

Lasse Karisalmi

Edellytykset uuden kokoluokan vaihteen kokoonpanoon

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Insinööri (AMK)
Konetekniikan koulutusohjelma
Opinnäytetyö
17.11.2011

Tekijä(t) Otsikko	Lasse Karisalmi Edellytykset uuden kokoluokan vaihteen kokoonpanoon
Sivumäärä Aika	24 sivua + 2 liitettä 15.9.2010
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Konetekniikan koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Tuotantotekniikka
Ohjaaja(t)	Verstaspäällikkö Lauri Mattila Lehtori Markku Saarnio
<p>Opinnäytetyössä selvitettiin edellytyksiä uuden kokoluokan teollisuusvaihteen kokoonpanemiseksi Moventas Santasalo Oy:n Karkkilan tehtaalla. Työssä selvitettiin eri työvaiheiden vaatimia edellytyksiä ja otettiin selvää täyttyvätkö edellytykset vai tarvitseeko kokoonpanon alueella tehdä muutoksia.</p> <p>Tavoitteena oli miettiä miten eri työvaiheet saisi toteutettua helpoimmalla, edullisimmalla ja turvallisimmalla tavalla. Eri työvaiheiden läpikäynti työvaiheiden tekijöiden kanssa auttoi selvittämään, mitkä asiat olivat vaikeita toteuttaa ja mihin kaivattiin muutosta tai apuvälineitä.</p> <p>Työvaiheiden läpikäynnin perusteella ilmeni, että Karkkilan tehtaalla oli suuri osa kokoonpanotyöhön tarvittavista välineistä valmiina. Opinnäytetyössä on lähinnä käsitelty niitä välineitä, jotka nopeuttavat ja helpottavat kokoonpanotyötä. Tällaisia olivat muun muassa planeetankantajan erikoistyytöasema, valmiin vaihteen kääntötelinet ja muut telinet, jotka parantavat asentajien turvallisuutta.</p> <p>Jos käy niin, ettei Vertimill 3000 -vaihteita kokoonpannakaan Karkkilassa, tarvitaan apuvälineitä kuitenkin siellä, missä niitä kokoonpannaan. Vaihteen suuruusluokan takia oli tärkeää selvittää, miten vaihteita kokoonpannaan tulevaisuudessa.</p>	
Avainsanat	teollisuusvaihte, kokoonpano, varustelu

Author(s) Title Number of Pages Date	Lasse Karisalmi Conditions for New Gearsize Assembly 24 pages + 2 appendices 5 May 2010
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Machine Engineering
Specialisation option	Production Engineering
Instructor(s)	Lauri Mattila, Workshop Manager Markku Saarnio, Lecturer
<p>This Bachelor's thesis examined the conditions of composition of the new gearsize in Moventas Santasalo factory in Karkkila. The graduate study explores the different conditions required by the working phases and whether changes and alterations have to be made in the assembly area.</p> <p>The aim was to consider how the different working phases should be implemented in the easiest, most economical and safest way. The review of various working phases with the workers helped to explain, what things were difficult to implement and what changes were needed, or if accessory devices should be used.</p> <p>After the review of the working phases it appeared that the Karkkila factory has a major part of the necessary assembly instruments ready. This thesis has mainly dealt with the tools required to accelerate and facilitate the assembly work. These included the planet carrier's special workstation, finished gear's turning rack and other racks that enhance the safety of the installers.</p> <p>If it happens that Vertimill -3000 gears will be assembled somewhere else than at Karkkila factory, special tools are needed, however where they will be assembled. Gear unit size is the reason why it is so important to determine how the gears of this size will be assembled in the future.</p>	
Keywords	

Sisälllys

1	Johdanto	1
2	Tiedossa olevat ongelmat	1
3	Kokoonpanon työvaiheet	2
3.1	Vertimill 3000 ja krymppi	2
3.2	Vertimill 3000 ja putkitus	3
3.3	Vaihteen alaosan kokoonpano	3
3.3.1	Planeetankantajan kokoonpano	3
3.3.2	Kotelon alaosan kokoonpano	8
3.4	Vaihteen yläosan kokoonpano	10
3.4.1	Alkuvalmistelut	10
3.4.2	Lieriöosan kokoonpano	11
4	Vaihteen koeajo	17
4.1	Koeajon turvallisuus ja koeajomoottorin kytkeminen	17
4.2	Koeajo	18
4.3	Vaihteen kääntäminen	19
5	Vaihteen maalaus	19
6	Vaihteen varustelu	20
6.1	Toisiokytkimen lämmitys ja asennus	20
6.2	Ensiökytkimen asennus	22
6.3	Muita varusteita	22
6.4	Pakkaus	22
7	Vaihteen nosto lavetin kyytiin	23
8	Yhteenveto	24
	Lähteet	25
	Liitteet	
	Liite 1. Planeetankantajan teline	
	Liite 2. Valmis vaihde telineineen ja kytkimineen	

1 Johdanto

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää Moventas Santasalo Oy:n Karkkilan tehtaan edellytykset Vertimill 3000 -teollisuusvaihteiden kokoonpanoon. Vertimill 3000 -teollisuusvaihteita käytetään kaivoksissa pystyjauhinmyllyn osana. Pystyjauhinmyllyä käytetään hieno- ja jälkijauhatukseen. Moventas Santasalo Oy:lle on tärkeää, että Vertimill 3000 -teollisuusvaihteiden valmistus sujuisi nopeasti, turvallisesti ja helposti. Jos Vertimill 3000 -teollisuusvaihteita pystytään valmistamaan sujuvasti, niin tilauskantaa voitaisiin suurentaa. (1)

Kokoonpanotyön suorittamisessa on joitain ongelmia, joita pyrin selvittämään. Sellaisia ovat esimerkiksi erikoiset työvaiheet, nosturien riittämättömyys ja joidenkin työvaiheiden sujuvuus. Moventas on aiemmin valmistanut samantyyppisiä vaihteita, mutta ne ovat olleet pienempiä malleja (Vertimill 1500 -jauhinmyllyvaihde).

Työn alussa haastateltiin vaihteen suunnittelijaa ja menetelmäkehittäjää, joilla oli omat näkemyksensä mahdollisista ongelmista. Sen jälkeen siirryttiin konepajan puolelle ja haastateltiin asentajia, jotka tulevat kokoonpanemaan vaihteet ja lopuksi haastattelin haastateltiin niitä työntekijöitä, jotka tekevät loput työvaiheet, jotta vaihteet saadaan siihen kuntoon että ne voidaan lähettää asiakkaalle. Käsittelyjärjestyksenä työssä käytetään samaa järjestystä kuin kokoonpanossakin käytetään, jotta työn seuraaminen olisi selkeämpää.

2 Tiedossa olevat ongelmat

Vertimill 3000 -teollisuusvaihde on siitä ongelmallinen, että se painaa kokoonpantuna ja varusteltuna noin 38 000 kg. Moventas Santasalo Oy:n Karkkilan tehtaalla suurin yksittäinen nosturi on 20 000 kg maksimi nostokapasiteetiltaan.

Vertimill 3000 -teollisuusvaihteen konstruktio poikkeaa merkittävästi perinteisestä teollisuusvaihteesta, minkä vuoksi työvaiheet poikkeavat myös perinteisen teollisuusvaihteen kokoonpanosta.

Kun vaihde on iso ja painava niin varusteetkin ovat isoja ja painavia. Toisiokytkin on 1400 mm halkaisijaltaan ja 7000 kg painoltaan ja siten haastava asentaa, koska se täytyy lämmittää yli 100 -asteiseksi ja siirtää kokoonpanopaikalle, ennen kuin se ehtii jäähtyä. Asentaminen on myös tarkkaa työtä, koska kytkimen ja akselin väliin tulee kaksi kiilaa, jolloin kiilaurien on oltava täysin kohdallaan, jottei kytkin leikkaa kiinni ja mene jumiin.

Ongelmia tuottaa myös vaihteen korkeus. Kokoonpaneminen on hankalaa kun painavia osia täytyy asentaa korkealle.

3 Kokoonpanon työvaiheet

3.1 Vertimill 3000 ja krymppi

Krymppi eli lämpösovite on työvaiheena yksinkertainen. Aluksi on akseli ja hammaspyörä. Akselin halkaisija on suurempi kuin hammaspyörän sisäreikä. Kun akseli jäähtyy ja hammaspyörä kuumenee, niin akselin halkaisija pienenee ja hammaspyörän reiän halkaisija kasvaa. Tällöin akseli sopii hammaspyörän sisään. Lämmön tasaantuessa hammaspyörä kiinnittyy akselille.

