

Lappeenrannan teknillinen yliopisto

Teknillinen tiedekunta

Lut Metalli

BK10A0400 Kandidaatintyö ja seminaari

ASETEAIKOJEN LYHENTÄMINEN REUNASAHAUS- JA TYÖSTÖLINJAN
MODERNISOINNIN YHTEYDESSÄ

Lappeenrannassa 12.4.2011

HENRI VALKONEN

TIIVISTELMÄ

Kandinaatintyön aiheena oli aseteaikojen lyhentäminen reunasahaus- ja työstölinjan modernisoinnin yhteydessä. Kirjallisuusosassa tutustuttiin SMED-metodiikkaan aseteaikojen lyhentäjänä. Siinä asetteet analysoidaan, jaotellaan ulkoisiin ja sisäisiin asetteisiin sekä virtaviivaistetaan asetusoperaatio.

Kokeellisen osan mittaukset suoritettiin UPM-Kymmene Wood Oy Savonlinnan vaneritehtaan reunatyöstölinjalla. Mittauksissa tarkasteltiin linjan tehokkuutta ja pyrittiin löytämään ongelmakohtia, joita helpoilla toimenpiteillä voidaan parantaa ja näin tehostaa toimintaa. Asetemittojen vaihtaminen rajattiin kokeellisen osan ulkopuolelle. Mittaukset suoritettiin linjalla sekuntikellolla, ja sitä varten suunniteltiin erityinen mittauslomake, millä tiedonkeruu suoritettiin. Mittauksissa selvisi että linja mahdollistaisi kovemmankin käytön, koska linjan kapasiteetista käytössä oli vain 49 %. Ongelmia aiheutti myös aikaisemmissa työvaiheissa suoritettu pinnoittaminen, kun paksu pinnoite ylitti vanerin reunan. Merkittävän ajan hukan aiheutti valmiin pinkan täyttyminen, sen kuljettaminen seuraavaan työvaiheeseen ja uuden pohjan asettaminen pinkkaajalle.

ESIPUHE

Tutkimustyö on tehty UPM-Kymmene Wood Oy Savonlinnan vaneritehtaan toimeksi antamana. Tutkimukset tehtiin Savonlinnan vaneritehtaalla 17.09. – 10.12.2010 välisenä aikana. Kirjallisuus on hankittu käyttämällä Lappeenrannan teknillisen yliopiston tiedonhakua.

Haluan kiittää UPM-Kymmene Wood Oy:n Antti Kotroa, joka toimi työn ohjaajana yrityksen puolelta, ja professori Timo Kärkeä, joka toimi työn valvojana Lappeenrannan teknilliseltä yliopistolta. Erityiskiitos reunatyöstölinjan työntekijöille, joiden hyvän yhteistyön avulla mittaus- ja haastattelutilanteet sujuivat jouhevasti.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	I
ESIPUHE	II
SISÄLLYSLUETTELO	III
1 JOHDANTO	1
2 UPM-KYMMENE WOOD OY SAVONLINNAN VANERITEHDAS.....	1
2.1 Puulevytuotanto	1
2.2 Savonlinnan vaneritehdas	2
3 SMED-JÄRJESTELMÄ	3
3.1 Asetukset.....	4
3.1.1 Asetusten erottelu sisäisiin ja ulkoisiin asetuksiin.....	6
3.1.2 Asetuksen muuttaminen sisäisestä ulkoiseksi.....	6
3.1.3 ”Asetusten virtaviivaistus”	7
3.1.4 Säätojen minimointi.....	10
4 TYÖSKENTELYMENETELMIEN SUUNNITTELU	12
4.1 Lähtökohtia työmenetelmien suunnitteluun.....	13
4.2 Työntutkimus	14
4.3 Ajankäyttötutkimus.....	15
4.4 Työnmittaus	15
5 ASETUSTUTKIMUS REUNATYÖSTÖLINJALLA	16
5.1 Reunasahaus- ja työstölinja	16
5.2 Käytetyt lähtötiedot ja menetelmät	17
6 TULOKSET.....	18
7 JOHTOPÄÄTÖKSET	26
8 PARANNUSEHDOTUKSET	27
9 LÄHTEET	30
10 SUULLISET TIEDONANNOT	31
LIITELUETTELO JA LIITTEET	32

1 JOHDANTO

Työntehostamisella pyritään lisäämään kapasiteettia ilman lisäpanostuksia. Aseteajat toimivat merkittävänä parannuskeinona tämän tavoitteluun. Kun aseteaikka saadaan pienennettyä, voidaan eräkokojakin pienentää ilman niiden vaikutusta kapasiteettiin.

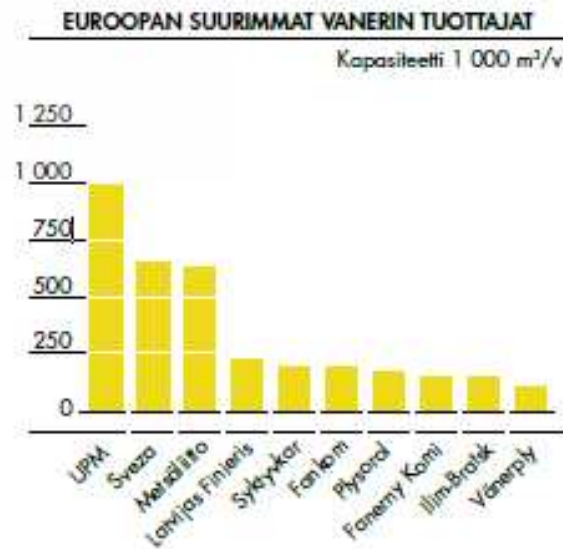
UPM-Kymmene Wood Oy Savonlinnan vaneritehtaalla on käynnissä merkittävä laajennusinvestointi. Tässä työssä pyritään löytämään yksinkertaisia toimenpiteitä, mitä kehittämällä saadaan aseteaikoja ja työntuottavuutta parannettua reunasahaus- ja työstölinjan modernisoinnin yhteydessä. UPM käyttää laajasti lean-työkaluja, sieltä ei ole kuitenkaan löytynyt oikeanlaista työkalua aseteaikojen tehostamiseen. Tämän johdosta heidän toiveena oli tarkastella kirjallisuus osassa japanilaisen SMED-metodiikan avulla työ- ja aseteaikojen tehostamista yleisesti. Kokeellisessa osassa tutkittiin reunasahaus- ja työstölinjan tehokkuutta. Työaika jakautuu jalostavaan työhön ja seisokkiaikoihin. Poiketen kirjallisuusosasta kokeellisessa osassa ei huomioitu asetemittojen vaihtamista, koska niitä oli tutkittu aiemmin.

2 UPM-KYMMENE WOOD OY SAVONLINNAN VANERITEHDAS

UPM-Kymmene Oyj:n juuret löytyvät jo 1800-luvun lopulta Suomesta. Tuotantolaitoksia löytyy 15 maasta ja työntekijöitä se työllistää noin 23000. Liikevaihto oli vuonna 2009 7,7 miljardia euroa. Nykyisin UPM muodostuu kolmesta liiketoimintaryhmästä, ja ne ovat paperi, energia ja sellu sekä tekniset materiaalit, jonka alaisuuteen kuuluu myös vaneriliiketoiminta. (UPM-Kymmene Oyj, vuosikertomus 2009 [viitattu 9.10.2010])

2.1 Puulevytuotanto

UPM-Kymmene Wood Oy:llä on kuusi vaneritehdasta ja kolme viilutehdasta. Vaneritehtaista neljä on Suomessa ja yksi Venäjällä ja Virossa. Viilutehtaista yksi sijaitsee Venäjällä ja kaksi Suomessa. Tehtaiden vuosittainen kapasiteetti on noin miljoona kuutiometriä, ja UPM onkin Euroopan suurin vanerin valmistaja, kuva 1. UPM:n tuotemerkki WISA kattaa tuotteet peruslevyistä asiakaslähtöisiin komponentteihin.



Kuva 1. Euroopan suurimmat vanerin tuottajat 2009 (UPM-Kymmene Oyj, vuosikertomus 2009 [viitattu 9.10.2010])

2.2 Savonlinnan vaneritehdas

Savonlinnan tehdas näki päivän valon vuonna 1921. Merkittävin tuotannon laajennus tapahtui vuonna 1973, jolloin tehtaalla alettiin valmistaa Maxi-kokoisia vanerilevyjä. Schauman ja Kymmene Oy yhdistyivät vuonna 1988, ja nimi muuttui UPM-Kymmene Wood Oy:ksi vuonna 2004. Nykyisin tehtaalla työskentelee noin 260 ihmistä ja näistä tuotannossa ovat 210. Muut työskentelevät toimihenkilöinä ja kunnossapidossa. Savonlinnan vaneritehdas onkin kaupungin suurin yksityinen työllistäjä. Tehtaan kapasiteetti on vuosittain noin 60000 kuutiota vaneria ja raaka-ainetta se käyttää 180000 kuutiota koivutukkia. (Woodnet, intranet [viitattu 29.10.2010])

Tällä hetkellä tehtaalla on menossa merkittävä laajennusinvestointi, jonka valmistuttua tehdas on maailman tehokkain jalostava koivuvaneriyksikkö, ja sen kapasiteetti kaksinkertaistuu 120000 kuutioon. (Woodnet, intranet [viitattu 29.10.2010])

Savonlinnan tehdas on koivuvaneritehdas, joka valmistaa ja jalostaa koivuvaneria asiakkaiden toivomiin määrämittäisiin. Tuotannossa on niin pinnoitettuja kuin pinnoittamattomia levyjä, riippuen levyjen käyttökohteesta. Käyttökohteita ovat:

- Raskas liikenne

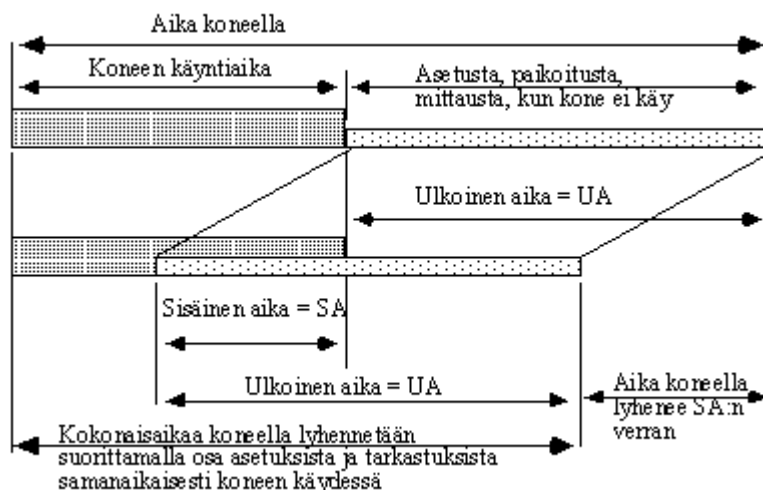
- Jakelu
- Muottiteollisuus
- Erikoisteollisuus
- Kevyet kuljetusvälineet
- Sisäiset siirrot

(Woodnet, intranet [viitattu 29.10.2010])

3 SMED-JÄRJESTELMÄ

Nykyinen markkinaympäristö vaatii joustavuutta ja kykyä vastata asiakkaiden muuttuviin tarpeisiin nopeasti. Samalla tuotantosarjat pienenevät ja asetusajat kasvavat. Näihin tarpeisiin sopii SMED-metodiikka. (Sivasankar, et al. 2011 [viitattu 22.3.2011])

SMED-metodiikan kehittäjä on japanilainen Shigeo Shingo. SMED (Single-minute Exchange of die) menetelmän tavoite on alle kymmenen minuutin asetus aika. Kun aseteaikoja saadaan pienennettyä, voidaan myös eräkokoja pienentää. Tämä menetelmä on laajasti käytössä japanilaisessa teollisuudessa. SMED ei ole kuitenkaan pelkkää mekanisointia, vaan enemmänkin älykkäällä ajattelulla ongelmien voittamista. Kuvassa 2 on esitetty SMED-järjestelmä. (Peltonen 1998, Hansen 2001)



