

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka
Tero Kallioharju

Opinnäytetyö

Tero Kallioharju

Putkenvalmistuslinjan työkalunvaihdon kehittäminen

Työn ohjaaja Päätoiminen tuntiopettaja Joni Nieminen, Ins. AMK
Työn tilaaja Fennosteel Oy, Parkano
Työn valvoja Tuotantopäällikkö Keijo Laihonen

Työn nimi:	Putkenvalmistuslinjan työkalunvaihdon kehittäminen
Sivumäärä:	34 sivua + 3 liitesivua
Työn valmistumisaika:	Toukokuu 2010
Työn ohjaaja:	Ins. AMK Joni Nieminen
Työn tilaaja:	Fennosteel Oy, valvoja tuotantopäällikkö Keijo Laihonen

TIIVISTELMÄ

Tämä opinnäytetyö on tehty Parkanossa sijaitsevalle Fennosteel Oy:n tehtaalle. Fennosteel Oy valmistaa pakoputkia ja ohutseinäputkia.

Työkalunvaihdon kehittäminen tuli yrityksessä ajankohtaiseksi putkenvalmistuslinjan uusimisen myötä.

Opinnäytetyössä käsitellään nykyaikaisen putkenvalmistuslinjan työkalunvaihdon ongelmia ja ratkaisuehdotuksia niihin.

Tässä työssä esitellään aluksi putkenvalmistuslinjan pääkomponentit sekä niiden toiminta. Putkenvalmistuslinjasta siirrytään työkalunvaihtoon, joka on osa valmistusprosessia. Työkalunvaihto on esitetty johdonmukaisessa järjestyksessä vaihe kerrallaan.

Opinnäytetyö pureutuu vaiheiden esittämisen jälkeen, työkalunvaihdossa ilmenneisiin ongelmiin sekä ratkaisujen etsimiseen. Kaksi nostoapuvälinettä otettiin käyttöön jo tämän opinnäytetyön tekemisen aikana.

Ratkaisuehdotukset ovat osa putkenvalmistuslinjan kehittämistä, eikä niitä kaikkia ole välttämättä tarkoitus toteuttaa. Tämän työn tarkoitus on myös antaa erilaista näkökulmaa työkalunvaihdon ongelmista.

Lopuksi on vielä yhteenveto projektin onnistumisesta ja ajatuksista, mitä tällainen projekti herättää.

Thesis: Tool setting improvement for steel tube production line
Pages: 34 sivua + 3 liitesivua
Graduation time: April 2010
Thesis instructions: Joni Nieminen
Comissioning company: Fennosteel Oy,
supervised by production manager Keijo Laihonen

ABSTRACT

This thesis was made for the Fennosteel Oy Parkano. The Fennosteel manufactures exhaust systems to cars and other steel tubes, which are made from thin material.

Subject of this thesis is to develop tool settings for tubeproductionline. The development of tool settings was done, because company bought a new tubeproduction machine.

First is an introduction for modern steel tube production machine. After that, thesis concentrates for making a tool setting to steel tube production machine.

The tool setting is introduces for phase by phase. There are three employees working in tool settings at the same time, so some of the phases happen in the same time.

There are problems and solution proposal next in this thesis. Purpose of this thesis is also to give different point of view for problems in tool settings.

Last in this thesis is summary about this project.

The company wanted to make tool settings faster and easier, with this development.

Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ.....	2
ABSTRACT	3
1 Johdanto	6
2 Putkenvalmistuslinja	8
2.1 Putkilinjan kehittämisen lähtökohdat.....	9
2.2 Putkilinjan pääosat	9
2.2.1 Rainahaspeli.....	9
2.2.2 Akkumuloiva varasto	10
2.2.3 Alkupään työkalurullat	10
2.2.4 Hitsausrullat.....	11
2.2.5 Kalibrointirullat.....	12
2.2.6 Muotoilurullat	12
2.2.7 Saha	13
2.2.8 Muut laitteet	13
3 Työkalunvaihto.....	15
3.1 Yleistä työkalunvaihdosta	15
3.2 Työkalunvaihdon työvaiheet	15
3.2.1 Pukkien ja työkalurullien irrottaminen.....	15
3.2.2 Hitsaukseen liittyvien osien irrottaminen	18
3.2.3 Työkalujen asennus	19
3.2.4 Muut työvaiheet työkalunvaihdossa	20
3.3 Ongelmat työkalunvaihdossa.....	22
3.3.1 Akkumuloivan varaston säätäminen	22
3.3.2 Paksun materiaalin saaminen koneeseen	22
3.3.3 Työkalurullien irrottaminen toisistaan	22
3.3.4 Pukkien nostelu	23
3.3.5 Painavien työkalurullien nostelu	23
3.3.6 Hitsausrullien edessä olevien rullien vaihto	23
3.3.7 Muotoilurullien vaihto.....	24
3.3.8 Sahan leukojen vaihto	25
3.3.9 Linjaus	26
4 Työkalunvaihdon ongelmien ratkaisuehdotukset.....	27
4.1 Akkumuloivan varaston rullien säätäminen.....	27
4.2 Paksun materiaalin syöttäminen koneeseen	27
4.3 Rullien irrotus toisistaan	28
4.4 Pukkien nostelu.....	29
4.5 Painavien rullien nostelu	29
4.6 Hitsausrullien edessä olevien rullien vaihto	30
4.7 Muotoilurullien vaihto	31

4.8	Sahan leukojen vaihto.....	31
4.9	Linjaus.....	31
5	Yhteenveto.....	32
	Lähteet	33

1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö on tehty Parkanossa sijaitsevalle Fennosteel Oy:n tehtaalle. Fennosteel Oy valmistaa pakoputkia ja ohutseinäputkia.

Opinnäytetyössä käsitellään nykyaikaisen putkenvalmistuslinjan työkalunvaihdon ongelmia ja ratkaisuehdotuksia niihin.

Tässä työssä esitellään aluksi putkenvalmistuslinjan pääkomponentit sekä niiden toiminta.

Komponenttien ja niiden toiminnan esittelyn jälkeen keskitytään työkalunvaihdoissa ilmenneisiin ongelmiin sekä ratkaisujen etsimiseen.

Fennosteel Oy (kuva 1) on Parkanossa sijaitseva metallialan yritys. Se on perustettu vuonna 1985 ja nykyisissä toimitiloissa se on toiminut vuodesta 1998 alkaen. Liikevaihtoa yrityksellä on yli 12 miljoonaa euroa.



Kuva 1 Fennosteel Oy, Parkano

Fennosteel Oy on keskisuuri yritys, joka työllistää noin 90 henkilöä. Suurimpina asiakkaina yrityksellä ovat autojen maahantuojat ja autotarviketukuliikkeet. Viennin osuus liikevaihdosta on noin puolet.

