

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Modernit tuotantojärjestelmät

Opinnäytetyö

Jukka Pausola

VENTTIILIVIPUSOLUN KEHITTÄMINEN

Työn ohjaaja

lehtori, diplomi-insinööri Arto Jokihaara

Työn teettäjä

Agco Sisu Power, valvojana tuotannon kehitysinsinööri

Mika Mattila

Tampere 2009

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikka
Modernit tuotantojärjestelmät

Pausola, Jukka
Venttiilivipusolun kehittäminen
Opinnäytetyö 28 sivua + 11 liitesivua
Työn ohjaaja lehtori, diplomi-insinööri Arto Jokihaara
Työn teettäjä AGCO Sisu Power, valvojana tuotannon kehitysinsinööri
Mika Mattila
Toukokuu 2009
Hakusanat venttiilivipu, robotti, automaatio

TIIVISTELMÄ

AGCO Sisu Powerin venttiilivipusolu ei pystynyt enää tuottamaan tarvittavaa määrää tuotteita. Neliventtiilimoottoreiden kasvanut kysyntä näkyi suoraan lisääntyneenä venttiilivipujen tarpeena. Vanha toimintamalli on aikoinaan ollut vain väliaikaisratkaisu ja vaatii solun käyttäjältä kohtuuttoman paljon työtä jokaista työkiertoa kohti. Tästä syystä venttiilivipusolua oli kehitettävä, jotta vipujen tuotanto pystyy vastaamaan kysyntään.

Yritykseltä tuli pyyntö tarkastella mahdollisuuksia kehittää nykyistä toimintamallia. Tuli myös tarkastella olisiko mahdollista ja tarpeellista muuttaa solua automatisoinnin kautta. Lähinnä kyseeseen tulisi venttiilivipuaihioiden vieminen suoraan koneistukseen nykyisen palettiin ruuvaamisen sijaan.

Vaihtoehdot jakaantuvat nykyisen menetelmän kehittämiseen, joka käydään lyhyesti läpi. Toisena vaihtoehtona käsitellään laajemmin solun automatisointi. Tulevaisuutta varten tutkittiin tarkemmin vaihtoehto, jossa solua automatisoidaan.

TAMPERE POLYTECHNIC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCE
Mechanical and Production Engineering
Modern Production Systems

Pausola, Jukka

The development of the rocker arm production cell

Engineering Thesis 28 pages, 11 appendices

Thesis Supervisor Arto Jokihara (MSc)

Commissioning Company AGCO Sisu Power, Production Development Engineer
Mika Mattila

May 2009

Keywords rocker arm, robot, automation

ABSTRACT

The rocker arm production of AGCO Sisu Power discussed in this work was not able to keep up the requirements. The demand of motors with four valves had increased a lot. That is why the demand of rocker arms increased. The old manufacturing method was only temporary and not good enough to follow the development. That is why it was necessary to update the production cell.

Company wanted me to explore, was it possible to make only little improvements to the cell that was already in use. They also wanted to see, if it is possible to automate the cell.

Options divide between updating the current method and automating the cell. Updating is explained shortly. For the future, the other option, automating the cell, is researched closely

ALKUSANAT

Agco Sisu Powerin tarjosi minulle ison haasteen opinnäytetyöksi. Venttiilivipusolun uudistaminen kuulosti isolta ja haastavalta projektilta. Kyseisten venttiilivipujen menekki kasvoi nopeasti ja oli tehtävä ratkaisuja solun kehittämisen suhteen.

Alkuvaiheista asti oli kuitenkin selvää, että yrityksen puolelta olisi saatavissa paljon tukea. Työn ohjaajana yrityksen puolelta toimi Mika Mattila, joka oli aina valmis keskustelemaan minun mielipiteistä ja kertomaan omansa. Palavereita oli mahdollista pitää aina, kun tarve niin vaati.

Uusien ratkaisujen selvittäminen ja niiden punnitseminen keskenään oli uutta ja mielenkiintoista. Haluankin kiittää Mika Mattilaa luottamuksesta ja yrityksen muita projektissa mukana olleita työntekijöitä yhteistyöstä tässä haastavassa projektissa.

Tampereella kesäkuussa 2009

Jukka Pausola

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	2
ABSTRACT	3
ALKUSANAT	4
SISÄLLYSLUETTELO.....	5
1 JOHDANTO	6
2 AGCO SISU POWER.....	7
3 NELIVENTTIILINEN SYLINTERIKANSIMALLI	7
4 LÄHTÖKOHDAT	9
5 NYKYJÄRJESTELMÄ	10
5.1 Paletit.....	11
5.2 Paletin latauspiste.....	12
5.3 Koneistussolu	14
5.3.1 Käyttöaste.....	14
5.3.2 Ongelmat	15
5.3.3 Tulevaisuuden vaatimukset.....	17
6 VAIHTOEHTOJEN ESITTELY	18
6.1 Nykyisen toimintamallin kehittäminen	18
6.2 Vipujen vienti suoraan koneistukseen.....	20
6.2.1 Paletin rakenne	21
6.2.2 Robotin tarttuja	21
6.2.3 Takeiden syöttö robotille	21
7 MENETELMÄN VALINTA	23
7.1 Kiinnittimet	24
7.2 Tarttuja	25
7.3 Syöttökuljetin	25
7.4 Työkierto.....	26
8 YHTEENVETO	26
LÄHDELUETTELO.....	27
LIITTEET	28

1 JOHDANTO

Agco Sisu Power on yli 60 vuotta Linnavuorella toiminut dieselmoottoritehdas. Se valmistaa dieselmoottoreita työkoneisiin, generaattoreihin sekä traktoreihin. Agco Sisu Powerin (ent. Sisu Diesel) fuusioituessa AGCO-konserniin ja sen mukana tehdyt suuret investoinnit nostivat Agco Sisu Powerin yhdeksi maailman merkittävimmäksi dieselmoottorien valmistajaksi. Tehtaan kapasiteettia on kasvatettu lisäämällä automatisoinnin määrää ja investoimalla uusiin tuotantokoneisiin. Agco Sisu Power on edelläkävijä nykyaikaisessa moottoriteknologiassa. Nykyaikana tärkeä osa mitä tahansa teollisuutta on ympäristöystävällisyys. Tehtaan uudet Citius-sarjan moottorit täyttävät nykyiset tiukat päästövaatimukset niin Euroopassa kuin Pohjois-Amerikassa. Moottorit on myös kehitetty toimimaan biopoltoaineella. Henkilöstömäärä yrityksessä on 700 henkilöä ja projektien valmistuessa henkilöstöä lisätään. Tällä hetkellä tehdas valmistaa 30 000 moottoria vuodessa ja tulevaisuudessa tavoitteet ja vaatimukset valmistusmäärän suhteen kasvavat.

Tehtävänä on kehittää venttiilivipujen valmistukseen käytettävää solua. Nykyinen järjestelmä ei vastaa tämän hetken kasvavia tarpeita. Työn aihe keskittyy nykyisten ongelmien kuvaamiseen ja toimintaa tehostavien vaihtoehtojen esittämiseen. Soluun kuuluva vipujen jälkikäsitteilyyn keskittyvä osio jää tässä työssä huomiotta sen toimivuuden takia. Yrityksen puolelta on annettu alustavia vaihtoehtoja, joita tulisi selvittää tarkemmin. Toisaalta työn suhteen on annettu myös ns. vapaat kädet ja omien ideoiden ja suunnitelmien tuominen julki on mahdollista, jopa suotavaa. Käyn läpi kaksi vaihtoehtoa: nykyisen järjestelmän kehittämisen ja solun automatisoinnin tehostamisen.

2 AGCO SISU POWER

Agco Sisu Power tarjoaa edistyksellistä työkonemoottoritekniikkaa. Kilpailutilanne alalla ja pakokaasupäästöjen alentaminen Yhdysvalloissa ja Euroopassa vaativat jatkuvaa teknologian kehittämistä. Päästörajat tulevat voimaan portaittain. Stage 1 -vaiheen päästörajat tulivat voimaan 1990-luvun lopulla, ja tällä hetkellä on käynnissä vaihe Stage 3A. Agco Sisu Powerilla tämän vaiheen moottorit on ristitty Citius- sarjaksi. /1/

Peruseriaate uudessa moottorisarjassa on ohjata palamista niin, että se tapahtuu mahdollisimman matalassa lämpötilassa. Tämän ansiosta hankalien typpioksidien muodostuminen on pienempää, koska ilmassa oleva typpi ei pääse hapettumaan palamisilmassa olevan hapen kanssa. /1/

Citius- sarjan moottoreihin yli 75 kW:n luokkaan tuli uutta tekniikka seuraavasti:

- yhteispaine eli ns. Common Rail -ruiskutusjärjestelmä
- kolmannen sukupolven SisuTronic- elektroninen ohjauselektronikka (EEM 3)
- neliventtiilinen sylinterikansi isommille tehoille

