

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka / käynnissäpito

Harri Carling

EPÄKESKORUUVIPUMPUN ROOTTORIN HIOMAKONEEN
KEHITYSSUUNNITELMA

2011

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

CARLING, HARRI

Epäkeskoruuvipumpun roottorin
hiomakoneen kehityssuunnitelma

Opinnäytetyö

26 sivua, 9 liitettä

Työn ohjaajat

lehtori Jaakko Laine

tuotantopäällikkö Tero Tiukkanen

Toimeksiantaja

JFD Pumps Rotors OY

Huhtikuu 2011

Avainsanat

epäkeskoruuvipumput, roottorit, hiomakoneet

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää JFD Pumps Rotors OY:lle kattava suunnitelma uudesta epäkeskoruuvipumpun roottorin hiomakoneesta. Yrityksellä on käytössä vanha hiomakone, joka toimi suunnitelman lähtökohtana.

Työn aihe tuli tarpeesta rakennuttaa useampi hiomakone erikokoisille roottoreille. Työn lähtökohtana oli analysoida vanha kone: määritellä koneen toiminta ja siinä käytetyt ratkaisuvaihtoehdot. Tämän jälkeen selvitettiin uuteen koneeseen vaadittavat toiminnot ja tämän pohjalta tehtiin suunnittelijalle vaatimuslista ja ehdotus toteuttamisvaihtoehdoista ja paranneltavista kohdista.

Työ toteutettiin tutkimalla vanhaa hiomakonetta ja haastatteleamalla konetta käyttäviä henkilöitä sekä tutustumalla aiheesta olemassa olevaan kirjallisuuteen. Kehityssuunnitelma ei ole vielä johtanut tarkempiin suunnitelmiin uusista koneista.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Mechanical Engineering and Production Technology

CARLING, HARRI

Development Plan for a Grinding Machine
for Progressive Cavity Pump Rotor.

Bachelor's thesis

26 pages, 9 pages of appendices

Supervisors

Jaakko Laine, Senior Lecturer

Tero Tiukkanen, Production Manager

Comissioned by

JFD Pumps Rotors OY

May 2010

Keywords

progressive cavity pump, rotor, grinding
machine

The purpose of this thesis work was to develop a comprehensive plan for the rotor grinding machine of progressive cavity pump. The company has an existing working grinding machine, which was the base for the new development plan.

The subject of this thesis came from the need to build several new grinding machines for different size rotors. The starting point of the job was to analyze the old machine: define operations and the used solutions. After that the required mechanical features and operations were defined. Based on this analysis, the designer was given a list of requirements and suggestions for implementations and points to improve.

Work was carried out by studying the old grinder, interviewing, users and by reading the existing literature of the topic. The development plan has not yet led to more detailed plans for new machinery.

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
1.1 Työn taustat	6
1.2 JFD Pumps Rotors OY	6
1.3 Epäkeskoruuvipumppu	7
1.4 Hionta	8
2 VANHA HIOMAKONE	9
2.1 Vanhan hiomakoneen rakenne ja ratkaisut	9
2.1.1 Liikkeet	10
2.1.2 Hiomapään rakenne ja säädöt	11
2.2 Hiominen	12
2.3 Vanhan hiomakoneen paranneltavat kohdat	14
3 UUDEN HIOMAKONEEN VAATIMUKSET	15
3.1 Koneasetus	15
3.2 Uuden hiomakoneen vaatimukset	17
4 UUSI HIOMAKONE	18
4.1 Kehittämisen lähtökohdat	18
4.2 Uuden hiomakoneen liikkeet	19
4.3 Turvallisuus, suojaus ja ohjaus	21
4.4 Hiominen	23
5 YHTEENVETO	25
LÄHTEET	
LIITTEET	
Liite 1. Roottorin työkuvia 2 kpl	
Liite 2. Vanhan hiomakoneen analysointitaulukko	
Liite 3. Uuden koneen vaatimukset	
Liite 4. Uuden hiomakoneen rungon suunnitelma	

Liite 5. Rollon Corp. X Rail –esite

Liite 6. Luonnos koneen koteloinnista 2 kpl

Liite 7. Luonnos hiomanauhan kotelosta

1. JOHDANTO

1.1 Työn taustat

Opinnäytetyön aihe tuli JFD Pumps Rotors Oy:n tarpeesta saada kehityssuunnitelma epäkeskoruuvipumpun roottorien hiomakoneelle. Tarve ilmeni kun yritys päätti valmistaa kasvavien tuotantomäärien takia kolme uutta hiomakonetta. Hiomakoneista tulee erimittaiset erikokoisille roottoreille, mutta muuten ne ovat samanlaisia. Kyseisen suunnitelman pohjalta suunnittelutoimisto tekee uusille koneille piirustukset, joiden avulla koneet valmistetaan.

Kehityssuunnitelman perustana on yrityksellä käytössä oleva hiomakone. Tarkoituksena on tarkastella vanhaa hiomakonetta ja siinä käytettyjä ratkaisuja. Lisäksi pyritään selvittämään vanhan koneen ongelmat ja puutteet.

1.2 JFD Pumps Rotors Oy

JFD on vuonna 1993 perustettu yritys, joka oli alunperin erikoistunut pelkästään roottorin korjauksiin. Aluksi roottorin korjaukset tapahtuivat pinnoittamalla roottorit, minkä jälkeen ne hiottiin. 2000-luvulla JFD alkoi valmistaa itse roottoreita. Nykyään JFD on osa kansainvälistä Larox Flowsys –konsernia ja se kulkee myös nimellä Larox Flowsys Service.(1)

Larox Flowsys on 90 henkeä työllistävä monikansallinen yritys. Konsernilla on toimipisteet Suomessa ja Yhdysvalloissa. Larox toimittaa virtauksen sulku-, säätö- ja pumppaussovelluksia maailmanlaajuisesti monella eri toimialalla vaikuttavalle yritykselle. Pääpaino on erityisesti kuluttavien, syövyttävien ja vaativien väliaineiden vaatimissa ratkaisuissa.(1)

Larox Flowsys Servicen liiketoiminnan ydin koostuu keskipako- ja epäkeskoruuvipumpuille tehdyistä asiakaskohtaisista palvelusopimuksista, jotka koskevat sulku-, säätö- ja pumppaussovellusten ratkaisuja tai huoltoja. Lisäksi LFS Service tarjoaa ympärivuorokautisen varaosapäivystyksen Suomessa. Henkilökuntaa LFS Servicellä on 21. Pääasiallisesti asiakkaat ovat paperi-, kemian- ja mineraalinjalostusteollisuudessa.(1)

Asiantuntijapalveluina tarjolla on pumppukartoitukset, joissa kartoitetaan varaosatarve ja määrä, varasto-optimoinnit, vaurioselvitykset ja vaurioiden ehkäisy ja laiteparannukset. Pumppukartoituksen perusteella pystytään kohdistamaan varaosapalvelut oikeaan tarpeeseen. Oma komponenttivalmistus takaa varaosien saatavuuden ja nopean toimituksen. Epäkeskoruuvipumppujen huollossa käytetyistä koneistetuista osista 95% on itse valmistettuja. Huoltopalveluina epäkeskoruuvipumpuille on saatavilla niin sanottu 3R-palvelu (Recieve-repair-return in 3 days). Siinä huoltojen käsittelyaika on ennalta sovittu ja huolto voidaan tehdä joko omissa tai asiakkaan tiloissa. Osien vaihtotarve on asiakkaan määrittelemä. (1)

1.3 Epäkeskoruuvipumppu

Epäkeskoruuvipumppu on viskositeetiltään korkeiden nestemäisten aineiden siirtämiseen tarkoitettu pumppu. Kuten yleensä teollisuudessa, myös epäkeskoruuvipumpuista käytetään usein valmistajan mukaista nimeä, kuten Mohno-pumppu.

Epäkeskoruuvipumpun toiminta perustuu roottorin pyörintäliikkeeseen staattorin sisällä. Staattorin ja roottorin väliin muodostuu onkaloita, joissa neste sijaitsee. Roottorin pyöriessä onkalot siirtyvät eteenpäin pakottaen nesteen liikkeeseen. Onkaloiden koko tai muoto eivät muutu pumppauksen aikana. Erilaisilla roottorin ja staattorin muodoilla saavutetaan erilaisia virtausmääriä ja kykyjä pumpata kiinteitä aineita sisältäviä nesteitä. (2, 27-28)

Epäkeskoruuvipumpun toimintatapa mahdollistaa pumppaamisen korkeisiin paineisiin hitaalla nopeudella. Korkeilla paineilla staattori vuotaa hieman jolloin useammalla onkalolla varustettu pumppu on parempi vaihtoehto, koska staattorin ei tarvitse kestää muuta kuin kahden peräkkäisen onkalon välinen paine-ero. (2, 27-28)

Roottorit valmistetaan tilavaan yrityksen toiveiden mukaan. Yleensä roottorin materiaali on haponkestävää tai ruostumatonta terästä. Liite 1/1 on työkuva pyöreästä roottorista. Roottori on epäkeskeinen ja päästä katsottuna pyöreä. Liite 1/2 on työkuva ovaalista roottorista. Kyseinen roottori on päästä katsottuna ovaali, jota on kierretty keskilinjan ympäri. Kuvasta 1 erottaa hyvin roottorin muodon päästä katsottuna. Roottorin muoto riippuu tilaajan vaatimuksista. Esimerkiksi ovaalilla roottorilla

ylimääräisen harjan ansiosta päästään parempaan pumppaustehoon pienemmillä kierroksilla.