Ennen kokoonpanoa tarvitsee akselit ja hammaspyörät lämpösovittaa toisiinsa, jotta ne ehtivät jäähtyä ennen laakerointia. Lämpösovitus tapahtuu lämpösovituspaikalla, jossa on uuni hammaspyöriä varten ja kylmäallas akseleita varten, siten että krympin työntekijä ottaa tarvittavat akselit ja hammaspyörät varastohissistä ja laittaa akselit kylmältaaseen, jonka lämpötila on noin -50 astetta. Hammaspyörät laitetaan uuniin, jonka lämpötila on 163 astetta. Tällöin akselit kutistuu hieman ja hammaspyörien reiät laajenevat. Sen jälkeen asennetaan hammaspyörä akselille ja annetaan jäähtyä.

Vertimill 3000 -teollisuusvaihteessa ei ole montaa osaa, jotka voidaan lämpösovittaa ennen kokoonpanoa. Tällaisia osia ovat vain ensimmäisen portaan hammasakseli ja

hammaspyörä, jotka asennetaan lämpösovitteella toisiinsa kiinni. Niiden välillä oleva lämpösovite eroaa kiilaliitoksesta sillä tavalla, että siinä on tiukemmat toleranssit eikä siinä ole kiilaa.

3.2 Vertimill 3000 ja putkitus

Vaihde täytyy putkittaa, jotta voiteluöljy pääsee kaikille laakereille. Koska vaihde on pystyvaihde eli ensiö on ylöspäin ja toisio kohti maata, voiteluun tarvitaan voiteluysikkö, joka pumppaa öljyä laakereille. Muuten ylimmät laakerit jäisivät ilman öljyä ja leikkaisivat kiinni.

Ennen kokoonpanon alkamista putkituksessa asennetaan sisäpuolinen putkitus, joka varmistaa öljyn saannin vaihteen yläpään laakereille. Vaihteeseen kuuluu myös vaihteen ulkopuolinen putkitus, jonka tehtävä on kuljettaa voiteluöljyä sisäpuoliselle putkitukselle. Ulkopuoliseen putkitukseen asennetaan myös tarvittavat mittarit ja liitin voiteluysikölle. Ulkopuolisen putkituksen asentaa asentaja, joka kokoonpanee vaihteen.

3.3 Vaihteen alaosan kokoonpano

Kokoonpano on eri omassa tehtaassa valmistettujen ja muualta hankittujen osien sekä standardikomponenttien ja –tarvikkeiden liittämistä toisiinsa toimivaksi tuotteeksi. Kokoonpano on usein hidasta ja viekin tuotteen kokonaistyoajasta jopa 20 – 40 %. (3, s. 111.)

Koska vaihde on niin suuri, on vaihde suunniteltu niin, että sen voi kokoonpanna kahdessa eri osassa ja yhdistää vasta lopuksi yhdeksi kokonaisuudeksi. Tämä vaikuttaa siihen että vaihteen yläosan kokoonpaneminen on helpompaa, kun osia ei tarvitse asentaa metrien korkeuteen.

3.3.1 Planeetankantajan kokoonpano

Planeetankantajaan eli käytännössä toisioakseli, jota pyörittää planeettahammas, asennetaan hammaspyörät laakereineen ja tangot jotka pitävät hammaspyörät

paikallaan. Työtä varten tehdään erikoistyöasema (kuva 1), joka on samanlainen kuin Vertimill 1500 -vaihdetta varten oleva työasema. Vertimill 3000 -vaihdetta varten oleva työasema tulee olemaan suurempi kokoinen, koska planeetankantaja on suurempi ja hammaspyörät ovat suurempia ja painavampia. Ainoastaan vanhaa tankojen jäähdytysastiaa voidaan käyttää Vertimill 3000 -vaihdetta kokoonpantaessa, koska astia on niin suuri, että Vertimill 3000 -vaihteen suuremmat tangot sopivat sen sisään.



Kuva 1: Vertimill 1500 –vaihteen planeetankantajan kokoonpanotyöasema

Työasema helpottaa planeetankantajan kokoonpanemista, koska sen kanssa ei tarvitse nostella niin paljoa hammaspyöriä. Työasemaan kuuluu säiliö tankojen jäähdyttämiseen (vasemmalla), teline planeetankantajaa varten (keskellä) ja liukurullat (oikealla), joita pitkin hammaspyörät työnnetään planeetankantajan sisään.

Kun planeetankantajan kokoonpano alkaa niin hammaspyörät viedään pesukoneeseen, jossa niitä pestään sen takia, että ne puhdistuvat kunnolla ja lämpenevät. Pesuvesi on

lämpötilaltaan 80 astetta. Seuraavaksi tangot laitetaan altaaseen ja päälle kaadetaan nestemäistä typpeä. Kokoonpanijan, joka kaataa nestemäisen typen säiliöön tulee varustautua kunnollisilla suojavaarusteilla, koska nestemäisen typen lämpötila on -196 astetta. Tangot jäähtyvät siellä noin -60 -asteiseksi. Se johtuu siitä, että nestemäinen typpi haihtuu nopeasti eikä tankoja pidetä altaassa kuin alle tunnin. Moventas Santasalo Oy:llä ei ole nestemäiselle typelle erillistä varastoa, joten nestemäinen typpi tarvitsee tilata aina erikseen, kun Vertimill -vaihteita kokoonpannaan.

Kun hammaspyörät ovat kuumenneet riittävästi pesukoneessa, ne viedään kokoonpanopaikalle laakeroitaviksi. Hammaspyörän alapuolinen laakeri asetetaan liukurullien päälle, jolloin hammaspyörä on helppo laskea laakerin päälle. Yläpuolinen laakeri lasketaan hammaspyörän sisäreikään saksinostimella. Laakeroidut hammaspyörät peitellään suojakankaalla, jotta lämpö tasaantuisi. Lämmön tarvitsee antaa tasaantua, että laakerit lämpenevät. Lämmön tasaantuessa pestään ja lämmitetään planeetankantaja.

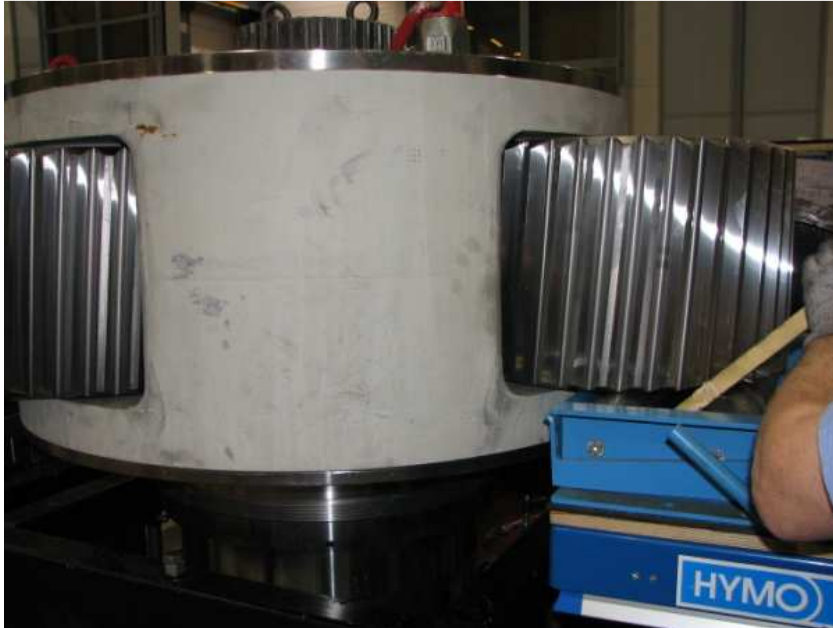
Planeetankantajan pesu ei ole aivan yksinkertaista. Sen siirtäminen kokoonpanopaikalle on hankalaa, koska se painaa niin paljon, etteivät Moventas Santasalo Oy:n sähkötrukit jaksa nostaa sitä. Se tarkoittaa sitä, että planeetankantajan nostamiseen tarvitaan dieselkäyttöinen trukki.

Planeetankantaja on niin korkea, ettei se mahdu pesukoneeseen pystyssä, joten se tarvitsee pestä kyljellään. Pesukoneen ritilä, jolle pestävät osat laitetaan, ei kestä planeetankantajan painoa, koska planeetankantaja on sen muotoinen, että paino ei jakaudu tasaisesti.

Tämä tarkoittaa sitä, että planeetankantajaa varten tarvitaan teline, jossa sitä kuljetetaan ja pestään. Sen pitää olla sellainen, että planeetankantajan saa nostettua turvallisesti trukilla, planeetankantajan on oltava telineessä kyljellään ja planeetankantajan on pysyttävä telineen kyydissä.

