityskärjet ohjaavat pinionin heitottomaksi kiinnitysvaiheessa, jolloin erillistä kellotusta ei tarvita.

Liikkuva pöytä lisää ergonomiaa helpottaen ja nopeuttaen kappaleiden kiinnitystä. Epäterveelliset ja hankalat työasennot, kuten kurkotukset ja ahtaissa väleissä työskentely, on liikkuvan pöydän avulla saatu poistettua. Pöytää voidaan siirtää ulos koneesta mittakoneen reunalle, jossa kappaleet asetetaan mittapöydälle. Kuvassa 7 on pyritty selvittämään pöydän liikettä kappaleen latausasennosta mitta-asentoon.



Kuva 7. Pinioni kiinnittyy mittalaitteessa kiinnityskärkien väliin. (Nummi 2012)

Lautasasennossa (kuva 7, vaihe 1) kappale lasketaan pöydälle. Tämän jälkeen pöytä liikkuu koneen mitta-alueelle mitta-asentoon (kuva 7, vaihe 2), jossa yläkärki painautuu pinionin alakärkeä vasten ja saa kappaleen kiinnittymään.

Lautaspyörän nosto ja kiinnitys ei tuota ongelmia, sillä helpon muotonsa ja matalan painopisteensä ansiosta lautanen saadaan nostettua tukevasti pöydälle kiinnitettäväksi. Lautasia tullaan nostamaan jo olemassa olevilla nostorakseilla. Tämä tapa on ollut käytössä muilla työstökoneilla ja todettu täysin toimivaksi. Pinioneiden nosto ja

kiinnitys sen sijaan tuottaa vaikeuksia pystyasentonsa vuoksi, koska pinioni tarvitsee kiinnittyäkseen ylemmän kiinnityskärjen. Ongelmana on saada pinioni kiinnityskärkien väliin turvallisesti ja tukevasti aiheuttamatta vahinkoa henkilöille tai mittakoneelle.

Nostolaite tulisi suunnitella siten, että keskiöinnit jäisivät kiinnitykselle vapaiksi, jolloin pinioni voitaisiin viedä suoraa mittalaitteen kärkien väliin ilman pöydän liikettä (kuva 7, vaihe 2). Tällöin ei tarvittaisi pinionin tukemista pöydän liikkeen ajaksi, ja näin kiinnitys olisi nopeampaa.

4.3 Opinnäytetyön tavoite

Opinnäytetyön tavoitteena on suunnitella nostoapuvälineitä pinioneiden käsittelyyn uudella mittakoneella. Tarkoituksena on tuoda esille erilaisia malleja ja sovelluksia, joilla pinioni saadaan turvallisesti mittakoneeseen ilman henkilö- ja materiaalivahinkoja. Ideoituja malleja tulisi analysoida tuoden esille kunkin sovelluksen vahvuuksia ja heikkouksia. Työn teettäjän toiveena on, että työssä otettaisiin huomioon kaiken kokoiset ja kaikenlaiset pinionimallit.

Työn tarkoituksena on suunnitella ja tuoda esille erilaisia ajatuksia pinioneiden nostoon ja tukemiseen. Apuvälineiden valmistus, testaus ja nostoapuvälineisiin ennen käyttöönottoa kohdistuvien vaatimuksien hyväksyminen eivät kuulu tämän työn alaisuuteen. Edellämainitut asiat jäävät tämän työn ulkopuolisiin jatkotoimenpiteisiin, vaikka kyseisiä asioita työn edetessä tullaankin käsittelemään.

5 YLEISTÄ TIETOA NOSTOAPUVÄLINEISTÄ

Suunniteltaessa nostoapuvälineitä on hyvä tarkastella myös nostoihin ja siirtoihin liittyviä vaaratekijöitä. Kappaleen käsittelyssä piilee usein uhkia ja vaaratekijöitä, joita ei saa poistettua edes hyvällä suunnittelulla. Tapaturmien syy ei aina johdu pelkästään teknisistä tekijöistä, vaan apuvälineen kiinnittäjä ja kuorman kuljettaja ovat myös suuressa vastuussa turvallisuudesta puhuttaessa.

Nostoapuvälineiden määrittäminen

Painavan kuorman nostamiseen ja siirtämiseen käytetään nostolaitetta tai nostoapuvälinettä. Laitteen tarkoitus on helpottaa kuorman käsittelyä ja parantaa ergonomiaa sekä tehokkuutta. Siirilä ja Kerttula kertovat Koneturvallisuuden perusteet -kirjassaan (2009, 15) koneasetusta sovellettavan kaikkiin laitteisiin, jotka täyttävät koneen määritelmän. Koneeksi luokitellaan muun muassa toisiinsa liitettyjen osien tai komponenttien yhdistelmät, koneet, joissa yksi osa tai komponentti on liikkuva, sekä nostoapuvälineet, nostoketjut, -köydet ja -vyöt.

Koneita koskeva lainsäädäntö

Koneen suunnittelussa ja rakentamisessa säädetään laissa eräiden teknisten laitteiden vaatimustenmukaisuudesta (1016/2004, konelaki) sekä valtioneuvoston asetuksessa koneiden turvallisuudesta (400/2008, koneasetus). Koneasetus pohjautuu Euroopan Unionin direktiiviin 2006/42/EY, jota kutsutaan myös konedirektiiviksi. Tämä on uuden menettelyn mukainen direktiivi, jossa koneiden turvallisuutta koskevat lait ja asetukset ovat yhdenmukaistettu kaikissa EU:n jäsenmaissa. Direktiivi sisältää kaikkia koneita koskevat olennaiset terveyst- ja turvallisuusvaatimukset. (Siirilä & Kerttula 2009, 13)

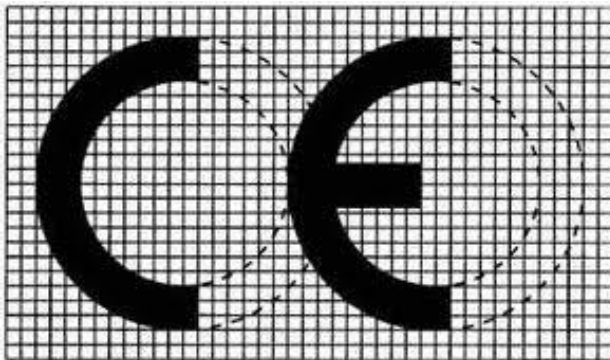
Koneturvallisuuden perusteet kirjan mukaan koneasetus koskee valmistajaa sekä koneen suunnittelu-, valmistus-, ja myyntivaihetta. Koneen käyttöönottoa ja muuta myöhempää käyttöä sen sijaan säädellään työnantajaa koskevassa valtioneuvoston laatimassa käyttöasetuksessa 403/2008. (Siirilä & Kerttula 2009, 14)