Kuva 1. Ovaalin muotoisia roottoreita ennen hiontaa.

Staattori on valmistettu hieman joustavasta muovista tai kumista. Joustavuus parantaa roottorin ja staattorin välistä tiivistymistä. Lisäksi joustavasta materiaalista valmistettuna staattorin vaikea muoto on helpompi luoda. Koska staattori ja roottori painautuvat toisiaan vasten ja roottori on liikkeessä, muodostuu niiden välille kitkaa ja kuluttavia voimia. Epäkeskoruuvipumpussa voitelevana aineena on pumpattava neste. (2, 27–28)

1.4 Hionta

Hionta on tärkeä metalliteollisuuden lastuavan työstön menetelmä. Tämä johtuu siitä, että hionnalla pystytään työstämään useimpia materiaaleja. Aikaisemmin varsinkin kovien aineiden ollessa kyseessä on hiominen ollut lähes ainoa vaihtoehto. Nykyään uudet teräaineet ovat mahdollistaneet kovempien aineiden sorvaamisen. Lisäksi muut

muovaavat menetelmät, kuten silovalssaus, ovat vähentäneet hiomisen tarvetta. (3, 197-202)

Hionnassa lastuavana teränä toimii geometrisesti epämääräinen hioma-ainerae. Näitä rakeita on sidosaineen avulla yhdistetty lukuisia lähelle toisiaan. Hioma-ainerakeitten lukumäärä ja koko vaikuttavat saavutettavaan pinnankarheuteen ja mittatarkkuuteen. Pinnankarheuteen vaikuttaa myös hiomanauhan karkeus. Hiomanauhaa tehtäessä hioma-ainerakeet seulotaan. Nauhassa oleva karkeutta ilmaiseva luku kertoo seulassa olevien lankojen määrän tuumaa kohti. (3, 197-202)

2 VANHA HIOMAKONE

2.1 Vanhan hiomakoneen rakenne

Toiminnassa oleva hiomakone on valmistettu kyseisen koneen tarpeen ilmettyä ilman kattavaa suunnitelmaa tai vaatimusten selvitystä. Tästä syystä hiomakone täyttää kyllä toiminnallisesti sille asetetut tavoitteet, mutta esimerkiksi turvallisuusnäkökohtia ei ole kattavasti otettu huomioon. Koneeseen on myös hankalaa löytää sopivia varaosia, koska kone on koottu sillä hetkellä helposti saatavilla olleista osista. Tästä syystä hiomakoneessa on esimerkiksi akselin tuennassa ja laakeroinnissa käytetty vanhaa keskipakoispumppua.

Kuvassa 2 on hiomakone roottorin hionnan jälkeen. Kuvasta näkyy pääpiirteittäin koneen rakenne. Kuvassa vasemmalla on koneen käyttöliitäntä ja sähkömoottori, jolla koneen liikkeet toteutetaan. Kuvan oikeassa reunassa on hiomapää. Koneen toiminnot ja siinä käytetyt ratkaisut on eritelty liitteessä 2.

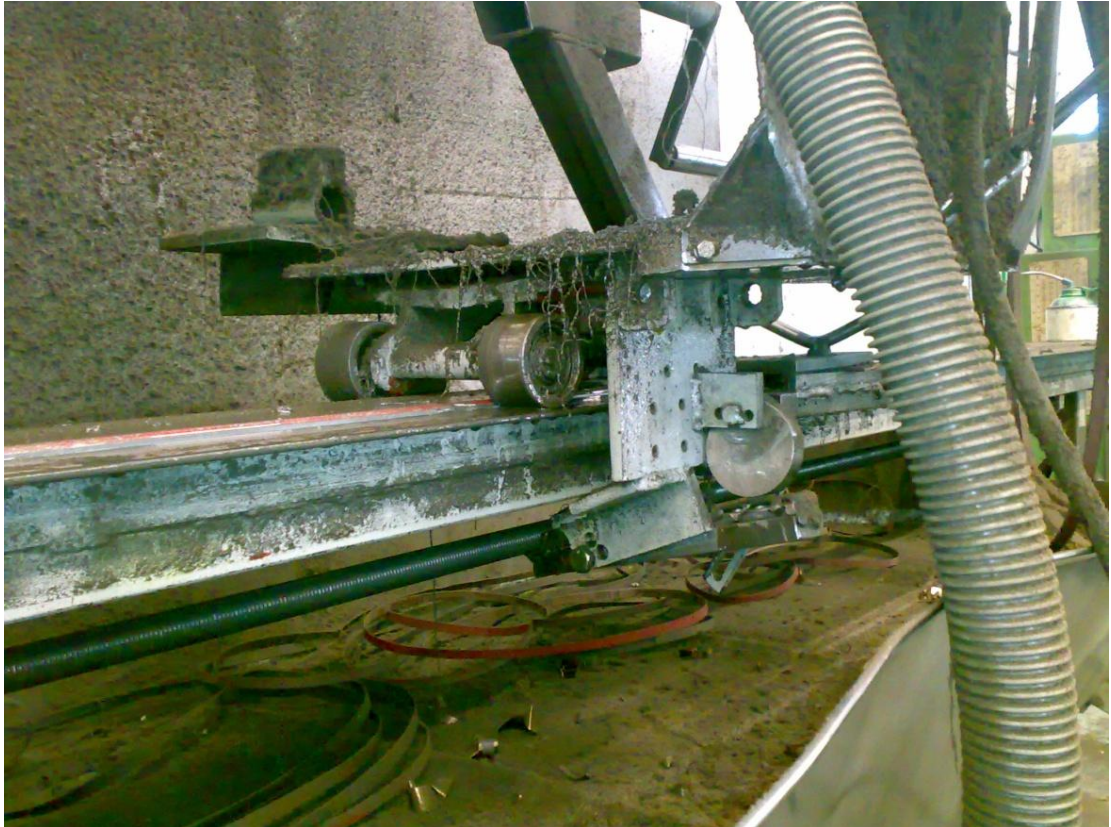


Kuva 2. Käytössä oleva hiomakone

2.1.1 Liikkeet

Hiomakoneen liikkeet on toteutettu kahdella sähkömoottorilla. Kuvassa 2 vasemmalla oleva sähkömoottori on Mezin valmistama ja se on teholtaan 0,37 kilowattia. Sähkömoottorilla ja hihnavedolla saadaan pyörimisliike akselille, jossa on kolmileukaistukka roottorin kiinnitystä varten. Akseli on tuettu ja laakeroitu vanhaan keskipakoispumpun runkoon. Akselin käyttöpäässä on myös toinen hihnapyörä. Tämän hihnapyörän kautta kulkeva hihna pyörittää hiomakoneen rungolla olevaa M24-kierretankoa, jonka avulla saadaan pyörimisliike muutettua hiomakelkan lineaariseksi liikkeeksi. Hihnapyörien kokojen takia kierretanko pyörii puolella nopeudella verrattuna roottoriin. Hiomakelkalle muodostuu tästä noin 1,5 millimetrin eteneminen jokaista roottorin kierrosta kohden.

Kuvassa 3 alhaalla on hiomakelkkaa liikuttava rakenne. Liike saadaan aikaiseksi halkaistun juoksumutterin ja kierretangon avulla. Juoksumutteri on hitsattu kiinni varteen, joka on hiomakelkan rungossa kiinni pultilla. Juoksumutterin halkaisu ja varren kiinnitystapa johtuu siitä, että hionnan jälkeen saadaan juoksumutteri irti kierretangosta ja hiomakelkka voidaan vapaasti työntää takaisin alkupäähän.



Kuva 3. Hiomakelkan liikkeen toteutus

Kuvasta 3 käy ilmi myös muut hiomakelkan liikkeeseen vaikuttavat tekijät. Hiomakelkka liikkuu rungolle tehdyillä johteilla rullien avulla. Kelkassa on myös metallinen ohjain, joka pitää kelkan oikeassa kohdassa johteilla ja estää toisen reunan nousemisen ilmaan.

Toinen sähkömoottori on hiomanauhan liikettä varten. Alunperin se oli samanlainen kuin toinenkin sähkömoottori, mutta myöhemmin se on vaihdettu samantehoiseen ABB:n valmistamaan sähkömoottoriin. Moottori on suoraan kiinni pyörässä, jonka kautta hiomanauhat kulkevat. Moottorin pyörintänopeus on noin 2840 kierrosta minuutissa.

2.1.2 Hiomapään rakenne ja säädöt

Kuvasta 4 näkyy hiomapään rakenne. Hiominen tapahtuu kahdella 10 millimetriä leveällä nauhalla. Nauhat kulkevat kahden rullan kautta, joihin on jyrsitty nauhoille urat. Nauhojen välissä roottorin kohdalla on kuparinen seuraaja, joka hiottaessa lepää roottorin päällä ja saa hiomapään seuraamaan roottorin muotoja. Seuraajan päissä on pultit, joiden tarkoitus on pitää hiomanauhat erillään.



