

Heidi Toivanen

Paperikoneen pituusleikkureiden läpäisy aika ja trimmitysohjelman optimointi

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tuotantotalouden tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

29.4.2018

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Heidi Toivanen Paperikoneen pituusleikkureiden läpäisy aika ja trimmitysohjelman optimointi 51 sivua + 1 liite 29.4.2018
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Tuotantotalous
Ohjaajat	Lehtori Jarmo Toivanen Manager Mill Supply Chain Planning Mikko Iho
<p>Insinööriyön tarkoituksena oli selvittää paperikoneen pituusleikkureiden läpäisy aikaan vaikuttavia tekijöitä, koska pituusleikkurit olivat alkaneet muodostua tuotannon pullonkaulaksi. Insinööriyön toisena tarkoituksena oli parantaa trimmitysohjelman automaattisen optimoinnin hyödynnettävyyttä ja sitä kautta vähentää manuaalisen työn määrää hienosuunnittelussa.</p> <p>Insinööriyö tehtiin konstruktivisena tapaustutkimuksena, jossa käytettiin monimetodista menetelmää eli sekä kvantitatiivista että kvalitatiivista tapaa kerätä aineistoa. Nykytila-analyyseissä selvitettiin muutoksia asiakastilauksissa ja asetteiden vaihtojen määrän muutosta pituusleikkauksessa viimeisten kuuden vuoden aikana. Keskustelujen, data-analyyseiden ja havaintojen perusteella muodostui selkeä käsitys asioista, joita tulisi kehittää toiminnan selkeyttämiseksi ja tehostamiseksi.</p> <p>Pituusleikkurien matalaan kuormitusasteeseen vaikuttivat pitkät asetusajat asetteiden ja konerullien vaihdoissa ja seuraavien työvaiheiden häiriöt. Löydösten perusteella tehtiin ehdotuksia jatkoselvityksistä ja keinoista yhtenäistää ja tehostaa toimintatapoja.</p> <p>Trimmitysohjelman optimoinnin parannus tehtiin luomalla uusia variantteja, joiden avulla automaattinen optimointi toimii huomattavasti paremmin kuin aiemmin käytössä ollut, ja manuaalisen työn määrä on vähentynyt.</p> <p>Keskustelujen perusteella tuli ilmi, että kommunikaation puute aiheutti paljon väärinymmärryksiä ja turhaa työtä hienosuunnittelussa, pituusleikkureilla ja myös vuorotyönjohdossa. Kommunikaation parantamiseksi ehdotettiin uutta palaverikäytäntöä vuorotyönjohdon ja hienosuunnittelijoiden välillä.</p> <p>Kehitysehdotuksia toteuttamalla on mahdollista lyhentää pituusleikkureiden läpäisy aika ja parantaa trimmityksen automaattista optimoinnin hyödynnettävyyttä sekä kommunikaatiota eri työvaiheiden välillä.</p>	
Avainsanat	toiminnanohjaus, hienosuunnittelu, läpimenoaika

Author Title Number of Pages Date	Heidi Toivanen The throughput time of paper machine winders and optimization of the trimming program. 51 pages + 1 appendix 29 April 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Industrial Engineering and Management
Instructors	Jarmo Toivanen, Senior Lecturer Mikko Iho, Manager Mill Supply Chain Planning
<p>The aim of this bachelor's thesis was to find out the factors affecting the throughput time of paper machine winders. The winders had begun to form a bottleneck in production. The second aim of the thesis was to improve the trimming program and thereby reduce the amount of manual work in fine planning. It was done by improving the use of the automatic optimization.</p> <p>The thesis was a case study conducted with a multimethod approach. Data was collected by using quantitative and qualitative methods. The current status analysis was done by analyzing changes in customer orders and in the number of set changes at winders over the last six years. Based on discussions data analyses and observations, a clear understanding of the issues was developed in order to clarify and streamline the operating modes.</p> <p>The low throughput time of the winders was affected by the long time needed for set changes and malfunctions in following working phases. On the basis of this, proposals were made for further studies and ways to harmonize and streamline the operating modes.</p> <p>Improvement of the trimming program was made by creating new variants. New variants in automatic optimization work much better than those used earlier and the amount of manual work has been reduced.</p> <p>The discussions revealed that lack of communication caused misunderstandings and unnecessary work for fine planners, winder operators and shift supervisors. A new meeting practice was proposed between the fine planners and the shift supervisors.</p> <p>By implementing the development suggestions, it is possible to improve the throughput time of winders and reduce the amount of manual work in fine planning. It is also possible to improve communication between different work phases.</p>	
Keywords	operations management, fine planning, throughput time