- uusi palamistekniikka
- uusi turboahtimen sovitin

Kaikki Citius- sarjan moottorit ovat turboahdettuja ja välijäähdytettyjä

3 NELIVENTTIILINEN SYLINTERIKANSIMALLI

Neljä venttiiliä sylinteriä kohti parantaa kaasunvaihtoa ja pienentää pumppaushäviöitä. Se mahdollistaa suuttimen sijoituksen keskelle sylinteriä pystyasentoon venttiilien keskelle. Tällöin palotila männässä voidaan sijoittaa täsmälleen sylinterin keskelle. Näin palamisen ohjaus on tarkempaa. Neliventtiilikansi on tarpeen isoilla tehotiheyksillä paremman kaasunvaihdon ja tarkemman polttonesteen ruiskutuksen ansiosta. Neliventtiilikannen

sisäseinämät parantavat mekaanista kuormitettavuutta. Myös lämpökuormitus jakautuu tasaisemmin. Nämä yhdessä Agco Sisu Powerissa käytettävän teräskansitiivisteiden kanssa sallivat suuriakin tehotehokkuuksia luotettavasti. /1/

Venttiilivipu

Venttiilien toimintaa moottoreissa ohjataan nokka-akselilla. Nokka-akseliin on koneistettu epäkeskeisiä osuuksia. Epäkeskoja seuraa nostaja, joka noustessaan epäkeskon huipulle työntää työntötankoa. Työntötangon päässä oleva kuppi pitää työntötangon keinuviivun säätöruuvilla alla. Keinuvipu, joka on laakeroitu akselin ympäri, kääntää liikkeen suunnan kansiventtiilirakenteelle sopivaksi. Kuvassa 1 on koneistamattomat imu- ja pakoventtiilivivut. Kuvassa 2 taas on koneistetut venttiilivivut.



Kuva 1 Koneistamattomat imu- ja pakoventtiilivipu



Kuva 2 Koneistetut imu- ja pakovoenttiilivipu

4 LÄHTÖKOHDAT

Paletteja on nykyään kaksi, imuvivuille ja pakovivuille omansa. Imuventtiilien paletti näkyy kuvassa 4. Käytössä on kaksi pystykaraista työstökeskusta. Ne on ohjelmoitu siten, että toinen valmistaa imuvipuja ja toinen pakovipuja.

Venttiilivivuille tehdään seuraavat koneistukset (suluissa käytettävä työkalu) :

- | | |
|--|------------------|
| 1. Akselin porauksen avaus | (U-pora) |
| 2. Akselin porauksen yläviisteiden jysintä ja lisäporaus | (avarrin) |
| 3. Akselin porauksen alaviisteiden jysintä | (erikoistyökalu) |
| 4. Nokan säteen jysintä (rouhinta) | (siilijyrsin) |
| 5. Nokan säteen jysintä (viimeistely) | (varsijyrsin) |
| 6. Säättöruuvien tasauksen jysintä | (varsijyrsin) |
| 7. Säättöruuvien poraus | (tasoupotin) |
| 8. Säättöruuvien kierteiden teko | (kierretappi) |
| 9. Öljyreian poraus | (kierukkapora) |
| 10. Kalvinta | (kalvain) |

Robotti hakee koneistajan valmistelemat paletit rullaradalta, josta se vie ne koneistettavaksi työstökeskuksille. Työstöajat työstökeskuksille on seuraavat:

- Imuvipujen eli pidempien vipujen työstöaika on 9 min 48 sek, siitä hetkestä kun keskuksen ovi menee kiinni siihen hetkeen kun ovi aukeaa.

- Pakovivuilla (lyhyempi vipu) työstöaika on 12 min 5 sek.

Kokonaiskiertoajat eli ajat paletin hausta paletin hakuun:

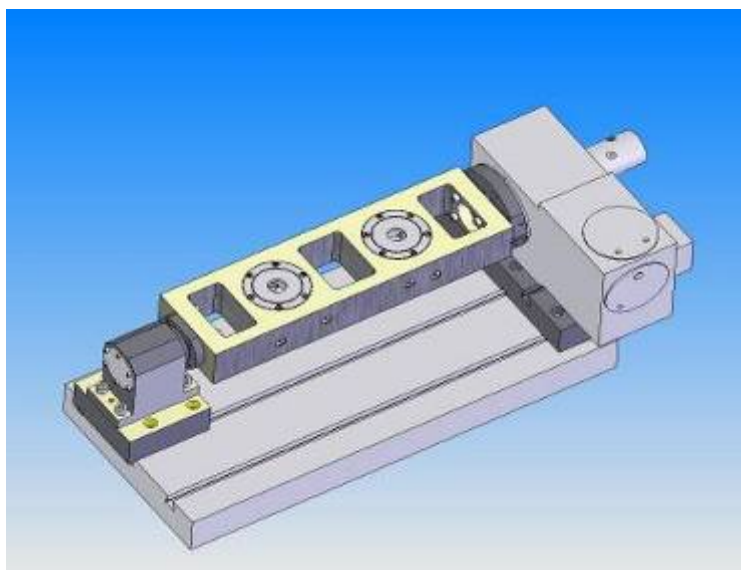
- Imuvivulla 10 min 42 sek.

- Pakovivuilla 12 min 5 sek.

5 NYKYJÄRJESTELMÄ

Solu on rakennettu 4-venttiilikoneen venttiilivipujen valmistukseen. Solun tuotanto-osaan kuuluu sen keskipisteessä oleva Fanucin robotti, kaksi pystykaraista koneistuskeskusta sekä palettien täyttö- ja purkupiste (Liite 1). Alkujaan, kun nykyinen ”tilapäisratkaisu” otettiin käyttöön, venttiilivipujen menekki oli 600 kpl/viikko. Tämä ei tuottanut mitään vaikeuksia ja oli helposti tehtävissä ilman suurempia ponnisteluja. Nykyään vipuja valmistuu 4000 kpl/viikko. Työtä tehdään kolmessa vuorossa. Tämänhetkinen valmistusmäärä liikkuu hyvin lähellä maksimia, mitä nykytilanteessa on mahdollista tehdä. Arvioitu katto tämän hetken menetelmillä on n. 4200 kpl viikossa.

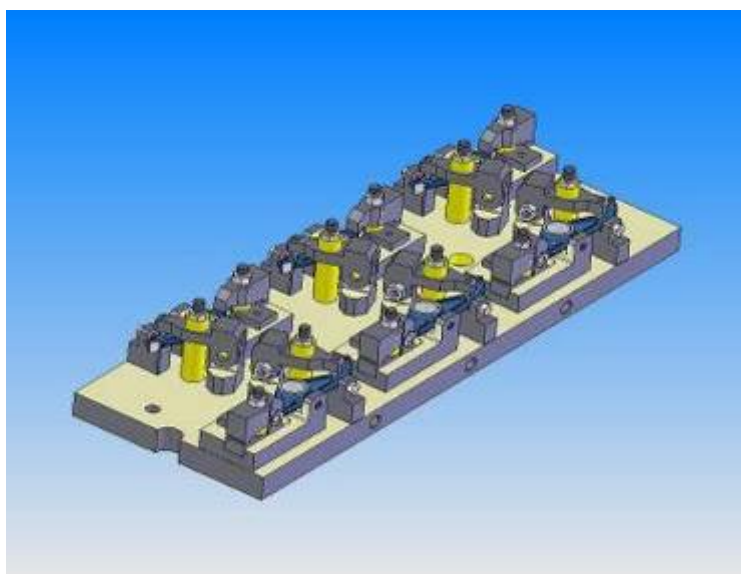
5.1 Paletit



Kuva 3 Hydraulinen, 2-puolinen kiinnitin paleteille kääntöpöydässä

Kuvassa 3 näkyy koneistuskeskuksessa oleva kääntöpöytä, jossa on 2-puolinen hydraulikalla toimiva kiinnitys paletteja varten. Tämä mahdollistaa kuvan mukaisen, kahden paletin kiinnityksen kerralla.

Paleteille mahtuu 6 tai 8 venttiilivipua, riippuen siitä, kummasta viputyypistä on kyse. Kuvassa 4 on imuventtiileille suunniteltu paletti, jolle sopii 6 vipua. Kuvasta selviää, että jokaista vipua varten on kaksi kiinnitysruuvia. Vipujen kiinnittämisessä ja ruuvien kiinnitysjärjestyksessä on työntekijäkohtaisia eroja, riippuen tottumuksista.



