

Mika Santamäki

PUTKIVALSSIN PUTKEN SYÖTÖN OPTIMOINTI

konetekniikan koulutusohjelma

2019

# PUTKIVALSSIN PUTKEN SYÖTÖN OPTIMOINTI

Santamäki, Mika

Satakunnan ammattikorkeakoulu

Konetekniikan koulutusohjelma

Joulukuu 2019

Ohjaaja: Kivi, Karri

Sivumäärä: 23

Liitteitä: 2

Asiasanat: kupariputki, putkivalssi, optimointi

---

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää tai ainakin antaa uusia ideoita putkivalssin syötön parantamiseksi. Lisäksi tutkittiin kunnossapidon parantamista kyseisessä laitteessa.

Työt tehtiin Cupori Oy:n tiloissa tutkimalla koneen käyttöä ja tutkimalla sen toimintaa. Lisäksi koneen operaattorit kertoivat koneessa olevista ongelmista tarkemmin.

Työstä saatiin uusia ideoita tuotannon kehittämiseksi ja niiden kehittelyä jatketaan yrityksen suunnittelijoiden toimesta.

## FEED OPTIMIZATION OF FLANGING ROLLER

Santamäki, Mika

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Mechanical and Production Engineer

December 2019

Supervisor: Kivi, Karri

Number of pages: 23

Appendices: 2

Keywords: copperpipe, flanging roller, optimization

---

The purpose of this thesis was to improve or atleast give new idea how to bettering flanging roller feed system. In addition to examine update to maintenance.

Examine be done in Cupori Inc. facilities to study flangign roller operation and machine operators told closer details to roller problems.

In this thesis not was reached to goal, but some ideas taken to futher processing.

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	TYÖN TAUSTAT.....	6
	2.1 Ongelman yleiskuvaus .....	6
	2.2 Työn tarkoitus ja rajaus.....	6
3	KUPARI MATERIAALINA .....	6
	3.1 Kupari .....	6
	3.2 Kuparin ominaisuudet.....	7
	3.3 Kuparin muokkaus kylmävetotekniikalla .....	7
4	PROSESSI.....	8
	4.1 Prosessissa käytettävät laitteet .....	8
	4.2 Käytössä oleva logiikka .....	9
	4.3 Prosessin kuvaus .....	9
5	ONGELMAT.....	10
	5.1 Rullien kuluminen.....	10
	5.2 Moottoreiden turha käyminen.....	12
	5.3 Tuurnien rasvaus .....	12
	5.4 Sauman tasaus .....	13
6	RATKAISUEHDOTUKSET .....	13
	6.1 Rullien kuluminen.....	13
	6.1.1 Muovit      14	
	6.2 Ajoitus.....	15
	6.3 Tuurnien voitelu.....	16
	6.4 Sauman tasaus .....	17
7	MOOTTORIT .....	18
	7.1 Moottorin valinta .....	18
8	KUNNOSSAPITO .....	20
9	YHTEENVETO .....	22
	LÄHTEET.....	23
	LIITTEET	

## 1 JOHDANTO

Cupori Oy on Porissa toimiva yksityisessä omistuksessa oleva kupariputkesta valmistaviin tuotteisiin erikoistunut yritys. Yrityksellä on esiintynyt ongelmia putken syöttämisessä putkivalssiin. Putken syötön ajoitus radalla ei toimi optimaalisesti. Putkia eteenpäin työntäviä rullia pyörittävät moottorit pyörivät turhaan. Lisäksi osa rullista aiheuttaa ongelmia. Putken jäädessä paikoilleen rullien kohdalle, putken pää syö rullien päällystettä, koska putkessa on sahauksen jälkeen terävät reunat. Tämän työn tarkoituksena on optimoida putken kulku radalla.

## 2 TYÖN TAUSTAT

### 2.1 Ongelman yleiskuvaus

Työn tarkoituksena on ratkaista putkivalssin putken syötössä esiintyvät ongelmat. Valssissa olevat rullat pyörivät tarpeettomasti. Moottoreiden turha käyminen aiheuttaa turhia kustannuksia. Putken muokkauksessa käytettävien tuurnien rasvaukseen käytettävä menetelmä ei toimi parhaalla mahdollisella tavalla.

### 2.2 Työn tarkoitus ja rajaus

Työn tarkoituksena on perehtyä koneen ajastukseen sekä optimoida se niin että, saataisiin aikaan säästöjä sekä sähkössä että huoltokustannuksissa. Lisäksi tarkoituksena on kehittää tuurnien rasvausta. Näillä muutoksilla pyritään vähentämään koneen seisokkiaikaa.

Työssä ehdotetut toimenpiteet suunnitellaan lopulliseen muotoonsa yhtiön suunnittelijan toimesta.

## 3 KUPARI MATERIAALINA

### 3.1 Kupari

Kupari on monomorfinen metalli. Kupari luokitellaan jalometalliksi. Kuparin kidemuoto säilyy sulamispisteeseen 1084 °C asti pintakeskisenä kuutiollisena. Tämän takia se ei tarjoa mahdollisuuksia lämpökäsittelyyn, kuten esimerkiksi teräs. Kuparin myötölujuus jää myötörajan puuttuessa pieneksi, siitä syystä kupari ei ole konstruktiometalli. Kuparin metalliseosten merkitys perustuu erinomaisiin fysikaalisiin ja kemiallisiin ominaisuuksiin, kuten sähkön- ja lämmönjohtavuuteen ja korroosion kestävyteen. (Lindroos, Sulonen, Veistinen, Miekk-ojan uudistettu metallioppi, s.547)