Planeetankantajan koon takia se ei sovi kuin ison linjan pesukoneeseen, joten se on pakko pestä siellä. Pesukoneessa on automaattinen fosfatointi, joka muodostaa planeetankantajan pinnalle ohuen fosfaattikidekerroksen, mutta siitä ei pitäisi olla haittaa.(2)

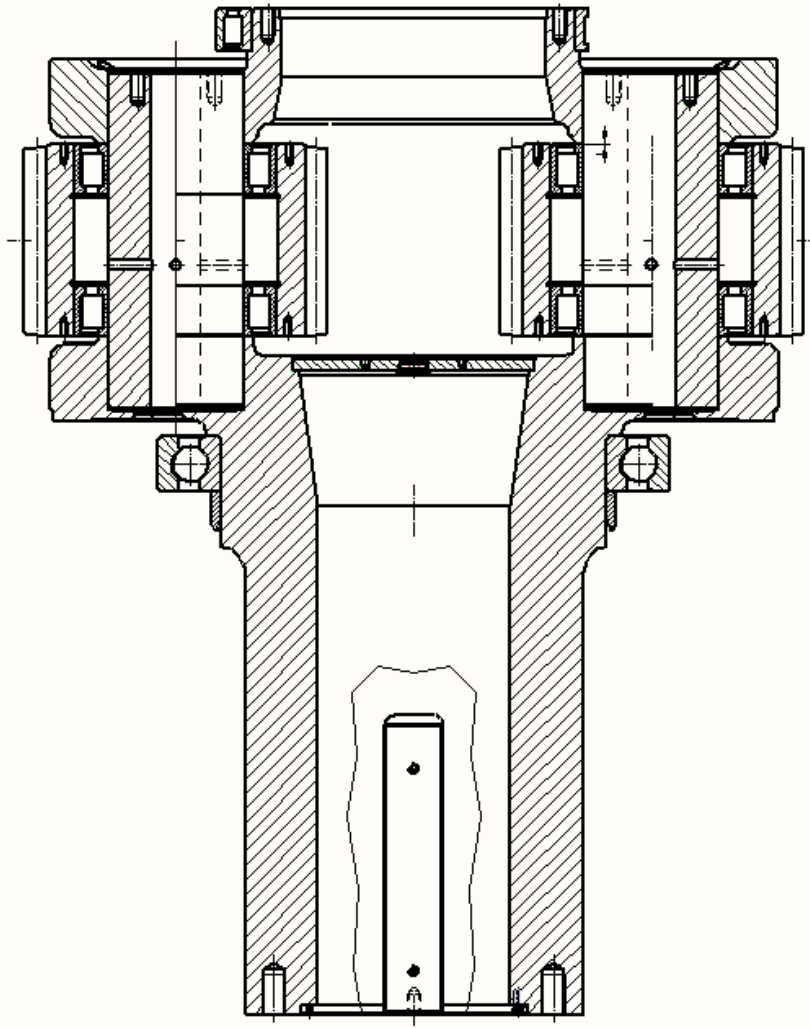
Pesun jälkeen planeetankantaja asetetaan pystyyn telineeseen, joka on suunniteltu nimenomaan planeetankantajan asennusta varten (liite 1.). Hammaspyörät ovat sillä välin siirtäneet osan lämmöstään laakereille, jolloin ne työnnetään rullakiskoa (kuva 2) pitkin planeetankantajassa olevaan koloonsa ja hammaspyörä keskitetään keskitystyökalulla.



Kuva 2: Hammaspyörän työntö planeetankantajan sisään (Vertimill 1500)

Kun hammaspyörä laakereineen on keskitetty, otetaan altaasta jäähtynyt tanko ja työnnetään se paikalleen, kuten kuvassa 2. Sen pitäisi mennä helposti paikalleen, koska laakerit ovat lämpimiä, tanko on kylmä sekä laakerit on keskitetty hyvin.

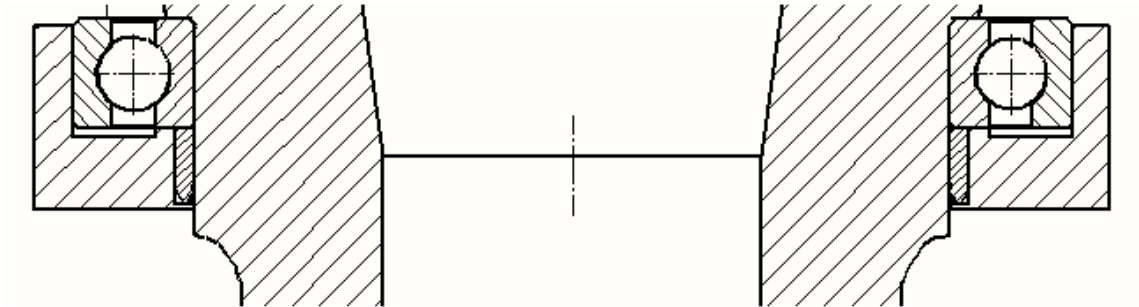
Tämä työvaihe toistetaan neljä kertaa, jotta kaikki 4 hammaspyörää saadaan paikalleen. Tämän jälkeen annetaan planeetankantajapaketin jäähtyä vuorokauden ajan. Kuvassa 3 näkyy valmiin planeetankantajan konstruktio.



Kuva 3: Planeetankantaja paketti

Planeetankantajan jäähdyttyä voidaan asentaa sen alapään laakeri sekä tiivisteholkki o-renkaineen. Tätä varten tehdään asennusholkki (kuva 4). Asennusholkkiin asetetaan tiivisteholkki, johon asennetaan o-rengas sekä laakeri. Tiivisteholkin o-rengas pysyy paikallaan, jos se on vain riittävän pitkä. Se myös kestää lämmön, joka syntyy induktiolämmittimen vaikutuksesta. Induktiolämmitin kuumentaa metallisia osia sähköisten pyörrevirtojen ja magneettisten hystereesi-ilmiöiden avulla. Asennusholkki nostetaan kokonaisuudessaan induktiolämmittimeen, jossa koko paketti lämmitetään 120 -asteiseksi.

Se nostetaan planeetankantajan telineeseen ja planeetankantaja lasketaan paketista läpi. Planeetankantajan paino pitää huolen siitä, että laakeri ja tiivisteholkki menevät pohjaan saakka.

