

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU
Tuotekehityksen koulutusohjelma

Vesa Heikkilä

HIONTAPÖYDÄN SUUNNITTELU

Opinnäytetyö 2009

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Tuotekehitys

HEIKKILÄ, VESA

Opinnäytetyö

Työn ohjaajat

Toimeksiantaja

Marraskuu 2009

Avainsanat

Hiontapöydän suunnittelu

27 sivua + 6 liitesivua

Lehtori Ilkka Estlander,

Kymenlaakson ammattikorkeakoulu

Toimitusjohtaja Eero Joas, JO-Kone Oy

JO-Kone Oy, Karhula

Metso Paper

moduuli, kallistuskulma, 3D-suunnittelu, ruuvitunkki

Tehtävänä tässä opinnäytetyössä oli suunnitella Metso Paper Oyj:lle hiontalaitteeseen pöytä, jolla hiottavaa kappaletta saataisiin kallistettua pituusakselinsa ympäri ± 10 astetta.

Varsinainen suunnittelutyö toteuttiin Karhulassa JO-Kone Oy:n toimitiloissa. Ohjelmistona käytettiin Dassault Systemesin CATIA V5 -suunnitteluohjelmaa. CATIA kuuluu moderneihin suunnittelujärjestelmiin, joissa mallintaminen tapahtuu 3D-ympäristössä.

Laitteen suunnittelussa oli otettava huomioon hiottavien kappaleiden dimensioiden aiheuttamat vaatimukset, kallistuskulmat ja hiontapöydän jako moduuleihin.

Suunnittelu alkoi luonnostelulla. Luonnostelun tehtävänä oli esittää paperilla ensimmäiset versiot rakenteista ja voimansiirrosta. Luonnostelusta siirryttiin mallintamiseen.

Mallinnuksen jälkeen hiontapöydästä tehtiin työpiirustuskuvat, joiden pohjalta laite lopulta valmistetaan.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Product Development

HEIKKILÄ, VESA

Bachelor's Thesis

Supervisors

Commissioned by

November 2009

Keywords

The Design of a Grinding Table

27 pages + 6 pages of appendices

Ilkka Estlander, Senior Lecturer

Eero Joas, CEO, JO-Kone Oy

JO-Kone Oy

Metso Paper

module, angle of tilt, 3D-design, screw jack

The goal in this project was to develop a machine for Metso Paper Oy that can tilt a product by ± 10 degrees round its longitudinal axis.

The actual development work was done for a company called JO-Kone Oy, in Karhula. The work was done by using a program called CATIA V5 supplied by Dassault Systemes. CATIA is a modern product development solution, and design work using CATIA takes place in the 3D environment.

Before modelling the product, the following issues had to be considered: requirements caused by the dimensions of the parts to be ground on the grinding table, the angle of tilt, and the splitting of the grinding table into modules.

The actual design started with sketching. The purpose of sketching was to come up with ideas about the structure and the transmission. Once enough sketches were done, development continued with modelling.

After the modelling, the drawings of the grinding table were made. The final product will be manufactured on the basis of the drawings.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	2
ABSTRACT	3
ALKUSANAT	6
1 JOHDANTO	7
2 TAUSTATIETOJA	8
2.1 Toimeksiantaja JO-Kone Oy	8
2.2 Tilaja Metso Paper	9
3 TYÖMENETELMÄ JA SUUNNITTELUOHJELMAT	10
3.1 Konesuunnittelu	10
3.2 3D-suunnittelu	10
3.2.1 Modernit suunnitteluohjelmat	10
3.2.2 Catia V5	11
4 SUUNNITTELUN VAATIMUKSET	12
4.1 Rakenteelliset vaatimukset	12
4.2 Toiminnalliset vaatimukset	13
5 TEKNISET RATKAISUT	14
5.1 Hiontapöydän runko	14, 15
5.2 Hiontapöydän hiontataso	16, 17
5.3 Kallistuskulma	18
5.4 Liikuteltavuus	19
5.5. Teho ja voimansiirto	20
5.5.1 Vaihdemoottori	20
5.5.2 Ruuvitunkki	21, 22, 23
5.5.3 Joustava kytkin	24
5.6 Työturvallisuus	25

6 TULOSTEN TARKASTELU JA PÄÄTELMÄT	26
------------------------------------	----

LÄHTEET	27
---------	----

LIITTEET

Liite 1. Esimerkki hydraulivarsipöydästä

Liite 2. Hiontalaite mallinnettuna

Liite 3. Hiontapöytä mallinnettuna toimintaympäristössään

Liite 4. Osaluettelo (asiakirja luottamuksellinen)

Liite 5. Tekniset piirustukset (asiakirja luottamuksellinen)

Liite 6. Tekniset laskelmat

ALKUSANAT

Hiontapöytä suunniteltiin JO-Kone Oy -nimiselle yritykselle, joka toimii Karhulassa. Yrityksen toimenkuva on kone- ja laitossuunnittelu. Työn ohjaajina toimivat Kymenlaakson ammattikorkeakoulun lehtori Ilkka Estlander ja JO-Kone Oy:n toimitusjohtaja Eero Joas. Opinnäytetyön sisältämät liitteet osaluettelo sekä tekniset piirustukset määriteltiin salaiseksi, joten niitä ei julkaista tässä julkaisussa.

Haluan kiittää avusta ja tuesta JO-Kone Oy:n työntekijöitä, erityisesti toimitusjohtaja Eero Joasta ja suunnittelija Hannu Joasta.

Kotka 16.11.2009

Vesa Heikkilä

1 JOHDANTO

Opinnäytetyöni on tehty JO-Kone Oy:lle. JO-Kone on Karhulassa sijaitseva konesuunnittelun alihankintayritys. Suunnittelua tehdään monille yrityksille, niin paikallisille kuin isommillekin kansainvälisille yrityksille. Asiakasyrityksiä ovat mm. Vaasan&Vaasan ja Metso Paper.

Aihe opinnäytetyöhön löytyi helposti. Useamman kesän työskenneltyäni JO-Koneen palveluksessa sain mahdollisuuden osallistua suunnitteluprojektiin, joka tehtiin Metso Oyj:lle. Projektissa vastasin suunnittelusta aina ympäristön mallintamisesta työpiirustusasteelle asti.

Työn tavoitteena oli suunnitella hiontalaitteelle erillinen hiontapöytä. Pöydän avulla pitäisi pystyä kallistamaan hiottavaa kappaletta tietyn astemäärän verran pituusakselinsa ympäri. Hiontapöydän olisi kyettävä käsittelemään levykokoja, joiden dimensiot olisivat 13000 mm x 1000 mm. Suunnittelu oli tehtävä Catia V5 -suunnitteluohjelmalla.

Metsolta tuli ehdotus, että käännön hiontapöydässä voisi toteuttaa mahdollisesti hydraulisesti. Luonnostelun malliksi ehdotettiin Meseran levyhallilla olevaa hitsauspöytää hydraulisella käännöllä. Luonnostelimme paperille hetken erilaisia teknisiä ratkaisuja, joilla käännön voisi toteuttaa. Hyvän ratkaisun löydettyämme aloin mallintaa hiontalaitetta, johon suunnittelemani hiontapöytä tulisi. [1]

Hitsaus- sekä hiontalaitteissa on olemassa erilaisia kääntämiseen tarkoitettuja ratkaisuja. Kyseiset mekaaniset tai hydrauliset ratkaisut on kuitenkin mitoitettu kevyemmille kappaleille, joten niitä ei voinut suoraan käyttää hyväksi opinnäytetyössäni. (Liite 1)

Työn lähtökohtana oli hiontapöydän suunnittelu hiontalaitteelle. Työtä oli hankala rajata, koska kyseessä on uuden yksittäisen tuotteen suunnittelu. Tuotteen muotoiluun ei tarvinnut kiinnittää huomiota, koska tuotteita valmistettaisiin vain yksi kappale, joten työ rajattiin tekniseen suunnitteluun ja työpiirustusten tekoon.

2 TAUSTATIETOJA

2.1 Toimeksiantaja JO-Kone Oy

JO-Kone Oy perustettiin vuonna 1988 1. päivä huhtikuuta . Perustajina olivat Eero ja Hannu Joas. Ensimmäinen asiakas oli Valmet Ahlström, jolle piirustukset piirrettiin käsin. Vuoden 1988 loppupuolella yritykseen tuli uusia työmahdollisuuksia paperiteollisuudesta korkeasuhdanteen seurauksena. [2]

Vuonna 1989 yritys hankki ensimmäisen PC:n. Tietokoneiden myötä markkinoille alkoi ilmestyä suunnitteluohjelmia. Ensimmäinen suunnitteluohjelma oli Autocad, joka vielä nykyäänkin on käytössä yrityksessä. [2]

Metso Karhulan ollessa asiakkaana vuonna 1993 hankittiin JO-Konelle uusi suunnitteluohjelma CATIA V4, jonka Metso Karhula valitsi. Ohjelman hankinta ei kuitenkaan tuonut uusia asiakkaita, vaan itse asiassa rajasi niitä. [2]

3D-suunnitteluohjelmat tulivat käyttöön ensimmäisen kerran vuonna 2001. Ensimmäinen 3D-suunnitteluohjelma oli kallis ja hankala käyttää. Heinäkuussa 2003 JO-Kone hankki Autodesk Inventor 9:n, joka edustaa nykyajan moderneja suunnitteluohjelmia. Myöhemmin 2006 hankittiin myös CATIA V5, joka korvasi aiemman version V4:n. [2]

Tällä hetkellä JO-Koneen asiakkaita ovat Metso Paper, Andritz, Kuitulasi, Dieffenbacher Panel Board sekä muita satunnaisia asiakkaita. Suurimmat projektit ovat olleet paperikoneensuunnittelua ja ne ovat kestäneet 2500 tuntia. [2]