Fennosteel Oy:n valmistamia tuotteita ovat pakoputket, äänenvaimentimet ja ohutseinäputket. Tuotteiden markkina-alueita ovat pääasiassa EU-maat, Venäjä ja Kanada.

Yritys on jaettu kahteen osastoon. Toinen valmistaa pakoputket ja äänenvaimentimet, ja toinen valmistaa ohutseinäputket.

Pakoputkia valmistetaan kaikkiin yleisimpiin japanilaisiin ja eurooppalaisiin autoihin. Fennosteel Oy valmistaa pakoputket itse alusta loppuun asti.

Fennosteel Oy:n tuotekehitys, valmistus ja myynti on ISO 9001 -sertifioitu. Yrityksellä on myös ISO 14001 – ympäristösertifikaatti (www.fennosteel.fi).

2 Putkenvalmistuslinja

Tämä opinnäytetyö käsittelee Fennosteel Oy:n putkenvalmistuslinjaa, sekä tarkemmin vielä työkalunvaihtoa. Putkenvalmistuslinjalla valmistetaan putket, jotka menevät pakoputkiosastolle tuotantoon, mutta sillä valmistetaan myös suoraan asiakkaalle meneviä putkia.

Putkenvalmistuslinjasta käytetään tässä raportissa myös lyhennettyä nimeä putkilinja.

Pakoputket valmistetaan alumiini-sinkitystä materiaalista, ja niiden ulkohalkaisijat vaihtelevat 32 ja 76 mm:n välillä. Myös kuvassa 2 näkyvä äänenvaimennin ja sen sisässä käytettävät reikäputket valmistetaan putkilinjalla.



Kuva 2. Äänenvaimennin.

Asiakkaat voivat tilata ohutseinäputkea myös tarpeidensa mukaan. Materiaaleina käytetään alumiini-sinkittyä, kuumasinkittyä tai kylmävalssattua terästä. Materiaalin vahvuus vaihtelee 1 mm:n ja 4 mm:n välillä. Putkia saa pyöreänä, ovaalin, neliön ja suorakaiteen muotoisena. Tyyppisiä putkikokoja ovat esim. pyöreä 38 mm, ovaali 45x25 mm, neliö 40x40 mm ja suorakaide 20x40 mm.

Pienimmät valmistettavat putket ovat: 19x1 mm pyöreä, 25x15x1 mm suorakaide ja 20x20x1 mm neliö. Suurimmat taas 89x4 mm pyöreä, 100x40x3 mm suorakaide ja 70x70x3 mm neliö.

2.1 Putkilinjan kehittämisen lähtökohdat

Putkenvalmistuslinja uusittiin vuonna 2009, koska vanha putkilinja alkoi olla vanhanaikainen. Uuden putkilinjan käynnistämisestä ei kuitenkaan selvitty ilman ongelmia. Linja saatiin kuitenkin toimimaan ja tuottamaan, kunnes työkalunvaihto alkoi tuottaa ongelmia.

Fennosteel Oy:n kilpailukyky perustuu joustavaan ja tehokkaaseen tuotantoon eli nopeisiin toimitusajoihin ja valmistuslinjojen korkeaan käyttöasteeseen. Nopeat toimitusajat aiheuttavat välillä paljon työkalunvaihtoja, joten tästä syystä putkilinjan työkalunvaihtoaikaa haluttiin pienentää.

Putkilinja voidaan jakaa viiteen pääosaan. Pääosiin kuuluvat rainahaspeli, akkumuloiva varasto, työkalurullat (alkupään-, hitsaus-, kalibrointi- ja muotoilurullat), saha ja purkulaitteisto. Lisäksi putkenvalmistuslinjaan kuuluu erilaisia lisälaitteita. Osat on esitetty tarkemmin seuraavissa luvuissa.

2.2 Putkilinjan pääosat

2.2.1 Rainahaspeli

Putkilinja voidaan jakaa viiteen pääkohtaan. Kuvassa 3 näkyvä rainahaspeli on putkilinjan alkupäässä. Siihen asetetaan ajettava raina, joka on leikattu leikkauslinjalla. Rainan leveys riippuu ajettavasta putkikoosta sekä materiaalin vahvuudesta.



Kuva 3. Rainahaspeli, jossa on raina

Rainahaspelin vieressä on rainan liittämiseen tarvittavat työkalut. Kuvassa 3 näkyy levyn katkaisuun tarvittava kone, oikealla. Levyn katkaisun jälkeen raina liitetään edelliseen rainaan päitäishitsauksella. Raina asetetaan aina oikealle puolelle, minkä jälkeen haspeli käännetään hydrauliliikan avulla.

2.2.2 Akkumuloiva varasto

Rainahaspelista raina syötetään akkumuloivaan varastoon (kuva 4).



Kuva 4. Akkumuloiva varasto

Akkumuloiva varasto on tarkoitettu rainan väliaikaiseksi varastoksi. Siihen mahtuu 3-4 rainaa, ja sen tarkoitus on pitää putkilinja käynnissä tauottomasti. Rainat voidaan liittää toisiinsa koneen käydessä, ja akkumuloiva varasto täyttyy nopeammin kuin mitä putkilinja pystyy valmistamaan. Aikaisemmassa putkilinjassa ajaminen tapahtui suoraan rainahaspelista, ja rainan vaihtaminen aiheutti koneen pysäytyksen joka kerta.

2.2.3 Alkupään työkalurullat

Putkilinjan rullasto on se osakokonaisuus, joka muokkaa levystä putkea. Alkupäässä työkalurullia on 14 paria. 7 paria sivurullia ja 7 paria ylä- ja alarullia (kuva 5).