Kuva 4 Imuventtiilien paletti

5.2 Paletin latauspiste

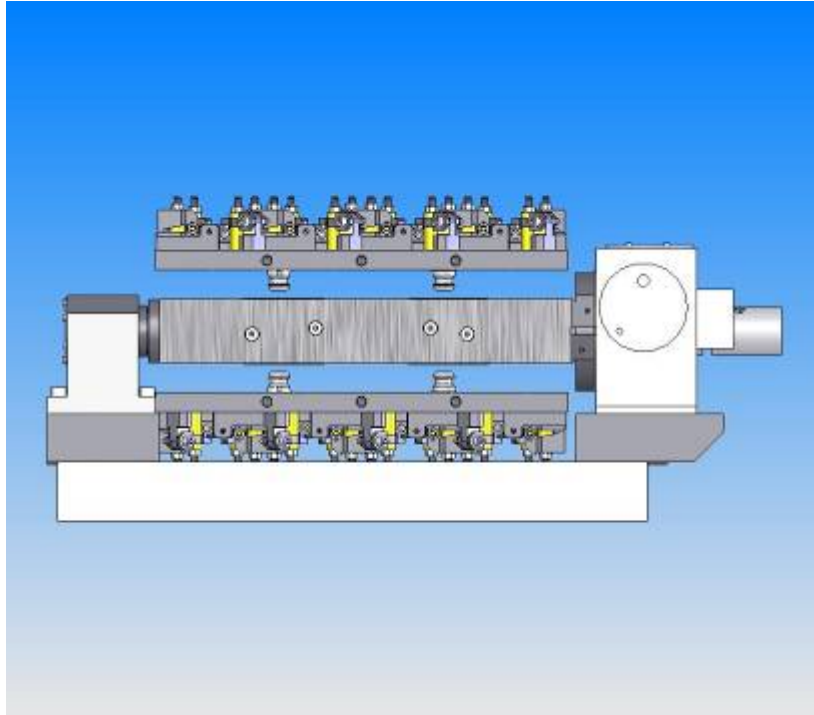
Suurin osa tämän hetken työstä kuluu latauspisteen äärellä. Latauspiste koostuu kuljetustasosta, johon paletti saapuu koneistuksen jälkeen purkua varten.

Kuvassa 5 on kaksi palettia niiden purku- ja täyttöpaikalla. Työntekijä asettaa vivut (takeet) paikoilleen, kääntää kiristysleuan takeen päälle ja kiinnittää ruuvit paineilmavääntimellä. Sen jälkeen paletit siirtyvät solun sisälle, josta robotti noutaa ne koneistettaviksi ja toisaalta palauttaa koneistetun paletin takaisin purettavaksi. Sen jälkeen työntekijä purkaa valmiit osat ja asettaa koneistamattomat tilalle.



Kuva 5 Paletit latauspisteessä

Palettien ollessa valmiina ne siirretään soluun sisälle, jossa kolmileuka-tarraimella varustettu robotti hakee paletin ja vie sen koneistuskeskukseen. Paletti kiinnittyy kääntöpöydässä olevalle hydraulisille kiinnittimelle. Kuvassa 6 näkyy, että pöytään mahtuu kaksi palettia kerralla. Tämä mahdollistaa nopeamman työkierron.



Kuva 6 Palettien kiinnitys koneistuskeskuksen kääntöpöytään.

5.3 Koneistussolu



Kuva 7 Koneistussolu. Etualalla robotti, jossa kolmileukatarrain. Takana kaksi koneistuskeskusta, kummallekin viputyypille omansa.

5.3.1 Käyttöaste

Nykyisessä solussa koneistajan tehtävänä on poistaa valmiit kappaleet paletilta ja asentaa uudet tilalle. Nykyinen menetelmä on liian hidaskasvaessa solun rakenne ja sen menetelmät jäävät auttamatta vajaiksi. Lähinnä se johtuu siitä, että nykytilanteessa ei ole mahdollisuutta tehdä paletteja, joissa koneistamattomat vivut ovat kiinnitettynä, valmiiksi varastoon (puskurivarasto). Se taas mahdollistaisi ääritapauksessa jopa miehittämättömänä toimimisen. Nelivuoroon siirtyminen olisi sekin huomattavaa eteenpäin menoa, mutta nykytilanteessa se on käytännössä mahdotonta, koska työmäärä solussa on niin suuri. Työntekijän rasitus olisi liian suuri nelivuoroon.

Käyttöaste on tällä hetkellä maksimissaan, kun ajattelee tämänhetkistä toimintaa. Valmistusmäärä nyky menetelmällä on maksimissaan edellä mainittu 4200 kpl, joka perustuu solun työnjohtajan laskelmiin. Tällä hetkellä solusta valmistuu vipuja 4000 kappaleen viikkovauhtia. Käyttöaste siis on kunnossa, mutta solun käytettävyyttä eli sen sopivuutta nykytarpeita vastaavaksi tulisi kehittää.

5.3.2 Ongelmat

Suurimmat ongelmat tämän hetken solussa liittyvät palettien valmisteluun ja itse palettien toimivuuteen. Haastattelujen perusteella kävi ilmi, että työstä suuri osa on vipujen kiinnityksessä käytettävien kiinnitysruuvien avaamista ja kiinnittämistä. Ongelma liittyy lähinnä ruuvien suureen määrään. Jokaista vipua kohti on kaksi kiinnitysruuvia, ja vivun koosta riippuen paletille tulee 6 tai 8 vipua. Jokaisessa koneiden kierrossa siis tulee 28 ruuvin aukaisua ja 28 ruuvin kiinnitystä.

Toinen ongelma on vipujen asettaminen paletille ja siinä lähinnä se, kuinka yhdenmukaisesti vipu kiinnitetään siihen. Vipu ei asetu tukevasti, kun se lasketaan palettiin. Se heiluu hieman, ja usein kiinnitettäessä se jää jännitystilaan. Vipu kiinnitetään molemmista päistä yhdestä kiinnityspisteestä. On otettava huomioon, että se, kumman kiinnitysruuvin kiinnittää ensin, vaikuttaa koneistuksen tulokseen ja tarkkuuteen. Tae saattaa jäädä jompaankumpaan suuntaan vinoon ja näin ollen koneistustulos on erilainen. Kiinnittämisessä on jokaisella koneistajalla omat tapansa. Jotkut laittavat molemmat ruuvit löysästi kiinni ja kiristävät sen jälkeen ruuvit loppukireyteen. Solussa ei ole yleisohjetta, miten kappaleen kiinnitys tulisi tehdä, vaan jokaiselle koneistajalle on ajan myötä tullut oma tapa kiinnittää vipu palettiin. /3/

Osittain tästäkin syystä vipujen pään yhdensuuntaisuudessa on ollut ongelmia. Yhdensuuntaisuus ei ole pysynyt toleranssissaan. Kiinnittimien tulisi olla nykyistä kovempaa materiaalia. Nykyinen materiaali antaa hieman periksi koneistuksen aikana, ja toistojen myötä epätarkkuus yhdensuuntaisuudessa

lisääntyä (Liitteet 2 ja 3). Takeita tehdään kymmeniätuhansia kappaleita samalla muotilla.

Muotti kuluu aikaa myöten. Tämä tarkoittaa sitä, että kappaleeseen tulee enemmän ainetta. Aineen lisääntyessä takeen akselin reiän ympärillä, tae ei sovi enää yhtä hyvin ja tukevasti kiinnittimeen. Tämä lisää myös ongelmia yhdensuuntaisuuden kanssa. Kaavioista (liitteet 2 ja 3) on helppo huomata, kuinka suuri ero saattaa olla peräkkäisissä koneistuksissa tehtyjen vipujen pään yhdensuuntaisuudessa.

Tämän hetken palettien ongelmana on myös työstössä syntyvien lastujen jääminen palettiin. Kuvassa 3 näkyy, kuinka lastut jäävät takeen alle ja pahimmillaan kiertyvät kiristimen jousen ympärille. Kuvista 8 ja 9 voi nähdä, kuinka paljon lastuja jää palettiin koneistuksessa. Tämä lisää koneistajien työtä, koska vaikeasti poistettavat lastut on poistettava paineilmalla ja manuaalisesti joka koneistuksen jälkeen.



Kuva 8 Työstössä syntyvät lastut kiertyneenä takeen alle.



Kuva 9 Paletti työstön jälkeen

Tietyllä tapaa ongelmana voi pitää myös sitä, että ruuvaamisen määrän ollessa näin suuri tulee väistämättä mieleen työn mielekkyys. Se ei tietenkään saisi vaikuttaa asiaan mitenkään, mutta tosiasiasahan motivaatio työtä kohtaan ja sitä myöten tehokkuus laskee, jos työ ei ole mielekästä. Pienillä parannuksilla kuten ruuvaamisen puolittamisella ja kiinnitysmenetelmiä kehittämällä solusta on mahdollista saada myös käyttäjän kannalta huomattavasti mielekkäämpi ja sitä myöten tehokkuuskin kasvuun.

5.3.3 Tulevaisuuden vaatimukset

Neliventtiilikoneiden kysyntä ja sitä myöten myös vipujen kysyntä kasvaa. Nykyisellä valmistusmenetelmällä ei pystytä vastaamaan kysyntään, menetelmiä on kehitettävä. Tulevaisuudessa vipujen menekin uskotaan kasvavan jopa 8000-9000 kpl:een/vk. Edellä mainittu nykyisen menetelmän maksimikapasiteetti ei siis vastaa lähellekään haluttua määrää. Työn mielekkyyden ja sitä kautta tehokkuuden kannalta oleellista on se, että työpisteen toiminta saadaan tehtyä helpommaksi ja tehokkaammaksi. Nykyisellään tehokkuus kärsii liiallisen ruuvaamisen takia. Lisäongelmia tuo kiinnitysten erilaisuus, jotka johtuvat erilaisista kiinnitysjärjestyksistä riippuen käyttäjästä.