Konedirektiivi

Konedirektiivi on niin sanottu uuden menettelyn mukainen direktiivi. Tämä tarkoittaa sellaista direktiiviä, jolla on yhdenmukaistettu kaikkien EU:n jäsenmaiden koneiden turvallisuutta koskevat lait ja asetukset. Direktiivin valmistelussa lähtökohtana on ollut korkean suojelun taso eli tavoitteena on, että vain turvallisia ja vaatimukset täyttäviä koneita myydään ja toimitetaan Euroopan Unionin markkinoille. Direktiivissä säädetään niin työkäyttöön kuin kuluttajien käyttöönkin tarkoitettujen koneiden turvallisuudesta. Direktiivi sisältää kaikkia koneita koskevat pakolliset turvallisuusvaatimukset, niin sanotut olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset. (Siirilä & Kerttula 2009, 13)

CE-merkintä

CE-merkintä on uuden menettelyn mukaisiin direktiiveihin perustuva vaatimustenmukaisuusmerkintä. Itse merkintä koostuu määrättyjen mittasuhteiden mukaisista kirjaimista ”CE” (kuva 8) ja tarvittaessa tuotteen vaatimustenmukaisuuden osoittamisessa käytetyn ilmoitetun laitoksen tunnusnumerosta.



Kuva 8. CE-merkin muoto on konedirektiivissä tarkasti määrätty. (Siirilä & Kerttula 2009, 22)

CE-merkintä tehdään tuotteeseen, sen pakkaukseen tai valmistuskilpeen. Mikäli tämä ei ole mahdollista, merkinnän voi sijoittaa tuotteeseen liittyvään asiakirjaan tai ohjeisiin. Keskeistä on, että merkintä on tehty näkyvästi, helposti luettavalla tavalla ja pysyvästi. CE-merkintään sekoitettavissa olevien merkintöjen tekeminen on kielletty, mutta muut merkinnät ovat sallittuja, jos ne eivät vähennä CE-merkinnän näkyvyyttä tai luettavuutta. (CE-merkintä 2012)

Koneen valmistajan velvollisuudet

Koneasetus velvoittaa koneenvalmistajan noudattamaan erilaisia vaatimuksia ennen koneen käyttöönottoa. Siirilä ja Kerttula (2009, 14) mainitsevat seuraavat kahdeksan velvollisuutta:

1. Koneen riskien arvionti
2. Koneen suunnittelu ja rakentaminen riskien tulokset huomioon ottaen konepäättöksen olennaisten terveys- ja turvallisuusvaatimusten mukaisesti
3. Koneen suunnittelu ja rakentaminen ottaen huomioon muut mahdolliset sitä koskevat vaatimukset
4. Teknisen tiedoston laatiminen
5. Käyttöohjeiden laatiminen
6. Konepäättöksen liitteessä 4 mainittujen koneiden mahdollinen tyyppitarkastus tai täydellisen laadunvarmistusmenettelyn käyttäminen
7. Vaatimustenmukaisuusvakuutuksen laatiminen
8. CE-merkinnän kiinnittäminen

Nostoapuvälineen turvallisuuden tarkastaminen

Jatkuva tekniikan kehitys muuttaa alati turvallisuuteen liittyviä lainsäädäntöjä, jolloin koneen valmistajan tulisi olla tietoinen valmistushetkellä vaadittavista standardeista. Haasteet suoriutua lainsäädännön asettamista velvoitteista kasvavat tekniikan kehittyessä. Tästä syystä asiantuntija-apua käytetään yhä kasvavassa määrin.

Asiantuntijat tarjoavat monipuolisesti koneturvallisuuteen liittyviä asiantuntija- ja tarkastuspalveluita. Erityisesti nostoapuvälineiden säädöstenmukaisuuden ja toimintakunnon varmistamiseen käytetään ulkopuolista asiantuntija-apua turvallisuuden varmistamiseksi. Esimerkiksi koneen valmistusvaiheessa asiantuntijat tarjoavat apua konedirektiivin vaatimusten ja standardien soveltamisessa. Tässäkin tapauksessa nostoapuvälineen tarkastus ja lainsäädäntöjen toteutuminen tullaan tarkastamaan ulkoistetussa laitoksessa. Tällaisia tarkastus- ja testauspalveluja tarjoavat muun muassa Inspecta Oy ja VTT Expert Services Oy.

6 PINIONEIDEN TARKASTELU

Ennen varsinaisen suunnittelun aloitusta on hyvä tarkastella pinioneja tarkemmin. Tutkitaan, esiintyykö pinioneissa nostoa ja apuvälineen suunnittelua helpottavia ominaisuuksia, kuten kierteitä tai pinnanmuotoja.

Pinionin takapäältä tarttumista helpottavat erilaiset kierteet, joita käytetään kappaleiden kiinnittämiseen muilla työstökoneilla. Selvitetään, voidaanko kierteitä hyväksikäyttää nostossa, jolloin suorituksesta saataisiin mahdollisimman vakaa ja turvallinen.

Keskiökierre

Pinionin takapäässä on usein keskiökierre, jolla pinioni kiinnitetään vanhoihin syklohammastuskoneisiin. Keskiökierre tehdäänkin usein juuri tästä syystä, ei niinkään asiakkaan tarpeesta. Uudet 5-akseliset työstökoneet eivät tarvitse pinionin kiinnittämiseen keskiökierrettä. Näistä ei kuitenkaan ole luovuttu mahdollisten vanhoilla koneilla tapahtuvien korjaustyöstöjen varalta.

Metrisiä keskiökierteitä valmistetaan pinionin koosta riippuen M6:sta aina M30:een asti, joista yleisimmin esiintyvät koot M24 ja M30. Uudella tuotantolinjalla koneistettaviin pinioneihin valmistetaan edellä mainittuja kahta yleisintä kierrekokoa.

Reikäpiiri

Reikäpiirit valmistetaan aina asiakkaan tarpeisiin, mutta ne eivät ole kovin yleisiä. Erään asiakkaan tilaamia pinioneita valmistetaan aina jompikumpi liitteen 4 mukaisista reikäpiireistä, joita uudella 5-akselisella tuotantolinjalla tullaan myös valmistamaan. Muunlaisia reikäpiirejä ei uudella linjalla lähivuosien aikana koneisteta.

