

Ville Saarenmaa

NAUHALEIKKURIN TUOTTAVUUDEN PARANTAMINEN

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

2016

NAUHALEIKKURIN TUOTTAVUUDEN PARANTAMINEN

Saarenmaa, Ville
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Kesäkuu 2016
Ohjaaja: Santanen, Teemu
Sivumäärä: 23
Liitteitä: 8

Asiasanat: tuottavuus, lean, dmaic, smed, 5s

Opinnäytetyön aiheena oli Aurubis Finland Oy:n valssaamon nauhaleikkurin tuottavuuden parannus. Valssaamossa on käynnissä projekti, jonka tarkoituksena on käydä kaikki valssaamon koneet lävitse. Projektin tavoitteena on parantaa sekä valssaamon saantoa 62%:iin että kokonaistuottavuutta 15% verrattuna 2013-2014 tilikauteen.

Kirjallisuuteen tutustumisen jälkeen nauhaleikkurin toimintaa seurattiin. Koneenkäyttäjien kanssa keskusteltiin linjalla olevista ongelmista sekä kehityskohteista. Projektin aikana noudatettiin Lean ongelmanratkaisumenetelmää. Menetelmää noudattamalla kyettiin löytämään koneen tuotannosta suorituskykyä nostattavat asiat.

Linjan toiminnasta kerätyistä tiedoista ja lasketuista asetusojoista saatiin tietoa eri kehityskohteiden tarpeellisuudesta. Kehityskohteet priorisoitiin projektin ohjausryhmän kanssa, sillä aikataulu oli kiireinen..

INCREASING PRODUCTIVITY OF COIL SLITTER

Saarenmaa, Ville

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Mechanical and Production Engineering

June 2016

Supervisor: Santanen, Teemu

Number of pages: 23

Appendices: 8

Keywords: productivity, lean, dmaic, smed, 5s

The subject of this thesis was to increase the productivity of coil slitter in the copper rolling mill building of Aurubis Finland Oy. In the rolling mill there is an ongoing productivity project which purpose is to go through all machines in the rolling mill. The goal of the project is to increase both the rolling mills gain to 62% and productivity by 15% compared to accounting period 2013-2014.

After familiarization in literature actions of the coil slitter was followed up. Coil slitter problems and targets for development were discussed together with the machinists. Project follows problem-solving system Lean. Things that increase performance of the machine were tried to be found by following the Lean.

Collected information of the coil slitter lines action and calculated setting-times provided information on necessity of different targets for development. Targets for development were prioritized with steering group of the project because schedule was busy.

SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	5
2 YRITYKSESTÄ.....	6
3 TYÖN TOTEUTUS	8
4 LEAN	9
4.1 Tuotannon häviöt	9
5 DMAIC.....	10
5.1 Määrittely.....	10
5.1.1 Schmitz nauhaleikkurin prosessikuvaus ja tilanne.....	10
5.1.2 Ongelmien tiedonkeruu	11
5.1.3 SIPOC	12
5.2 Mittaus	12
5.2.1 Spagettidiagrammi	12
5.2.2 OEE- kokonaistehokkuus.....	13
5.2.3 OEE-tason määrittäminen	14
5.2.4 Ongelmien luokittelu.....	16
5.3 Analysointi.....	17
5.3.1 SMED-laskenta	17
5.4 Parannus	19
5.4.1 5S	19
5.5 Ohjaus	20
5.5.1 Korjaavat toimenpiteet	20
6 JOHTOPÄÄTÖKSET	22
LÄHTEET.....	23
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö on osa Step-Up projektia ja se tehtiin Aurubis Finland Oy:lle. Step-Up on projekti, jonka tavoitteena on parantaa valssaamon saantoa 62%:iin sekä nostaa kokonaistuottavuutta 15%. Step-Up projektissa käytettiin apuna Lean menetelmää, jonka tarkoitus on parantaa prosessia systemaattisesti.

Tämä tutkimus tehtiin Step-Up projektissa vuorossa olevalle Schmitz nauhaleikkurille, jonka pääasiallinen tehtävä on halkaista ja leikata nauha haluttuun leveyteen. Kehityskohteisiin kuuluivat koneen sisäisen laadun parantaminen, prosessisaannon parantaminen, työmenetelmien kehittäminen ja koneiden välisen yhteistyön kehittäminen. Tavoitteena oli nostaa kokonaistuottavuutta 15 %, mitattuna tonnia/miestyötunti.

2 YRITYKSESTÄ

Tänä vuonna 150 vuotta täyttävä Aurubis konserni on johtava maailmanlaajuinen kupariteollisuuden yritys ja maailman suurin kuparin kierrättäjä. Konserni tuottaa puhdasta, myyntikelpoista ja korkealaatuista kuparia kuparirikasteesta tehdyistä kuparikatodeista, kupariromusta sekä kierrätysmateriaaleista ja valmistaa niistä muun muassa valssattuja levyjä, nauhoja, keloja ja pyörylöitä. Yrityksen laajaa kuparilaatujen valikoimaa voi löytää arkkitehtuurista ja monesta teollisesta tuotteesta. (Aurubis Finland Oy:n kotisivut 2016)

Aurubis Finland Oy sijaitsee Porin Kuparipuistossa. 100 000 m² kokoisella alueella sijaitsee myös muita kupariteollisuusyrityksiä. Kuparipuiston pohjakartta näkyy kuvassa 1. Aurubis Finland Oy:n tuotantoyksiköt Kuparipuiston alueella ovat kuparivalimo ja valssaamo. Tuotteiden korkeasta pinnan laadusta tunnettu yritys tuottaa kuparivalukappaleita ja valssattua kuparia sähkö-, elektroniikka- ja rakennusteollisuudelle, mutta myös muille korkeaa sähkö- ja lämmönjohtavuutta tarvitseville teollisuusaloille. Oikea kupariseos valmistetaan yli kuudenkymmenen erilaisen vaihtoehdon joukosta asiakkaan tarpeiden ja vaatimusten mukaan. Noin 90 % tuotannosta menee vientiin. (Aurubis Finland Oy:n kotisivut 2016)



Kuva 1. Kuparipuiston pohjakartta, ympyröitynä Aurubis Finland Oy:n valssaamo (#3) ja kuparivalimo (#12)

3 TYÖN TOTEUTUS

Ennen projektin aloittamista tutustuttiin tuotantotalouden ja tuottavuuden kehitysmenetelmien kirjallisuuteen. Koneen käytön ja sen toimintojen seuraaminen oli myös perehtymistä vaativa asia. Aluksi listattiin yhdessä koneen operaattoreiden kanssa heidän näkökulmasta ongelmakohtia, kehityskohteita ja parannusehdotuksia. Marraskuun 2015 pohjalta tehtiin OEE vesiputouskuvaaja, jonka perusteella pystyttiin havaitsemaan, mitkä osa-alueet vaativat erityishuomioita. Marraskuun tuotantotiedot saatiin vesiputouskuvaajaan Arrow tuotannonseurantajärjestelmästä.

Kunnossapidon huoltosuunnitelma käytiin lävitse ja korjattiin siinä ilmenevät puutteet. Lisäksi tehtiin koneella olevaan oikaisukoneeseen liittyen työohjeita. Oikaisukoneeseen olisi mahdollisesti hankintalistassa varakasetti. Tämän vuoksi työohje kasetin poistoon ja vaihtoon olisi tarpeen. Kasetin vaihtoon tarkoitettun työohjeen lisäksi tehtiin vielä toinenkin työohje oikaisukoneen kalibrointia ja nollausta varten.

Koneelle laskettiin asetusajoja SMED-menetelmällä, jotta kaikki turha aika saataisiin karsittua pois ja saataisiin nostettua koneen tehokkuutta. Koneella tehtiin myös Spagettidiagrammit erikseen koneen pääkäyttäjälle sekä apulaiselle. Diagrammista nähdään kaiken turhan kävellyn matkan valmistelevien toimenpiteiden tekemiseen. SMED-laskelmien sekä spagettidiagrammien perusteella saatiin kokonaiskuva 5S siivous- ja järjestelypäivää varten. 5S:n avulla pienennettiin välimatkoja ja pyrittiin saamaan koneen ympäristö siistimmäksi, jotta osaan asetuksista ei kuluisi turhaa aikaa.