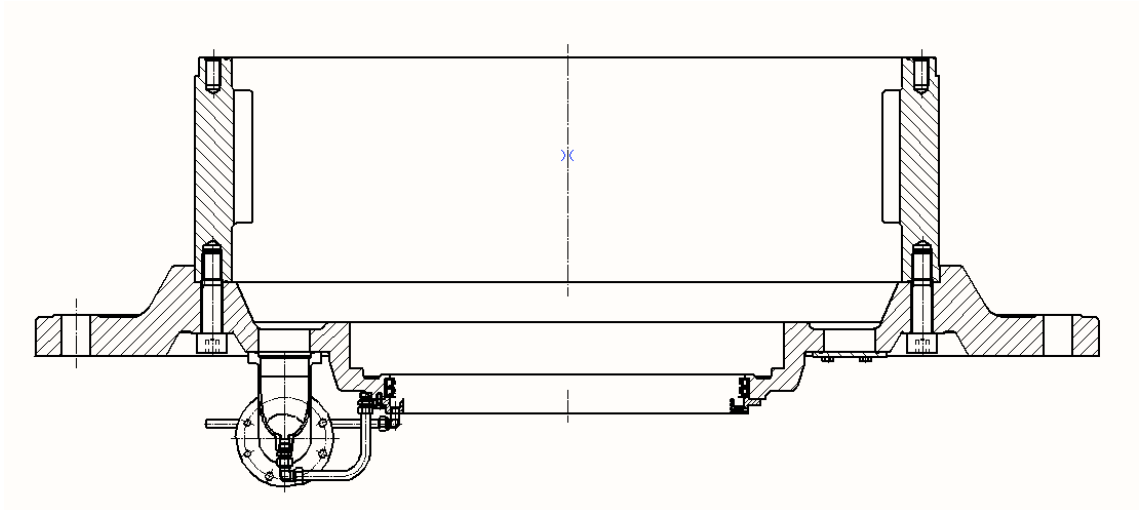


Kuva 4: Asennusholkki

3.3.2 Kotelon alaosan kokoonpano

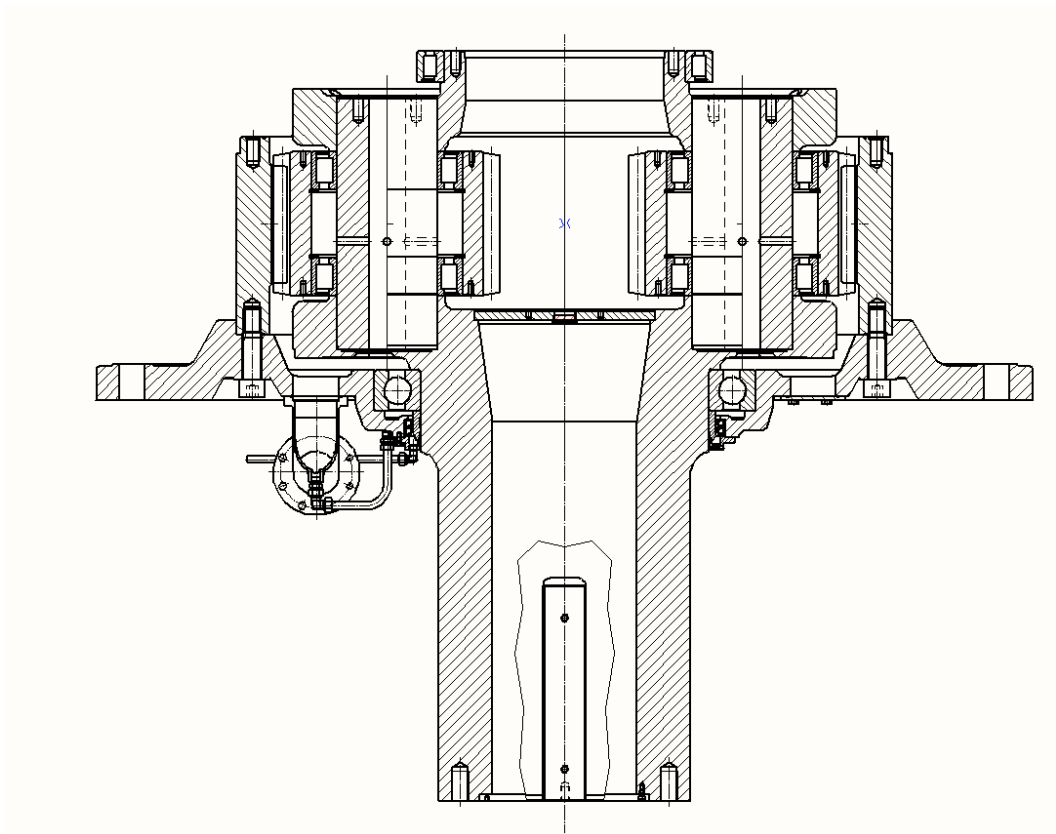
Kotelo koostuu neljästä kotelon osasta, kehäpyörästä sekä kehikosta, johon kotelo pultataan kiinni. Aluksi alaosa on väärinpäin, koska tiivisteet ja kansi on helpompi asentaa ylhäältä alaspäin. Kotelon alaosaan asennetaan tiivisteet ja kansi. Samalla alaosa putkitetaan ulkopuolelta, koska se on helppo tehdä tässä vaiheessa. Alaosa nostetaan kehäpyörän päälle. Tämä tehdään sen takia, että kehäpyörässä oleva o-rengas ei pysyisi paikallaan, jos o-rengasura olisi alaspäin, ja kiinnityssruuvit on helpompi asentaa yläkautta.

Kehäpyörän ollessa niin suuri halkaisijaltaan, ettei normaali kuormalava riitä. Tarvitaan kehäpyörää varten kuljetuskehikko, jossa se voidaan kuljettaa pesukoneeseen ja sieltä kokoonpanopaikalle. Kehäpyörä on myös silloin alustansa päällä, kun kotelon alaosa asennetaan sen päälle. Alaosan asennuksen jälkeen valmis alaosa käännetään oikeinpäin (kuva 5).



Kuva 5: Kotelon alaosa kokoonpantuna

Kun alaosa on valmis, se nostetaan kehikkoon ja pultataan kiinni. Seuraavaksi vuorossa on planeetankantajan asentaminen. Planeetankantaja lasketaan kotelon alaosaan. Ohjauksen planeetankantaja saa hammaspyörästä ja kehäpyörästä sekä laakerista, jolloin ei tarvitse pelätä tiivisteholkin naarmuuntumista ja planeetankantaja laskeutuu suoraan alas. Kuvassa 6 on vaihteen alaosa kokoonpantuna.



Kuva 6: Vaihteen alaosa kokoonpantuna

3.4 Vaihteen yläosan kokoonpano

Kun vaihteen planeetan kantaja on lämmin, sen pitää antaa jäähtyä ennen kuin sille voi tehdä mitään. Tässä tilanteessa on hyvä alkaa kokoonpanna vaihteen yläosaa eli lieriöosaa.

3.4.1 Alkuvalmistelut

Lieriöosan alimmainen kotelon osa asennetaan pukille eli telineeseen, jossa ollessaan kotelon osa on riittävästi ilmassa, jolloin aurinkoakselin asennuksessa aurinkoakseli ei osu lattiaan. Telineestä tulee samanlainen kuin Vertimill 1500 -vaihdetta varten on tehty, mutta suurempi.

3.4.2 Lieriöosan kokoonpano

Ensimmäinen vaihe on nostaa väliakselin alapään laakerin ulko-osa paikalleen koteloon. Koska laakeri painaa 155 kg ja se täytyy nostaa noin metrin korkeudelle, tarvitaan sitä varten erikoistyyökalu, saksinostin (kuva 7).



Kuva 7: Saksinostin käytössä

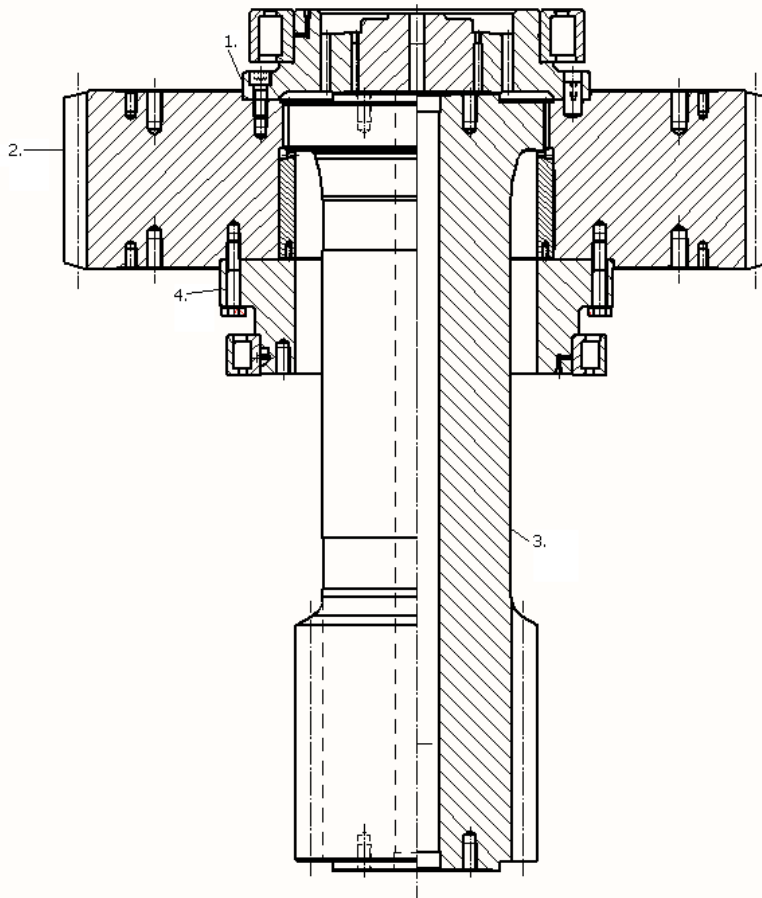
Saksinostimen avulla saa nostettua laakerin sisäreiästä ja laskettua sen pesäänsä. Saattaa olla, että koteloa tarvitsee lämmittää nestekaasulla, jos laakeripesä on tiukka. Lämmittäessä laakeripesän halkaisija suurenee hieman.

Väliakselin asennus on seuraava vaihe. Väliakseli tulee kokoonpanoon osittain koottuna, koska siinä kiinni olevat laipat tarvitsee koneistaa niiden ollessa kiinni hammaspyörässä.

Alempi laippa on kiinni lämpösovitteella, jolloin se on paikallaan kokoonpanoon tullessa. Laipan alla on asennettuna holkki.

