

Kari Valkama

Suunnitelma kalibrointikoneen toimintamallin kehittämiseen ja uudelleen sijoittamiseen tehdashallissa

Kehitystyö Metso Power Oy:lle

Opinnäytetyö

Syksy 2009

Tekniikan yksikkö

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö
Koulutusohjelma: Kone- ja tuotantotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto: Kone- ja tuotantotekniikka

Tekijä: Kari Valkama

Työn nimi: Suunnitelma kalibrointikoneen toimintamallin kehittämiseen ja uudelleen sijoittamiseen tehdashallissa. Kehitystyö Metso Power Oy:lle

Ohjaaja: Jukka Pajula

Vuosi: 2009

Sivumäärä: 67

Liitteiden lukumäärä: 1

Opinnäytetyö on Metso Power Oy:n Lapuan tehtaalla toteutettu kehittämishanke/tutkimus, jossa pohditaan ja tutkitaan mahdollisuuksia kehittää tehdashallissa olevan kalibrointikoneen käyttöä. Tarkoituksena on pyrkiä parantamaan paneeliseiniin tarvittavien materiaalien virtausta sujuvammaksi sekä tutkia mahdollisuuksia siirtää kalibrointikone rullatoimisen jauhekaarihitsausaseman viereen, jolloin paneelien rakentamisesta muodostuisi oma solunsa. Työssä pohditaan erilaisia sijoitusmahdollisuuksia kalibrointikoneelle sekä eväkourujen siirtämistä helpottavia tapoja.

Työssä esitellään lyhyesti Metso Power Oy:n kattilatuotantoa. Ennen varsinaisen kehittelyn pohdintaa työssä selvitetään kalibrointikoneen rakenne ja käyttö.

Asiasanat: kalibrointi, metalliteollisuus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical and Production Engineering

Specialisation: Mechanical and Production Engineering

Author: Kari Valkama

Title of thesis: Layout plan for improving and relocating a calibration machine
in a factory. Development work for Metso Power Oy.

Supervisor: Jukka Pajula

Year: 2009

Number of pages: 67

Number of appendices: 1

The thesis is a development project for Metso Power Oy in Lapua. In the project different possibilities are studied to develop the use of the calibration machine in a factory hall. The aim is to try to make the material flow for panel walls more fluent as well as to study possibilities to move the calibration machine closer to the welding machine when there would be a separate cell for building panel walls. Different possible relocations as well as ways making the moving of fin channels easier are presented.

The boiler production procedures of Metso Power are also briefly presented. Before dealing with the actual development work the structure and use of the calibration machine are presented.

Keywords: calibration, metal industry

Käytetyt termit ja lyhenteet

Latta	Valssattua tai leikattua teräsnauhaa.
Kela	Teräsnauhaa kelalla.
Evä	Haluttuun mittaan puristettua teräsnauhaa.
Paneeli	Tuubiputkesta ja evästä hitsaamalla valmistettu rakenne, josta muodostuu höyrykattilan tulipesän ja 2 vedon vesi-jäähdytetty seinä.
Pöytäkone	Jauhekaarihitsausasema, jossa hitsattava kappale on rataa pitkin liikkuvan pöydän päällä.
Rullakone	Jauhekaarihitsausasema, jossa hitsattava kappale liikkuu rullien päällä.
Kouru	U-palkki, johon lattaa/evää ajetaan ja varastoidaan hitsausasemalle siirtoa varten.
Kalibrointikone	Laite, joka puristaa, oikoo ja katkoo evän haluttuihin mittoihin.
Jättikelateline	Vaaka-asennossa toimiva suuri kelanpidike, josta syötetään lattaa kalibrointikoneeseen.
Pikkukelateline	Pystysuunnassa toimiva kelan syöttöteline pienille keloille.
Rullasto	Rullakoneessa olevat uritetut muotorullat, joilla ohjataan putki ja evä oikeassa asennossa hitsiin.
CYMIC	Kiertoleijukattila
HYBEX	Kerrosleijukattila
RECOX	Soodakattila

Kuvio- ja taulukko luettelo.

KUVIO 1. Leijupohja

KUVIO 2. Ilmapalkkiarina

KUVIO 3. HYBEX-kattila

KUVIO 4. CYMIC-kattila

KUVIO 5. Recox-kattila

KUVIO 6. Paneeliseinä rullakoneelta tullessaan

KUVIO 7. Paneelin putkista ja evästä tehdystä hieestä

KUVIO 8. Putkea ja evää ohjaava rullasto

KUVIO 9. Puristuksen säätölevyjä

KUVIO 10. Evähitsauksen työkokeen tarkastuspöytäkirja

KUVIO 11. Evän pituuden mittauslaite

KUVIO 12. Eväkouruja pinossa ja latan ajo käynnissä

KUVIO 13. Hiekkapuhalluslaite, jonka kärjessä on leikkuri

KUVIO 14. Evän leikkuri

KUVIO 15. Leikkurin hydraulijärjestelmä

KUVIO 16. Täätä evänleikkurin tukijalka voisi näyttää

KUVIO 17. Tukijalan piirustus

KUVIO 18. Täätä ohjainrullat näyttävät

KUVIO 19. Kalibrointikone

KUVIO 20. Kalibrointikoneen suojaverkot ja hätä–seis-painike ohjauspaneelissa

KUVIO 21. Rullakoneelle asennetut hätä–seis-narut

KUVIO 22. Rullakoneelle asennetut hätä–seis-narut

KUVIO 23. Kuonaimuri

KUVIO 24. Kuonakontti

KUVIO 25. Lisäainelangat 4 kpl Marathon pac -rullakoneelle sijoitettuna

KUVIO 26. Jättikelateline

KUVIO 27. Selitys ehdotuksesta yksi

KUVIO 28. Kaksi pikkukelatelinettä

KUVIO 29. Selitys ehdotuksesta kaksi

KUVIO 30. Kolot telineessä

- KUVIO 31. Kelanpidike telineessä
- KUVIO 32. Kelanpidike
- KUVIO 33. Irrotettava jarrutusjärjestelmä
- KUVIO 34. Layout-piirros ehdotus numero neljästä
- KUVIO 35. Osien selvennys
- KUVIO 36. Erilaisia lattakeloja
- KUVIO 37. Kuviossa näkyvä kelan alla kolo
- KUVIO 38. Eväkouruja hyllyssä
- KUVIO 39. Evän ajo käynnissä
- KUVIO 40. Lavettitoiminen kourupöytä
- KUVIO 41. Toiminnan selvennys
- KUVIO 42. Kourut lavettipöydillä
- KUVIO 43. Eväkourujen nostotyökalu
- KUVIO 44. Vaihtoehto kaksi
- KUVIO 45. Markkinoilla oleva rullapalkki
- KUVIO 46. Toimintaperiaate
- KUVIO 47. Erilaisia rullapöytiä metallialan käytössä
- KUVIO 48. Vannesahalla käytössä oleva rullarata
- KUVIO 49. Mekaaniset työntimet siirtävät leikatun osan sivuun
- KUVIO 50. Selitys kouruhyllykölle, jossa kourulle on asennettu renkaat
- KUVIO 51. Hyllyköt ja kouru
- KUVIO 52. Rullapalkin toiminnan selvennys
- TAULUKKO 1. Vanha toimintamalli
- TAULUKKO 2. Uusi toimintamalli

Sisältö

OPINNÄYTETYÖN TIIVISTELMÄ	2
THESIS ABSTRACT	3
KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET.....	4
KUVIO- JA TAULUKKO LUETTELO.	5
1 JOHDANTO	8
1.1 Opinnäytetyön tausta	8
1.2 Työn tavoite	8
1.3 Metso Power Oy.....	9
1.4 Metso Powerin kattilatuotanto	10
1.5 Työn rakenne	13
2 KALIBROINTIKONE.....	14
2.1 Kalibrointikoneen käyttö ja osat.....	14
2.2 Paneeliseinien kokoonpano	16
2.3 Kehitysmahdollisuuksia	22
2.4 Häätä–seis-painikkeet ja muut tunnistimet	31
2.5 Perusturvallisuus koneen käytössä	34
3 KALIBROINTIKONEEN ERI SIJOITUSMAHDOLLISUUDET	36
3.1 Koneen sijoittaminen.....	36
3.2 Ajokelojen sijoitus.....	39
3.3 Ajokelojen rakennus ehdotus 4:lle toimivaksi	44
3.4 Lattakelojen sijoitus.....	47
3.5 Lattakelojen sijoitusvaihtoehdot	48
3.6 Eväkouruhyllykkö	50
3.7 Erilaiset kouruhyllyjen vaihtoehdot	52
4 TYÖN TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	61
5 YHTEENVETO.....	64
LÄHTEET	66

LIITE 1: Layout-piirros

1 JOHDANTO

1.1 Opinnäytetyön tausta

Metso Power Oy:n Lapuan tehtaalla valmistetaan paineastian osia ja komponentteja höyrykattiloihin, joilla tuotetaan energiaa teollisuuden eri aloilla. Kattiloissa on paljon putkia, joiden välissä on oikeaan kokoonsa puristettua teräsnauhaa. Kalibrointikoneella puristetaan latta oikeaan kokoonsa. Latasta puristetusta evästä valmistetaan myöhemmin putkien kanssa paneeliseinä, joka on osa höyrykattilan tulipesän seinää.

1.2 Työn tavoite

Tarkoituksena on suunnitelma/tutkimus, jossa kehitetään kalibrointikoneen toimintaa. Kaksi erillistä työpistettä jauhekaarihitsausasema ja kalibrointikone yhdistettäisiin yhdeksi soluksi. Solussa valmistettaisiin tiimissä höyrykattilan tulipesän seinää. Kalibrointikoneelta poistetaan hiekkapuhalluskammio, joka on muutenkin poistettu käytöstä. Koneita ja sen osia muunnellaan ja kehitetään. Koneelle suunnitellaan uusi layout.

Kehityspäällikkö esitti tavoitteenaan kalibrointikoneen siirtämisen lähemmäksi rullakonetta, jolle kalibrointilaite tuottaa oikeaan kokoonsa puristettua evää. Tällöin kone tulisi saada vähemmän tilaa vieväksi ja sellaiseksi, että sen tekemät evät saadaan helpommin siirrettyä rullakoneen käyttöön. Tavoitteena on saada kalibrointikone ja jauhekaari yhdeksi soluksi. Pääsyy koneen siirtoon on nostureiden jatkuva käyttö. Nykyisen paikan vieressä on usein menossa isoja projekteja, jotka tarvitsevat hallinostureita taukoamatta. Kalibrointikoneella joudutaan odottamaan vuoroa, jotta eväkouruja voitaisiin siirtää sivuun tai suoraan jauhekaarikoneen käyttöön. Eväkourujen siirtely tulisi saada vaivattomaksi ja sellaiseksi, että niitä

voitaisiin siirrellä myös käsin sivuun aina kourun täytyessä. Lisäksi on mahdollista, että kalibrintikoneella varsinaisesti työskentelevälle operaattorille riittäisi aikaa muihin työtehtäviin. Jauhekaarella olevat työntekijät vastaisivat osaksi kalibrintikoneen käytöstä riippuen tietysti siitä, mihin kone lopulta päätetään siirtää. Joka tapauksessa välimatkat työvaiheelta toiselle lyhenisivät, ja kommunikointi työvaiheiden toteuttamisesta ja arvojen mittaamisista pysyisivät samalla alueella.

Tutkitaan myös kalibrintikoneen tarvitsemien lattakelojen parempaa säilytyspaikkaa. Lattakelat sijaitsevat tällä hetkellä kasassa kalibrintikoneen vieressä.

1.3 Metso Power Oy

Metso on kansainvälinen teknologiakonserni, jonka liikevaihto vuonna 2007 oli noin 6 miljardia euroa. Työntekijöitä on noin 27000 ja toimintaa on yli 50 maassa. Metsolla on monia toimialoja, joita ovat mm massa- ja paperiteollisuus, kiven- ja mineraalienkäsittely energiateollisuudessa. (Metso Power yhtiöesittely 2008.)

Metso Power Oy vastaa Metso-konsernin kattilaliiketoiminnasta. Se valmistaa kattilalaitoksia sellu- ja paperiteollisuudelle sekä voimantuottajille. Päätuotteita ovat leijukattilat, soodakattilat, haihduttimet, ympäristönsuojelulaitteet sekä huolto. Kattiloissa on suunnattomia määriä putkia, joissa kiertää vettä ja kuumaa höyryä. Näin lämpö otetaan talteen kattiloissa poltettavista materiaaleista, ja myös jäähdytys toimii näin.

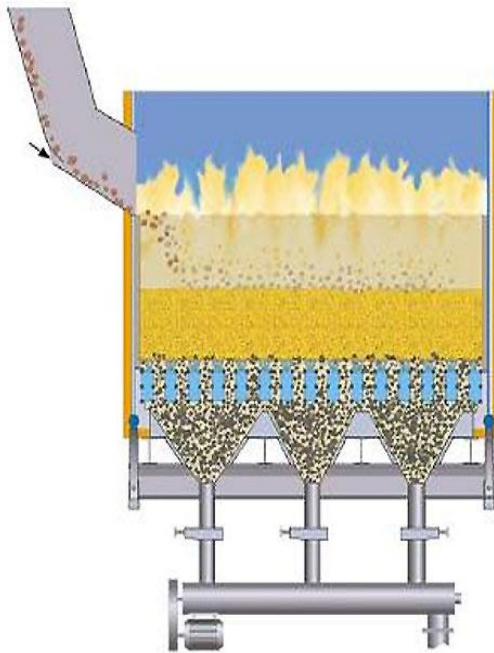
Suomessa Metso Powerin toiminta keskittyy Tampereelle, ja myös Lapualla on valmistusyksikkö. Lapuan tehtaan tiloja on laajennettu ja viimeisin suuri hallilajennus valmistui vuonna 2009. Lapuan yrityksessä työskentelee noin 200 henkilöä. (Metso Power yhtiöesittely 2008.)

Metso Powerilla on neljä valmistusyksikköä, joista uusien kattiloiden valmistus on keskitetty Suomeen. Kolme muuta valmistusyksikköä Suomessa ja Ruotsissa ovat

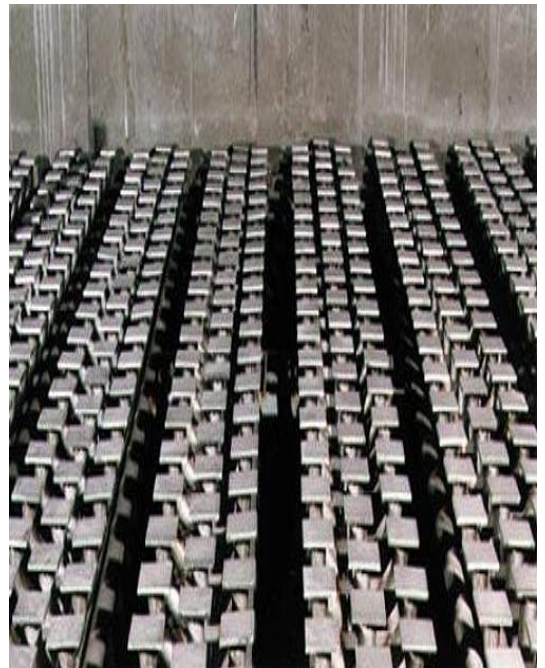
erikoistuneet kattiloiden kunnossapidossa ja modernisoinnissa tarvittavien osien valmistukseen. Metso Powerin päätoimintamaat ovat Suomi, USA, Ruotsi ja Brasilia. (Metso Power yhtiöesittely 2008.)

1.4 Metso Powerin kattilatuotanto

Kattiloissa käytetään mm. tarkkoja ISO- ja ASME-sertifikaatteja. Metso Powerilla on myös eri puolilla maailmaa suunnittelu- ja myyntitoimistoja. Skandinavian ja Euroopan lisäksi Pohjois-Amerikka, Etelä-Amerikka ja Aasia kuuluvat Metso Powerin markkina-alueisiin. Metso Power on leijupolttoteknologian edelläkävijä. Tuotevalikoima on laaja, ja voimakattiloita tehdään pieniä ja suuria asiakkaille räätälöityinä. Leijupolttoteknologian ja vaativien polttoaineiden hallinnasta ovat osoituksena 70 toiminnassa olevaa kiertoleijukattilaa ja 170 leijukerroskattilaa ja kattila modernisointia. Polttoaineen palaminen tapahtuu hiekan päällä (ks. kuvio 1), ja siitä syntyvät epäpuhtaudet valuvat hiekan läpi pois. Hiekka suodattaa esimerkiksi hakkeeseen jääneet metalliosat, joita tulee mukaan metsuritöistä.

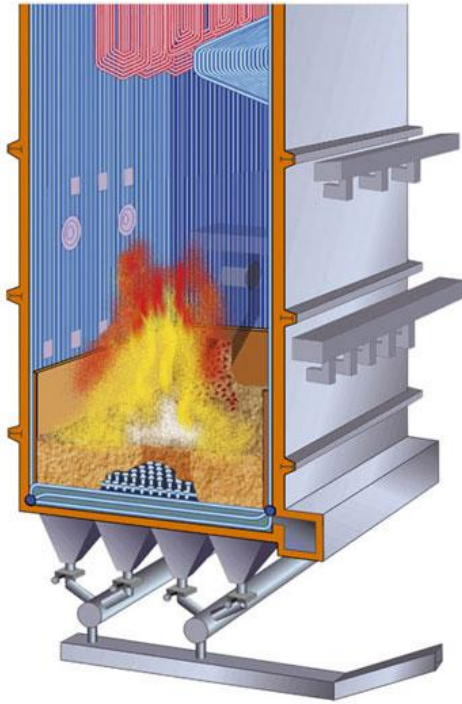


Kuvio 1. Leijupohja. (Metso Power yhtiöesittely 2008.)



Kuvio 2. Ilmapalkkiarina. (Metso Power yhtiöesittely 2008.)

Yhtiö on myös ympäristöystävällisen energian asiantuntija. Kattiloilla energia voidaan tuottaa mm. biomassasta ja kierrätyspolttoaineista. HYBEX-kattilat käyttävät BFB-teknologiaa ja voivat käyttää eri kosteuksisia polttoaineita kuivasta märkään (kuvio 3). (Metso Power yhtiöesittely 2008.)



Kuvio 3. HYBEX-kattila .

(Metso Power yhtiöesittely 2008.)



Kuvio 4. CYMIC-kattila.

(Metso Power yhtiöesittely 2008.)