4 LEAN

Lean on kaikille ryhmille tarkoitettu joukko periaatteita, harjoitteita, työkaluja ja tekniikoita. Ne on suunniteltu osoittamaan juurisyyt, kun suoriudutaan toiminnasta odotettua huonommin. Lean on järjestelmällinen lähestymistapa häviöiden syiden poistamiseen koko arvovirrasta, jotta itse työsuorituksen ja asiakkaiden vaatimusten välistä kuilua saataisiin pienennettyä. Tavoitteena on optimoida kustannukset, laatu ja toimitus parantaen samalla turvallisuutta. Tavoitteen saavuttamiseksi on poistaa häviöiden kolme pääsyytä: hukat, muuttuvuus ja joustamattomuus. (Drew, McCallum & Roggenhofer 2004, s. 15)

4.1 Tuotannon häviöt

1. Ylituotanto

- tehdään tuotantoa liian nopeasti tai valmistetaan tuotetta suurempi määrä mitä asiakas tarvitsee

2. Odotukset

- toimetonta aikaa ihmisillä tai koneilla, jossa arvoa tuottavaa tuotantoa ei tapahdu

3. Kuljetukset

- materiaalin tarpeetonta kuljetusta tai kuljetuksen aikana tuotteeseen tullutta vauriota

4. Prosessointi

- prosessien tekemistä, joita asiakas ei ole vaatinut

5. Varastointi

- vanhentuneet varastot sekä tilan puute

6. Liike

- prosessin aikana työntekijän tai materiaalin turha liike

7. Viat ja häiriöt tuotteessa

- aiheuttaa uudelleentyöstöä ja voi olla seurausta koneen huonosta kunnosta, työntekijöiden epäpätevyydestä

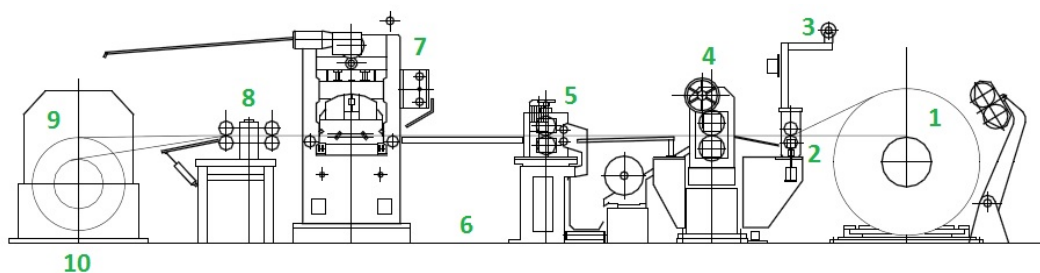
5 DMAIC

Projektissa käytettiin hyödyksi DMAIC-ongelmanratkaisumenetelmää, jonka avulla muutettiin systeemistä löydettyjä prosessin suorituskykyä parantavia tekijöitä. DMAIC (eng. Define, Measure, Analyze, Improve, Control) -lyhenne tulee sanoista: määrittely, mittaus, analysointi, parannus ja ohjaus. (George, Rowlands, Price & Maxey 2005, s. 1)

5.1 Määrittely

Tällä hetkellä nauhaleikkuria ajetaan kolmessa vuorossa. Aikaisemmin leikkuria on ajettu kahdessa vuorossa. Koneella on kolme pääkäyttäjää, yksi kuhunkin vuoroon. Lisäksi valssaamon muilta koneilta löytyy kolme muuta pääkäyttäjäksi kykeneväistä Schmitz nauhaleikkurille. Apulaisia koneelle on kuitenkin vain kolme. Sairastapaukset aiheuttavat koneelle seisokkeja. Nauhaleikkurin rakennekuva on kuvassa 2.

5.1.1 Schmitz nauhaleikkurin prosessikuvaus



Kuva 2. Schmitz nauhaleikkurin rakennekuva

1. Koneen apulainen hakee rullan hallinosturilla rullaradalle, jota pitkin rulla ajetaan syöttökelalle. Syöttökelalla rullasta otetaan siihen mahdollisesti tulleet kolhiintuneita tai naarmuisia kierroksia pois romuksi.
2. Nauhan pää ajetaan eteenpäin ohjausrullien läpi.
3. Nauhan pinnalle laitetaan teippikalvo päälle. Teippirullalle on syöttöä varten teline.

4. Jos kyseessä on halkaisu, ajetaan nauha leikkausteräpaketin läpi. Leikkausteräpaketti muokataan haluttujen nauhanleveyksien mukaan. Halkaisukohdasta tuleva väliromu ohjataan koneen yli linjan lopussa oleville romunkerääjille.
5. Nauha ohjataan leikkausteräpaketin jälkeen reunausyksikön kohdalle. Nauhasta saadaan oikean levyinen kun se ajetaan reunauksen läpi.
6. Reunauksesta tulevat romut menevät kuljetinrataa pitkin romupaalaimen, josta ne lajitellaan seoksittain.
7. Nauha ajetaan oikaisukoneeseen.
8. Nauhan reunat mahdollisesti pyöristetään.
9. Vetokelalla nauhan päät teipataan kiinni ja pakataan pahvilla sekä muovilla.
10. Rullaradalle laitetaan oikea puulava, johon valmiiksi pakattu rulla nostetaan. Tämän jälkeen rulla ajetaan rullarataa pitkin lähemmäs käytävää, jolloin trukki saa vietyä valmiin tuotteen seuraavaan vaiheeseen.

5.1.2 Ongelmien tiedonkeruu

Projektin aikana kaikkien ongelmien korjaaminen aikataulun takia oli mahdotonta, joten pyrittiin keskittymään suurimpia häviöitä tuottaviin asetuksiin sekä lyhyisiin pysähdyksiin. Projektin ongelmakohteet ovat lueteltu liitteessä 2. Koneenkäyttäjien mielipiteet sekä kokemukset otettiin huomioon ja niistä oli paljon hyötyä koko projektin aikana.

Ensimmäiset projektin päivät käytettiin koneeseen tutustumiseen ja työvaiheiden, ongelmakohtien ja turvallisuuden seuraamiseen. Samalla käytiin eri vuorojen koneenkäyttäjien kanssa läpi tuotantolinjan ongelmia ja aikaa vieviä asioita eli aikahäviöitä. Suurimmat aikahäviötä aiheuttavat pääkohdat kirjattiin paperille ylös. Asioiden priorisointia varten järjestettiin palaveri, jossa käytiin eri vuorojen kanssa läpi mitkä aiheuttavat suurimpia aikahäviöitä, ongelmia, konerikkoja tai lisähuomioita. Ongelmakohdat on esitetty liitteessä 2

5.1.3 SIPOC

SIPOC kaavio on prosessin tilannekuva, joka näyttää tärkeät tiedot projektista. Se on tyypillinen työ DMAIC-mittausvaiheessa. Kaavio auttaa ryhmää ja sen yhteistyökumppaneita olemaan yksimielisiä projektin rajoista ja laajuudesta. SIPOC-kaavion tekemiseen tarvittavia tunnistettavia asioita ovat projektin rajojen ja avain aktiviteettien lisäksi tärkeimmät outputit ja niiden asiakkaat, inputit ja tavarantoimittaja ja laadulle kriittiset vaatimukset. (George, Rowlands, Price & Maxey 2005, s. 38-39) Nauhaleikkurille tehty SIPOC-kaavio löytyy liitteestä 1.

5.2 Mittaus

Aloitetaan määrittämällä nykyinen perustaso. Luodaan voimassa olevat ja luotettavat mittaukset, joiden avulla seurataan edistystä kohti tavoitteita. (Voehl, James Harrington, Mignosa & Charron 2014, s. 186)

5.2.1 Spagettidiagrammi

Spagettidiagrammi esittää tiedon, materiaalin tai henkilön kulkeman matkan prosessin aikana. Käytetään parantamaan työpisteen sijoittelun suunnittelua. Nauhaleikkurin pääkäyttäjälle sekä apulaiselle tehtiin erikseen diagrammit, jotta voitiin nähdä mihin suurin matka menee. (George, Rowlands, Price & Maxey 2005, s. 42-43) Diagrammit löytyvät liitteistä 3 ja 4.

Pääkäyttäjän diagrammista huomattiin, että operaattori ei poistu koneen välittömästi läheisyydestä rullaa ajettaessa. Suurimmat matkat koneen kipparille tulevat laadun- tarkastelusta sekä apulaisen kanssa valmiin rullan pakkaamisessa. Apulaisen diagrammissa on huomattava ero verrattuna kipparin diagrammiin. Apulaisella on koneen läheisyydessä käveltyä matkaa enemmän, mutta myös koneelta on poistuttava tekemään asetuksia. Suurimman kuljetun matkan apulaiselle aiheuttavat rullien haku nosturilla sekä pahviholkkien sahaus holkkisahalla.