### 3.2 Kuparin ominaisuudet

Kemiallinen merkki	Cu	
Alkuaine numero	29	
Tiheys ( $\rho$ )	8930	kg/m <sup>3</sup>
Pituuden lämpötilakerroin ( $\alpha$ )	17*10 <sup>-6</sup>	1/°C
Kimmokerroin (E)	120	Pa
Liukkerroin	46*10 <sup>9</sup>	Pa
Ominaislämpökapasiteetti ( $c_p$ )	389	J/kg°C
Lämmönjohtavuus ( $\lambda$ )	393	W/m°C
Sulamispiste ( $t_s$ )	1083	°C
Sulamislämpö (s)	209	KJ/kg
Puristuvuuskerroin (K)	120*10 <sup>9</sup>	Pa

### 3.3 Kuparin muokkaus kylmävetotekniikalla

Kylmämuokattavuus on aineen kyky kestää kylmämuokkausta murtumatta halutun muotoisen kappaleen valmistuksessa. (Metalliteollisuuden keskusliitto, Kuparimetallit, s.88)

Putken muovaus tehdään huoneenlämmössä. Kylmämuovaamalla saadaan putket ohutseinäisemmäksi ja pinnaltaan parempilaatuisiksi. (Lepola, Makkonen: Materiaalit ja niiden käyttö, s.234)

Kuparia voidaan lujittaa kylmämuokkauksella, lujitusominaisuuksia voidaan parantaa erilaisilla seostuksilla. (Lindroos, Sulonen, Veistinen, Miekk-ojan uudistettu metallioppi, s.547)

Hapettoman kuparin muodonmuutoskyky on niin hyvä, että sitä voidaan muokata kylmänä, kuinka pitkälle tahansa, ilman välihehkuksia. Putkea vedettäessä

muokkausaste kohoaa usein 95% (Lindroos, Sulonen, Veistinen, Miekk-ojan uudistettu metallioppi, s.555)

Kylmävetomuokkausmenetelmä perustuu putken vetämiseen suurella voimalla vetorenkaan lävitse. Tuurnaa käytettäessä putken halkaisija sekä putken seinämän vahvuus muuttuvat.

Mikäli putki vedetään ilman tuurnaa vetorenkaan lävitse, niin putken seinämän vahvuus kasvaa, putken ulkohalkaisija määräytyy vetorenkaan koon mukaan.

Putkea ei voi muokata rajattomasti yhdellä vedolla. Siksi putkea on vedettävä useita kertoja, jotta saavutetaan haluttu mitta.

## 4 PROSESSI

### 4.1 Prosessissa käytettävät laitteet

Putkivalssi on Mannesmann-Meer-merkkinen.

Koneen tekniset tiedot

Tyyppi	KPW 3X75 VM	
Valmistusvuosi	1971	
Teho	700	kW
Kierrosluku	55-135	l/min
Syöttö	7-20	mm
Putken max halkaisija	80	mm
Putken max pituus	18000	mm



## 4.2 Käytössä oleva logiikka

Koneessa on käytössä ABB:n logiikkaohjaus. Logiikalla ohjataan putkivalssin kaikkia sähköisiä toimintoja. Putken kulkua valssilla ohjaavat rajakytkimet. Valsissa on kolme rajakytkintä. Ne käynnistävät niille määritellyt toiminnot, kun putki on ohittanut ne. Rajakytkimet ohjaavat mm. panostusrullia, tuurnien rasvausta sekä rullien pyörimistä.

## 4.3 Prosessin kuvaus

Putken valmistus alkaa puristimelta. Kuparipöllistä on sahattu oikean kokoinen kiekko. Kiekko kuumennetaan uunissa 900° asteiseksi. Kuumen kuparikiekon keskelle painetaan mäntä, jonka jälkeen leuat tarttuvat putken päähän ja se vedetään läpi veto-tenkaasta. Tässä vaiheessa putken molemmat päät ovat umpinaiset. Seuraavassa vaiheessa putket jäädytetään vesialtaassa. Kun putket ovat jäähtyneet ne siirtyvät sahalle. Sahalla putken molemmista päistä poistetaan se osa putkea, joka ei sovellu tuotantoon.

Puristimella valmistetaan useampaa eri pituista putkiaihiota. Yleisin koko puristeputkelle on 83 x 11,5 mm ja sen pituus on n.16 m. Tästä aihioista putkivalssain tekee putken, jonka mitat ovat 45 / 40,3 mm, valssaamisen jälkeen putken pituus on n.130 m.

Valssausta tapahtuu kolme putkea kerrallaan, putket kulkevat vieretysten omilla radoillaan. Putket tulevat sahalla kaltevalle pöydälle, josta ne nostetaan automaattisesti eteenpäin. Seuraavassa vaiheessa putken päästä poistetaan jäysteet.

Putkeen puhalletaan kovalla paineella ilmaa. Tämän vaiheen on tarkoitus poistaa mahdolliset irtonaiset lastut putken sisältä. Putken sisään jäävät lastut aiheuttavat prosessin edetessä laatuongelmia.

Jäysteiden poiston jälkeen putket siirtyvät panostusrullien päälle. Rullien päältä putket siirtyvät eteenpäin varsinaiselle valssille. Putket kulkevat valssilla eteenpäin pyörivien rullien avulla. Ensimmäiseksi putket kulkevat kahden tukilaakerin lävitse. Tukilaakereiden tehtävänä on pitää putken sisällä kulkevaa vartta paikoillaan. Tukilaakerit ovat

välttämättömiä koneen toiminnan kannalta. Mikäli putken sisällä olevat varret pääsisivät liikkumaan, ne kulkeutuisivat putken mukana valssikiekoille.

Ennen toista tukilaakeria sijaitsee kohta, jossa tuurnat voidellaan. Toisen tukilaakerin lävitse mentyään putket tulevat ensimmäiselle syöttökelkalle. Syöttökelkan sisällä on leuat, jotka vetävät putkea eteenpäin. Ensimmäisen syöttökelkan ottaessa putkesta kiinni, putki alkaa pyöriä. Pyöriminen on oleellista, jotta sitä voidaan muokata. Mikäli putki ei pyörisi putkeen tulisi virheitä ja se jouduttaisiin romuttamaan. Kun ensimmäisen syöttökelkan leuat aukeavat, perästä tulevat uudet putket työntävät niitä edellään siihen asti, kunnes toisen syöttökelkan leuat ottavat putkista kiinni. Toinen syöttökelkka työntää putket valssauskammioon, jossa putket muokataan oikean kokoisiksi valssikiekoilla ja tuurnalla. Valssikammiossa tapahtuu putken reduktio. Valssin yhden iskun pituus on 14 mm ja ajonopeus 105 iskua/min.