Kuva 5. Alkupään työkalurullat

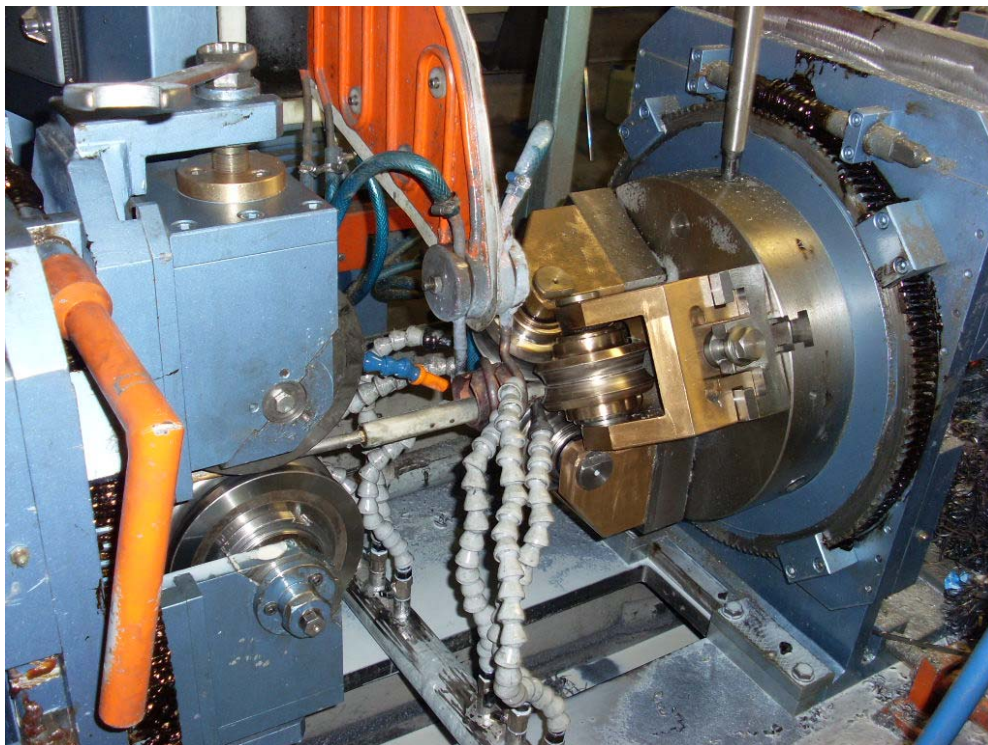
Alkupään rullilla muokataan levyä vähitellen putken muotoiseksi. Näillä rullilla tehdään nk. karkea säätö, eli putken ei vielä tässä vaiheessa tarvitse olla aivan oikean kokoista.

2.2.4 Hitsausrullat

Alkupään työkalurullaston jälkeen on hitsausrullat. Hitsausrullien tehtävä on hitsata sauma putkeen.

Hitsaus tapahtuu nk. puristus/kiekkohitsausmenetelmällä. Putken sisällä on hiili, ja putken ympärillä olevaan kierukkaan johdetaan virtaa. Samaan aikaan hitsausrullat tuottavat painetta hitssaumaan.

Kierukassa kiertää myös mulju, koska hitsaustapahtuma tuottaa paljon lämpöä. Hiili tuodaan putken sisään noin metrin päästä hitsauskohdan takapuolelta. Hitsausrullia tässä koneessa on kolme kappaletta (kuva 6)



Kuva 6. Hitsausrullat, hiili ja kierukka

2.2.5 Kalibrointirullat

Loppupäässä putkilinjaa on vielä 8 paria työkalurullia. 4 paria sivurullia ja 4 paria ylä- ja alarullia (kuva 6).



Kuva 6. Kalibrointirullat.

Kalibrointirullat tekevät putkesta pyöreämpää ja muotoilevat kokoa oikeaan suuntaan.

2.2.6 Muotoilurullat

Muotoilurullien tehtävä on muokata pyöreästä putkesta tarvittaessa neliön, suorakaiteen tai ovaalin muotoista (kuva 7).



Kuva 7. Muotoilurullat

Muotoilurullia voi olla putken muodosta riippuen 4–12 kappaletta. Neliö- ja ovaaliputkella rullia tarvitaan enemmän, kun taas pyöreällä putkella vähemmän.

2.2.7 Saha

Putkenvalmistuslinjaan kuuluva saha on esitetty kuvassa 8.



Kuva 8. Saha

Sahan tehtävänä on katkaista valmistettava putki oikeasta kohdasta. Saha liikkuu edestakaisin johteita pitkin ja se tarttuu putkeen kiinni, kun oikea mitta on saavutettu. Sahaus tapahtuu sahan liikkuessa putken mukana. Sahauksen jälkeen saha palaa lähtöpisteeseen.

2.2.8 Muut laitteet

Putkenvalmistuslinjaan kuuluu myös paljon muita laitteita. Tällaisia ovat höylä, alumiiniruisku ja sisähöylä.

Höylien tehtävä on höylätä putkeen hitsattava sauma tasaiseksi. Siihen kuuluu teräpala ja teräpalan pidin, jotka näkyvät kuvassa 9. Tässä putkenvalmistuslinjassa on kolme höylää peräkkäin.



Kuva 9. Höylät

Kuvassa 9 näkyy myös alumiiniruisku (harmaa laatikko oikeassa reunassa). Alumiiniruiskulla ruiskutetaan hitsatun ja höylätyn sauman päälle ohut kerros alumiinia tai sinkkiä, korroosion estämiseksi.

Alumiiniruisku on sijoitettu metalliseen laatikkoon, jossa on tehokas imuri. Imuri imee ylimääräisen alumiinin pois ja kuljettaa sen putkia pitkin ongelmajätesäilöön.

Muihin laitteisiin kuuluu myös sisähöylä, jonka tehtävänä on poistaa ylimääräinen hitsiaines putken sisältä (kuva 10). Sisähöylä viedään putken sisään pitkällä varrella ennen hitsauskohtaa. Sisähöylä parantaa hitsaussauman kestävyyttä ja mahdollistaa teleskoinnin pienempien putkien kanssa.



Kuva 10. Sisähöylä

3 Työkalunvaihto

3.1 Yleistä työkalunvaihdosta

Työkalunvaihto suoritetaan aina, kun putken halkaisija muuttuu. Joustavassa tuotannossa vaihdetaan työkalut viikoittain ja joskus päivittäin. Työkalunvaihto voidaan tehdä osittain tai kokonaan.

Työkalunvaihto voidaan tehdä osittain, jos putkikoko vaihtuu esimerkiksi halkaisijaltaan 38 millimetrisestä pyöreästä putkesta 45x25 millimetriseen ovaaliin putkeen. Tällöin rainan leveys ei muutu, joten vain muotoilurullat lisätään muokkaamaan pyöreästä putkesta ovaalin muotoista. Putki siis valmistetaan hitsaukseen asti pyöreänä putkena ja vasta hitsauksen jälkeen muokataan ovaaliksi.

Työkalunvaihto tehdään kokonaan, jos putken halkaisija vaihtuu eli rainan leveys muuttuu.

Työkalunvaihto on kirjoitettu kronologisessa järjestyksessä, mutta siinä on työskentelemässä samaan aikaan kolme työntekijää, joten osa työvaiheista tapahtuu samaan aikaan.

3.2 Työkalunvaihdon työvaiheet

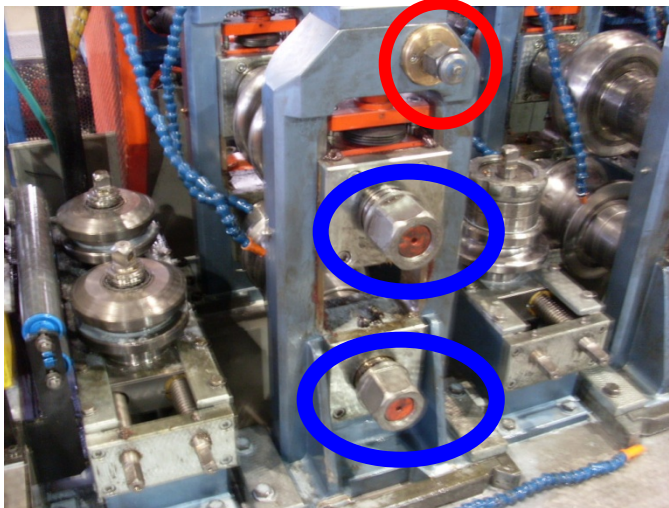
Työkalunvaihdossa vaihdetaan koneeseen työkalurullat alku- ja loppupäähän, työkalurullien paikoittamiseen käytettävät holkit, hitsausrullat, kalibrointirullat, sahan leuat ja hitsauskierukka. Lisäksi säädetään akkumuloiva varasto, sisähöylä (tarvittaessa), ja lukuisa määrä erilaisia tukirullia sekä linjataan rullat.