5.2.2 OEE-kokonaistehokkuus

OEE (eng. Overall equipment effectiveness) on mitta, joka keskittyy kuinka tehokkaasti tuotantoprosessi hyödynnetään. OEE tunnistaa laitteiden potentiaalin, jäljittää häviön ja löytää avautuvia mahdollisuuksia. Sen päätavoitteena on lisätä tuottavuutta, vähentää kustannuksia sekä kasvattaa tietoisuutta koneen tuottavuuden tarpeesta. OEE:n tavoitteena on yrityksen voittojen kasvattaminen sekä kilpailuedun saavuttaminen tai säilyttäminen. (Stamatis 2010, s. 21)

5.2.2.1 Käytettävyys

Konerikkoja tapahtuu koneilla ja ne ovat muutenkin harvoin toiminnassa 24 tuntia vuorokaudessa. Käytettävyys on prosenttiosuus suunnitellusta ajasta. Toisin sanoin käytettävyys on prosenttiosuus jolloin kone on käytettävissä tuotannon tekemiseen. (Stamatis 2010, s. 25)

Koneella tarvitsee hyvin usein ajaa erilaisia tuotteita ja niitä varten koneeseen tulee asettaa erilaisia asetuksia. Asetukset ja niihin kuluneet ajat tunneissa ovat liitteessä 5. Aikaa menee työkalujen tai osien vaihtoon. Asetusaikaa voi mennä siivoamiseen, jotta seuraavaksi ajettavan tuotteen laatu ei kärsi. Asetusaikaan saattaa myös kuulua oikeiden työkalujen, osien ja henkilöiden hakemiseen. Käytettyä laskevat myös miehistö- ja materiaalipula. Miehistöpulan aiheuttaja on usein sairastumiset, mutta myös valitettavia tapaturmia saattaa sattua.

5.2.2.2 Tuottavuus

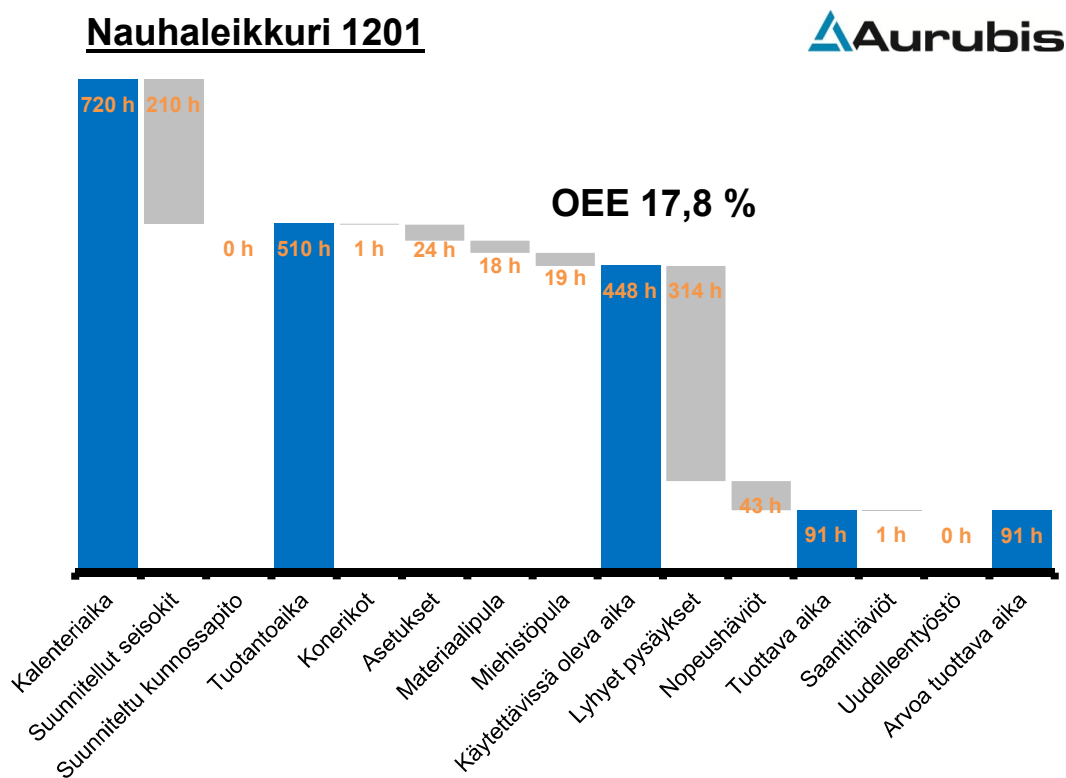
Koneet käyvät usein hitaampaa kuin mitä ne on suunniteltu käymään. Erilaisille tuotteille on erilaiset nopeudet. Toisille tuotteille laatu on tärkein, jonka takia on ajettava paljon hitaammin. Tuottavuuden prosenttiluku saadaan todellisen nopeuden ja keskimääräisen nopeuden suhteesta. Toisena tuottavuuteen vaikuttavana asiana ovat lyhyet pysähdykset. Lyhyet pysähdykset ovat tapauksia, jotka pysäyttävät tuotannon ilman koneen rikkoutumista. (Stamatis 2010)

5.2.2.3 Laatu

Tuotteista, jotka eivät vastaa asiakkaan vaatimuksia muodostuu merkittävä häviö. Romua, jota ei voi käyttää uudelleen on materiaalin tuhlausta. Vesiputouksen tiedoissa saantihäviö tarkoittaa paljonko aikaa kuukaudessa mennyt romutukseen. Uudelleen työstö tulee reklamaatioista. Uuden tuotteen saamiseksi asiakkaalle menee aikaa.

5.2.3 OEE-tason määrittäminen

Koneenkäyttäjien tietojen ja ehdotusten avuksi olisi saatava faktatietoa, miten tuottavuutta saisi parannettua. Oikea keino tähän oli selvittää OEE-luku vesiputouskaavion avulla. Kaavio on esitetty kuvassa 4. OEE-luku saadaan laskettua kertomalla käytettävyys, tuottavuus ja laatu keskenään. Ennen OEE-luvun laskemista oli kuitenkin määritettävä ja laskettava erilaisia tietoja, jotka saatiin tuotantodataa analysoimalla. Vesiputouksessa olevat tiedot on merkattu tunteina. Liitteessä 5 on marraskuun vesiputouksen tiedot.



Kuva 4. Nauhaleikkurin vesiputouskaavio ja OEE-luku

Ensimmäisenä laskettiin kalenteriaika tunteina marraskuulta ja siitä vähennettiin suunnitellut seisokit sekä suunniteltu kunnossapito. Suunnitellut ylityötunnit kuitenkin oli vielä lisättävä ennen kuin saatiin tuotantoaika laskettua. Konerikot, asetukset, materiaalipula, miehistöpula, lyhyet pysähdykset ja näihin mennyt aika saatiin laskettua Arrow-tuotannonseurantajärjestelmästä. Kuten vesiputouskaaviosta on nähtävissä, suuremmilta korjausta vaativilta konerikoilta on säästyty.

Tuotannonseurantajärjestelmässä ei ole kaikkia asetuksia merkattu vaan ne ovat jätetty kuittaamatta. Näin ollen vesiputouskaaviossa lyhyiden pysähdyksien pylvään ajasta osa kuuluu asetusten pylvääseen. Nopeushäviöihin kuluva aikaa saattaa vaihdella koneella ajettavien eri paksuisien ja eri seoksista valmistettujen rullien takia. Vesiputouskaaviosta pystytään näkemään jo varhaisessa vaiheessa mihin asioihin on kiinnitettävä erityishuomiota. Pientämällä asetuksiin ja lyhyihin pysähdyksiin kuluva aikaa voitaisiin koneen tuottavaa aikaa ja myös kokonaistuottavuutta nostaa dramaattisesti.

Lopuksi ennen OEE-tason laskentaa tuottavasta ajasta vähennetään vielä pois saantihäviöt sekä uudelleentyöstö, jotta saadaan arvoa tuottava aika selville. Saantihäviöt saatiin nauhaleikkurin vuoden 2015 laaturomutuksesta ja uudelleentyöstöön kuluvat tunnit saatiin vuoden 2015 reklamaatioista, jotka olivat nauhaleikkurin aiheuttamia.