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Tuotantoprosessi	3
2.1	Toiminnan ohjaus	3
2.2	Tuotantojärjestelmä ja sen ohjattavuus	5
2.3	Toiminnanohjausprosessi	7
2.4	Tuotannon suunnittelu	8
2.4.1	Kokonaissuunnittelu	8
2.4.2	Karkeasuunnittelu	9
2.4.3	Hienosuunnittelu	11
2.4.4	Optimointi hienosuunnittelussa	12
3	Sappi Europe	13
3.1	Sappi Kirkniemi	14
3.2	Sappi Europen toiminnanohjausprosessi	15
3.3	Sappi Kirkniemen hieno- ja karkeasuunnittelu	17
3.4	MICS-tuotannonohjausjärjestelmä	20
4	Sappi Kirkniemen PK2:n pituusleikkureiden läpäisy aika ja trimmitysohjelman käytön optimointi	21
4.1	Tutkimusmetodologia ja aineiston keruumenetelmät	21
4.2	PK2:n tilausten, lajien ja asetteiden vaihtojen määrän kehitys	22
4.3	PK2:n pituusleikkurit PL2 ja PL3	25
4.4	PL2:n ja PL3:n operaattoreiden haastattelut	26
4.5	Asetteiden vaihtoon kuluva aika PL3:lla	27
4.6	Uudet variantit TIPS Trim 13 trimmituksen optimointiohjelmaan	33
5	Johtopäätökset ja kehitysehdotukset	39
5.1	PK2:n pituusleikkureiden läpäisykyky	39
5.2	Hienosuunnittelu ja TIPS trim -ohjelman uudet variantit	41
6	Yhteenveto	43
	Lähteet	45

Liitteet

Liite 1. Karkea- ja hienosuunnittelun prosessikuvaus

Lyhenteet

PK	Paperikone
PL	Pituusleikkuri
OP	Operation Planning (toiminnan suunnittelu)
S&OP	Sales and Operations Planning (toiminnanohjausprosessi)
MICS	Mill Information and Control System (tuotannonohjausjärjestelmä)
APO	Advanced Planning and Optimization
Trimmitys	Hienosuunnittelija suunnittelee tilaukset asetteiksi sovitun konerullasta saatavan maksimi trimmileveyden mukaan siten, että leveyssuuntainen hukka eli trimmihukka on mahdollisimman pieni.
Asete	Suunnitelma, joka voi sisältää useita eri asiakasrullaleveyksiä ja erilaisia muuttomääriä.
Ajo	Ajo koostuu useista saman lajin, grammapainon ja halkaisijan asiakastilauksista, joissa voi olla eri tilattu leveys ja määrä.
Muutto	Muutolla tarkoitetaan yhtä pituusleikkurilta valmistunutta rullariviä ja muuttomäärällä sitä, kuinka monta leikataan samalla asetteella.
TIPS Trim	Monivaiheinen algoritmimoduuli, jota käytetään tilausten trimmityksessä asetteiksi.

1 Johdanto

Euroopan paperiteollisuudessa on tapahtunut merkittäviä rakenteellisia muutoksia jo yli vuosikymmenen ajan. Sähköisen viestinnän kehityksen myötä varsinkin paino- ja kirjoituspapereiden kysyntä on supistunut voimakkaasti Euroopassa. Lisäksi paperintuotantoa on siirretty Euroopasta Kiinaan ja muihin vastaaviin maihin, joissa tuotantokustannukset ovat alhaisempia ja kasvavat markkinat ovat lähempänä tuotantoa.

Pärjätäkseen muuttuneessa ja erittäin haastavassa kilpailutilanteessa eurooppalaiset paperinvalmistajat ovat supistaneet tuotantoaan sulkemalla yksittäisiä paperikonelinjoja ja kokonaisia paperitehtaita. Toiminnan tehostaminen on viety jokaiselle toiminnanohjauksen osa-alueelle. Vain vahvat ja uudistumiskykyiset yritykset pärjäävät näillä nopeastikin muuttuvilla globaaleilla markkinoilla.