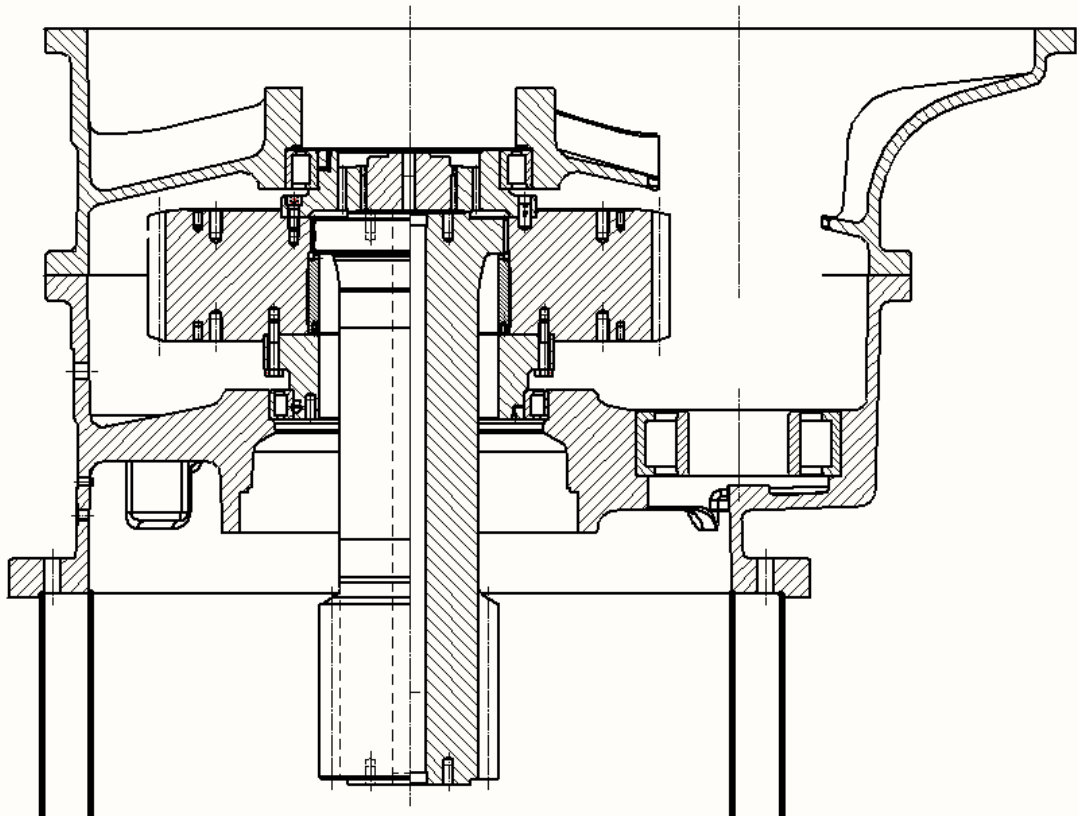
Ylempi laippa sokitetaan eli koneistusta ennen siihen porataan sokanreiät, joihin laitetaan sokat. Tämä tehdään siksi, että laippa irrotetaan koneistuksen jälkeen ja se pitäisi asentaa takaisin paikalleen täsmälleen oikeassa asennossa. Laipan irrotus on pakko tehdä, jotta aurinkoakselin saa asennettua hammastukselle, joka on hammaspyörän sisäreiässä.

Kuvassa 8 näkyy, että osat 2 ja 4 ovat kiinni toisissaan tullessaan koneistuksesta. Aurinkoakseli (osa 3) ja ylempi laippa (osa 1) asennetaan kokoonpanossa. Laakerit asennetaan kokoonpanossa. Tämän jälkeen asennetaan kotelon yläosa.



Kuva 8: Väliakseli koottuna

Kuvassa 9 on lieriöosan alaosa telineen päällä.



Kuva 9: Lieriöosan alaosa telineen päällä

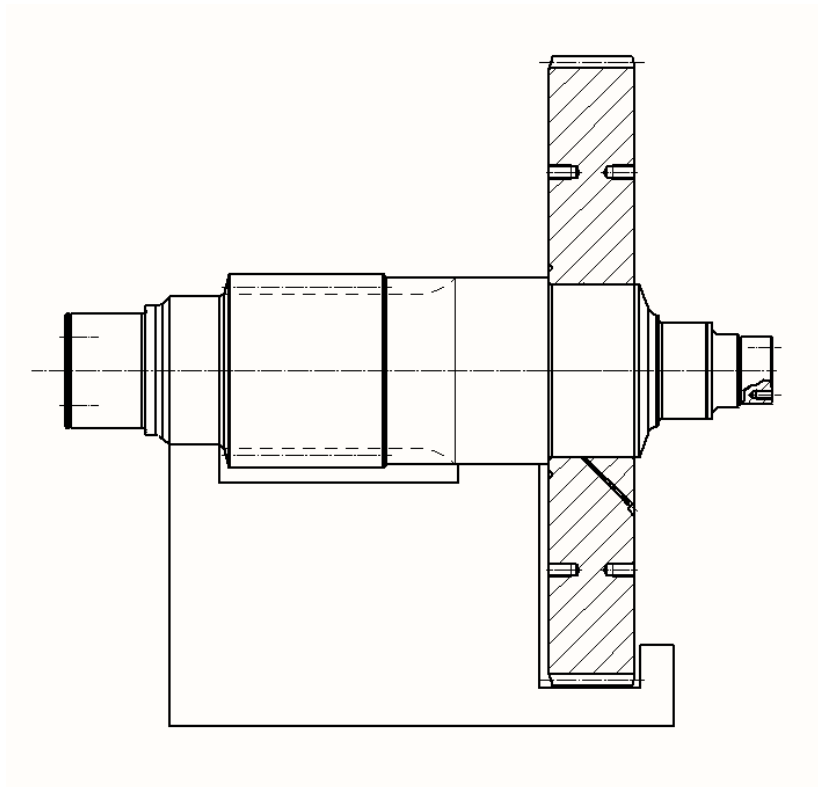
Seuraava vaihe on asentaa ensiön alapään laakerin ulko-osa pesäänsä. Siihen tarvitaan saksinostinta, koska korkeutta on reilusti ja laakeri painaa 72,5 kg. Nyt voi myös asentaa laakerien sisärenkaat akseleille.

Lieriöosan kokoonpanossa olisi suureksi avuksi, jos olisi siirreltävä porras, joka on tarpeeksi korkea, jotta osia ylettyy asentamaan. Sen olisi oltava myös riittävän iso ja tukeva. Kuvassa 10 on esimerkki portaasta, jollaisen voisi hankkia, mutta suuremman ja mielellään sen mallisen, että se ikään kuin kiertäisi vaihdetta. Toinen, hieman kalliimpi, mutta ehdottomasti parempi vaihtoehto olisi, että vaihdetta varten olisi kuoppa tehtaan lattiassa, johon sen saisi laskettua. Tällöin ei tarvitsisi mennä portaita pitkin painavat esineet sylissä, vaan kokoonpanija voisi olla koko ajan lattian tasalla.



Kuva 10: Esimerkki portaasta

Laakerien sisärenkaiden asennuksen helpottamiseksi on tarkoitus valmistaa väliakselille pukki (kuva 11), jossa väliakseli olisi kyljellään akselinpää vapaina ja sopivalla korkeudella. Tällöin laakerointi olisi helppoa, eikä akselia tarvitsisi käännellä turhaan, varsinkin kun akseli ja hammaspyörä yhdessä painavat 2820 kg.