Kuva 2. SMED-järjestelmä (Peltonen 1998)

Asetuksia on pidetty perinteisesti itsestään selvyytenä ja kustannusvaikutuksia on pyritty hallitsemaan valmistuseräkkoa kasvattamalla. Tästä seuraa erilaisia ongelmia kuten:

- Varastoja
- Laatuongelmia
- Tilantarvetta
- Ylituotantoa
- Pitkiä läpimenoaikoja
- Tarkastus
- Viivettä

Nämä kaikki heijastuvat välillisinä kustannuksina. Valmistustoimintaa kehitettäessä pääpaino on usein jalostavassa vaiheessa, eikä asetuksiin juuri anneta painoarvoa. Kuitenkin Shingon mukaan asetusten kehittäminen tuotantoprosessissa on koko kehittämisen tärkein kohde. (Asetusaikojen lyhentäminen 1984, Productive Press Development Team 1996)

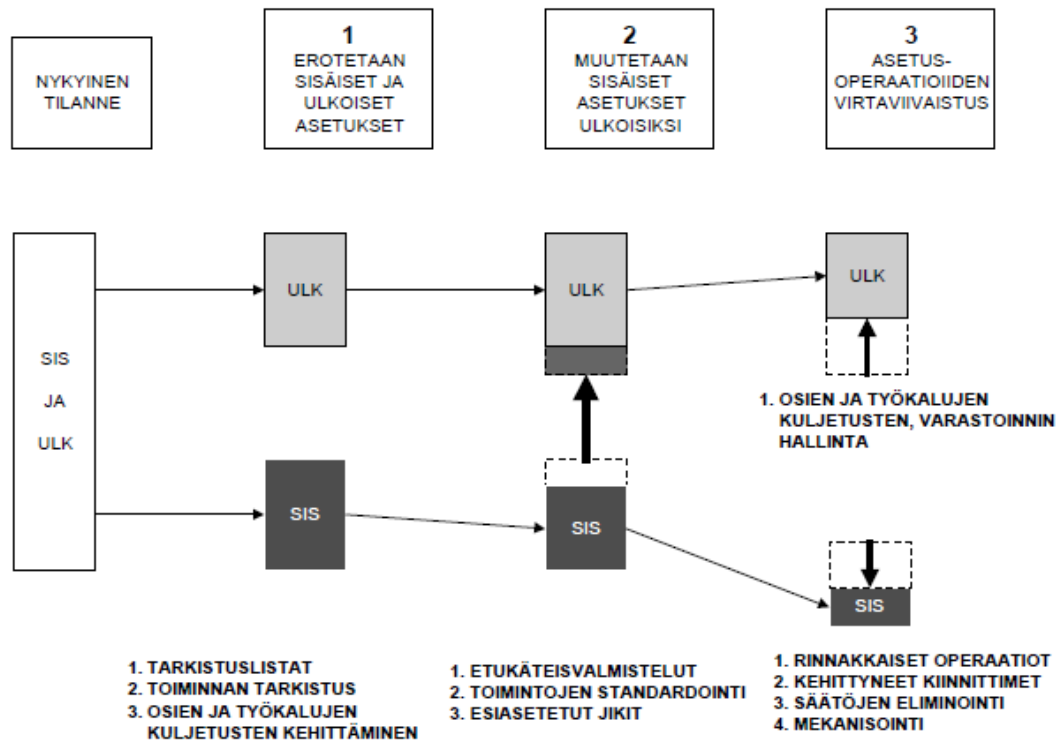
Ongelmista kriittisin on viive, koska se voi aiheuttaa eniten vahinkoa tuotantoon. Kuitenkin kaikissa teollisuuslaitoksissa on viivettä. Ongelma viiveellä on siinä, että se ei tuo tuotteelle mitään lisäarvoa, toisin kuin esimerkiksi tuotteiden laadun tarkastus. Viive ei ole myöskään pakollinen toimenpide kuten kuljettaminen. (Gathen 2004 [viitattu 12.3.2011])

SMED onkin kehittämismenetelmä asetuksiin ja se on kehitetty lastuavaan työstöön sekä levyn puristuksiin. Kuitenkin sitä voidaan soveltaa erilaisiin operaatioihin. (Productive Press Development Team 1996)

3.1 Asetukset

Asetukset ovat välttämättömiä toimenpiteitä, jotta tuotteesta X saadaan tuotteen Y mukaisia. Tämä toimenpide muokkaa materiaalia ja lisää tuotteen arvoa. Mitä tarkoitetaan ulkoisella ja sisäisellä aseteajalla? Työkalun vaihto on tästä hyvä esimerkki, kun sitä aletaan analysoidaan huomataan, että käytetty aika voidaan jakaa kahteen eri kategoriaan, ulkoiseen ja sisäiseen aseteaikaan. Ulkoiseen aseteaikaan kuuluvat toimenpiteet ja tarkastukset, jotka tapahtuvat koneen ollessa käynnissä. Sisäinen asetus aika kuvaa aikaa, kun kone ei ole käynnissä. Tehokkuuden kannalta onkin tärkeää että sisäisiä aseteaikoja ei

juuri tarvittaisi, vaan sisäiset aseteajat pysyttäisiin muuttamaan ulkoisiksi. Tällöin tarvitsee tarkastella nykyistä toiminnan tasoa, pystytäänkö joitakin tehtäviä eliminoimaan, yhdistää kahta tehtävää yhdeksi, järjestellä tehtävät uudelleen tai yksinkertaistaa tehtäviä. Tätä ajattelutapaa on kuvattu kuvassa 3. (Peltonen 1998, Kouri 2009)



Kuva 3. SMED-Järjestelmä (Shingo 1984)

Asetuksen analysoinnissa ja kehittämisessä käytetään kolmevaiheista ajattelutapaa, jonka vaiheet ovat:

1. Sisäisten ja ulkoisten asetteiden tunnistaminen sekä erottelu

Suoritetaan aikatutkimus; mihin aikaa käytetään, analysoidaan tulokset ja eritellään ne ulkoisiin ja sisäisiin asetuksiin. Onkin mahdollista että jo tässä vaiheessa koneen seisonta-aikaa voidaan lyhentää jopa 50 %, esim. koneen käydessä suoritetaan esivalmisteluita seuraavaa ajoa varten.

2. Sisäisten asetteiden muuttaminen ulkoisiksi

Sisäisiksi jääneet asetukset analysoidaan tarkasti ja pyritään löytämään keino kuinka nämä muutetaan ulkoisiksi.

3. Jäljelle jääneiden asetusoperaatioiden virtaviivaistaminen

Tehdään yksityiskohtainen analyysi sisäisistä ja ulkoisista asetteista. Suunnitellaan tehokas asetusprosessi. Pääpaino on sisäisissä asetuksissa, koska niiden aikana kone ei tee tuottavaa toimintaa. (Shingo 1985)

3.1.1 Asetusten erottelu sisäisiin ja ulkoisiin asetuksiin

Asetusten jakamisessa sisäisiin ja ulkoisiin asetuksiin voidaan käyttää erilaisia apuvälineitä ja menetelmiä. Näitä ovat tarkastuslistat, toiminnan tarkastus ja työkalujen ja osien siirtämisen kehittäminen. (Shingo 1985)

Tarkastuslistalla tarkoitetaan tuotteen jokaista valmistusoperaatiota varten olevaa listaa, jossa selviää asetukseen liittyvät asiat kuten:

- Työkalut, työntekijät ja tarvittavat dokumentit
- Tarvittavat mitat ja mittavälineet
- Ympäristötekijät (lämpötilat, paineet, virrat, nopeudet jne.)

(Shingo 1989)

Toiminnan tarkastuksella tarkoitetaan mm. työkalujen, jigien ja muottien tarkistamista ennen toiminnan aloitusta, ettei niistä seuraa ylimääräisiä häiriöitä.

Työkalujen siirtämisen kehittämisellä tutkitaan sitä, että kun tavaroita joudutaan siirtämään varastojen ja työpisteen välillä, suoritetaan nämä siirrot koneen ollessa käydessä. Uuteen työhön tarvittavat tavarat toimitetaan paikalle etukäteen koneen ollessa käynnissä ja vanhat tavarat pois, kun kone tekee jo uutta työtä. (Productive Press Development Team 1996)

3.1.2 Asetuksen muuttaminen sisäisestä ulkoiseksi

Sisäisiksi jääneitä asetuksia analysoidaan tarkasti ja pyritään löytämään keino muuttaa ne ulkoisiksi. Seuraavassa esitetään kolme tekniikkaa miten tämä voidaan toteuttaa:

1. Etukäteisvalmistelut

Etukäteisvalmistelulla tarkoitetaan valmisteluja ennen sisäisen asetuksen alkua. Samalla varmistetaan ympäristön tekijöiden vaikutukset asetukseen.

2. Toiminnan standardisointi

Jos erilaisissa asetuksissa työkalut, kiinnittimet ja muut osat ovat erilaisia, kuluu aikaa niiden vaihtamiseen ja säätämiseen. Standardisoimalla pystytään säästämään sisäistä asetusajaa.

3. Esiasennetut jigit

Esiasennetuilla jigeillä tarkoitetaan standardimitoitettuja levyjä tai runkoja, joihin työkalut kiinnitetään koneen ulkopuolella. Koneen pysähtyessä esiasennetut jigit lyhentävät koneen seisonta-aikaa.

(Productive Press Development Team 1996)

3.1.3 ”Asetusten virtaviivaistus”

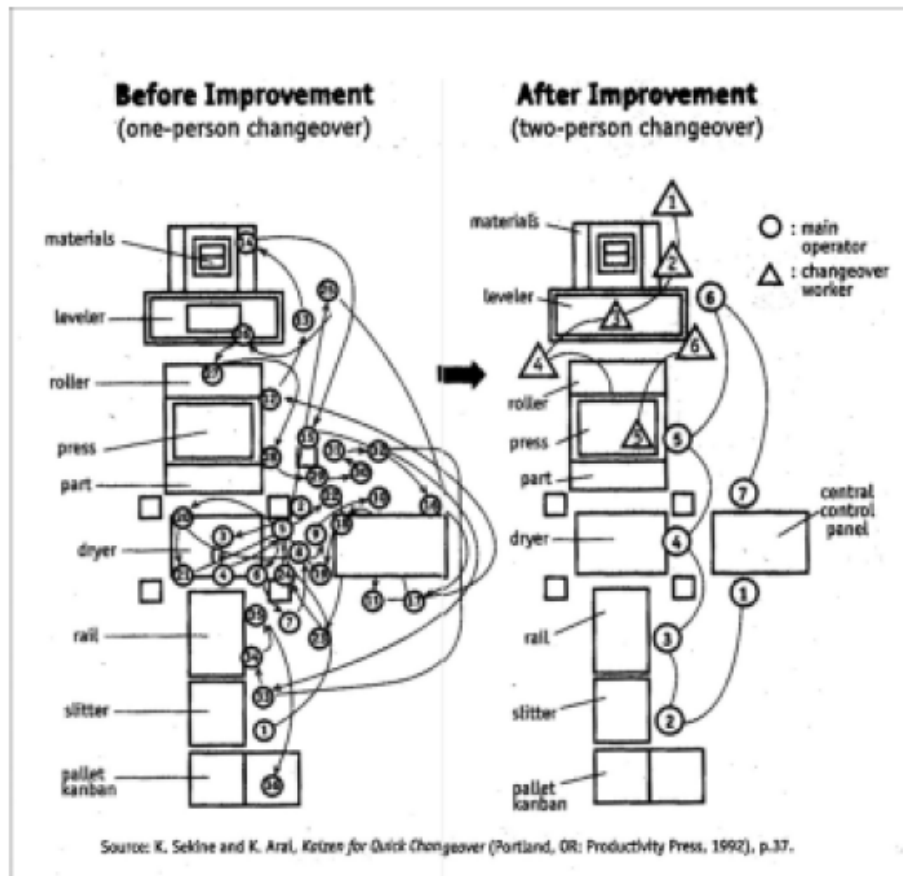
Ulkoisten asetusten virtaviivaistaminen tarkoittaa kehitystyötä esim. työkalujen, jigien ja osien varastoinnissa ja kuljetuksissa. Kehitystyössä haetaan vastauksia seuraavanlaisiin kysymyksiin:

- Miten organisoidaan kuljetus ja varastointi? (sijainti, kuljetustapa, vastuut)
- Huollot ennen seuraavaa käyttökertaa?
- Optimaalinen määrä?