Akselikierre

Pinioneille, joiden päässä ei esiinny reikäpiiriä eikä keskiökierrettä, voidaan suunnitella akselikierrettä (liite 5) hyväksikäyttävä nostoapuväline. Akselikierteitä esiintyy lähes jokaisessa pinionissa huolimatta siitä, onko takapäässä kierteitä.

Nostoapuvälineen suunnittelu sellaiseen tapaukseen, jossa ei esiinny yhtäkään edellä mainittua helpottavaa tekijää on todellinen haaste. Ongelmana on tarttuminen sileästä pinnasta tukevasti ja turvallisesti. Magneettia ei valmiissa kappaleessa sovi käyttää magneettijäämien vuoksi, eikä se ole painavien pinionien käsittelyyn turvallinen. Ainoa tapa tarttua pinioneihin on käyttää jotain edellä mainituista kierteistä.

7 NOSTOAPUVÄLINEIDEN SUUNNITTELU JA MALLINNUS

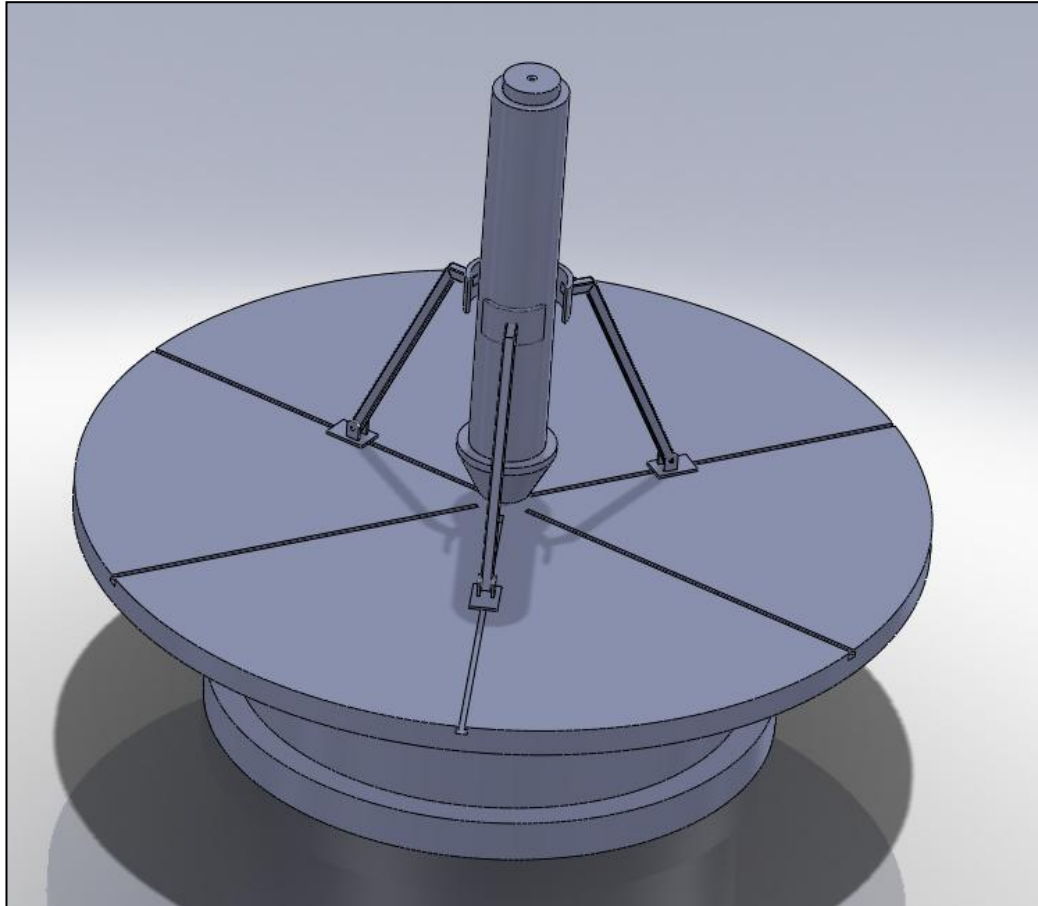
Nostolaitteen suunnittelu aloitetaan miettimällä, millaisia eri tapoja pinionin saamiseksi mittakoneen kärkien väliin on olemassa. Voitaisiinko pinioni viedä mittakoneen kärkien väliin pöydän ollessa mittausasennossa, vai tarvitseeko pinioni laskea pöydälle latausasennossa. Suunnittelussa on myös huomioitava, ettei nostoapuväline saa olla yläkärjen kiinnittymisen esteenä, etenkin tapauksissa, jossa pinioniin tartutaan sen päästä.

Suunnitellut nostoapuvälineet mallinnetaan SolidWorks 2011 -mallinnusohjelmalla. Ohjelmalla voidaan tehdä osa-, pinta- ja kokoonpanomallinnuksia sekä ohutlevytoimintoja. Nämä ovat toisiinsa sidoksissa siten, että muutettaessa osamalleja myös pinta- ja kokoonpanomallit muuttuvat, tai päinvastoin. Mallinnetuista 3D-malleista voidaan tuottaa automaattisesti piirustuksia, osaluettelaita ja osanumeroita, jotka suunnitelluista apuvälineistäkin tehdään laitteiden valmistusta varten.

7.1 Tukijalkasovellus

Ensimmäisenä lähdettiin miettimään, kuinka pinioni pidetään pystyssä pöydän liikkeen ajan. Lähdettiin liikkeelle ajatuksesta, jossa pinioni nostetaan keskiökierteestä, reikäpiiristä tai akselikierteestä pöydälle, jossa se tuetaan tukijaloilla ennen nostovälineiden irrottamista.

Mittapöydässä on kahdeksan T-uraa, vaikka riittävä tukijalkojen määrä onkin kolme. Pinioni tuetaan kuvan 9 mukaisella tavalla kolmesta eri suunnasta, jolloin yhden jalan kuorma on vähäinen.



Kuva 9. Pinionin tukeminen pöydän liikkeen ajaksi tukijaloilla. (Nummi 2012)

Jalat kiinnittyvät pöydän T-uriin tukevasti kuusiokolopulteilla. Jalan alaosassa ja T-uraan kiinnittyvässä korvakkeessa ovat läpireiät, joihin voidaan asentaa sokka helpottamaan jalkojen irrotusta kiinnittymisen jälkeen. Samaan aikaan sokka toimii myös saranamekanismina helpottamassa asennusta ja irrotusta. Tukijalan teleskooppinen varsi on toteutettu neliöputkella, jossa toinen putki menee toisen sisään. Putken kylkiin porataan reikiä, jolloin pituutta voidaan säätää lukitsemalla haluttu pituus sokalla. Sokkasovellus mahdollistaa jalan nopean säädön, mutta estää pituuden portaattoman säädön.