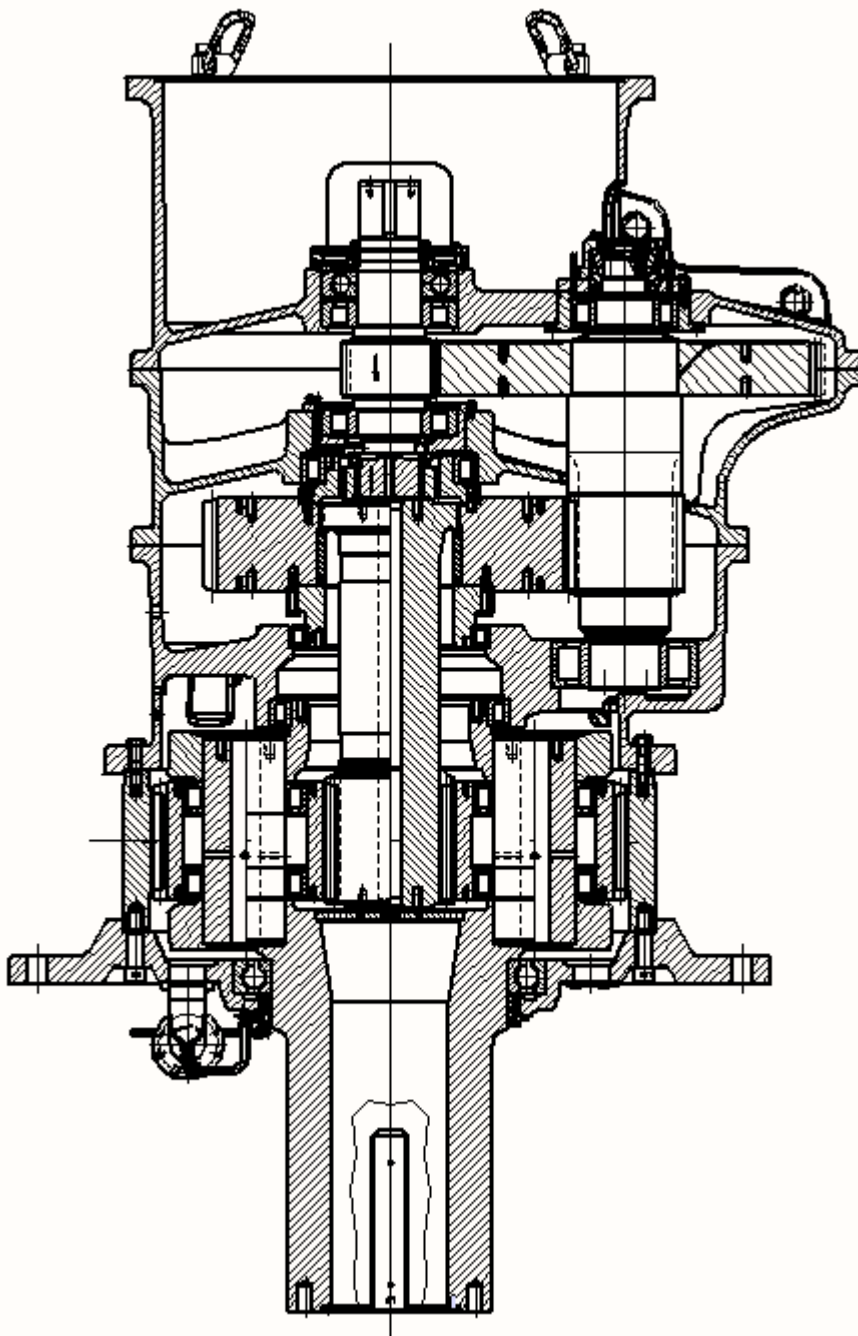


Kuva 11: Siirtopukin karkea hahmotelma

Väliakselin ja ensiöakselin voi laskea paikalleen seuraavaksi ja siirtyä sen jälkeen moottorilaipan eli kotelon yläosan asentamiseen. Moottorilaippaan asennetaan laippa, johon asennetaan väliakselin yläpään laakeri, sen jälkeen kun moottorilaippa on asennettu kotelon yläosaan.

Moottorilaippa asennetaan paikalleen, jolloin ensimmäisen portaan akselien yläpäät voidaan laakeroida. Ension yläpään laakerit lukitaan akselimutterilla. Akselimutteria varten tarvitsee teettää erikoisavain, jotta sen saa kiristettyä paikallaan.

Kun lieriöosa ja alaosa ovat valmiit, ne voidaan liittää toisiinsa. Lieriöosa nostetaan alaosan päälle, joka on kiinni telineessä. Ruuvit asennetaan paikalleen ja kiristetään. Tässä vaiheessa vaihde on valmis koeajettavaksi (kuva 12).



Kuva 12: Koeajovalmis vaihde

Ainoa nosturi, jolla vaihteen saa siirrettyä kokoonpanopaikalta koeajoon, sijaitsee lähes ulko-ovella. Se tarkoittaa sitä että kaikki muut nosturit on ajettava takaseinään kiinni, jotta suurimman nosturin saa vaihteen kohdalle. Suurin nosturi on nostokapasiteetiltaan 2 x 20 000kg. (4; 5)

4 Vaihteen koeajo

4.1 Koeajon turvallisuus ja koeajomoottorin kytkeminen

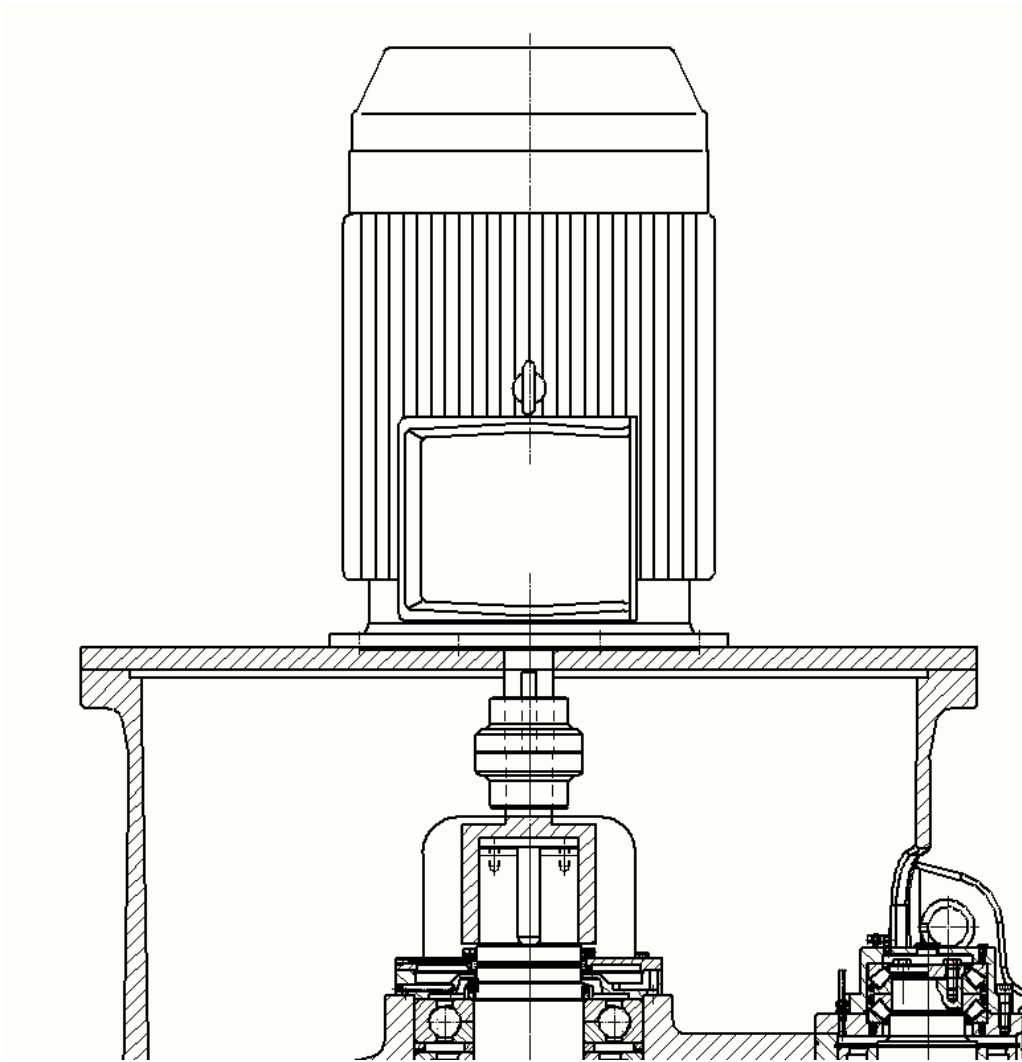
Kun normaalit perinteiset vaihteet koeajetaan, niin moottori sijaitsee matalalla, josta se on helppo kytkeä hihnalla vaihteen akselille kiinnitettävällä hihnapyörälle. Vertimillä 3000 -vaihteessa ensiöakseli on moottorilaipan sisällä 4,5 metrin korkeudessa, mikä asettaa omat ongelmansa moottorin asennukselle.

Koeajomoottori asennetaan levyyn, joka pultataan moottorilaippaan kiinni henkilönosturi apuna. Laippamoottori asennetaan levyyn, jossa on reiät vaihteen moottorilaippaan kiinnitystä varten. Moottorin akselille asennetaan Normexin kytkimen puolikas. Toinen kytkimen puolikas asennetaan vaihteen akselille tulevaan laippaan. Laipassa on ruuvi, joka kiristetään kiilauraan.

Normexin kytkin välissä varmistamassa sen, että jos vaihteessa on vikaa eikä se pyörikään toivotulla tavalla, niin kytkin rikkoontuu ennen vaihdetta.

Moottori voidaan pudottaa ylhäältäpäin suoraan akselille ja kiristää moottorilaipan tarkastusreiästä ruuvi kiilauraan (kuva 13). Tällöin laippa pysyy paikallaan eikä pyöri tyhjiä.

Paikalle tuodaan myös vaihteen voiteluyksikkö, jonka tarkoitus on pumpata, suodattaa ja jäähdyttää koeajon voiteluöljyä. Se kytketään vaihteen putkituksiin ja sähköverkkoon.