1970-luvun alussa alkoi kerrosleijuteknologian kehitys. Ensimmäiset kattilat valmistettiin 1980-luvun puolivälissä, minkä jälkeen yhtiö on tuottanut ennätyskokoisia BFB-kattiloita. 1990-luvulla kehitettiin edistyksellinen puolipalkkiarina karkeiden palamattomien aineiden poistamiseen tulipesästä, mikä on tärkein HYBEX-kattiloiden innovaatio (kuvio 2). (Metso Power yhtiöesittely 2008.)

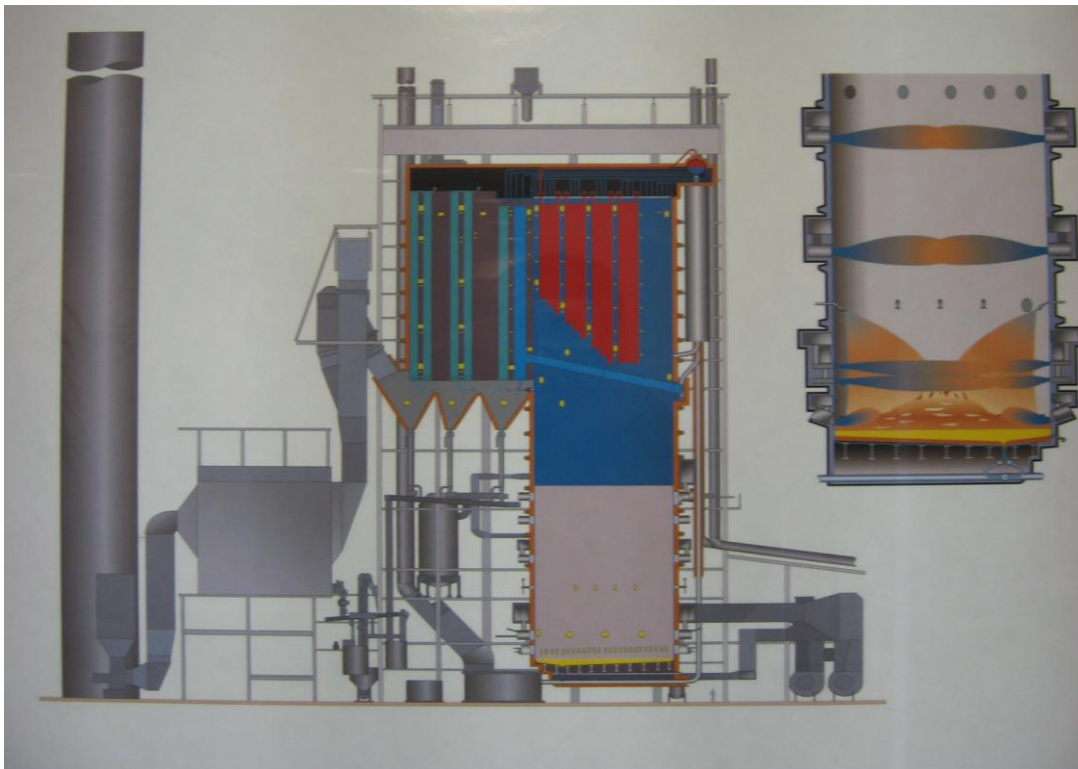
Metso Powerin CYMIC-kattilat (ks. kuvio 4) käyttävät CFB-teknologiaa, jolla voidaan polttaa korkealämpöarvoisia polttoaineita samaan aikaan pienillä päästöillä.

Metso Power on myös näiden kattiloiden yksi johtavia toimittajia. (Metso Power yhtiöesittely 2008.)

Kiertoleijukattiloissa (CYMIC) on syklooni, jonka ansiosta kiinteät materiaalit palaavat takaisin tulipesän alaosaan. CYMIC-kattiloissa on membraaniseinillä ja muurauksella varustetut sykloonit, jotka ehkäisevät seinämien kulumista. (Metso Power yhtiöesittely 2008.)

Yhdyskuntajätteestä voidaan erottaa tehokkaasti uudelleenkäytettävät materiaalit ja jäljelle jäänyt poltettava jae voidaan käyttää energiantuotantoon. Metso Powerin suurta tuotevalikoimaa ja leijuteknologiaa hyödyntämällä voidaan jätteistä tehtyä polttoainetta käyttää energiaksi virallisia päästörajoja pienemmällä määrällä päästöjä. (Metso Power yhtiöesittely 2008.)

Metso Power on toimittanut maailman suurimmat soodakattilat (RECOX) ja se on kemiallisen sellunvalmistuksen talteenottojärjestelmien ykköstoimittaja. Kun sellutehtaita rakennetaan yhä suurempia, myös soodakattiloiden kapasiteetit ovat suurentuneet. RECOX-kattiloiden kapasiteetit voivat olla 7000 tonnia kuiva-ainetta vuorokaudessa, jopa enemmänkin. Hyötysuhde ja käytettävyys ovat erittäin korkeat, ja lisäksi päästöt, likaantuminen ja korrosio on minimoitu. Mustaa lipeää poltetaan soodakattiloissa. Kun lipeänpolton energiantuotannon kapasiteetteja on onnistuttu kasvattamaan, on myös tutkimustyötä tehty talteenotto-prosessien tuotantotehokkuuden nostamiseksi ja sellutehtaiden vesi- ja lipeäkiertojen sulkemiseksi. Kehitysprojekteja viedään eteenpäin yhteistyössä asiakkaiden ja kansainvälisten tutkimuslaitosten kanssa. Kuviossa 5 soodakattila. (Metso Power yhtiöesittely 2008.)



Kuvio 5. Recox-kattila (Metso Power yhtiöesittely 2008.)

Metso Powerilla on vahva tieto ja kokemus sadoista laitetoimituksista ympäri maailmaa. Mustalipeän, hajukaasujen ja biolietteen poltosta soodakattiloissa. TUBEL- ja REVAB-haihdutusmenetelmät ovat myös esimerkkejä teknologisesta innovaatiosta. (Metso Power yhtiöesittely 2008.)

1.5 Työn rakenne

Seuraavassa luvussa käsitellään kalibrointikoneen käyttö ja osat. Lisäksi esitellään, mihin tarkoitukseen koneen tuottamat materiaalit tulevat, mitä asioita tulee ottaa koneen käytössä huomioon sekä miten paneeliseinät valmistuvat. Luvussa kolme tutustutaan tarkemmin koneen ja sen osien eri sijoitusmahdollisuuksiin sekä uusiin rakennettaviin osiin. Luvussa neljä kerrotaan saadut tulokset ja luvussa viisi on yhteenveto.

2 KALIBROINTIKONE

2.1 Kalibrointikoneen käyttö ja osat

Kalibrointikoneen tarkoitus on puristaa metallikeloilta tulevaa nauhaa oikeaan leveyteensä sekä oikaista mahdolliset kieroutumat ja katkaista evä oikeaan pituuteensa. Laite on hankittu Plantool Oy:ltä vuonna 1991. Koneessa on monta erillistä osaa;

- runko, joka on hitsattu putkipalkeista ja levyrakenteista
- lattateräksen jatkohitsauspaikka, johon liitettävät latat puristetaan puristimilla kiinni ja hitsataan juuritukea vasten yhdelle puolen tasainen pinta jolloin vältytään käännöltä
- sivusuuntainen oikaisurullasto
- pystysuuntainen oikaisurullasto, joka on varustettu kolmella säädettävällä ja neljällä kiinteällä rullalla
- kalibrointirullasto
- kaksi vetorullastoa, jotka ovat toisiinsa yhteydessä ketjuvälityksellä (neliveto)
- kaksi kierronoikaisurullastoa
- pituuden mittaamiseen tarkoitettu seurainrulla, jota jousi työntää lattaan kiinni
- hydraulinen giljotiinityyppinen leikkauslaite, joka ei ole rungossa kiinni (hydrauliyksikkö, ohjauskeskus)

- taajuusmuunnin, jonka avulla evän kulkunopeutta säädetään portaattomasti.

Kalibrointikoneelle ajetaan lattaa jättikelatelineeltä tai pikkukelatelineiltä. Molemmat telinemallit sijaitsevat ennen konetta. Osat ovat seuraavassa järjestyksessä: jättikelateline, pikkukelatelineet, hydraulipuristinkäyttöinen evien jatkohitsaus paikka, käsipuristinkäyttöinen evien jatkohitsauspaikka hitsattuna kalibrointikoneeseen kiinni, itse kalibrointikone, latan hiekkapuhalluslaite, hydraulinen giljotiinityyppinen evän leikkauslaite ja kouruhylly, jossa on kouru, johon evä ajetaan.

Evän leikkaus määritellään kahdesta laskurin esivalintapaikasta näytöltä. Ylemmästä napista asetetaan haluttu katkaisupituus ja alemmasta lähestymisnopeuden hidastumisen aloituspaikka millimetreinä. Katkaisupituuden tulee aina olla suurempi kuin lähestymisnopeuden hidastumisen aloituspaikka. Kun asetukset on tehty, painetaan punaista nollausnappia, jolla saadaan näkyviin ylemmän laskurin lukema. Laskuri toimii vähentäen eli lukeman tullessa alemman arvon mukaiseksi kone siirtyy lähestymisnopeudelle ja pysähtyy nollan saavutettaessa. Tällöin ajo pysähtyy ja leikkuri leikkaa evän. Automaattiajossa laskuri nollaantuu automaattisesti ja toiminta jatkuu. Näytöltä voidaan myös lukea leikattujen evien määrää. (Plantool Oy 1991.)

Koneella voidaan ajaa lattaa välillä 8–105 mm ja vahvuudella 4–10 mm . Pituus on yleensä välillä 0–27 m. Leveämmät evät tulevat alihankkijalta. Evän materiaali voi vaihdella sen käyttökohteen mukaan. Esim Recox-kattiloissa tulipesän alaosan materiaalit ovat austeniittisiä teräksiä, kun taas Hybex- ja CFB-kattiloissa vastaavat materiaalit ovat normaalia hiiliteräksiä tai ns kuumalujia hiiliteräksiä. Hybex ja CFB-kattiloiden tulipesän alaosassa rakennetta suojaa tulenkestävä muuraus.(Plantool Oy 1991 ; Yli-Rantala 2009.)

2.2 Paneeliseinien kokoonpano

Evän leveydessä ei saa olla suuria virheitä, koska ne liitetään osaksi paneeliseinää, jossa saattaa olla monia satoja eviä leveyssuunnassa (kuvio 6). Jos evässä on 0,1 mm:n virhe, yhtenäisessä sadan evän paneeliseinässä se tekee jo 10 mm. On kuitenkin mahdotonta tehdä juuri oikean kokoista seinää. Evää pyritään ajamaan viiden sadasosan tarkkuudella oikeaan kokoonsa ja yleensä evä ajetaan 0,4–0,6 mm:ä leveämmäksi kuin teoreettinen nimellismitta. Lopullisen paneeliseinän leveyden heitot johtuvat monista eri seikoista. Suurin vaikutus on hitsausparametreillä ja hitsausnopeudella sekä laitteen synnyttämällä puristusvoimalla.



Kuvio 6. Paneeliseinä rullakoneelta tullessaan. Kuvassa myös näkyy paneelin si-
vuunsiirtojärjestelmä.

Putken halkaisija, seinän paksuus, epäpyöreys sekä evän leveys, paksuus ja materiaalit vaikuttavat hitsatessa siihen, miten paljon paneeliseinä kutistuu tai laajenee. Jos evä on ohut, hitsitunkeuma tulee läpisulaksi. Kun putkia puristetaan samalla yhteen, lopputuloksena saattaa olla kapeampi paneeliseinä kuin on tarkoitus. Tämän vuoksi yleensä otetaan ylimittoja. Kun materiaalit ovat paksummat, sula ei mene kokonaan läpi, vaan väliin jää sulamatonta metallia ns. kannas, joka

ei puristuksessa painukaan kasaan, ja tuloksena on sitten vähemmän kutistunutta seinää. (Yli-Rantala 2009.)

Mittaustulokseen vaikuttavat myös useat eri tekijät kuten menetelmä, kohde, mitaaja, laitteisto ja ympäristöolot (esim. otetaanko mitta lämpöisestä paneeliseinästä vai täysin jäähtyneestä). (Porola 2009.)

Mittojen ja mittareiden arvo vääristyy iän ja kulumisen myötä. Siksi mittalaitteiden kunto on tarkastettava tarvittaessa. Luotettavien ja pätevien mittausten ja testauksien edellytyksiin kuuluvat kalibroidut laitteet. Kalibrointi on tunnistettu tarpeelliseksi ohjeissa ja standardeissa. (Mikes 2007.)

Hitsin ei ole pakko sulaa läpi, kunhan a-mitta on oikea. Tarkoitus on, että sulaa hitsisaumaa tulee molemmilta puolilta yhteen laskettuna evän paksuuden verran. (kuvio 7). Nämä seikat täytyy ottaa huomioon ajattaessa evää ja hitsatessa paneeliseinää. Kokemuksen kautta on opittu tekemään tietyt evän leveydet. Jos ensimmäinen paneeliseinä on liian leveä, puristetaan evää hieman lisää. (Yli-Rantala 2009.)



Kuvio 7. Paneelin putkista ja evästä tehty hie. Kuvasta huomaa hitsin sulamisen putkessa ja evässä.

Jauhekaaren säädöillä on erittäin merkittävä osuus oikean paneeliseinän leveyteen. Jos jauhekaaren putkien ja evien puristus on liian kevyt, sauma voi palaa helposti läpi. Vähemmissä läpipalotapauksissa latan toiselle puolelle tulee roiskeita, jotka haittaavat toisen puolen hitsausta. Ne täytyy hioa pois ennen toisen puolen hitsausta jauhekaarella. Suuremmat virheet, jotka huomataan tarkastuksessa, tehdään hiomalla huono hitsi pois kulmahiomakoneella ja hitsaamalla käsin. Jos putkeen tulee läpihitsausvaurioita, useimmiten huono putkiosa leikataan pois. Tällöin jää aukko, johon liitetään uusi putkiosa ja tehdään tarvittavat hitsaukset. Jos virhe on paneelin päässä, leikataan pala paneelin päästä pois ja paneelia käytetään sellaiseen tarkoitukseen, johon se soveltuu. Usein paneeleihin lasketaan työstövaraa sen verran, että lyhyt palanpoisto ei haittaa.

Hitsauksesta aiheutuvaa kuonaa jää joskus rullaston ja paneelin väliin, mikä aiheuttaa vaurioita putkeen. Tämän asteen virheet voidaan korjata. Liian tiukka puristus taas vaikuttaa seinän leveyteen ja kuormittaa sähkömoottoreita. Tässä taas työstä saadulla kokemuksella on suuri vaikutus laatuun, ja jauhekaarella työskentelevät operaattorit ovatkin erittäin ammattitaitoisia väkeä. (Porola 2009.)

Putkea ja evää ohjaava rullasto säädetään pääsääntöisesti kokemuksen perusteella tekemään oikean levyistä paneeliseinää. Sivun 19 kuviossa 8 on rullasto ja kuviossa 9 on ohuita liuskoja, joilla puristus säädetään oikeaksi.

Hitsausta ohjaavat

- asetuspiirustukset
- WPS (hitsausohjeet)
- piirustukset ja niissä annetut valmistusohjeet
- työnjohtajan ohjeet
- operaattorien kokemus
- painelaitestandardit
- omat laatukäsikirjat. (Yli-Rantala 2009.)



Kuvio 8. Putkea ja evää ohjaava rullasto.



Kuvio 9. Puristuksen säätölevyjä.

Ensin ajetaan kaksi putkea yhteen, jolloin vain yläpuolelle paneelia tulee hitsisaumat. Tämän jälkeen kappale käännetään ja hitsataan toinen puoli. Kahden putken ja evän liitoksia tehtäessä käytetään ylimääräisiä sivurullia, jotka auttavat paneelia ohjautumaan. Jos sivurullasto ei ole kyllin suorassa tai toinen puristaa lujempaa, paneeli kieroutuu yleensä niin pahoin, ettei sitä voida käyttää.

Seuraavassa vaiheessa liitetään kolmas putki tai toinen kahden putken seinän alku. Useimmiten seinämä on vääntynyt hitsausvirtojen erojen tai epäsymmetrisen hitsauksen vuoksi banaanin muotoiselle kaarelle. Yksi suorassa pysymisen ehto on symmetrinen hitsaus. Tämän jälkeen kaksi kolmen putken tai kaksi neljän putken kiero paneeliseinämää liitetään yhteen, jolloin rullasto puristaa erisuuntaan kierot seinämät suoraksi kokonaisuudeksi.

Leveimmät paneelit, joita rullakoneella voidaan tehdä on 16 putkea. Päivän päätteeksi kaikki käytetyt hitsausarvot kirjataan ylös. Näiden arvojen täytyy olla hitsaussuunnitelman (WBS) arvojen mukaiset (kuvio 10). (Yli-Rantala 2009.)

metso power
Lapuan Tehdas – Lapua Works
Metallitie 3
FIN-62100 Lapua, FINLAND
Tel. +358 (0)20 1412 811-

EVÄHITSAUKSEN TYÖKOKEEEN TARKASTUSPÖYTÄKIRJA
PRODUCTION FIN WELD TEST RECORD

Pöytäkirja nro./ Report No. ?

Tilaaaja/Customer: ?

Kohde / Item name: ?
Projektin nimi / Project name: ?
Hitsausohjeen no./ WPS No.: ?
Hitsaaja / Welder: ?

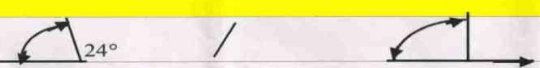
Projekti no.-Työ no. / Project no- Work no: ?
Piirustus no./ Drg. no: ?
Hitsausmenetelmä / Welding process: 121

Rev. 01

Koko / Dimension	Materiaali / Material
Putki / Pipe: ?	: ?
Evä / Fin: ?	: ?
Jako: -	: -

Hitsausparametrit / Welding parameters: ? V ? A ? cm/min

Hitsauslisäaineet / Filler materials: ?

Poltinkulmat / Position: 

Koneen tunnistus / Machine identification: Pöytä Hyväksytty/ Accepted Pema Ei hyväksyttävä/ Not accepted Tractor

Visuaalin tarkastus/ Visual inspection:

VHRO-19 rev.4

Standardi / Standard	Vaatimukset / Requirement	Tulokset / Results
EN 12952 - 5 Table C-1/ Figure C-1 / VHRO-19 rev.4	a , b , c , d or e	b
EN 26520 Defect No. 100-5012	-	Hyv./ Acc. <input checked="" type="checkbox"/> Ei hyv./ Not acc. <input type="checkbox"/>
Defect No. 503	$\alpha < 30^\circ$	Hyv./ Acc. <input checked="" type="checkbox"/> Ei hyv./ Not acc. <input type="checkbox"/>
Defect No. 507	$\Delta \leq 2\text{mm}$	Hyv./ Acc. <input checked="" type="checkbox"/> Ei hyv./ Not acc. <input type="checkbox"/>
Defect No. 508	$b_1 - b_2 = \Delta \leq 3\text{mm}$	Hyv./ Acc. <input checked="" type="checkbox"/> Ei hyv./ Not acc. <input type="checkbox"/>
Defect No. 510	$er \geq 2.0\text{ mm}$	Hyv./ Acc. <input checked="" type="checkbox"/> Ei hyv./ Not acc. <input type="checkbox"/>
	1 $a_1 + a_2 \geq S$ 2 $a_1 + a_2 \geq S$	Hyv./ Acc. <input checked="" type="checkbox"/> Ei hyv./ Not acc. <input type="checkbox"/>

Hitsattu / Pvm./ Date ?