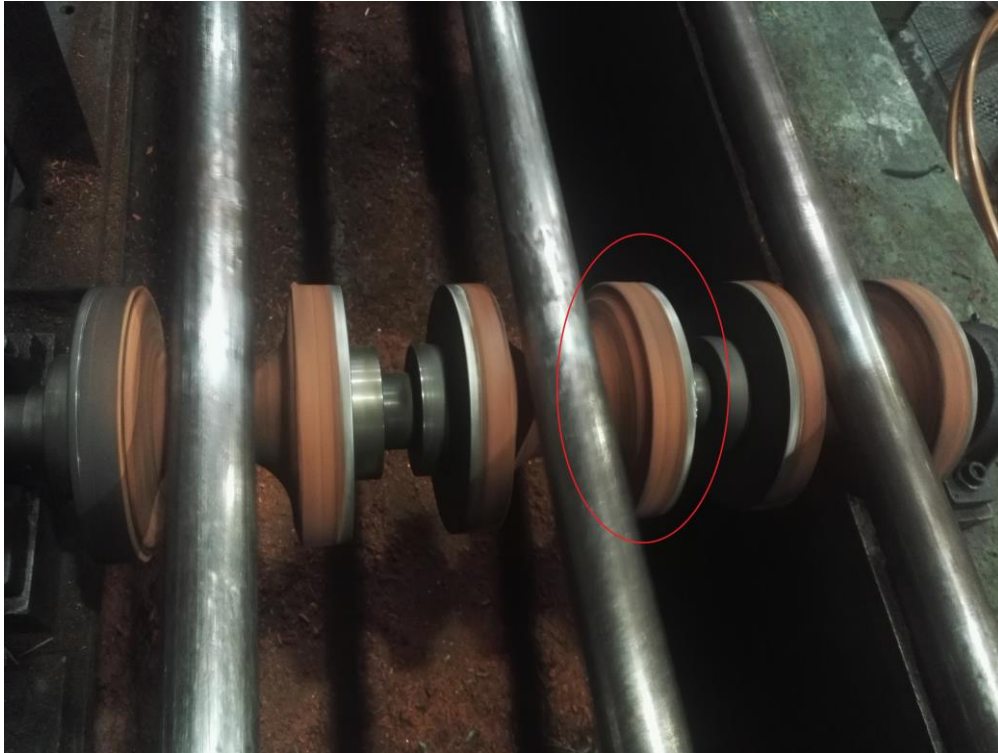
Muokkauksen jälkeen putket putoavat ns. monttuun, josta ne lähetetään eteenpäin.

## 5 ONGELMAT

### 5.1 Rullien kuluminen

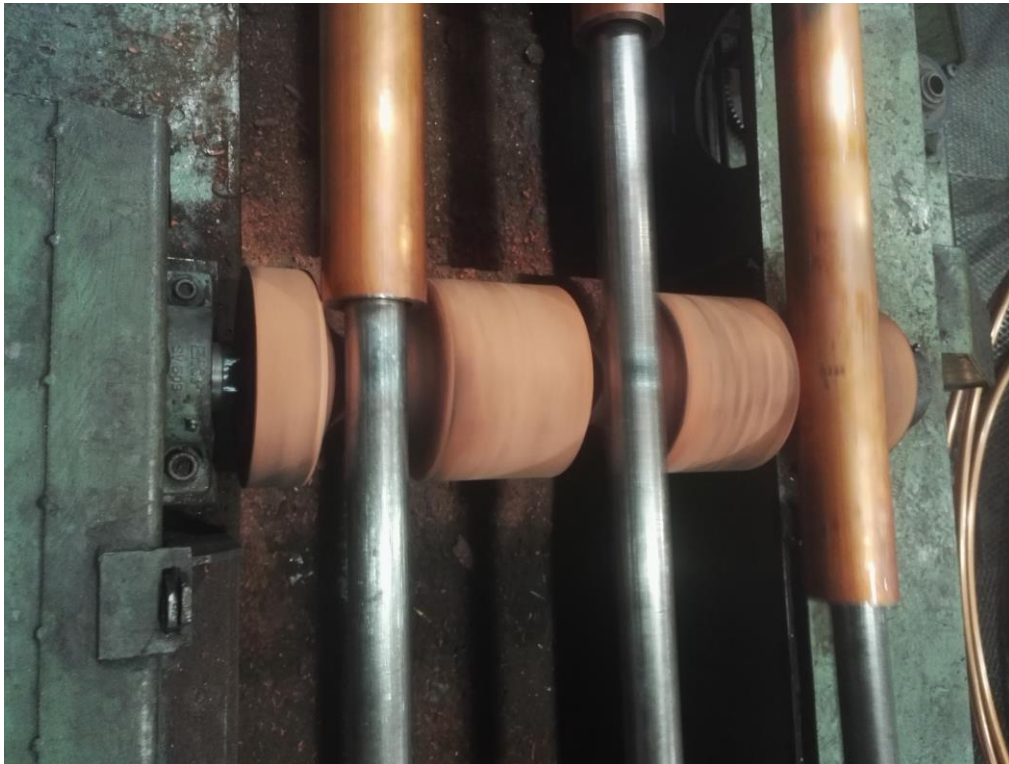
Osasta putken syötössä käytettävistä rullista kuluu rullien päällä oleva pinnoite pois (kuva 1). Tämä johtuu siitä että, putken pää pysähtyy rullien kohdalle tai ylittää ne hitaasti. Pinnoitteen alta paljastuva metallipinta aiheuttaa putkessa laatuongelmia. Metallista saattaa irrota lastuja putken pintaan, ja ne aiheuttavat putken katkeamisen jatko tuotannossa. Lisäksi rullat joudutaan uusimaan useammin, josta syntyy turhia lisäkustannuksia.