Tulevaisuudessa vauhti kiihtyy ja 3D-ohjelmistot tulevat valtaamaan alaa 2D-ohjelmistoilta. 2D-ohjelmistoja käytetäänkin nykyään enää pelkästään isoissa projekteissa esimerkiksi tehdassuunnittelussa. [2]

3D-ohjelmistot tulevat nostamaan tietokoneiden laitevaatimuksia, koska isommat ja monimutkaisemmat laitteet vaativat kokoonpanoihinsa enemmän komponentteja ja osia. [2]

2.2 Tilaaja Metso Paper

Metso on kansainvälinen kestävien teknologioiden ja palveluiden toimittaja. Se palvelee asiakkaitaan kahdeksasta liiketoimintalinjasta koostuvan verkoston kautta, joka on organisoitu kolmeen segmenttiin: kaivos- ja maanrakennusteknologia, energia- ja ympäristötekniologia sekä paperi- ja kuituteknologia. [3]

Päämarkkina-alueet ovat Eurooppa, Aasia ja Tyynenmeren alueet, jotka muodostavat noin 60 prosenttia liikevaihdosta. Myös Pohjois- ja Etelä-Amerikka ovat tärkeitä liiketoiminta-alueita. [3]

Metso Paper on johtava paperin- ja kartonginvalmistuslinjojen, massanvalmistuslinjojen ja pehmopaperikoneiden toimittaja. Metso Paperin tuotteita ovat tuotantolinjat: paperin, pehmopaperin ja kartongin valmistukseen ja jälkikäsittelyyn sekä mekaanisen ja kemiallisen massan valmistukseen. Myös asiantuntija- ja huoltopalvelut kuuluvat Metso Paperin tuotteisiin 35 prosentin osuudella palveluliiketoiminnasta. [3]

Vuonna 2008 Metso Paperin liikevaihto oli 1316 milj. euroa. Metso Paperin palveluksessa työskentelee noin 10 500 henkilöä. [3]

3 TYÖMENETELMÄ JA SUUNNITTELUOHJELMAT

3.1 Konesuunnittelu

Konesuunnittelu on erilaisten osien ja kokoonpanojen suunnittelua. Yleisesti ottaen suunniteltavat laitteet ovat mekaanisia, joihin voi sisältyä hydraulikkaa sekä pneumatiikkaa. Kappaleiden ja kokoonpanojen koot vaihtelevat pienistä nipoista aina paperikoneisiin asti.

3.2 3D-suunnittelu

3D-suunnittelu on nykyään yleisemmin käytössä kuin 2D-suunnittelu, lukuun ottamatta laitossuunnittelua. Suunnitteluun tarvitaan tehokas PC-tietokone sekä suunnitteluun soveltuva ohjelmisto.

3D-suunnittelulla on monia hyviä ominaisuuksia, joiden takia se on noussut niin suosituksi suunnittelumuodoksi. Suunnittelu on nopeaa ja muutosten teko tuotteeseen onnistuu helposti. 3D-näkymä tuotteesta mahdollistaa visuaalisen tarkastuksen jo, ennen kuin valmistus on edes alkanut. Tarkistuksen avulla pysytään myös vähentämään fyysisten prototyyppien tarve minimiin, koska tuotteen liikeradat, liikkuvuus ja siihen kohdistuvat voimat pystytään testaamaan jo tietokoneenruudulla. Tarvittavat muutokset tuotteeseen on helppo sekä nopea toteuttaa. Myös asiakkaan kannalta 3D on käytännöllinen, sillä tuotteesta pystytään jo tietokoneen ruudulla tekemään animaatio, jonka avulla pystytään virtuaalisesti toteuttamaan mm. tuotteen liikeradat. [4]

3.2.1 Modernit suunnitteluohjelmat

Modernit suunnitteluohjelmat tulivat markkinoille 2000-luvun alkupuolella. JO-Kone Oyj:n ensimmäinen moderni suunnitteluohjelma oli Autodesk Inventor 9. Yhteistä kyseisen sukupolven ohjelmistoille on suunnittelu 3D-ympäristössä. Suosituimmat nykyaikaiset suunnitteluohjelmat ovat Autodesk Inventor, SolidWorks ja CATIA V5. [2]

3.2.2 Catia V5

Ohjelmisto kehitettiin alun perin Avions Marcel Dassault-Breguet Aviation -yhtiön yksityiskäyttöön. Yhtiön toimenkuva oli hävittäjä- ja liikelentokoneiden valmistus. Catia-suunnitteluohjelma tuoteistettiin vuonna 1981 ja sen jatkokehityksestä vastasi sitä varten perustettu yhtiö Dassault Systemes. Myöhemmin nimi vaihdettiin CATIAksi. [5]

CATIA on kolmiulotteisesti mallintava suunnittelujärjestelmä. Ohjelmisto kykenee jäljittelemään ympäristöä ja tuotteiden toimintaa virtuaalisilla simuloinneilla. [5]

CATIA V5 on ominaisuuksiltaan, hinnaltaan ja laajennettavuudeltaan 3D-suunnitteluohjelmien kärkikastia. Sen vahvuutena voidaan pitää ydinalgoritmeja, pitkälle vietyä parametrisyyttä, kokoonpanojen käsittelyä, integraatiota ulkopuolisiin järjestelmiin sekä 3D-simulointien mahdollisuutta. Ohjelman käyttö perustuu vahvasti ikoneihin, mikä tekee sen käytöstä helppoa. [5]

4 SUUNNITTELUN VAATIMUKSET

4.1 Rakenteelliset vaatimukset

Hiontapöydän rakenteeseen kohdistui monia vaatimuksia. Levykokojen ollessa 13000 mm x 1000 mm laitteen hiontason oli oltava vähintään kyseisten levyjen dimensioiden kokoinen. Myös hiontalaitteen I-palkit (liite 2), joiden päälle hiontapöytä tulee, rajoittivat suunnittelun mahdollisuuksia.

Hiontapöydän runko (liite 5/2) ja pöytä (liitteet 5/3-6) piti jakaa kolmeen moduuliin. Osiin jakaminen helpotti hiontatasoa jyrkempää pinnankarheuteen Ra6,3. Moduuleita on myös helpompi kuljettaa valmistuspaikasta itse käyttökohteeseen.

Hiontatasoa leveyden tulisi olla noin 1200 mm. Täysimittaisesta kiinteästä hiontatasosta tulisi kuitenkin niin painava, että levennykset tehtäisiin erillisillä jatkokannakkeilla.

Hiontapöytä oli kyettävä nostamaan kokonaisuudessaan hiontalaitteelta pois erillisellä nosturilla. Nostaminen voisi tapahtua mahdollisesti hiontapöydän runkoon hitsatuista nostopalikoista. Hiontapöydän runkoon vaadittiin myös jalat, joiden päällä laite voisi seisoa, kun se on nostettu pois hiontalaitteesta. Jalat toteutettaisiin mahdollisesti ruuvikiinnityksellä, ei kuitenkaan kiinteänä osana runkoa.

Hiontatasoa kääntämisessä tarvittavat laakerit oli suojattava mahdolliselta hiontaneesteeltä sekä hionnasta tulevalta metallipölyltä.

Materiaaliksi valittiin pääosin käytettäväksi S235JRG2. 235 lasketaan yleisiin rakenneteräksiin, joilla yhteistä on suhteellisen pieni hiilipitoisuus (0,2... 0,8 % C), seostamattomuus tai vain niukka seostus ja valmistus suurteollisuutena. Alkukirjain S tarkoittaa rakenneterästä (structural steel) ja numerosarja kertoo ylempään luokkaan kuuluvan yksikössä $[N/mm^2]$ ohuimman paksuusalueen mukaan. [6]

4.2 Toiminnalliset vaatimukset

Hiontapöydän toiminta yksinkertaisuudessaan on hiottavan kappaleen kallistaminen ja paikallaan pitäminen hionnan aikana.

Hiontatason kallistuskulma suhteessa vaakatasoon oli saatava ± 10 asteeseen. Kallistamisen ja kulman säätämisen helpottamiseksi kallistaminen oli saatava mahdollisimman sulavaksi ja hidastempoiseksi. Luonnostelimme erilaisia kallistusvaihtoehtoja, joiden perusteella löysimmekin sopivimman ratkaisun hiontapöydälle (liite 5/1).