Tämä insinööriyö on tehty Sappi Kirkniemen tehtaalle, joka tuottaa päällystettyjä pape-reita heatset offset -menetelmällä valmistettaviin painotöihin. Sappi Kirkniemi on pystynyt tehostamaan toimintaansa viimeisten vuosien aikana osin uusien investointien kautta. Vuonna 2015 otettiin käyttöön viidenkymmenen kahden miljoonan euron uusi voimalaitos, joka laskee tehtaan energiakustannuksia merkittävästi. Sappi Kirkniemi on toiminnan jatkuvan parantamisen kautta pystynyt kustannustehokkaasti valmistamaan ja toimittamaan asiakaslaatuvaatimukset täyttävää paperia oikea-aikaisesti ja oikeassa määrässä näillä hyvin haastavilla ja nopeasti muuttuvilla globaaleilla markkinoilla.

Työn tausta ja tavoitteet

Sappi Kirkniemen Operation Planning (OP) -ryhmä vastaa tehtaan tuotannon hieno- ja karkeasuunnittelusta sekä kuljetusten suunnittelusta. Hienosuunnittelijoiden käytössä olevan trimmitysohjelman automaattinen optimointi ei toiminut halutulla tavalla ja aiheutti suunnittelijoille paljon manuaalista trimmitystä.

Sappi Kirkniemen paperikone 2:n (PK2) pituusleikkurit 2 ja 3 (PL2 ja PL3) olivat uusien lajien myötä alkaneet muodostua tuotannon pullonkaulaksi. Yhtenä isona syynä pidettiin asetteiden vaihtojen määrän kasvua. Tehtaalla on menossa Otso-niminen projekti, jonka yhtenä painopistealueena on paperikone 1:n ja 2:n jälkikäsitteilyn, joka siis käsittelee pituusleikkurit, uudelleenrullauksen ja pakkaamon läpäisyn parantaminen.

Insinööriyössä keskityttiin Sappi Kirkniemen PK2:n pituusleikkureiden toiminnanohjauksen ohjattavuustekijöistä nimenomaan läpäisy aikaan ja erityisesti asetteiden vaihtoihin, koska niiden määrän tiedettiin kasvaneen. Tavoitteena oli vapaamuotoisten haastattelujen kautta kartoittaa pituusleikkurioperaattoreiden näkemys tämänhetkisistä ongelmista, jotka hidastavat läpimenoaika, ja löytää ideoita, joilla sitä voisi parantaa.

Hienosuunnittelijoiden käytössä olevan trimmitysohjelman automaattinen optimointi ei toiminut halutulla tavalla ja aiheutti suunnittelijoille paljon manuaalista trimmitystä. Osana tätä insinööriyötä oli tarkoitus luoda uusi variantti nimenomaan PK2:n hienosuunnittelijan käyttöön, jotta manuaalisen työn määrää saataisiin vähemmäksi.

Lisäksi tavoitteena oli löytää keinoja, joilla hienosuunnittelijan ja vuorotyönjohtajien sekä pituusleikkurioperaattoreiden yhteistyötä voisi parantaa.

Tutkimusmetodologia

Insinööriyö oli tapaustutkimus, joka tehtiin konstruktivisella tutkimusotteella, koska tavoitteena oli löytää ratkaisuja, jotka pystytään testaamaan ja ottamaan käyttöön. Työssä käytettiin monimetodista menetelmää eli sekä kvantitatiivista että kvalitatiivista tapaa kerätä aineistoa. Aineiston keräämisessä pyrittiin pitämään huolta sekä reliabiliteetista että validiteetista.

Insinööriyöntekijän oma työkokemus auttoi havainnoinnissa, jota tehtiin koko työn ajan muun muassa seuraamalla työskentelytapoja ja tiedonkulkua.

2 Tuotantoprosessi

Yksi valmistavan yrityksen tärkeimmistä toiminnoista on tuotanto. Useimmiten yrityksen toiminnan johtamisen keskeisimmät päätökset ja ongelmat liittyvät tuotantoprosessin hallintaan ja kehittämiseen. (1, s. 350.)

Tuotanto on perinteisesti ymmärretty ja määritelty valmistuslähtöisesti. Valmistus ja tuotanto on käsitetty samaa asiaa tarkoittavaksi termeiksi. Tämä on luonnollista, sillä valmistus on yksi yrityksen tärkeimmistä toiminnoista ja tuotannon keskeinen osa. Tuotannon määritelmää käytetään nykyisin laajemmassa muodossa. Sillä tarkoitetaan yrityksen kaikkia toimintoja, joita tarvitaan tuotteen tai palvelun aikaansaamisessa. (1, s. 351.)