Sisäisten asetusten virtaviivaistuksessa käytettävät tekniikat ovat rinnakkaiset operaatiot, kehittyneet kiinnittimet ja yhden liikkeen/kierroksen menetelmät.

Rinnakkaisissa operaatioissa asetuksen tekoon osallistuu vähintään kaksi henkilöä. Aikasäästö voi ylittää jopa 50 %:n rajan, kun työskennellään kahdestaan. Tämä johtuu kävelemisajan radikaalisesta lyhentymisestä verrattuna yhteen henkilöön (kuva 4).

(Productive Press Development Team 1996)

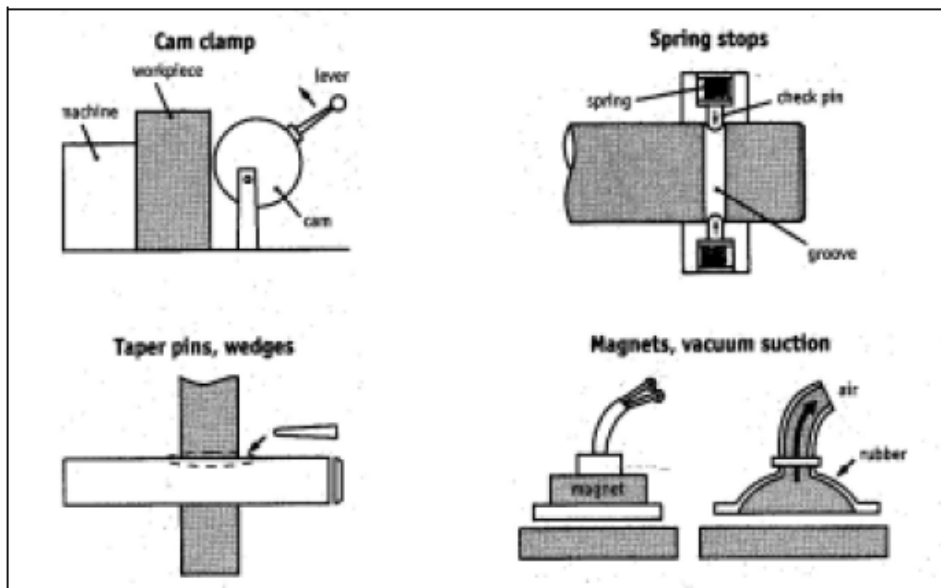


Kuva 4. Rinnakkainen operaatio (Productive Press Development Team 1996)

Aikahäviötä aiheuttavat myös pultit. Ne ovat yleisiä kiinnittimiä, mutta niiden kiertämiseen kuluu paljon aikaa, joten niitä voidaan pitää asetusten vihollisina. Ongelmia aiheuttaa myös niiden putoaminen ja vieriminen piiloon. Lisäksi pultteja löytyy eripituisia/-paksuisia lukematon määrä. Pulttiliitosten tilalle on kehitetty erilaisia kehittyneempiä yhden liikkeen kiinnitysmenetelmiä, joista osa kiinnittyy yhdellä kädenliikkeellä (kuva 5):

- Epäkeskokampi
- Kiilat ja kartiotapit
- Magneetit ja alipaine
- Jousistopparit

(Häkkinen, et al. 2003)

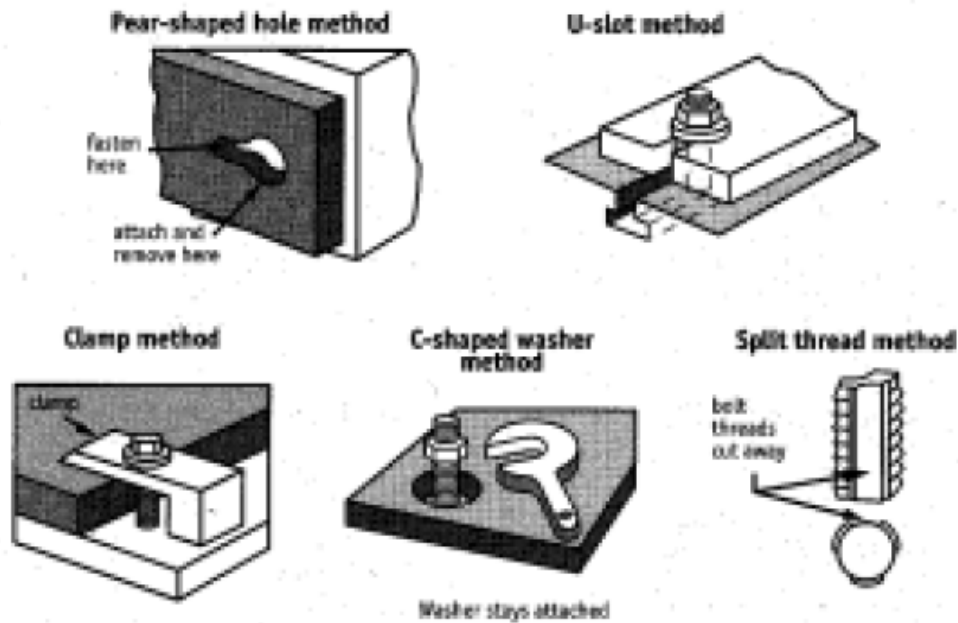


Kuva 5. Yhden liikkeen menetelmä (Productive Press Development Team 1996)

Yhden kierroksen menetelmiä, joissa pultti kiristyy yhdellä kierroksella (kuva 6):

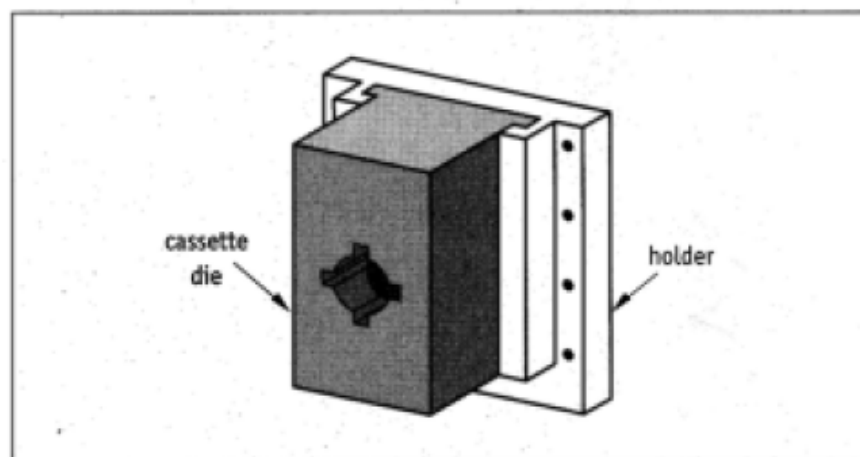
- Päärynämuotoiset reiät (pultin kanta isommasta reiästä sisään, pulttia/mutteria ei tarvitse avata kokonaan)
- U-aukot (pultti liikkuu U-muotoisessa hahlossa)
- L-kiinnittimet (L-muotoisella kiinnittimellä kiristetään työkalu pöytään)
- C-mallinen prikka (prikassa U-muotoinen hahlo, minkä ansiosta se voidaan laittaa paikalleen sivustapäin)
- Jaettu kierre (urat sekä pultissa että mutterissa pitkittäin)

(Häkkinen, el al. 2003)



Kuva 6. Yhden kierroksen menetelmä (Productive Press Development Team 1996)

Näiden menetelmien lisäksi lukitusmekanismit ovat varteenotettavia menetelmiä. Niissä toisiinsa kiinnittyvät osat muotoillaan siten, että ruuveja ei tarvita ollenkaan. Esimerkkinä kuvan 7 mekanismi. (Productive Press Development Team 1996)



Kuva 7. Eräänlainen lukitusmekanismi (Productive Press Development Team 1996)

3.1.4 Säätöjen minimointi

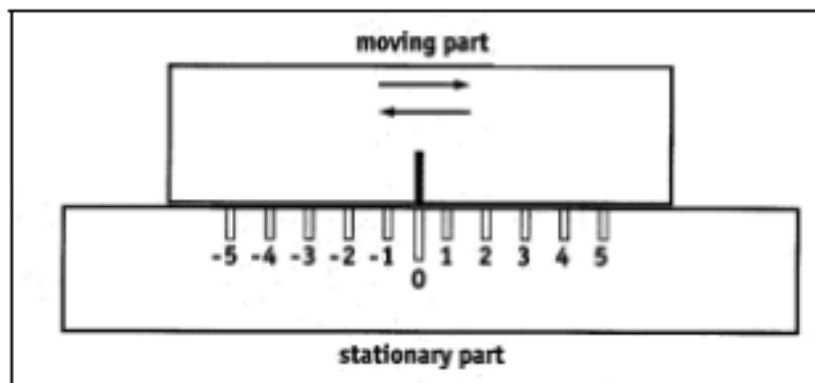
Asetusajasta jopa 50 % voi kuluu koeajoihin ja säätöihin. Optimaalisessa tilassa ne pystyttäisiin eliminoimaan kokonaan pois, jolloin työkalu paikallaan tarkoittaa, että se on myös kohdallaan. Koeajoilla ja säädöillä on selvä yhteys siihen, kuinka hyvin on onnistuttu

edellisten vaiheiden mitoituksissa, keskittämisisä ja ympäristöarvojen säädöissä. Näiden ratkaisemiseksi voidaan käyttää seuraavanlaisia menetelmiä:

- Numeroitujen skaalojen käyttö (kuva 8)
- Kuvitteellisten tasojen ja keskilinjojen muuttaminen näkyviksi
- Pienimmän yhteisen jaettavan menetelmä (kuva 9)

(Häkkinen, et al. 2003)

Numeroitujen skaalojen käyttö tarkoittaa, että esimerkiksi pöydässä, johon työkalussa oleva viiva kohdistetaan, on mittaskaala (kuva 8). Mittakellolla tämä tarkkuus on n. 0,01 mm:n digitaalisella mitalla vielä tarkempi, mutta silmämääräisesti vain 0,5mm tarkkuus. Välilevyjen ja kiinteämittaisten tulkkien käyttö on myös mahdollista. (Productive Press Development Team 1996)



Kuva 8. Eräänlainen numeroitu skaala. (Productive Press Development Team 1996)

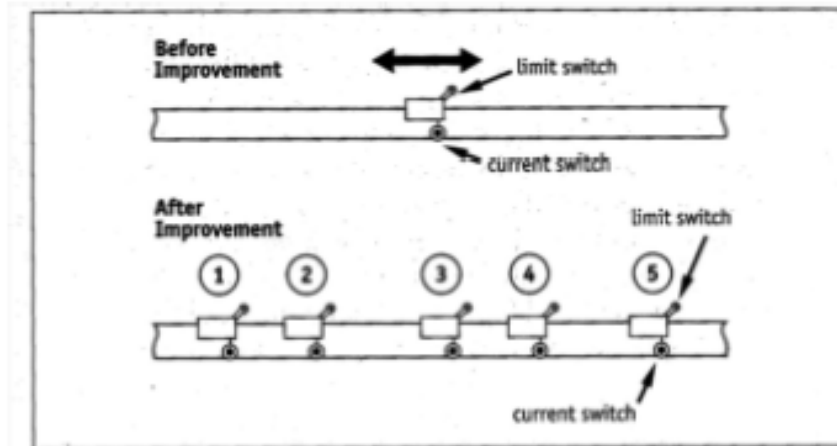
Kuvitteellisten keskilinjojen ja tasojen muuttamisessa näkyviksi, on tarkoitus määrittää kohdat mihin työkalut kiinnitetään. Jos referenssipinnat ja -tasot ovat piilossa, työkalu kiinnitetään kohdalleen suurin piirtein ja hienosäätö tehdään kokeilemalla. (Productive Press Development Team 1996)