Teleskooppinen jalka takaa käytön mahdollisuuden kaikille pinionin kokoluokille. Mitattavan pinionin vaihtuessa esimerkiksi lyhyestä pitkään tukipiste tulee saada

korkeammalle pinionin päätä kohti, jolloin tukijalkoihin kohdistuvaa voimaa saadaan pienemmäksi. Jalan ja kappaleen väliin asennetaan kumilla päällystetyt lavat, jotka voidaan tarvittaessa vaihtaa. Päällystetty lapa ei naarmuta viimeisteltyä pintaa ja tarttuu metalliseen pintaan erinomaisesti pehmeän rakenteensa ansiosta tuoden tukevuutta siirron ajaksi.

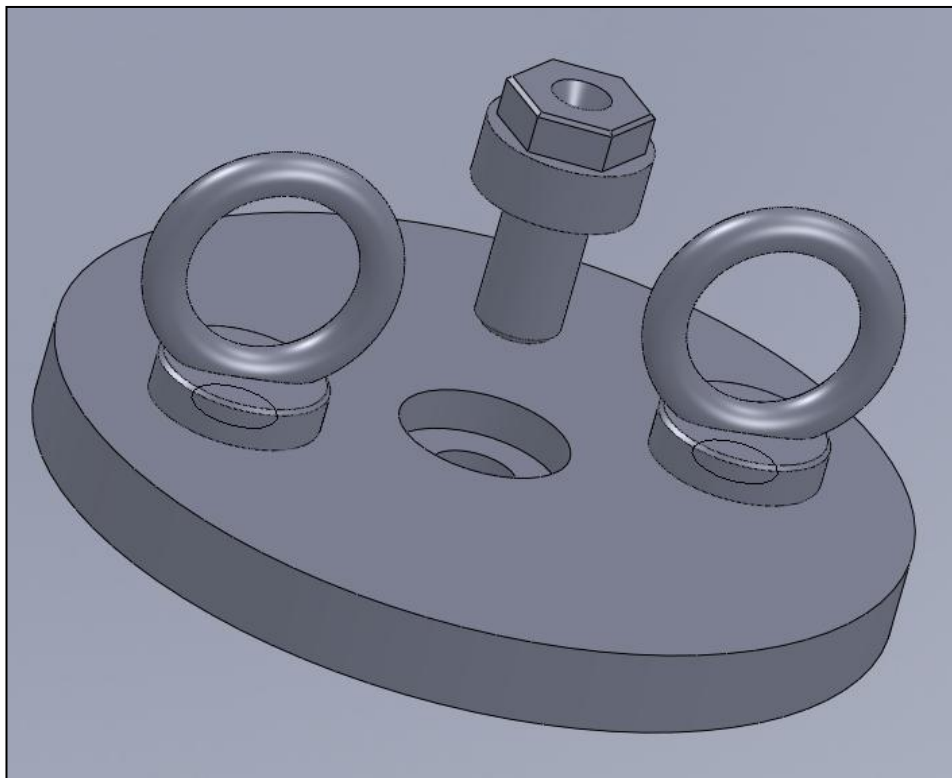
Jalkojen avulla pinioni voitaisiin viedä pöydän päällä vaivattomasti yläkärjen alle, minkä jälkeen pinioni voidaan kiinnittää. Kolmen tukijalan käyttö on kuitenkin aikaa vievää ja epäkäytännöllistä jatkuvan kiinnityksen ja irrotuksen vuoksi. Rakenteeltaan jalat tulisivat olemaan melko raskaat, ja tämän vuoksi hankalat käsitellä.

7.2 Keskiökierteestä nostaminen

Useassa nimikkeessä on pinionin päässä keskiökierre, josta pinioni voidaan tarvittaessa nostaa. Keskiökierteestä nostettaessa pinioni saadaan haluttuun pystyasentoon, jolloin kappaleen vieminen mittakoneen kärkien väliin onnistuu vaivattomasti. Pinionia ei tällöin tarvitse tukea edellä esitetyillä tukijaloilla, eikä mittakoneen pöydän erillistä liikettä tarvita, vaan pinioni voidaan viedä kärkien väliin pöydän ollessa mittausasennossa.

Pinionia ei voida nostaa keskiökierteestä pelkällä nostokorvalla, koska tällöin nostokorva olisi kartiomaisen yläkärjen kiinnittymisen tiellä. Yläkärki täytyy siis tavalla tai toisella väistää, jotta kärki pääsee kiinnittymään pinionin keskelle.

Kuvassa 10 on esitelty luonnos keskiökierrettä hyväksikäyttävästä nostoapuvälineestä. Itse nostolaitteen suunnittelu aloitettiin miettimällä, minkälaisella ruuvilla laite kiinnitetään pinioniin. Ruuviin valmistetaan M30 kokoinen kuusioruuvikanta, jolla nostolaite saadaan kiristettyä tiukasti pinionia vasten. Ruuvin päähän porataan kartiomainen kolo mittakoneen yläkärjen kiinnittymistä varten. Kartiokolo ja laippaan tehty upotus ohjaavat nostolaitteen ja pinionin kiinnittymisen aikana heitottomaksi eli pinioni on kiinnityskärkiin nähden geometrisessa keskipisteessä. Luultavasti heittoa kuitenkin jossain määrin jää, ja kappaleet vaativat kellotuksen.

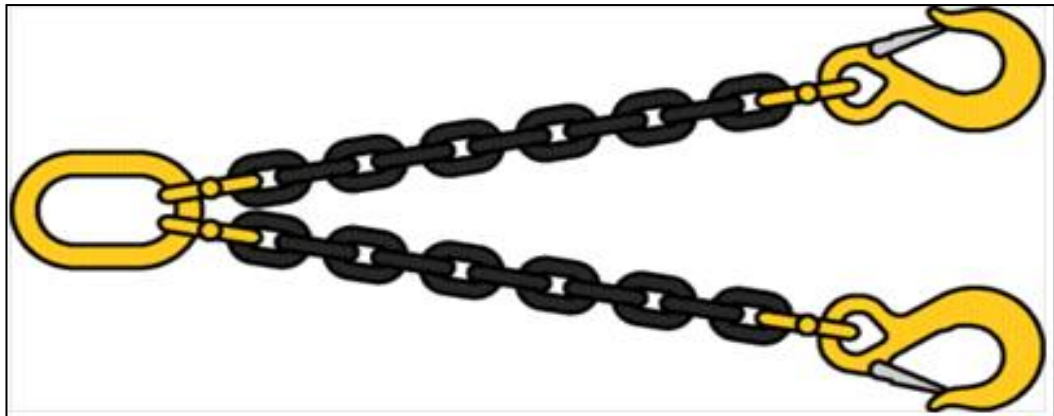


Kuva 10. Keskiökierteeseen kiinnitettävä nostoapuväline. (Nummi 2012)

Itse laippa tehdään niin suureksi, että nostokorvat saadaan kiinnitettyä tarpeeksi kauaksi toisistaan. Nostoraksin ketjujen väliin pitää jäädä reilusti tilaa mittakoneen yläkärjelle, jotta pinioni päästään viemään paikoilleen ongelmitta. Törmäykset yläkärkeen vahingoittavat konetta ja saattavat pahimmassa tapauksessa tehdä koneesta käyttökelvottoman.