Kuva 13: Koeajomoottorin paikka

4.2 Koeajo

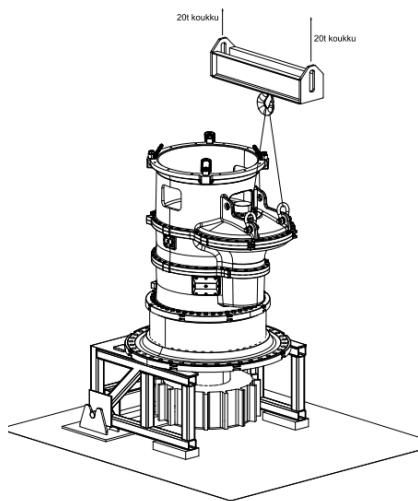
Kun moottori on paikallaan ja kytketty sähköverkkoon sekä voiteluyksikkö on paikallaan ja kytkettynä, on aika laittaa voiteluöljy vaihteeseen. Vaihteeseen menee noin 1100 litraa öljyä, jota voiteluysikkö pumpkaa laakereille.

Vaihdetta koeajetaan noin 2 tuntia, jos siinä ei ilmene ongelmia. Ongelmia ovat esimerkiksi öljyvuodot tai liiallinen kuumeneminen. Tämän jälkeen öljy otetaan talteen ja ajetaan suodattimien läpi, jotta se puhdistuu seuraavaa käyttöä varten. Voiteluysikkö ja koeajomoottori irrotetaan. Koeajomoottori viedään hyllyyn

odottamaan seuraavaa käyttöä. Voiteluyksikkö viedään pakkaamon lähelle odottamaan vaihteen valmistumista. (6)

4.3 Vaihteen kääntäminen

Kun vaihde on tyhjennetty, se tarvitsee kääntää kyljelleen maalausta varten. Kääntöä varten on suunniteltu ”sarana”, joka kiinnitetään koeajon lattialla oleviin uriin. Vaihteen telineessä on vastakappale saranoille. Saranan ansiosta osa vaihteesta koskee maahan koko käännön ajan, joten silloin nostureille ei tule niin suurta rasitusta. Jos vaihteen kääntäisi kahden nosturin varassa, olisi suuri mahdollisuus, että vaijerit eivät kestäisi, koska painopiste ylittyy ja vaihde heilahtaa, mikä luo suuren ja äkillisen voiman. Tässä vaiheessa vaihde painaa noin 31 000 kg. (7)



Kuva 14: Kääntösarana ja kääntämisen idea

5 Vaihteen maalaus

Ennen vaihteen varustelua vaihteesta pestään pois, maalijäämät, liimajäämät ja muut epäpuhtaudet. Kun vaihteen on annettu kuivua, on vuorossa pohjamaalaus, joka suoritetaan sen takia, että varsinainen pintamaali tarttuisi paremmin vaihteen pintaan. Lopuksi on vuorossa pintamaali, joka maalataan, kun pohjamaali on kuivunut. Pintamaalin värin päättää asiakas.

Maalaus tarvitsee ajoittaa sellaiseen aikaan, ettei ole muuta maalattavaa, koska kuivuminen vie aikaa, sillä vaihde ei mahdu kuivausuuniin. Eli kun Vertimill 3000 – vaihde on maalaamossa, ei siellä voi maalata kovinkaan paljoa muuta samalla. Sen takia illalla maalaaminen on kaikista paras vaihtoehto, koska vaihde saisi kuivua rauhassa yön yli. Tai sitten viikonloppuna maalaus olisi myös hyvä vaihtoehto.

Moventas Santasalo Oy:llä on muutama vuosi sitten rakennettu maalaamo, jossa Vertimill 3000 -vaihteen mahtuu pesemään ja maalaamaan. Maalaamo on koeajopaikan vieressä.

Vaihde maalataan värillä RAL5009. Maalauksessa ei pitäisi olla mitään ongelmia. Enkä perehdy siihen tämän enempää.

6 Vaihteen varustelu

6.1 Toisiokytkimen lämmitys ja asennus

Toisiokytkimen halkaisija on noin 1400 mm ja paino noin 7000 kg. Toisiokytkin asennetaan toisioakselille lämpösoviteliitoksella, ja kaksi kiilaa varmistaa, ettei kytkin pyöri tyhjää. Tästä tulee ongelma, koska ainoa tapa lämmittää toisiokytkin on laittaa se lämpösovitteeseen uuniin yöksi (kuva 15). Yöksi sen takia, että sen lämmittäminen on aikaa vievää ja päivisin uunia tarvitaan hammaspyörien kuumentamiseen. Uunilta on pitkä matka varusteluun ja ulkokautta kulkeminen on yksi vaihtoehto, jolloin kytkin jäähtyy hieman. Toinen vaihtoehto on tyhjentää keskisuurten vaihteiden kasausrinjan varusteluun johtavat kiskot. Tällöin ei tarvitsisi mennä ulkokautta, mutta jos töitä on ollut paljon, ulkokautta kulkeminen on todennäköisesti helpompi ja nopeampi tapa. Varusteluun päästessä kuuma kytkin täytyy nostaa pystyyn.



Kuva 15: Uunin takaovi, jonka eteen on varastoitu teollisuusvaihteiden kotelointia

Uunin mahtuu kappale, jonka mitat ovat 2000 x 2100 x 700 mm ja paino maksimissaan 8000 kg, joten kytkin mahtuu hyvin sinne. Kytкин on vietävä uuniin Moventas Santasalo Oy:n suurimmalla dieseltrukilla. Se on huono asia, koska uuni on kutakuinkin keskellä tehdasta. Aina kun kytkin halutaan asentaa, tarvitsee siivota reitti uunin takaovelle.

Kun kytkin on kuuma ja pystyssä, akselille laitetaan rasvaa ja toinen kiiloista ennen kytkimen asennusta. Kahta kiilaa en suosittele laittamaan, koska yhden kiilan kanssa asentaminen on helpompaa ja toisen kiilan voi laittaa jälkeensä. Kun kytkin on työnnetty paikalleen, on aika sovittaa toinen kiila. Saattaa olla, etteivät kiilaurat ole täysin kohdallaan, jolloin kiilaa saattaa joutua hieman muokkaamaan. Kytkimen saaminen oikeaan asentoon, josta sen saa akselille, ei tule varmasti olemaan helppoa, koska se on niin painava ja siten vaikeasti hallittava. (8)

6.2 Ensiökytkimen asennus

Ensiökytkin lämmitetään nestekaasulla vaihteen välittömässä läheisyydessä, jolloin se on helppo asentaa akselille. Akseli rasvataan, jotta kytkin liukuu hyvin tarvittavan pitkälle. (8)

6.3 Muita varusteita

Vaihde sisältää lämmittimiä 2 kappaletta. Varustelussa lämmittimiin asennetaan upotusputki, termostaatti ja kytkentäkotelot.

Vaihteen toisioakseli ja muut paljaat metallipinnat suojataan Tectyl-käsittelyllä, jota sivellään paljaille metallipinnoille korroosion estämiseksi. Ensiöakselia ei käsitellä Tectylillä.

Akselit lukitaan metallitangoilla jottei hammastus pääse vaurioitumaan kuljetuksen aikana. Tangot näkyvät liitteessä 2. (8)

6.4 Pakkaus

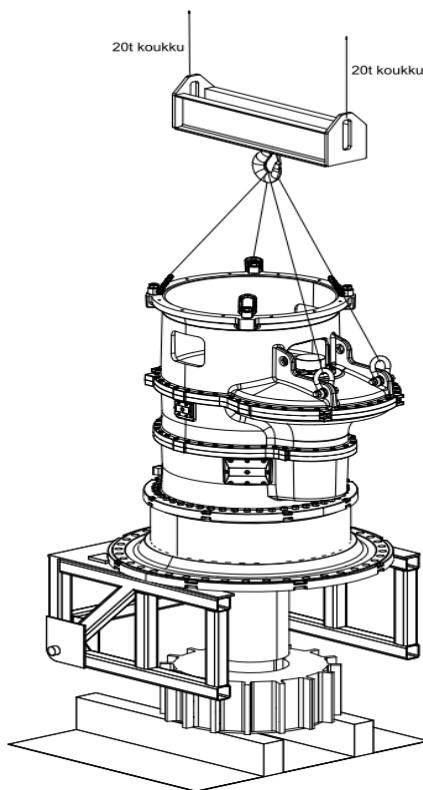
Kun vaihde on valmis, se suojataan ulkoisilta voimilta ja korroosiolta pakkausmuovilla ja kevytpeitteillä. Ensiöakseli ja ensiökytkin suojataan Crc:llä kyllästetyllä muovilla, ruostumisen estämiseksi.

Voiteluyksikköä varten tilataan sopiva vanerilaatikko, jossa se kuljetetaan. Vanerilaatikkoon asennetaan tukipuita, jotta laatikko ei menisi kuljetuksessa kasaan, jos se esimerkiksi joutuu puristuksiin.