Nauhaleikkurin arvoa tuottavaksi ajaksi saatiin 91 tuntia. Lopuksi nauhaleikkurin OEE-tasoksi laskettiin 17,8 % kaavojen 1, 2 ja 3 avulla. OEE-tason laskuun tarvittavat käytettävyys, tuottavuus ja laatu laskettiin seuraavilla kaavoilla:

$$\text{Käytettävyys \%} = \frac{\text{Käytettävissä oleva aika}}{\text{Tuotantoaika}} * 100\% \quad (1)$$

$$\text{Tuottavuus \%} = \frac{\text{Tuottava aika}}{\text{Käytettävissä oleva aika}} * 100\% \quad (2)$$

$$\text{Laatu \%} = \frac{\text{Arvoa tuottava työ}}{\text{Tuottava aika}} * 100\% \quad (3)$$

5.2.4 Ongelmien luokittelu

Ongelmia ja kehityskohteita kerättiin yhdessä nauhaleikkurin työntekijöiden kanssa kahdeksan kategorian alle, jotka ovat asetukset, nopeushäviöt, konerikot, turvallisuus, lyhyet pysähdykset, materiaalipula, miehistöpula sekä laatu- ja prosessiromutus. Kyseisten kohtien alle listattiin kehittämiskohteita, mutta tiukan aikataulun vuoksi vain eniten hyötyä tuovien kohteiden ratkaisuun käytettiin tutkimukseen varattua aikaa. Koneenkäyttäjien lisäksi OEE-vesiputouskaavion tietoja käytettiin analysoidessa, mitkä ongelmat ja kehitysideoita olisivat ratkaistavissa pienelläkin työpanoksella.

5.2.4.1 Turvallisuus

Turvallisuus luokiteltiin koneenkäyttäjien toimesta tärkeimmäksi asiaksi ja kehitysideoita ja huomioita oli monia. Nauhaa on aluksi jouduttava käsin ohjaamaan sen kulkiessa linjaa pitkin. Toisilta koneilta nauhaleikkurille tulevien rullien nauhan alkupää on paksumpaa ja kovempaa. Nauha saattaa tökätä ja ponnahtaa, jolloin työntekijä ei saisi mennä pitelemään nauhaa. Nauhan halkaisusta tulevaa väliromua on jouduttava koneen yli ohjaamaan romunkerääjille, joiden tyhjennys tapahtuu myös käsin. Tyhjennyksessä on oltava erityisen varovainen, sillä painavien romujen tyhjennys käsin on suuri riski.

Kehityskelpoinen kohde on myös teippirullan vaihtaminen koneeseen. Teippirullaan vaihdettavat akselit ovat todella painavat, jolloin niitä on hankalaa ergonomisesti siirtää. Koneenkäyttäjistä toisen on kiivettävä koneen päälle ohjaamaan nosturilla tuotavaa teippirullaa paikoilleen ja koneen päältä saattaa pudota. Hankalissa asennoissa on myös silloin tällöin toimittava romupaalaimen takia, sillä romupaalain paalaa romun usein kartiomaiseen muotoon ja se saattaa kipattaessa romulavalle kääntyä radalle jumiin. Kyseisen tilanteen tullessa on paalia mentävä rautakangella huonossa asennossa työntämään ja vääntämään oikeinpäin radalle, jotta se vierii romulavalle.

Omaan turvallisuuteen voi myös vaikuttaa itse olemalla valppaana tehdessä kiireellä töitä. Valssaamon pakkauspäässä, jossa nauhaleikkuri sijaitsee, on trukki- sekä nos-

turiliikenne vilkasta. Tarvikkeiden ja työkalujen tulisi olla lähellä, nopeasti ja helposti saatavilla tai muuten aiheutuu linjan ulkopuolella turhaa liikkumista. Vaaratilanteita saattaa syntyä kun tavarat eivät ole niille määrätyillä paikoilla tai niille määrätty paikka ei ole hyvä.

5.3 Analysointi

On analysoitava ongelmien syyt ja tarkistettava ongelmia aiheuttaneet perussyöt. (Voehl, James Harrington, Mignosa & Charron 2014, s. 185)

5.3.1 SMED-laskenta

SMED (eng. Single-Minute Exchange of Die) on teoriaa ja tekniikoita, jotka tekevät mahdolliseksi vähentää asetusajoja. Se kehitettiin aluksi koneen työkaluasetuksien nopeuttamiseksi, mutta sen periaatteet sopivat asetuksiin kaiken tyyppisissä prosesseissa. Sillä pyritään dramaattisesti pienentämään asetusajoja. Lyhyet asetusajat hyödyttävät yritystä paljon auttamalla työpaikkaa olemaan tehokkaampi ja näin ollen myös mukavampi paikka työskennellä. (Productivity Press 1996, s. 14)

Ennen SMED:in kolmea päävaihetta on suoritettava asetusten analysointi. Usein sisäisen ja ulkoiset asetukset menevät sekaisin ja ne vievät paljon aikaa. Monet asetukset, jotka pitäisi tehdä koneen käydessä, tehdään kuitenkin vasta koneen pysähtyessä. Ennen SMED-laskennan aloitusta on tiedettävä, mitä asetuksia tehdään ja kuinka kauan niissä menee aikaa. (Productivity Press 1996, s. 24-28)

Vaihe 1: Tärkein vaihe SMED:in toteuttamisessa on erottaa sisäiset ja ulkoiset asetukset toisistaan. Tekemällä itsestään selvät valmistelut ja kuljetukset koneen ollessa käynnissä voidaan sisäisiin asetuksiin kulutettua aikaa pienentää jopa 30-50 prosenttia. (Productivity Press 1996, s. 28)

Vaihe 2: Ennen asetusajojen pienentämistä on tarkastettava onko joitakin vaiheita tehty koneen ollessa pysähdyksissä vaikka ne voitaisiin tehdä ulkoisesti. Vaiheessa myös mietitään toimenpiteitä, jotta asetuksia saataisiin muutettua ulkoisiksi. Asetuk-

sia saadaan usein muutettua ulkoisiksi tarkastelemalla niiden oikeaa toimintaa. (Productivity Press 1996, s. 28)

Vaihe 3: Tässä vaiheessa peruselementit jokaisesta asetuksesta analysoidaan yksityiskohtaisesti ja tarkasti. Tarkoin määritetyt tarpeet otetaan huomioon tarvittavan ajan lyhentämisessä. Etenkin toimet, jotka on tehtävä sisäisinä koneen ollessa pysähdyksissä. (Productivity Press 1996, s. 28)

5.3.1.1 Asetukset ja lyhyet pysähdykset

Vesiputouskaaviostakin luettuna suurin kaikista aikaa vievistä asioista olivat lyhyet pysähdykset sekä asetukset, joten kyseisiin asioihin päätettiin paneutua syvällisemmin. Koneella tehtävistä asetuksista suurimman ajan vievät leikkausteräpaketin teko, teippi- ja paperirullan vaihto, ja reunapyöröstyslaakereiden vaihto. Rullan ajosta, leikkausteräpaketin teosta, sekä teippi- ja paperirullan vaihdosta päätettiin tehdä tarkempaa analyysiä SMED-laskelmien avulla.

Liitteessä 6 on kuvattu yhden rullan ajo ja siihen kuuluva aika. Automaattisen ajon aika saattaa vaihdella riippuen rullan metrimäärästä, seoksesta sekä ajonopeudesta. Koneen apulaisen tehtävänä on automaattiajon aikana hakea hallinosturilla uusi rulla syöttöpään radalle odottamaan vuoroa sekä mennä sahaamaan holkkisahalle pahviholkit valmiiksi seuraavaa rullaa varten. Näihin toimiin kulutettu aika saattaa myös vaihdella, sillä rullan hakuun tarvittava nosturi saattaa olla käytössä ja tarvittava rulla ei ole koneelle tarkoitettulla varastopaikalla. Hyvin usein rullaa on lähdettävä hakemaan jonkin toisen koneen varastopaikalta. Myös pahviholkkien sahausta varten oleva holkkisaha ei ole koneen välittömässä läheisyydessä, eikä toimi aina niin kuin sen tulisi toimia. Ulkoisiksi asetuksiksi merkityt rullan hakeminen sekä pahviholkkien teko saattavat siis viedä apulaiselta enemmän aikaa kuin koneen pääkäyttäjältä rullan valmiiksi ajaminen. Tässä tilanteessa on pääkäyttäjän odotettava apulaista, jolloin tuotanto koneella seisoo.

Vesiputouskaaviossa asetuksista eniten aikaa vie leikkausteräpaketin vaihto. Liitteessä 7 on esitetty leikkausteräpaketin teko SMED:iä avuksi käyttäen. Tämä asetus voi

kokonaisuudessaan viedä aikaa jopa puoli tuntia ja kolmannes kokonaisuudesta kuuluu metalliholkkien ja leikkausterien vaihtamiseen ylä- ja ala-akseleille. Yläakselia pystyi normaalisti nostamaan, jolloin metalliholkit ja terät voitaisiin vaihtaa akseli kerrallaan. Tämä ei kuitenkaan onnistu tällä hetkellä, sillä yläakselin kiinnitys ei toimi. Yläakselin kiristyksen lisäksi toinen vaihtoehto olisi liikuteltava akseli, jonka apulainen voisi valmistella jo ajon aikana.