Kuvio 10. Evähitsauksen työkokeen tarkastuspöytäkirja.

Käytetyt hitsausarvot ja muut tulokset ovat salaisia. Lattaa ei myöskään ajeta yleensä suuria määriä varastoon, koska tilanteet muuttuvat nopeasti. Hitsattavissa putkissa on yleensä erilaisia heittoja, jotka määräävät evän leveyttä. Ennen valmistuksen aloitusta tehdään kokemusperäisesti työkoe, josta valmistetaan hie. Lopputuloksen perusteella saadaan lupa aloittaa varsinainen työ. (Yli-Rantala 2009.)

Evää valmistetaan vanhan kirjatun historiatiedon mukaan. Työkokeesta mitataan paneelin leveys ja korjataan +/- . Ensimmäisistä tuotantokappaleista mitataan tarvittavat korjaukset, ja valmistettaessa kappaleita mitataan sekä tarvittaessa korjataan +/- heitot. (Yli-Rantala 2009.)

Koska seiniä liitetään toisiinsa lopullisessa kokoonpanossa, täytyy kaikkien putkien osua suurin piirtein kohdalleen, jotta vältetään ylimääräisiltä korjauksilta ja ylimääräistä aikaa vieviltä asennuksilta. Seinämät tarkastetaan huolellisesti saumoista, mihin Metsolla on omat siihen koulutetut henkilöt. Lisäksi varmistetaan, että hitsisaumoja ei tarvitse korjailla. Jos saumoissa on vikaa, korjaukset tehdään käsin mag- tai tig-hitsillä. Korjaukset tarkistetaan myös vielä kertaalleen. (Porola 2009.)

Metso Power Oy:n hitsausaseman huollosta vastaavat ensisijaisesti operaattorit. Isommat korjaukset tekee laitteen toimittaja Pemamek Oy, joka on maailman johtava voimalaitoskattiloiden tuotantoautomaation toimittaja. Pematek Oy toimittaa hitsausasemia, jotka voidaan integroida lattaevän kalibroinnin ja putkien esivalmistuslinjan kanssa.

2.3 Kehitysmahdollisuuksia

Paneeleille käyttöön otettavat putket sijaitsevat rullaradan vieressä. Putkia pyörittäessä pukeilta rullaradalle täytyy pukeissa olevat sillat kääntää rullaradalle päin. Pukit ovat korkeammalla kuin rullarata, ja joskus, kun ajetaan kieroja paneeleja, peräosa ei ole rullaradalla. Tämä vaikeuttaa suunnattomasti alkuasennusta, jossa kaksi paneelin osaa kiinnitetään evään käsin hitsaamalla ja sen jälkeen siirtelyä oikeaan linjaan rullastolle. Samalla tasolla olevat pukit auttaisivat asennusta siinä määrin, että paneelit eivät tippuisi radalta, kun niitä levitetään oikeaan ajokohtaansa.

Samalla pukien käännettävät sillat, joista putkia pyöritetään rullaradalle, voitaisiin tehdä jousipalautteisiksi. Tällöin niitä ei tarvitsisi nostaa ja jättää sivuun ja tarvittaessa käydä taas laittamassa paikoilleen. Kourujen jättäminen rullaradan päälle helpottuisi, jos putkisillat olisivat sivuun työnnettävät ja niissä olisi automaattinen palautus. Tällöin kulkeminen pukien ja rullaradan välissä nopeutuisi ja helpottuisi huomattavasti.

Rullakoneen yläpuolelle, missä sijaitsevat hitsilankakelat sekä jauhekontti, olisi hyvä tehdä laser-osoitin. Lazer-osoitin heijastaisi viivat rullille, joissa paneelit laitetaan kohdalleen. Viivoista näkisi suurin piirtein kohdan, johon paneelit täytyy siirtää, ennen kuin niitä sovitetaan rullastoon. Silmävaraisesti kohdilleen laitettuna putket harvoin osuvat ensi yrittämällä rullaston oikeisiin kohtiin.

Latan oikeaa leveyttä seurataan digitaalisella työntömitalla. Kalibroitinkoneessa on myös integroitu leveyden tarkkailija, mutta se ei ole toiminnassa väärän sijoituksen vuoksi. Se pitäisi siirtää oikeaan paikkaan (kalibroitirullaston jälkeen), jolloin mittatulos olisi oikea. Suositeltavaa olisi myös kalibroida pituuden seuranta-mittalaitteet (kuvio 11).



Kuvio 11. Evän pituuden mittauslaite

Koneelle on tehtävä erilaisia parannuksia sekä asennettava se niin, että se ei vie turhaa tilaa. Kalibrointikonetta valvoisivat mahdollisesti jauhekaarella työskentelevät henkilöt. Liiallista koneen valvomista helpottaisi, jos materiaalitunnuksien leimaus tapahtuisi mekaanisesti evän leikkauksen yhteydessä, jolloin leikkuri painaisi samalla tunnuksen evän päähän. Tällä toimenpiteellä säästettäisiin aikaa, joka kuluu tuottaessa vasaralla tunnusta evään. Tunnuksen laittaminen on hankalaa, jos antaa kourun täytyä evästä, ja on hankalaa saada muutaman evänkin välein tunnus kokonaan näkyviin.

Mekaaninen merkintätapa täytyy toteuttaa niin, että tunnukset on helppo vaihtaa siihen ja merkintä ei taita evää. Merkintäleimain voitaisiin sijoittaa ruuveilla kiinnittälleikkuriin. Ongelmia mahdollisesti voi syntyä, jos leimasin tai evä on hieman vinossa. Tällöin merkki ei jää evään selvästi näkyviin, vaikka tunnuksen painaminen tapahtuisi kovaa alustaa vasten. Toimivuus kannattaa testata ennen rakentamista esimerkiksi hydraulisella puristimella.

Jättikelateline on tällä hetkellä kaukana kalibrointikoneen perässä. Ajokelan piti-
messä on suuri levyjarru, joka estää ajettavan lattakelan purkautumisen vauhtiin
päästyään. Työpäivän päätteeksi tai tauon ajaksi levy kiilataan, jottei kela vahin-
gossa pääse purkautumaan. Levyyn painavat jarrupalat toimivat paineilmalla. Jos-
kus pientä latan puristamista suoritettaessa kalibroitava latta jää kiinni ja kone pyö-
rii tyhjää, koska jarru ahdistaa sitä liikaa. Osasyynä on jarrulevyn kierous, joka on
varmaan syntynyt liian voimakkaasta kelan kiilaamisesta tai kelan tiputtamisesta.
Tällöin joudutaan säätämään jarrujen ilmanpainetta pienemmäksi.

Puristimentyylisesti toimivalla jarrulla saisi korvattua kiilalla käytettävän kelan lukit-
tamisen. Sen rakentaminen ei olisi hankalaa.

Kun lattakelasta ajetaan teräsnauhaa eli lattaa, esiintyy ongelmia teräsnauhan
lopun kanssa. Se purkautuu ja menee solmuun kelan sisällä. Tämä johtuu lattake-
lan sisällä olevasta kehikosta, joka ei ole yhtenäinen koko kelan sisältä. Kelan si-
sään jää kohta, jossa ei ole kehikkoa. Tämä aiheuttaa edellä kuvatun. Kehikkoa
kuitenkin käytetään, koska se estää koko kelan purkautumisen. Siispä kelan läpi
menevää kehikkoa kannattaisi hieman pidentää. Kehikon tulisi mennä yhtenäisenä
kelan läpi. Kelaa puristavaa ja paikallaan pitävää kehikkoa pitäisi suurentaa myös
halkaisijaltaan, ettei kelan ja kehikon välille tulisi niin paljon välystä. Muuten kela
voi purkautua myös liian suuren välyksen takia.

Kuvion 12 kouruille, joihin evää ajetaan, suunnitellaan uusi hylly. Hyllyltä pitäisi pystyä siirtämään täynnä olevan kourun käsin tyhjän kourun edestä sivuun



Kuvio 12. Eväkouruja pinossa ja evän ajo käynnissä.

Kalibrintikoneelta poistuisi käytöstä poistettu hiekkapuhalluslaite. (Kuvio 13.) Metallikelat ovat puhtaita eikä pieni ruoste edes haittaisi. Näin ollen hiekkapuhallin voidaan poistaa, minkä ansiosta saadaan lisää tilaa.

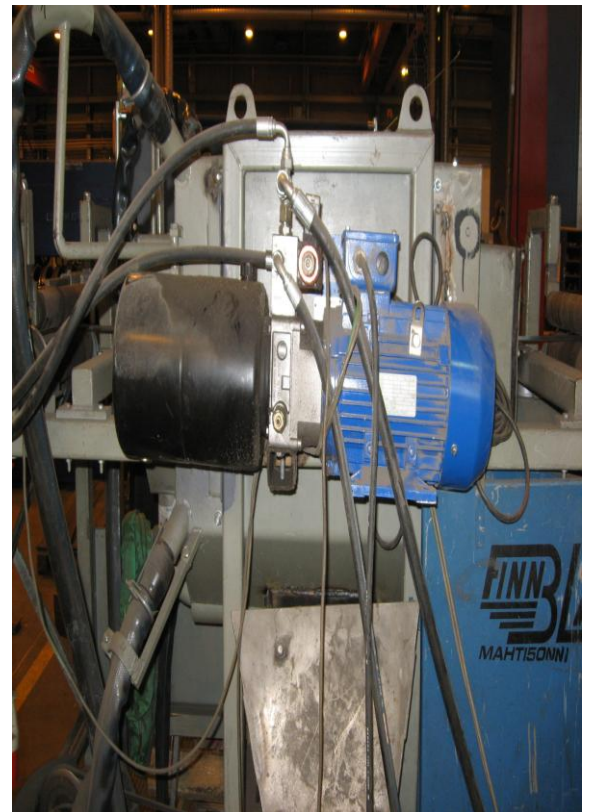


Kuvio 13. Hiekkapuhalluslaite, jonka kärjessä on leikkuri.

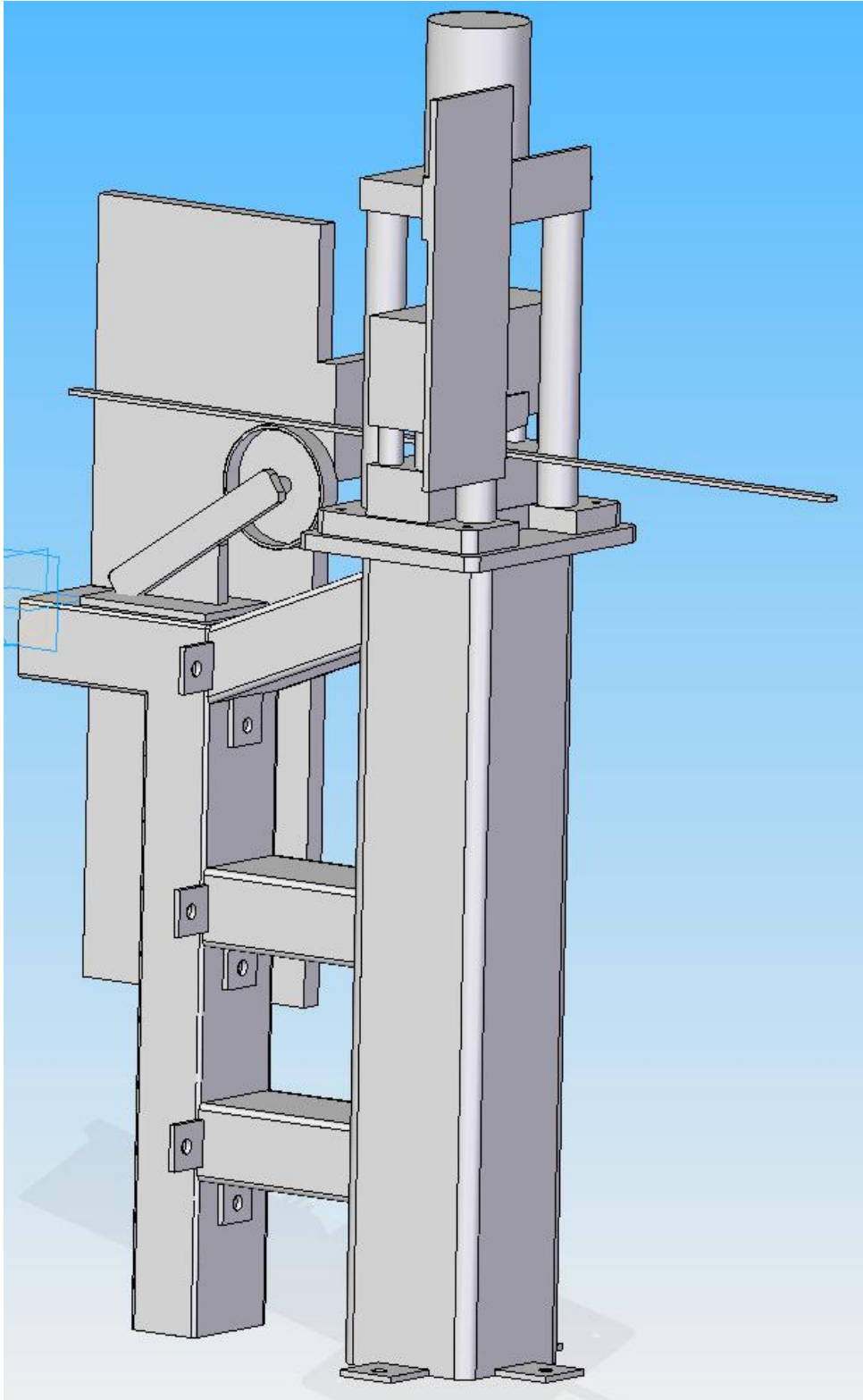
Evän leikkuri on hydraulisesti toimiva, ja nyt se sijaitsee hiekkapuhalluksen jälkeen viimeisenä työvaiheena koneessa (kuvio 14). Leikkurille rakennetaan pidike (ks. kuvio 16 ja 17), jonka läheisyyteen sijoitetaan myös sille voiman antavat hydraulijärjestelmät (kuvio 15). Pidike, johon leikkuri tulee sijoitetaan kiinni kalibrintikoneeseen, joko hitsaamalla tai ruuveilla. Hydraulijärjestelmät aiheuttavat joskus koneen outoa nytkähtelemistä, joten järjestelmä tulee sijoittaa vankasti kiinni. Hydraulikkajärjestelmät voidaan kiinnittää kalibrintikoneen maahan meneviin tukijalkoihin rakentamalla niihin asennuslevy, johon järjestelmä tulee kiinni. Näin ollen järjestelmä ei olisi tiellä ja pysyisi vankasti kiinni.



Kuvio 14. Evän leikkuri

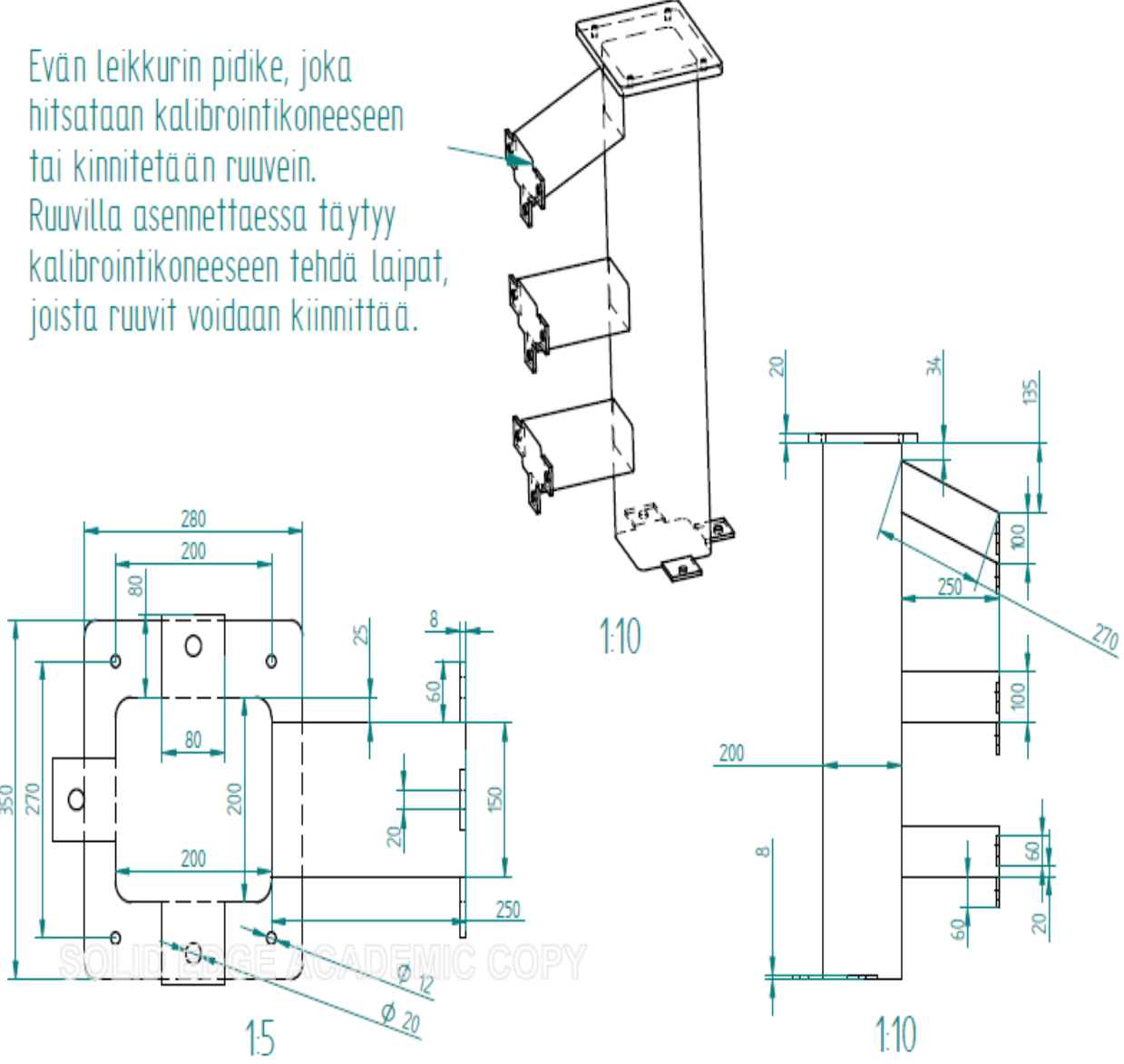


Kuvio 15. Leikkurin hydraulijärjestelmä.