Putken pään pysähtyminen rullan kohdalle aiheuttaa pinnoitteen kulumisen (kuva 2).



Kuva 1

Putkea kuljettavien rullien kuluminen.



Kuva 2.

Kuvassa putken pää on pysähtynyt rullan päälle, tämä aiheuttaa rullan kulumisen.

## 5.2 Moottoreiden turha käyminen

Putkia eteenpäin syöttäviä rullia pyörittävät moottorit pysyvät päällä, vaikka putki olisi jo ohittanut ne. Moottoreiden turha käyminen kuluttaa sähköä ja lyhentää moottoreiden käyttöikää. Moottorit ovat ketjukäyttöisiä, turha käyminen myös kuluttaa ketjuja ja niitä joudutaan uusimaan tasaisin väliajoin. Lisäksi ketjut venyvät käytön aikana ja alkavat hyppimään hammasrattaiden hampaiden ylitse. Tällöin putken kulku radalla hidastuu.

Tällä hetkellä moottorit käyvät turhaan niiden sijainnin mukaan 30-60 sekuntia per valssaus.

## 5.3 Tuurnien rasvaus

Tuurnien rasvaus toimii tällä hetkellä siten että putkien ohittaessa kolmannen rajan ajastin käynnistyy ja määrätyn ajan jälkeen varsien päälle kääntyvät sakarat, joista tulee voiteluun käytettävää rasvaa. Rasvaa menee hukkaan, koska se ei pysy varsien päällä. Osa rasvasta saadaan kierrätettyä takaisin tuotantoon. Rasva tippuu ritilän päälle, jossa siitä erottuu isoimmat roskat.



Kuva 3

Käytössä oleva rasvauslaite

#### 5.4 Sauman tasaus

Kun uudet putket tulevat tuurnien rasvauskohdan ohitse, ne osuvat edellisiin, vielä valssattavina olevien putkien päihin. Kuten aiemmin on mainittu, uudet putket työntävät vanhat edellään. Kaikkien putkien päiden tulisi olla lähestulkoon samalla tasolla, kun ne tulevat viimeiselle syöttökelkalle. Tällä hetkellä operaattoreilla on käytössään käsin käytettävä työkalu, jolla he hidastavat sen putken kulkua, jonka putkenpää on mennyt liian pitkälle. Työkalun käyttö vaatii käyttäjältään runsaasti voimaa ja työkalu saattaa lipsahtaa putkesta, jolloin se aiheuttaa käyttäjälle vaaratilanteen.

## 6 RATKAISUEHDOTUKSET

### 6.1 Rullien kuluminen

Nopeasti kuluvien rullien parantamiseksi rakennetaan laite, joka nostaa ja laskee rullat oikea-aikaisesti (LIITE 1). Rullaan kiinnitetään jalat, jotka toimivat saksinostimien kaltaisesti. Laite liikkuu pneumatiikan voimalla tai sähkömoottorilla, moottori liikuttaa mäntää, joka on kiinnitetty rullan jaloissa olevaan akseliin. Toiset jalat on kiinnitetty kiinteästi lattiaan. Rullan ylös/alas liikkuma matka on 6cm. Näin laite ei tarvitse toimiakseen suurta tilaa.

Mikäli valssiin vaihdetaan servotoimiset moottorit, on jokaisella radalle tehtävä oma laite rullan nostamista varten. Jos servotoimisia moottoreita ei asenneta, niin silloin rulla voi kattaa kaikki kolme rataa kerralla, kuten tällä hetkellä. Silloin nostolaite liikuttaisi koko rullaa. Ratkaisu ilman servomoottoreita, olisi parempi ratkaisu tässä tilanteessa.

Rullien pintamateriaalia ei ole syytä lähteä muuttamaan. Materiaali on vuosien mittaan todettu toimivaksi sille suunniteltuun tehtävään.

Rullat on valmistettu siten että niissä on metallinen akseli. Rullien kuluminen aiheuttaa kupariputken osumisen metalliseen akselin. Rullan akselin voisi korvata kovalla

muovilla esim. Polyamidi (Nylon), Polytetrafluorieteeni (teflon) tai polyoksimeteeni (POM). Tällöin rullien pinnoitteen kulumisen ei aiheuttaisi vaaraa metallin joutumisesta kupariputkeen.

Tämä vaatisi selvitystyön siitä, voisiko akseli olla muovia. Lisäksi olisi selvittävää voiko kuluneiden rullien akseleita käyttää uudelleen.

### 6.1.1 Muovit

”Polyamideja (Nylon) on saatavilla kaupallisesti montaa eri lajia. Sen monikäyttöisyys on tehnyt siitä yhden käytetyimmistä teknisistä kestopuoveista. Polyamidin numerointi esim. PA6 tulee polyamidin valmistuksessa käytettävien lähtöaineiden, diamminihapon ja kahdenarvoisenhapon, hiiliatomien määrästä. Atomien suhde tekee polyamidien ainutlaatuiset ominaisuudet”. (<https://frii-plast.fi>)

Polyoksimeteeni (POM) on kova valkoinen muovi, jolla on pieni vedenimeytyminen ja suuri jäykkyys. Siitä voidaan valmistaa tarkkamittaisia osia, koska se ei ime vettä. POM:n etuina voidaan pitää sen hyvää virumisen ja väsymisen kestoa”. (<https://frii-plast.fi>)

”PA6 on korkealujuuksinen, suulakepuristettu polyamidi. Siinä yhdistyvät hyvät liukuominaisuudet suureen mekaaniseen lujuuteen, jäykkyyteen, kovuuteen sekä sitkeyteen. Lisäksi siinä on hyvä mittatarkkuus ja se kestää hyvin öljyä, polttoaineita ja liuottimia”. (<https://www.aikolon.fi>)