6 VAIHTOEHTOJEN ESITTELY

Yritykseltä tuli pyyntö tarkastella, mikä olisi paras mahdollinen ratkaisu solun kehittämiseen. Tulisi pohtia, onko nykyisen toimintamallin lievä muuttaminen järkevää pitkällä tähtäimellä. Automatisoinnin lisääminen olisi kuitenkin todennäköisempi vaihtoehto, joten siihen liittyviä vaihtoehtoja tarkastellaan tarkemmin. Soluun tultaisiin hankkimaan kolmas samanmallinen työstökeskus.

6.1 Nykyisen toimintamallin kehittäminen

Tällä hetkellä käytössä olevien ratkaisujen kehittäminen pienillä muutoksilla tuntuu epätodennäköisimmältä ratkaisulta. Pitkällä tähtäimellä katsottuna se ei tukisi tuotannon kehittämistä ja modernisointia.

Lyhyesti läpikäytynä tarvittavia muutoksia tämänhetkiseen ovat seuraavat:

1. Paletit

Palettien ongelmana on työstössä syntyvien lastujen jääminen hankalasti kiinni palettiin ja kiinnitys mutterin jouseen. Palettia tulisi muokata siten, että paletissa olisi takeeseen porattavan akselireiän kohdalla myös reikä, joka poistaisi ongelman ja lastut pääsisivät pois.

2. Kiinnitysmutterit

Kiinnitysmutterien määrän puolittamiseksi jokaista vipua varten olisi vain yksi ruuvi. Kiinnitys voisi tapahtua ns. Y-kiinnittimellä. Ongelmaksi saattavat muodostua suuret työstövoimat, jotka kohdistuvat vipuun sitä koneistettaessa. Tarvittava n.16 kN kiinnitysvoima tulisi saada ohjattua tarkasti oikeisiin kohtiin takeita. Nykyaikaisilla menetelmillä se tosin ei ole ongelma.

3. Mutterien kiinnitys

Mutterien kiinnitys tapahtuu tällä hetkellä paineilmavääntimellä. Vaikka jokaista vipua kohti oleva mutterimäärä saataisiin puolitettua, ei pitkällä tähtäimellä jokaista vipua tarvitsisi kiinnittää erikseen. Sen sijaan olisi mahdollista tehdä hydraulinen ”levy”, jossa olisi jokaiselle kiristettävälle mutterille kolo. Levy roikkuisi ylhäällä kiskoilla, ja yhdellä kerralla saataisiin kiristettyä kaikki ruuvit samaan momenttiin.

4. Kiinnittimen materiaali

Kiinnittimen materiaalia tulisi myös vaihtaa. Tällä hetkellä käytössä oleva materiaali on liian pehmeää ja antaa vipua työstettäessä hieman periksi. Materiaalia vaihtamalla tämä ongelma saataisiin ratkaistuksi. /3/

Hydraulinen kiinnitys

Palettien kohdalla parhaana ideana pidettiin siirtymistä hydrauliseen kiinnitykseen. Tämä tarkoittaa sitä, että jos päädyttäisiin nykyisen järjestelmän kehittämiseen, takeiden kiinnitys tapahtuisi hydraulisesti. Näin ollen ruuvien vääntäminen jäisi pois kokonaan. Erilaisia ehdotelmia palettien kehittämiseen oli monia. Kolmannen työstökeskuksen tullessa mukaan, suljettiin pois sellaiset palettiratkaisut, joissa on vain toista vipumallia. /3/

Liitteessä 4 olevan kiinnittimen ongelmana on kiinnitysvoimat. Kiinnittimien voimat eivät välttämättä riitä pitämään taetta paikallaan. Työstössä syntyviä metallilastuja jäisi myös helposti kiinni palettiin sen ”ahtauden” takia.

Liitteenä 5 olevassa kiinnittimessä tae tuettaisiin kahden tapin varaan, jonka jälkeen kiinnittimen leuat kiristävät takeen paikoilleen. Öljyreian porausta varten kiinnitysleuassa on reikä. Takeita tulisi molemmille puolille ”keskiseinämää”, mahdollisesti toiselle puolelle imuventtiilivipuja ja toiselle pakiventtiilivipuja. Takeiden tarkka asettelu saattaisi kuitenkin tuoda ongelmia. Tae voi jäädä hieman vinoon. Näin ollen kiinnityksen tapahtuessa tae ei aina olisi samassa

asennossa. Tämä ongelma olisi poistettavissa suunnittelemalla tappeihin urat. Näin taie pysähtyisi ja asettuisi niihin aina yhdenmukaisesti.

Kolmannessa esitettyssä vaihtoehdossa keskilinjan molemmille puolille sijoitettaisiin takeita ja tämän jälkeen ne kiinnitettäisiin pareittain keskellä olevan sylinterin avulla. Liitteessä 6 olevassa mallissa korostuu se, että takeiden yhdenmuotoisuuden ennen koneistusta tulisi olla hyvä, koska muuten kiinnitykset voisivat vaihdella liikaa eri takeiden kesken. Lisäksi palettia tulisi muuttaa siten, että siinä olisi molempia viputyyppejä. Näin säästyttäisiin epätasaiselta valmistustahdilta eri viputyyppeiden välillä. Toisena vaihtoehtona olisi tehdä molemmille viputyypeille omat palettinsa ja valmistaa kumpaakin viputyyppejä esim. vuoroviikoin.

Palettien muokkaus ja kiinnityksen muuttaminen hydrauliseksi auttaisi solun käyttäjää ja helpottaisi työtä. Ruuvauksen poisjäänti tekisi työstä nopeampaa ja mielekkäämpää. Se ei kuitenkaan mahdollistaisi työpisteen käyttöä miehittämättömänä. Pitemmällä tähtäimellä se olisi parempi ratkaisu ja mahdollistaisi huomattavasti suuremman kapasiteetin vähemmällä miestyötunneilla.

6.2 Vipujen vienti suoraan koneistukseen

AGCO Sisu Powerilta tuli myös pyyntö tarkastella mahdollisuutta viedä venttiilivivut robotilla suoraan koneistuskeskuksissa sijaitseviin paletteihin. Samalla takeet tulisivat robotille jonkinlaiselta syöttölaitteelta. Tällöin linjaa voitaisiin käyttää mahdollisesti myös miehittämättömänä. Tässä vaihtoehdossa tulisi tutkia paletin paras rakenne, vipujen robotille syötön toteutus sekä robotin tarttujan malli.

6.2.1 Paletin rakenne

Nykyinen paletin koko on havaittu parhaaksi nykyisille työstökeskuksille. Työkalut mahtuvat liikkumaan hyvin ja paletille mahtuu tarpeeksi koneistettavia osia. Paletin koko siis on järkevä pitää samana. Palettiin tulevien koneistettavien määrää tuli miettiä muun muassa työkierron kautta: kuinka kauan koneistus kestää kullakin takeiden määrällä ja miten kolmen koneen kierto olisi parasta rytmittää?

Työkiertojen aikoja ja takeiden määrää mietittäessä käytettiin apuna liitteissä 7 ja 8 olevia työstö- ja työkiertoaikoja. Niiden pohjalta suunnittelijan, työnjohtajan ja ohjelmoijan kanssa käydyissä keskusteluissa päädyttiin siihen, että paras määrä kolmen työstökoneen kierrossa on neljä venttiilivipua/paletti /3/. Palettiin siis tulisi kaksi imuventtiilivipua ja kaksi pakoventtiilivipua. Tällä määrällä saadaan koneiden työkierto sellaiseksi, että koneistuskeskukset eivät joudu odottamaan ”vuoroaan”, vaan työ rytmittyy niin, että koneiden käyttöaste on mahdollisimman korkea.

6.2.2 Robotin tarttuja

Robotin tarttujan tulisi viedä koneistamattomat takeet työstökeskukseen ja tuoda koneistetut osat pois. Tarttuja voi toimia magneetillakin, mutta helpoin ja luotettavin ratkaisu on se, jossa tarttujassa pneumaattisesti kiinni menevät leuat.

Jotta työkoneiden käyttöaste pysyy mahdollisimman hyvänä, on parasta hankkia/suunnitella tarttuja, joka voi samalla kertaa tuoda uudet takeet työstettäväksi sekä viedä jo työstetyt takeet pois. Eli kyseeseen tulisi niin sanottu kaksikäinen tarttuja. Tarttujan muoto jäisi suunnittelijan vastuulle.

6.2.3 Takeiden syöttö robotille

Solun toimiessa periaatteessa miehittämättömänä tulisi ratkaista, miten takeita syötetään robotille. Esittelen kaksi vaihtoehtoa. Toinen perustuu tärymaljatyypiseen ratkaisuun ja toinen ns. Stepfeeder-ratkaisuun.