Ruuveja valmistetaan niin monella kierrekoolla kuin tarvetta esiintyy, aluksi kuitenkin yleisimmin esiintyville kierteille M24 ja M30. Ruuveja on helppo ja nopea valmistaa myöhemmin sitä mukaan, kun tarvetta esiintyy.

Nyt pinionia voidaan nostaa kuvan 11 mukaisella 2-haaraisella kettinkiraksilla, jolla yläkärki päästään väistämään. Kettinkiraksia voidaan käyttää tarvittaessa myös muiden nostoapuvälineiden yhteydessä.

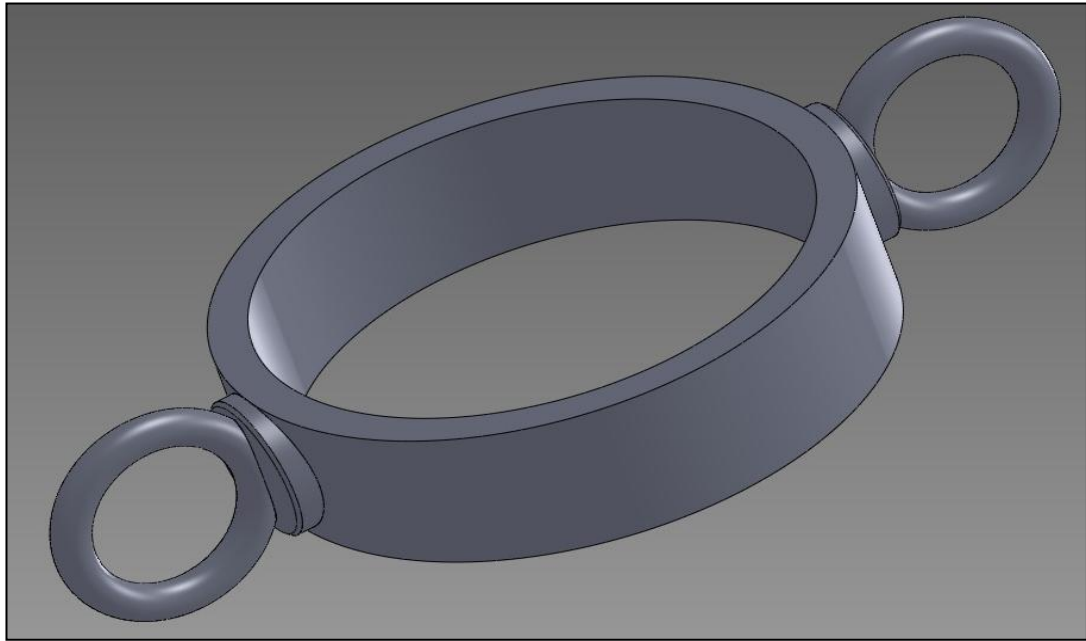


Kuva 11. 2-osainen kettinkiraksi. (Certex Oy 2012)

7.3 Nstorengas

Pinionit laakeroidaan käyttökohteesta riippumatta kartiorullalaakereilla hammaspäästä ja takapäästä liitteen 6 mukaisella tavalla. Akselikierteitä valmistetaan näiden laakereiden lukitsemiseen ja kiristämiseen.

Akselikierteeseen kierrettävä nostoapuväline on kaikessa yksinkertaisuudessaan rengas, jossa on nostolenkit kettinkiraksia varten. Nostossa voidaan käyttää samaa kettinkiraksia, jota käytetään myös keskiökierteestä nostettaessa. Kuvassa 12 on mallinnettu nostin M120 x 2 kokoiselle kierteelle. Kierre valmistetaan renkaan sisähalkaisijalle, mutta SolidWorks ei piirrä ulko- eikä sisäkierteitä, eikä se tämän vuoksi näy kuvassa.



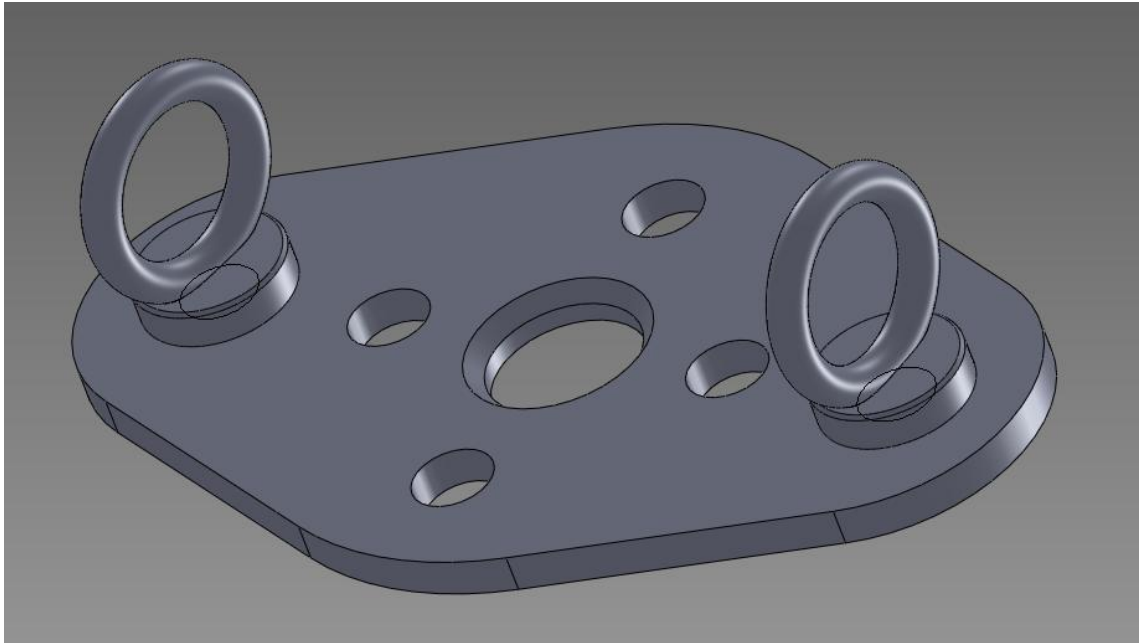
Kuva 12. Akselikierteeseen ruuvattava nostorengas (Nummi 2012)