Kuva 4. Hiomapää

Hiomanauhat ja niiden sähkömoottori ovat hiomakelkassa kiinni vanhan pylväsporakoneen pylväässä. Tällä tavoin on saatu toteutettua helposti hiomapään korkeuden ja kulman säätö. Korkeudensäätöä ei juurikaan tarvita, mutta roottorin noususta riippuen kulmaa tarvitsee välillä muuttaa. Hiomapää on kiinnitetty ja painotettu hieman etupainoiseksi, jotta vapaana ollessaan hiomapää tippuu lepäämään roottoria vasten. Hionnan päätyttyä hiomapää nostetaan käsin pystyyn ja lukitaan pystyasentoon ketjulla.

Muita hiomiseen vaikuttavia säätöjä on roottorin pyörimisnopeus. Sitä saadaan säädettyä portaattomasti potentiometrillä. Koneen rakenteesta johtuen roottorin pyörintänopeus vaikuttaa myös hiomakelkan liikenopeuteen. Lisäksi hiomanauhojen kireyttä saadaan säädettyä liikuttamalla pienempää rullaa lähemmäs isompaa rullaa.

2.2 Hiominen

Roottori kiinnitetään kolmileukaistukkaan metallisten holkkien avulla. Riippuen roottorista leuat joko puristetaan ulkopuolelta roottorin päähän tai isommissa

roottoreissa leuat kiristetään sisältäpäin. Metallisia holkkeja käytetään, etteivät leuat tekisi jälkiä jo valmiiksi koneistettuun kiinnityspäähän. Tämän jälkeen roottorin toista päätä tukemaan laitetaan kärkipylkkä. Se on suora ympyräkartio, joka on laakeroitu kierretangon päähän. Kierretanko on kahden mutterin avulla kiinni pylkän rungossa, joka kiristetään koneen runkoon paikalleen.(4)

Roottorin kiinnityksen jälkeen tarkastetaan hiomanauhojen kunto ja kireys sekä tehdään tarvittaessa hiomapään kulmanmuutos. Tämän jälkeen kone käynnistetään, jolloin roottori, hiomakelkkaa liikuttava kierretanko ja hiomanauhat alkavat pyöriä. Tässä vaiheessa valitaan pyörimisnopeus, joka riippuu roottorin pinnanlaadusta. Jos pinnassa on isompia jälkiä, hidastetaan roottorin pyörintää, jotta hiomanauhat hiovat kauemmin samaa kohtaa. Alussa hiomapäätä pitää keventää itse käsin, koska alussa hiomanauha muuten tippuu roottorin reunan yli. Samalla pitää juoksumutteri pitää irti kierretangosta, jotta hiomakelkka ei liiku. Kun alku on saatu hiottua, kone hioo automaattisesti roottoria. Roottorin hiomisen lopussa hiominen tapahtuu taas käyttäjän avustuksella, jotta hiomanauhat eivät tipu reunan yli.(4)

Ensimmäisen hiomisen jälkeen koneen käyttäjä tarkastaa roottorin pinnan. Tarvittaessa hiotaan uudestaan karkeilla hiomanauhauhoilla tai kuluneilla nauhoilla. Lopuksi roottori hiotaan hienommilla nauhoilla öljyä käyttäen, jotta saadaan haluttu pinnanlaatu. Tällä hetkellä hiomanauhojen vaihto on suhteellisen helppoa. Yksi mutteri avaamalla saadaan toinen hiomanauhan rulla vapautettua jolloin nauhan saa vaihdettua.(4)

Roottorit on koneistettu tarkasti mittoihin ennen pinnan hionnan aloittamista. Hionnassa pinnasta lähtee niin vähän materiaalia, että roottorit pysyvät toleranssien sisällä. Hionnassa käytettävät nauhat ovat karkeudeltaan 120 ja 240. Nauhat ovat normaaleja hiomanauhoja mahdollisimman joustavalla selällä.

Liitteiden 1 ja 2 piirustuksissa roottoreiden pinnankarheutta kuvaava keskipoikkeaman arvo on 0,8 mikrometriä. Taulukkoarvo hionnan pinnanlaadulle on 0,4 - 1,6 mikrometriä. Tästä syystä hionnan loppuvaiheessa käytetään edellä mainittuja keinoja. (5, 123)

2.3 Vanhan hiomakoneen paranneltavat kohdat

Vanhan hiomakoneen suurimmat puutteet ovat suojauksessa ja työturvallisuudessa. Hiomakoneessa ei ole järjestetty pölynpoistoa, joten kaikki hiomisessa irtoava pöly leijuu ilmassa. Pöly muodostaa riskin työntekijöiden terveydelle ja vähentää muiden samassa tilassa olevien koneiden toimintaikää. Samassa tuotantotilassa on monia automaattikoneita, joita ohjaamassa on tietokoneita.

Suojauksia koneeseen ei ole tehty kuin muutamia. Voimansiirrossa käytettävien hihnojen ympärille on tehty kotelo ja hiomanauhan ympärille on tehty pieni suoja siihen päähän, jossa koneen käyttäjä on seisoessaan koneen vieressä. Hiomanauha olisi kuitenkin syytä koteloida kokonaan. Myös hiomakelkkaa liikuttavan kierretangon eteen olisi syytä tehdä suoja, ettei esimerkiksi käyttäjän vaate pääse kietoutumaan kierretangon ympäri. Roottoria kiinni pitävä istukka on myös suojaamaton, joten se muodostaa riskin käyttäjälle.

Hiomiseen vaikuttava tärkeä ominaisuus olisi automaattinen hiomisen lopetus. Tällä hetkellä kun hiomakelkka liikkuu roottorin lopun yli, putoaa hiomanauha kärkipylkän päälle ja hioo sitä. Tästä syystä kärki joudutaan vaihtamaan usein. Ongelma esiintyy varsinkin pitempien roottorien yhteydessä, koska silloin käyttäjä ei pitkän hiomisajan takia vahdi koko aikaa hiomakonetta. (4)

Toinen hiomiseen liittyvä ongelmakohta on hiomanauhat ja niihin liittyvät rakenteet. Pitkän käytön takia hiomanauhojen rullien urat ovat kuluneet ja hiomanauhat pääsevät hieman vaeltamaan urissa. Tästä johtuen toinen nauha saattaa mennä kuparisen seuraajan alle, jolloin roottorin pintaan jää selviä jälkiä ja hionta joudutaan toistamaan useamman kerran. Seuraajan molemmin puolin on laitettu pultit pitämään nauhat erillään ja seuraajan molemmilla puolilla, mutta pultit kuluvat nopeasti poikki. Kuten kuvasta 3 huomaa, on tarkasteluhetkelläkin toinen pulteista katkennut ja toinen on kulunut lähelle katkeamispistettä.

Rakenteellisesti kärkipylkkä on liian heikko. Taipumisen takia se ei tue roottoria suorassa. Hiomakelkkaa liikuttava kierretanko on myös liian ohut. Kierretanko on silmin nähden taipunut ja kierteet kuluneet. Tästä voi seurata se, ettei hiomakelkka liiku tasaisesti tai jää paikalleen välillä. Tätä ongelmaa korostaa nyt käytössä oleva

rakenne, jossa juoksumutteri on halkaistu ja pelkästään pienen vastapainon avulla se pysyy kierretangon pinnalla.

3. UUDEN HIOMAKONEEN VAATIMUKSET

3.1 Koneasetus

Tässä työssä lähteenä käyttämäni koneasetus on vuodelta 1998 ja se täyttää 98/37/EY:n vaatimukset. 29.12.2009 on voimaan astunut uusi koneasetus, joka perustuu EY:n konedirektiiviin 98/37/EY. Uusi koneasetus korvasi vanhan laajentaen sen vaikutuspiiriä. Uusi koneasetus sisältää vanhasta asetuksesta lainaamani kohdat. (6)

Koneitten suunnittelussa ja rakentamisessa tulee noudattaa useita yleisiä sääntöjä ja asetuksia, vaikka kone tai sen osa olisikin tulossa vain yrityksen omaan käyttöön. Noudatettavat säännöt ja asetukset löytyvät valtioneuvoston asetuksesta, joka koskee koneiden turvallisuutta, eli niin sanotusta koneasetuksesta. Koneasetus koskee koneen markkinoille tuovaa tahoa eli valmistajaa tai valmistajan valtuuttamaa edustajaa, kuten maahantuojaa. Koneen käyttäjän rakentaessa kokonaisuuden erillisistä koneista tai koneenosista, vastaa hän itse asiasta. Lisäksi konetta saattaa koskea muutkin asetukset, kuten pienjännitedirektiivi. (7, 6-7)