Pienimmän yhteisen jaettavan menetelmä (kuva 9) lähestyy ongelmaa siltä kannalta, että samassa koneessa käytetään yleisiä elementtejä, jotka mahdollistavat samat toiminnot eri mitoilla. Tässä menetelmässä nämä elementit kootaan mekanismiksi, jonka sisällä voi olla useita eri toimintoja. Pääperiaatteet ovat kuitenkin seuraavat:

- Muuta toimintoa ja jätä mekanismit pakoilleen

- Tee asetuksia, älä sääntöjä

(Productive Press Development Team 1996)



Kuva 9. Pienimmän yhteisen jaettavan menetelmä (Productive Press Development Team 1996)

Hyvänä esimerkkinä toimivat rajakatkaisijat. Jos käytössä on yksi katkaisija, sitä siirretään tiettyyn kohtaan tarpeen mukaan. Jos käytössä on useita katkaisijoita, niitä ei tarvitse siirrellä, vaan ne on tarkoitettu eri töihin. (Productive Press Development Team 1996)

4 TYÖSKENTELYMENETELMIEN SUUNNITTELU

Käytetyillä työskentelymenetelmillä on merkittävä vaikutus yrityksen valmistuksen tuottavuuteen. Tehokkaat menetelmät mahdollistavat tuotteen valmistuksen huomattavasti edullisemmin, nopeammin ja laadukkaammin kuin menetelmä, joka ei sovellu tähän työmenetelmään. Monissa prosesseissa jopa 90 % kaikesta ajasta on hukkaa ja vain 10 % lisäarvoa tuottavaa työtä. Hukkaa ovat kaikki toiminnot mitkä lisäävät kustannuksia, mutta eivät tuota lisäarvoa. Tämän takia suunnittelun rooli on merkittävä kokonaistuottavuuden kannalta, koska se rakentuu yksittäisten työtehtävien ja toimintojen tehokkuudesta. (Tuominen 2010)

Työskentelymenetelmien tehokkuutta voidaan verrata eri mittareilla. Menestys on tässä tapauksessa tehokkuuden mittari. Menestystä voidaan vielä mitata usealta eri kantilta, näitä ovat esimerkiksi:

- Talous
- Tunnettavuus
- Innovaativisuus.

Yleensä organisaatioita kiinnostaa tehostaminen tuottavuuden ja paremman tuloksen kannalta. (Grönfors 2010)

4.1 Lähtökohtia työmenetelmien suunnitteluun

Tapaa miten koneita, työtä ja materiaalia käytetään valmistuksessa, kutsutaan työmenetelmäksi. Menetelmien perustana ovat tuotteen ominaisuudet ja konstruktio. Ei ole olemassa yhtä ja ainoa tapaa valmistaa tuote, vaan se voidaan valmistaa usealla eri tekniikalla. Yleensä valmistamiseksi valitaan edullisin menetelmä, jolla saavutetaan riittävä laatu. Parhaat tulokset saavutetaan, huomioimalla työmenetelmien suunnittelu jo aikaisessa vaiheessa. Tämä mahdollistaa tuotteen konstruktion suunnittelun sopivaksi valmistusprosessille.

Työmenetelmien suunnittelulla ja tuotantojärjestelmän suunnittelulla on läheinen yhtäläisyys. Valmistusmenetelmät määrittävät koneet, laitteet ja työpaikat. NykYTEKNIikka mahdollistaa tuotantojärjestelmän ja layoutin muutettavuuden jopa kuukausittain, työmenetelmien ja tuotteiden vaihtuessa.

Työmenetelmien suunnittelu voi liittyä valmistuskokonaisuuteen tai yhteen työvaiheeseen. Menetelmäsuunnittelussa tehtävät jaetaan niiden laajuuden mukaan yksittäisiin tai useisiin työvaiheisiin sekä materiaalinkäsittelytehtävän muodostamaan työkulun suunnitteluun. Laajoja työkulkuja suunniteltaessa työnmenetelmäsuunnittelu muistuttaa läheisesti järjestelmän suunnittelua. Seuraavassa työmenetelmien suunnittelu tehtäviä, jotka liittyvät läheisesti valmistuksen suunnitteluun:

- **Työkulun suunnittelu.** Suunnitellaan työtehtävän valmistusvaiheet ja -järjestys. Menetelmät mahdollisimman edullisia, joilla saavutetaan tarvittava laatu. Työkulun pitää sopia yrityksen valmistusjärjestelmälle.

- **Työpaikan ja –tavan suunnittelu.** Työpaikan optimoinnilla saavutetaan merkittäviä etuja. Oikean työtavan löytämisessä voidaan hyödyntää työntutkimusta.
- **Koneiden käyttötapa.** Tuotantoprosessin tehokas käyttö. Työmenetelmien suunnittelu pullonkaulatyövaiheiden mahdollistaa tehokkaamman käytön ja näin kokonaistuotantoa voidaan kasvattaa.
- **Työryhmä työskentely.** Ongelmana muodostuu työvaiheiden ja erilaisten tehtävien tasapainottaminen. Aikahäviöt on pyrittävä minimoimaan tavoitteen asettelun, ohjausperiaatteen, työtehtävien ja palkkausperiaatteen suunnittelulla ryhmätasolla huolellisesti.
- **Tuotantovälineiden valinta.** Tuotantokoneiden valinta on monimuotoinen prosessi. Investointipäätöksessä tueksi on järkevää huomioida eri menetelmistä aiheutuvat kustannukset ja tuottavuudet.
- **Työvälineiden suunnittelu.** Työvälineiden suunnittelussa täytyy huomioida valmistusmenetelmän kustannukset, laatu sekä työmenetelmän tehokkuus. Suunnittelun systemaattisella kehittämisellä saadaan valmistusprosessin tuottavuutta paremmaksi.

(Uusi-Rauva, el al. 2003, Tuominen 2010)

4.2 Työntutkimus

Työntutkimus määrittää kaiken tutkimuksen, millä tähdätään tuottavuuden kehittämiseen. Sen tarkoituksena on löytää paras menettelytapa ihmisten, materiaalin ja tuotantovälineiden välille. Lisäksi sillä pyritään luomaan hyvät työolosuhteet, jossa suorite voidaan suorittaa aseteajassa. Tavallisesti työntutkimuksella käsitellään työnmittausta, ajankäyttö- ja menetelmätutkimusta. Seuraavassa tavoitteita, joita työntutkimuksella pyritään saavuttamaan:

- **Ajankäytön tehostaminen.** Työaika pyritään kohdistamaan tuottavaan toimintaan, apu-, tauko- ja häiriöaikojen sijaan.
- **Työnkulun tehostaminen.** Tuotantoprosessi optimaalisella ketjutuksella peräkkäisten toimintojen toiminta on mahdollisimman tehokasta.
- **Yksittäisten työvaiheiden tehostaminen.** Yksittäistä työvaihetta parannetaan muuttamalla välineitä, suoritustapaa sekä työolosuhteita.

- **Työliikkeiden kehittäminen.** Työliikkeet pyritään muuttamaan niin että ne ovat ergonomisia ja parantavat työturvallisuutta.

(Uusi-Rauva, et al. 2007)

4.3 Ajankäyttötutkimus

Ajankäyttötutkimuksen perustana on työajan jakaminen erilaisiin aikalajeihin, kuten tehokkaaseen työaikaan ja aikahäviöihin. Tutkimuksessa analysoidaan epäkohdat työmenetelmissä, ja ne pyritään ratkaisemaan. Ajankäyttötutkimukselle voidaan antaa seuraavanlaiset tavoitteet:

- Selvittää syyt mitkä aiheuttavat aikahäviötä ja kuinka paljon sitä aiheutuu. Sekä ratkaista ongelmakohdat mistä aikahäviötä seuraa.
- Apuaikalisän arviointi. Se tarkoittaa niitä toimenpiteitä jotka ovat välttämättömiä, mutta eivät kuulu varsinaiseen tekemisaikaan. Mittauksissa nämä on ilmoitettu prosentiosuuksina varsinaisesta työajasta. Näitä ovat esimerkiksi tuntiseurantakortin täyttö ja koneen huolto.

(Uusi-Rauva, et al. 2007)

Ajankäyttötutkimus on mahdollista suorittaa jatkuvana tai havainnollisena. Jatkuvassa tutkimuksessa saadaan suoraan tietoa miten työaika jakaantuu, koska sitä suoritetaan koko ajan. Näin saadut tulokset ovat varmoja, mutta sitovat paljon resursseja. Havainnointitutkimus antaa tuloksia tiettyinä hetkinä. Tällöin saadaan oletamustietoa, kuinka paljon aikahäviötä tulee mistäkin. Ongelmaksi muodostuu aiheuttajien määrittäminen varmasti, koska työajan tapahtumat määritetään tilastollisesti. (Uusi-Rauva, et al. 2007)

4.4 Työnmittaus

Työnmittaus tarkoittaa työmäärän tekemistä yhtä tuoteyksikköä kohden. Työmääräksi arvioidaan työmäärä, mikä kuuluu harjaantuneella työntekijällä vakiomenetelmällä normaalissa olosuhteissa. Työmäärää voidaan hyödyntää kuormitussuunnittelussa, palkkauksessa ja valmistusmenetelmän kehittämisessä. Seuraavassa esitetään menetelmiä mitä voidaan hyödyntää työnmittauksessa:

- **Kelloaikatutkimus.** Jakautuu normaaliaikatutkimukseen ja jatkuvaan ajankäytön tutkimukseen. Normaaliaikatutkimus soveltuu, kun työvaiheet toistavat itseään. Työ jaotellaan pienempiin osiin, joita mitataan. Työtehtävien ollessa vaihtuvia ja työjärjestys poikkeava, sovelletaan jatkuvaa ajankäytön tutkimusta.
- **Havainnointitutkimus.** Työaika pilkotaan erilaisiksi aikalajeiksi.
- **Haastattelu.** Saadaan työtehtäviin kuluva ajasta karkeita aika-arvioita.
- **Vertailu.** Työn vertaamista vastaavaan työhön, josta on vertailukelpoista materiaalia. Myös standardiaikajärjestelmään vertaaminen on mahdollista.
- **Aikalaskelmat.** Työnkiertoon kulunutta aikaa hyödyntäen lasketaan automaattisten koneiden työaika.
- **Laskelmat.** Pieniin työosiin kuluneet ajat yhdistetään ja näin saavutetaan yleispäteviä suoritusajoja.

(Uusi-Rauva, et al. 2007)

5 ASETUSTUTKIMUS REUNATYÖSTÖLINJALLA

Asetustutkimus suoritettiin UPM-Kymmene Savonlinnan vaneritehtaalla 17.09. – 10.12.2010 välisenä aikana. Tarkoituksena oli löytää parannuskohteita miten linjaa saataisiin tehokkaampaan käyttöön.