Kun takapää nostetaan akselikierteestä, se jää täysin vapaaksi mittalaitteen yläkärjen kiinnittymiselle, jolloin erillistä kellotusta ei tarvita. Lisäksi käyttöä tukee turvallinen ja vakaa nostotapahtuma. Noston jälkeen kettinkiraksi voidaan irrottaa helposti, ja kappale on valmis mitattavaksi. Ongelmana kuitenkin on akselikierteelle jäävä nostorengas, joka pitää huomioida mittausratoja ohjelmoitaessa, sillä sitä ei voida poistaa mittauksen ajaksi.

7.4 Reikäpiiriin kiinnitettävä nostolaite

Reikäpiiriin kiinnitettävä nostoapuväline on samankaltainen kuin keskiökierteeseen kiinnitettävä nostoapuväline (kuva 13). Levyyn porataan reikäpiirin reikäjakoon sopivat reiät, joihin nostoapuväline kiinnitetään kuusiokoloruuveilla. Levyn keskelle porataan

mittalaitteen yläkärjelle sopiva kartiokolo, joka ohjaa pinionin heitottomaksi kiinnittymisvaiheessa. Reikäpiiriin kiinnitettävän nostimen tapaan nostokorvat kiinnitetään tarpeeksi kauas toisistaan, jotta kettinkiraksin ketjujen väliin jää riittävästi tilaa mittalaitteen yläkärjelle.



Kuva 13. Reikäpiiriin kiinnitettävä nostoapuväline. (Nummi 2012)

Nostoapuvälineestä ei saada tehtyä liitteessä 2 esitetyille kahdelle reikäpiirityypille yhteistä mallia, vaan kummallekin reikäpiirityypille valmistetaan omat nostimensa. Lisäksi apuväline jää muiden nostimien tapaan kiinni kappaleeseen ja saattaa haitata mittaustapahtumaa.

7.5 Tulevaisuuden suunnitelma

Tulevaisuudessa kappaleet voitaisiin viedä mittalaitteeseen kuvan 14 mukaisella robotilla, jolloin uudesta tuotantolinjasta saataisiin entistäkin automatisoidumpi. Ihannetapauksessa kappaleenkäsittelyrobotti nostaisi valmiit kappaleet mittakoneelle ja sieltä edelleen lavoilte pakkaamoon kuljetusta varten.

Kalliin hinnan ja pienen käyttöasteen vuoksi robotti ei ole järkevä hankinta. Robotilla täytyisi olla muutakin käyttöä, kuin pelkkä kappaleiden käsittely, kuten esimerkiksi terävien särmien poistaminen viilaten tai jokin muu työstöominaisuus. Tällöin käyttöaste olisi riittävä ja robotin hankkiminen kannattavaa.



Kuva 14. Kappaleenkäsittelyrobotti. (Fastems Oy 2012)

7.6 Turvallinen nostaminen

Tapaturmiin vaikuttavat lähes yhtä paljon sekä tekniset että työsuoritukseen vaikuttavat tekijät. Merkittävänä tapaturmien syynä pidetään puutteellista tai täysin laiminlyötyä etukäteissuunnittelua, sillä nostosuunnittelu jää liian usein paikan päällä tapahtuvaksi työnjohtajan ja työntekijän väliseksi nostotyön hahmottelemiseksi. (Sosiaali- ja terveysministeriö 2010, 7)

Nostoon liittyvät vaaratilanteet on tunnistettava, ja ne on syytä käydä läpi nostoapuvälineiden käyttöönoton yhteydessä. Erityisesti huomio tulee kiinnittää nostoapuvälineiden kuntoon ja kiinnitykseen, työskentelypaikan olouhteisiin ja vaara-alueen vapaana pitämiseen.

Nostotyötä tekevälle on myös annettava työn laadun ja työolosuhteiden edellyttämä koulutus ja opastus turvallisiin nostotapoihin tapaturman välttämiseksi. Työntekijän tulee noudattaa ohjeita, määräyksiä ja varovaisuutta. Hänen on myös ilmoitettava työnjohdolle ja työsuojeluvaltuutetuille havaitsemistaan vioista ja puutteista. (Sosiaali- ja terveysministeriö 2010, 14)

Vaarana pitkien pinioneiden nostossa on kuorman heilahtaminen. Suunnitelluilla nostoapuvälineillä noston painopiste on pinionin takapäässä, jolloin kuorma ei nouse lavalta tasaisesti. Noston painopisteen ollessa pinionin takapäässä, hammaspää irtaoo lavasta viimeisenä, jolloin syntyy heilahdusvaara. Noston aikana on huomioitava, että noston painopiste siirtyy taakan yläpuolelle. Etenkin käytettäessä siltanosturia, jonka liikkeet ovat painonappiohjattuja, siltanosturia pitää siirtää kappaleen painopistettä kohti noston aikana.

Siltanosturia tulee liikuttaa tasaisesti, ja nostosuorituksen on oltava nostajan hallinnossa koko suorituksen ajan. Nostoapuvälineiden käyttöönotto tapahtuu pienellä perehdytyksellä ja niiden vaaratilanteiden kartoituksella, joita ei ole pystytty täysin poistamaan. Tällaisia vaaroja aiheuttaa muun muassa nostolaitteen huono kiinnitys nostettavaan kuormaan.

8 TYÖN TULOKSET

Työssä on suunniteltu ja mallinnettu erilaisia apuvälineitä ja kerrottu kunkin apuvälineen käytön vahvuuksista ja heikkouksista. Opinnäytetyössä on myös otettu huomioon kaiken kokoiset ja tyyppiset pinionit työnteettäjän toiveiden mukaisesti.

Jokainen suunniteltu apuväline on valmistuskelpoinen ja täysin turvallinen käyttää. Kaikenlaiset uudella tuotantolinjalla työstettävät pinionit päästään viemään suunnitelluilla apuvälineillä mittalaitteeseen. Haittana on, että apuvälineet ovat täysin sidottuja pinioneissa esiintyviin kierteisiin, eikä yhtä kaikille pinioneille sopivaa nostoapuvälinettä voitu suunnitella.