Ensimmäinen asia koneasetusta noudatettaessa on koneen riskien arviointi. Arviossa tulee ottaa huomioon riskin suuruus ja merkitys. Lisäksi tulee olla selkeä kuva koneen toiminnasta, jotta voi arvioida mahdolliset vaaratilanteet. Vaaratekijöistä ja -tilanteista tulee tehdä vaaratekijäluettelo, joka kattaa koko koneen elinkaaren valmistuksesta koneen poistoon ja hävittämiseen asti. Vaaratekijöiden ja riskien arvioinnissa voi käyttää apuna standardeja. Tämän luettelon avulla pyritään poistamaan koneen vaaratekijät ja riskit. Jos vaaratilannetta ei voida kokonaan poistaa, tulee sen riski minimoida koneasetuksen turvallisuusvaatimuksilla ja yhdenmukaistetuilla standardeilla. (7, 8)

Seuraavaksi tulee selvittää konetta koskevat vaatimukset. Turvallisuusvaatimuksia tarkasteltaessa tulisi noudattaa yhdenmukaistettuja standardeja, vaikkakaan se ei ole

välttämätöntä. Jos standardeista poiketaan, valmistajan tulee olla valmis osoittamaan vaaditun turvallisuustason saavuttaminen. (7,9)

Konetta suunniteltaessa ja rakennettaessa vaarat tulisi poistaa tai minimoida. Ensimmäisessä vaiheessa vaarat poistetaan esimerkiksi suunnittelemalla kone luontaisesti turvallisesti, eli esimerkiksi sijoitetaan voimansiirto rungon sisään. Toinen yleinen vaaratekijöitä poistava toimenpide on automatisoida käsin tehtäviä työvaiheita. Lisäksi pyritään valitsemaan turvallista teknologiaa ja noudatetaan suunnitteluun kuuluvia ammattisääntöjä, kuten laskentamenetelmiä. Toisessa vaiheessa jäljelle jääneitä vaaroja poistetaan suojuksilla ja turvalaitteilla. Jos kahden ensimmäisen vaiheen jälkeen jää vielä vaaratekijöitä, tulee ne saattaa koneen vastaanottajan tai käyttäjän tietoon. Tämä tapahtuu käyttö- ja huolto-ohjeen sekä vaarasta ilmoittavien merkintöjen avulla. Ne voivat sisältää esimerkiksi henkilönsuojaimen tarpeen konetta käytettäessä tai tarpeen erikoiskoulutukselle. (7, 9-10)

Koneasetus vaatii, että koneeseen on olemassa ohjeet. Niiden tulee sisältää ohjeet koneen käsittelyä, kuljetusta, asentamista ja koneen käyttöä varten. Lisäksi ohjeessa tulee olla myös kunnossapito- ja perehdyttämishjeet sekä tarpeen vaatiessa siellä tulee olla mainittu koneen kielletyt käyttötavat. Lisäksi koneeseen tulee merkitä tarvittavat tiedot. Näitä ovat esimerkiksi CE-merkintä, valmistajan toiminimi, varoitustekstit ja merkinnät sekä opastusmerkinnät esimerkiksi henkilönsuojaimista. (7, 11-13)

Koneesta pitää myös tehdä tekninen tiedosto. Se osoittaa koneen täyttävän vaatimukset. Tekniseen tiedostoon tulee muun muassa koneen piirustukset, riskien arviointi ja ratkaisut vaarojen vähentämiseksi, turvallisuusvaatimukset, tekniset selosteet ja käyttöohjeen kopio. Teknisen tiedoston ei tarvitse koko ajan olla kirjallisessa muodossa, mutta viranomaisen pyytäessä tulee valmistajan kyetä kokoamaan se kohtuullisessa määräajassa. (7, 14-15)

Koneen mukana pitää olla vaatimustenmukaisuusvaatimus, joka voi olla esimerkiksi käyttöohjeen liitteenä. Vaatimustenmukaisuusvakuutuksella koneen valmistaja tai kokoaja vakuuttaa koneen täyttävän kaikki sitä koskevat terveys- ja turvallisuusvaatimukset. Tämä pätee myös rakennettaessa omaan käyttöön konetta.

Vaatimuksenmukaisuusvakuutuksessa luetellaan säännökset ja standardit, joita on käytetty kyseisen koneen suunnittelussa. (7, 15-16)

Lopuksi koneen valmistaja kiinnittää koneeseen CE-merkinnän. Se osoittaa koneen täyttävän asetuksen turvallisuusvaatimukset ja säännökset. (7,17)

3.2 Uuden hiomakoneen vaatimukset

Uuden hiomakoneen tulee täyttää yrityksen sille asettamat vaatimukset. Koneen kehittämisen pohjalla on toimiva hiomakone. Tästä syystä on suurin osa vaatimuksista samoja kuin vanhalla koneella. Liite 3 on uuden koneen vaatimuksia selvitettyä avuksi tehty taulukko.

Ensimmäisenä ilmi tulleena tarpeellisena asiana on automaattinen hiomisen lopettaminen. Nyt hionnan jälkeen, jos koneen käyttäjä ei ole juuri paikalla jatkaa hiomakone hiomista ja jatkaa roottorin lopun yli. Tähän olisi tarpeellista saada jollain kytkimellä lopetus, jotta hiojan ei tarvitse vahtia konetta koko ajan, varsinkin kun suunnitteilla on useamman koneen valmistus. Automaattisen lopetuksen avulla pystyy yksi koneenkäyttäjä käyttämään useampaa hiomakonetta yksin. Automaattisen lopetuksen yhteydessä tietenkin on tarpeellista myös merkkivalo, joka ilmoittaa koneen tilasta. Yksinkertaisimmillaan riittää yksi valo, joka ilmoittaa, hioko kone vai onko se valmis. Toinen käyttöä helpottava vaatimus on, että usein avaamista vaativat kohteet ovat pikakiinnityksillä. Näitä ovat esimerkiksi hiomapäiden rullien kiinnitys ja kärkipylkän lukitus paikoilleen.

Hionta oli vanhassa koneessa toteutettu kahdella hiomanauhalla ja seuraajalla. Uuteen koneeseen toiveena on tehdä hionta yhdellä nauhalla, joka on kohtisuorassa roottoriin nähden. Lisäksi tavoite olisi toteuttaa hiominen ilman erillistä seuraajaa, jotta nauha ei menisi seuraajan alle ja naarmuttaisi näin turhaan roottorin pintaa. Uuteen koneeseen ei tarvita erillistä korkeussäätöä hiomapäälle kuten vanhassa oli, mutta kulman säätö on oltava.

Uuteen koneeseen on tultava riittävä suojaus. Vanhassa koneessa suojauksia ei ole juuri muita kuin voimansiirtoon käytettyjen hihnojen kotelointi. Uuteen koneeseen suojauksia tulee siis parantaa huomattavasti. Olennaisimpia suojaukseen liittyviä

asioita on kaikkien liikkuvien osien kotelointi. Tämä on tärkeää konetta käyttävän henkilön turvallisuuden kannalta. Lisäksi uuteen koneeseen tulee tehdä tarpeellinen koko koneen kotelointi pölynpoiston järjestämiseksi. Ilman kotelointia pöly pääsee leviämään ympäristöön, mistä seuraa huonontunut ilmanlaatu ja muiden koneiden vahingoittumisen vaara.

Koneenkäyttäjän turvallisuus tulee taata myös muilla suojauksilla kuin koteloinnilla. Uuteen koneeseen on tarpeellista tehdä ohjaustavasta riippuen joko ohjelmallisia suojauksia ja rajoja tai mekaanisia ja sähköisiä rajoja.

4 UUSI HIOMAKONE

4.1 Kehittämisen lähtökohdat

Uuden hiomakoneen kehityksessä pohjana on toimiva ja tehtävänsä täyttävä hiomakone. Lisäksi JFD oli aloittanut uusien koneiden suunnittelun jo aikaisemmin ja on teettänyt näiden suunnitelmien pohjalta rungot kolmeen eripituisen koneeseen. Alkuperäiset suunnitelmat uusista koneista olivat kuitenkin heikosti tehtyjä ja koneiden rakentaminen jäi runkojen valmistumiseen. Lyhyimmän rungon piirustus löytyy liitteestä 4. Muut kaksi runkoa noudattavat samaa piirustusta, paitsi että toisen pituus on 2500 millimetriä ja toinen on 3000 millimetriä. Koska yrityksellä on jo olemassa rungot, on niiden käyttö toivottavaa. Näistä syistä uudet hiomakoneet noudattelevat hyvin pitkälle vanhaa konetta, lukuun ottamatta muutamaa paranneltavaa kohtaa. Todennäköisesti rungoista joudutaan poistamaan u-palkin päällä oleva osa, mutta muuten ne ne ovat kelpaavia.

Konetta kehitettäessä ensimmäisiä kysymyksiä on ohjauksen toteutus. Tämä valinta saattaa myös vaikuttaa myöhemmän vaiheen päätöksiin kehityksessä. Vanhassa koneessa ei erillistä ohjausta ole, vaan konetta käyttävä henkilö hallitsee koneen toiminnan yksinkertaisilla painonapeilla. Uuden koneen muutama uusi vaatimus tarvitsee jonkinlaisen ohjauksen. Varteenotettavia ohjaustapoja on kaksi erilaista, joko releillä ohjaten tai logiikalla. Varsinaista pakottavaa syytä ei kumpaankaan ohjaustapaan ole. Koneeseen ei ole tulossa kuin muutama toisistaan riippuva toiminto ja toimintaa rajoittava raja. Nykyään logiikat ovat kuitenkin halpoja, ja yrityksellä on valmiiksi toimiva yhteistyö ulkopuolisen logiikkaohjauksia tekevän yrityksen kanssa,

joten järkevää on valita logiikkaohjaus. Logiikkaohjauksen ansiosta automatisointia on helppo lisätä, jos tarvetta siihen tulee myöhemmin.