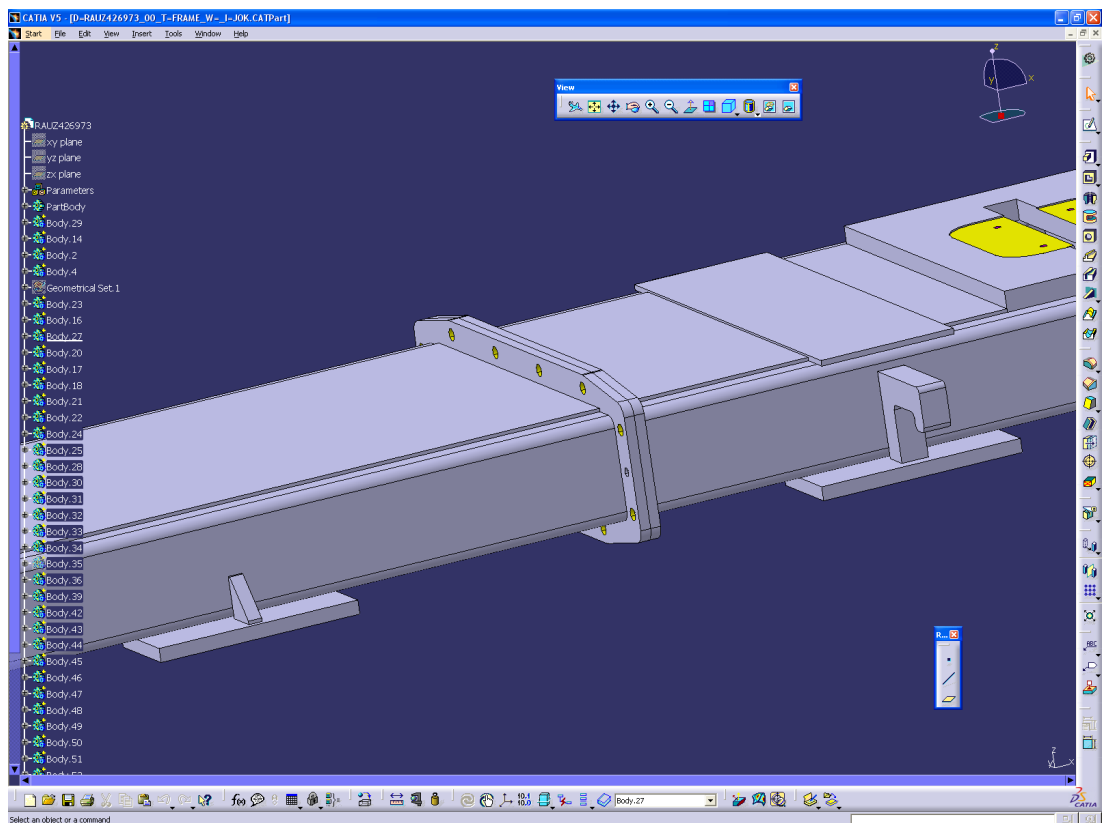
Hiottavien kappaleiden kiinnitys hionnan ajaksi piti ratkaista yksinkertaisella teknisellä ratkaisulla. Erityisesti ääriasennoissa (± 10 astetta) tuenta tuli hoitaa niin, että hiottava kappale ei tipahtaisi hiontatasolta hionnan aikana. Kappaleen kiinnityksestä pöytään ei tarvinnut huolehtia, koska painot hiottavilla kappaleilla alkavat useammista sadoista kiloista.

5 TEKNISET RATKAISUT

5.1 Hiontapöydän runko

Hiontapöydän runko jaettiin neljään osaan, joiden pituudet ovat 3 * 2700 mm ja 4100 mm. Moduulirakenteen ansiosta tarvittavien materiaalien hallinta on helpompaa, työn jakaminen useammalle pajalle on mahdollista sekä kuljetukset pajalta onnistuvat kuorma-autoilla.

Moduulirakenne edellyttää kiinnitysratkaisua, jotta moduulit saadaan pysymään kiinni toisissaan. Ainoa edellytys kiinnitykselle oli riittävä varmuus ja tarkkuus. Moduulien kiinnitys toteutettiin kiinnityslaipoilla, jotka kiristettiin kiinni toisiinsa M16x45-kuusioruuveilla. Rungon moduulit kohdistetaan toisiinsa erillisillä kartiosokilla.

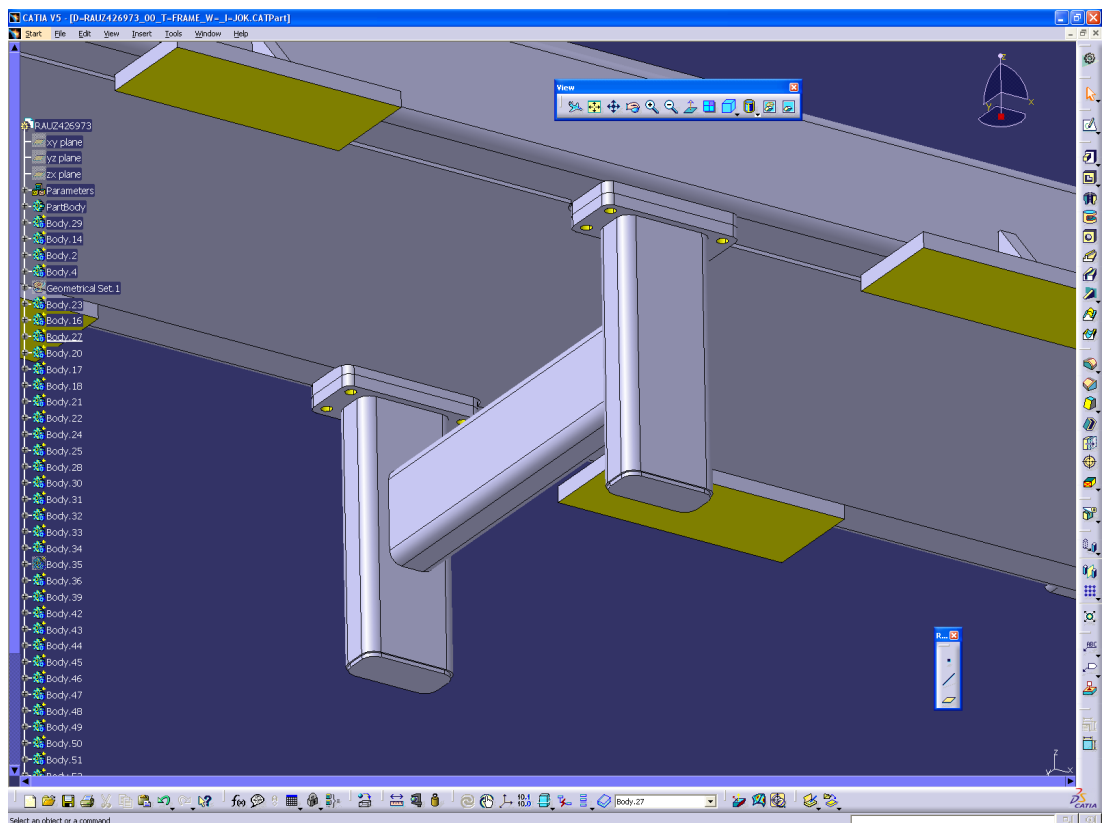


Kuva 1. Rungon moduulien kiinnitysperiaate. Rungon kiinnityslaippa, joka kohdistetaan kartiosokilla ja kiristetään M16-kuusioruuveilla.

Runkoon suunniteltiin irrotettavat jalat. Jalkojen tehtävänä on suojata ruuvitunkin ruuvia, kun apulaite nostetaan sivuun hiontapöydältä. Jalkojen tehtävä on myös nostaa apulaitteen korkeutta huollon helpottamiseksi.

Jalkojen profiiliksi valittiin seinämältään riittävän paksu (5mm) putkipalkki 120 mm x 60 mm. Rakenne vahvistettiin vielä sivuttaistuella (putkipalkki 120 mm x 60 mm x 6,3 mm).

Jalkojen kiinnittäminen runkoon suunniteltiin kuusioruuveilla toteutettavaksi. Rungossa on 4 kappaletta M12-kierreikiä, johon jalat saadaan kiristettyä M12-kuusioruuveilla.

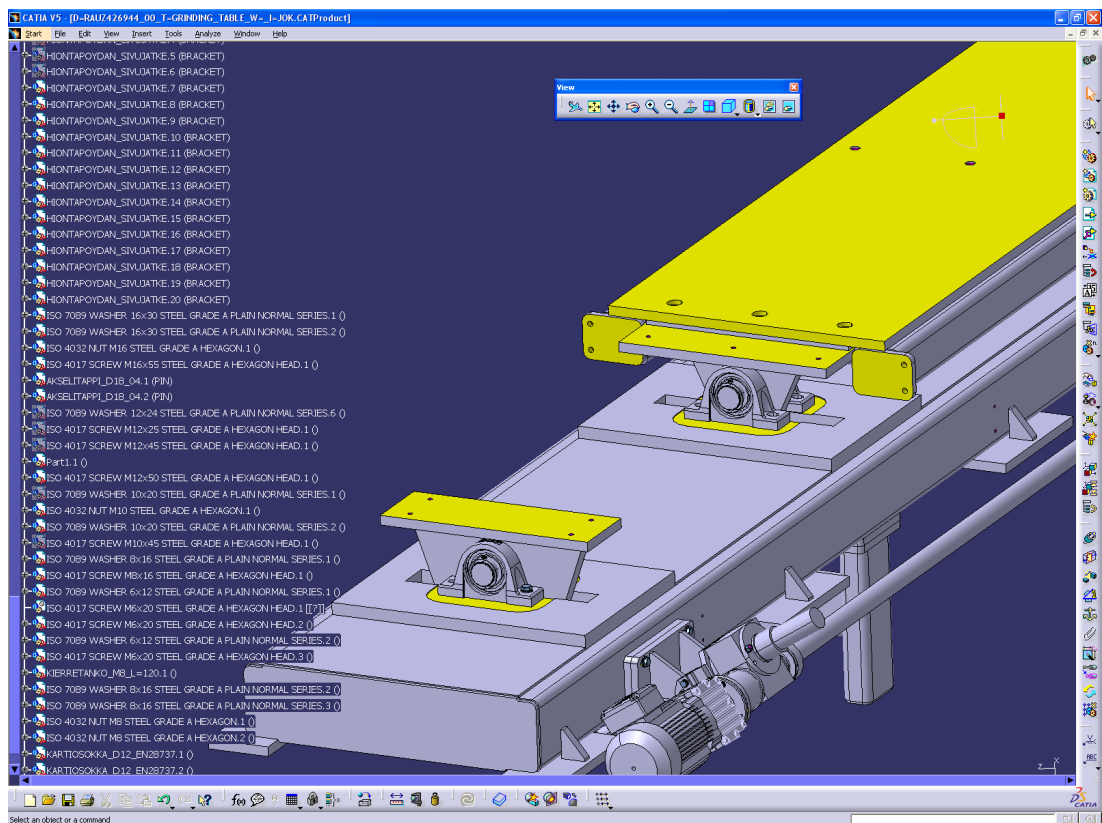


Kuva 2. Jalkojen rakenne ja kiinnitys runkoon.