Kuvio 16. Tältä evänleikkurin tukijalka voisi näyttää kiinni kalibrintikoneessa.

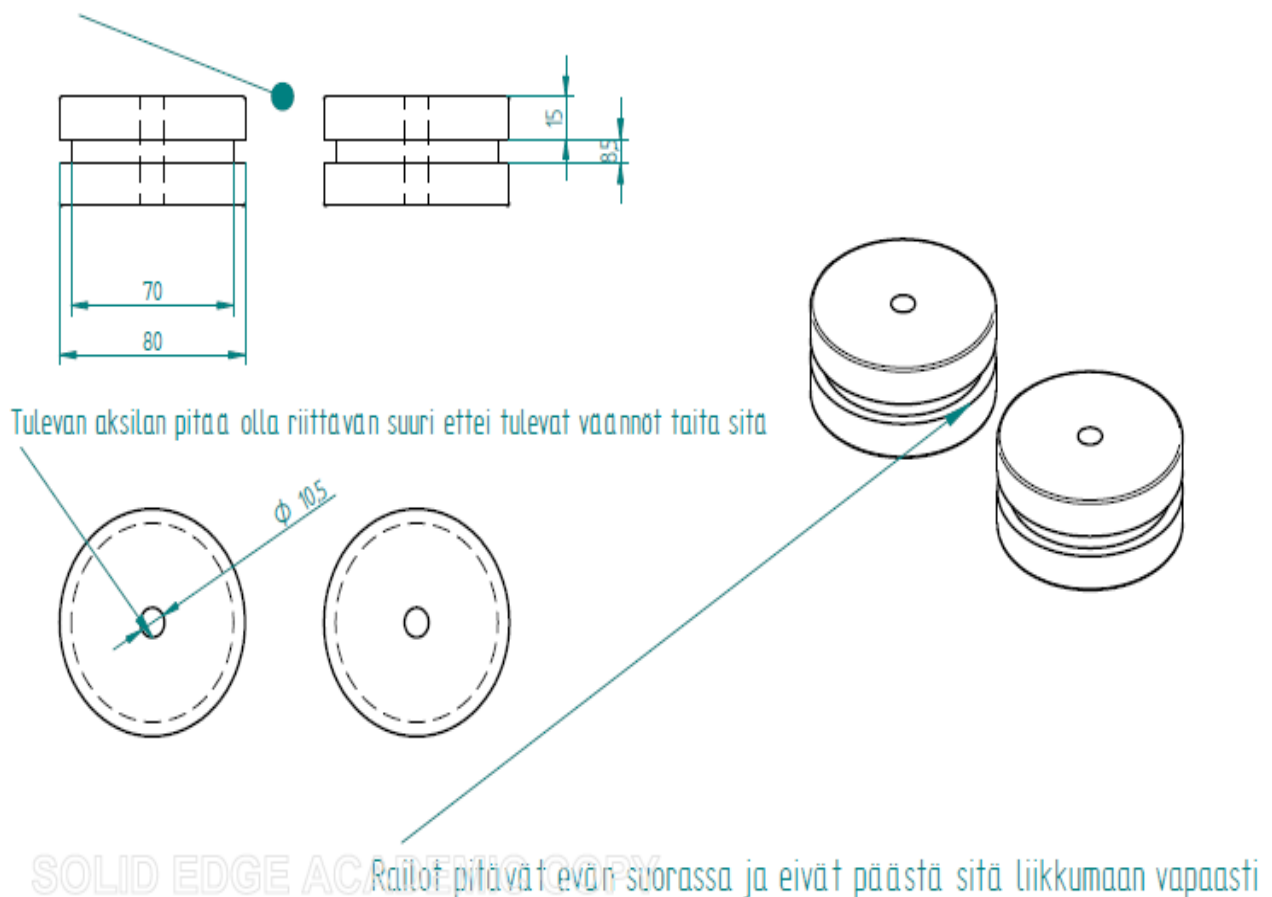
Evän leikkurin pidike, joka hitsataan kalibrointikoneeseen tai kiinnitetään ruuvein. Ruuvilla asennettaessa täytyy kalibrointikoneeseen tehdä laipat, joista ruuvit voidaan kiinnittää.



Kuvio 17. Tukijalan piirustus

Kalibroittavan latan ohjausta on myös parannettava. Latan ensimmäinen ohjausvaihe on sivulla ja ylhäällä kiinteillä rullilla olevat ohjaimet, jotka päästävät latan menemään liian vapaasti heiluvana koneeseen. Ohjausta voitaisiin parantaa kahdella rullalla, joissa olisi railo ja joita voitaisiin säätää ajettavan latan leveydelle sopivaksi (kuvio 18). Tämä onnistuu, jos rullat ovat molemmilta puolilta puristavassa ruuvipenkissä. Kelojen railo estää latan pystysuuntaisen liikkeen. Näin latta ajautuisi vakaammin koneen muille vaiheille. Erilaisia ohjainrullia voidaan sijoittaa tarpeen mukaan kalibrointikoneen alkupäähän.

Väli säädettävissä kalibroittavan evän mukaan



Kuvio 18. Tältä ohjainrullat näyttävät

Kuviossa 19 kalibrintikone on noin 200 mm:ä korkeammalla, kuin sen tarvitsisi olla. Syynä tähän on vanha toimintamalli, jossa evää liu'utettiin kouruihin, mikä vaati korkeuseron. Toimintamalli on muuttunut, ja kone on siirretty takaisin suoraan. Jos kalibrintikone siirretään rullakoneen viereen korokkeet eivät ole enää tarpeen ja ylimääräisien tasojen poistaminen helpottaa liikkumista ja vähentää vaarallisia kompastumisia.



Kuvio 19. Kalibrintikone.

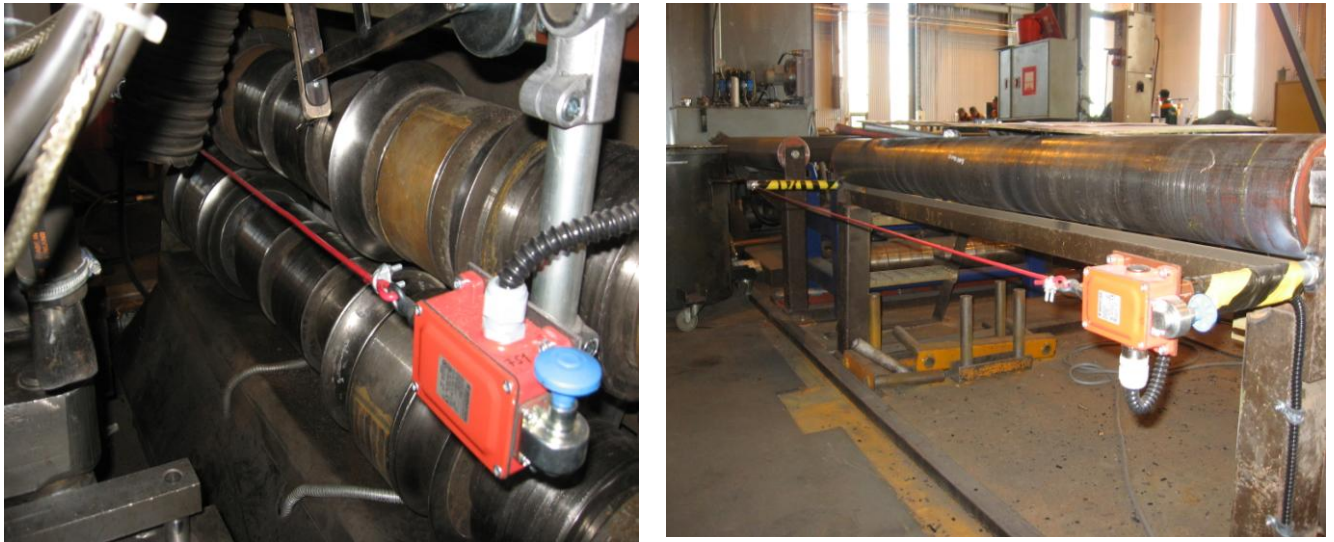
2.4 Häätä-seis-painikkeet ja muut tunnistimet

Turvallisuutta on syytä parantaa erilaisilla lisäkatkaisijoilla. Kuviossa 20 näkyy koneen ympärillä ovat suojaverkot, mutta jostain syystä niitä ei useimmiten käytetä. Olisi siis hyvä sijoittaa häkille myös tunnistimet estämään koneen käyttö, jos suojaverkko ei ole alhaalla. Painekeytkimet soveltuisivat tähän. Suojia on ehdottomasti käytettävä.



Kuvio 20. Kalibrointikoneen suojaverkot ja häätä-seis-painike ohjauspaneelissa.

Jos kuitenkin vaara ilmenee, on koneella työskentelevän operaattorin hankala painaa hätä–seis-painiketta. Täten hyvä olisi koko koneen kattava hätä–seis-naru, jolloin koneen saisi kätevästi pysäytettyä mistä kohtaa tahansa (kuvio 21 ja 22).



Kuvio 21. ja 22. Rullakoneelle asennetut hätä–seis-narut.

Hätä–seis-kytkimen asennustapaa ja sijoitusta koskevat vaatimukset ilmenevät EU:n konedirektiivistä sekä eräistä siihen liittyvistä standardeista. Konedirektiivin mukaan sääntönä on, että jokaisen koneen pitäisi sisältää vähintään yhden tai useamman hätä–seis-kytkimen. (Shemersal 2005.)

Latan puristukseen vaikuttavat säätimet pitäisi myös suojata niin, ettei laitteeseen voi jäädä väliin mitään, mikä voisi aiheuttaa tapaturman. Säättäminen vaatii useimmiten koneen käynnissäolon, varsinkin jos puristusta lisätään. Jos kone ei ole säädön aikana käynnissä, jää latta turhan usein jumiin, jolloin työntimet pyörivät tyhjää lattaa vasten. Säättöä on myös hankala tehdä koneen ollessa sammukissa, koska liikkeellelähtövaihe kuormittaa konetta eniten. Säättöalueen pitäisi olla verkotettu, ja säättämiseksi tarkoitettulle avaimelle pitäisi olla paikka, minne ei saa työnnettyä sormia vaarallisesti väliin.

Hätä-seis-kytkintä käsitellään monissa standardeissa. Sen asennusta ja sijoitusta käsittelevät vaatimukset ilmenevät EU:n konedirektiivin standardeista. Perussään-

tö on, että jokainen kone on varustettu yhdellä tai useammalla hätä–seis-painikkeella. Jos kyseessä on järjestelmä, jossa on useita eri koneita, hätä–seis-kytkimen tulee pysäyttää myös kaikki edeltävät ja jäljessä tulevat koneet. Niiden jatkuvasta toiminnasta voi aiheutua lisävaaraa. Standardi EN 418 käsittelee hätä–seis–pysäyttimiä. Vaikka se koskee vain rakenteellisia periaatteita ja toiminnallisia asioita, se on syytä huomioida. Se painottaa muutamia erittäin tärkeitä kohtia: (Shemersal 2005.)

Hätä–seis-kytkimen aktivoinnista ei saa olla käyttäjälle sellaisia haittavaikutuksia, että joutuisi ennen painamista miettimään, voiko sen nyt turvallisesti painaa (Shemersal 2005).

Hätä–seis-kytkintä ei saa koskaan käyttää teknisten turvalaitteiden vaihtoehtona (Shemersal 2005).

Hätäpysäytyshallintalaitteen on painaessa lukittauduttava siten, että se jää seis- asentoon vapaaksi päästettäessä. Kuittauksen on oltava mahdollista vain hallinta- laitteeseen manuaalisesti vaikuttamalla eikä sen saa johtaa uudelleen käynnistyk- seen. (Shemersal 2005.)

Kaikki komponentit pitää valita olosuhteiden mukaan, jotta ne kestäisivät paikois- sa, joihin ne sijoitetaan. Niiden on oltava helposti laitteen ja muiden käyttäjien ak- tivoitavissa. (Shemersal 2005.)

2.5 Perusturvallisuus koneen käytössä

Automaattisesti toimiva kone voi olla hyvinkin turvallinen, mutta käyttäjä voi tehdä siitä myös vaarallisen. Jokaisen on oltava turvallisuustietoinen ja pidettävä se myös mielessä, niin onnettomuudet voidaan ehkäistä. Työnantaja on vastuussa siitä, että koneen käyttäjäksi valitaan pätevä ja tarkoituksenmukaisesti tehtäviin perehdytetty henkilö. Kaikkien tulee noudattaa perusvaromenetelmiä ja yhtiön varo-ohjeita, jolloin voidaan ennalta ehkäistä henkilöstötapaturmat ja kalliit kalustovauriot. (Plantool Oy 1991.)

Suojukset ja peitelevyt on pidettävä aina paikoillaan, ja tarpeellisista suojalaitteista on huolehdittava, jotta ne ovat työympäristön tarkoituksenmukaiset. Suojalaitteet on myös huollettava säännöllisesti. Käyttäjää on kiellettävä vaihtamasta työkalua tai tekemästä muita toimenpiteitä liikkuvan koneen läheisyydessä. Tämän kaltaisissa tilanteissa kone olisi aina pysäytettävä. Ohjeiden lisäksi pitää käyttää tervettä järkeä ja harkintaa. (Plantool Oy 1991; Tampereen kaupunki 2005.)

Valitettavasti evän leveyden mittaukset joudutaan tekemään koneen käydessä, koska muutoin kone pitäisi sammuttaa liian usein. Onneksi mittaamisesta ei koidu suurta vaaraa, koska mittaus tapahtuu sopivan välimatkan päässä vaaraa aiheuttavista osista. Koneen turvaohjeissa kehoitetaan kuitenkin sammuttamaan kone. Tämän vuoksi koneeseen olisi hyvä rakentaa automaattinen leveydenmittain. Työntekijöiden olisi syytä ilmoittaa esimiehelle, jos koneessa tai sen välittömässä läheisyydessä on syntynyt vaaratilanteita. Työnjohdon pitäisi ilmoittaa työntekijöille, jotka konetta käyttävät, mahdollisista vaaratilanteiden aiheuttajista. Työntekijöiden on syytä tutustua turvallisuusohjeisiin ja toimia turvallisesti. Koneella on syytä olla työsuojausmääräyksiensä mukainen valaistus. Jos koneella ilmenee sähköongelmia, täytyy aina olettaa, että virta on kytkettynä päälle. Myös sähkölaitteiden korjaajan on oltava sellainen henkilö, jolla on siihen asianmukainen koulutus. (Plantool Oy 1991.)

Konetta käynnistettäessä on oltava varma siitä, mitä tulee tapahtumaan. Onko kela esim, mahdollisesti kiilattu, jolloin se ei ala päästää lattaa koneeseen. Konetta pitää huoltaa säännöllisin välein. Jos koneesta vuotaa öljyä, vial on korjattava välittömästi, ennen kuin ne liukastuttavat alueen tai aiheuttavat paloherkkyyttä. Konetta ei saa yrittää hidastaa käsin tai muin hätäkeinoin. (Plantool Oy 1991.)

Tyypillisimmät tapaturmat johtuvat koneen käydessä suoritetuista huolto- tai puhdistustoimenpiteistä tai toisen henkilön vahingossa suorittamasta käynnistyksestä toisen ollessa huoltotöissä. On syytä käyttää kaikkia mahdollisia varokeinoja estämään koneen käynnistyminen vahingossa huollon aikana. Jos kalibrointikoneella työskentelee kaksi henkilöä, on syytä päättää, kumpi toimii ohjauslaitteiden vastuuhenkilönä eli johtajana. Työalue täytyy pitää helppokulkuisena ja puhtaana. Materiaalin käsittelyn aikana sattuneet onnettomuudet muodostavat suuren osan tapaturmista. Hankalat asennukset ja huono työympäristö altistavat riskeille. Kaikkia mahdollisia vaaratilanteita voidaan välttää käyttämällä harkintaa ja perusmaailajärkeä. (Plantool Oy 1991; Tampereen kaupunki 2005.)

3 KALIBROINTIKONEEN ERI SIOITUSMAHDOLLISUUDET

3.1 Koneen sijoittaminen

Ehdotus 1. Tutkitaan kalibroitukoneen siirtoa rullakoneen lähelle. Jos kalibroitukone siirrettäisiin rullakoneen viereen, se olisi siirron jälkeen vastakkaiseen suuntaan kuin ennen. Tällöin konetta käyttävä henkilö on jauhekaaren ja kalibroitukoneen välissä. Tämä mahdollistaa jauhekaarella työskentelevien operaattoreiden kalibroitukoneen valvomisen, jolloin alunperin koneella toimivalle operaattorille jäisi enemmän aikaa muihin työtehtäviin. Tämä ratkaisu tulee olemaan hieman ahdas, mutta mahdollisesti toimivin. Eväkourut voitaisiin siirtää helposti rullaradan päälle vasemmalta oikealle samalla nostimella, jota käytetään paneelien siirtoon. Tällöin hallin pituussuunnassa oleva nostimen käyttöalue jäisi pieneksi, mikä vähentää muiden nostureiden siirtoa edestä. Muita nostureita saattaa olla käytössä isoissa projekteissa taukoamatta.

Ehdotus 2. Kalibroitukone voisi myös olla jauhekaaren tai sen rullaradan päällä, jolloin se ei veisi juuri yhtään ylimääräistä tilaa, ja kalibroitukoneella ajettaisiin evä suoraan työvaiheelle. Tällöin työskentely olisi vaarallista, valvonta hankalaa ja tippuvat tavarat ja kouruista ohi ajautuvat evät aiheuttaisivat turhia vaaratilanteita – puhumattakaan siitä, että koneelle ja työntekijälle jouduttaisiin rakentamaan pidikkeet rullaradalle, jotta työskentely olisi mahdollista. Myös lattakelojen asentaminen tuottaisi suuria ongelmia. Lattakelojen syöttöjärjestelmät veisivät toimiessaan tansanteilla paljon tilaa.