Tärymalja

Tärymaljan käyttö on tuttua yrityksessä. Samassa hallissa, jossa venttiilivipusolu sijaitsee, käytetään tärymaljaa koneistettujen osien purseiden poistoon. Kuvassa 10 on erään tyyppinen maljatärytin. Tässä tapauksessa maljan tehtävänä olisi kuljettaa takeita kuljetuslinjalle, josta robotti ottaisi takeet tarttujaan. Vibratecin mallistosta löytyy myös lineaarisia kuljettimia tai hihnakuljettimia, joita voisi hyödyntää linjaa rakentaessa. Tärymaljoja tulisi kaksi, kummallekin viputyypille omansa. Maljoja on mahdollista räätälöidä kutakin tehtävää varten, joten takeiden koko ei tulisi olemaan ongelma. /6/



Kuva 10 Vibratecin maljatärytin /6/

Ongelmaksi voisi kuitenkin muodostua se, että takeet eivät aina tulisi maljasta ulos samassa asennossa. Ongelmaa ei olisi, jos takeita koneistettaisiin yksin kerralla /4/. Koska kyseeseen tulisi mitä todennäköisimmin robotin tarttuja, joka ottaa kaikki neljä taetta kerralla mukaansa, olisi helpompaa jos takeet olisivat aina samassa asennossa. Koneistukseen siirrettäessä niiden tulisi olla aina yhdenmukaisesti. Se voitaisiin ratkaista mahdollisesti erilaisilla antureilla kuljetuslinjassa tai robotin tarttujassa. Tarvittaessa tae käännettäisiin oikeaan asentoon. Tähän tulisi keksiä sopiva sovellus.

Stepfeeder

Toinen mahdollinen vaihtoehto takeiden tuontiin olisi ns. Stepfeeder malli, kuvan 11 kaltainen laitteisto. Syöttömaljaan on mahdollista liittää kuljetin, joka tuo takeita maljaan. Laite nostaa tietyn määrä kappaleita kuljettimelle. Tämäkin laitekokonaisuus on mahdollista räätälöidä kuhunkin työtehtävään./5/



Kuva 11 Vibratec Type A /5/

Liitteessä 9 esitelty laitteisto on mahdollista rakentaa siten, että vain oikeassa asennossa kaukalosta nousevat takeet kiinnittyvät kuljettimeen. Muut putoavat takaisin kaukaloon. Tässä tulee kuitenkin ongelma siinä, miten moni takeista nousee oikeassa asennossa. Automaattinen takeiden syöttö pitäisi kontrolloida oikein. Tätä varten kaukaloon on mahdollista asentaa anturi tarkkailemaan takeiden määrää.

7 MENETELMÄN VALINTA

Parasta menetelmää solun kehittämiseen käytiin läpi palavereissa. Paikalla oli lisäksi suunnittelija, työnjohtaja ja koneistajia. Keskusteluissa mietittiin, mikä olisi paras mahdollinen vaihtoehto tämänhetkiseen tarpeeseen. Ainoa varma asia oli, että kolmas työstökeskus on tulossa.

Keskusteluissa kävi nopeasti ilmi, että pelkkä palettien muokkaus ja ruuvaamisen vähentäminen ei tulisi kysymykseen. Kyseinen toimenpide lisäisi vipujen valmistusmäärää n. 10 %. Arvio perustui ohjelmoijan alustaviin laskelmiin ja keskusteluihin koneistajien kanssa. Radikaalia muutosta ei siis saataisi tällä tavalla eikä menetelmä parantaisi työskentelyä solussa siinä määrin että se olisi järkevää toteuttaa. Lisäksi tulevaisuutta ajatellen mahdollinen solun jatkuva kehitys olisi vaikea toteuttaa.

Takeiden kiinnityksen muuttaminen nykyjärjestelmässä hydrauliseksi sai osaltaan kannatusta, mutta keskusteluissa päädyttiin siihen, että takeiden viennissä paletille ja koneistukseen tulisi käyttää robottia. Tämän tyyppisen ratkaisun todettiin olevan helpoin ja järkevin tulevaisuutta silmällä pitäen. Menetelmä parantaisi kapasiteettia huomattavasti ja olisi tulevaisuudessa helposti laajennettavissa. Näin ollen laskelmia menetelmästä, jossa takeiden syöttö tapahtuisi käsin, mutta itse kiinnitys hydraulisesti, ei edes suoritettu.

Parhaaksi vaihtoehdoksi siis valittiin ratkaisu, jossa takeet viedään koneistukseen robotilla. Takeiden tulisi olla esiaseteltuina siten, että tarttuja voi ottaa ne yhdellä kertaa mukaansa ja viedä ne paletille koneistuskeskukseen. Tällaisesta ratkaisusta päätettiin pyytää tarjousta.

7.1 Kiinnittimet

Tarjous pyydettiin Plantool Oy -nimiseltä yritykseltä. Tarjous sisälsi kolmen samanlaisen kiinnittimen ja yhden robotille tulevan tarttujan suunnittelun, valmistuksen, kokoonpanon, testauksen sekä asennuksen työstökoneisiin ja robottiin. Plantool myös toimittaisi tarvittavan hydraulikkayksikön putkituksineen ja sähköistyksen riviliitinkotelolle saakka.

Kiinnittimen/palettien runko tulisi olemaan samankaltainen kuin olemassa olevat kiinnittimet. Kappaleiden paikoitukseen käytetään samoja vastepintoja kuin aikaisemmin. Lisäksi oli huomioitu kappaleen mahdolliset mittamuutokset tekemällä keskiön paikoitus puolipyöreällä vastepinnalla.

Vastakkaiselle puolelle tehdään joustava painin, joka ohjaa kappaleen kiinteää vastepintaa päin ja paikoittaa kappaleen ennen lukitusta. Kiinnitin on kuvattu liitteessä 10.

Venttiilivivun keskellä olevan reiän koneistuksessa syntyvien lastujen poistumisen parantamiseksi tehtäisiin kiinnittimeen läpireiät.

Kiinnittimeen sopisi kerrallaan kaksi imuventtiiliä ja kaksi pakoventtiiliä. Kappaleet kiinnitettäisiin hydraulisesti. Kiinnittimiä on kaksi yhtä kappaletta kohti. Hydrauliikalla toimivat kiinnittimet avautuvat ja sulkeutuvat saman venttiilin ohjauksella. Nopeutta ja järjestystä on mahdollista säätää vastaventtiilien avulla. /7/

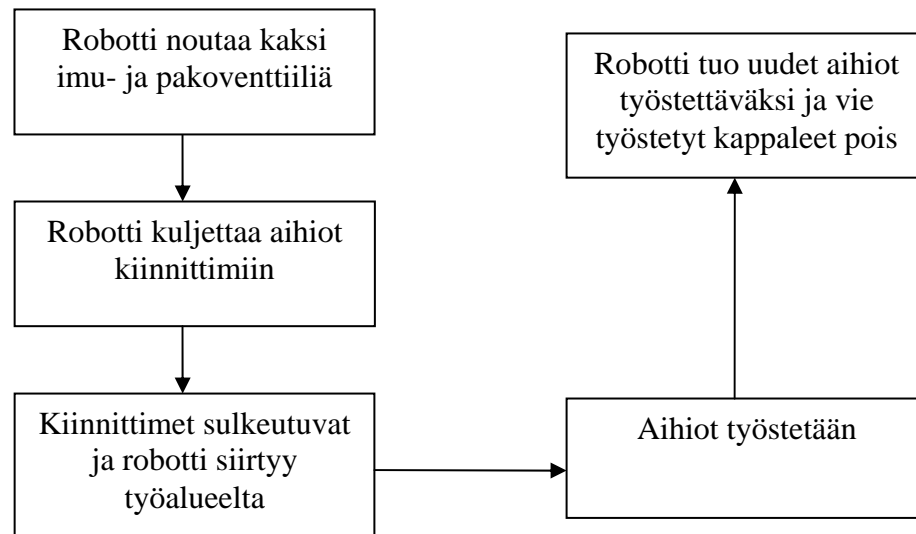
7.2 Tarttuja

Tarttuja on kaksikäinen. Kuva tarttujasta on liitteessä 11. Robotti ottaa toiseen käteen koneistukseen vietävät kappaleet ja toiseen haetaan valmiit kappaleet. Tarttujaan menee kaksi kumpaakin viputyyppeä. Tarttuajat toimivat pneumaattisesti.

7.3 Syöttökuljetin

Tärykuljettimen ja Stepfeeder-tyyppisen ratkaisun suhteen käytiin keskustelua työnjohdon kanssa. /2/ Keskusteluissa päädyttiin tässä markkinatilanteessa siihen ratkaisuun, että täysin automatisoituun menetelmään ei pyritä. Tehtaassa jo muissa soluissa toimivaa ns. kuljetinratkaisua päädyttiin muokkaamaan solun tarpeita vastaavaksi. Kuljetinratkaisu on havaittu helpoksi ja tehokkaaksi tavaksi asettaa aihioita yhdenmukaisesti robottia varten. Ratkaisu on niin sanotut kaukalot, joihin solun käyttäjä asettaa takeita. Kaukalot on suunniteltu siten, että toinen kaukalo on imuventtiileille ja toinen pakoventtiileille. Kaukaloissa on pneumaattisesti toimivia askelmia, jotka toimivat siten, että kaksi vipua on valmiina oikeilla kohdillaan odottamassa robottia. Kun takeet on viety koneistettavaksi, uudet putoavat odottamaan seuraava työkiertoa.