Liitteessä 1 on työkalunvaihdon karkea esitys. Lista on kirjoitettu samaan aikaan kun työkalunvaihtoa on suoritettu. Työkalunvaihdon aikana on myös käyty keskusteluja tuotannon työntekijöiden kanssa.

3.2.1 Pukkien ja työkalurullien irrottaminen

Työkalunvaihto aloitetaan katkaisemalla raina ja ajamalla koneessa oleva putki koneen läpi.

Seuraavaksi siirretään rullat irti toisistaan. Rullien siirtäminen tapahtuu mutteria pyörittämällä (kuva 11).



Kuva 11. Pukissa näkyy mutteri (punaisella), jolla ylärullaa nostetaan ja alarullaa lasketaan

Ylärulla nousee ja alarulla laskee samaan aikaan, kun mutteria pyöritetään.

Tämä toimenpide toistetaan jokaisen rullaparin kohdalla, eli 12 kertaa. Rullat irrotetaan toisistaan siksi, että ne on helpompi poistaa koneesta. Jos putkikoko vaihtuu pienestä isoon, niin rullia täytyy liikuttaa todella paljon.

Seuraavaksi avataan kuvassa 11 näkyvät kaksi isoa mutteria (sininen merkkkaus kuvassa). Näiden mutterien tarkoitus on pitää pukki ja työkalut paikallaan, joten ne ovat todella tiukalla.

Rullien noston ja mutterin avaamisen jälkeen avataan pukkeja paikallaan pitävät 4 pulttia (kuva 12).



Kuva 12. Pultit, joilla pukki on kiinni

Pultteja ei irroteta, mutta jokaista löysätään pari kierrosta. Tämän jälkeen pukin saa vedettyä taaksepäin.

Pukki täytyy seuraavaksi nostaa pois tieltä, jotta työkalurulliin päästään käsiksi. Nosto tapahtuu siltanosturin ja nostoliinan avulla. Pukit nostetaan lattialle muutaman metrin päähän.

Seuraavaksi aletaan nostella holkkeja ja rullia pois akseleilta (kuva 13).



Kuva 13. Holkkien ja rullien poistaminen

Isoimmat rullat painavat useita kymmeniä kilogrammoja, joten niiden nostelu on raskas työvaihe (kuva 14).



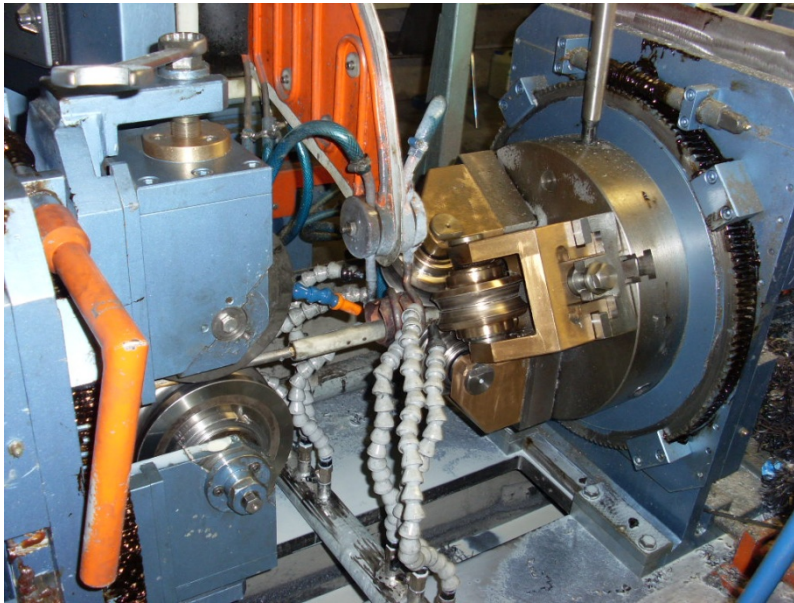
Kuva 14. Alkupään isot työkalurullat

Jokaisessa akselissa on ensin holkit, sitten työkalurulla ja takana vielä holkit. Holkkien tarkoitus on paikoittaa rullat oikeaan kohtaan, jotta peräkkäisten rullien keskipisteet olisivat samassa kohdassa.

Myös kuvassa 13, oikealla ja vasemmalla näkyvät sivurullat nostellaan pois tässä vaiheessa. Sivurullat ovat kiinni muttereilla, jotka avataan käsin. Mutterin alla on myös holkkeja, jotka täytyy poistaa.

3.2.2 Hitsaukseen liittyvien osien irrottaminen

Työkalurullien poistamisen jälkeen aloitetaan irrottamaan kuvassa 15 näkyviä hitsausrullia, joita on kolme kappaletta.



Kuva 15. Hitsausrullat (kullan väriset), hiili, hitsauskierukka ja hitsausrullien edessä oleva rulla-pari

Samalla irrotetaan myös hitsausrullien edessä olevat kaksi rullaa sekä hitsauskierukka että hiili. Hitsausrullat saa irrotettua poistamalla tapin, joka kulkee rullan keskiön läpi.

Hitsauskierukka näkyy kuvassa 15, hitsausrullien edessä. Sen vaihtaminen onnistuu irrottamalla kaksi letkua ja avaamalla kaksi mutteria.

Hiili kulkee kuvassa kierukan läpi. Se on kiinni noin metrin päässä hitsausrullista, kuvasta 15 katsoen vasemmalla.

Kaksi rullaa, jotka näkyvät kuvassa 15, poistetaan myös tässä vaiheessa. Rullissa on keskiosa, joka siirretään seuraavaksi asennettaviin rulliin (kuva 16).



Kuva 16. Hitsausrullien edessä oleva työkalurulla ja irrotettava keskiö

Rullan sisällä näkyvä mutteri avataan ja keskiosa irrotetaan vasaran avulla.

Muotoilurullat irrotetaan seuraavaksi. Muotoilurullat on kiinnitetty samalla tavalla kuin hitsausrullat, eli tapilla joka kulkee keskiön läpi.

3.2.3 Työkalujen asennus

Työkalurullien irrottamisen jälkeen alkaa uusien työkalujen asennus. Jokaiseen akseliin pitää valita holkit ennen kuin niihin voidaan laittaa rullat.