Ehdotus 3. Kone olisi rullakoneen vieressä sillä tavoin, että sille olisi kaivettu oma syvennys, jossa kone sijaitsisi. Vaihtoehto olisi kallis, hankala toteuttaa ja muutenkin keho. Pöly ja muut epäpuhtaudet ajautuvat helposti koneelle kaivettuun monttuun – puhumattakaan siitä, kuinka helppo sinne olisi piilottaa roskat. Salaojitus ei onnistuisi, jos putkistoista nouseva vesi valuisi monttuun. Lisäksi montun täytyisi olla suuri ja sille tuleva kansi vankkaa rakennetta. Kelojen asentaminen saattaisi

myös olla ongelmallista montusta käsin hoidettuna ja huoltotoimenpiteet hankalat suorittaa. Näin ollen tällaista vaihtoehtoa ei tarvitse edes pohtia.

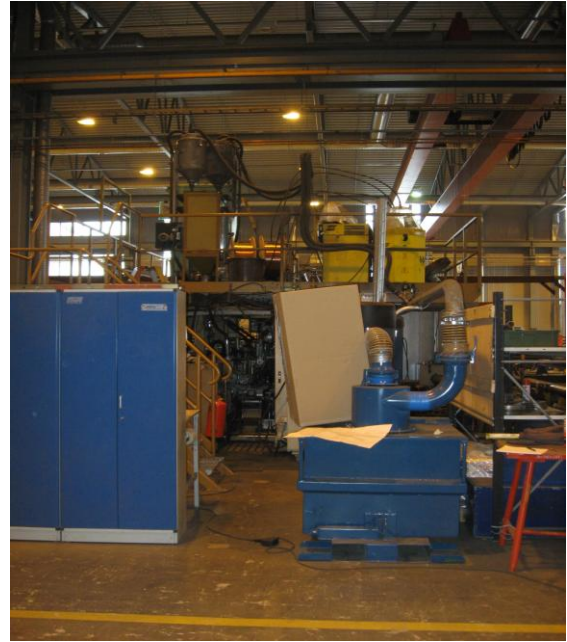
Ehdotus 4. Voitaisiin siirtää kalibrintikone suoraan rullakoneen rullaradan päähän, mistä ajettaisiin suorassa linjassa evää siihen kohtaan, johon eväkourut aina siirretään. Hyötyinä olisi vähäinen nostimen tarve. Haittana olisi kalibrintikoneen sijainti suoraan kulkuväylällä. Koska ajettavaa evää tulee usein eri pituuksilla, evä jäisi kuitenkin kauas asennuskohdasta. Jouduttaisiin käyttämään nostinta, ellei kouruille tehtäisi omaa raidetta, jolla niitä voitaisiin työntää lähemmäksi. Tämä tietysti vaatisi monia eripituisia eväkouruja.

Ehdotus 5. Uusi kalibrintikone, joka työntää lattaa suoraan putkien väliin rullaradan alta, missä paneelit liikkuvat. Toimenpide on erittäin suuri investointi, ja sen toimimisesta ei olisi varmaa tietoa ilman laajoja, aikaa ja rahaa vieviä esitutkimuksia.

Todetaan, että ehdotus 1 on paras. Jos kalibrintikone on siirrettynä jauhekaariaseman viereen ehdotus 1:n mukaisesti, täytyy sen edestä siirtää kuonaimuri ja kuonakontti järkevämpään paikkaan pois tieltä (kuvio 23 ja 24). Vähiten järjestelmä veisi tilaa rullakoneen päällä olevalla tasolla (kuvio 25). Siellä imuri ei ole tiellä ja sen käyttö on edelleen toimivaa. Kuonakontti voitaisiin tyhjentää kätevästi uuden hallin puolelta, mikä olisi nykyistä tapaa helpompaa. Imurin putket täytyy rakentaa menemään uutta reittiä jauhekaarelle ja muihin tarvittaviin paikkoihin. Voi olla, että ylätasannetta joudutaan suurentamaan, jotta suuret hitsilankakelat mahduttavat myös olemaan siellä eivätkä ole tiellä missään. Alustavasti ylätasanteen tila riittäisi tarvittaviin muutoksiin, mutta tilaa ei jää muille koneilla, joita saattaa tulla tulevaisuudessa investoitua alueelle. Tason suunnittelun ja valmistuksen voisi ostaa alihankkijalta. Lopullisista asetelmista ja paranteluista on liitteenä layout-piirros.



Kuvio 23. Kuonaimuri



Kuvio 24. Kuonakontti



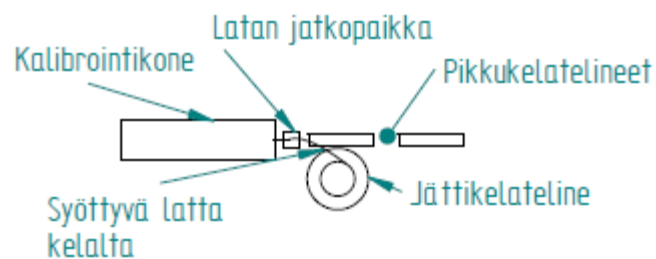
Kuvio 25. Lisäainelangat 4 kpl Marathon pac -rullakoneelle sijoitettuna ylätasanteelle.

3.2 Ajokelojen sijoitus



Kuvio 26. Jättikelateline.

Ehdotus 1. Kuvion 26 jättikelateline olisi mahdollista olla kalibrintikoneen sivulla pikkukelojen vierellä. Kuviossa 27 on selitetty sijainti. Tällöin pituussuunnassa saataisiin huomattavasti lisää tilaa. Latta joutuisi tulemaan vääntyneenä koneen ohjureihin. Latta on kelassa pystysuunnassa ja kääntyy vaaka-asentoon tullessaan ohjureihin, eli kela on kallellaan telineessä.



Kuvio 27. Selitys ehdotuksesta yksi. Kuvassa oletetaan, että kalibrintikone on siirrettynä rullakoneen viereen.

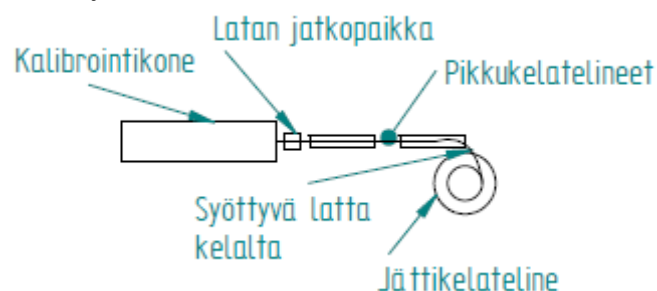
Sivulla ollessaan ajokelan lattaan kohdistuu enemmän vääntöä, mikä saattaa aiheuttaa ongelmia työvaiheen aikana. Toisin sanoen latta ei taitu vaakasuuntaisesti, vaan tulee vinossa asennossa ohjureihin ja lattan puristimiin aiheuttaen kieron ja väärin kalibroidun evän.

Jättikelatelineen edessä on kaksi pystyssä olevaa kapeiden lattakelojen syöttämiseen tarkoitettua paikkaa (kuvio 28 pikkukelateline), joita harvoin käytetään.



Kuvio 28. Kaksi pikkukelatelinettä. Vasemmassa reunassa näkyy jättikelateline.

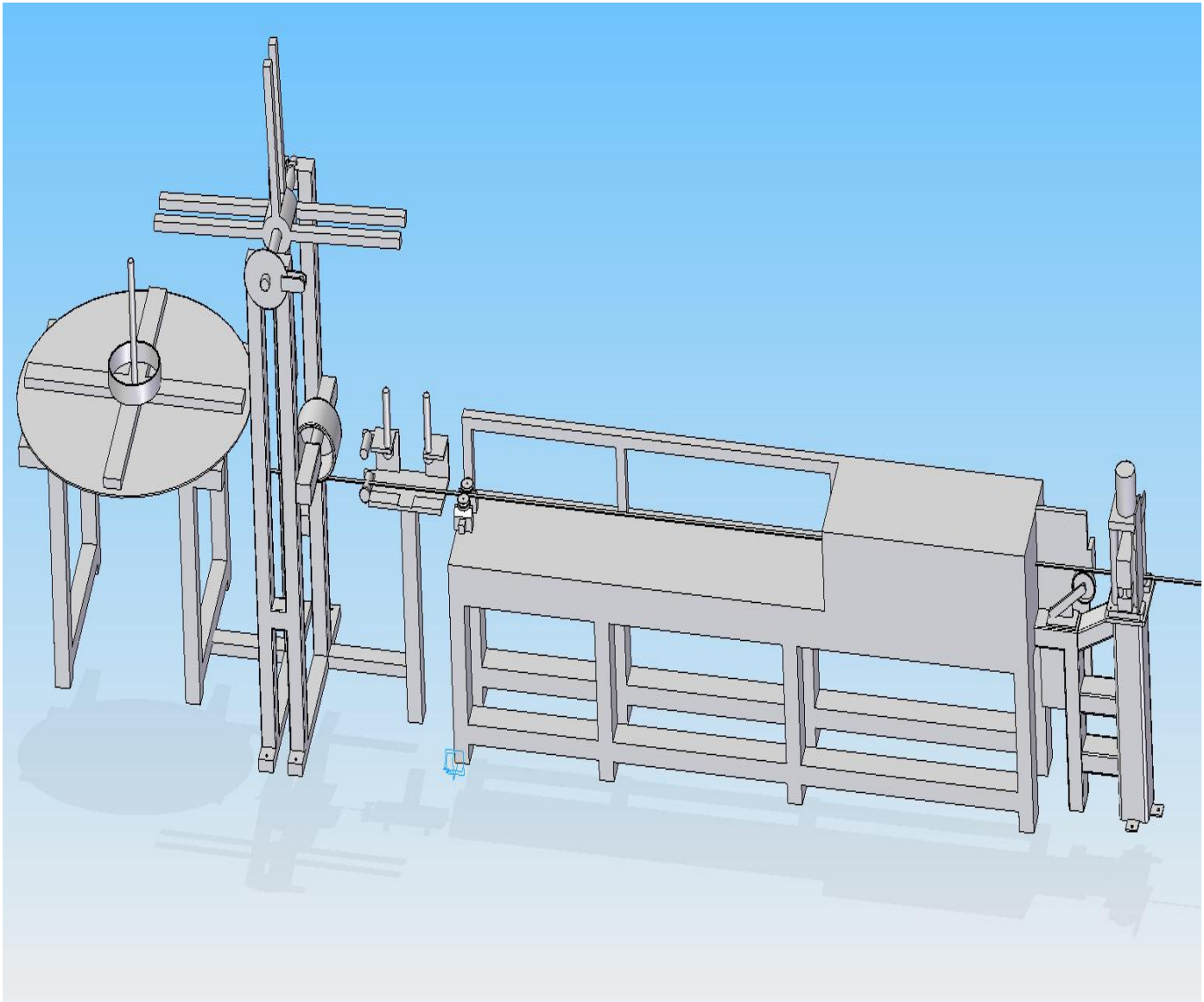
Ehdotus 2. Kun pikkukelatelineissä ei ole keloja kiinni, jättikelalta tuleva latta ohjataan menemään niiden lävitse, mikä hieman auttaa lattan ohjauksessa. Mahdollisesti jättikelan voisi sijoittaa pikkukelatelineiden viereen taakse (kuvio 29). Latta ohjattaisiin silti menemään molempien tyhjien kelapaikkojen läpi, mikä auttaisi lattan kääntymistä ajallaan vaakasuuntaan, ennen kuin se tulee ohjureihin.



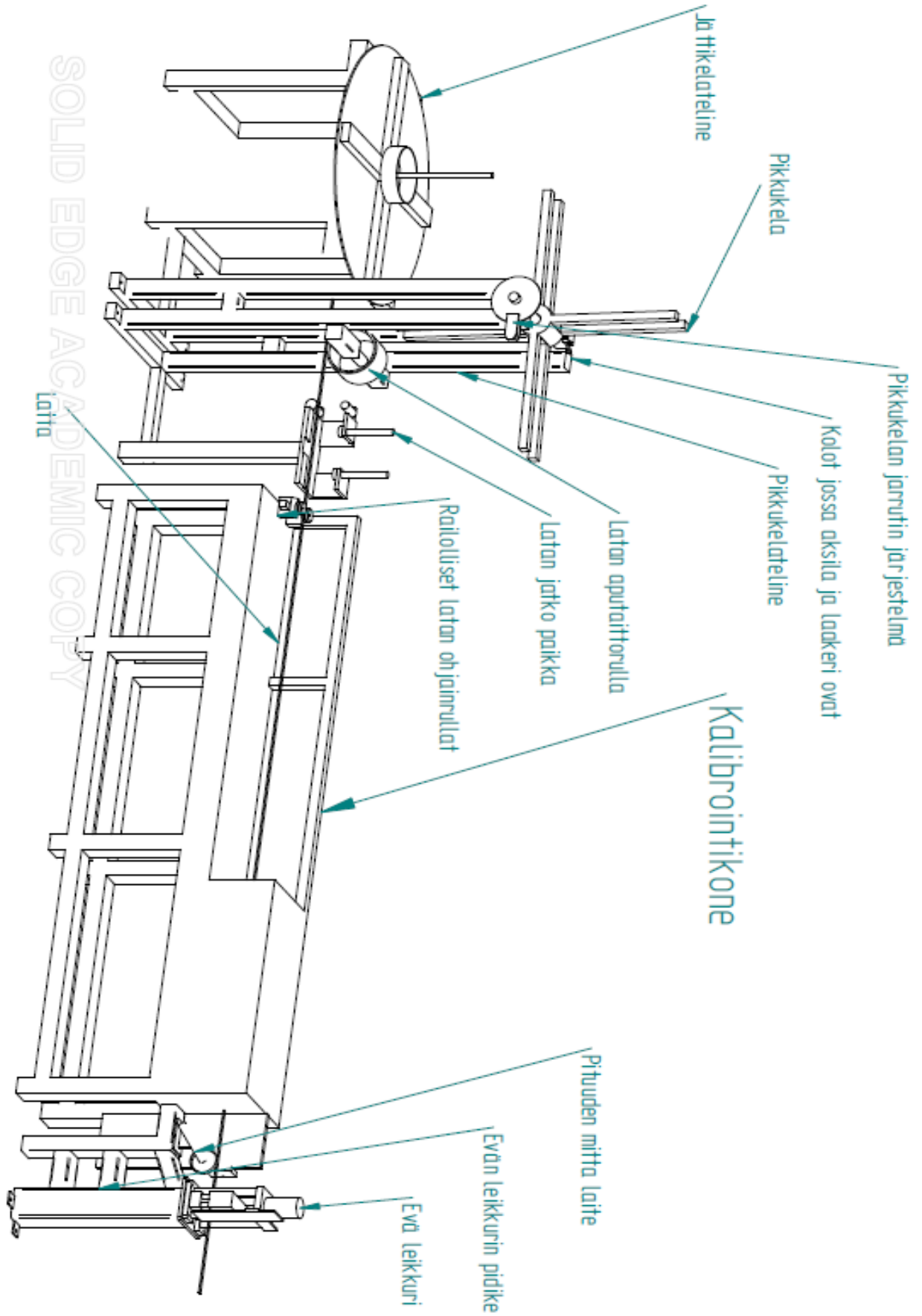
Kuvio 29. Selitys ehdotuksesta kaksi. Kuvassa oletetaan, että kalibrointikone on siirretty rullakoneen viereen.

Ehdotus 3. Pikkukelatelineet ovat hyvin samankaltaisia, ja niistä voidaan ajaa samaa lattaa. Pikkukelatelineitä on kaksi, koska joskus on kalibroitu kahta lattaa päällekkäin tai toinen on ajettu ensin tyhjäksi ja sitten heti perään on saatu toiselta telineeltä lattaa. Telineitä on voitu myös pyöräyttää ympäri keskellä olevan nivellyksen ansiosta, joka on myöhemmiin poistettu käytöstä. Näin toinen teline voitaisiin jättää kokoonpanosta pois. Pystyssä oleva pikkukelateline voitaisiin sijoittaa kalibrintikoneen päälle, missä se ei veisi yhtään tilaa. Sille rakennettaisiin oma kehikko, joka veisi mahdollisimman vähän tilaa. Tällöin jättikela ei kannata pitää enää sivulla, koska suoralla linjalla ei ole enää mitään edessä. Se voidaan siirtää lähemmäksi, jolloin vain pystyasennosta vaaka-asentoon taittuva latta aiheuttaa voimia. Pikkukelan maahan tulevat tuet laitettaisiin menemään aivan kalibrintikoneen vierustaa pitkin tilan ja törmäilyn pienentämiseksi. Suojaverkkoja mahdollisesti jouduttaisiin muuntelemaan, jotta ne saisi auki, kun pikkukelateline on kalibrintikoneen päällä. Mahdollisia ongelmia saattaa syntyä kapeilta lattakeloilta leveää evää ajettaessa, jolloin ongelmana on saada jäykkää lattaa taittumaan kalibrintikoneeseen. Jos kelat ovat suoraan kalibrintikoneen yläpuolella ajettava latta joutuu tekemään suuren taiton tullessaan ensimmäisille latan ohjausrullille.

Ehdotus 4. Liian suurien vääntöjen syntyminen voidaan ratkaista sijoittamalla pikkukelateline hieman tiiviimmin kalibrintikoneen eteen, jolloin latta syöttyy vapaammin koneelle. Jättikela olisi sijoitettuna ennen pikkukelaa hieman sen alla. Pikkukelan perään siirretään hydraulisesti puristimilla toimiva evän jatkohitsauspaikka, joka olisi pikkukelatelineen ja kalibrintikoneen välissä – mahdollisesti hieman pikkukelatelineen allakin. Pikkukelateline sijoitetaan niin korkealla, ettei se törmää jättikelaan tai evän jatkohitsauspaikkaan (kuvio 30). Evän jatkohitsauspaikassa edellisen työvaiheen lattaan hitsataan uusi ajettava latta kiinni ja ajetaan menemään läpi (kuvio 31). Vanhan latan mentyä puristusrullilta ne säädetään oikeaan puristukseen uudelle latalle. Tilaa saadaan myös poistamalla vanha evän jatkohitsauspaikka kalibrintikoneen alusta ja tilaa tulee myös korkealle sijoitetun pikkukelatelineen ansiosta. Todetaan ehdotus neljän olevan paras.



Kuvio 30. Layout-piirros ehdotus numero neljästä. Kuvasta näkee osien lopulliset sijoituspaikat. Leikkurin perään tulevat kouruhyllyt, joita esitellään kappaleessa 3.6. Layout tulisi rullakoneen viereen tavalla, joka on todettu parhaaksi kappaleessa 3.1, ehdotus yksi.