”Polytetrafluorieteeni (PTFE) omaa monia hyviä ominaisuuksia kuten erittäin hyvä kemiallinen kestävyys ja lämpötilankesto. Lämpötilankesto on  $-100\text{C}^{\circ}$  -  $+260\text{C}^{\circ}$  asteen välillä. Vaikka tuotteen kulutuksenkestävyys onkin rajoitettua sen pehmeiden takia, niin se soveltuu kohteisiin, jossa on alhainen kuormitus ja nopeus”. (<https://www.aikolon.fi>)

## 6.2 Ajoitus

Rullien pyörimisen ajoittamiseksi, muutetaan olemassa olevaa logiikkaa. Rullien pyöriminen ajoitetaan putken kulkemisen mukaan, rullien ohjaamiseen käytetään putki-  
valssissa olemassa olevia rajoja ja tarpeen vaatiessa niitä lisätään. Rajojen paikat on  
esitetty liitteessä (LIITE 2).

Lisäksi suoritettiin kellotus, jolla saatiin ajoitettua rullien käynnistyminen ja pysäytys  
sekä nostamien ja laskeminen paremmin optimoituina.

Alla oleva lista selitteistä kuuluu ajoituksen vaiheissa esitettyihin määritelmiin.

Katselusuunta on puristimelta valssille päin.

$T$ =kokonaisaika

$T_1$  =aika ensimmäiseltä rajalta

$T_2$ =aika haistelijalta

Ajat ovat keskivertoaikoja, ne on mitattu kolmeen kertaan sekuntikellolla. Ajat on pyö-  
ristetty seuraavaan puoli tai koko sekuntiin.

### **VAIHEET**

1. Kaikki rullat alkavat pyöriä
2. Putki ohittaa ensimmäisen rajan ja ajastin käynnistyy. Määrätyn ajan  $T_1=15$  s kuluttua ratakohtainen rulla nousee ylös ja alkaa pyöriä.
3. Kun viimeinen putki on osunut ensimmäiseen rajaan. Panostajan moottorit voidaan pysäyttää  $T=50$  s.
4. Toinen laskevista rullista nousee ja alkaa pyöriä  $T_1=18$  s
5. Kaikki putket ovat ohittaneet ensimmäisen rajan. Moottorit 1,2,3 voidaan sammuttaa  $T=70$  s
6. Putki saapuu haistelijalle ja putken osuessa siihen kaikki servotoimiset moottorit pysähtyvät. Tässä vaiheessa putken päät ovat yhä keskimmäisen syöttölaitteen edessä (kuluva rulla) olevien laskevien rullien päällä.
7. Tuurnien rasvaus loppuu ja laite laskeutuu alas.
8. Servotoimiset moottorit käynnistyvät
9. Ensimmäinen laskeva rulla voidaan pysäyttää ja laskea alas.  $T_2=6$  s
10. Seuraava rulla voidaan pysäyttää  $T_2=67.5$  s
11. Rullat työntävät putket syöttökelkkaan
12. Servomoottorit voidaan pysäyttää  $T=360$  s

Servomoottoriset rullat mahdollistavat jokaisen putken itsenäisen liikuttelun. Operaattorit pystyvät tasaamaan putkien saumakohdan, muuttamalla moottorin pyörimisnopeutta tai pitämällä jotain rataa pidempään sammuksissa.

Mikäli valssiin ei asenneta servotoimisia moottoreita, niin rullien ajoitus ei toimi eikä putkea voida pysäyttää tai liikuttaa itsenäisesti. Tällöin voidaan ajoittaa ainoastaan rullien käynnistyminen ja sammuminen viimeiseksi rajakytkimen ohittaneen putken mukaan.

Muuttamalla logiikkaa kyseisellä tavalla säästetään moottoreiden käyntiaikaa jokaisen työvuoron aikana 67,5 min.

Putkia liikuttava moottori on teholtaan 7.5 KW. Valsissa on 8 kappaletta moottoreita. Mikäli osa moottoreista vaihdetaan servotoimiseksi, jäljelle jää 5 moottoria. Keskiarvo turhalle käymiselle on 45 sekuntia per valssauskerta. Työvuoron aikana suoritetaan n.90 valssauskertaa, edellyttäen että valssi toimii koko vuoron ajan. Keskiarvo siitä, kuinka kauan yksi moottori käy turhaan työvuoron aikana on  $45s \cdot 90 \text{ valssausta} = 4050s = 67,5 \text{ min.}$

### 6.3 Tuurnien voitelu

Jotta rullia voidaan ohjata, tulee putkivalssiin asentaa haistelijä, joka pysäyttää kyseisen radan ja putken voitelu voidaan käynnistää. Lisäksi radoille tulisi vaihtaa servotoimiset moottorit rullien pyörittämiseen, jolla mahdollistetaan jokaisen radan itsenäinen toiminta. Servomoottoreista voidaan säätää jokaisen rullan pyörimisnopeutta erikseen.

Koska putket ovat harvoin saman mittaisia tai liikkuvat radalla samaa vauhtia, niin radan yksilöllinen ohjaus on ainoa mahdollisuus toteuttaa tuurnien rasvaus ajatellulla tavalla. Servomoottorien käytöllä pystytään myös tasaamaan putkien päät, mikäli siihen on tarvetta.

Tuurnien voiteluun ajateltiin laitetta, joka nousee vasten varsia ja liikkuu putken sisälle. Tämän jälkeen voitelu käynnistyy, määrätyn ajan jälkeen laite siirtyy taaksepäin ja laskeutuu takaisin alas. Putken sisään menevä osa on kiilan muotoinen, koska putken



pää on usein vino ja näin ollen varren ja putken väliin jäävä tila ei ole sama kaikissa putkissa.

Tällä muutoksella ei haettu kustannussäästöjä vaan sen tarkoitus on parantaa putken sisällä olevan tuurnan voitelua. Tietysti tuurnan parempi voitelu vaikuttaa putken valssaukseen valssikammiossa, joka välillisesti vaikuttaa kupariputken laatuun.