5.2 Hiontapöydän hiontataso

Hiontataso oli myös jaettava moduuleihin valmistuksen ja kuljetuksen takia. Moduulit jaettiin 2 metrin päätykappaleisiin ja 3 metrin keskikappaleisiin. Pienempiin osiin jakaminen helpotti hiontatason valmistusta sekä kuljetusta. Erityisesti tasojen jyrskintä pinnankarheuteen Ra6,3 (liitteet 5/3-6) helpottui huomattavasti moduulirakenteen ansiosta.

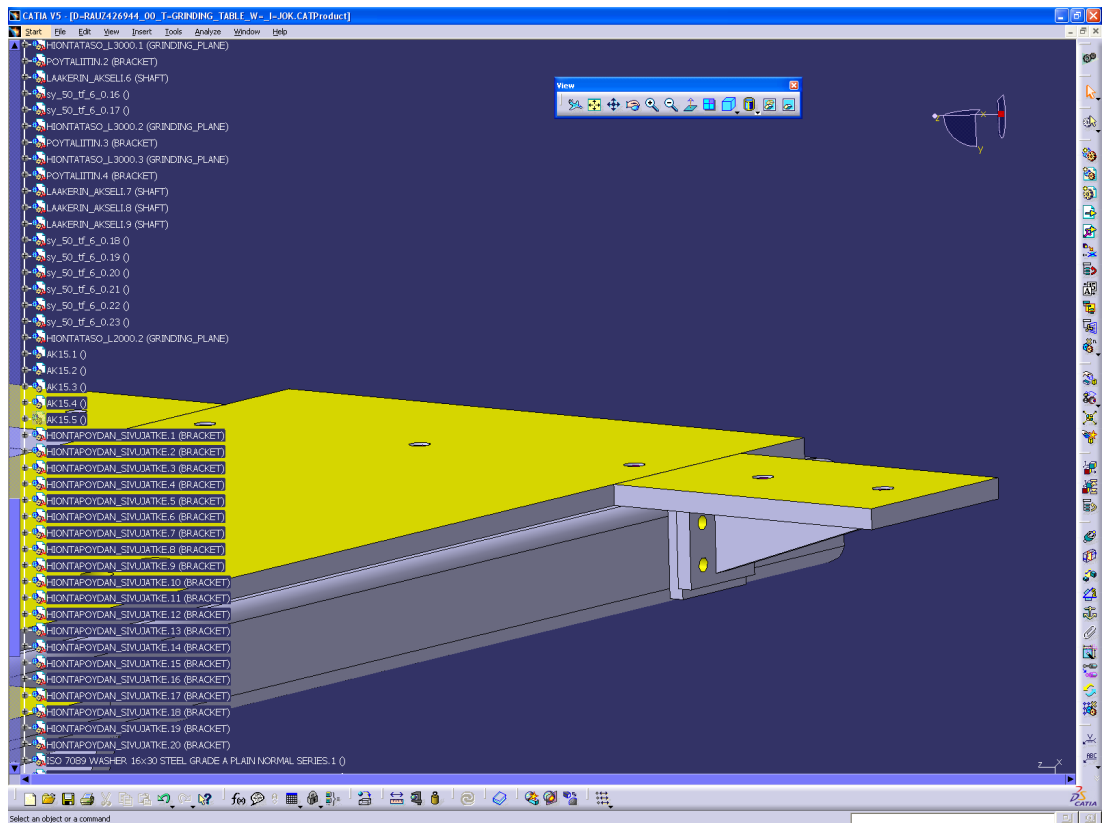
Tason runko suunniteltiin valmistettavaksi 100x100x6 mm:n putkipalkista sekä tukipalkeista, jotka ovat kooltaan 70 mm x 70 mm x 6 mm. Hiontatason levyn paksuudeksi jyrskinnän jälkeen tulisi 16 mm. Paksuuden tulisi olla kuitenkin riittävä, jotta tasojen kiinnitys toisiinsa sekä varteen (liite 5/7) olisi riittävän tukeva. Tukevuuden lisäämiseksi päätylaippoihin lisättiin kuusiomutteri- sekä kuusioruuviratkaisun mahdollistavat reiät.



Kuva 3. Hiontapöydän hiontatason kiinnitysmekanismit.

Hiontapöydän hiontatason leveys oli määritelty tehtävänannossa noin 1200 millimetriin. Itse hiontatasoa ei kannattanut tehdä täysileveyteen suunnitellulla rakenteella, vaan ratkaisuksi kehitettiin erilliset kannakkeet (liite 5/9). Kannakkeiden ansiosta hiontasojen moduulien paino saatiin pidettyä 300-450 kilogrammassa.

Hiottavaa kappaletta täytyisi tukea kallistettaessa. Ratkaisuksi päädyttiin M20-kierrereikiin, joihin voitaisiin laittaa esimerkiksi M20-kierretankoa. Kallistettaessa hiottava kappale ei luiskahtaisi tasolta pois kierretankojen estäessä sen.



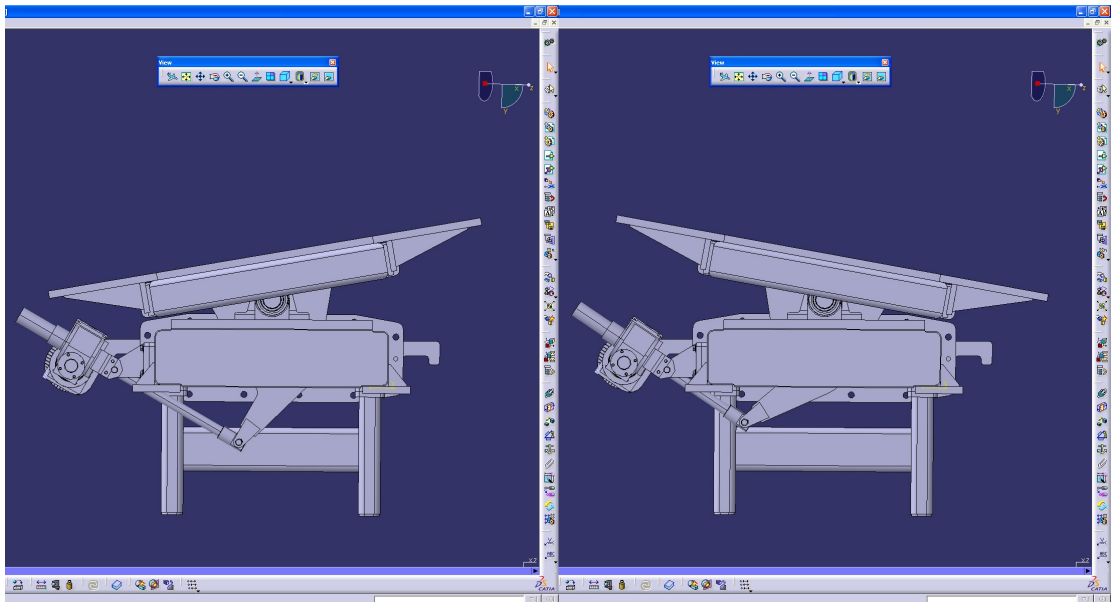
Kuva 4. Hiontataso ja kannakkeet. Molemmissa on M20-kierrereivät kierretankoja varten, jotta hiottava kappale pysyisi tasolla kallistettaessa.

5.3 Kallistuskulma

Hiontapöydän tärkeimpiin ominaisuuksiin kuului riittävä kallistuskulma. Tehtävänannossa kallistuskulmaksi määriteltiin ± 10 astetta.

Vaatimustason saavuttaminen oli helppoa, koska koko hiontapöytä suunniteltiin alusta asti riittävän kallistuskulman ehdoilla. Hiontataso suunniteltiin makaamaan pystylaakeriyksikköjen päälle (liite 5/1), jotka mahdollistavat tason kallistumisen ruuvinnostimista välitetyn voiman avulla.

Vaihtoehtoina olivat harmaasta valuraudasta valetut laakeripesät sekä teräksestä painetut laakeripesät. Laakereiksi valittiin kuitenkin SKF:n SY 50 TF-pystylaakeriyksiköt, jotka kuuluvat valettuihin laakeripesätyyppeihin. Ominaisuuksiltaan valittu laakeripesätyyppi on ylivoimainen tähän tarkoitukseen. Huolto on helppoa rasvanipan ansiosta, josta laakeripesään saadaan helposti lisättyä voiteluainetta. Laakeriyksikön suojaksi on saatavilla SKF:ltä muovinen suojaus yksikön päälle, joka suojaa laakeria pölyltä ja kosteudelta. [7]