7.4 Työkierto



8 YHTEENVETO

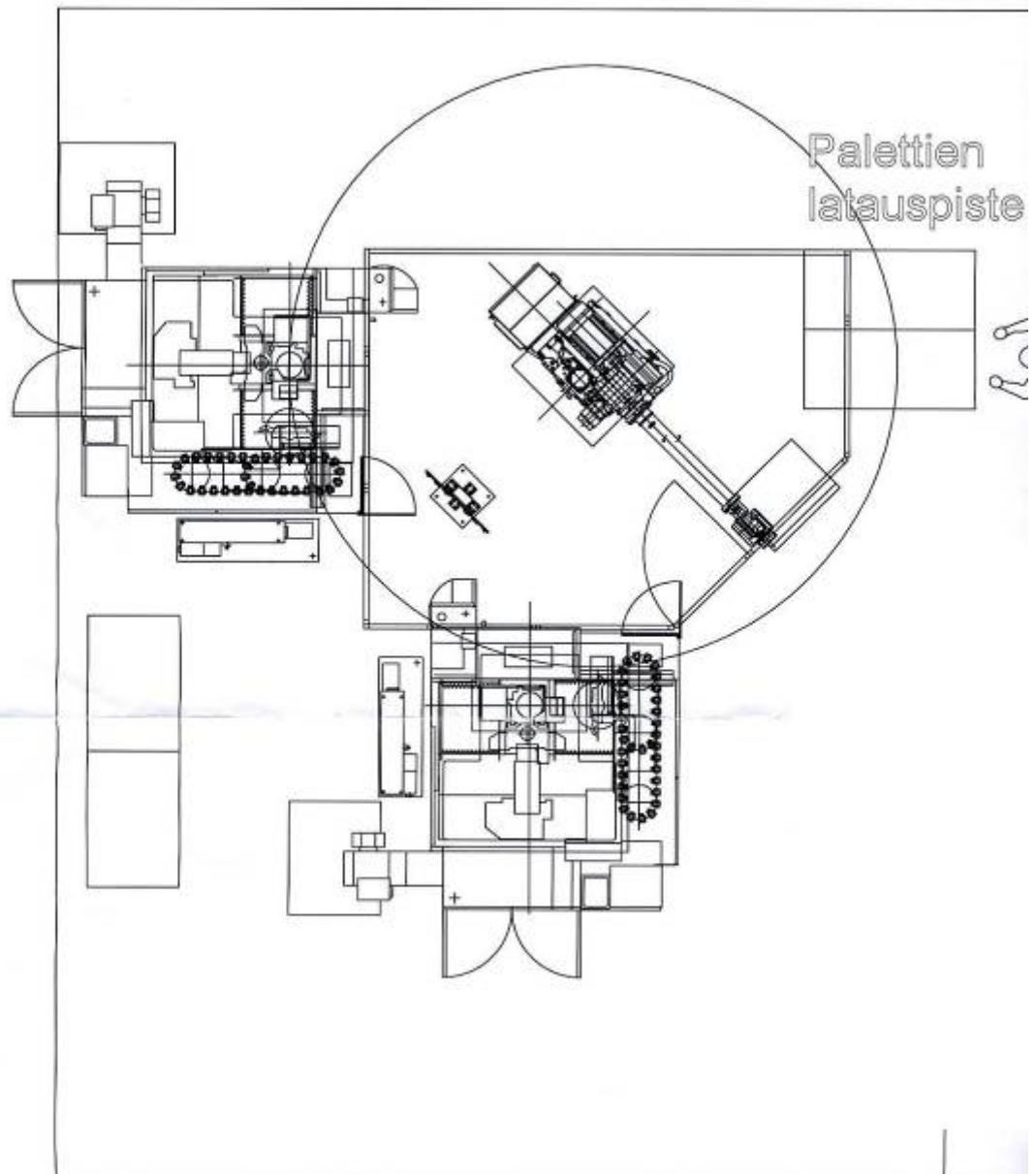
Venttiilivipusolun kehittäminen nykytarpeita vastaavaksi oli mielenkiintoinen projekti. Vanhojen palettien muutokset ja ruuvaamisen vähentäminen ei ollut järkevä ratkaisu tulevaisuutta ajatellen. Tällainen ratkaisu olisi helpoin ja nopein toteuttaa, mutta hyöty jäisi pieneksi. Venttiilivipujen menekin todennäköiseen jatkuvaan kasvuun olisi helppo reagoida automatisoimalla solua. Pelkkää kiinnityksen muuttamista hydrauliseksi ei työnjohtajien ja koneistajien kanssa käydyissä keskusteluissa kannatettu. Järkevin ratkaisu oli kehittää solua siten, että takeet viedään suoraan koneistuskeskuksessa olevalle kiinnittimelle, jossa takeet kiinnitetään hydraulisesti. Tällainen ratkaisu on tähän tilanteeseen paras mahdollinen. Solua on vielä mahdollista kehittää. FMS-tyyppinen ratkaisu takeiden tuonnille on mahdollista liittää tulevaisuudessa soluun. Sitä ei nähty tässä markkinatilanteessa tarpeelliseksi.

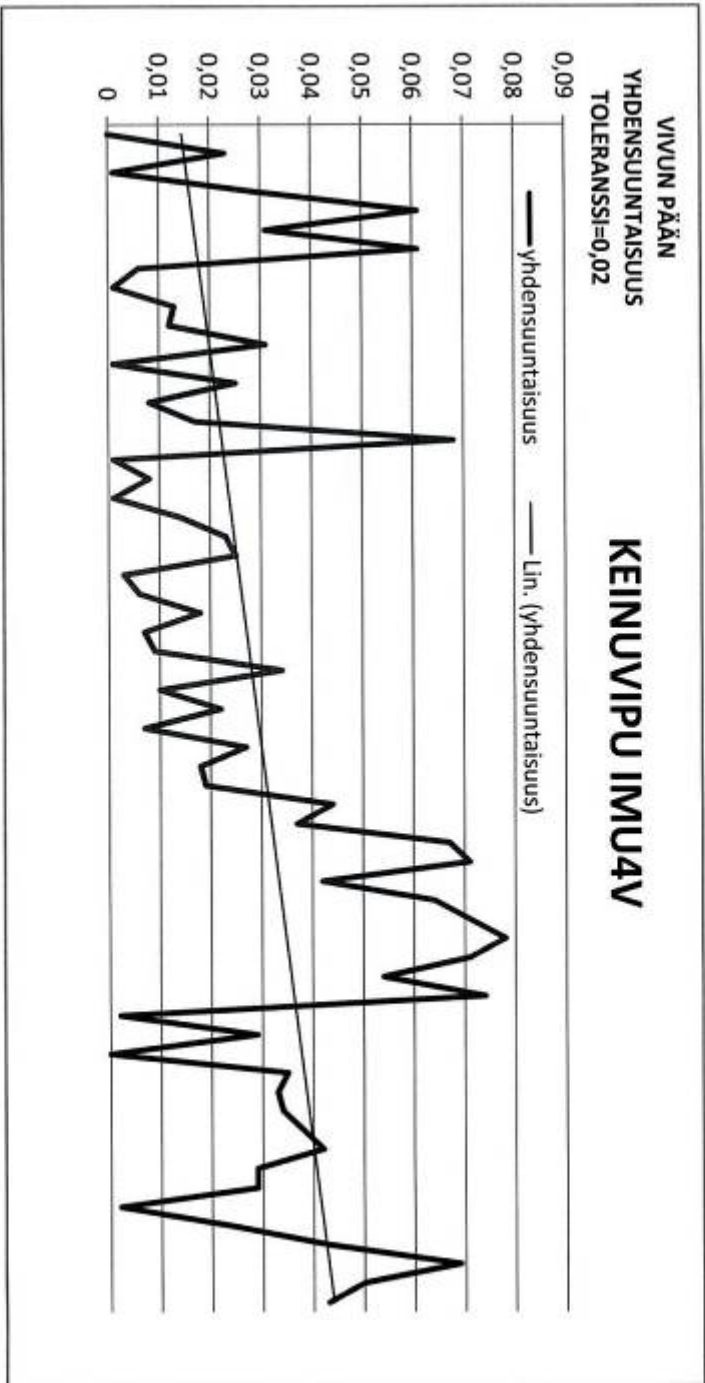
LÄHDELUETTELO

- 1 KONEPAJAMIEHET RY Tampereen paikallisosasto 50 vuotta. Sisu Diesel 2008
- 2 Mattila, Mika, tuotannon kehitysinsinööri. Keskustelut 2008 - 2009, Agco Sisu Power
- 3 Agco Sisu Power, Koneistajat, Keskustelut 2008 - 2009
- 4 Huiku, Mikko 2005, Keinuvipuvalmistuksen kapasiteetin lisääminen. Tutkintotyö. Tampereen ammattikorkeakoulu. Kone- ja tuotantotekniikka. Tampere
- 5 Köberlein & Seigert GmbH [www-sivu]. [viitattu 20.3.2009] Saatavissa: <http://www.stepfeeder.com/>
- 6 Vibratec Oy [www-sivu]. [viitattu 15.3.2009] Saatavissa: <http://www.vibratec.fi/>
- 7 Plantool Oy, Perämäki, Juhani, Tarjous venttiilivipujen työstökiinnittimistä ja robotin tarttujasta 16.10.2008