Holkkien leveydet alkavat 10 millimetristä ja niitä on 5 millimetrin välein aina 100 millimetriin asti. Jos putkikoko pysyy lähellä edellistä, esimerkiksi siirrytään pyöreästä 55 -millimetrisestä pyöreään 60 -millimetriseen, niin tällöin kaikkia holkkeja ei tarvitse vaihtaa.

Holkit löytyvät kuvassa 17 näkyvästä holkkilineesta.



Kuva 17. Holkkiline

Kun holkit on valittu ja tarvittaessa mitattu, voidaan siirtyä työkalurullien asentamiseen. Työkalurullat nostellaan kuvassa 18 näkyvästä trukkilavalle tehdystä laatikosta.



Kuva 18. Työkalulaatikko

Työkalurullien nostelemiseen ei ole vielä apuvälinettä, joten ne nostellaan käsin. Kun työkalurullat ja holkit ovat paikallaan, voidaan pukit nostaa takaisin. Myös sivurullien käsin kiristettävät mutterit kiristetään tässä vaiheessa.

Pukkien ollessa paikallaan kiristetään pultit, jotka pitävät pukit paikallaan (kuva 12). Myös kuvassa 11 sinisellä merkityt mutterit kiristetään.

Hitsausrullat, kierukka, hiili ja hitsausrullien edessä oleva rullapari asennetaan seuraavaksi.

Muotoilurullien asennus on melko hankala työvaihe. Rullissa on irralliset laakerit, joten niiden asentaminen vaatii tekniikkaa.

Yksi tapa asentaa rullat on laakerien pitäminen paikallaan nippusiteen avulla, joka katkaistaan, kun rulla on paikallaan.

3.2.4 Muut työvaiheet työkalunvaihdossa

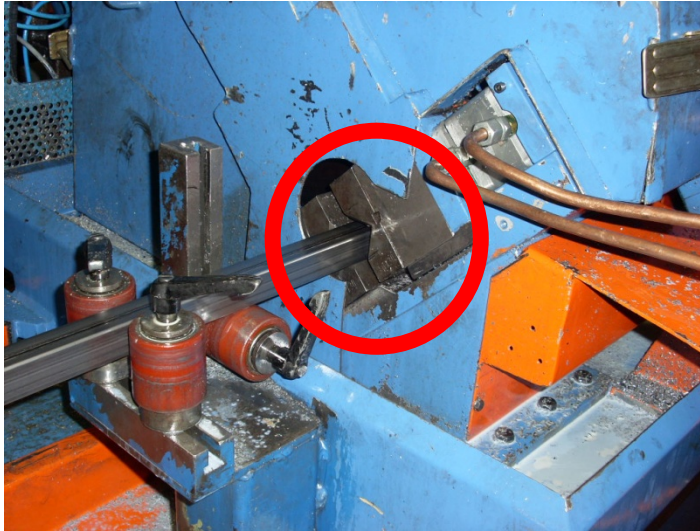
Työkalunvaihtoon kuuluu vielä muutama muukin työvaihe. Näitä työvaiheita ovat akkumuloivan varaston säätö, sisähöylän säätäminen (jos sisähöylää tarvitaan), putkilinjan linjaus, sahan leukojen vaihto ja erilaisten tukirullien säätäminen.

Akkumuloivaan varastoon joudutaan tekemään säätöjä, jos rainan leveys muuttuu. Akkumuloivasta varastosta joudutaan tällöin nostamaan tai laskemaan rainan yläpuolella olevia tukirullia (ks. kuva 4).

Sisähöylä pitää myös säätää, jos sitä tarvitaan. Sisähöyliä on erikokoisia, sekä niihin on olemassa erikokoisia tukirullia putkikoon mukaan. Säätäminen pitää tehdä huolella, sillä sisähöylä on putkenvalmistuksen aikana putken sisällä ja säätäminen on vaikeaa.

Putkilinjan linjaus tehdään jokaisen työkalunvaihdon yhteydessä. Putkilinja linjataan narun avulla. Naru vedetään alimmaisten rullien yli, ja kaikki alarullat nostetaan koskemaan narua. Näin varmistetaan, että työkalurullat ovat korkeussuunnassa samalla korkeudella.

Sahan leuat vaihdetaan aina työkalunvaihdon yhteydessä (kuva 19).



Kuva 19. Sahan leuat etupuolella

Sahan leukoja on kaksi paria. Toiset leuat ovat etu- ja toiset takapuolella.

Erilaisten tukirullien säätäminen kuuluu myös työkalunvaihtoon. Rullat säädetään siinä vaiheessa, kun putkea ajetaan ensimmäistä kertaa läpi. Kuvassa 19 näkyvät sahan etupuolella olevat tukirullat.

4 Ongelmat työkalunvaihdossa

Työkalunvaihdossa on ongelmia monessa kohtaa. Ison osan ongelmista aiheuttaa käsin tehtävien työvaiheiden suuri määrä. Tässä kappaleessa on keskitytty ongelmiin, jotka liittyvät putkilinjan laitteistoon. Ongelmista on käyty keskustelua tuotantopäällikkö Keijo Laihosen ja kolmen tuotannon työntekijän kanssa. Mielenpitojen kerääminen tapahtui keskustelemalla, ja kirjaamalla työntekijöiden mielenpitoet ylös.

4.1.1 Akkumuloivan varaston säätäminen

Akkumuloivan varaston säätäminen rainan leveyden mukaan on työläs työvaihe. Kaikkien kahdeksan tukirullan pultit on avattava ja korkeus on säädettävä rainan leveyden mukaan (kuva 20).



Kuva 20. Akkumuloivan varaston rullien säätäminen

Säätäminen tapahtuu käsin, ja se vaatii kahden työntekijän yhteistyötä onnistuakseen. Tukirullia on yhteensä kahdeksan ja avattavia pultteja kuusitoista.

4.1.2 Paksun materiaalin saaminen koneeseen

Putkilinjalla pystytään valmistamaan putkea, jonka seinämän vahvuus on 3 tai 4 mm. Tämän vahvuisen rainan saaminen koneeseen vaatii todella paljon työtä. Raina täytyy vetää käsin akkumuloivan varaston keskeltä aina ensimmäisille työkalurullille asti.

4.1.3 Työkalurullien irrottaminen toisistaan

Työkalurullien irrottaminen toisistaan tapahtuu pukissa olevaa mutteria pyörittämällä (ks. kappale 3.2.1).

Kierroksia täytyy pyörittää joskus useita kymmeniä, jos putkikoko vaihtuu pienestä isoon tai isosta pieneen.

Kierre pyöritettävässä akselissa on tiheä, mikä lisää entisestään pyöritystä. Pyöritys tapahtuu käsin t-mallisen avaimen avulla.