5.1 Reunasahaus- ja työstölinja

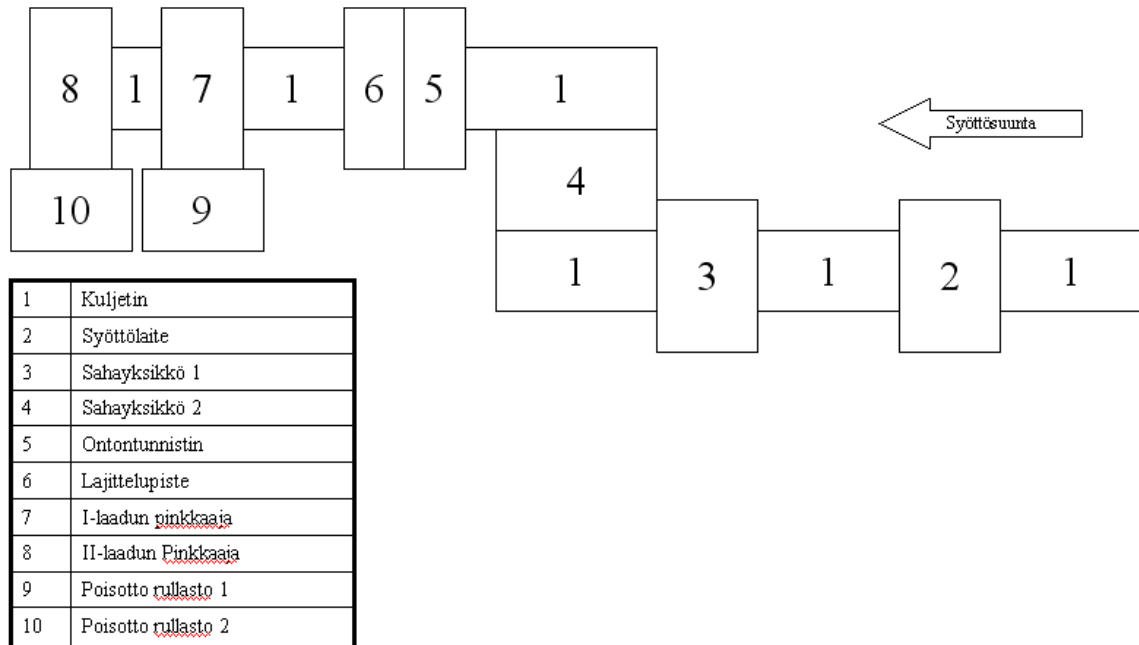
Reunasahaus- ja työstölinja (kuva 10) on valmistettu vuonna 2000 ja se siirrettiin Savonlinnan tehtaalle vuonna 2005 lopetetulta Viialan vaneritehtaalta. Siirron yhteydessä linjaa muokattiin paremmin Savonlinnan tuotteille sopivaksi. Kuitenkaan panostukset linjan muokkaamiseen eivät olleet niin suuret, että se täyttäisi tämän hetken vaatimukset. Reunatyöstölinja on tarkoitus modernisoida kevään 2011 aikana.

Työstölinjalle levyt tulevat yleensä pinnoitepuristimelta. Levyt voidaan ottaa työstettäväksi myös prosessin ulkopuolelta. Nykyisin linjalla tehdään kolmenlaisia toimintoja:

- Reunat sahataan asiakkaan haluamaan määrämittaen
- Sahauksen lisäksi reunoihin työstetään esimerkiksi pontteja

- Laatulajitellaan ilman sahausta

Käytännössä linjalla laatulajillaan levyt aina. Modernisoinnin jälkeen on tarkoitus että linjalla voidaan suorittaa levyn halkaisuja pitkittäissuunnassa sahausyksikkö 1 kohdalla.



Kuva 10. Reunatyöstölinjan layout kuva.

5.2 Käytetyt lähtötiedot ja menetelmät

Tutkimusongelmana oli aseteaikojen lyhentäminen reunasahaus- ja työstölinjalla tulevan modernisoinnin yhteydessä. Tarkoituksena oli yksinkertaisilla toimenpiteillä saada ”hukattua” aikaa siirrettyä jalostavaan työhön.

Analysointia varten suunniteltiin liitteessä 1 oleva lomake tiedonkeruuta varten. Lomakkeella kerättiin tietoa koneen seisahduksien aiheuttajista henkilön lajitellessa linjalla levyjä. Kaikki muu aika, mikä ei ole asetteen vaihtamista, on jalostavaa työtä. Mittauksia suoritettiin syksyn aikana eri työvuoroissa useamman viikon aikana.

Tiedonkeruulomakkeen perustana oli SMED-menetelmä, josta on kerrottu enemmän aikaisemmissa luvuissa. Tapahtumat asetusten aikana kirjattiin muistiin ja luokiteltiin SMED-järjestelmän mukaisiin luokkiin, jotka olivat seuraavat:

1. Työpisteen valmistelut, materiaalin tarkistus/nouto/palautus terien, mittavälineiden ja työkalujen nouto/palautus. Kategoria pitää sisällään valmisteluun ja työpaikan organisointiin liittyvät vaiheet.
2. Terien asennus/irroitus. Kategoriaan kuuluu teriin kohdistuvat toimenpiteet.
3. Mittaukset/kalibroinnit. Kategoriaan kuuluu työskentelyn aloittamiseen liittyviä vaiheita.
4. Koeajot/säädöt. Kategoria jossa on toimenpiteitä mitä tehdään, kun ensimmäinen kappale on valmistettu ja säätöjä tarkistetaan.
5. Jalostava työ. Sovimme, että kaikki muu aika kuin edelle olevat ovat jalostavaa työtä, niin sitä ei tarvitse merkitä erikseen.

Mittausten lisäksi suoritettiin haastatteluja työstölinjaa käyttävien henkilöiden osalta. Näillä haastatteluilla pyrittiin selvittämään mahdollisia ongelmia, joita käyttäjät ovat kokeneet ja löytämään heiltä ideoita, kuinka linjaa pitää modernisoinnin yhteydessä kehittää. Haastattelut sujuivat luontevasti mittausten yhteydessä. Haastateltavat saivat esittää myös omia ajatuksia asetusten kehittämisen kannalta.

6 TULOKSET

Tässä osiossa esitetään mittauksissa saadut tulokset mittauspäivittäin. Huomioitavaa on se, että asetemittojen vaihtaminen on rajattu työn ulkopuolelle, koska siitä on tehty tutkimus jo aikaisemmin. Tässä tutkimuksessa on keskitytty muihin aikaa ”tuhlaaviin” työvaiheisiin. Tiedonkorjuulomaketta jouduttiin muokkaamaan mittausten edetessä, koska tiettyjä kategorioita ei tullut ollenkaan. Ne olivat koeajot ja säädöt sekä terien asennus/irroitus. Muista kategorioista haluttiin tarkempaa tietoa ja sitä lisättiin kirjaamalla tarkka selitys lomakkeen muuta osioon. Tämän johdosta lopulliset tulokset jaoteltiin neljään luokkaan:

- levyjen odottamiseen,
- reunojen siistimiseen
- tilanteeseen kun paali tulee täyteen, sen viemiseen eteenpäin ja uuden pohjalavan laittamiseen
- muihin koneen seisahtamisen aiheuttamiin tekijöihin.

Valmistettavat tuotteet ovat asiakaslähtöisiä, tämän seurauksena tuotevariaatio on runsaasti. Joillakin asiakkailta on myös standardikäytännön ulkopuolisia vaatimuksia, jotka aiheuttavat ylimääräisiä töitä. Näitä ovat esimerkiksi korotetut pohjat ja erilainen pakkaus. Nämä näkyivät myös linjalla, kun olin suorittamassa mittauksia.

Mittauspäivilläni linjalla oli ajossa reunasahattavia ja vain lajiteltavia levyjä. Tämän johdosta en päässyt näkemään kuinka iso tehtävä on ottaa reunatyöstöyksiköt käyttöön. Paksupinnoitteiset tuotteet aiheuttivat ongelmia ja lisätöitä reunan siistimisen muodossa.

Kaaviossa 1 on esitelty kuinka aikaa on käytetty työvuorossa 29.10.2010. Tarkemmat minuuttiajat löytyvät liitteestä 2. Kaaviosta huomaa, että itse jalostavaa työtä oli alle puolet kokonaisajasta, eikä aikaisemmista työvaiheista saada tarpeeksi levyä tälle reunatyöstölinjalle. Työstettävien levyjen reunat siistittiin ylimenevästä pinnoitteesta työvuoron aikana kahdesta nipusta ennen työstöä ja siihen kului keskimäärin 12.5 minuuttia. Työstettyjen levyjen pinkka täyttyi 11 kertaa ja sen kuljettamiseen reunatyöstölinjalta seuraavaan työvaiheeseen meni keskimäärin 8 minuuttia ennen kuin seuraava levy liikkui linjalla. Lisäksi laatuvaatimusten epäselvyyksiä aiheutti se, ettei työstettävä tuote ei ollut tehtaan oma, vaan toisen UPM:n tehtaan tuote. Tämä osaltaan hidasti työskentelyä. Myös reunojen siistimättä jättäminen ennen työstöä aiheutti reunavajaita lopputuotteita, ja raakkiprosentti olikin korkea, 36.3 %.



Kaavio 1. 29.10.2010 ajankäyttö.

Kaavio 2 ja liite 3 tarkastelevat päivää 12.11.2010. Jalostavan työn osuus oli jonkin verran yli puolet kaikesta työajasta. Linjalla oli tässä vuorossa kaksi henkilöä ja tämän ansiosta pinkan täytyessä jalostava työ saatiin selkeästi nopeammin jatkumaan kuin yhdellä henkilöllä. Näitä tilanteita oli 15 kertaa ja keskimäärin aikaa kului pinkan vaihtoon 3.4 minuuttia. Tämän tuotteen pinnoite ei vaatinut reunojen siistimistä, joten sitä ei suoritettu. Koska levyjä ei pystytty toimittamaan tarpeeksi linjalle, ei taukoja vuorotettu. Tämän johdosta muut kategoriassa on suuret minuutit, ja se pitääkin sisällään 30 min ruokatauon sekä 15 min kahvitaun.



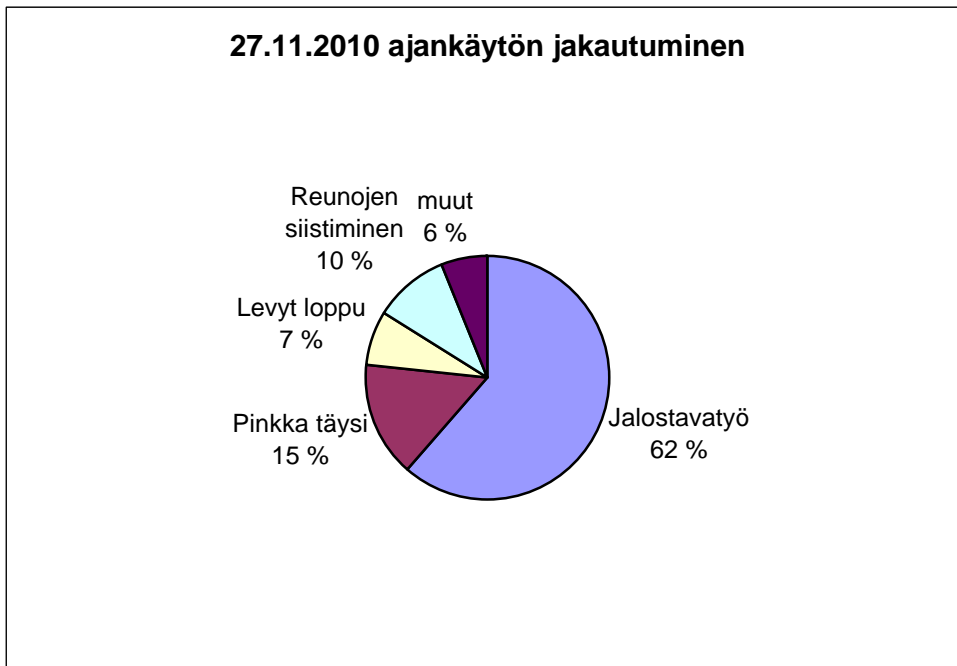
Kaavio 2. 12.11.2010 ajankäyttö.