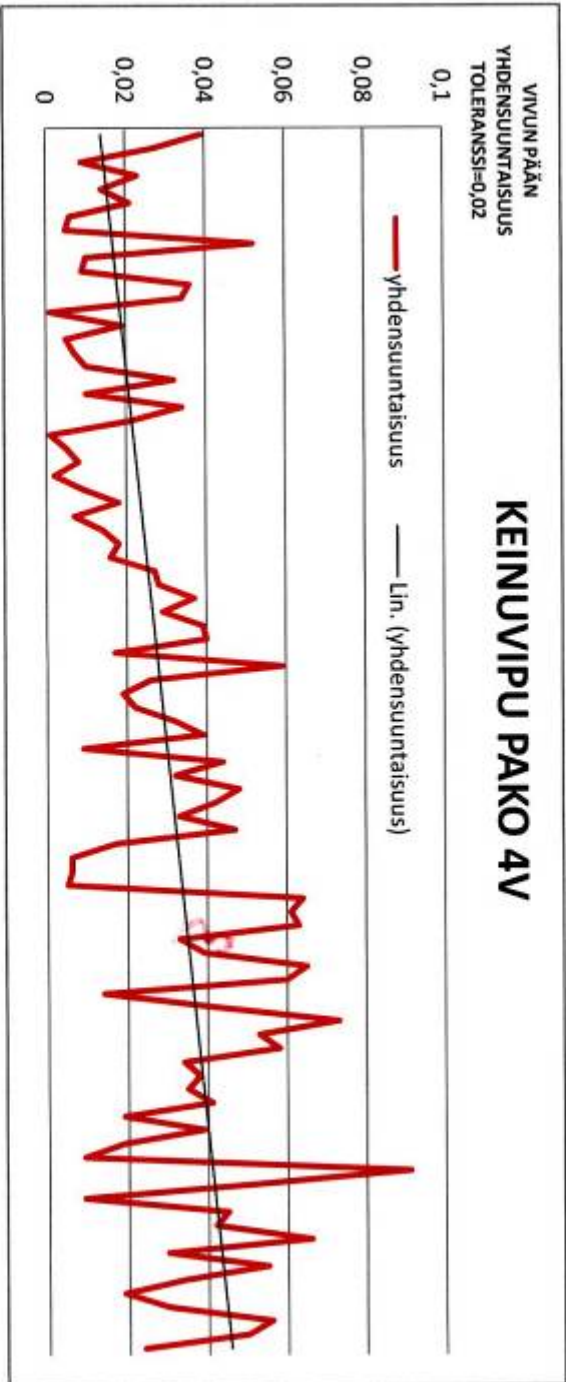
LIITTEET

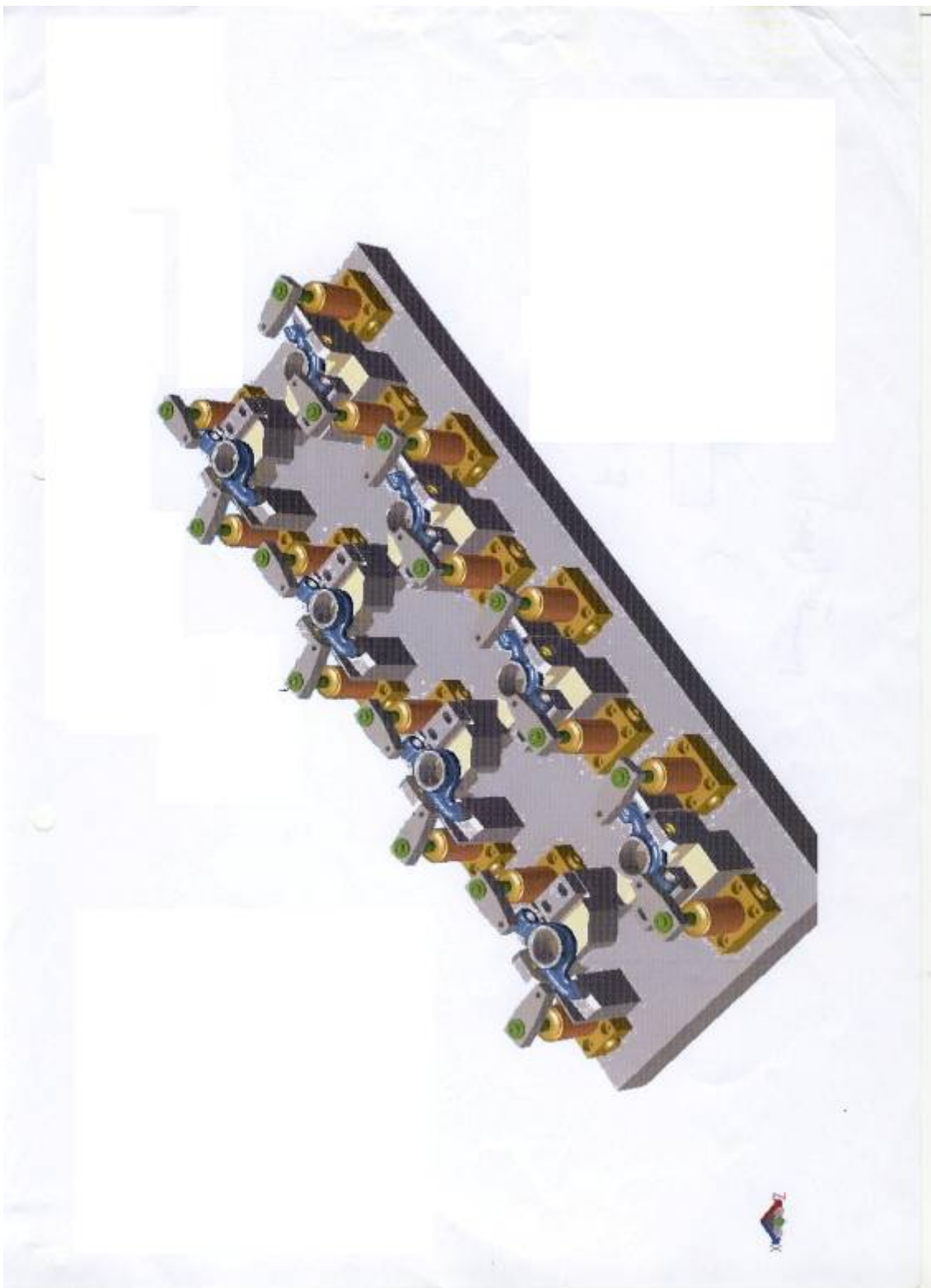
1. Solun vanha layout
2. Imuventtiilivivun yhdensuuntaisuus kaavio
3. Pakoventtiilivivun yhdensuuntaisuus kaavio
4. Paletin kehittämissuunnitelma
5. Paletin kehittämissuunnitelma
6. Paletin kehittämissuunnitelma
7. Vanhan solun koneistusajat
8. Vanhan solun koneistusajat
9. Stepfeeder-tyyppisen laitteiston esite
10. Uusi paletti ratkaisu (Plantool OY)
11. Robotin tarttuja (Plantool OY)