Muita rajoittavia tekijöitä on suojauksien toteutus. Suurimpien roottoreiden ollessa yli satakiloisia on hiomakoneen suojauksien oltava semmoisia että roottorin nostamisessa ja kiinnittämisen apuna pitää pystyä käyttämään jonkinlaista nostoa auttavaa laitetta. Tästä syystä suojusten tulee olla avattavia. Myös hiomatavasta esitetty toive rajoittaa hiomakoneen kehittämistä.

4.2 Uuden hiomakoneen liikkeet

Hiomakoneen liikkeitä suunniteltaessa on ensin mietittävä vaihtoehtoja, joilla ne saadaan toteutettua. Roottorin pyörimiseen itsestään selvä valinta on sähkömoottori. Ero vanhaan tulee jo tehtyjen runkojen konstruktion takia. Pienimpään runkoon oli myös jo laitettu kiinni moottori. Se on kiinnitetty runkoon pystyasentoon ja se sisältää valmiiksi kulmavaihteen, jotta pyörimisliike saadaan vaakatasoiseksi.

Hiomakelkan liike voidaan toteuttaa kahdella eri tavalla; joko samantapainen ratkaisu kuin vanhassa hiomakoneessa, jossa moottorin pyörimisliike muutetaan lineaariliikkeeksi, tai valitsemalla komponentit, jotka tuottavat suoraan lineaarista liikettä. Näitä ovat esimerkiksi paineilmasylinterit.

Suoraa lineaarista liikettä tuottavissa vaihtoehtoissa suurimmaksi ongelmaksi muodostuu hiomakelkan liikkeen suuruus. Pienimmässäkin hiomakoneessa maksimiliike on noin 1500 millimetriä, joten kelkkaa liikuttavan työntövarren pitää olla sen pituinen. Tämä tekisi hiomakoneesta todella pitkän rakennelman. Jos taas työntövarsi olisi teleskooppinen, veisi se vähemmän tilaa, mutta silloin ongelmia voisi aiheuttaa hionnassa irtoava pöly. Hieno pöly tunkeutuu teleskooppivarren osien väliin, ja se todennäköisesti estäisi teleskooppivarren sulavan liikkeen.

Ainoa järkevä ratkaisu on tuottaa sähkömoottorilla tarvittava pyörimisliike hiomakelkan liikkeen aikaansaamiseksi. Ongelmien välttämiseksi tulee rakenteen olla yksinkertainen ja varma. Tästä syystä ratkaisut, joissa kelkkaa liikuttava moottori olisi itse hiomakelkassa, voidaan hylätä. Tällaisia ratkaisuja olisivat esimerkiksi hammastangot. Helppo ja halpa ratkaisu on jo vanhassa hiomakoneessa ollut ruuvi ja

ja hiomakelkassa kiinni oleva juoksumutteri. Hiomakelkan liikkeen ei tarvitse olla erityisen tarkka, mutta sen tulisi olla silti tasainen. Tästä syystä vanhan koneen juoksumutteriratkaisu on hieman ongelmallinen. Varmuuden ja tasaisuuden varmistamiseksi yksinkertaisin tapa saada kelkka liikkeelle on korvata normaali ruuvi erityisesti liikeruuviksi tarkoitetulla trapetsiruuvilla ja halkaistu juoksumutteri kokonaisella mutterilla. Lisäksi vanha ruuvi oli hieman liian pieni. Ehdotankin uuden hiomakoneen trapetsiruuviksi 30 millimetriä halkaisijaltaan olevaa ruuvia. Paksumpi ruuvi ja kokonainen juoksumutteri takaavat tasaisen liikkeen ja ne estävät ruuvien taipumisen, koska silloin juoksumutteri toimii osittain ruuvia tukevana.

Juoksumutterin kokonaisuus estää nyt käytössä olevan tavan siirtää hiomakelkka takaisin roottorin alkuun. Tästä syystä ruuvien pyörintä pitää ottaa omasta sähkömoottorista eikä roottoria pyörittävästä moottorista. Oman moottorin ja logiikkaohjauksen avulla saadaan hiomakelkka ajamaan hiontanopeutta ja hionnan päätteeksi pikaliikkeellä takaisin alkuun. Pikaliikkeen nopeudeksi arvioitiin noin 100 millimetriä sekunnissa.

Koska hiomakelkka liikkuu hitaasti hionnan aikana, pitää sähkömoottori liittää ruuviin tavalla, joka mahdollistaa pyörintänopeuden muutoksen. Yhdistämistapoja on monia, kuten hammasrattailla tai hihnan avulla. Hihnan etuna tässä on sen huollettavuuden helppous sekä se, että mahdollisessa ongelmatilanteessa kelkan liikkeen estyessä antaa hihna ensimmäisenä periksi ja katkeaa rikkomatta muita koneen osia. Hihnavetoon ei myöskään pöly vaikuta yhtä paljon kuin muihin tehonsiirtovaihtoehtoihin.

Hiomakelkan liikkeeseen tarvitaan myös liikkeen mahdollistava konstruktio. Tässä tapauksessa se tarkoittaa jonkinlaisia renkaita tai rullia, joiden päällä kelkka liikkuu. Kelkan liikkeen tulee olla vakaa ja kelkka ei saa päästä muuttamaan asentoa. Uusissa rungoissa hiomakelkka pääsi kääntymään ja heilumaan ja uusissa rungoissa ei ole samanlaisia johteita rullien käyttöön kuten vanhassa. Näistä syistä ehdotan käytettäväksi liitteen 5 mukaisia valmiita johteita ja rullia. Johteet voidaan tarvittaessa asentaa valmiina olevien runkojen u-palkkien kylkiin. Kyseiseen malliin päädyin, koska se on yksinkertainen asentaa ja sen toiminta sekä rakenne ovat yksinkertaisia. Mallin muita etuja ovat keskimmäisen rullan säädettävyyden sopivien liiketoleranssien saavuttamiseksi ja päissä olevat muoviset puhdistajat, jotka työntävät pölyn pois tieltä. Pöly on silti kyseisen vaihtoehdon suurin ongelma. Pölyn aiheuttamia ongelmia voi

torjua ohjeistamalla koneen käyttäjää siivoamaan kone hionnan jälkeen ja asentamalla tarvittaessa harjat, jotka estävät suurimmaksi osaksi pölyn kulun johteisiin. Liitteenä oleva malli on vain yhden valmistajan esimerkki hakemastani komponenteista. Lähes samantlaisia osia löytyy myös monelta muulta valmistajalta.

Jos hiomakelkka toteutetaan ehdottamillani johteilla, on myös kärkipylkkä asennettavissa samoihin johteisiin. Näin saadaan kärkipylkkää siirrettyä vaivattomasti tarvittavaan kohtaan. Kärkipylkkä voidaan ankkuroida paikalleen molemmiin puolin suurinosisuilla ruuveilla, jossa on leuat kiinni. Tämän avulla kärkipylkkä pysyy paikallaan ja siihen kohdistuvat voimat saadaan ohjattua pois johteilta koneen runkoon.

4.3 Turvallisuus, suojaus ja ohjaus

Suurin turvallisuutta parantava asia on hiomakoneen kotelointi. Ajatuksena on koteloida kone siten, että hiominen tapahtuu lähes suljetussa tilassa. Toinen vaihtoehto olisi tehdä erillinen huone hiomakoneille, mutta työturvallisuuden ja koneiden vapaan asettelun kannalta kotelointi on parempi vaihtoehto.

Koteloinnin pääajatuksena on tehdä kotelo, joka asettuu koneeseen tulevan kaukalon jatkoksi. Kotelon taka- ja päätyseinät ovat kiinteät. Kotelon kansi on saranoitu takaseinään, jotta se voidaan nostaa pystyyn. Kotelon etuseinä on läpinäkyvää pleksiä, jotta koneen käyttäjä voi siitä tarkistaa hionnan etenemisen. Etuseinä on saranoitu kanteen. Näin ollen kun kansi nostetaan pystyyn, nousee etuseinä myös ylös ja kääntyy saranoitten varassa nostettua kantta vasten. Varsinkin pisimmän rungon ollessa kyseessä on kotelo iso. Tässä tapauksessa voi joutua tekemään avattavan kannen kaksiosaiseksi noston helpottamiseksi. Tämä rakenne mahdollistaa roottorin noston yhteydessä apulaitteen käytön suoraan ylhäältä. Käyttöpään seinään tehdään tarvittavat läpiviennit, jotta moottorit voivat sijaita kotelon ulkopuolella. Liite 6/1 on luonnos kotelosta. Kotelon ei tarvitse olla erityisen vankkaa rakennetta, koska se suojaa ympäristöä pölyltä ja käyttäjää liikkuvilta osilta.