Kaavio 3 ja liite 4 tarkastelevat päivää 26.11.2010. Nyt jalostavan työn osuus oli alle puolet kokonaisajasta. Linjalla työskenteli yksi henkilö. Pinkka täyttyi yhdeksän kertaa ja keskimäärin sen takia kone seiso 9.9 minuuttia. Kuitenkin suurimman seisokin aiheutti linjan levypula. Sitä aikaa hyödynnettiin pohjien tekoon sekä taukojen pitämiseen. Tuotteen pinnoite ei vaatinut reunojen siistimistä. Muut koneen seisomiset pitävät sisällään 20 minuuttia ruokatauon. Huomioitavaa on myös imujen puuttuminen linjalta puolen tunnin ajan, jolloin jalostavaa työtä ei voitu suorittaa.



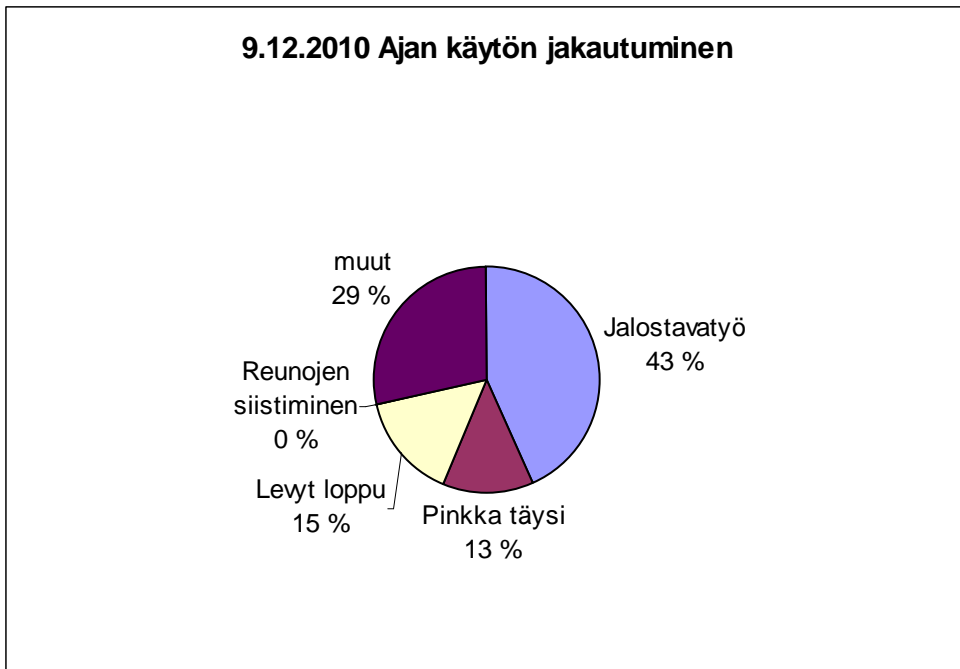
Kaavio 3. 26.11.2010 ajankäyttö.

Kaavio 4 ja liite 5 kuvaavat päivän 27.11.2010 ajankäytön jakautumista. Jalostavan työn osuus oli reilut 60 %. Linjalla työskenteli yksi henkilö. Pinkka täyttyi neljä kertaa ja keskimäärin kone seiso i sen johdosta 15.3 minuuttia. Tätä lukua nostaa se, että levyjen laatu tarkastettiin vielä pinkan täytyessä käsin kertaalleen. Ajossa olleen tuotteen pinnoite vaati reunojen siistimisen ja se suoritettiin kolme kertaa, aikaa kului keskimäärin 11.7 minuuttia. Aamulla ei ollut levyjä, joten silloin siivottiin linjaa sekä tehtiin pohjia valmiiksi. Muut kategoria sisältää 20 minuuttia ruokataukoa. Raakkiprosentti oli korkea, 22 %, tämä ei johtunut reunatyöstölinjasta vaan aikaisemmista työvaiheista.



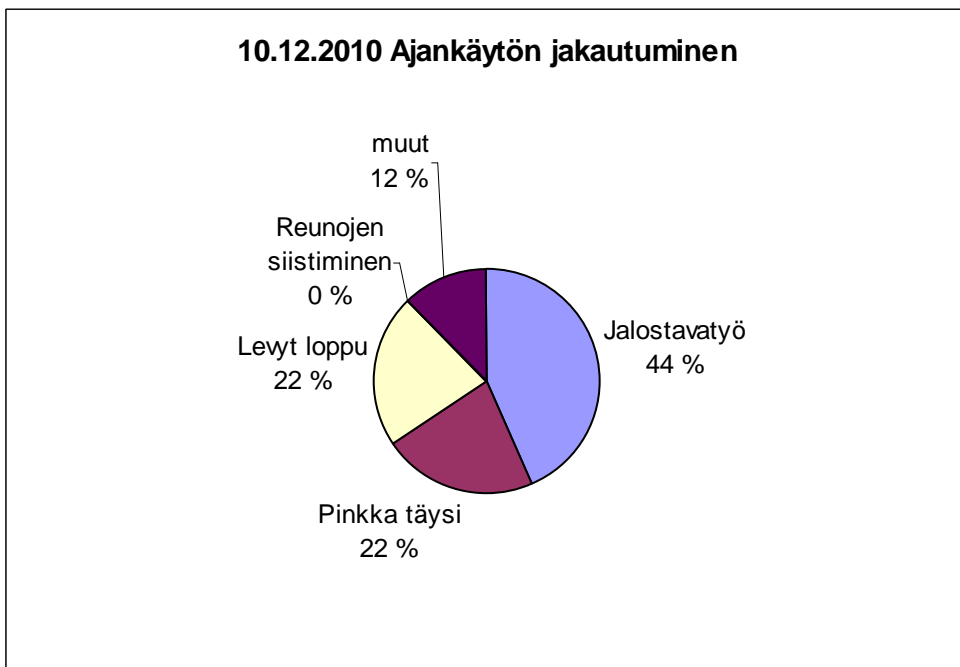
Kaavio 4. 27.11.2010 ajankäyttö.

Kaaviossa 5 ja liite 6 esitetään 9.12.2010 työajan jakautuminen. Jalostavan työn osuus oli 43 %. Linjalla henkilö työskenteli yksin. Pinkka täyttyi mittausaikana 7 kertaa ja siihen kului keskimäärin 8.7 minuuttia. Ajossa olleen tuotteen pinnoite ei vaatinut reunojen siistimistä. Pohjien tekoon ja vuoron vaihtoon meni 60 minuuttia, joka vastaa kategorian muut ajasta 44 %, tämän lisäksi siellä on kaksi kahvitaukoa, yhteensä 34 minuuttia, joka vastaa 25 %.



Kaavio 5. 9.12.2010 ajankäyttö.

Kaaviossa 6 ja liitteenä 7 on esitetty 10.12.2010 työajan jakautuminen. Jalostavan työn osuus oli 44 %. Linjalla työskenneltiin yksin. Pinkka täyttyi mittauksen aikana 6 kertaa ja aikaa kului keskimäärin 7.2 minuuttia. Muut kategoria sisältämät kahvi- ja ruokatauko olivat 36 minuuttia, joka on 99 % koko muun kategorian ajasta.



Kaavio 6. 10.12.2010 ajankäyttö.

Huomioitaessa kaikki mittauspäivät, jalostavan työn osuudeksi tulee keskimäärin 49 % (kaavio 7). Eniten koneen seisontaa aiheuttivat levyjen loppuminen. Pinkan täytyminen vei seuraavaksi eniten aikaa. Muut kategoria käytti aikaa 13 %, josta suurimmat taukojen aiheuttajat ovat ruoka-/kahvitauot. Taulukossa 1 on esitetty rinnakkain ajankäytön jakautuminen. Siitä huomataan, että reunoja ei tarvinnut siistiä joka kerta.

Syy/päivämäärä	29.10.2010	12.11.2010	26.11.2010	27.11.2010	9.12.2010	10.12.2010
Kokonaisaika	590 min	450 min	480 min	400 min	480 min	300 min
Jalostava työ	254 min	236 min	226 min	246 min	208 min	130 min
Reunojen siistiminen	25 min	0 min	0 min	40 min	0 min	0 min
Pinkka täysi	88 min	51 min	89 min	61 min	61 min	67 min
Aihoiden odottaminen	181 min	76 min	138 min	28 min	74 min	66 min
Muut	42 min	87 min	27 min	25 min	137 min	37 min

Taulukko 1: Mittauspäivien ajankäytön jakautuminen

Mittausten aikana pinkka täyttyi ja vaihdettiin 37 kertaa siten että linjalla työskenteli yksi henkilö, tällöin aikaa kului vaihtoon keskimäärin 9.2 minuuttia. Kun linjalla työskenteli kaksi henkilöä, vaihtoja tehtiin 15 kertaa ja keskimääräinen aika oli 3.4 minuuttia. Reunojen siistiminen tehtiin viisi kertaa ja siihen kului keskimäärin 12 minuuttia. Jokaisella mittauskerralla jouduttiin odottamaan levyjä keskimäärin 93.5 minuuttia.



Kaavio 7. Mittaustulosten kokonaisarvot.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Reunatyöstölinja mahdollistaisi kovemmankin käyttöasteen, koska suurimmat ajanhukat ovat seurausta levyjen odottamisesta. Lisäksi siellä on muutamia selkeitä kohteita, mitä voitaisiin parantaa helposti. Merkittävä hukka-aika johtuu pinkan täyttymisestä ja sen kuljettamisesta jatkokäsittelyyn. Tähän on tulossa kuitenkin selkeä uudistus investoinnin yhteydessä. Täyttyneet pinkat tullaan jatkossa kuljettamaan traversseilla, kun tällä hetkellä ne kuljetetaan jatkojalostukseen trukeilla. Tämä tuo merkittävästi lisää jalostusaikaa linjalle, kun siellä työskentelee yksi henkilö. Nykyisessä mallissa linja seisoo kokoajan, kun henkilö on viemässä pinkkaa eteenpäin. Tulevaisuudessa linjalla pinkka sidotaan kiinni ja traverssi kuljettaa automaattisesti sen jatkokäsittelyyn. Muita merkittäviä ongelmakohtia ovat levyt, joissa pinnoite on selkeästi levynreunan yli, tämä aiheuttaa reunavajaita lopputuotteita tai ne täytyy siistiä ennen työstöä. Siistiminen vie paljon aikaa kuten tuloksista huomasimme, jos se täytyy tehdä jokaiselle pinkalla mikä tulee puristimelta työstölinjalle. Lisäksi pinkan ohjaaminen puristimelta reunatyöstölinjalle ei ole täysin yksioikoista. Se vaatii että puristimenhoitaja painaa pinkan menemään eteenpäin, mutta jos näin ei tapahdu, reunatyöstölinjan hoitaja ei tiedä onko siellä pinkka jo tulossa. Tämä epätietoisuus johtuu siitä, ettei kameroita ole koko matkalle pinnoitepuristimelta reunatyöstölinjalle. Lisäksi lajittelupisteeltä ei voi hallita koko tätä linjaston matkaa, mikä aiheuttaa ylimääräistä kävelyä. Linjalla tapahtuu myös päällekkäiskirjauksia, kun raakkien viat kirjataan ensin käsin paperille ja vuoron lopussa koneelle. Myös 2-laadun pinkkaajan rajoissa oli heittoa, kun se välillä pudotteli sitä alas vaikka ei ollut täysi ja lisäksi pohjan alla piti olla levy korokkeena.

Huomioita mitkä eivät liity suoranaisesti asetteisiin olivat, että lajittelijalla on suhteellisen vähän aikaa tehdä valinta levyn laadusta ja valaistus oli heikohko. Ontonpaljastin ei jostain syystä tunnistanut onttoja, kun se ei kertaakaan pärähtänyt mittausten yhteydessä, vaikka muutaman ontton silmämääräisesti huomasikin. Myös toisilta tehtailta tulevien tuotteiden ohjeistus voisi olla selkeämpi, yksi vuoro meni ihmetellessä mitkä virheet hyväksytään.

Merkittävä huomio on myös, ettei pinnoitepuristin pysty tuottamaan levyjä reunatyöstölinjalle tarpeeksi. Tämä korostuu varsinkin ohuissa levyissä, joita asiakkaan pinkkoihin tulee paljon. Kuitenkin levyjen ollessa paksuja, reunatyöstölinjalla pinkka täyttyy nopeammin ja sen kuljettaminen seuraavaan työvaiheeseen kompensoi tätä aikaa.