#### 6.4 Sauman tasaus

Servotoimisilla moottoreilla ja ratojen yksittäisellä ohjaamisella voidaan ratkaista myös putkensauman tasaus. Servoja voidaan pyörittää itsenäisesti ja niiden nopeutta voidaan säätää portaattomasti tai ne voidaan pysäyttää kokonaan. Tällöin rata, jonka putki on edennyt liian pitkälle, voidaan pysäyttää tarpeelliseksi ajaksi tai putken kulunopeutta voidaan laskea.

## 7 MOOTTORIT

### 7.1 Moottorin valinta

Moottorin valinnassa sekä radalle että nostettaviin rulliin käytettiin apuna pisteytystä 1 - 5 p, joita annettiin moottorin eri ominaisuuksille.

#### Nostettava rulla

	Käytettävyys	Huolto	Varmuus	Monipuolisuus	Yhteensä
Sähkömoottori	4	3	4	2	13
Pneumaattinen	2	3	3	1	9

Nostettavien rullien moottoriksi valikoitui sähkömoottori. Sen etuina ovat toimintavarmuus sekä käyttökohteeseen sopivuus. Sähkömoottorin tehon avulla voidaan säädellä helposti rullan nousu nopeutta. Koska moottorissa tapahtuu vain edestakaista liikettä, sille on tärkeämpää toimintavarmuus, kuin esim. portaaton tehon säätö.

#### Radan rullat

	Käytettävyys	Huolto	Varmuus	Monipuolisuus	Yhteensä
Sähkö	2	3	4	2	11
Servo	5	3	4	5	17

Radalla putkia kuljettaviksi rulliksi valittiin servomoottorivetoiset rullat. Servotoimisten rullien kaksi suurin vahvuus on niiden sopiminen käyttökohteeseen niiden monipuolisuuden takia. Servomoottoreissa on mahdollista säätää portaattomasti moottorin pyörimisnopeutta, koska ajatuksena on, että putket olisi mahdollista pysäyttää tai niiden kulkunopeutta olisi mahdollista säätää tarpeen mukaan.

”Käyttökohteissa, joissa tarvitaan suurta toimintatarkkuutta, voidaan käyttää takaisinkytkettyjä moottorikäyttöjä. Takaisinkytkettyjä ja säädettyjä moottoriratkaisuja kutsutaan servomoottoreiksi. Yleisemmin sähkökäyttöiset servomoottorit ovat tyypiltään AC-moottoreita, jotka on liitetty osaksi käyttökohteen ohjaus- ja säätöjärjestelmää. Tyypillisesti servomoottorijärjestelmissä käytetään virta- ja/tai nopeustakaisinkytkentöjä ja -säättöjä. AC-käyttöisille servomoottoreille on ominaista pieni hitausmomentti sekä suuri vääntömomentti”. (Airila)

”AC-servomoottori koostuu tyypillisesti kolmivaihemoottorista, tarkasta takaisinkytkentäanturista, taajuusmuuntajasta sekä itse ohjaus- ja säätöyksiköstä/logiikasta. Servomoottorit on suunniteltu toimimaan ylikuumenematta laajalla nopeusalueella sekä ylläpitämään nollanopeudella riittävän suuri momentti kuorman paikallaan pitämisen varmistamiseksi”. (<http://virtual.vtt.fi>)

Työn aikana ei laskettu tarvittavaa moottorin tehoa tai kustannusarviota.

#### Servomoottorin lohkokaavio



Saija Hurri, Teemu Manninen, Konsta Viljakainen, Fikret Jakupovic. (<https://slideplayer.fi/>)



Servomoottori (<https://www.wexon.fi>)

## 8 KUNNOSSAPITO

Kunnossapito tarkoittaa niitä toimia, joilla on tarkoitus ylläpitää ja palauttaa koneen tai yksikön toiminta sellaiseksi, että sillä kykenee suorittamaan sille suunnitellut ja siltä halutut toiminnot. Toimintoja ovat elinjakson aikainen kunnon ja kustannusten hallinta ja suunnittelu. Lisäksi siihen kuuluu hallinnolliset ja liikkeenjohdolliset toimenpiteet.

Kunnossapidon määritelmä löytyy standardeista

SFS-EN 13306:2010(Kunnossapito, kunnossapidon terminologia)

PSK 6201:2011 (Kunnossapito, käsitteet ja määritelmät)

(Heinonkoski, 2013, 11)

Kunnossapidon määrästä päättää vuosittain yrityksen johto. Päätös on strateginen, joko kunnossapitoa päätetään jatkaa ja parantaa laitteiden kunnossapitoa tai jättää se kokonaan tekemättä, mikä voi olla joskus yhtä järkevää.

Kunnossapidon tarve syntyy esimerkiksi seuraavista tekijöistä

- kohteen merkitys yritykselle ja tuotannolle, esimerkiksi laitteen kriittinen merkitys.
- kohteen monimutkaisuus, tekniset ratkaisut, liikkuvien ja kuluvien osien määrä.
- käyttöolot, paine, lämpötila, puhtaus yms. Sekä kuormitus ja käyttöaika

(Heinonkoski, 2013, 13)

Kunnossapitotyö tehdään useasti projektina, koska kunnossapidon vaatimat seisokkiajat ovat lyhentyneet, työ on tehtävä mahdollisimman nopeasti. Seisokkin määrä on myös vähentynyt, prosessi- ja tuotantoteollisuudessa pyritään 1-2 seisokkiin vuodessa. Tämän takia työ on suunniteltava huolellisesti etukäteen. Useat ammattiryhmät saattavat työskennellä samassa kohteessa samaan aikaan.

(Heinonkoski, 2013, 240)

Putkivalssilla suoritetaan kaksi huoltoseisokkia vuodessa. Jolloin valssille suoritetaan suuremmat ennalta suunnitellut huollot. Koneen merkitys tehtaan tuotannolle on merkittävä, sillä yli 90% kaikesta materiaalista kulkee valssin läpi.