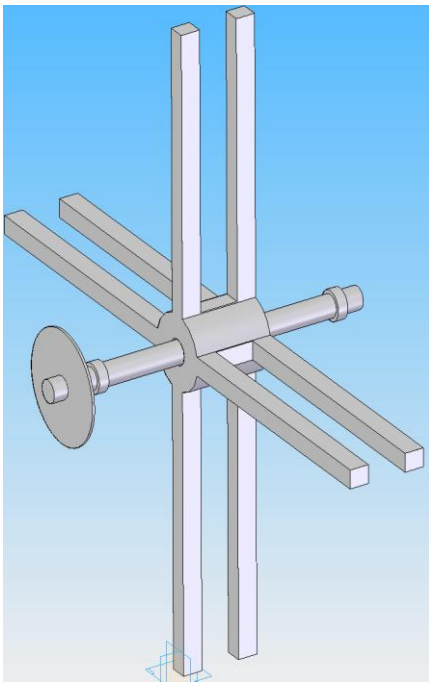


Kuvio 31. Osien selvennys.

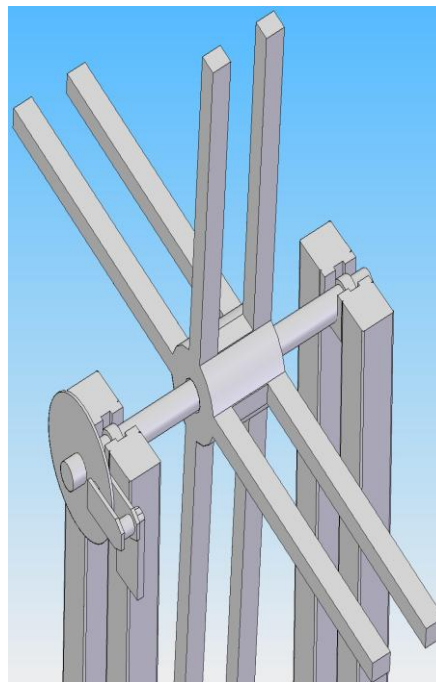
3.3 Ajokelojen rakennus ehdotus 4:lle toimivaksi

Teline rakennetaan sellaiseksi, että kelanpidike (ks. kuvio 32 ja 33) akselin kanssa voidaan nostaa telineestä pois ja lattakelan asennus pidikkeeseen tapahtuu maassa. Kelatelineessä voisi olla kolot, joihin kelanpidike saadaan vaivatta vain tiputtaa ilman suurempia asennusongelmia (kuvio 34). Pikkukelateline otetaan irti akselistaan yhtä ruuvia löysäämällä, jolloin pikkukelateline ei purista akseliin kiinni ja liikkuu siinä vapaasti. Pikkukelan irrotus puolella oleva laakeri ei saisi olla lujasti akselissa kiinni, ettei latan asennuksesta tule hankalaa. Akselia voidaan sorvata niin, että se on väljempi toiselle laakerille. Tärkeintä on, että jarrulevyn vieressä on laakeri. Toisella puolella se ei ole niin tärkeä.

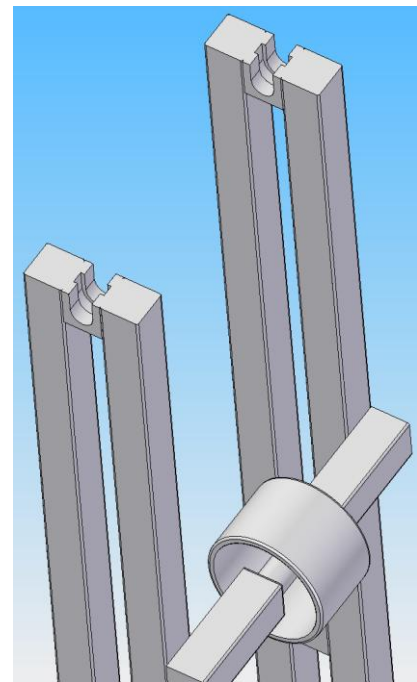
Kelan pidikkeitä voisi olla kaksi, jolloin toiseen voisi asentaa kelan valmiiksi, kun toinen on käytössä. Näin säästyy asennusaikaa, kun latta loppuu.



Kuvio 32.
Kelanpidike



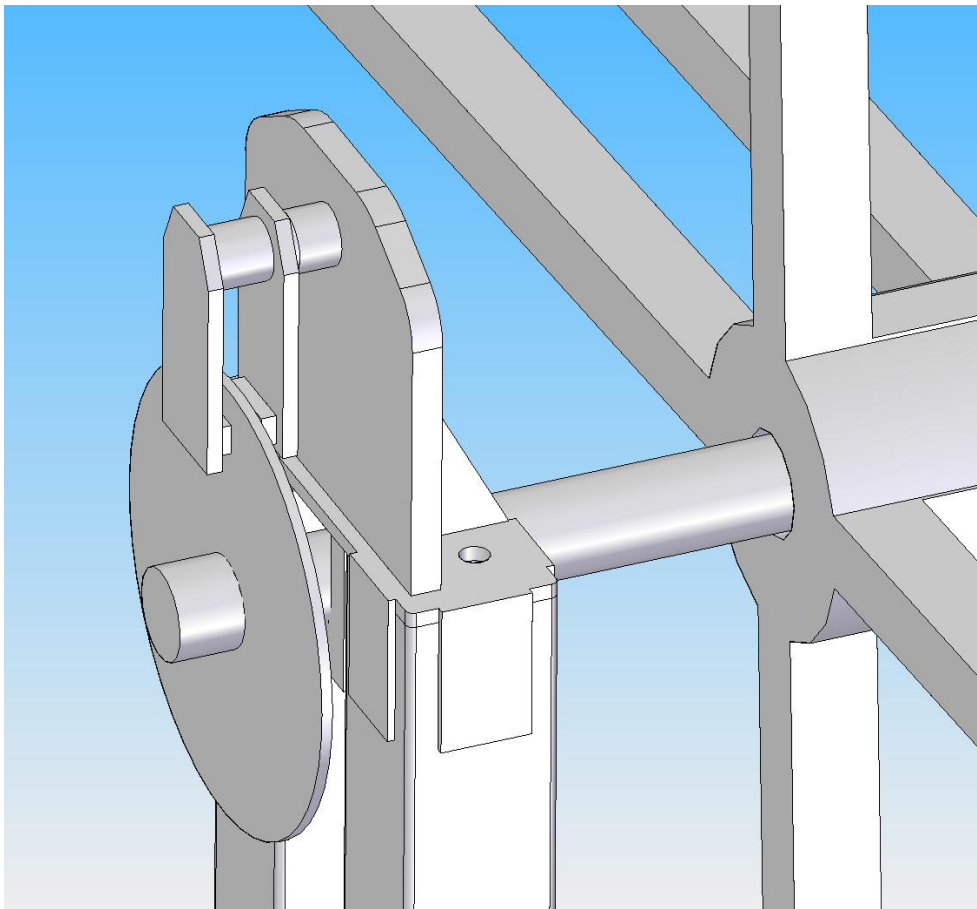
Kuvio 33.
Kelanpidike telineessä.



Kuvio 34.
Kolot telineessä,
johon akseli ja
laakerit tulevat
sijoittumaan.

Pikkukelatelineessä on myös levyjarru kiinni akselissa, johon jarrupalat puristavat ja estävät näin kelan purkautumista. Levyyn puristavat jarrusatulat voisivat olla kelatelineessä kiinteästi kiinni. Laskettaessa kelapidikettä telineeseen täytyy siis käyttää tarkkaavaisuutta, ettei jarrujärjestelmä vahingoitu. Kun jarruilta katkaistaan ilmansyöttö, levyn ja jarrupalojen väliin jää tilaa riittävästi, jotta saadaan latta-kelapidike laskettua telineeseen kiinni.

Kun kelapidike on laskettu telineeseen kiinni, täytyy akselin päälle laittaa metallinen levy pultein kiinni, ettei pidike akseleineen irtoa telineestä mahdollisen toimintahäiriön vuoksi. Tähän levyyn voitaisiin myös kiinnittää jarrusatula, jolloin jarrutusjärjestelmä saadaan pois tieltä kelanpidikkeen asennuksen ajaksi vain ilmanpaineletku irrottamalla (kuvio 35).



Kuvio 35. Irroitettava jarrutusjärjestelmä, joka ei päästä akselia pois koloista.

Näin ollen kalibrointikone olisi mahdollista saada muita työpisteitä haittaamatta jauhekaaren viereen. Latan ohjainrullat lisätään koneen eteen parantamaan latan ohjausta. Lisäksi jättikelanpidike voitaisiin tehdä helpommin siirrettäväksi. Tarvittaessa se voitaisiin nostaa siltanostimella sivuun tai muuttaa sen paikkaa, kun se ei ole käytössä. Näin toimivin sijoituspaikka myös löytyy helpommin.

Paras vaihtoehto jättikelan sijoitukselle olisi pikkukelan alle, asennettuna niin, että latta syöttyy linjassa koneeseen. Latalle syntyy vääntöjä vain kääntymisestä pys-tyasennosta vaaka-asentoon.

Jos tilaa on siirron jälkeen tarpeeksi, voidaan pikkukelatelineestä tehdä myös ma-
tala, jolloin kelan asennus on helpompaa.

3.4 Lattakelojen sijoitus

Lattakelat vievät paljon tilaa, mutta ne eivät saisi olla kalibrintikoneesta kaukana varastossa. Niinpä niitä on pidetty hajanaisesti sijoitettuna koneen läheisyydessä, mistä niitä on liikuteltu siihen suunnitellulla nostohaarukalla. Kelojen paikka on määräytynyt työnjohtajan antamista ohjeista (kuvio 36).



Kuvio 36. Erilaisia lattakeloja sekä niiden nostamiseen tarkoitettu nostohaarukka.

Varasto ei saisi olla kaukana hallin ovista, koska kelat on näin helpompi jättää sisälle halliin ja siitä siirtää työpisteeseen. Kun rullakoneelta tulee valmiita paneeleja, ne siirretään lopuksi sivuun päällekkäin ja siitä pystyyn tarkastusta varten rakennettuihin paneelipidikkeisiin. On hyvä huomioida paneelien tilanvienti alueella, jos kalibrintikone siirretään rullakoneen viereen. Paneelit ovat hyvässä paikassa välivarastossa, josta ne on helppo siirtää muualle tai tehdä niihin mahdollisia korjauksia ja tietysti hitsisaumatarkistukset. Jos kalibrintikoneen tarvitsemat lattakelat tulevat lähelle paneeleja, saattaa aiheutua tilaongelmia.

3.5 Lattakelojen sijoitusvaihtoehdot

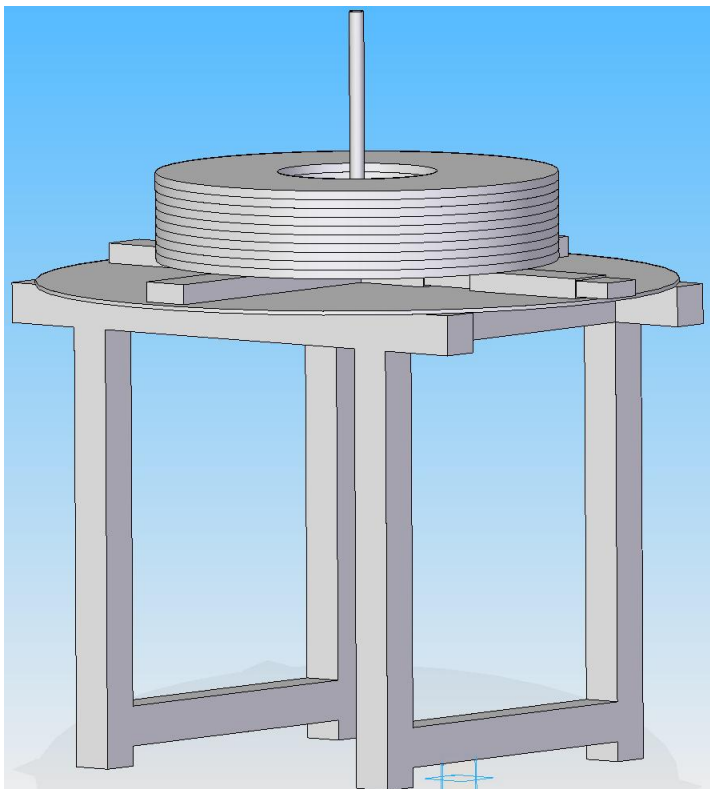
Ehdotus 1. Keloille voitaisiin rakentaa myös tornimainen hylly, josta keloja saataisiin ottaa käyttöön. Torni olisi pieni ja varastoisi vain useimmiten käytettäviä lattakeloja, jotta se ei veisi paljon tilaa kalibrointikoneen perässä tai vieressä. Ohuet pikkukelat voisivat olla tornissa paksuissa tapeissa tai palkissa roikkumassa, mistä ne nostettaisiin liinalla käyttöön. Suuremmat kelat olisivat vaaka-asennossa hyllyssä, josta ne voitaisiin nostaa nostimella käyttöön. Tornissa voisi olla vain maksimissaan 2 – 4 kelalle hyllyt kelojen suuren painon vuoksi. Lisäksi korkealla olevat kelat on hankala asentaa nostimeen kiinni turvallisesti. Jos torni rakennettaisiin noin metrin levyiseksi ja 2-3 m:ä korkeaksi, se ei veisi paljon tilaa ja sitä pystyisi siirtämään, jos tarvitaan tilaa alueelle. Tornissa pitäisi tällöin olla kiinteät nostokoukkupaikat, joiden avulla siirto tapahtuisi vaivattomasti. Tornin huono puoli on vähäinen kelojen säilytysmäärä. Parempi olisi pitää vain muutamaa kelaa työpisteen lähellä. Tämä ratkaisu ei ole kovin käytännöllinen.

Ehdotus 2. Keloille voitaisiin hankkia tehdastekoinen hyllykkö, jonne mahtuisi monta kelaa samanaikaisesti. Sijoitus tulisi mielellään olla lähellä hallin ovia, ja tarvittaessa keloja haettaisiin sieltä käyttöön. Toinen sijoituspaikka olisi kalibrointikoneen yläpuolella, jolloin kalibrointikone olisi hyllyn sisällä. Tapa ei ole turvallinen putoavien kelojen vuoksi, ja hylly olisi myös usein nostimen tiellä.

Ehdotus 3. Keloja säilytettäisiin niille tarkoitettussa omassa varastohuoneessa, josta kelat haettaisiin lähemmäksi työpistettä tarpeen tullen trukilla. Varastossa voisi olla juuri paneelien rakentamiseen tarkoitettuja materiaaleja, kuten hitsilankakeloja, hitsausjauhesäkkejä ja lattakeloja.

Lattakeloja ei kulu käytössä nopeasti, minkä vuoksi ne olisi parasta säilyttää omassa varastopaikassaan. Aikaa ei mene paljon enempää, jos kelat haetaan trukilla paikalle. Kelan asettelu tulee myös helpommaksi; pöytäkoneen rata tai ylimääräiset tasot eivät ole tiellä, jos kalibrointikone olisi siirrettynä rullakoneen viereen kappaleen 3.1 ehdotus yhden mukaisesti. Todetaan ehdotus 3 olevan toimivin ratkaisu.

Jättikelatelineeseen voitaisiin myös tehdä aukot, joihin trukin piikit osuisivat (kuvio 37). Näin kela voitaisiin asentaa ilman siltanosturia.



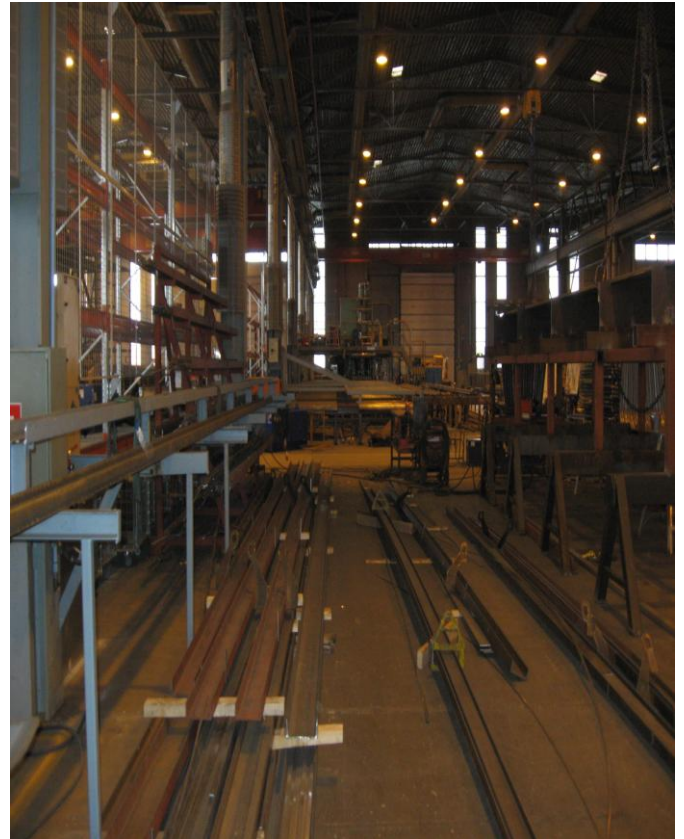
Kuvio 37. Kuvassa näkyy kelan alla kolo, johon on työnnetty metallipalkki varmentamaan kunnollista syöttöä. Palkki on työnnetty toisen suuremman palkin sisältä jolloin ei tarvitse laittaa käsiä kelan alle.

Koloihin laskeutuvat trukin piikit, ja kela tukee itse teline, joten trukin piikit voidaan vetää kelan alta pois ilman ongelmia. Kolojen paikalle voidaan sijoittaa metallipalat, jotta latan syöttäminen ei vaikeudu. Trukilla nostettaessa täytyy olla erittäin tarkkana, koska kela saattaa helposti pudota.

3.6 Eväkouruhyllykö



Kuvio 38. Eväkouruja hyllyssä.



Kuvio 39. Evän ajo käynnissä.

Kuvioissa 38 ja 39 näkyvät eväkourut hyllyssä kalibroitukoneen perässä. Niitä on siirretty rullakoneelle sitä mukaa kun kouru on täyttynyt. Siirtomatka on pitkä ja hankala suorittaa.

Suunnitelmana on kouruhyllykkö, jossa kouruja voitaisiin liikutella käsin sivuun yksitellen ilman siltanosturia ja nostotyökaluja (kuvio 40). Hyllyllä pitäisi saada vedettyä tyhjä kouru käyttöön aina yhden täytyttyä ilman siltanostimen käyttöä. Hyllyllä olisi hyvä olla tilaa ainakin kahdelle tai kolmelle kourulle vierekkäin.