8 PARANNUSEHDOTUKSET

Päällekkäiskirjauksesta eroon pääseminen ei vaadi suurta investointia, koska linjan lajittelupenkissä on jo näppäimet ja niitä on käytetty aikoinaan Viialan tehtaalla. Joten se vaatii vain niiden synkronoinnin tietokoneeseen. Tosin näppäimiä on vähemmän mitä virhekatteoriaita, mutta virhe voitaisiin jakaa kahteen pääluokkaan ja niiden alakategorioihin. Toteutus voisi olla esimerkiksi sellainen, että kumpaa pääkategoriaa tulee enemmän, se olisi aina valittuna. Ja kun tulee toista kategoriaa, se painettaisiin napilla ja valittaisiin tarkempi vian määritys samoista napeista. Tämä toimenpide mahdollistaisi työnjohtajien reaaliaikaisen seurannan kuinka paljon tulee tuotteita mitkä ei täytä laatuvaatimuksia. Samalla huomataan syy mistä se johtuu ja voidaan jäljittää missä vaiheessa prosessia tämä virhe syntyy.

Koska linjalla on jo kameroita ja näyttöjä, niiden lisääminen ja kuvakulmien optimointi olisi halpa investointi. Lisäksi kameroita voisi löytyä jo suljetuilta tehtailta. Ainakin linjan työntekijöiden mukaan kamera, joka kuvaa 2-laadun pinkkaajaa, on sinänsä turha ja voitaisiin valjastaa parempaan hyötykäyttöön. Lisäksi näytöt ovat kohtuullisen etäällä lajittelijasta, joten nekin voitaisiin sijoittaa helposti metallikaaren avulla lähemmäksi lajittelijoita. Kameroiden avulla linjanhoitaja voisi hallita pinkkojen kuljetuksen pinnoitepuristimelta reunatyöstölinjalle, kunhan rullakoiden hallinta siirrettäisiin työskentelypisteeseen. Näin sahauslinjan hoitaja välttyisi turhalta kävelyiltä ja linjalle ei syntyisi turhia katkoksia.

Reunojen siistimiset aiheuttavat turhan työvaiheen. Lisäksi reunalta jatkuvasti ylimenevä pinnoite on turha kustannus. Tämä ongelma täytyisi ratkaista virheen syntypaikalla eli pinnoitepuristimella. Pinnoite laitettaisiin siten, että sahauskassa oleva ”kova” reuna, mistä mitta otetaan olisi tasan tai vähän alle, koska kuitenkin reunassa on hieman sahausvaraa. Näin reunoja ei tarvitsisi siistiä ja aikaa säästyisi.

Muilta tehtailta jalostettavaksi tulevien tuotteiden laatumääritykset pitäisi käydä läpi tarkemmin vähintään työnjohtaja tasolla ja mielellään myös työntekijä tasolla. Tällä toimenpiteellä välttyttäisiin tilanteelta missä selkeää käsitystä laatuvaatimuksista ei ole. Laatuvaatimukset ovat hyvin tulkinnanvaraisia, niissä ei yksiselitteisesti sanota mitä virheitä levyssä sallitaan ja kuinka paljon. Esimerkiksi kevät- ja kesäpuun ero sallitaan,

kunhan se ei aiheuta pinnoiteharmasta tai lievä lämpökuvio sallitaan. Nämä määritelmät jättävät lajittelijalla paljon tulkinnanvapauksia. Koska jokainen linjan hoitaja tulkitsee omalla tyyllillä, voi samanlaatuisista levyistä syntyä selkeästi erimäärä 2-laadun levyjä. Lisähaasteen tuo myös se että toisilta tehtailta tulevat tuotteet on voitu valmistaa puusta mitä tehdas itse ei käytä.

Muita yksinkertaisia parannuksia mitkä helpottaisivat työskentelyä, olisivat lajittelupisteen kuvassa 11 näkyvän vasemman laidan palkin siirtäminen vasemmalle 30 - 40 senttimetriä, jolloin lajittelu-aikaa varsinkin alapinnalle saataisiin enemmän ja myös valaistus voitaisiin järjeistää. Tällöin levyt nähtäisiin paremmin ja lajittelijalla olisi parempi mahdollisuus huomata levyssä olevat virheet.



Kuva 11. Lajittelupiste nykyisin.

Reunatyöstölinjalla on oma välivarasto. Tämä voisi mahdollistaa sen, että pinnoitepuristin kävisi työvuorojärjestelmää 3/5 ja reunatyöstölinja 2/5. Näin yhden pinnoitepuristimen vuoron kapasiteetti ajettaisiin reunatyöstölinjan välivarastoon. Reunatyöstölinja kerkiäisi kahdessa vuorossa tyhjentämään välivaraston sekä niissä puristettavat levyt. Asiasta kannattaisi suorittaa jatkotutkimuksia, mikä on levyn paksuudessa kriittinen piste mitkä

pystytään ajamaan kyseisellä järjestelyllä. Vuorojärjestelyn avulla ei reunatyöstölinjalla tulisi levyjen odottelua.

9 LÄHTEET

Asetusaikojen lyhentäminen. 1984: Metalliteollisuuden Kustannus Oy.

Gathen, Gary 2004. What can smed do for you? [Viitattu 12.3.2011.] Saatavilla: <http://www.gcorponline.net/smed.pdf> .

Grönfors, Terttu. 2010. Työssä oppiminen – Avain tuottavuuteen. Hansaprint Direct Oy: Vantaa.

Hansen, Robert C. 2001. Overall Equipment effectiveness: a Powerful Production / Maintenance tool for Increased Profits. Industrial Inc. New York, United States of America.

Häkkinen, Kai; Pötry, Jyri & Joutsen, Peik 2003. Konepajateollisuuden alihankintaprosessien kehittämisedellytykset ja –tavat pk-sektorilla.

Kouri, Ilkka 2009: Lean taskukirja. Teknoliigateollisuus ry, Teknologiainfo teknova Oy, Helsinki.

Peltonen, A. 1998. Tuottavatehdas. [Viitattu 20.10.2010.] Saatavilla: <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/tuottavatehdas/tehdas7.html> .

Productive Press Development Team 1996. Quick Changeover for Operators Portland, Usa: Productive Press.

Shingo, S. 1985. A Revolution in Manufacturing: The SMED System. Cambridge: Productivity Press.

Shingo, Shigeo 1984: Japanilainen tuotantoajattelu. Suomen metalliteollisuuden keskusliitto, Mysigma.

Shingo, Shigeo 1989: A study of the Toyota production system. Revised edition, English re-translation copying 1989 by production, Inc Cambridge.

Sivasankar M., Dhandapani N., Manojkumar S., Karthick N., Raja K. & Yuvaraj J. 2011. Experimental verification of single minute exchange of dies (SMED). [Viitattu 22.3.2011.] Saatavissa: <http://recent-science.com/article/viewFile/6108/3127> .

Tuominen, Kari. 2010. Lean – kohti täydellisyyttä. 1. painos. WS Bookwell Oy: Juva.

UPM-Kymmene Oyj, vuosikertomus. 2009 (pdf-dokumentti). [Viitattu 9.10.2010.] Saatavissa: [http://w3.upm-kymmene.com/upm/internet/cms/upmma.nsf/lupgraphics/UPM_vuosikertomus_2009.pdf/\\$file/UPM_vuosikertomus_2009.pdf](http://w3.upm-kymmene.com/upm/internet/cms/upmma.nsf/lupgraphics/UPM_vuosikertomus_2009.pdf/$file/UPM_vuosikertomus_2009.pdf) .

Uusi-Rauva, E., Haverila, M., Kouri, I. & Miettinen, A. 2003. Teollisuustalous. Neljäs painos. Tammer-Paino: Tampere.

Uusi-Rauva, E., Haverila, M., Kouri, I. & Miettinen, A. 2007. Teollisuustalous. Viides painos. Tammer-Paino: Tampere.

Woodnet, intranet. [Viitattu 29.10.2010.]

10 SUULLISET TIEDONANNOT

Antti Kotron ja linjanhoitajien haastattelu 17.09.2010

Antti Kotron ja linjanhoitajien haastattelu 8.10.2010

Linjanhoitajien haastattelu 29.10.2010

Linjanhoitajien haastattelu 12.11.2010

Linjanhoitajien haastattelu 26.11.2010

Linjanhoitajien haastattelu 27.11.2010

Linjanhoitajien haastattelu 9.12.2010

Antti Kotron ja linjanhoitajien haastattelu 10.12.2010

LIITELUETTELO JA LIITTEET

1. Työvaihelomakemalli
2. Mittauspöytäkirja 27.10.2010
3. Mittauspöytäkirja 12.11.2010
4. Mittauspöytäkirja 26.11.2010
5. Mittauspöytäkirja 27.11.2010
6. Mittauspöytäkirja 9.12.2010
7. Mittauspöytäkirja 10.12.2010

Työvaihelomakemalli

IMA REUNATYÖSTÖLINJAN TYÖVAIHELOMAKE

Täyttäjät:

NO.	Päivämäärä + aika	Aika (min)	Luokka	U	S	Muuta
<i>esim.</i>	<i>29.10.2010 klo. 8:15</i>	<i>10</i>	<i>2</i>		<i>x</i>	<i>Yksin linjalla, työpari tauolla</i>
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						

0

Luokat:

1.	Työpisteen valmistelut, materiaalin nouto/palautus/tarkistus Terien, mittavälineiden ja työkalujen nouto/palautus
2.	Terien asennus/irroitus
3.	Mittaukset/kalibroinnit
4.	Koeajot/säädöt
5.	Jalostava työ

S=Sisäinen asete, kone pois päältä

U=Ulkoinen asete, kone käynnissä

Mittauspöytäkirja 29.10.2010

IMA REUNATYÖSTÖLINJAN TYÖVAIHELOMAKE

Täyttäjät:

NO.	Päivämäärä + aika	Aika (min)	Luokka	U	S	Muuta
1	29.10.2010 klo 16.45	10	1		X	Uusi laatu
2	Klo 16.55					Ajo alkaa
3	Klo 16.55	2	3		X	Mittojen tarkistus
4	Klo 16.57	2	1		X	Tulee reunavajaata, puristimelle keskustelemaan
5	Klo 17.01	2	3		X	Aihioissa ongelmia
6	Klo 17.05	5	1		X	Aihoiden tarkistus, laatu ongelmia
7	Klo 17.14	5	1		X	Aihiot huonoja
8	Klo 17.20					Ajo seis, pomo paikalle
9	Klo 18.14					Ajon aloittaminen uudestaan
10	Klo 18.22	3	1		X	Raakkikone pudottaa vajaan alas
11	Klo 18.33	11	1		X	Levyt loppu
12	Klo 18.52	10	1		X	Pinkka täysi
13	Klo 19.07	25	1		X	Pinkka täysi, lämpölevyjen jälkien tarkistus
14	Klo 19.40	4	1		X	Pinkkaaja ongelma
15	Klo 19.46	4	1		X	Ohjauslaite ei tottele
16	Klo 19.55	45	1		X	Levyt loppu
17	Klo 21.00	7	1		X	Pinkka täysi
18	Klo 21.17	40	1		X	Levyt loppu, vuoron vaihto
19	Klo 21.58	1	3		X	Mittojen tarkistus
20	Klo 22.07	6	1		X	Pinkka täysi
21	Klo 22.21	16	1		X	Pinkka täysi, päätös aihoiden hionnasta
22	Klo 22.44	5	1		X	Pinkka täysi
23	Klo 22.51	3	1		X	Aihoiden siirto
24	Klo 23.03	4	1		X	Pinkka täysi
25	Klo 23.15	15	1		X	"reunojen siistiminen"
26	Klo 23.37	2	1		X	Pinkka täysi
27	Klo 23.47	58	1		X	Levyt loppu
28	Klo 0.50	10	1		X	"reunojen siistiminen"
29	Klo 1.01	5	1		X	Pinkka täysi
30	Klo 1.08	2	1		X	Pinkan nouto puristimelta
31	Klo 1.15	1	1		X	Levyt linjalla päällekkäin
32	Klo 1.30	4	1		X	Pinkka täysi
33	Klo 1.39	4	1		X	Pinkka täysi
34	Klo 1.50	25			X	Levyjen odottaminen

336

Luokat:

1.	Työpisteen valmistelut, materiaalin nouto/palautus/tarkistus Terien, mittavälineiden ja työkalujen nouto/palautus
2.	Terien asennus/irroitus
3.	Mittaukset/kalibroinnit
4.	Koeajot/säädöt
5.	Jalostava työ

S=Sisäinen asete, kone pois päätä

U=Ulkoinen asete, kone käynnissä

Huom

Iltavuorossa ajettiin 93 levyä raakki % 36.3

Jos reunoja ei siistitty, tuli reunavajaata

Tuote ei ollut tehtaan oma, joka aiheutti ongelmia koska ei tiedetty, mitkä ovat sallittuja virheitä.