Koneen seisottamien on mahdotonta normaalin tuotannon ollessa käynnissä. Siksi putkivalssia huolletaan ainoastaan seisokeiden aikana. Koska seisokilla ei välttämättä ehditä tekemään kaikkia suunniteltuja huoltoja, koneen käynti on ajoittain epävarmaa ja sitä joudutaan huoltaan silloin kun vika ilmenee.

Kone voitaisiin huoltaa suunnitelman mukaan kerran kuukaudessa tai muulla sovitulla aikavälillä yön aikana, jolloin muuta tuotantoa ole. Tällöin varmistettaisiin laitteen sujuva toiminta ja turhilta pysäytyksiltä säästyttäisiin. Tämä tarkoittaisi kahden kunnossapidossa työskentelevän henkilön väliaikaista työskentelyä yövuorossa. Koneen käyttäjät keräisivät kaikki kohteet, joissa olisi tarpeellista tehdä ennakoivaa huoltoa. Kunnossapito tarkistaisi listan kahdesti viikossa ja suunnittelisi tarpeelliset korjaukset ja hankkisi niihin tarvittavat osat.

Alla oleva laskelma perustuu kuvitteelliseen seisokkitunnin hintaan 2000€. Taulukossa olevat luvut ovat euroja.

Tuntipalkka	Työnantaja-maksu	Yhteensä
19,5	13,65	33,15
Kustannus yhteensä kun 2 hlö yövuorossa	530,4	
Seisokkitunnin hinta	2000	
50 h seisokki	100000	
<b>Mahdolliset säästöt</b>		
20% vähennys seisokkiajassa	20000	
Todellinen säästö	15756,8	

Yhden seisokkitunnin hinnalla pystyttäisiin teettämään 3,8 yövuoroa. 20% vähennys seisokkiajassa toisi suoraa säästöä 20000 €. Tästä on taulukossa vähennetty yhden yövuoron palkkakulut, lisäksi summaan tulisi lisätä varaosista tulevat kulut. Todellisudessa yhden yövuoron aikana tehdyillä korjauksilla ei päästä 20 % parannukseen seisokkiajassa.

## 9 YHTEENVETO

Työ oli mielenkiintoinen ja laaja kokonaisuus. Työ opetti minulle kuparin muokkauksesta sekä siihen käytettävistä laitteista.

Työssä ei saavutettu sille asetettua tulosta, koska lopullinen ratkaisu ongelmiin jäi ratkaisematta. Yritys sai kuitenkin joitain uusia ideoita laitteen parantamiseksi.

## LÄHTEET

Airila, M, [http://virtual.vtt.fi/virtual/proj3/prognos/prognos/pdf/servomoottori\\_rakenne\\_vikaantuminen&havainnointi.pdf](http://virtual.vtt.fi/virtual/proj3/prognos/prognos/pdf/servomoottori_rakenne_vikaantuminen&havainnointi.pdf) Viitattu 10.10.2019

Risto Heinonkoski, Kone- ja prosessiautomaation kunnossapito, Opetushallitus, Suomen Yliopistopaino OY, Tampere

Hurri, Jakupovic, Manninen, Viljakainen, TAMK <https://slideplayer.fi/slide/15205687/> Viitattu 10.10. 2019

<https://www.aikolon.fi/tuotteet/tekniset-muovit/pa-6> Viitattu 7.10.2019

<https://frii-plast.fi/fi/materiaaliluettelo/polyamidi-pa6-pa66-pa12> Viitattu 7.10.2019

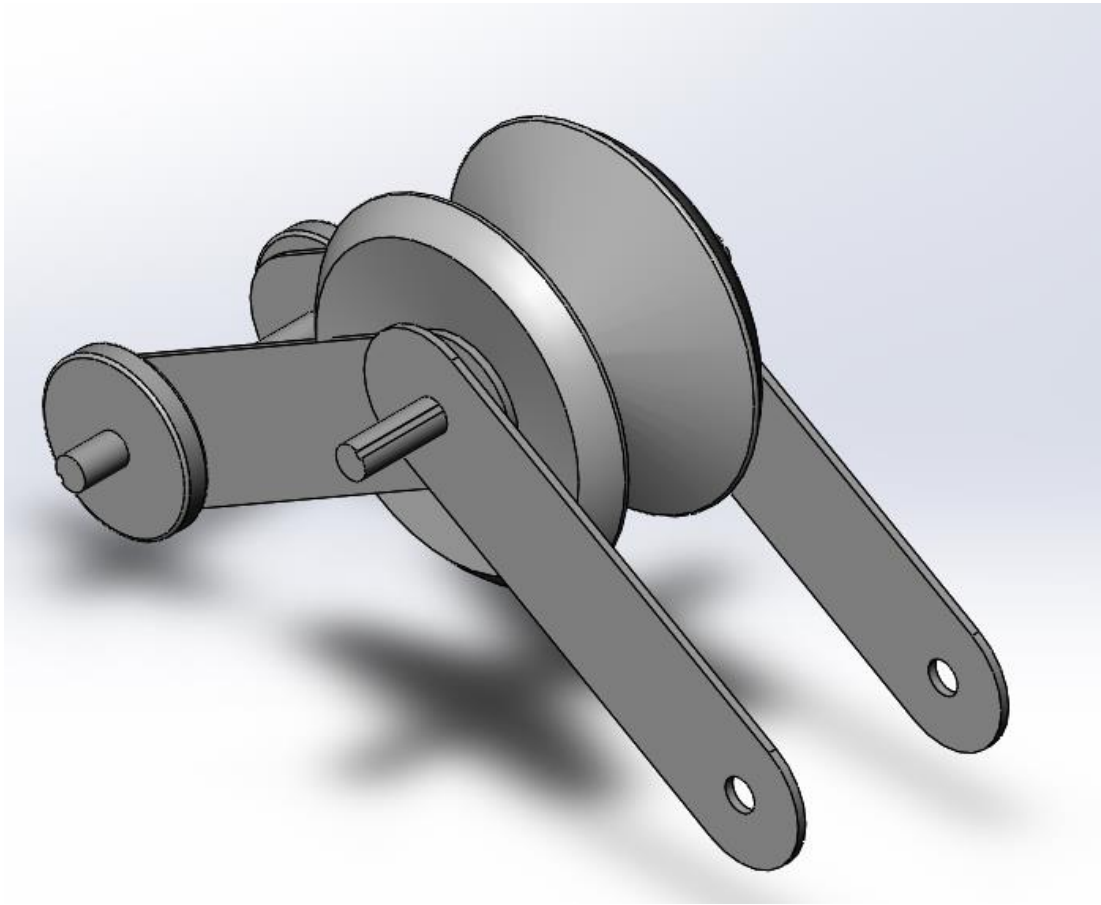
<https://www.wexon.fi/tuotteet/mekatroniikka/servomoottorit/ac-moottorit/servomoottorit-ac/> Viitattu 10.10.2019