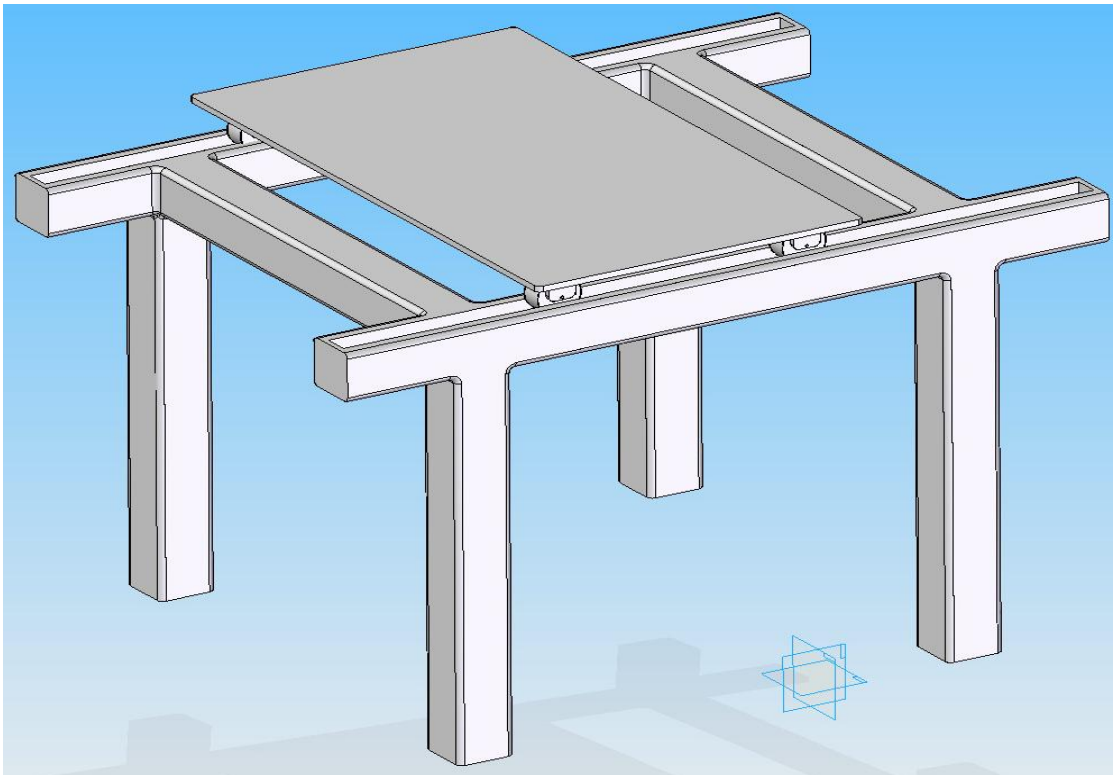
Kuvio 40. Eväkourujen nostotyökalu.

Jos kalibrointikone siirretään rullakoneen viereen, voidaan täysinäinen kouru siirtää siltanosturilla vasemmalta oikealle suoraan jauhekaaren tuotantoon.

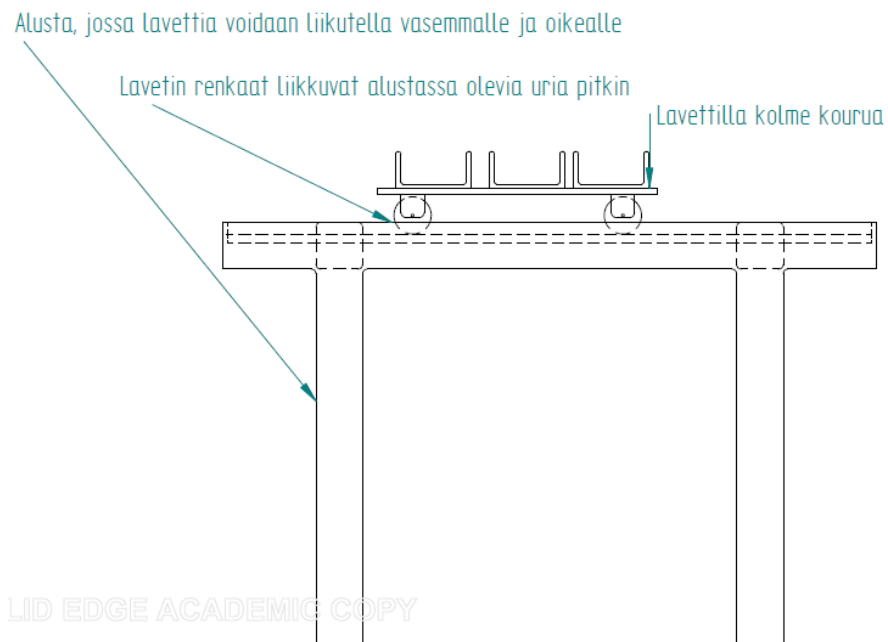
Tutkitaan myös, voidaanko kouruja siirtää ilman siltanostinta rullakoneen tuotantoon.

3.7 Erilaiset kouruhyllyjen vaihtoehdot

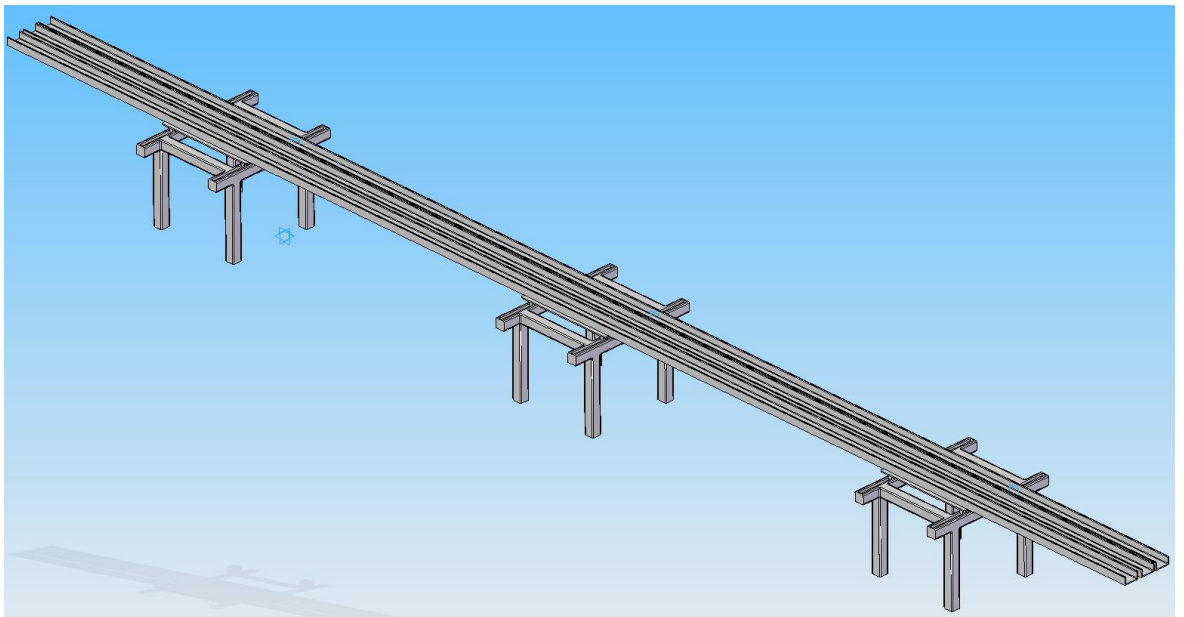
Ehdotus 1. Hyllynä voisi olla kiskoilla oleva lavettipöytä (ks. kuviot 41, 42 ja 43), jossa kaikkia kouruja liikutetaan yhtä aikaa siirrossa aina vasemmalta oikealle tai toisinpäin sitä mukaa kun kouru on täyttynyt. Pöydän leveys määräytyisi käytettävien kourujen määrän mukaan. Rakennetaan 3–5:lle tukipisteelle oma pienempi lavetti niin hyllykön läpi pystyy kulkemaan ja nostovälineen saa helposti alle.



Kuvio 41. Lavettitoiminen kourupöytä.



Kuvio 42. Toiminnan selvennys.

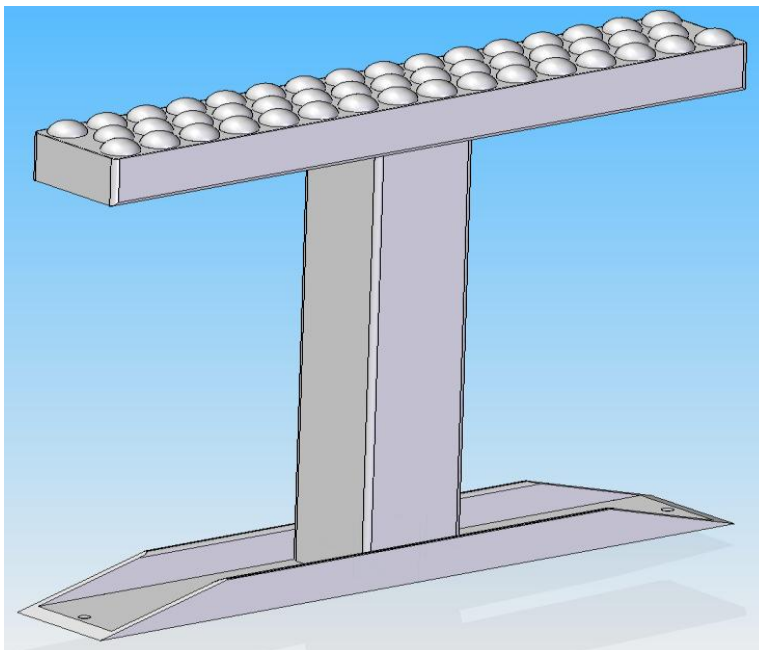


Kuvio 43. Kourut lavettipöydillä.

Ehdotus yhden voisi myös muuntaa niin, että siltanostinta ei tarvitse käyttää kourujen siirtoon rullakoneelle. Lavetti sijoitetaan aivan rullakoneelle tulevien putkien viereen. Se rakennetaan tarpeeksi leveäksi, niin että lavetti voidaan työntää putkien yli. Tällöin reunimmaisista kouruista voitaisiin käyttää evää linjassa rullakoneel-

le. Vaarana on lavetin kaatuminen. Järjestelmä veisi myös suuren tilan leveytensä vuoksi ja siksi se ei edes mahtuisi rullaradan viereen.

Ehdotus 2. Kourupöytä (ks. kuvio 44), olisi pieniä pyöriviä kuulia täynnä ja kouruja voisi liikuttaa yksitellen. Kourujen välillä on kolme tai usempi kuularullapöytää. Kuularullapöydän toimivuudesta ei ole varmaa tietoa ohuilla tasapinnoilla. Se toimii kyllä erinomaisesti isoja levyjä liikuteltaessa muun muassa levytyöstössä, mutta tuskin tässä tarkoituksessa. Testikokeilu tehtiin laboratoriotiloissa. Siellä levyleikkurille työnnettävällä levyllä on menosuunnassa palkkeja, joissa on kuulia. Kapeat ja vähänkin raskaat kappaleet eivät helposti liiku pöydässä. Tilanne helpottuu, jos kappaleen reunat ovat pyöristetyt, mutta siirtely on silti liian hankalaa.



Kuvio 44. Ehdotus 2. Kuularullapöytä.

Ehdotus 3. Erilaiset metallialan työkalu- ja varusteliikkeit myyvät monenlaisia rullapöytiä (ks. kuvio 45, 46 ja 47), joista osa saattaisi soveltua hyvin tähän käyttötarkoitukseen. Ongelmana on hinta ja epävarmuus siirtelyn toiminnassa, koska kappaleet ovat ohuita verrattuna pituuteen.



Kuvio 45. Markkinoilla oleva rullapalkki. Kuvio 46. Toimintaperiaate. (Okartek 2009)
(Okartek 2009)



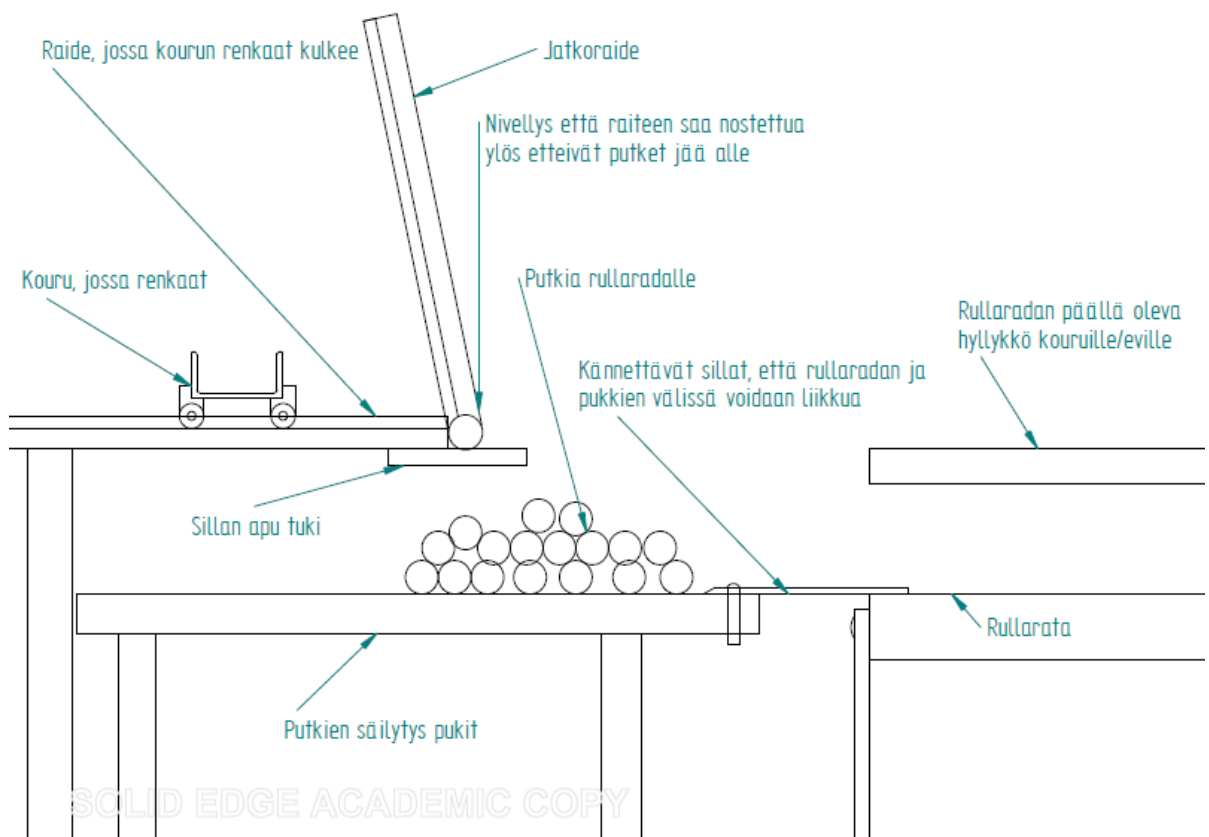
Kuvio 47. Erilaisia rullapöytiä metallialan käytössä. (Okartek 2009)

Ehdotus 4. Ketjuilla toimivat mekaaniset työntimet, jotka siirtäisivät täynnä olevan kourun sivuun. Ketjuissa kiinni olevat lätkät työntäisivät kappaletta sivuun ja taittuivat alas takaisinpäin tullessaan ja mahdollistaisivat tyhjän kourun ali siirtymisen. Tässä vaihtoehdossa ei tarvitsisi käyttää voimaa. Mahdollisia ongelmia saattaisi olla kourusta yli nouseva evä, joka joutuessaan ketjuihin ja rattaisiin voisi rikkoa järjestelmän. Järjestelmä on monimutkainen ja tarvitsisi ohjauspöydän sekä moottorit ja sähkötarvikkeet. Tätä menetelmää käytetään muun muassa sahauspöydissä (ks. kuvio 48 ja 49), joista leikatut osat saa työnnettyä tieltä pois. Laitteen rakennus olisi syytä tilata alihankkijalta, mikä tulisi mahdollisesti maksamaan paljon. Erilaiset hihnasiirtimet ovat myös vartenotettavia vaihtoehtoja.



Kuvio 48. Vannesahalla käytössä oleva rullarata. Kuvio 49. Mekaaniset työntimet siirtävät leikatun osan sivuun. Työntimet tulevat rullien välistä.

Ehdotus 5. Kouruissa voivat olla kiinteät renkaat kiinni, joiden avulla kourut voitaisiin työntää raidetta pitkin suoraan jauhekaaren rullaradan päälle. Sieltä evät olisi helppo vetää paneelikokoonpanoon. Raiteina voisi toimia pitkät I-palkit. Kouruja jouduttaisiin rakentamaan tähän käyttöön sopiviksi; mm taipumaa pitäisi vähentää tukipalkeilla moitteettoman liikkuvuuden saavuttamiseksi. Kalibrointikoneen ja rullaradan välissä olevat raiteet valitettavasti vaikeuttaisivat kulkua niiden välissä. Tämä ratkaisu toimii vain, jos raiteista tekee ylös nostettavia (kuvio 50). Jauhekaarelle tuotantoon tulevat putket sijaitsevat nimittäin radan vieressä puकेilla ja jäisivät samalla koururadan alle. Niitä ei pystyisi siitä kohtaa enää ottamaan jauhekaarelle, jos raiteet eivät ole ylös nostettavia. Ratkaisu on hankala ja vaarallinen pysyissä olevien palkkien takia. Jatkuva siltojen nostelu ja laskeminen haittaisivat liikumista alueella ja hidastaisivat tuotantoa, mutta kourut saataisiin kätevästi työnnettyä suoraan tuotantoon.