SolidWorks -mallinnusohjelmalla saadaan tehtyä apuvälineiden valmistukseen tarvittavat mittapiirtustukset ja osakokoonpanokuvat. Piirustukset ja kuvat toimitetaan valmistajalle, joka vastaa vaadittavien määräysten toteutumisesta.

Nostoapuvälineet otetaan käyttöön yhdessä työnjohdon ja laitteiden käyttäjien kanssa. Käyttöönnotossa käydään läpi laitteiden kiinnitys, hallitun noston ominaisuudet ja turvallisuusasiat materiaali- ja henkilövahinkojen välttämiseksi.

9 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

ATA Gears Oy investoi voimakkaasti uusiin työstökoneisiin lisätäkseen kapasiteettiaan ja tehostakseen tuotantoaan. Uuden mittakoneen käyttöönotto uudella tuotantolinjalla herätti tarpeen uusille nostoapuvälineille. Opinnäytetyössä suunniteltiin erilaisia nostoapuvälineitä akselimaisten pinionien käsittelyyn. Työnteettäjän toiveesta suunnitelmissa piti ottaa huomioon kaikenlaiset pinionit, jotta jokainen uudella linjalla valmistettu kappale saadaan mitattavaksi.

Työn alussa tutkittiin löytyisikö pinioneista nostoa helpottavia ominaisuuksia, kuten kierteitä tai pinnanmuotoja, joita voitaisiin nostosuorituksen aikana hyväksikäyttää. Tällaisia ominaisuuksia ovat muun muassa keskiökierre ja reikäpiiri, joita hyväksikäytettiin suunnitelluissa nostoapuvälineissä.

Nostoapuvälineiden valmistus ulkoistetaan, jolloin apuvälineiden testaus, tarkastus ja lainsäädäntöjen toteutuminen on valmistajan vastuulla. Apuvälineiden käyttöönotto tapahtuu ohjatusti yhdessä työnjohdon ja mittakoneen käyttäjien kanssa.

Työn esiin tuoma ongelma on, ettei yhtä kaikille pinioneille sopivaa nostoapuvälinettä saatu suunniteltua. Magneettijäämät ja pinioneiden suuri paino poissulkivat magneetilla tarttumisen, jolloin jäljelle jäi pinioneissa esiintyvien kierteiden hyväksikäyttäminen. Toinen ilmennyt ongelma on, ettei nostoapuvälineitä voida poistaa pinioneiden kiinnittymisen jälkeen. Tästä saattaa syntyä ongelmia kappaleiden mittausvaiheessa.

Työn tuloksena teetetään keskiökierrettä hyväksikäyttävä nostoapuväline, jolla suurin osa uudella tuotantolinjalla mitattavista pinioneista saadaan nostettua mittakoneeseen. Tukijalat koetaan myös toimivaksi ratkaisuksi ja niiden teettämistä harkitaan.

Idea robotin hankkimisesta kappaleiden käsittelyyn on myös herättänyt kiinnostusta. Kappaleen käsittelyyn erikoistuville robottivalmistajille tullaan lähettämään tarjouspyyntö, ja kysytään mahdollisuudesta kiskoilla liikkuvasta kappaleenkäsittelyrobotista. Liikkuva robotti parantaisi laitteen käyttöastetta, jolloin investointi olisi kannattava.

LÄHTEET

Ata Gears Oy. 2012. PowerPoint-yritysesittely. Luettu 15.2.2012.

Ata Gears Oy. 2012. Strategiakirja henkilökunnalle. Luettu 20.2.2012.

CE-merkintä. 2012. Tuote vastaa vaatimuksia Luettu 3.5.2012.
http://ec.europa.eu/finland/news/press/101/10779_fi.htm

Certex Oy. 2012. Tuotteet. Luettu 5.4.2012.
http://www.certex.fi/fi/kettinkiraksit/kettinkiraksi-nkr-275-luokka-8__11869

Fastems Oy. 2012. Tuotteet. Luettu 3.4.2012.
http://www.fastems.com/fi/tuotteet/muoviteollisuuden_tuotteet/fanuc_robotit_ja_kappaleenkäsittelyn_automaatio/

Gleason Oy. 2012. Tuotteet. Luettu 2.4.2012.
<http://www.gleason.com/products/364/354/3000gmm>

Sosiaali- ja terveysministeriö. 2010. Työsuojeluoppaita ja -ohjeita 12. Nostoapuvälineet. ISBN 978-952-479-101-4. ISSN 1456-257X. Tampere 2010. Multiprint Oy.

Tapio Siirilä & Tuiri Kerttula. 2009. Koneturvallisuuden perusteet. 2. uusittu painos. Keuruu 2009. Otavan Kirjapaino Oy.

Liite 1. Pinionin aihiotyypit.

1(2)



Muottitaeaihio. (Nummi 2012)



Tankoaihio ja sorvattu pinioni. (Nummi 2012)

Liite 1.

2(2)



Rouhintasorvattu pinioniaihio. (Nummi 2012)

Liite 2. Gleason-mittakone.



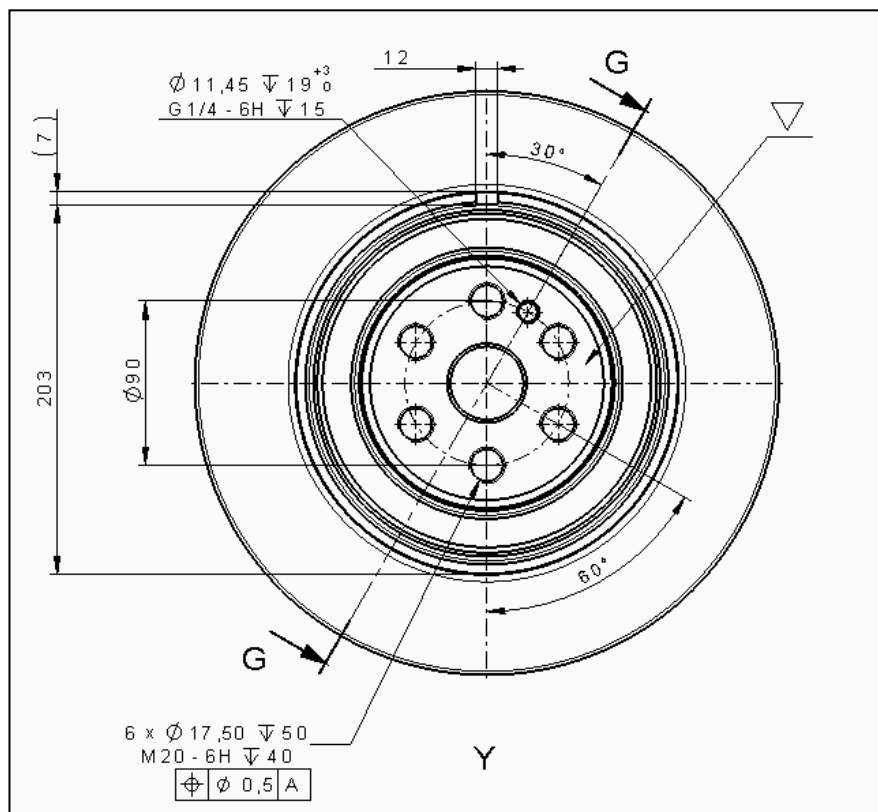
Uusi Gleason 3000GMM-mittakone (Gleason Oy 2012)

Liite 3. Pinionin keskiöinti.