4.1.4 Pukkien nostelu

Pukkien nostelu on seuraava aikaa vievä työvaihe. Nostaminen tapahtuu siltanosturilla liinan avulla. Siltanosturia käyttää putkilinjan lisäksi kaksi muutakin konetta, joten nosturi on usein käytössä, kun pukkeja pitäisi alkaa nostella.

Nostoja tulee 11 kappaletta, joten aikaa kuluu paljon.

4.1.5 Painavien työkalurullien nostelu

Työkalurullat voivat painaa useita kymmeniä kiloja. Näiden nosteleminen käsin on todella raskas työvaihe. Työvaiheen raskautta lisää se, että alkupäässä pitää ylä- ja alarulla saada samaan aikaan akseleille (kuva 14).

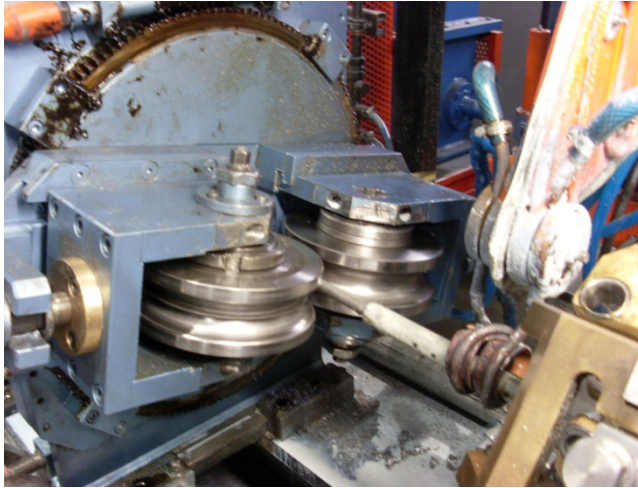
Alkupään rullien asennus tapahtuu siten, että alarulla asetetaan akselin päähän. Rulla asetetaan puoliksi akselin päälle ja puoliksi ilmaan. Seuraavaksi otetaan ylärulla, joka asetetaan kohdakkain alarullan ja akselin päälle. Kun rullat ovat päällekkäin ja kumpikin omalla akselillaan, voidaan rullat työntää paikalleen.

Rullien asentamista vaikeuttaa myös se, että akseleissa on jyrkkä kartio. Tämä aiheuttaa sen, että työkalurullia täytyy nostaa samanaikaisesti kun niitä työnnetään. Nostaminen sekä työntäminen ja rullien paino tekevät työvaiheesta todella raskaan.

4.1.6 Hitsausrullien edessä olevien rullien vaihto

Hitsausrullien edessä olevien rullien vaihto on seuraava aikaa vievä työvaihe. Rullat täytyy vaihtaa aina, kun muutkin työkalurullat vaihdetaan.

Rullien irrottaminen tapahtuu aukaisemalla yhteensä kahdeksan kuusiokolopulttia (kuva 21).



Kuva 21. Hitsausrullien edessä olevat rullat

Näistä rullista pitää irrottaa keskiö ja siirtää seuraavan putkikoon vastaaviin rulliin (kuva 22).



Kuva 22. Hitsausrullien edessä olevien rullien keskiön irrotus

Ensin avataan mutteri, joka näkyy kuvassa 16, ja sen jälkeen keskiö voidaan irrottaa. Keskiö on rullassa tiukasti kiinni, joten se pitää lyödä vasaralla ja taltalla irti.

4.1.7 Muotoilurullien vaihto

Muotoilurullat vaihdetaan, kun putken profiili tai koko muuttuu. Muotoilurullissa on kaksi ongelmaa. Näissä rullissa on irrotettavat laakerit, jotka hankaloittavat rullien asennusta. Laakerit täytyy pystyä pitämään suorassa samanaikaisesti, kun rullia asentaa paikoilleen.

Toinen ongelma muotoilurullien asennuksessa on se, että asennusasento on melko epämukava. Kuvassa 23 näkyvät muotoilurullat asennettuina. Rullia on asennettuina 12 kappaletta, koska kuvanottohetkellä valmistuksessa oli ovaaliputki.



Kuva 23. Muotoilurullat asennettuna

Pyöreällä putkella rullia on vain 4, joten silloin rullien asentamien ei ole niin suuri ongelma.

Kuvassa 23 koneen takapuolella olevat rullat ovat todella hankalia asentaa. Sinisten pukkien väli on niin ahdas, että sinne ei mahdu nousemaan kunnolla niitä asentamaan, ja rullien asentaminen sivulta on raskasta selälle.

4.1.8 Sahan leukojen vaihto

Sahan leukoja on koneessa neljä kappaletta: kaksi leukaa etupuolella ja kaksi takapuolella. Sahan leuat vaihdetaan putkikoon tai profiilin muuttumisen takia. Ongelma leukojen vaihdossa on se, että aluspaloja, johon leuat kiinnitetään ennen asennusta, on vain yksi pari (kuva 24).



Kuva 24. Sahan leuka vasemmalla ja aluspala oikealla

Sahan leuat täytyy siis irrottamisen jälkeen irrottaa myös aluspalasta, jotta seuraavat leuat päästään kiinnittämään.

4.1.9 Linjaus

Putkilinjan linjaus suoritetaan aina työkalunvaihdon jälkeen. Putkilinjan sivurullat liikkuvat yksitellen sivu- ja korkeussuunnassa. Sivurullat ovat siis eri asemassa toisiinsa nähden työkalunvaihdon jälkeen, kun vanhat rullat on ensin irrotettu ja uudet rullat asennettu.

Linjaus on mielestäni ”turha” työvaihe, koska rullien pitäisi asennuksen jälkeen olla oikeilla paikoilla.

5 Työkalunvaihdon ongelmien ratkaisuehdotukset

Tässä kappaleessa on esitetty ratkaisuja kappaleessa 4.3 mainittuihin ongelmiin. Ratkaisuehdotuksia on pohdittu keskusteluissa tuotantopäällikön ja tuotannon työntekijöiden kanssa.

5.1 *Akkumuloivan varaston rullien säätäminen*

Akkumuloivan varaston rullien korkeuden säätämisessä ensimmäisenä avataan mutterit molemmista päistä rullaa. Sitten rullaa joko nostetaan tai lasketaan ja mutterit kiristetään. Akkumuloivassa varastossa on yhteensä kahdeksan rullaa, ja säätäminen tapahtuu kahden työntekijän yhteistyönä (kuva 20).

Ratkaisuna tähän ongelmaan olemme miettineet sylintereitä, jotka hoitaisivat rullien korkeuden säädön (kuva 25).



Kuva 25. Paineilmasyylinteri

Korkeuden säätö tapahtuisi yhtäaikaaisesti kaikkien rullien kohdalla.

Sylinterit sijoitettaisiin akkumuloivan varaston tukirullien (kuva 20) molempiin päihin. Rullien päihin tehtäisiin kiinnityskohta, jotta sylinterit saataisiin niihin kiinni.