7 Vaihteen nosto lavetin kyytiin

Kun vaihde on pakattu, matka jatkuu kohti asiakasta. Lavetti tilataan ajoissa, jotta vaihteen ei tarvitse olla pakkaamossa yhtään sen kauempaa kuin on tarpeen. Lavetin täytyy kestää vähintään 40 tonnia. Tässä vaiheessa vaihde painaa noin 38 000 kg, jolloin tehtaan nosturikapasiteetti alkaa käydä pieneksi. Ainoa nosturi, jolla vaihteen pystyy nostamaan, on 2 x 20 000 kg nostava. Tähän vaaditaan myös nostoketjut, jotka kestävät kuorman. Moventas Santasalo Oy:llä on sellaisia nostoketjuja, mutta ne kestävät kuorman vain nollakulmalla eli suoraan ylös nostaessa.

Ratkaisuna tähän teetämme nostopalkin (kuva 16), jonka avulla saamme tehtyä kahdesta koukusta yhden. Nostopalkin paino selviää vasta, kun se on valmistettu. Kevyt se ei tule olemaan missään tapauksessa. (7)



Kuva 16: Nostopalkki

8 Yhteenveto

Työssä on haastateltu työntekijöitä, jotka ovat olleet tekemisessä vaihteen suunnittelun kanssa, sekä työntekijöitä, jotka tulevat olemaan tekemisissä vaihteen kokoonpanon kanssa. Näiden haastattelujen pohjalta on ilmennyt asioita, jotka saattavat vaikeuttaa kokoonpanotyötä. Ongelmia havaitessani olen koettanut ratkaista ne omin neuvoin tai yhteistyössä muiden työntekijöiden kanssa, jotta ratkaisut olisivat mahdollisimman järkeviä.

Käsittelyn tuloksena olen sitä mieltä, että Vertimill 3000 -vaihteita voisi valmistaa tälläkin hetkellä Moventas Santasalo Oy:n Karkkilan tehtaalla, mutta se olisi vaikeaa ja turvatonta. Karkkilan tehdasta ei ole yksinkertaisesti suunniteltu näin suurten teollisuusvaihteiden kokoonpanoon. Muutamalla apuvälineellä kokoonpanotyö olisi varmasti helpompaa, turvallisempaa ja nopeampaa. Mutta olisiko se järkevää silti, jää kysymykseksi. Vertimill 3000 -teollisuusvaihte vie kuitenkin tilaa niin paljon, että se syö resursseja muiden teollisuusvaihteiden valmistukselta.

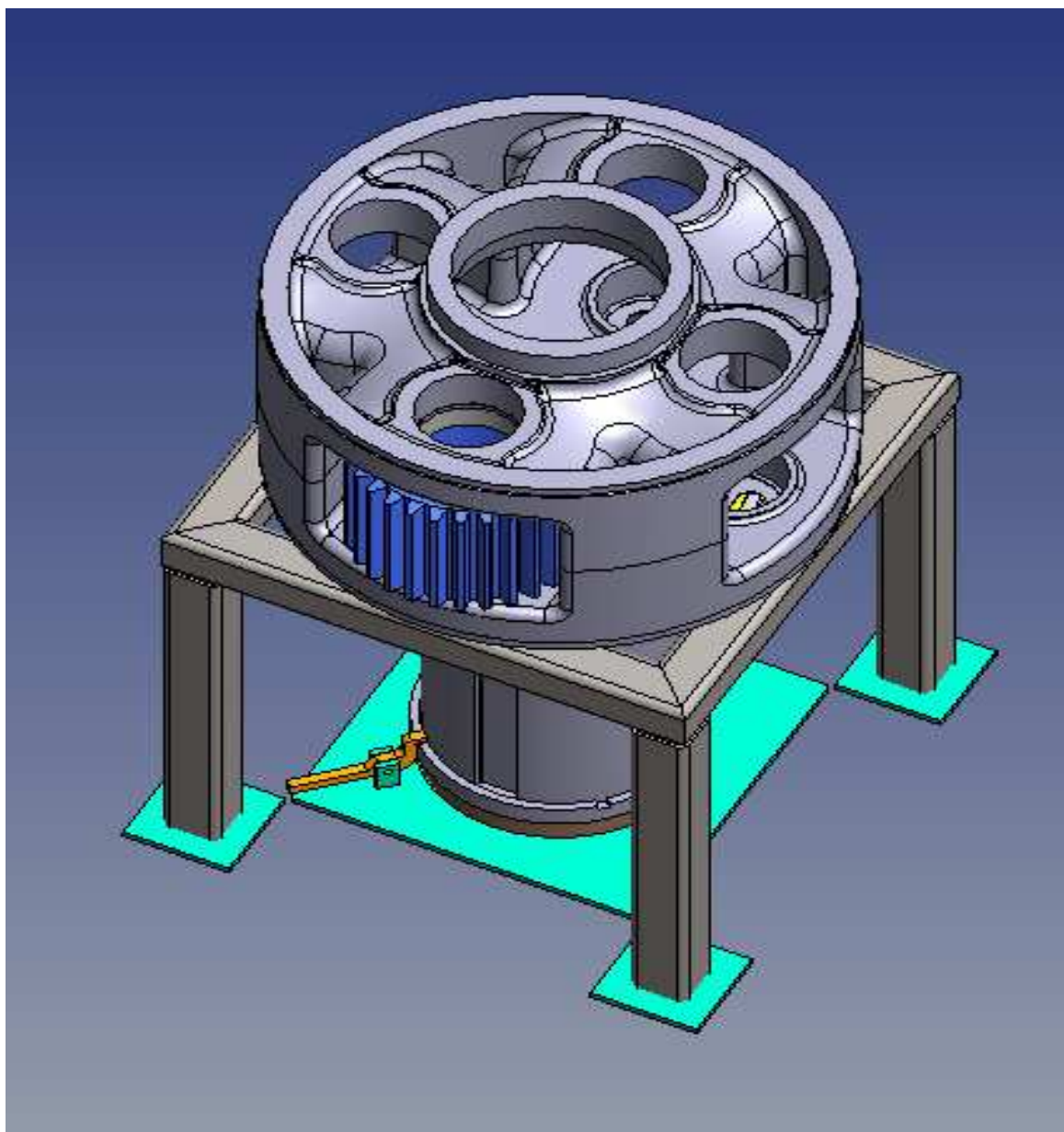
Vertimill 3000 -tilauksia on tullut jo runsaasti ja ne ovat tärkeitä yritykselle rahallisesti, koska Moventas Santasalo Oy on yrityssaneerauksessa tällä hetkellä. Siksi olisi tärkeää helpottaa ja nopeuttaa kokoonpanotyötä.

Paras ratkaisu olisi tietenkin, että kokoonpano tehtäisiin sellaisessa paikassa, jossa on riittävä nosturikapasiteetti ja asennuskuoppa vaihdetta varten, ettei tarvitsisi kiipeillä portailla turvallisuuden uhallä. Tällainen paikka löytyy esimerkiksi Moventaksen Jyväskylän tehtaalta, jossa on nostokapasiteettia 50 000 kg:aan asti ja se olisi muutenkin suunniteltu näin suurten vaihteiden kokoonpanemiseksi.

Lähteet

1. Vertimill 3000 -vaihteista suuri tilaus. 2011. Moventas Santasalo Intranet.
<http://intra.moventas.com/news/globalnews/globalnews2011/Pages/metsotilas_i14.aspx>, Luettu 7.11.2011.
2. Fosfointi. 2011. Verkkodokumentti. Horseman finlandia.
<<http://www.horsemanfinlandia.fi/?s=fosfat>>, Luettu 4.11.2011.
3. Kauppinen, Veijo. 1997. Kone- ja metallituoteteollisuuden tuotantojärjestelmät Helsinki: WSOY.
4. Palenius, Olli. 2011. Asentaja. Moventas Santasalo Oy. Karkkila. Haastattelu 4.11.2011.
5. Valto, Jarno. 2011. Asentaja. Moventas Santasalo Oy. Karkkila. Haastattelu 4.11.2011.
6. Järvinen, Jari. 2011. Koeajaja. Moventas Santasalo Oy. Karkkila. Haastattelu 4.11.2011.
7. Paakkunainen, Matti. 2011. Menetelmäkehittäjä. Moventas Santasalo Oy. Karkkila. Haastattelu 7.11.2011.
8. Hiltunen, Markus. 2011. Varustelija. Moventas Santasalo Oy. Karkkila. Haastattelu 8.11.2011.

1 Planeetankantajan teline



2 Valmis vaihde telineineen ja kytkimiseen