Koko koneen kotelointiin toisena vaihtoehtona on liitteen 6/2 mukainen sivuille avattava kotelo. Tämä vaihtoehto vaatii hieman enemmän tilaa sivuille, mikä ainakin

nykyisessä hiomakoneen paikassa tuottaa ongelmia. Sopivan tilan järjestyessä tämä kotelomalli on helpompi avata.

Toinen koteloitava kohde on hiomanauha. Hiomanauhan koteloinnista on luonnos liitteessä 7. Hiomanauhan kotelo toimii suojana, jos hiomista joudutaan tekemään koneen kotelo auki, ja samalla se toimii myös pölyn kerääjänä. Kuten luonnoksesta huomaa, on kotelon toinen pää korkeampi ja levennetty. Tämä johtuu juuri siitä, että tällä tavoin suurempi osa hiomapölystä päätyy kotelon perälle. Hiomanauhan kotelon tulee olla avattava. Takaseinä on kiinteä. Etuseinä ja reunat on saranoitu takaseinään. Hiomanauhoja vaihdettaessa myös reunojen kääntyminen tieltä helpottaa paljon.

Kotelointien lisäksi ainoa suojauksen tarvitseva kohta on hiomakelkkaa liikuttava ruuvi. Ruuvi tulee suojata siten, ettei konetta käyttävä henkilö tai henkilön vaatetus pääse vahingossa takertumaan siihen. Helpoin tapa tähän on kiinnittää suojalevy runkoon kiinni käyttäjän ja ruuvien väliin.

Hiomakonetta käyttävän henkilön turvallisuutta ja koneen käytön helpottamista saadaan parannettua yksinkertaisesti muutamalla anturilla. Turvallisuuden takia koneen kotelointia ei saa avata kesken hionnan. Tämä tulee varmistaa tekemällä ohjelmallinen rajoite, että suojan pitää olla kiinni hionnan käynnistymiseksi. Tässä pitää kuitenkin ottaa huomioon mahdollisuus käyttää hiomakonetta myös suoja auki esimerkiksi rajoitetuilla liikkeillä. Tämä johtuu roottorin alun ja lopun hionnan hankaluudesta ilman käyttäjän apua. Jos hiomakoneeseen ei tehdä tapaa hioa alku ja loppu suoja auki, kiertää käyttöhenkilökunta nopeasti suojuksen kiinni olemisen tunnistavan anturin. Tämän voi toteuttaa tekemällä käsiajo/automaattiajo –valitsimen. Käsiajolla konetta voi käyttää suojan ollessa auki, mutta esimerkiksi kelkan nopeutta on rajoitettu. Automaattiajolla suojan tulee olla kiinni.

Koneen käyttöä helpottavia asioita on alku ja loppupisteen rajoittaminen esimerkiksi rajakytkimillä. Rajakytkimien ansiosta käyttäjä voi määrittellä hionnan aloitus- ja lopetuskohdan. Logiikkaohjelman voi tämän jälkeen tehdä esimerkiksi hiomaan roottorin kaksi kertaa automaattisesti. Tämä vaatii lisäksi yhden paineilmasylinterin nostamaan lopetuskohdassa hiomapään ylös roottorilta. Tämän suurempaa automaatiota hiomakoneeseen ei toivottu, koska roottorin pinta pitää tarkastaa lähes joka hionnan jälkeen laadun varmistamiseksi ja hiomanauhojen kunnon

tarkistamiseksi. Jos hiomakelkan johteina käytetään ehdottamaani X Railia, on rajakytkimet helppo kiinnittää johteeseen.

Logiikkaohjauksen ja rajakytkimien avulla koneeseen on hyvä myös lisätä merkkilamppu kuvaamaan hionnan etenemistä. Yksinkertaisimmillaan se voi olla yksi merkkivalo, joka palaa, kun kone on saavuttanut loppupisteen rajakytkimen ja lopettanut hiomisen. Toinen vaihtoehto on liittää koneeseen monta valoa, joista yksi osoittaa hionnan loppumista ja toinen lamppu osoittaa häiriötä. Logiikkaohjauksen hyötynä tässä tapauksessa on muunneltavuus. Jos yritykselle tulee myöhemmin tarve lisätoiminnoille, on hiomakoneeseen helppo lisätä tarvittava anturi ja lisätä ohjelmaan ohjaus kyseistä anturia varten.

Työturvallisuuden parantamiseksi hiomakoneeseen tulee laittaa pölynpoisto. Pölynpoistoa mietittäessä tulisi varmistua lopullisesta määrästä koneita. Työn tekohetkellä vain pienimmän hiomakoneen valmistaminen oli varma asia. Jos hiomakoneita tulee kolme, kannattaa imurijärjestelmä mitoitetaan suoraan useammalle koneelle. Moni yritys tarjoaa tilanteeseen erikseen räätälöityä pakettia, joten mielestäni kannattaa valita valmis paketti, joka mitoitetaan kyseistä kohdetta varten. Imurin tulisi kyetä imemään kuivaa ja öljyistä metallipölyä. Hiomakoneen siistiminen käytön jälkeen olisi helpompaa, jos hionnassa käytettävän imurin letkun saisi irti ja sillä voisi imuroida myös koneen pinnoille jäävän pölyn.

Imurin asettelussa on kaksi vaihtoehtoa. Ensimmäinen on pölyn poisto hiomakoneen kotelosta. Tämä tapahtuu asettamalla imurin imusuutin takaseinään, jolloin se imee ilmassa leijuvan pölyn. Toinen vaihtoehto on asettaa imusuutin kiinni hiomanauhan kotelon takareunaan. Tämä vaihtoehto poistaisi varmasti paremmin pölyn. Ongelmaksi muodostuu liikkuva hiomakelkka. Asetettaessa imurin letku hiomanauhan koteloon tulee huolehtia letkun riittävästä liikkumavarasta ja ettei letku mene liikkuvien osien väliin. Silti kannatan jälkimmäistä vaihtoehtoa jo pelkästään paremman pölynpoistotehon vuoksi.

4.4 Hiominen

Toiveena oli, että uudessa koneessa voi hioa yhdellä nauhalla ilman erillistä seuraajaa. Lisäksi hiomisen haluttiin tapahtuvan suorassa kulmassa roottoriin nähden. Koska

vanha hiomakone on täysipainoisesti käytössä, ei ollut kokeilumahdollisuutta kokeilla kyseisten toiveiden täyttämistä konkreettisesti. Ongelmaksi muodostuvat pienet roottorit, varsinkin pienet roottorit, joissa nousut ovat jyrkkiä.

Hiomakelkka on parasta tehdä noudattelemaan vanhaa hiomakonetta, eli hiomakelkassa on pylväs, johon moottori ja hiomapää on laakeroitu. Tämä johtuu tarpeesta silloin tällöin kääntää hiomapäätä hiomaan eri kulmassa. Korkeudensäätöä ei uuteen koneeseen tarvita.

Suurin ongelma ilman seuraajaa olevassa hionnassa on tasaisen voiman välitys hiomanauhalla roottorille. Roottorien kokoerojen takia jousi ei takaa tasaista voimaa. Pienen ja suuren roottorin ero on niin suuri, että jousi ei takaisi tasaista painetta erikokoisille roottoreille. Uuden hiomakoneen suunnittelija ehdotti palaverissa vakiovoimasyylinteriä. Sen avulla voidaan säätää haluttu paine ja sylinteri pyrkii pitämään sen. Ongelmaksi voi muodostua hiomapaineen vaihtelu. Ovaalin muotoisessa roottorissa hiomapaine kasvaa aina harjan kohdalla, koska hiottava pinta-ala pienenee. Paineenkasvun lyhyen keston takia tämä ei tuottane ongelmia, mutta se on syytä tarkistaa kokeilun yhteydessä. (4)

Toinen ongelma on hiomanauhan joustovara. Hiottaessa pientä roottoria, jossa on suuri nousu, voi ongelmia tuottaa käytössä olevien hiomanauhojen jäykkyys. Tästä syystä hiomapään tulee olla käännettävä.

Hionnan kannalta suurin vaara on hiomanauhan katkeaminen kesken hionnan, jos käytössä on vakiovoimaisen säilyttämään pyrkivä järjestelmä. Nauhan katketessa hiomapää pääsee laskemaan, kunnes hiomanauhan suojuksen ottaa roottoriin kiinni. Tästä syystä hiomapäähän pitää asentaa joko mekaaninen este tämän välttämiseksi tai sähköinen raja, joka keskeyttää liikkeen, jos hiomapää laskee alle asetetun rajan.

Hiomapään toimivuudesta ei ole takuita ennen koneen valmistumista. Jos yhden nauhan hionta ilman seuraajaa ei toimi, toteutetaan uuden koneen hiomapää samalla tavalla kuin vanhassa koneessa: kahdella hiomanauhalla ja seuraajalla.