Liitteessä 8 on esitettyä teippi- ja paperirullien vaihtoon tarvittavat toimenpiteet ja niihin kulunut aika. Uusi teippi- ja paperirulla pyritään hakemaan valmiiksi koneen lähelle pumppukärryillä. Pumppukärryt ja niiden avulla haettavat rullat ovat hyvin harvoin koneen välittömässä läheisyydessä. SMED-laskelmasta nähdään myös, että akselin vaihto voitaisiin tehdä ulkoisena asetuksena, jos akseleita olisi enemmän kuin yksi. Painaville vara-akseleille tulisi myös löytyä säilytyspaikka koneen läheisyydestä. Reunapyörästyslaakereiden vaihtoon kuluva aika suurentavat niiden epäjärjestyks. Lajittelemalla laakerit vähennetään niiden etsimiseen kuluva aika.

5.4 Parannus

Tarvitaan luovuutta, jotta voidaan löytää uusia tapoja tehdä asioita paremmin, edullisemmin tai nopeammin. (Voehl, James Harrington, Mignosa & Charron 2014, s. 186)

5.4.1 5S

5S-menetelmä ei ole siivousohjelma vaan Hiroyuki Hiranon kehittämä japanilainen työympäristön organisointimenetelmä. Sen avulla huolehditaan järjestyksen ja siisteyden ylläpidosta ja kehittämisestä. 5S parantaa työskentelyä turvallisesti, vähentää työvälineiden etsimiseen tai hakemiseen kuluva aika sekä parantaa tuotantovälineiden seuranta ja valvontaa. (Kouri 2010, s. 26-27) 5S on jokapäiväinen, omaan työhön kuuluva toimintamalli. Keskeisin asia on tuotantolinjalta ylimääräisten asioiden poistaminen, kuten koneet, materiaalit ja työkalut. Loput tavarat järjestetään ja työpiste puhdistetaan. Tarkoituksena on lyhentää läpimenoaikaa ja saada virtaus nopeammaksi.

5S koostuu viidestä vaiheesta:

1. Seiri (Lajittele)
2. Seiton (Järjestä)
3. Seiso (Siivoa)
4. Seiketsu (Vakiinnuta)
5. Shitsuke (Ylläpidä)

5.5 Ohjaus

Muutetaan menettelytapoja ja käyttöohjeita ja vakiinnutetaan parannettua järjestelmää. (Voehl, James Harrington, Mignosa & Charron 2014, s. 186)

5.5.1 Korjaavat toimenpiteet

Tuottavuusprojektissa koneen toiminnasta ei löytynyt merkittäviä kehityskohtia. Ottaen huomioon koneen ikä, siitä ei löydy suurempia mekaanisia vikoja eikä niitä myöskään esiinny usein. Suurimmat parannukset saatiin aikaiseksi kehittämällä toimintatapoja, järjestystä sekä ohjeistuksia. Kuvassa 5 on esitetty nauhaleikkurilla tehtäviä toimenpiteitä. Romupaalaimen paalikotelossa oleva rako peitettiin hitsattavalla laamalla ja seinäelementti korjattiin. Ulostulolevyn muotoiltiin uudestaan ja lyhennettiin noin 150 mm. Leikkausteräpaketin valahtavan akselin korjaus, joka nopeuttaa uuden leikkausteräpaketin tekoa, on tarkoitus korjata huoltopäivänä. Nostureiden akut vaihdettiin uusiin, sillä vanhat akut kuluivat liian nopeasti.

Toimintatapamuutoksilla saadaan tuotantoa nopeutettua. Koneen alue siistittiin, järjesteltiin, hävitettiin turhat tavarat ja tarpeellisille tavaroille määritettiin paikat. Koneelle hankittiin kaksi uutta laatikollista pöytää, joista toiseen saatiin pyöristyslaakerit siistiin järjestykseen. Yksi suurimmista ongelmista oli rullavaraston jatkuva täyttyminen. Ratkaisuna päätettiin rullien varastopaikalle päättää selkeä järjestys. Kaksi

kauimmaista rullariviä olisivat tarkoitetut romurullille, holkkirullille, tilauksettomille rullille ja pätkärullille. Loput viisi lähintä riviä olisivat tarkoitetut Schmitzin sekä Consen rullille. Järjestyksen ylläpitämiseksi Schmitz nauhaleikkurin apulaiselle omistajuus rullavarastosta.

Linjan huolto-ohjelmat päivitettiin, oikaisukoneen kasetin vaihtoon ja kalibrointiin tehtiin työohjeet ja ne lisättiin intranettiin. Viimeistelyvalssi Sundwig:lle tehtiin ohjeistus sitomisesta kelausheittojen vähentämisestä, mutta kelausheittojen poistamiseksi mietitään jatkuvasti ratkaisua. Ohjeistus tehtiin myös peittauskoneelle koskien rulliin tulevaa välimuovin merkkausta.

133	02/2016	1201	Safety	Adding pull out tool for scrap coil handling to avoid accidents	Safety	0	P2	DAS	01.02.2016	29.02.2016		●	Closed
134	02/2016	1201	Safety & Short Stops	Arranging SS action to clean up and set machine in order	Availability	0	P2	DAS	01.02.2016	29.02.2016		●	Closed
135	02/2016	1201	Safety & Short Stops	Installing rack for the cleaning cloth rolls	Availability	0	P2	DAS	01.02.2016	29.02.2016		●	Closed
136	02/2016	1201	Short Stops	Redesigning the scrap coiler unit to avoid strip breaks	Productivity	0	P1	DAS	01.02.2016	22.03.2016		●	Closed
137	02/2016	1201	Short Stops	Arranging edge rounding tools in order	Productivity	0	P1	DAS	01.02.2016	30.03.2016		●	Closed
138	02/2016	1201	Short Stops	Replacing crane control unit's old batteries	Productivity	0	P2	DAS	01.02.2016	30.03.2016		●	Closed
139	02/2016	1201	Breakdowns	Updating maintenance programs and work instructions	Productivity	0	P2	DAS	01.02.2016	29.02.2016		●	Closed
140	02/2016	1201	Short Stops	Launching calibration and pull out instructions for the levelling unit	Productivity	0	P2	DAS	01.02.2016	29.02.2016		●	Closed
141	02/2016	1201	Short Stops	Standardizing work instructions for the 2nd operator to maintain coil storage's order	Productivity	1 %	0	P2	DAS	01.02.2016	30.03.2016	○	Ongoing
142	02/2016	1201	Safety & Short Stops	Reorganizing and installing a new sitting cassette	Productivity	1 %	0	P2	RPh	01.02.2016	31.12.2016	○	Ongoing
143	02/2016	1201	Breakdowns	Replacing old re-coiler and coil conveyor	Availability	0.5 %	0	P2	RPh	01.02.2016	31.12.2016	○	Ongoing

Kuva 5. Toimenpiteitä nauhaleikkurille

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työ suoritettiin Aurubis Finland Oy:lle yhteistyössä metallurgi Dan Strengellin sekä nauhaleikkurin käyttäjien kanssa. Projekti eteni aikataulun mukaan, mutta työn kirjoittaminen oli hitaampaa kuin olin suunnitellut. Olin yrityksessä töissä opinnäytetyötä kirjoitettaessa ja samaan aikaan yksi kurssi oli kesken.

Olin työskennellyt kahtena edellisenä kesänä yrityksessä. Olin trukinkuljettajan ajelut koneen läheisyydessä sekä työskennellyt viimeistelyvalssilla, joka sijaitsee nauhaleikkurin lähellä. Opinnäytetyötä tehdessä opin nauhaleikkurin toimintaa paremmin saadessani tutustua rauhassa koneeseen.

Nauhaleikkurin myyntilisän kautta rahallista hyötyä ei ole järkevää laskea, sillä vuoroille ei riitä ajettavaa. Arvioidun 3,5%:n tuottavuudenparannuksen seurauksena säästetään miestyötunneissa n.305 tuntia. Miehiä voidaan siis siirtää muille työpisteille. Työmiehen kustannus huomioon ottaen säästöjä kertyy vuodessa n.9100€.

Kehityskohteista tärkein tuottavuuden kasvattamisen kannalta tulee olemaan kuinka hyvin vanha nauhaleikkuri toimii ilman suurempia konerikkoja. Suurempia rikkoja ei koneella ole ollut ja pikkuviat on tarkoitus korjata tulevaisuudessa. Tuoterullille tarkoitetun varastopaikan siisteys vaikuttaa huomattavasti tuottavuuteen. Osa kehityskohteista jäi kokonaan toteuttamatta, koska pyrittiin keskittymään vain toteutettavissa oleviin ja eniten hyötyä tuoviin kohteisiin. Toteutettavissa olevista kohteista muutamien toteutus on vielä kesken.