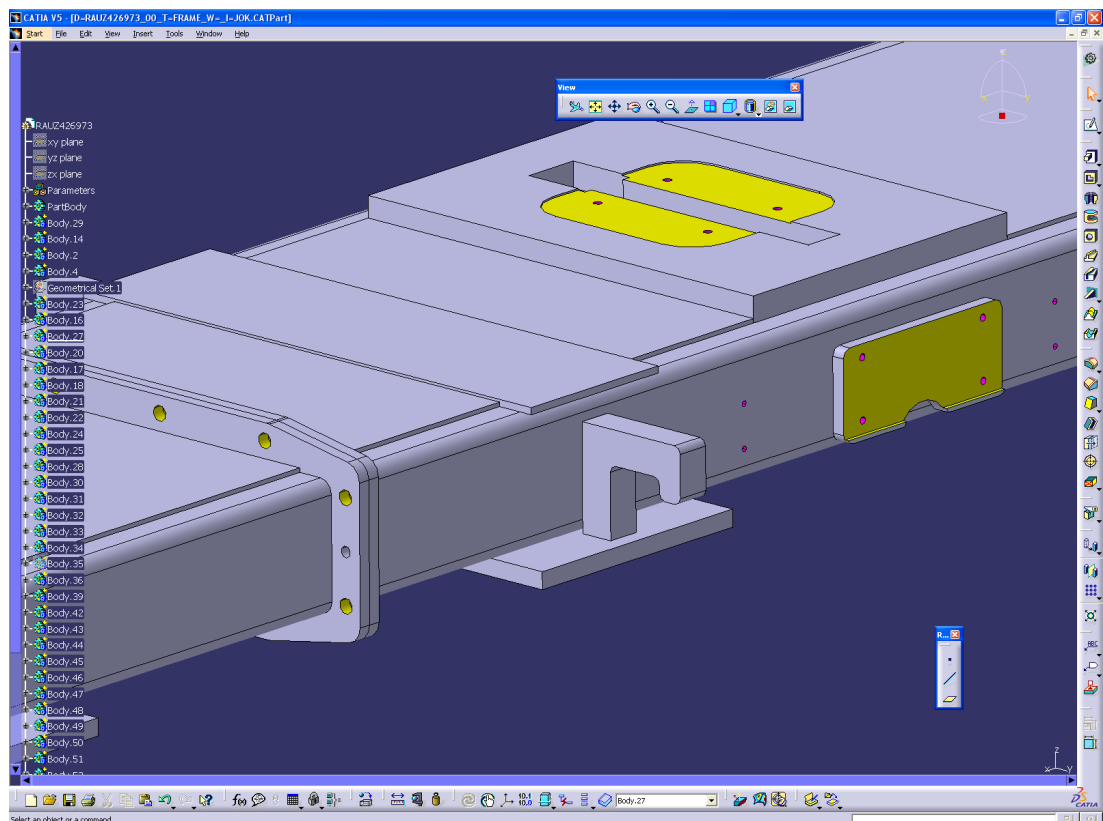
Kuva 5. Hiontapöydän kallistus molempiin suuntiin.

5.4 Liikuteltavuus

Painonsa (4530 kg) vuoksi hiontapöydän siirtäminen ilman nosturia on käytännössä mahdotonta. Siirtäminen kokoonpantuna tapahtuu ainoastaan hiontalaitteelle sekä siitä pois. Osissa laitetta on mahdollista siirtää mm. trukin avulla.

Nostoratkaisua suunniteltaessa oli otettava huomioon laitteen paino ja pituus. Laitteen painaessa kokonaisuudessaan 4530 kg nostoratkaisun oli oltava riittävän kestävä. Pituuden takia nostaminen oli saatava tasapainotettua niin että nostettaessa laite pysyisi kutakuinkin vaakatasossa.

Nostoratkaisussa päädyttiin runkoon hitsattaviin, L:n muotoisiin nostopaloihin (liite5/2, osa 9). Palojen paksuus on 40 mm ja niitä tuli runkoon 4 kappaletta. Neljä nostopistettä mahdollistaa hiontapöydän tasapainoisen nostamisen.



Kuva 6. Nostopalat hitsataan kehähitsillä runkoon kiinni.

5.5 Teho ja voimansiirto

5.5.1 Vaihdemoottori

Moottoriksi apulaitteeseen valittiin SEW-Eurodrive RF17 vaihdemoottori. Ahtaan tilan takia kapearakenteinen lieriövaihdemoottori on optimaalinen ratkaisu [8]. Vaihdemoottori valittiin 120 mm laippakiinnityksellä. Kiinnitys ruuvitunkkiin toteutettiin erillisellä välikappaleella (liite 5/8). Välikappaleen suunnittelussa oli otettava huomioon joustavan kytkimen dimensiot sekä vaihdemoottorin ja ruuvitunkin reikäpiirit.

Vaihdemoottorin valintaan vaikuttivat ruuvitunkeille kohdistuvat työntövoimat, ruuvitunkkien nostonopeus sekä voimansiirtosysteemin hyötysuhde. Tarvittava teho saatiin laskettua kaavasta: [9]

$$P_{\text{min}} = \frac{F \cdot v}{\eta_{\text{min}} \cdot 60}$$

$$P_{\text{min}} = \frac{(26 \text{ kN} \cdot 0,39 \frac{\text{m}}{\text{min}})}{(0,25 \cdot 1 \cdot 0,83 \cdot 60)}$$

$$P_{\text{min}} = 0,81 \text{ kW}$$

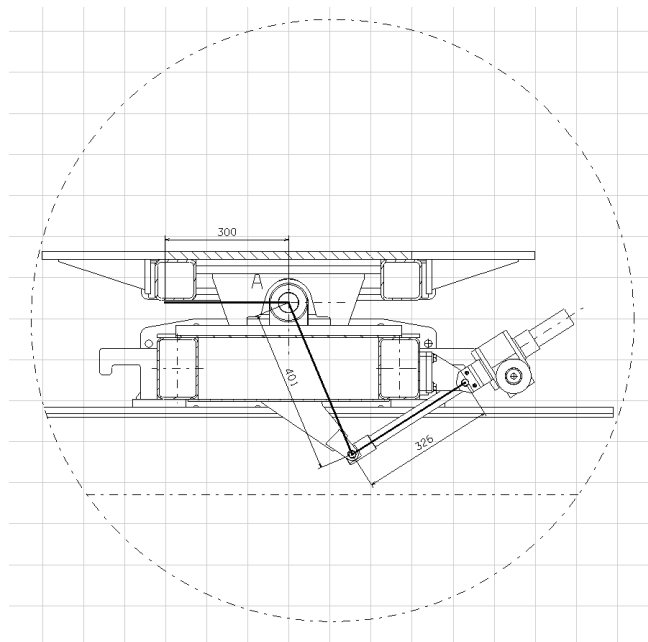
Laskukaavassa voimaksi F (Total load in kN) määriteltiin 26 kN (liite 6). Arvo laskettiin käyttäen teoreettista ääritapausta, jossa 4600 kg:n painoisen kappaleen painosta puolet sijoitettaisiin 300 mm:n päähän hiontatason keskipisteestä, vaikka normaaliolosuhteissa kappale jakautusi tasapuolisesti hiontatasolle.

Laskun perusteella riittäväksi tehoksi vaihdemoottorille riittäisi 0,81 kW. R-sarjan vaihdemoottoreissa valinta tapahtui kolmen sopivimman väliltä: 0,75; 1,1 sekä 1,5. Apulaitteen voimansiirto haluttiin kuitenkin hieman ylimitoittaa, jotta koneen käyttö erikokoisilla kappaleilla saataisiin mahdollisimman tukevaksi ja tarkaksi näin ollen päädyttiin 1,1 kW:n tehoiseen vaihdemoottoriin.

5.5.2 Ruuvitunkki

Hiontapöydän hiontatason kääntämiseen tarvitaan voimaa, joka työntää vartta (liite5/7) edestakaisin. Sopivaksi tuotteeksi osoittautui Sweddriven ruuvitukki sen edullisen hinnan ja varmatoimisuuden takia.

Ruuvitunkkeja toimitetaan 6:ssa eri kokoluokassa: 5, 15, 25, 50, 150 ja 250. Tunkin numero määrittää sen nostovoiman kN:ssa. Jo ennen laskujen suoritusta oli selvää, että tunkin valinta kohdistuisi kokoon 5 tai 15. Tarvittava nostovoima laskettiin momentin avulla. Momenttipiste määritettiin laakeriyksiöiden kohdalle, johon hiottava kappale, hiontataso sekä varsi (=laakerella makaava paino) aiheuttavat momenttia. Momenttivarreksi painolle määriteltiin 300 mm, joka ääritapauksena riittää hyvin tarvittavan voiman laskemiseksi ruuvitunkille.



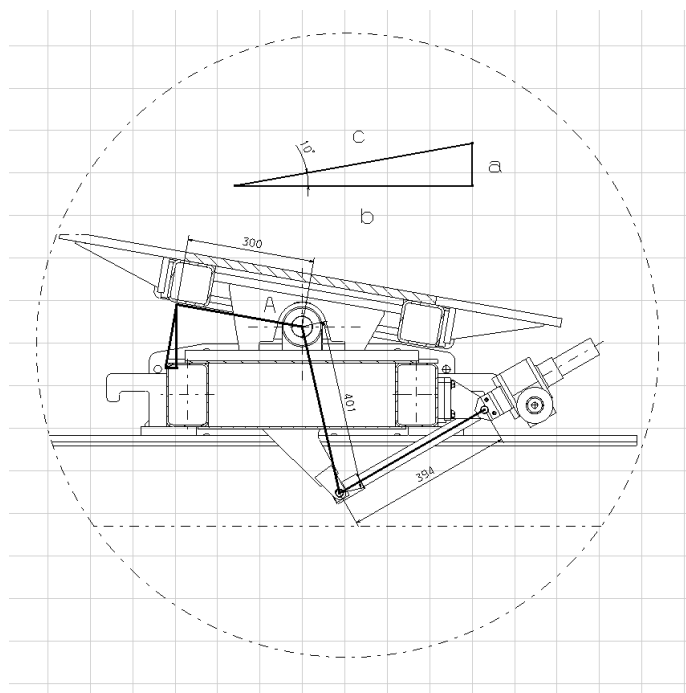
Kuva 7. Nollakallistus

Tarvittava vastamomentti ratkaistiin tasapainotilassa sekä ääriasennossa ($\pm 10^\circ$). Tasapainotilassa kappaleesta aiheutuva momentti saatiin laskettua suoraan alaspäin suuntautuvan voiman x momenttivarren avulla. Ruuvitunkille vaadittava vastamomentti saatiin asettamalla kappaleesta sekä ruuvitunkista aiheutuvat momentit yhtäsuuriksi ja ratkaisemalla yhtälöstä ruuvitunkin voima (F). (Liite 6)