5.2 *Paksun materiaalin syöttäminen koneeseen*

Paksun materiaalin saamisessa koneeseen on joskus suuria ongelmia. 3- tai 4 -millimetrinen teräslevy aiheuttaa ongelmia, kun ensimmäistä rainaa ajetaan koneeseen. Rainan vetämiseen akkumuloivasta varastosta ensimmäisille rullille tarvitaan paljon voimaa.

Tätä ongelma esiintyy vain silloin, kun ollaan aloittamassa valmistaa vahvasta materiaalista putkea.

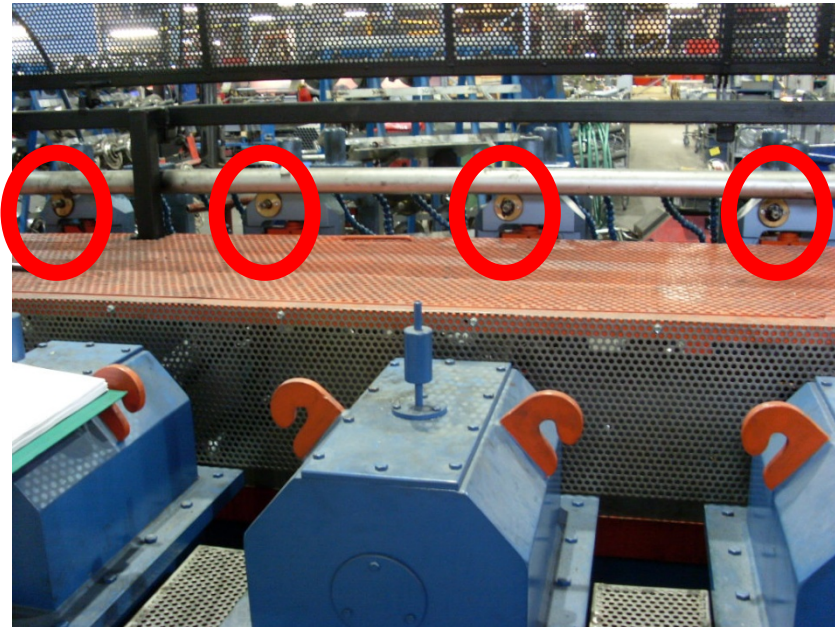
Tähän ongelmaan ratkaisuna voidaan käyttää rullia, jotka syöttäisivät materiaalin koneeseen.

Komponentteina tällaiseen laitteeseen tarvittaisiin sähkömoottorit, paineilmasylinterit ja kaksi kumirullaa. Levy puristettaisiin rullien väliin sylinterien avulla, ja sähkömoottori syöttäisi materiaalin lähemmäs ensimmäisiä työkalurullia.

5.3 Rullien irrotus toisistaan

Rullien irrotusta toisistaan on käsitelty kappaleessa 3.2.1 ja 4.3. Mutterin pyörytys on aikaa ja voimia vievää työtä.

Mutterin pyörytykseen sopisi paremmin sähkömoottori. Mutteria pääsee pyörittämään myös takapuolelta, jolloin moottorit yms. eivät olisi tiellä.



Kuva 26. Mutterit, joilla rullia nostetaan ja lasketaan, takapuolelta kuvattuna

Kuvassa 26 näkyvät loppupään työkalurullien pukit ja samanlaiset mutterit kuin etupuolella.

Kuvassa näkyvän punaisen verkon päälle tai tilalle olisi mahdollista rakentaa apuväline mutterin pyörytykseen. Yksi sähkömoottori, neljä kulmavaihdetta ja jonkin verran akselia riittäisi tämän apuvälineen rakentamiseen. Moottori pyörittäisi akselia, jonka varrella olisi neljä kulmavaihdetta. Jokaiselta kulmavaihteelta lähtisi akseli, joka pyörittäisi kuvassa 26 näkyviä muttereita.

Tämä laite vaatisi mahdollisesti myös jonkinlaisen kytkimen kulmavaihteen ja pukin väliin, sillä rullia pitää pystyä säätämään myös yksi kerrallaan.

Liitteessä 2 näkyy periaatekuva rullien pyörytyskoneesta.

5.4 Pukkien nostelu

Pukkien nostelu on aikaa vievää työtä. Tähän ongelmaan oli keksitty ratkaisu jo ennen kuin ehdin siihen perehtyä. Ratkaisuna ovat liukuvat telineet, jotka ovat koneessa kiinni (kuva 27).



Kuva 27. Liukuva teline, johon pukit saa vedettyä

Pukit voidaan vetää telineiden päälle ja työntää sivuun työkalurullien vaihdon ajaksi. Kisko, jossa teline on kiinni, on riittävän pitkä, jotta siihen mahtuvat kaikki pukit.

Vaihtoehtona tälle mietimme siirrettävää pöytää, johon pukit voisi vetää ja siirtää pöydän sivuun. Tällainen ratkaisu tuli esiin keskustelussa tuotantopäällikön kanssa. Käytössä olevat liukuvat telineet vievät kuitenkin tilaa paljon vähemmän.

5.5 Painavien rullien nostelu

Isojen putkikokojen alkupään rullat ovat todella painavia. Tähänkin ongelmaan oli kehitetty ratkaisu, ennen kuin ehdin siihen perehtyä. Ratkaisuna on nostolaite, johon saa yhden rullan kerrallaan. Nostolaite näkyy liitteessä 3.

Rulla laitetaan akselin päälle ja viedään oikeaan kohtaan (liite 3).

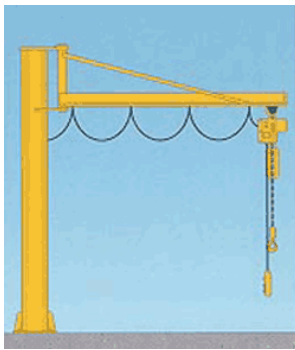
Alemmassa akselissa kiinni oleva jatkopala on tarkoitettu avuksi silloin, kun ylä- ja alarulla täytyy saada samaan aikaan paikoilleen (liite 3).

Tässä nostolaitteessa on vielä ongelmia. Ensinnäkin sillä saa vain yhden rullan kerrallaan paikoilleen, ja toiseksi rullan saaminen trukkilavalle tehdystä laatikosta (kuva 18) akselille on työlästä.

Itse mietin tähän ongelmaan ratkaisua, jossa painavat rullat olisivat telineellä jo säilytysvaiheessa. Näin voitaisiin tehdä telineitä, joilla saisi esim. neljän ensimmäisen akselin rullat kerralla paikalleen.

Tässäkin ratkaisussa on kuitenkin joitain ongelmia. Tällaiset telineet vievät paljon tilaa. Myös paino saattaa olla esteenä, koska kahdeksan rullaa samassa telineessä voi painaa satoja kilogrammoja.