LÄHTEET

Aurubis Finland Oy:n kotisivut. 2016. Viitattu 1.5.2016.

<http://finland.aurubis.com/aurubis-finland-oy/aurubis-group/>

<http://finland.aurubis.com/aurubis-finland-oy/>

Drew, J., McCallum, B. & Roggenhofer, S. 2004. Journey to Lean: Making operational change stick. Palgrave MacMillan

George, M., Rowlands, D., Price, M., Maxey, J. 2005. The Lean Six Sigma Pocket Toolbox. U.S.A

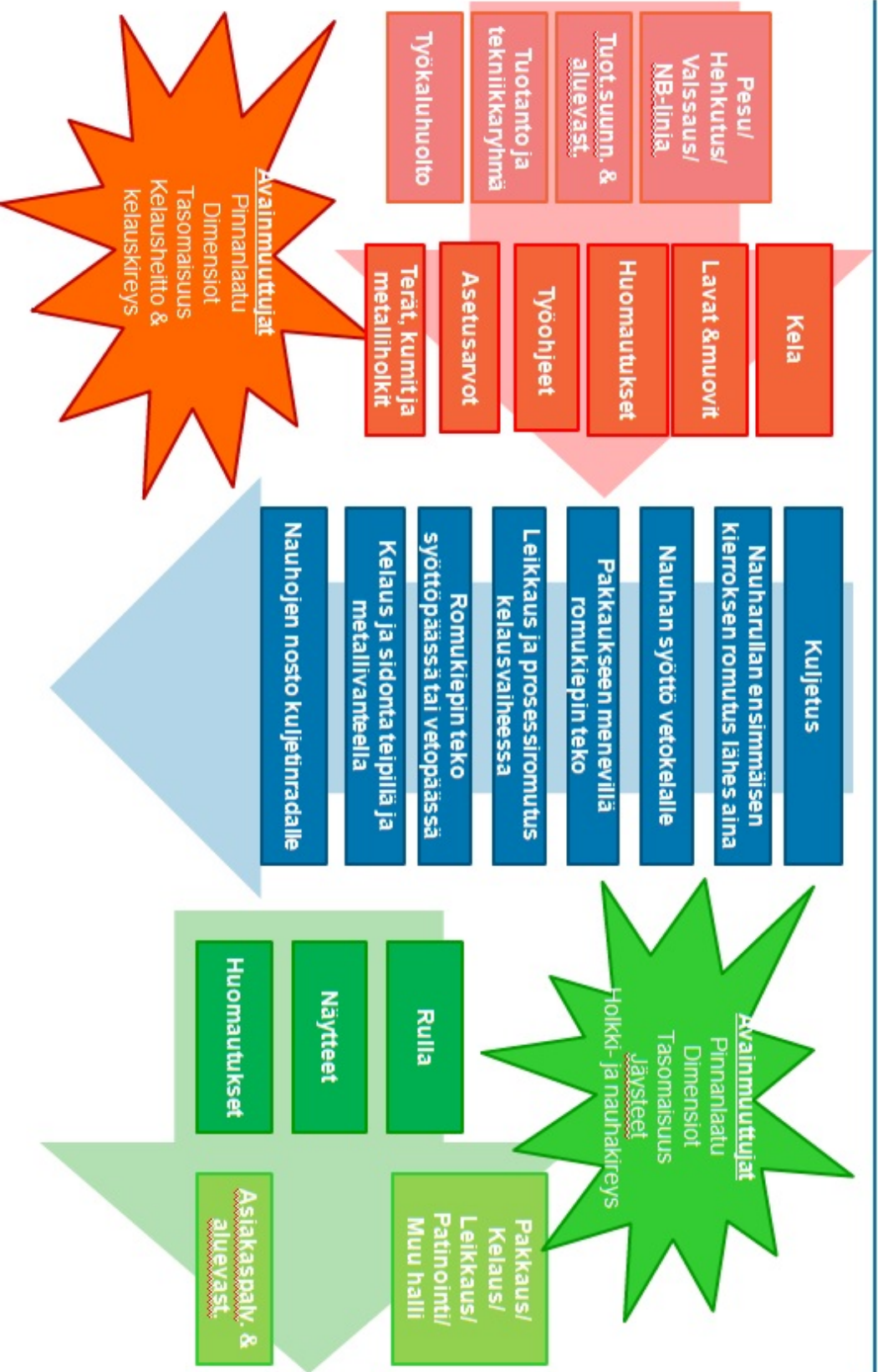
Kouri, I. 2010 Lean Taskukirja. Teknologiateollisuus ry

Stamatis, D.H. 2010. The OEE Primer: Understanding Overall Equipment Effectiveness, Reliability and Maintainability. Taylor and Francis Group, LLC

Voehl, F., James Harrington, H., Mignosa, C., Charron, R. 2014. The Lean Six Sigma Black Belt Handbook: Tools and Methods for Process Acceleration. Taylor and Francis Group, LLC

The Productivity Development Team 1996. Quick Changeover for Operators: The SMED System. U.S.A

1201 Nauhan leikkausprosessi



Schmitz nauhaleikkurin ongelmakohtat

Ongelmakohtat**Asetukset**

- » Tällin teko
- » Teippirullat/paperirullat
- » 500/600 mm reiät
- » Pyöristäjät
- » Kirjoittimet
- » Romujen tyhjennys/lajittelu
- » Väliromut kelalle
- » Holkkien sahaus/asetukset
- » Kerääjän tyhjäys

Materiaalipula

- » Ei aina rullia koneen takana
- » Vuorosuunnittelu
- » Pyöristyslaakerit ja tapit
- » Varapaketti oikaisukoneeseen

Nopeushäviöt

- » Pinnanlaadun seuranta
- » Pyöristyslaakeri
- » Teippauksen ryppäytyminen
- » Romujen seuranta
- » Tuotannonsuunnittelu (tupla-ajot)
- » Pienet työt

Turvallisuus

- » Trukkiliikenne
- » Teippirullan vaihto
- » Väliromun asettaminen
- » Nosturin käyttö
- » Rullarata
- » Vahvojen syöttö
- » Akselin paino
- » Romukerääjien tyhjennys

17.2.2016

7

Ongelmakohtat**Laatu- ja prosessiromu**

- » Narahdukset
- » Hiekka, lika
- » Kuljetusvauriot
- » Rullien paksut päät
- » Pinnanlaadun merkintä rulliin (aikaisemmilta prosessivaiheilta)
- » Mittaheitot, uunin ja valssin pysähdykset
- » Kelausheitot
- » Painumajäljet
- » AP:n laatu poikkeumat
- » Välimuovin merkintä tulevissa rullissa

Miehistöpula

- » 3 kipparitaitoista + 3 kipparitaitoista muilla koneilla
- » 3 apulaista

Lyhyet pysäykset

- » Rullien haku
- » Nosturin ja trukin odotukset
- » Rullaradan häiriö
- » Kirjoittimien häiriöt
- » Romujen tyhjennykset
- » Paalaimen pysähdykset
- » Laatuseurannat
- » Pienillä keloilla radan täytyminen