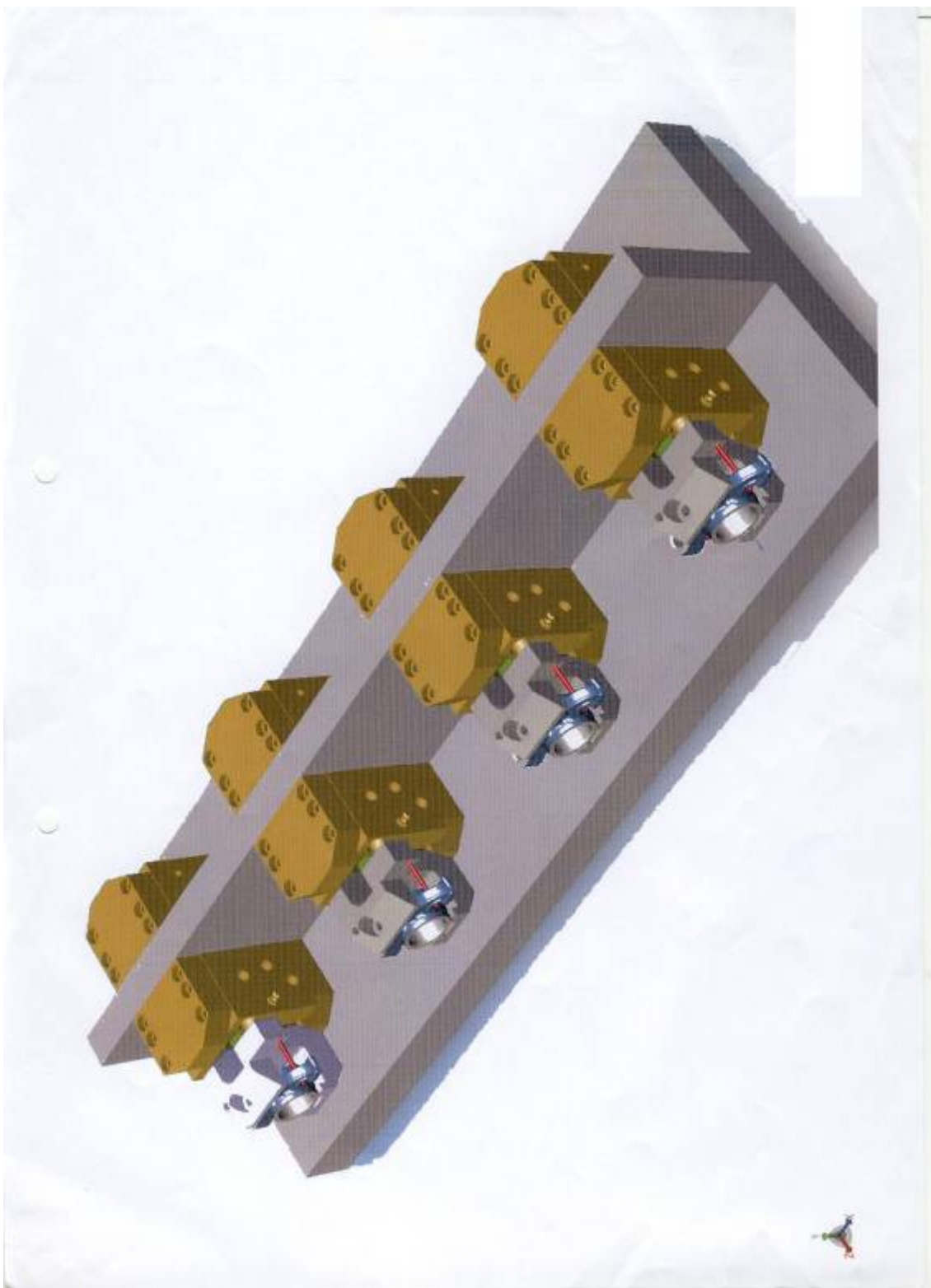




1









```

ajajat.txt
N:\M1\OKUK10\ koneentunniste = OKUK10 -
$03302.SSB %
13:26:05
OKUMA 700 VS
(11-03302)
(13:24:29 16.09.2008 OKUMA TK)
(17024001 01 NESTESYOTTOPORA U-PORA DIA 24.0)
(34036002 02 TASOUPOTIN 180 A KM DIA 36.0)
(96024003 03 ERIKOIS TKALU DIA 24.0)
(66016011 11 SIILIJYRSIN DIA 16.0)
(64016012 12 VARSIJYRSIN KM DIA 16.0)
(34009005 05 TASOUPOTIN 180 A KM DIA 9.0)
(52010006 06 KIERRETAPPI METRI HIENODIA 10.0)

syöttöliike MIN = 0.00 matkas.MM = 0.0/maxs.MM määrä = 0 H= 1
pikaliike MIN = 0.02
pöydänkäntö MIN = 0.00 S= 0 F=
tk.vaihto MIN = 0.00
YHTEENSÄ
MIN = 0.02

(NESTESYOTTOPORA U-PORA HA 24.0) T=01
H= 1
H= 3
syöttöliike MIN = 0.29 matkas.MM = 69.2/maxs.MM 34.6 määrä = 2
pikaliike MIN = 0.04
pöydänkäntö MIN = 0.00 S= 2652 F= 238.7
tk.vaihto MIN = 0.17
YHTEENSÄ
MIN = 0.49

(TASOUPOTIN 180 A KM HA 36.0) T=02
H= 3
H= 2
syöttöliike MIN = 0.34 matkas.MM = 60.0/maxs.MM 30.0 määrä = 2
pikaliike MIN = 0.04
pöydänkäntö MIN = 0.00 S= 707 F= 175
tk.vaihto MIN = 0.17 S= 795
YHTEENSÄ
MIN = 0.54

(ERIKOIS TKALU HA 24.0) T=03
H= 1
H= 3
H= 12
syöttöliike MIN = 0.22 matkas.MM = 138.2/maxs.MM 43.0 määrä = 12
pikaliike MIN = 0.03
pöydänkäntö MIN = 0.00 S= 928 F= 1500
tk.vaihto MIN = 0.17 S= 900 F= 90 F= 1500
YHTEENSÄ
MIN = 0.41

(SIILIJYRSIN HA 16.0) T=11
H= 3
H= 11
D= 11
syöttöliike MIN = 0.10 matkas.MM = 274.9/maxs.MM 95.0 määrä = 20
pikaliike MIN = 0.02
pöydänkäntö MIN = 0.00 S= 5073 F= 9901 F= 3652 F= 1643
tk.vaihto MIN = 0.17 F= 1369 F= 913.1
YHTEENSÄ
MIN = 0.28

(VARSIJYRSIN KM HA 16.0) T=12
H= 1
H= 12
D= 12

```

		ajat.txt			
syöttöliike	MIN = 0.08	matkas.MM = 275.7	/maxs.MM 95.0	määrä =	20
pikaliike	MIN = 0.02				
pöydänkäyttö	MIN = 0.00	S= 5073	F= 9901		
tk.vaihto	MIN = 0.17	S= 2984	F= 5013	F= 2256	
YHTEENSÄ	MIN = 0.26				
<hr/>					
(TASOUPOTIN 180 A KM		HA	9.0)	T=05	
				H= 4	
				H= 5	
syöttöliike	MIN = 0.40	matkas.MM = 66.7	/maxs.MM 25.0	määrä =	4
pikaliike	MIN = 0.08				
pöydänkäyttö	MIN = 0.10	S= 1768	F= 176.8	F= 141.4	F= 176.8
tk.vaihto	MIN = 0.17		F= 141.4		
YHTEENSÄ	MIN = 0.75				
<hr/>					
(KIERRETAPPI METRI HIENO HA		HA	10.0)	T=06	
				H= 2	
				H= 6	
syöttöliike	MIN = 0.24	matkas.MM = 116.0	/maxs.MM 58.0	määrä =	2
pikaliike	MIN = 0.04				
pöydänkäyttö	MIN = 0.00	S= 477	F= 477.4		
tk.vaihto	MIN = 0.17				
YHTEENSÄ	MIN = 0.45				
<hr/>					
(KIERUKKAPORA HSS		HA	3.0)	T=07	
				H= 4	
				H= 7	
syöttöliike	MIN = 0.21	matkas.MM = 31.8	/maxs.MM 15.9	määrä =	2
pikaliike	MIN = 0.04				
pöydänkäyttö	MIN = 0.00	S= 2546	F= 152.7		
tk.vaihto	MIN = 0.17				
YHTEENSÄ	MIN = 0.41				
<hr/>					
(KALVAIN		HA	25.1)	T=08	
				H= 1	
				H= 8	
syöttöliike	MIN = 0.10	matkas.MM = 56.4	/maxs. MM 28.2	määrä=	2
pikaliike	MIN = 0.10				
pöydänkäyttö	MIN = 0.10	S= 887	F= 583.3	F= 0	F= 0
tk.vaihto	MIN = 0.17	S= 1458	F= 0	F= 0	
YHTEENSÄ	MIN = 0.46				
<hr/>					
YHTEENVETO					
syöttöliike	= 66	/	1089 MM		02.0
pikaliike	= 50	/	5120 MM		00.4
pöydänkäyttö	= 2	/	180 ast.		00.2
työkalunvaihto	= 9				01.5
paletinvaihto	=				00.0
viiveet/odotus	= 18				00.3
<hr/>					
aika yhteensä	MIN =				4.4

Stepfeeder Type

A

By means of **reciprocating plates** the components are transferred from the storage hopper or belt onto linear driven orientation tooling. The plates are moved by slides mounted on roller bearings. Thanks to this special design their **smooth action handles the components gently**, in turn **generating very little noise**.

The thickness of the plates is variable, which combined with a range of widths allows the metering and some pre-orientation of the components before presentation to the orientation tooling.

On the electromagnetic or pneumatic driven linear orientation track, which may be variable in length and width, final orientation of components is achieved.

Left or right hand exit is available.

The linear driver allows for the fitting of in-line tooling and storage track(s) allowing the accurate interface of exchangeable or replacement parts.

The **integrated storage track** ensures a **constant supply of components**. Excess or non-oriented parts are returned to the storage hopper or belt via a return slide or re-presented to the orientation tooling by a re-cycling conveyor. Particularly important:

The step feeder is not affected by any change in the level or weight variation of components within the storage hopper.



Operation overview

- 1 Vibration free hopper
- 2 Metered feeding
- 3 Orientation tooling element
- 4 Storage track with high / low level control
- 5 Escapement mechanism (optional)



Components to be fed by step feeder type A:

- Materials:
- metals, non-ferrous metals, plastics, glass, ceramic, carbon, wood, electronic and pharmaceutical components
- Characteristics:
- Screws from M4 up to M30, with a length from 5 mm to 500 mm
 - Washers and nuts from M4 up to M36
 - Washers to Ø 150 mm
 - Pins and bushes from Ø4 mm to Ø100 mm, length up to 300 mm
 - Machined parts or to be machined parts, up to 150 mm x 100 mm x 25 mm
- Output:
- depending on the parts, up to 100 per minute or more is possible