Kuparimetallit: Metalliteollisuuden Keskusliitto, MET, Metalliteollisuuden Kustannus Oy, Tammer-Paino Oy, Tampere, 2001

Pertti Lepola, Matti Makkonen ja Werner Söderström Osakeyhtiö 2000, Materiaalit ja niiden käyttö, 1. painos

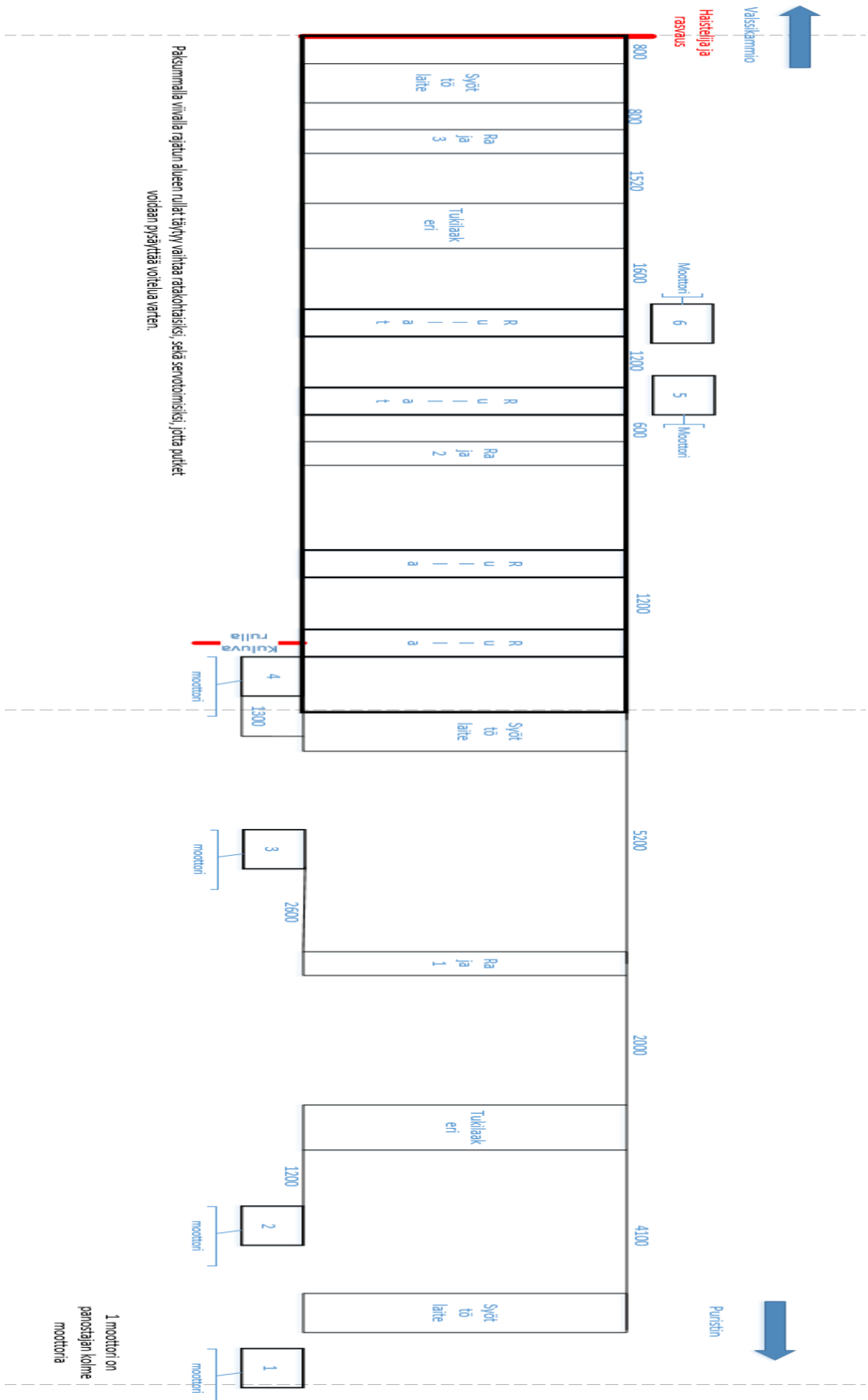
Lindroos, Sulonen, Veistinen. Uudistettu Miekk-ojan metallioppi. Alkuperäisen teoksen kirjoittanut Professori H.M Miekk-oja (1908-1973). Teoksen uudistamistyön ovat suorittaneet: Professori Veikko Lindroos, Professori Matti Sulonen, Tekniikan tohtori Mauri Veistinen. Teknillisten tieteiden akatemia. Akademin för tekniska vetenskaper ry. Kustannusosakeyhtiö Otavan paino laitokset, Keuruu 1986

## LIITEET



Liite 1 Rullan nostamiseen ideoitu laite





Liite 2 Nostettavien rullien paikat sekä laitteen mitat