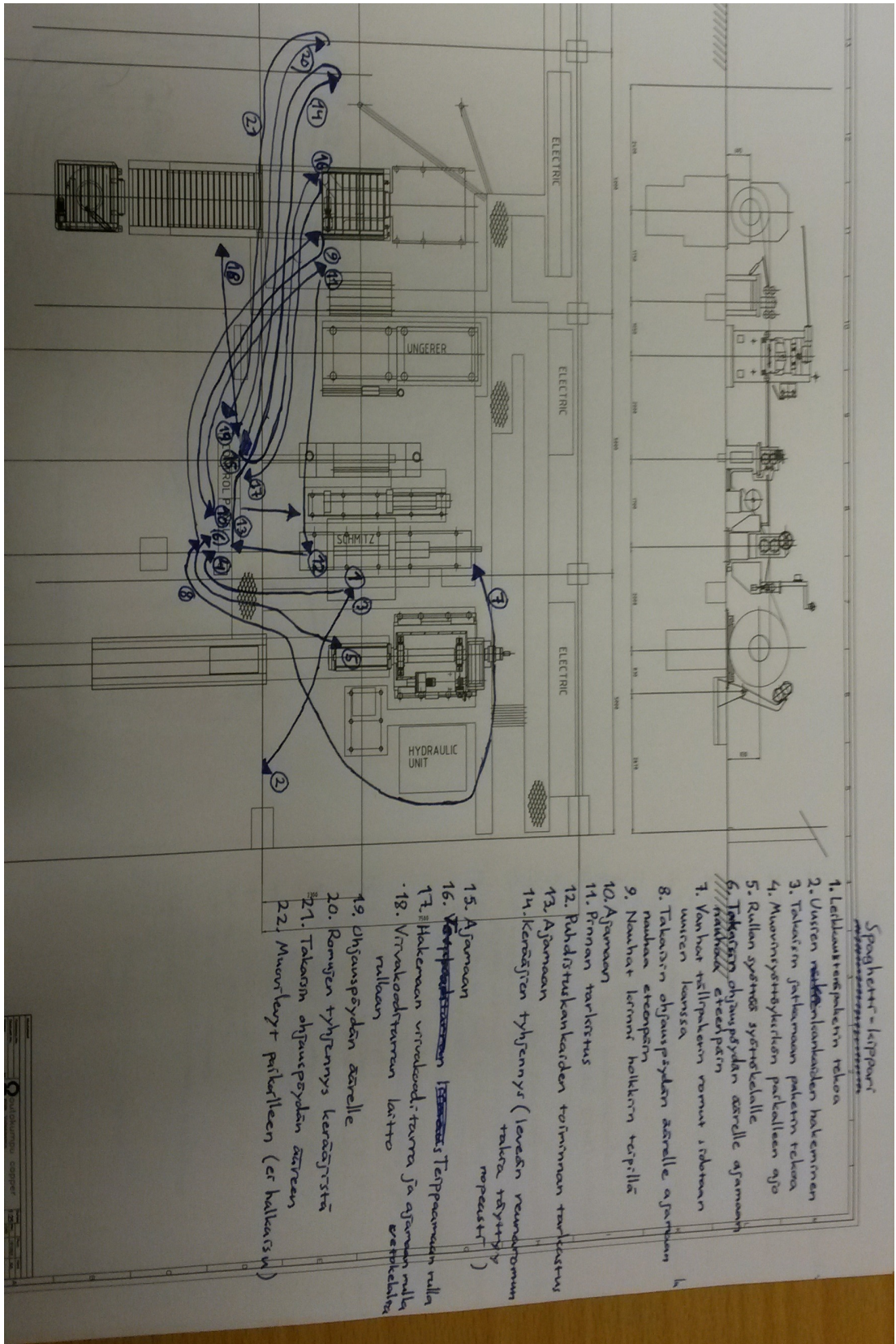
Konerikot

- » Teräpaketin yläakseli
- » Vetopään vaunu
- » Turvaportin kunto
- » Valoverho
- » Nosturin kunto
- » Vetokelan öljyvuoto
- » Terien kunto
- » Pyöristyslaakerin korkeus nauhaan
- » Holkkisahan yleinen kunto

17.2.2016

8

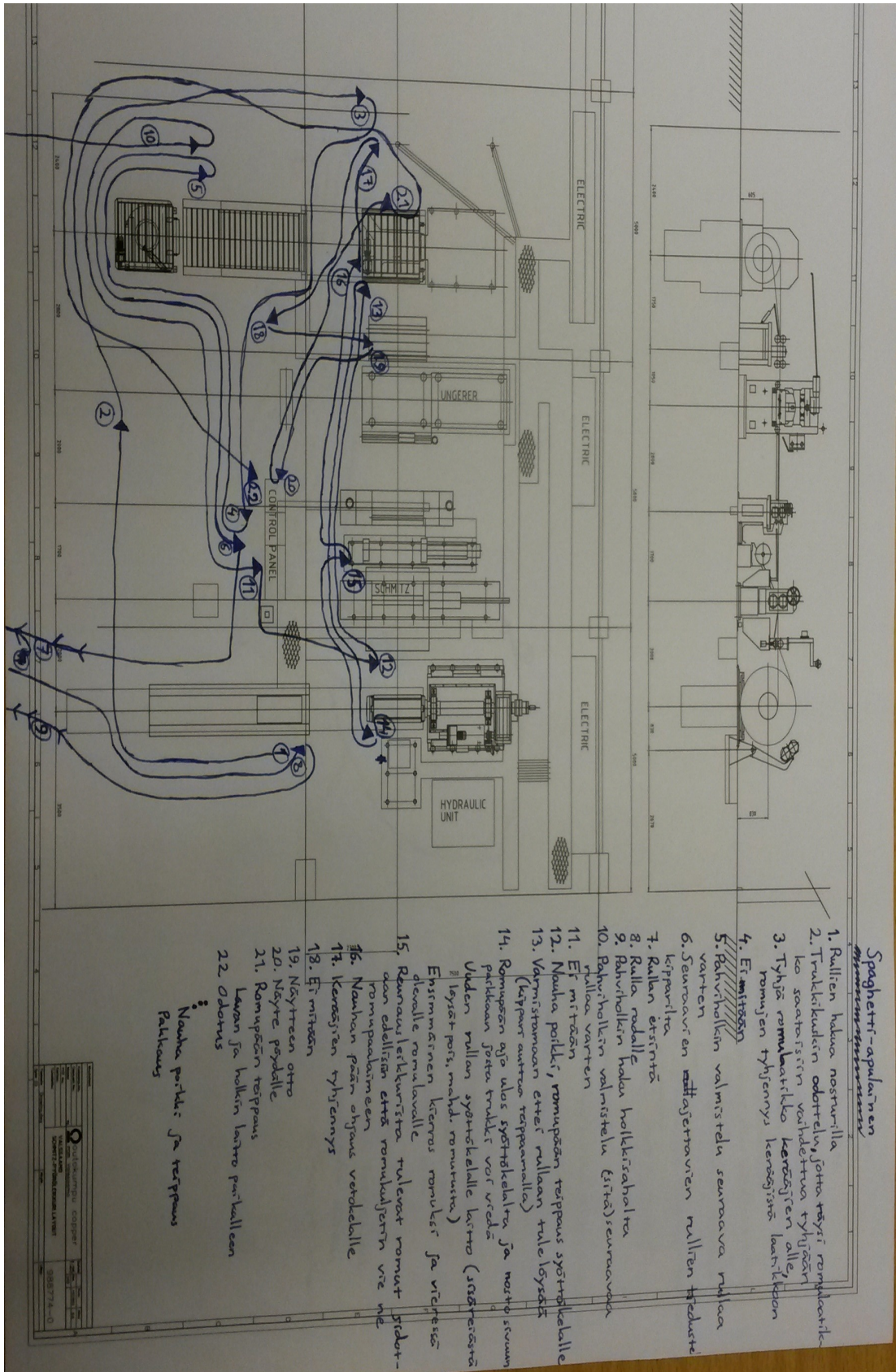
Spagettidiagrammi- kippari



Spagettidiagrammi - kippari

1. Laitteiden toiminnan tarkastus
2. Uutisten vastaanotto ja niiden jatkaminen
3. Takaisin jatkamisen perusteiden tarkastus
4. Muunnosjärjestelmien parhaimmista ajo
5. Rullien systemin systemin asennus
6. Takaisin ohjauksen asennus
7. Vanhat osat ja niiden vaihtaminen uuteen laatuun
8. Takaisin ohjauksen asennus ajamaan
9. Nauhien loppuun hoitaminen
10. Ajamaan
11. Pinnan tarkastus
12. Rullien toiminnan tarkastus
13. Ajamaan
14. Keraamisen tyhjennys (leivän ruuhojen takana täyttyvä repestä)
15. Ajamaan
16. Takaisin ohjauksen asennus
17. Haken ja uran valmistus ja ajamaan
18. Urakoitteen latti
19. Ohjauksen asennus
20. Rullien tyhjennys keraamisen
21. Takaisin ohjauksen asennus
22. Muunnosjärjestelmien (er halkaisun)