Nollakallistustapaus laskettiin kolmella eri painolla: 1675 kg, 3350 kg sekä 6700 kg ja vastaavasti tuloksiksi saatiin: 12,5 kN; 25 kN ja 50,1 kN. (Liite 6/3)

Momentti ratkaistiin myös äärikallistustapauksessa, sillä voima jakaantuu voimakolmiossa kateeteille a ja c. Voimakolmiosta c kateetille saatiin arvo 17 kN ja se kerrottuna momenttivarrella 300 mm, momentiksi saatiin 5088 Nm. (Liite 6/3)

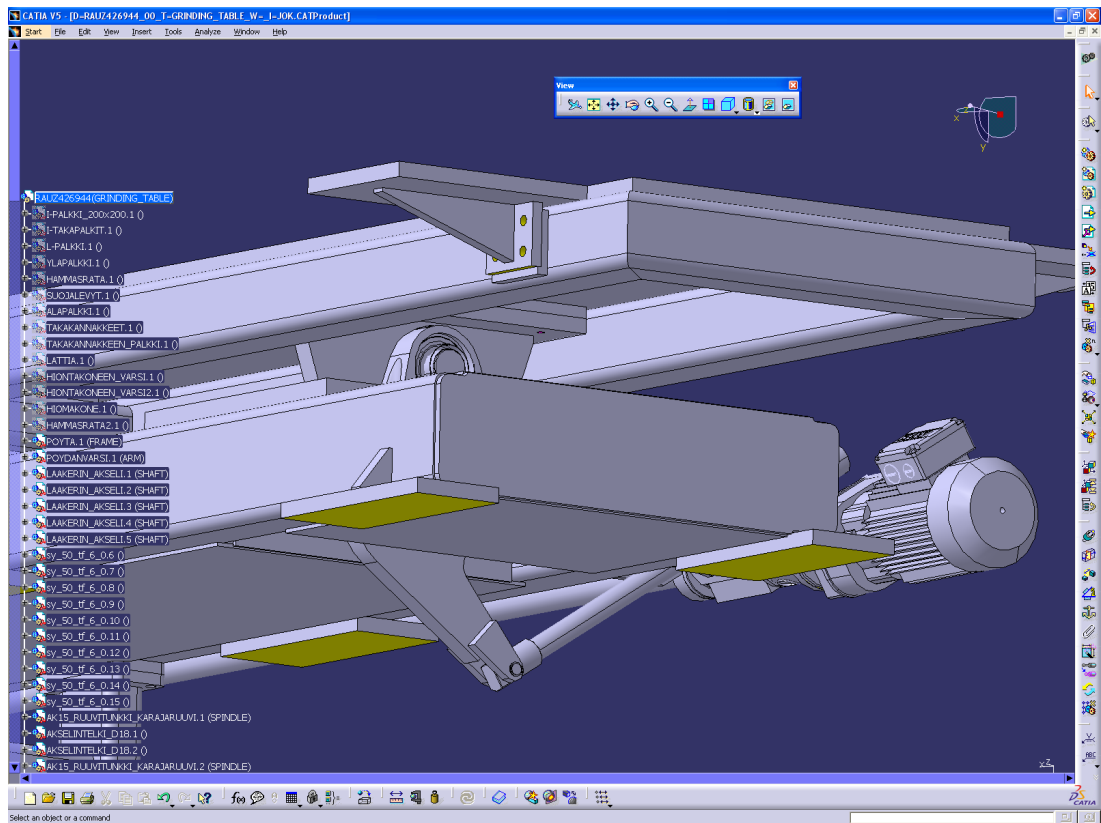
Ruuvitunkille tarvittava vastavoima, jotta voimasysteemi pysyisi tasapainossa laskettiin samoilla painoilla kuin nollakallistustapauksessakin. Voimien tuloksiksi saatiin: 12,7 kN; 25,4 kN; sekä 50,8 kN.



Kuva 8. Kallistus ja voimakolmio

Kallistettaessa sekä nollakallistuksessa voimat pysyvät melkein samoina, joten kallistuksella ei ole oleellista merkitystä ruuvitunkin valintaan. Ruuvitunkin valinnassa oli otettava huomioon se, että kallistukseen tarvitaan voimaa enemmän kuin laskuista saadut tulokset osoittavat, sillä laskuissa selvitettiin vain voimasysteemin tasapainotilaan vaadittavat vastavoimat. Riittävän varmuuskertoimen saavuttamiseksi ruuvitunkiksi valittiin malli A15. Niiden yhteenlaskettu voima on $(5 \cdot 15 \text{ kN}) = 75 \text{ kN}$, joka riittää hyvin kallistamaan vaikka kysessä olisi tapaus F(kok.). (Liite 6/3)

Ruuvitunkit toimitetaan valmiiksi öljytyinä mineraaliöljyllä. Niiden huoltaminen tapahtuu rasvanipan kautta, josta voitelun tarkistus ja lisääminen onnistuu helposti. Ruuvien suojaksi on mahdollista tilata suojaksi spiraalisuoja tai kumipalje. Suojaksi valittiin kuitenkin spiraalisuoja, koska se antaa paremman suojan ruuville. Myös akselinpäätt laakeriyksiköissä on mahdollista suojata erillisellä suojuksella, tässä tapauksessa suojausta ei kuitenkaan tarvittu. [9]

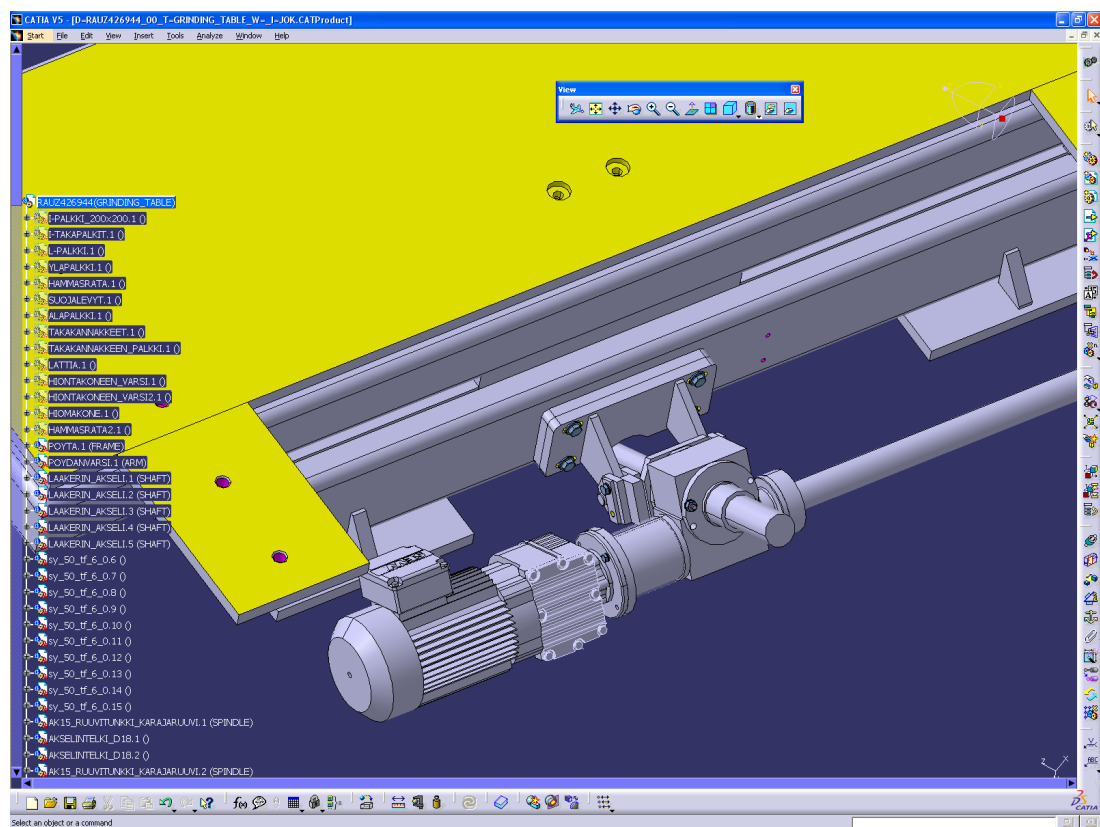


Kuva 9. Vaihdevoimasta välittyvä voima työntää ruuvitunkin ruuvia edestakaisin, jolloin laakeriyksikköjen päällä lepäävä varsi kallistuu kallistaen samalla siinä kiinni olevaa hiontatasoa.

5.5.3 Joustava kytkin

Joustavan kytkimen tärkeyttä ei voi vähätellä voimansiirtosysteemeissä. Sen tärkeimmät ominaisuudet ovat pienten pitkittäis- ja poikittaiskulmapoikkeamien salliminen, vääntömomenttisysäysten pienentäminen sekä värähtelyjen vaimentaminen ja akselisysteemin ominaistuuksien muuttaminen. Apulaitteen voimansiirtoa ajatelle tärkein ominaisuus on vääntömomenttisysäysten pienentäminen [10].

Joustavaa kytkintä ei voitu kuitenkaan suoraan liittää vaihdemoottorin ja ruuvitunkin väliin. Vaihdemoottorin ja ruuvitunkin väliin suunniteltiin erillinen suojus (liite 5/8). Suojusta suunniteltaessa oli otettava huomioon sekä vaihdemoottorin että ruuvitunkin reikäpiirit ja joustavan kytkimen dimensiot.