Työkalurullat nostellaan nyt siis siltanosturin ja nostoapuvälineen kanssa. Koneen ympärille voidaan sijoittaa esimerkiksi yksi, kaksi tai kolme pylväskääntönosturia (kuva 28).



Kuva 28. Pylväskääntönosturi

Putkilinjan läheisyydessä ei tällä hetkellä ole kunnollisia tasoja, joihin työkalulaatikot voisi laskea.

5.6 Hitsausrullien edessä olevien rullien vaihto

Hitsausrullien edessä olevien rullien vaihdossa työlästä on keskiön irrottaminen (kuva 22). Rullissa ei itsessään ole laakereita, vaan ne on laakeroitu keskiön avulla. Rullan irrotus, keskiön irrotus, keskiön asennus ja rullan asennus ovat työvaiheita, jotka pitäisi pystyä korvaamaan pelkästään rullan vaihdolla.

Vanhassa putkilinjassa rullat oli laakeroitu ja ne kiinnitettiin tapilla paikoilleen.

Vaihtoehtoina tähän on rullien muokkaus tai rullien kiinnityksen muokkaus. Rullista voidaan poistaa ainetta ja upottaa laakerit rullaan. Näin saataisiin rullat kiinni, vaikka pelkästään tapilla.

Toisena vaihtoehtona voidaan rullien kiinnitystä muokata. Laakerointi voidaan jatkossakin hoitaa rullan kiinnityskohdassa, mutta rullan vaihdon tulisi olla helpompaa ja nopeampaa kuin nyt.

Kolmantena vaihtoehtona on rakentaa kunnollinen ulosvedin, jolla rullan keskiosan saa helposti irti. Tämä vaihtoehto vie kuitenkin aikaa verrattuna kahteen muuhun vaihtoehtoon.

5.7 Muotoilurullien vaihto

Muotoilurullien vaihdossa ongelmana ovat irralliset laakerit ja huono työasento. Laakerit pitäisi saada pysymään suorassa, kun rullaa asennetaan.

Vanhan putkilinjan muotoilurullat olivat aina valmiina pakettina. Rullissa oli laakerit paikoillaan ja ne oli lukittu lukkorenkailla. Laakereiden vaihtaminen oli melko helppoa, jos huomattiin niihin tulleen välystä.

Uuden putkikoneen rullissa laakerit ovat ulkoreunassa, joten niiden muokkaaminen lukkorenkailta lukittaviksi on hankalaa.

Huonoa työasentoa voisi parantaa tekemällä muotoilurullien pukeista liikkuvat (kuva 23). Pukki-
en taakse voisi asentaa sylinterit, jotka siirtäisivät pukit parempaan kohtaan.

5.8 Sahan leukojen vaihto

Sahan leukojen vaihdossa ongelmana on se, että leukojen pohjakappaleita on vain yksi pari. Pohjakappale tarvitaan, jotta sahan leuan saa kiinni sahaan.

Yksinkertainen ratkaisu tähän ongelmaan on pohjakappaleiden määrän lisääminen. Kokonaan ilman pohjakappaleiden vaihtoa selviää, jos joka leuassa on oma pohjakappaleensa valmiina, mutta jo toisella parilla säästää aikaa. Näin työntekijät voivat kiinnittää pohjakappaleen valmiiksi jo seuraaviin leukoihin edellisen putkikoon valmistuksen aikana.

5.9 Linjaus

Linjaus on mielestäni ”turha” työvaihe. Sivusuuntaisia rullia voidaan säätää erikseen sivu- ja pystysuunnassa. Tämä aiheuttaa sen, että kun uudet työkalut vaihdetaan, niin ei tiedetä, ovatko rullat samassa linjassa. Muotoilurullien kohdalla on sama ongelma, koska niitä pystytään säätämään myös yksittäin.

Tällä hetkellä koneen läpi vedetään naru, jonka avulla saadaan rullat samaan linjaan. Tämä on aikaa vievä työvaihe.

Ratkaisuna tähän ongelmaan voisi olla laserin käyttäminen linjaukseen. Laserin avulla saataisiin koneeseen viiva, jonka mukaan rullat voisi paikoittaa. Viiva pitäisi tehdä yläpuolelta ja sivulta, jotta pituus- ja korkeussuuntainen suoruus pystyttäisiin tarkistamaan.

6 Yhteenveto

Olen työskennellyt Fennosteel Oy:ssä marraskuusta 2004 alkaen. Ensin olin töissä noin kaksi vuotta yhtäjaksoisesti ja sen jälkeen erilaisten lomien aikana. Olen työskennellyt sekä entisellä putkilinjalla että nykyisellä.

Oma osuuteni tässä kehitysprojektissa oli esittää ratkaisuehdotuksia ja tuoda lisää näkökulmaa putkilinjan työkalunvaihdon ongelmiin. Työnantaja saa tämän raportin myötä myös kuvan työkalunvaihdon ongelmista ja tuotannon työntekijöiden sekä toimihenkilöiden mielipiteitä niistä.

Osallistuin nykyisen putkilinjan työkalunvaihtoon tammikuussa 2010, joten työvaiheet ovat tuoreessa muistissa. Työvaiheiden kirjaaminen kävikin aika helposti.

Työvaiheiden kirjaamisen jälkeen aloin kerätä tietoa työkalunvaihdon ongelmista. Tuotannon työntekijät ja toimihenkilöt auttoivat tässä asiassa kiitettävästi. Osa ongelmista oli myös itselläni tiedossa, mutta halusin saada näkökulmaa toimihenkilöiltä ja tuotannon työntekijöiltä.

Tässä opinnäytetyössä on paljon kuvia, koska tällainen työ on vaikea selittää pelkästään kirjallisesti. Kuvien ottaminen helpotti myös työn kirjoittamista, sillä kuvia tarkastelemalla pystyi muistelemaan työvaiheita ja niihin liittyviä ongelmia.

Aloittaessani kirjata ratkaisuja tutustuin jo kehitettyihin ratkaisuihin. Näin pääsin pohtimaan, voisiko ratkaisua kehitellä vielä paremmaksi. Tällainen ongelmien ja ratkaisujen etsiminen on loputonta työtä. Aina voi kehittää parempia ja parempia ratkaisuja, esimerkiksi jatkuvan parantamisen periaatteilla. Nykyisen putkilinjan on suunniteltu valmistavan putkea vielä pitkään, joten sen kehittäminen ja parantaminen on erityisen tärkeää.

Lähteet

www.fennosteel.com

Omat muistiinpanot työkalunvaihdon vaiheista

Keskustelut tuotantopäällikkö Keijo Laihosen kanssa, maaliskuu-toukokuu 2010

Keskustelut tuotannon työntekijöiden kanssa, maaliskuu-toukokuu 2010
Tuotannon työntekijät; Marko Kankaansivu, Keijo Kortteus, Janne Kankarisalo