Spagettidiagrammi- apulainen

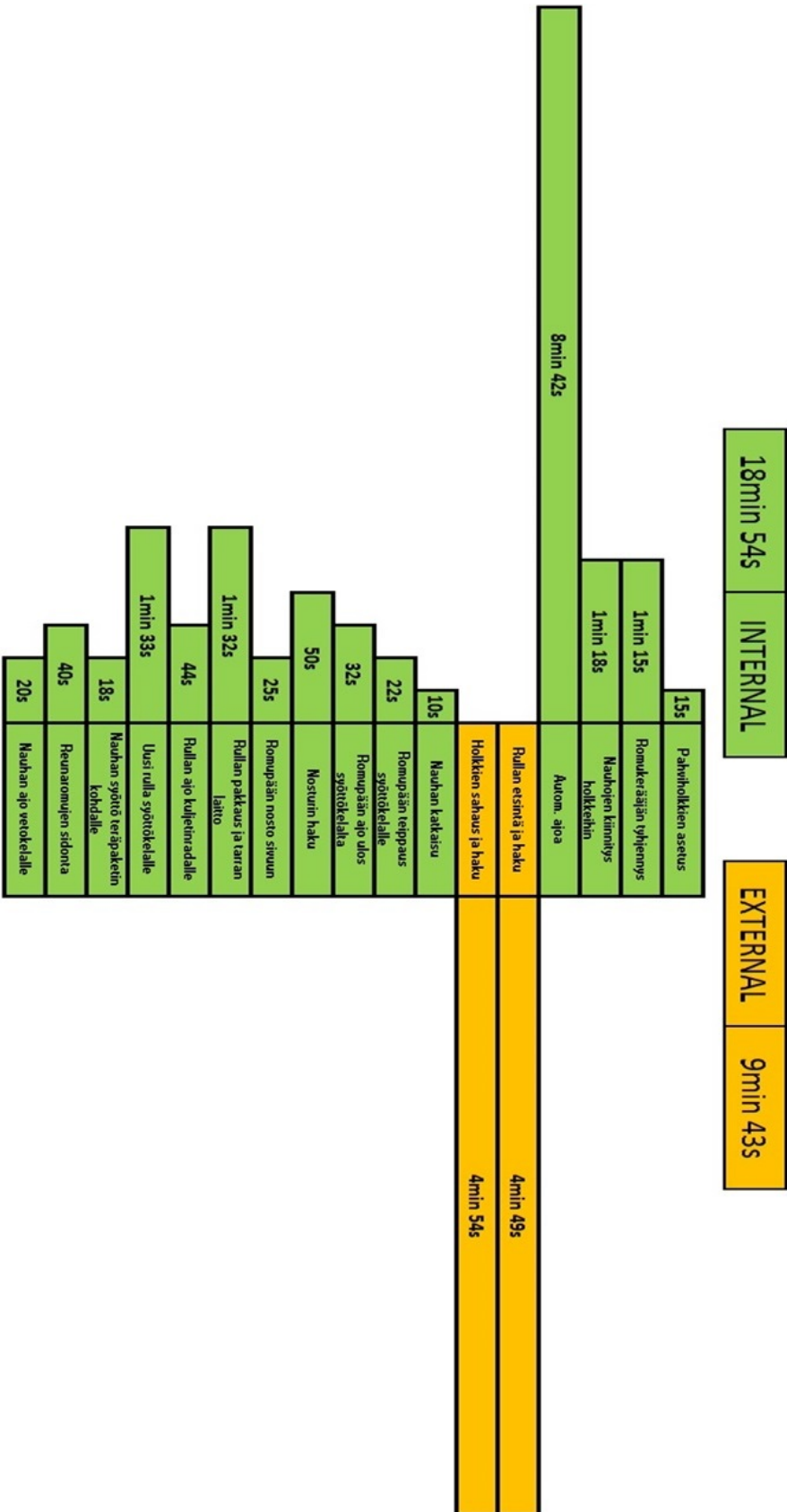


Marraskuun vesiputouksen tiedot

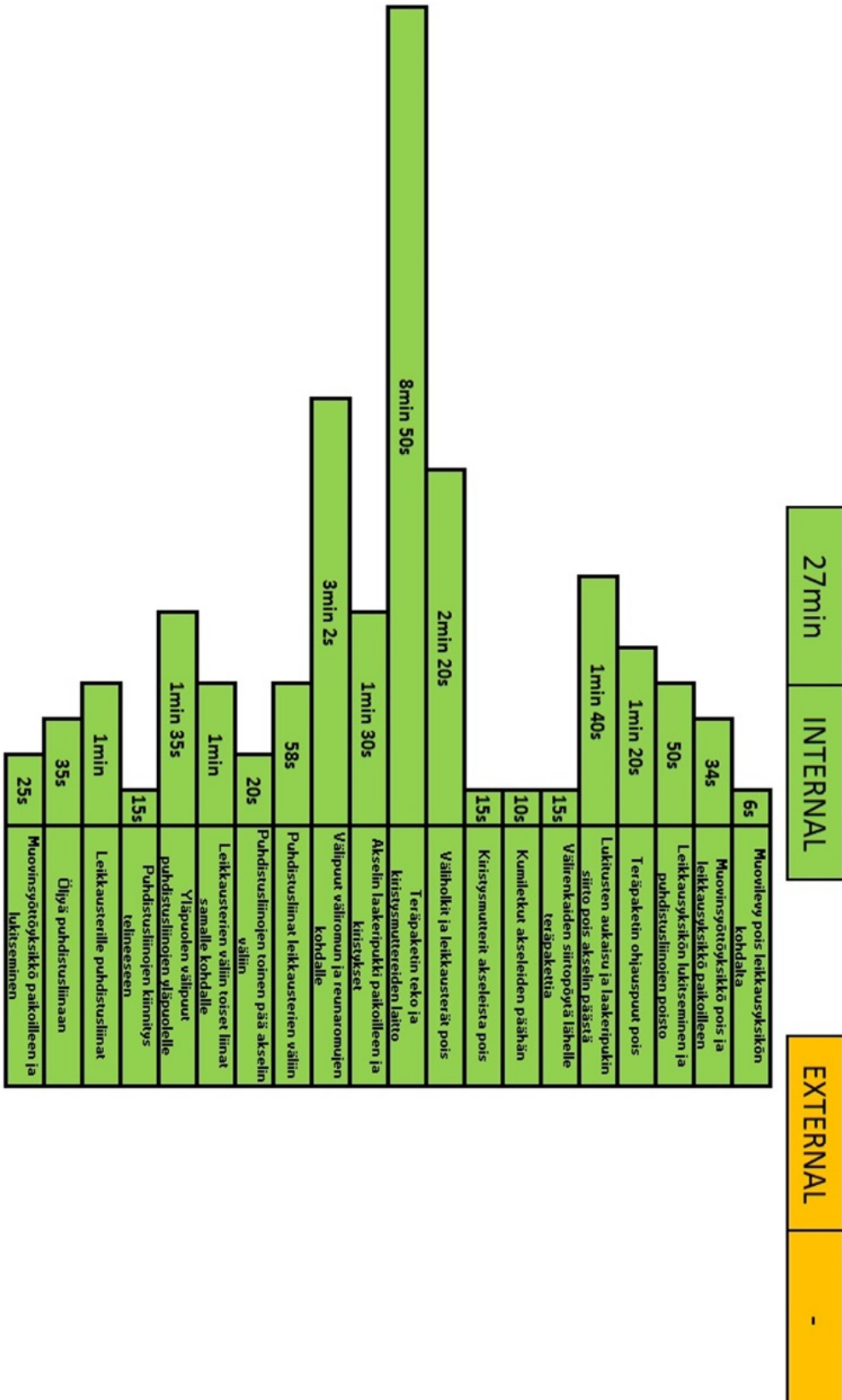
Kone		Nauhaleikkuri 1201			
				Tunnit	
Kalenteriaika	Marraskuu 2015			720	142 %
Suunnitellut seisokit	Tuotantoseisokit	0			
	Pyhät ja muut vapaat	216			
				216	42,4%
Suunniteltu kunnossapito	Kunnossapitoseisokit	0			
	Huoltopäivät	0			
				0	
Suunnitellut ylityövuorot	Suunnitellut ylityövuorot	6			
Total				210	42 %
Tuotantoaika	21,3 työpäivää			510	100%
Konerikot	Korjausta	1,42		1,42	0,3%
Asetukset	Terien vaihto	22,5			
	Kelan/lisäpalojen vaihto	1,1		23,6	4,6%
Materiaalipula	Raaka-aineen puute	17,87			
				17,9	4%
Miehistöpula	Työvoiman puute	18,91			
				18,9	4%
Total				62	12%
Käytettävissä oleva aika				448,2	88%
Lyhyet pysäytykset	Kuitatut	4,54			
	Tauot	63,25			
	Ei kuitatut	246,39		314,19	61,6%
Nopeushäviöt	Nopeushäviö	42,62			
				42,6	9,5%
Total				356,8	71%
Tuottava aika				91,4	18%
Saantihäviöt	Laaturomutus 1201:lla (v.2015)	0,65			
				0,6	1%
Uudelleentyöstö	Reklamaatiot 1201:n vuoksi (v. 2015)	0,00			
				0,0	0%
Total				0,6	1%
Arvoa tuottava aika				90,7	17,8%

LIITE 6

SMED- Rullan ajo



SMED- Leikkausteräpaketin teko



SMED- Teippi- ja paperirullan vaihto