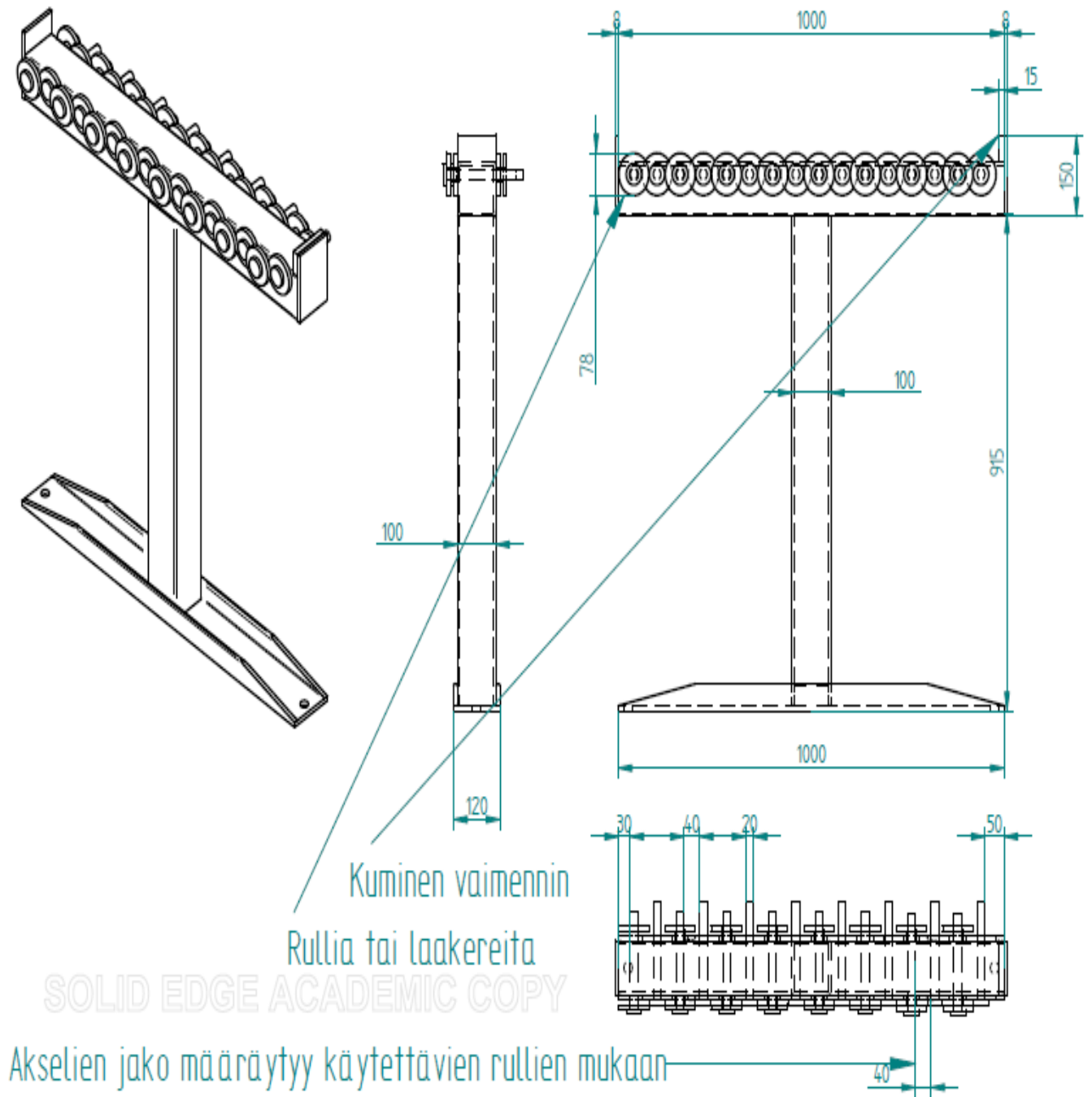


Kuvio 50. Selitys kouruhyllylle ehdotus 5, jossa kourulle on asennettu renkaat.

Ehdotus 6. Vaihtoehtona ovat telakuljettimet. Telakuljettimessa on nimensä mukaisesti vierekkäin teloja, jotka ovat kiinni valurautarungossa. Tätä tekniikkaa käytettäessä eväkouruille pitäisi olla tasainen pöytä, ja nostinta tarvittaisiin jo pelkästään kourujen nostamiseen telojen päälle. Teloilla voidaan siirtää erittäin painavia taakkoja tasaisella kovalla pinnalla. Eväkouru on pitkä ja se tarvitsisi ehkä jopa kolme telakuljetinta taipuman vuoksi. Ongelmia mahdollisesti syntyisi, kun kourua nostettaisiin kuljettimen päälle. Telat pitäisi saada suoraan ja kourun alle. Telakuljetin on mahdollista myös kiinnittää kouruun. mutta saman asian ajaisi myös pelkät pyörät kourussa. Tätä vaihtoehtoa on käsitelty jo edellä.

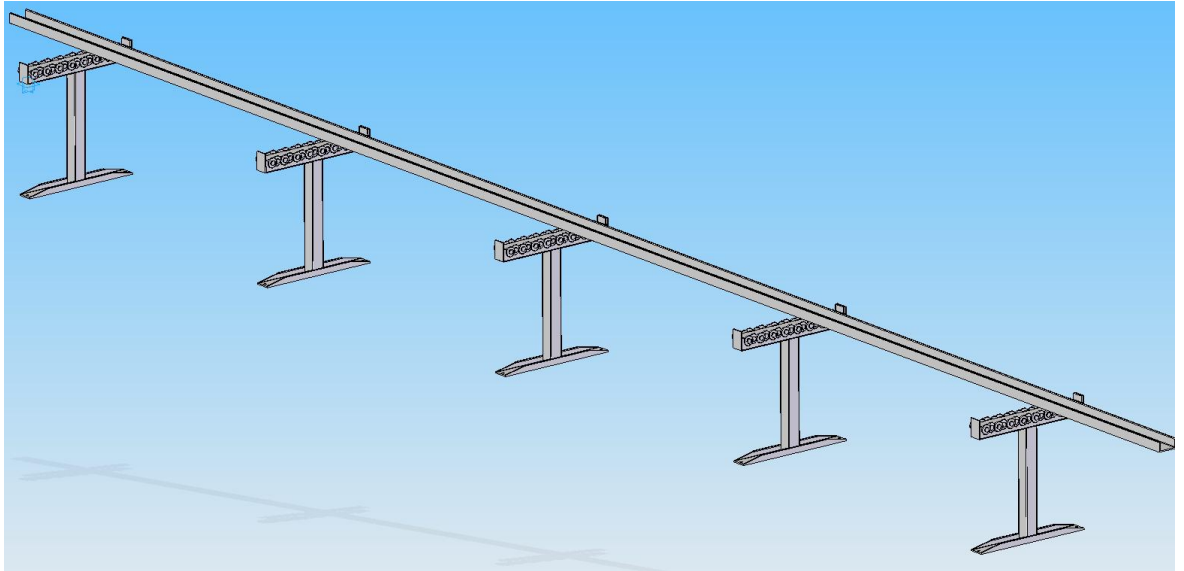
Ehdotus 7. Tarkasteltavana vaihtoehtona on itse rakennettu rullapalkki: 100*100 mm RHS-palkki (kuvio 51). Toimintaperiaatteena on limittäin olevien rullien jono. Palkissa käytetään kahdenlaisia akseleita: lyhyttä ja pitkää. Akseleita menee vuorotellen palkin läpi. Rullia on kiinni akseleiden molemmissa päissä, jolloin rullat tulevat palkin molemmin puolin. Lyhyt akseli pitää rullia lähempänä palkkia, ja pitkä akseli pitää rullia kauempana palkista. Pitkissä akseleissa käytetään holkkia rullan ja palkin välissä, mikä mahdollistaa rullien limittäisen jonon. Mitä lähempänä lyhyen akselin rulla on pitkän akselin holkkia, sitä tiheämpi rullajono.

Näin saadaan rullaketju, jossa rullat ovat sivuttaissuunnassa hieman toistensa päällä. Silloin ohutta kappaletta pystytään siirtelemään. Rullien määrä ja koko määräytyvät palkissa osaksi niiden pitävän akselin halkaisijan mukaan, osaksi käytettävissä olevien rullien mukaan. Jos käytetään Okaroll-rullia (kuvio 45 ja 46), jotka pyörivät sekä pääakselin että neljän sivuakselinsa ympäri, voidaan kourua työntää myös eteenpäin. Tälle vaihtoehdolla ei ole tarvetta, ja eteenpäin työntyvä kouru olisi vain vaarallinen.



Kuvio 51. Rullapalkin toiminnan selvennys.

Rullapalkkikomponentteja olisi kolmesta viiteen eväkourujen matkalla (ks kuvio 52) ja ne olisivat noin latan leikkurin korkeudella; mieluiten hieman alempana paremman latan luiston mahdollistamiseksi.



Kuvio 52. Hyllyköt ja kouru.

Rullapalkit olisivat joko kahdella pystysuunnassa olevalla RHS-putkella tuettuna maahan kiinni tai yhdellä, joka puolestaan on kiinnitettyä U-palkkiin. Yhdellä palkilla veisi vähemmän tilaa ja estäisi jalkojen törmäämisen tukipalkkiin. Rullapalkki olisi noin metrin leveä ja siinä voitaisiin suurella varmuudella siirrellä palkkeja vaihtomasti sivuille. Myös nostintyökalun saisi eväkouruun kiinni helposti. Tämä vaihtoehto on mielestäni paras mahdollinen. Lisätuentoja voidaan tehdä palkkiin jos katsotaan tarpeelliseksi. Todetaan ehdotus 7 parhaaksi.

4 TYÖN TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tarkoituksena oli kehittää kalibrointikoneen toimintamallia. Työssä tarkasteltiin kalibrointikoneen sijoitusmahdollisuuksia lähemmäksi rullakonetta, jolloin jauhekaarhitsausasemasta ja kalibrointikoneesta syntyy oma solunsa. Luvussa 3.1 esiteltiin useita eri sijoitusmahdollisuuksia. Parhaimmaksi vaihtoehdoksi todettiin ehdotus 1. kalibrointikoneen siirtäminen rullakoneen viereen, jolloin eväkourut voitaisiin siirtää vähemmällä nostimen käytöllä rullakoneen käyttöön. Tällöin höyrykattilan tulipesän seinien rakentamisesta muodostuu oma solunsa. Koska kalibrointikone on siirron jälkeen vastakkaiseen suuntaan kuin ennen, myös rullakoneen operaattorit voivat valvoa kalibrointikonetta. Näin kalibrointikoneella työskentelevälle operaattorille jää enemmän aikaa muihin työtehtäviin.

Kalibrointikoneelle lattaa syöttävien ajokelojen sijoitusta ja parantelua pohdittiin luvussa 3.2 ja parhaimmaksi todettiin ehdotus 4. Ehdotus neljästä piirrettiin myös 3D-layout-piirros, josta näkee osien lopulliset sijoituspaikat (kuvio 30). Ehdotukselle suunniteltiin myös tarpeelliset laitekehitykset paremman käytön takaamiseksi.

Työn yhtenä tavoitteena oli koneen ominaisuuksien kehittäminen. Koneelta poistuu käytöstä poistettuja laitteita, kuten hiekkapuhalluskammio, jolloin koneelle suunnitellut parannukset tulevat sopimaan lopulliseen siirtopaikkaan. Laitteiden lopullisesta sijoittelusta tehdashallissa on liitteenä 1 layoutpiirros.

Kalibrointikoneen (tarvitsemat) lattakelat ovat vieneet sen läheisyydessä suuren tilan. Keloja ei kulu nopeasti, joten osa niistä on vienyt turhaa tilaa. Kelojen säilytys olisi paras paneeleiden tarvitsemien materiaalien omassa varastotilassa, josta kelat saisi tarvittaessa hakea käyttöön trukilla (ks kappale 3.4 ehdotus 3). Paikoilleen nostamisessa ei välttämättä tarvitse nostinta, jos kelojen telinettä muunnellaan trukin nostopiikeille sopivaksi. Toimenpide ei vie enempää aikaa kuin ennen.

Eväkourujen siirtämiseen täytyi suunnitella tapa, joka helpottaisi uuden kourun käyttöönottoa eikä tarvitsisi paljon tai ollenkaan nostinta. Luvussa 3.6 tutkittiin useita eri vaihtoehtoja, joista parhaimmaksi ja varmimmaksi osoittautui ehdotus 7. itse rakennettu rullapalkki (kuvio 51), jolla voidaan siirtää käsin kolmea kourua täyttyvän edestä pois. Lopullinen siirto rullakoneelle täytyy kuitenkin tehdä siltanosturilla, mutta siirtomatka on huomattavasti lyhyempi kuin alun perin.

Kalibrointikoneen uuden layoutin mahdollistamisen vuoksi joudutaan rullakoneelta siirtämään jauheimurijärjestelmä sen yläpuolella sijaitsevalle tasanteelle, jota voidaan joutua suurentamaan. Suurennuksen voisi ostaa alihankkijalta. Jotta kalibrointikone mahtuu rullakoneen viereen, pikkukelatelaine sijoitetaan muita osia ylemmäksi telineeseen. Siellä se ei vie tilaa paljon, ja jättikelatelaine siirtyy lähemmäksi kalibrointikonetta. Jos tilaa on käytettävissä enemmän, voidaan pikkukelatelaine tehdä myös matalalle. Koneen osien sijoittelu ja uudelleen rakentaminen on käsitelty aiemmissa luvuissa.

Seuraavassa vertaillaan vielä yhteenvetona vanhaa ja uutta toimintamallia. Taulukko 1 ja taulukko 2.

Vanha toimintamalli

Taulukko 1. Vanha toimintamalli.

Hyödyt	Haitat
+ toiminnan varmuus + kalibrointikone ei ole minkään toiminnan tiellä	- vaatii usein nostimen käyttöä alueella, jossa nostimen käyttö on muutenkin vilkasta. - pitkät kourujen siirtelymatkat (siirto hankalaa) - usein turhaa odottelua

Uusi toimintamalli

Taulukko 2. Uusi toimintamalli.

Hyödyt	Haitat
<p>+ vähemmän siltanostimien käyttöä.</p> <p>+ uuden kouruhyllykön avulla voidaan siirtää täysi kouru sivuun ilman nostinta ja ottaa tyhjä käyttöön.</p> <p>+ jättää koneella työskentelevälle operaattorille aikaa myös muihin työtehtäviin.</p> <p>+ lyhyempien siirtomatkojen ja syntyvän paneelien rakennussolun ansiosta kommunikointi paranee ja materiaalivirrat lyhentyvät.</p> <p>+ koneen käyttöturvallisuutta parannelaan.</p> <p>+ kone kehittyy monin tavoin.</p>	<p>- laitteiden ja uusien osien toimivuudesta ei voi olla varma ilman kokeilua/prototyyppiä.</p> <p>- uusien järjestelmien rakentaminen vie aikaa ja rahaa</p>

5 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli etsiä parempaa toimintamallia kalibrintikoneelle (nykytilaan nähden.) Laitteen siirto rullakoneen viereen oli yksi kehityspäällikön ehdotuksista. Kalibrintikone tuottaa oikeaan kokoon puristettua metallinauhaa rullakoneelle jossa lopputuotteena rakennetaan paneeliseiniä, joita käytetään voimakattiloihin. Tarkoitus on muodostaa paneelien rakentamisesta oma solunsa. Solurakenteen etuna on parempi kommunikointi työvaiheiden välillä ja lyhyemmät materiaalin siirtomatkat.

Koneen siirto lähemmäksi jauhekaariasemaa vähentää nostureiden jatkuvaa käyttöä ja nopeuttaa toimintaa. Lisäksi pitkien evien siirto on hankalaa.

Kone rakennetaan vähemmän tilaa vieväksi, jotta se olisi mahdollista siirtää rullakoneen viereen. Samalla parannetaan turvallisuutta ja kehitetään konetta

Kouruille, joihin eviä ajetaan ja siirretään, suunniteltiin helpompi siirtoalusta. Sillä kouruja voidaan siirrellä käsin sivuun. Tämä helpottaa suuresti evän ajoa, koska täyden kourun voi siirtää sivuun ja ottaa tyhjän tilalle ilman nostimen käyttöä. Lopulta täydet eväkourut siirretään rullakoneelle nostimella, mutta siirtomatka on paljon lyhyempi kuin ennen.

Rullakoneen edustalta siirretään tilaa vieviä koneita sen yläpuolella olevalle tasanteelle. Tasannetta voidaan suurentaa, mutta tila riittää myös ilman suurennusta. Suurennus voidaan ostaa alihankintana.

Työssä tarkasteltiin monia eri sijoitusmahdollisuuksia koneelle ja erilaisia eväkourujen siirtomenetelmiä. Koneiden lopullisesta sijoittelusta piirrettiin layout-piirros.

Koneen lähetyvillä on metallikeloja, joilta evää ajetaan. Ne vievät paljon tilaa varsinkin kun käytössä ne kuluvat hitaasti. Kelojen sijoitusmahdollisuuksia tutkittiin.

Työssä tutkittiin monia erilaisia vaihtoehtoja kalibrointikoneen sijoittelulle, evä-kourujen siirtomenetelmille, erilaisille laiteparanteluille ja sijoitteluille. Huomioitiin myös monia muita asioita, joita pitää ottaa siirron vuoksi huomioon. Työn kuuluu auttaa Metso Poweria päättämään kalibrointikoneen siirrosta.

Työ oli erittäin laaja ja haastava, ja siinä täytyi ottaa monia asioita huomioon. Työssä oli hankalaa saada varmuutta laitteiden toimintaan, ja yhden ongelman ratkaisu usein aiheutti ongelmia muille osa alueille. Lisäksi jouduin opettelemaan Solid edge v16-ja Cads-ohjelmien käytön. Lopullisien siirto-ja rakennussuunnitel-mien toteutuksista päättää Metso Power Oy.

LÄHTEET

- Metso Power yhtiöesittely. 2008. [PDF-dokumentteja]. Metso Power Oy Lapua. [14.4.2009]. Saatavissa: Metso Power Oy intranet. Vaatii käyttöoikeuden.
- Mikes.2008.Kalibroinnin ja sen arvioinnin perusteita. [www-dokumentti]. Mittatekniikan keskus.[Viitattu 20.4.2009]. Saatavissa: www.mikes.fi/documents/upload/04__kalibroinnin_ja_sen_arvioinnin_perusteita.pdf
- Okartek 2009. Kulkus.[www-dokumentti]. Okartek Oy. [2.10.2009]. Saatavissa: www.okartek.fi/okarroll.php
- Okartek 2009. Metal industry. Esimerkkejä käyttökohteista metalli ja konepaja teollisuus. [www-dokumentti]. Okartek Oy. [2.10.2009]. Saatavissa: www.okartek.fi/images/metal.jpg
- Okartek 2009. Okaroll.[www-dokumentti]. Okartek Oy. [2.10.2009]. Saatavissa: www.okartek.fi/okarroll.php
- Plantool Oy. 1991. Kalibrointikoneen omistajan käsikirja käyttöohjeet. Plantool Oy [10.6.2009]. Saatavissa: Metso Power Oy tekstiarkistot.
- Porola.O.2009. Metso Power Oy:n työnjohtaja. Suullinen tiedonanto.
- Shemersal. 2005. Hätäseis. [www-dokumentti]. Schmersal Nordiska AB. [Viitattu 30.1.2009]. Saatavissa: www.schmersal.se/cms7/opencms/media/loader?id=453&type=pdf&download=true
- Tampereen kaupunki. 2005. Työturvallisuus.[www.dokumentti]. Tampereen kaupunki. [20.6.2009]. Saatavissa: koulut.tampere.fi/materiaalit/tekninen/vaaralliset_koneet.html
- Yli-Rantala,H.2009. Metso Power Oy:n kehityspäällikkö. Suullinen tiedonanto.