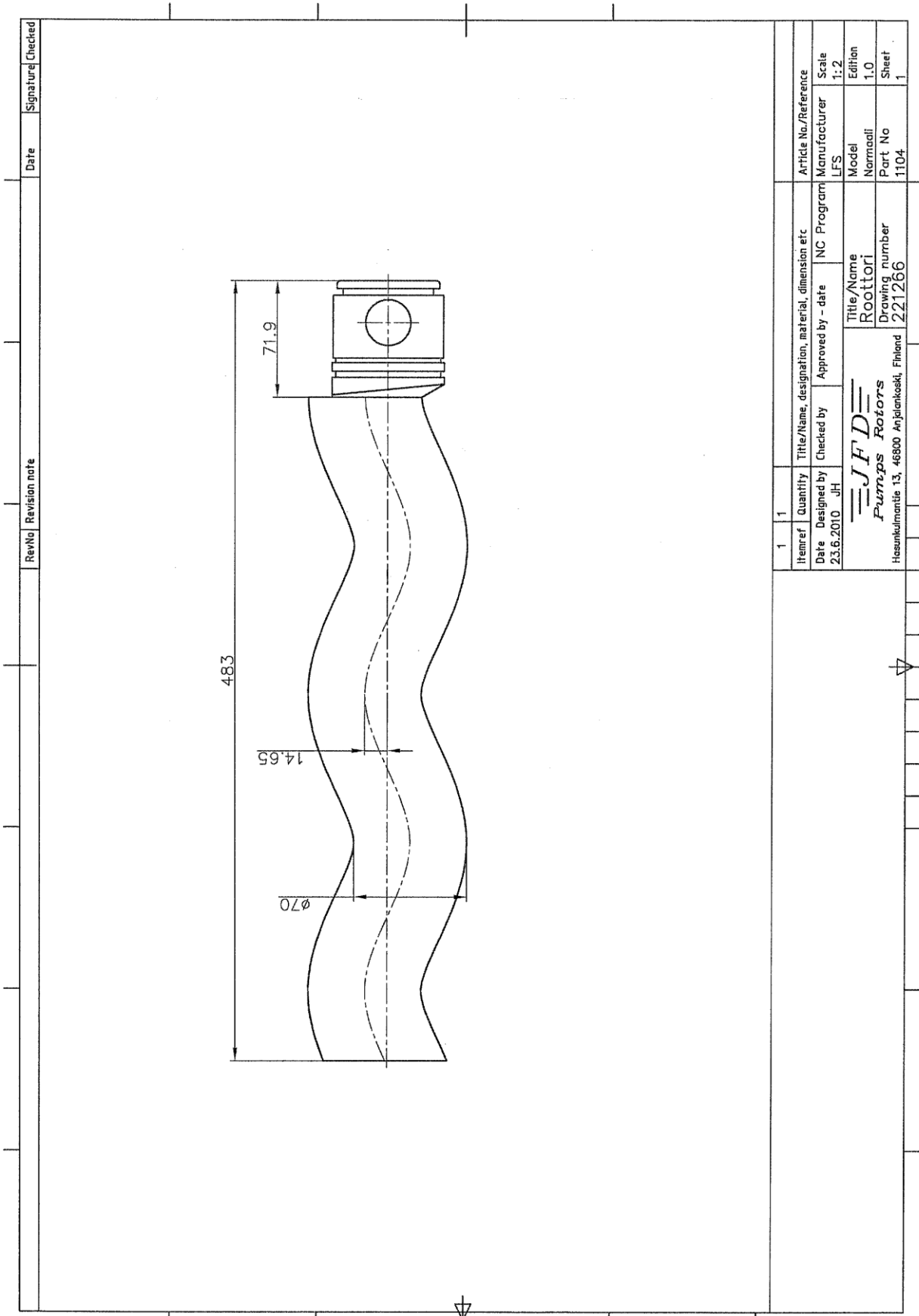
5 YHTEENVETO

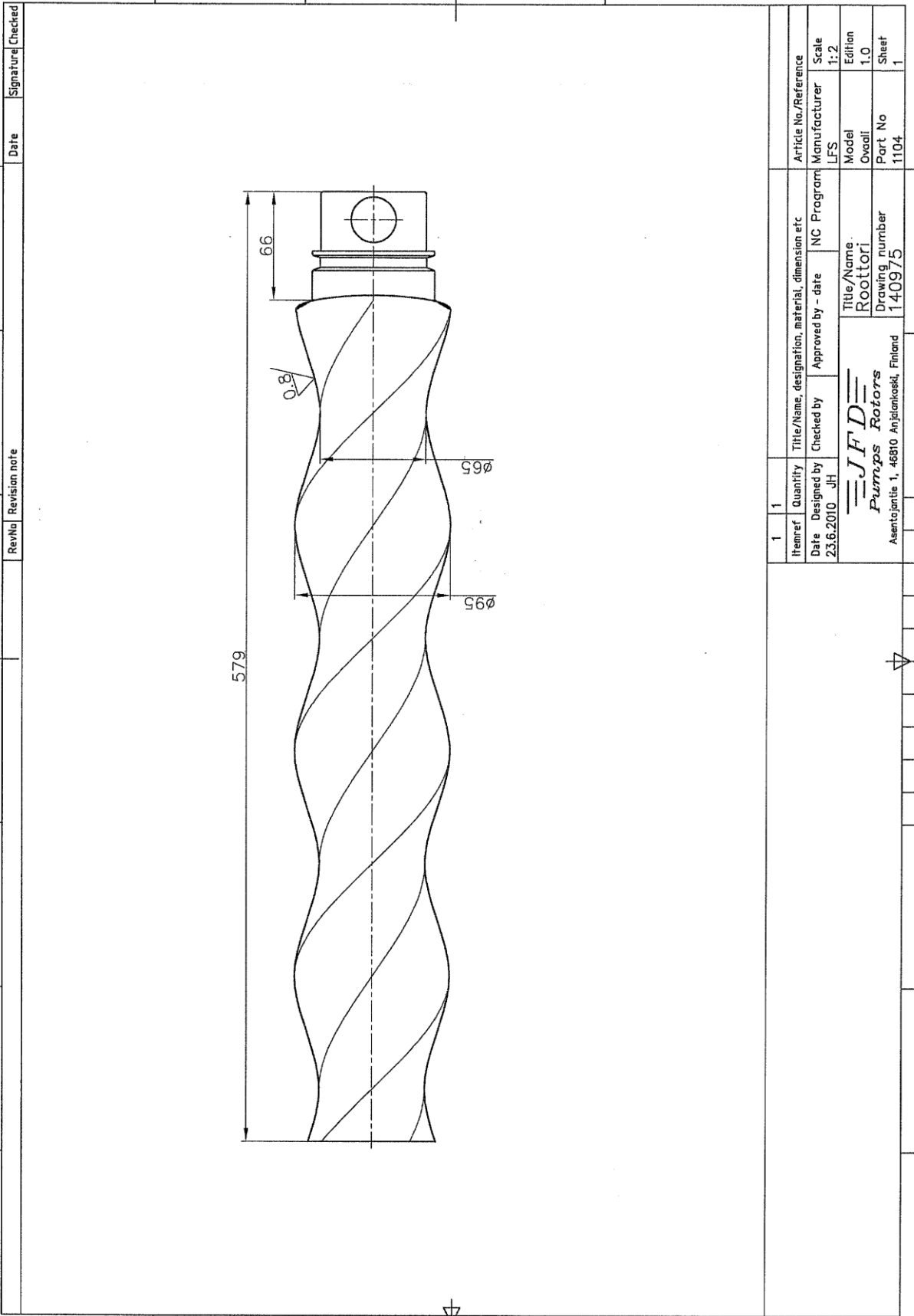
Yrityksellä käytössä oleva hiomakone täyttää toiminnallisesti kaikki sille asetut tavoitteet. Hiomakoneessa esiintyy muutamia ongelmia silloin tällöin. Tästä syystä koneen toiminnallisessa osassa kehitys jäi odotettua pienemmäksi.

Koska koneen suunnittelu jää suunnittelyyrityksen vastuulle tulevaisuuteen, on kehityssuunnitelmassa keskitytty tapoihin toteuttaa asiat. Tarkemmat komponenttien valinnat on tarkoituksella jätetty pois, koska hiomakoneessa käytettäviä ratkaisuja ei ole lopullisesti päätetty.