Linjalla Klo 16.30-02.20

Mittauspöytäkirja 12.11.2010

IMA REUNATYÖSTÖLINJAN TYÖVAIHELOMAKE

Täyttäjät:

NO.	Päivämäärä + aika	Aika (min)	Luokka	U	S	Muuta
1	12.11.2010 klo 5.55	2	1			Ajo alkaa
2	Klo 5.58	4	3		X	Mittojen tarkistus
3	Klo 6.09	2	3		X	Ajo asetusten tarkistus
4	Klo 6.13	13	1		X	Tuotteen vaihto
5	Klo 6.27	17	1		X	Laatu heikkoa, kuvaus ja tarkitus
6	Klo 7.06	3	1		X	Pinkka täysi
7	Klo 7.20	5	1		X	Pinkka täysi
8	Klo 7.36	3	1		X	Pinkka täysi
9	Klo 7.40	15			X	Tavaraloppu, kahvitauko
10	Klo 8.13	4	1		X	Pinkka täysi, vajaa paali tilalle
11	Klo 8.27	3	1		X	Pinkka täysi
12	Klo 8.40	2	1		X	Pinkka täysi
13	Klo 8.43	2	1		X	2-laadun kone pudotti pinkan itsestään(ei täysi)
14	Klo 8.46	6	1		X	2-laadun pinkka täysi
15	Klo 9.07	4	1		X	Pinkka täysi
16	Klo 9.19	2	2		X	Terien säädöt
17	Klo 9.28	2	1		X	Pinkka täysi
18	Klo 9.41	30			X	Pinkka täysi, ruokatauko
19	Klo 10.23	2	1		X	Pinkka täysi
20	Klo 10.30	5	1		X	2-laadun pinkka täysi
21	Klo 10.42	3	1		X	Pinkka täysi
22	Klo 10.48	20	1		X	Levyt loppu
23	Klo 11.17	2	1		X	Pinkka täysi
24	Klo 11.26	50	1		X	Levyt loppu
25	Klo 12.35	5	1		X	Pinkka täysi, ID vaihtuu
26	Klo 12.45	6	1		X	Levyt loppu
27	Klo 12.52	2	1		X	Pinkka täysi
28	Klo 13.06		1		X	Levyt loppu

214

Luokat:

1.	Työpisteen valmistelut, materiaalin nouto/palautus/tarkistus Terien, mittavälineiden ja työkalujen nouto/palautus
2.	Terien asennus/irroitus
3.	Mittaukset/kalibroinnit
4.	Koeajot/säädöt
5.	Jalostava työ

S=Sisäinen asete, kone pois päätä

U=Ulkoinen asete, kone käynnissä

Huom

Alkuun 29 levyä elephanttia, joiden raakki-% oli 100 %

Sen jälkeen Wisa slabbia, joiden raakki-% oli 17.6 %

Mittausaika klo 5.40-13.10

Mittauspöytäkirja 26.11.2010

IMA REUNATYÖSTÖLINJAN TYÖVAIHELOMAKE

Täyttäjät:

NO.	Päivämäärä + aika	Aika (min)	Luokka	U	S	Muuta
1	26.11.2010 klo 7.15	2	1		X	Pinkkojen siirto
2	Klo 7.26	10	1		X	Pinkka täysi + vienti
3	Klo 7.36	1			X	Ruuhkaa risteysasemalla
4	Klo 7.38	7	1		X	2-pinkka täysi
5	Klo 7.53	17			X	Kahvi tauko + tavaran odottaminen
6	Klo 8.23	7	1		X	Pinkka täysi + vienti
7	Klo 8.52	15	1		X	Pinkka täysi + vienti
8	Klo 9.32	12	1		X	Pinkka täysi + uusi ID
9	Klo 9.59	20			X	Ruokatauko
10	Klo 10.32	13	1		X	Pinkka täysi + vienti
11	Klo 11.07	10	1		X	Pinkka täysi + vienti
12	Klo 11.32	38	1		X	Tavara loppu
13	Klo 12.21	8	1		X	Pinkka täysi + vienti
14	Klo 12.44	61			X	tavara loppu, pohjien teko+ vuoron vaihto
15	Klo 13.46					Vuoro vaihtunut ajo jatkuu
16	Klo 14.01	7	1		X	Pinkka täysi + vienti
17	Klo 14.11	1	3		X	Tarkistus mittaus
18	Klo 14.13	1	1		X	Risteysasemalla ruuhkaa
19	Klo 14.16	2	3		X	Tarkistus mittaus
20	Klo 14.28	22	1		X	Tavaran odottaminen

254

Luokat:

1.	Työpisteen valmistelut, materiaalin nouto/palautus/tarkistus Terien, mittavälineiden ja työkalujen nouto/palautus
2.	Terien asennus/irroitus
3.	Mittaukset/kalibroinnit
4.	Koeajot/säädöt
5.	Jalostava työ

S=Sisäinen asete, kone pois päätä

U=Ulkoinen asete, kone käynnissä

Huom

Tuote 9,0 mm hexa grey

Raakki-% noin 15 %

Aamulla imut pois päältä puoli tuntia

Mittausaika klo 7-15

Mittauspöytäkirja 27.11.2010

IMA REUNATYÖSTÖLINJAN TYÖVAIHELOMAKE

Täyttäjät:

NO.	Päivämäärä + aika	Aika (min)	Luokka	U	S	Muuta
1	27.11.2010 klo 7.15					aletaan ajamaan
2	Klo 7.16	1	3		X	Tarkistusmittaus
3	Klo 7.24	2	1		X	Levyt jumissa 2-laadun hississä
4	Klo 7.48	28	1		X	Levyt loppu
5	Klo 8.21	28	1		X	Pinkka täysi + käsin tarkistus
6	Klo 9.09	14	1		X	Levyjen nouto + "reunojen siistiminen"
7	Klo 9.41	15	1		X	Pinkka täysi + vienti
8	Klo 10.01	20			X	Ruoka tauko
9	Klo 10.26	8	1		X	Pinkka täysi + vienti
10	Klo 10.35	1			X	2-laadun hissi jumissa
11	Klo 10.41	5	1		X	Reunojen siistiminen
12	Klo 11.07	10	1		X	Pinkka täysi + vienti
13	Klo 11.21	10	1		X	Levyjen nouto + "reunojen siistiminen"
14	Klo 11.32	1	1		X	Syöttökone nosti kahtalevyä
15	Klo 11.52	11	1		X	Pinkan nouto+ reunojen siistiminen

154

Luokat:

1.	Työpisteen valmistelut, materiaalin nouto/palautus/tarkistus Terien, mittavälineiden ja työkalujen nouto/palautus
2.	Terien asennus/irroitus
3.	Mittaukset/kalibroinnit
4.	Koeajot/säädöt
5.	Jalostava työ

S=Sisäinen asete, kone pois päältä

U=Ulkoinen asete, kone käynnissä

Huom:

Aamulla ei ollut levyjä joten, ensimmäinen tunti meni siivotessa ja pohjia tehden.

Tuote 9,0 mm hexa Grey

Raakki-% noin 22 %

Aika linjalla 5.35-12.05

Mittauspöytäkirja 9.12.2010

IMA REUNATYÖSTÖLINJAN TYÖVAIHELOMAKE

Täyttäjät:

NO.	Päivämäärä + aika	Aika (min)	Luokka	U	S	Muuta
1	9.12.2010 klo 7.15					Ajo alkaa
2	Klo 7.29	13	1		X	Pinkka täysi, vienti
3	Klo 7.49	17	1		X	Kahvi, levyjen tarkistus
4	Klo 8.09	7	1		X	Levyjen nouto
5	Klo 8.30	8	1		X	Pinkka täysi, vienti
6	Klo 8.47	14	1		X	Levyt loppu
7	Klo 9.20	7	1		X	Pinkka täysi
8	Klo 9.33	30	1		X	levyt loppu, ruokatauko
9	Klo 10.22	7	1		X	Pinkka täysi, vienti
10	Klo 10.32	30	1		X	Levyt loppu
11	Klo 11.04	17	3		X	Paksuuden/laadun tarkistus
12	Klo 11.30	9	1		X	Pinkka täysi, vienti
13	Klo 11.44	17	1		X	Kahvi tauko, reuna huonoo, laadun tarkistus
14	Klo 12.16	14	1		X	Pinkan vaihto
15	Klo 12.33	4	1		X	Levy jumissa pinkkaajassa
16	Klo 12.44	1	1		X	Lajittelumitan vaihto
17	Klo 12.45	60	1		X	Laatu vaihtuu, pinkat pois, pohjien teko
18	Klo 13.47					Vuoro vaihtunut, ajo alkaa taas
19	Klo 14.19	9	1		X	Pinkka täysi, vienti
20	Klo 14.57	8	1		X	Pinkka täysi, vienti

272

Luokat:

1.	Työpisteen valmistelut, materiaalin nouto/palautus/tarkistus Terien, mittavälineiden ja työkalujen nouto/palautus
2.	Terien asennus/irroitus
3.	Mittaukset/kalibroinnit
4.	Koeajot/säädöt
5.	Jalostava työ

S=Sisäinen asete, kone pois päätä

U=Ulkoisen asete, kone käynnissä

Huom

Mittausaika klo 7.15-15.15

Raakki-% oli 16,5 %

Mittauspöytäkirja 10.12.2010

IMA REUNATYÖSTÖLINJAN TYÖVAIHELOMAKE

Täyttäjät:

NO.	Päivämäärä + aika	Aika (min)	Luokka	U	S	Muuta
1	10.12.2010 klo 7.15					Ajo alkaa
2	Klo 7.31	5	1		X	Pinkka täysi
3	Klo 7.41	12			X	Kahvi
4	Klo 8.00	5	1		X	Pinkka täysi
5	Klo 8.16	8	1		X	Pinkka täysi, pohjanteko
6	Klo 8.35	45	1		X	Tavara loppu, sahausmitan vaihto
7	Klo 9.21	1	3		X	Mitan tarkistus
8	Klo 9.40	24			X	Ruokatauko
9	Klo 10.08	8	1		X	Pinkka täysi
10	Klo 10.33	7	1		X	Pinkka täysi
11	Klo 10.55	10	1		X	Pinkka täysi
12	Klo 11.16	21	1		X	Tavara loppu, pohjien teko
13	Klo 11.42	24	1		X	Pinkka täysi, kahvi
14	Klo 12.15					Seuraaminen lopetettu

170

Luokat:

1.	Työpisteen valmistelut, materiaalin nouto/palautus/tarkistus Terien, mittavälineiden ja työkalujen nouto/palautus
2.	Terien asennus/irroitus
3.	Mittaukset/kalibroinnit
4.	Koeajot/säädöt
5.	Jalostava työ

S=Sisäinen asete, kone pois päätä

U=Ulkoinen asete, kone käynnissä

Huom

Mittausaika klo 7.15-12.15