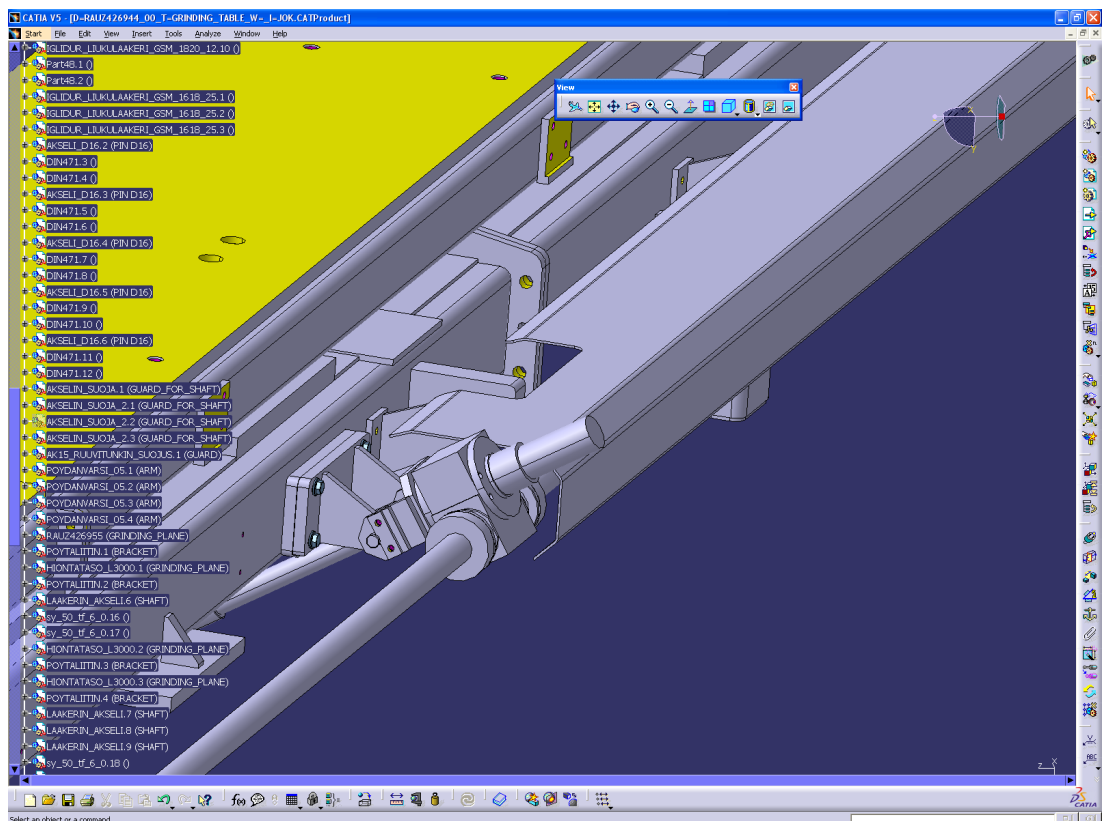
Kuva 10. Vaihdemoottori kiinnitettynä suojuksen, jonka sisällä on moottorin ruuvitunkin yhdistävä joustava kytkin.

5.6 Työturvallisuus

Hiontapöydän työturvallisuuteen ei tarvinnut kiinnittää suurta huomiota, sillä koneiden käyttö ja kallistus on vain hetkittäistä. Huoltotoimenpiteet suoritetaan laitteen ollessa nostettuna pois hiontapöydältä ja virta pois kytkettynä.

Kuitenkin laitteeseen suunniteltiin akseleille suojuukset. Suojusten tehtävänä on suojata vaatteiden tai muiden riippuvien esineiden tarttumista akseliin kallistuksen aikana. Myös mahdollisen hiontatyön tarkastamisen aikana ne suojaavat tarkastajaa vahinkokäynnistykseltä.

Akselinsuojusten (liitteet 5/11-14) rakenne ja kiinnitys suunniteltiin mahdollisimman yksinkertaiseksi. Suojukset valmistetaan kolmesta osasta: taivutetusta levystä, levyn kannakkeesta ja kiinnityslevystä. Suojukset kiinnitetään runkoon ruuveilla.



Kuva 11. Akselinsuojus runkoon kiinnitettyinä.

6 TYÖN TARKASTELU JA PÄÄTELMÄT

Hiontapöydän suunnittelu onnistui hyvin ja lopputulokseksi valmistuikin toimiva laite (liite 3), joka täyttää kaikki sille asetetut vaatimukset. Vaikka laitteella ei ollut kovin useita toiminnallisia vaatimuksia, niin siltikin suunnittelun aikana rakenteita ja ratkaisuja vaihdettiin moneen kertaan.

Jos suunnittelussa olisi haettu materiaalisäästöjä, niin rakenteita olisi voitu mitoittaa tarkoilla laskelmilla. Tässä projektissa oli kuitenkin tarkoitus saada tuotteesta mahdollisimman tukeva, joten rakenteiden mitoitusta ei nähty tarpeelliseksi. Ainoat laskelmat suoritettiin vaihdemoottorille sekä ruuvitunkeille.

Opinnäytetyö on ollut projektina mielenkiintoinen ja kokonaisvaltainen suunnittelu-työ työn vaatimuksista työpiirustusasteelle asti. Projekti onnistui hyvin ja sen antama kokemus käytännön työelämästä on kiistatta hyödyllistä tulevaisuutta ajatellen.

LÄHTEET

1. Palaveri, 18.5.2009, Karhula:JO-Kone Oy.
2. Joas, E. Haastattelu 26.5.2009. Karhula: JO-kone Oy.
3. Metson internetsivujen konserniesittely, Saatavissa:
<http://www.metso.com/fi> [viitattu 18.8.2009]
4. Javelin Technologiesin www-sivut. The main benefits of going 3D. Saatavissa
http://www.javelin-tech.com/main/solutions/going_3d_benefits.htm
[viitattu 14.8.2009]
5. Catia, Wikipedian artikkeli, Saatavissa:
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Catia> [viitattu 15.8.2009]
6. Koivisto, K., Laitinen, E., Niinimäki, M., Tiainen, T., Tillikka, P. & Tuomikoski, J.
1999. Konetekniikan materiaalioppi. 8. painos. Helsinki: Edita.
7. SKF general catalogue 4000E. 1989. Printed in W.Germany by Carl Gerber
GmbH.
8. SEW-Eurodrive tuotteet, Saatavissa:
<http://www.sew-eurodrive.fi/produkt/index.php#> [viitattu 3.10.2009]
9. Swedrive ruuvitunkkien tuotekatalogi, Saatavissa:
<http://www.swedrive.se/eng/default.asp> [viitattu 3.10.2009]
10. Airila, M., Jantunen, E., Kivioja, S., Laihontie, E., Nurmi, L., Pora, M., Ranta, A.
1987. Koneenosat. Porvoo: WSOY.