LÄHTEET

1. LFS Service. 2010. PDF-versio
2. Volk, M. 2005. Pump characteristics and applications. 2. uudistettu painos. CRC Press.
3. Aaltonen, K., Aromäki, M., Ihalainen, E., Sihvonen, P. 1985. Valmistustekniikka. 5. uudistettu painos. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
4. Tiukkanen, T. 2010. Palaverit 31.05.2010-30.06.2010
5. Autio, A. & Hasari, H. 1999. Koneenpiirustus. 1. uudistettu painos. Keuruu: Otavan kirjapaino Oy
6. SFS. 2009. Saatavissa: <http://www.sfs.fi/julkaisut/newapproach/kone.html> [Viitattu 25.3.2011]
7. Työsuojeluhallinto. 2005. Koneturvallisuus. Tampere: PK-paino Oy. Saatavissa: <http://www.tyosuojelu.fi/upload/oppaita16.pdf> [viitattu 28.12.2010]



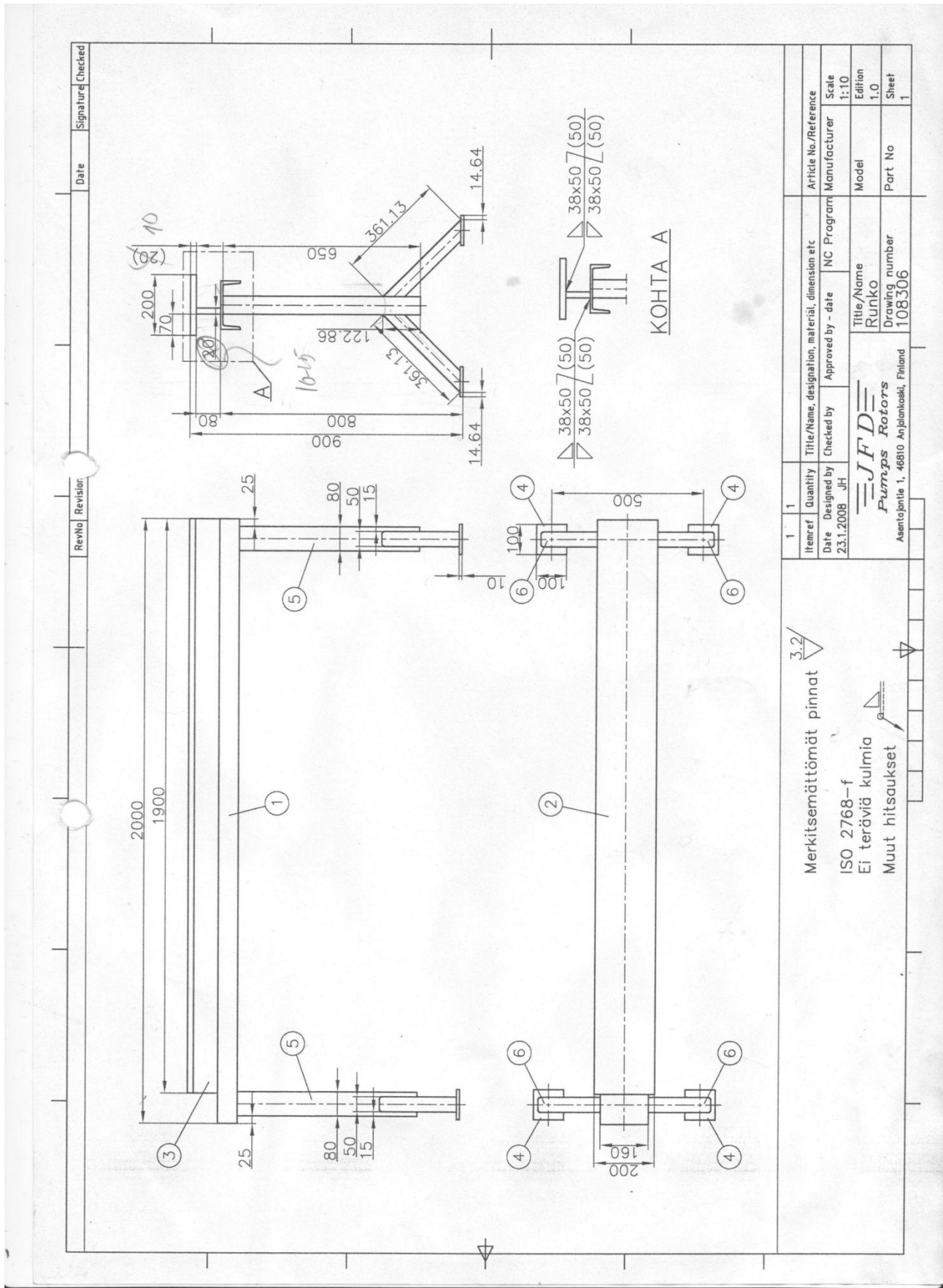


Vanhan hiomakoneen analysointitaulukko

Liite 2

Liikkeet	roottorin pyörintänopeus	sähkömoottori, Mez	
	hiomakelkan liike	hihnaveo + ruuvi, roottoria pyörittävästä moottorista	Ruuvi taipunut
	hiomanauha	sähkömoottori, ABB	
	hiomakelkan liike takaisin	juoksumutterin käsivoimin irti ruuvista, työntämällä	
Säätö	Roottorin pyörintänopeus	Potentiometri, lineaarinen ja portaaton nopeudensäätö	
	Hiomakelkan vauhti	Vakio, noin 1,5mm roottorin kierrosta kohti	Erillisen nopeudensäädön tarve?
	hiomanauhan nopeus	Vakio, n.2840 r/min	
	hiomapään korkeus/kulma	Pylväsporakoneen pylväs	
Hiominen	Nauhahiomakone	2 nauhaa	
	Muotojen seuranta	Nauhojen välissä kuparinen seuraaja	Toinen nauha menee seuraajan alle, minkä takia pintaan tulee jälkiä
Käyttö	Painonappi	roottorin pyörintä + hiomakelkka + hiomanauha	Ei automaattista lopetusta kpl lopussa
Roottorin kiinnitys		kolmileukaistukka + kärki	Kärki liian heikko, istukka akselin päässä kaukana tuennasta
Turvallisuus			Pölynpoiston puute
			Puutteet suojauksissa? Hätäseis?

Liikkeet	roottorin pyörittäminen hiomakelkan liike hiomanauha	Sähkömoottori Erillinen moottori sähkömoottori
käyttö	Roottorin pyörittänopeus	Portaaton nopeudensäätö
	Hiomakelkan vauhti	Erillinen nopeudensäätö. Pikaliike molempiin suuntiin.
	hiomanauhan nopeus	Vakio, n.2840 r/min
	hiomapään korkeus/kulma	Käännettävä teline
		Rajat päissä. Automaattinen lopetus
		Merkkivalot käynnissä olemiselle/lopetukselle.
		Pikakiinnitykse (hiomapään rullien vaihto, pylkän kiinnitys)
Hiominen	Nauha hiomakone	1 nauha kohtisuorassa roottoriin.
	Muotojen seuranta	Painelamalla/jousella? Mieluiten ilman erillistä seuraajaa.
		Nauhantunnistus nauhan katkeamisen varalle
Roottorin kiinnitys		kolmileukaistukka + kärkipylkkä
Turvallisuus		Pölynpoisto. Imurijärjestelmä. Kohdepoisto ja tilasta pölynpoisto.
		Tarvittavat liikkuvien osien suojaukset.
		Tarvittavat sähköiset/ohjelmalliset rajoitukset (häätäseis ym.)



RevNo	Revision	Date	Signature	Checked
-------	----------	------	-----------	---------

Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference
1	1		
Date	Designed by	Checked by	Approved by - date
23.1.2008	JH		
			NC Program
			Manufacturer
			Model
			Part No
			Sheet
			1

3.2	Merkittämättömät pinnat
	ISO 2768-f
	Ei teräviä kulmia
	Muut hitsaukset

Title/Name	Runko
Drawing number	108306
Manufacturer	JFD Pumps Rotors
Model	
Part No	
Sheet	1

X Rail - Linear Bearings Mounted X Rails and Sliders

X RAIL is a family of inexpensive stainless steel or zinc-plated steel linear bearings. This family is a simple and cost-effective linear bearing for applications where good load capacity and corrosion resistance are most important. Linear bearings are an unnecessary and expensive solution. Instead of paying for the overkill, specify the right solution. The following are some of the many advantages that the product offers:

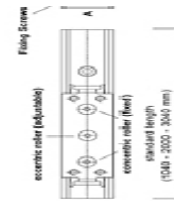
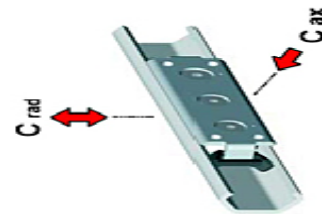
- Corrosion resistant even after scratching, etching, and chipping
- Can be used in washdowns
- Resistant to high temperatures and temperature changes
- No coatings that could flake or chip
- Low coefficient of friction
- Ecological and recyclable materials

When a cost-effective solution is needed but stainless steel is not, we offer a formed, zinc-plated steel (BS1449-HR1) solution. The plated solution (TES-CES) offers higher load capacities of its stainless brother and is offered as an effective solution for all those applications where good loading performance and simple mounting are considered key features and where ground, high-performance square and round shafting is simply overkill and over budget.

APPLICATION FIELDS:

- Food industry: production and packing of food / beverages
- Chemical and Environment industry: water treatment devices
- Medical industry: analysis equipment
- Transport industry: sliding doors and boat constructions
- Power industry: boilers and house fireplaces
- Mechanical devices: car wash and automatic gates
- Machine tools: protective panel movement

Load C_{0rad} is intended for single rail



Rollon Corp. X Rail -esite. (Saatavissa <http://rolloncorp.thomasnet.com/printitem/x-rail-linear-bearings-mounted-rails-and-sliders/x-rail-linear-bearings-mounted-x-rails-and-sliders/tes45-ces45-3120?&plpver=1003&assetid=&origin=&by=&filter=>) [Viitattu 13.01.2011]