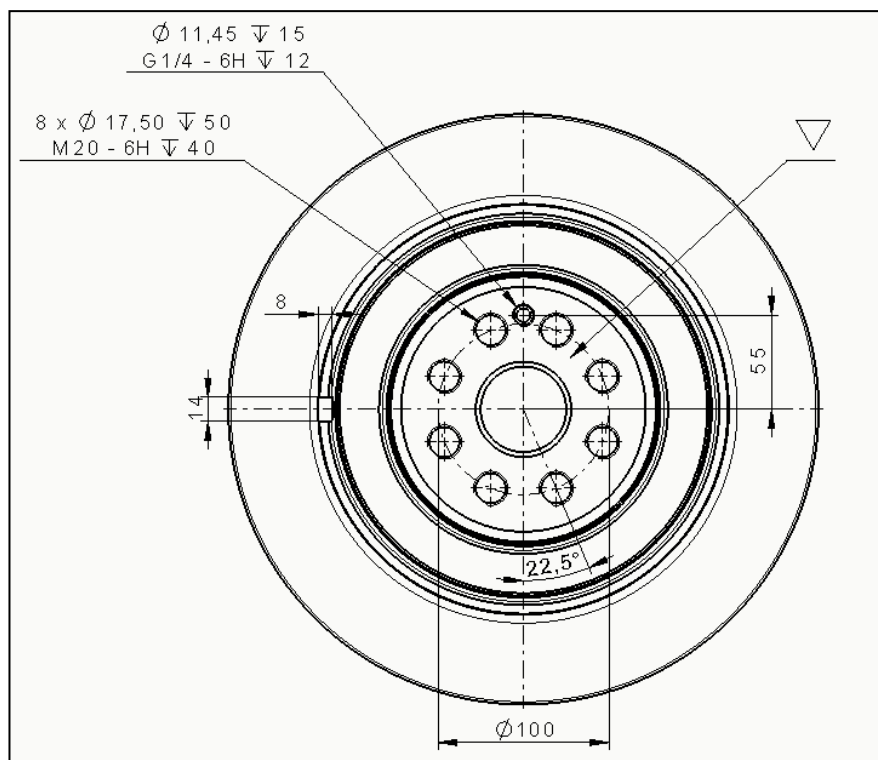


Esimerkki pinionin keskiöinnistä, johon mittakoneen alakiinnityskärki kiinnittyy.
(Nummi 2012)

Liite 4. Reikäpiirit.

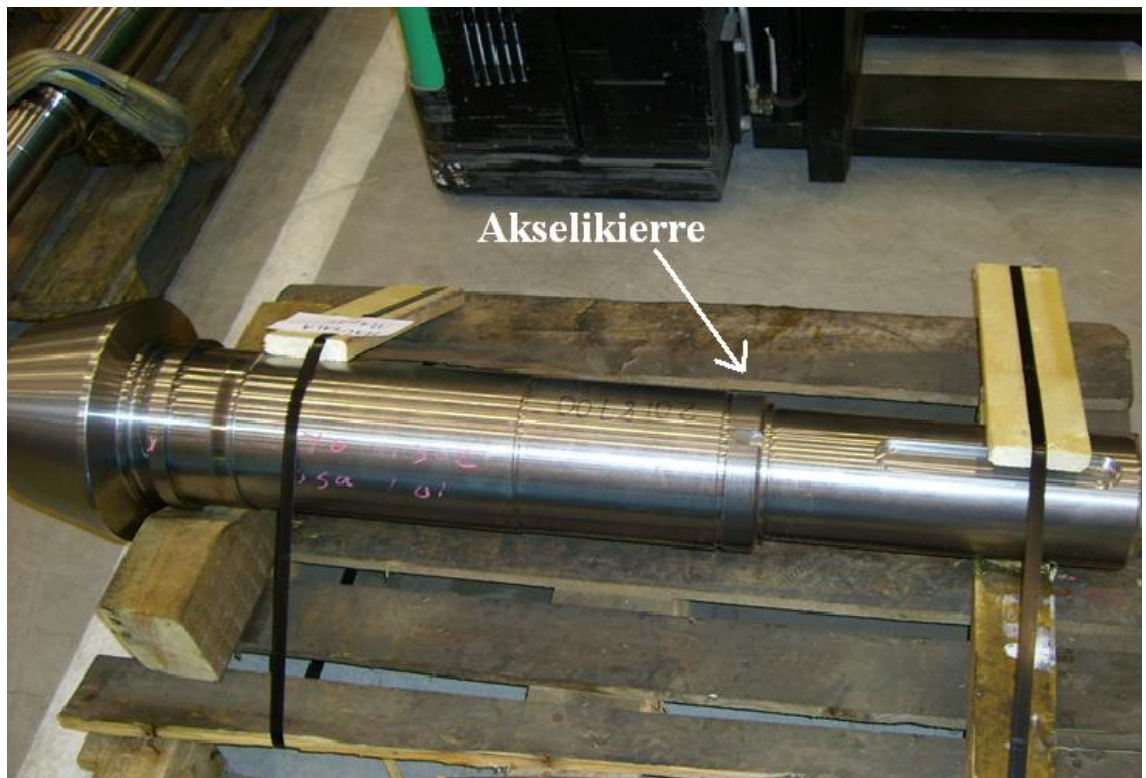


6 x M20 reikäpiiri pinionin päästä kuvattuna. (ATA Gears 2012)



8 x M20 reikäpiiri pinionin päästä kuvattuna. (ATA Gears 2012)

Liite 5. Akselikierre.



Akselikierre pinionin takapäässä. (Nummi 2012)

Liite 6. Kartiorullalaaferointi.



Esimerkki pinionin kartiorullalaaferoinnista ja laakereiden kiristyksestä akselikierteen avulla. (Nummi 2012)