MHT-Hydraulivarsipöydät

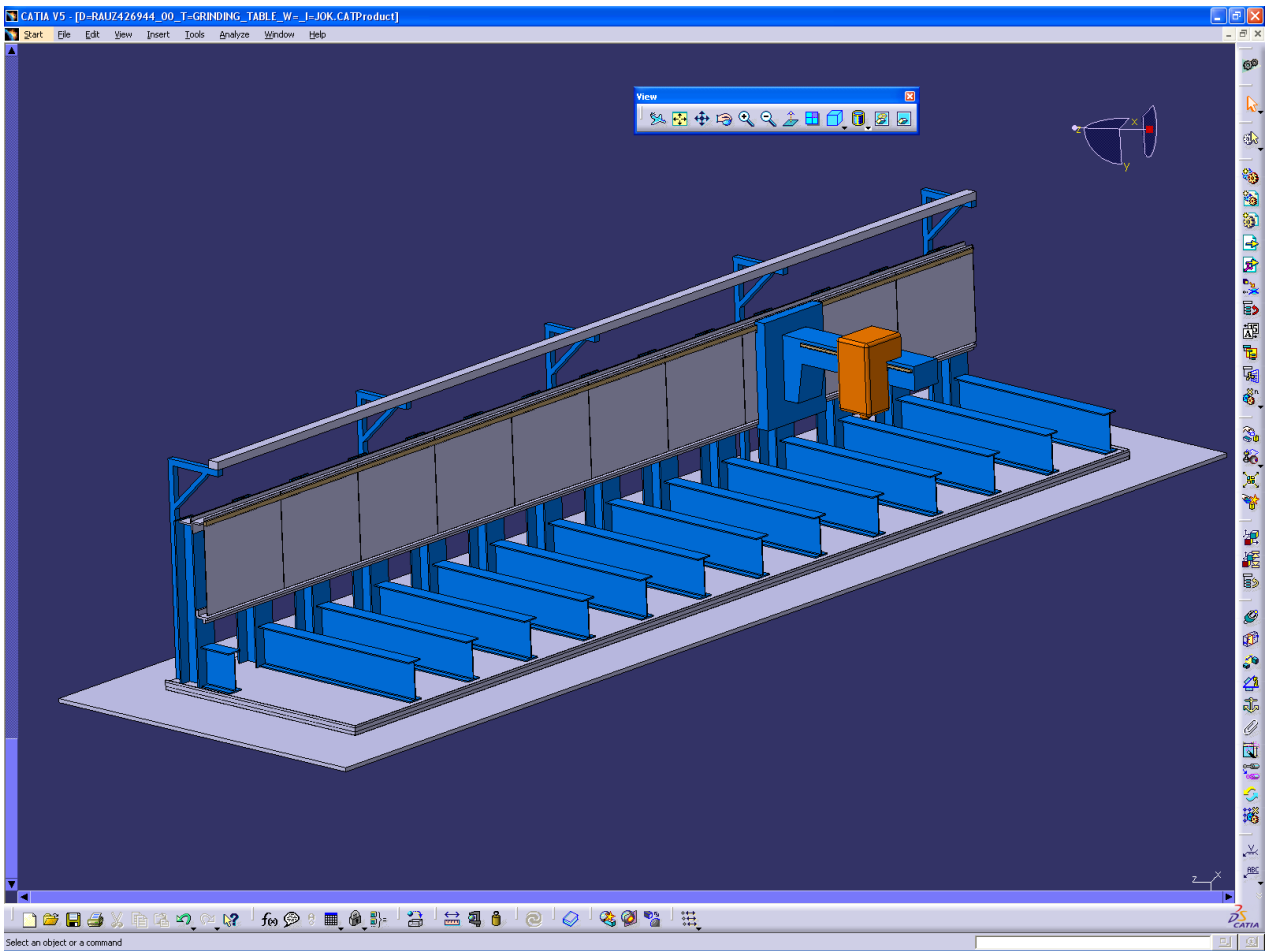
Pyöritys ja kallistus invertterikäyttö

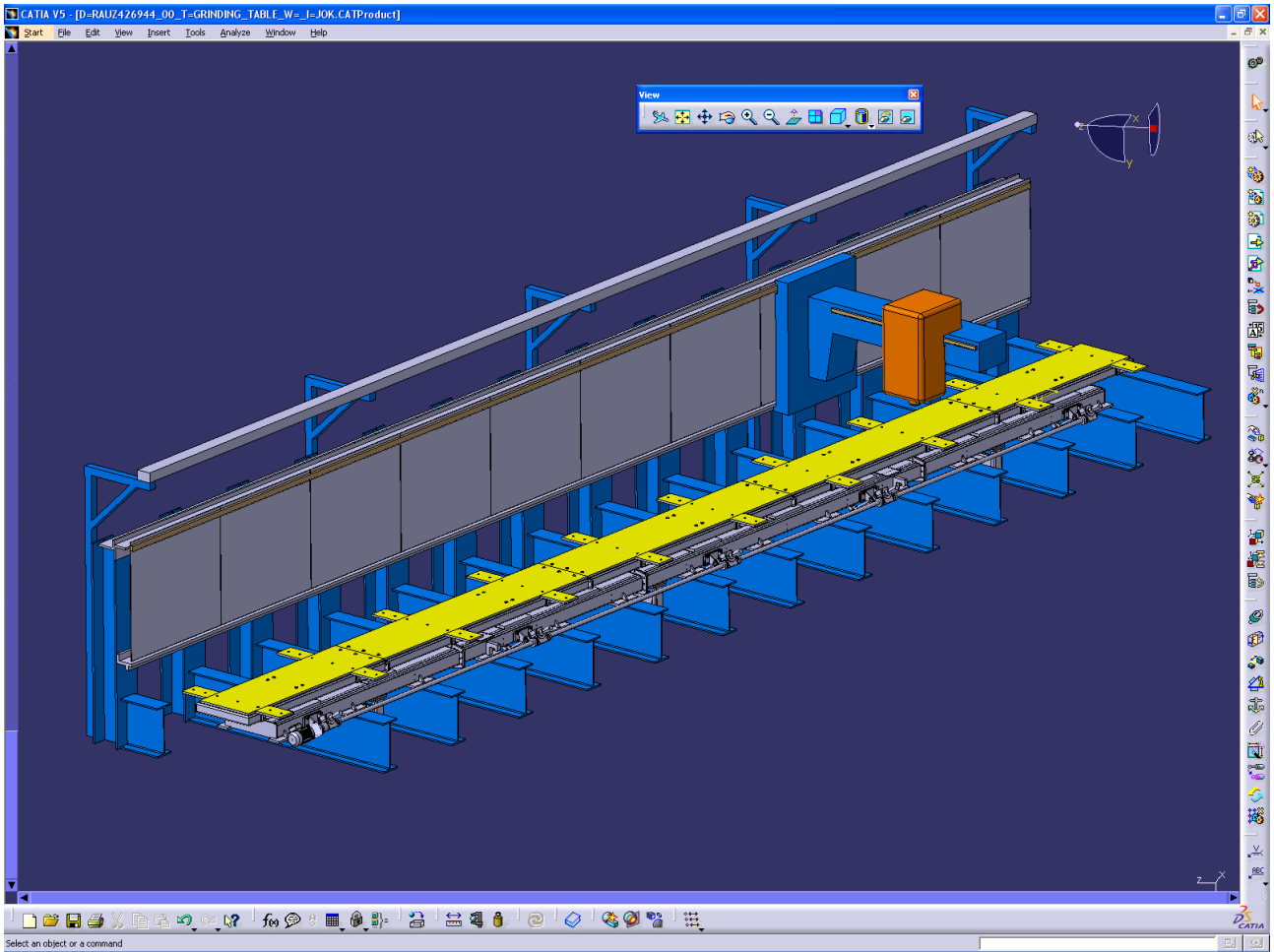
nostoliike hydraulinen



Tekniset tiedot:

Malli	MHT 800	MHT 1500	MHT 3000
Max. kuormitus. kg	800	1500	3000
Max. pyöritysmom. Nm	800	1500	3000
Max. kallistusmom. Nm	1700	3000	9000
Pyörimisnopeus kierr/min	0,1-2,0	0,08-1,6	0,05-1,6
Kallistuskulma °	0-135	0-135	0-135
Max. hitsausvirta A	400	400	1200
Pöytälevyn halkaisija mm	650	750	1000
Korkeus min/max	700/1400	800/1500	1000/1700
Mitat pituus/leveys mm	1800/850	2000/950	2220/1400
Liitäntäjännite	3 PH 4000 V	3 PH 400 V	3 PH 400 V
Paino kg	450	750	1740





A) Hiottavan kappaleen teoreettinen paino.**Kappaleen tilavuus**

$$V = 13 \text{ m} * 0,075 \text{ m} * 0,6 \text{ m}$$

$$V = 0,585 \text{ m}^3$$

Kappaleen paino

$$m = 7860 \text{ kg/m}^3 * 0,585 \text{ m}^3$$

$$m = 4598,1 \text{ kg} \approx 4600 \text{ kg}$$

B) Pystylaakereilla makaavat massat.

Kokonaispaino = Hiontataso (5kpl) + Varsi (3 kpl) + Hiottava kappale

$$m = 450 \text{ kg} * 3 + 300 \text{ kg} * 2 + 29 \text{ kg} * 5 + 4600 \text{ kg}$$

$$m = 6695 \text{ kg} \approx 6700 \text{ kg}$$

C) Teoreettinen momenttivoima kallistuksessa.**1/4 osa teoreettisesta laakereilla makaavasta painosta.**

$$m (1/4) = 6700 \text{ kg} / 4$$

$$m (1/4) = 1675 \text{ kg}$$

$$m (1/2) = 3350 \text{ kg}$$

$$m (\text{kok.}) = 6700 \text{ kg}$$

Voimat pisteessä A

$$F (1/4) = m * g$$

$$F (1/4) = 1675 \text{ kg} * 10 \text{ m/s}^2$$

$$F (1/4) = 16\,750 \text{ N} = 16,75 \text{ kN}$$

$$\text{Puolet painosta } F (1/2) = 33,50 \text{ kN}$$

$$\text{Kokopaino } F (\text{kok.}) = 67 \text{ kN}$$

Voimat (kateeti c) kallistettaessa ±10 astetta

$$\cos\beta = b / c$$

$$c = b / \cos\beta$$

$$c (1/4) = 16\,750 / \cos\beta$$

$$c (1/4) = 16\,958,7 \text{ N} \approx 17 \text{ kN}$$

$$\text{Puolet painosta } c(1/2) = 33\,917 \text{ N} \approx 34 \text{ kN}$$

$$\text{Kokopaino } c(\text{kok.}) = 67\,835 \text{ N} \approx 68 \text{ kN}$$

Momentti Piste A ympäri.

$$M = F * l$$

$$\pm 10 \text{ asteen kallistuskulma } M(\frac{1}{4}) = 16\,959 \text{ N} * 0,3 \text{ m} = 5088 \text{ Nm}$$

$$\text{Puolet painosta } \pm 10 \text{ asteen kallistuskulma } M(\frac{1}{2}) = 33\,917 \text{ N} * 0,3 \text{ m} = 10\,175 \text{ Nm}$$

$$\text{Kokopaino } \pm 10 \text{ asteen kallistuskulma } M(\text{kok.}) = 67\,835 \text{ N} * 0,3 \text{ m} = 20\,351 \text{ Nm}$$

Tarvittava voima tasapainotilan saavuttamiseksi.

$$M(\text{kappale}) = M(\text{tunkki})$$

$$F * l = F * l$$

$$F = (F * l) / l$$

0 astetta

$$F(\frac{1}{4}) = (16\,750 \text{ N} * 0,3 \text{ m}) / 0,401 \text{ m} = 12\,531 \text{ N}$$

$$F(\frac{1}{2}) = (33\,500 \text{ N} * 0,3 \text{ m}) / 0,401 \text{ m} = 25\,062 \text{ N}$$

$$F(\text{kok.}) = (67\,000 \text{ N} * 0,3 \text{ m}) / 0,401 \text{ m} = 50\,125 \text{ N}$$

± 10 asteen kallistuskulma

$$F(\frac{1}{4}) = (16\,959 \text{ N} * 0,3 \text{ m}) / 0,401 \text{ m} = 12\,688 \text{ N}$$

$$F(\frac{1}{2}) = (33\,917 \text{ N} * 0,3 \text{ m}) / 0,401 \text{ m} = 25\,374 \text{ N}$$

$$F(\text{kok.}) = (67\,835 \text{ N} * 0,3 \text{ m}) / 0,401 \text{ m} = 50\,749 \text{ N}$$