2.1 Toiminnan ohjaus

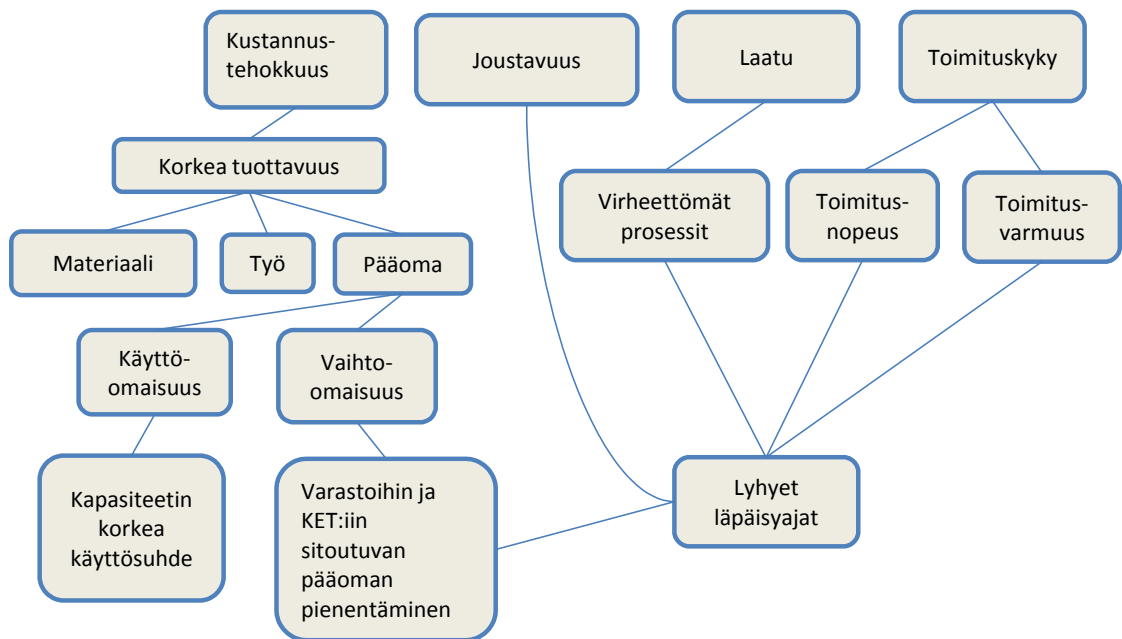
Teollisuusyritysten toiminta koostuu monista osatoiminnoista ja tehtävistä, minkä vuoksi voidaan pelkän tuotannonohjauksen tilalla puhua toiminnanohjauksesta. Toiminnanohjauksen avulla suunnitellaan ja hallinnoidaan eri toimintoja ja tehtäviä, kuten tuotantoa, myyntiä, tuotesuunnittelua ja hankintoja. Toiminnanohjauksella myös ohjataan yrityksen lukuisia päivittäisiä suunnittelu-, valmistus- ja materiaalinkäsittelytehtäviä. Tehokas tilaus-toimitusketjuun liittyvien prosessien hallinta on teollisuusyritysten toiminnanohjauksen perusta. (1, s. 397.)

Toiminnanohjauksen tehtävänä on pyrkiä kustannusten minimoimiseen, hyvään laatuun ja joustavuuteen sekä hyvään aikakilpailukykyyn ohjaamalla ja organisoimalla yrityksen resurssien käyttöä tarkoituksenmukaisesti. Keskeisimmät tavoitteet ovat

- kapasiteetin korkea tuottavuus
- vaihto-omaisuuden minimointi
- toimitusvarmuus
- lyhyt läpäisy aika.

Kuvassa 1 esitetään toiminnanohjauksen tavoitteiden muodostuminen. Näiden keskenään ristiriitaisten tavoitteiden yhteen sovittaminen parhaalla mahdollisella tavalla vaikeuttaa tuotannonohjausta merkittävästi. (1, s. 402.)

Erittäin tehokkaaksi keinoksi näiden ristiriitaisten toiminnanohjauksen tavoitteiden toteuttamiseksi on osoittautunut läpäisyajojen lyhentäminen. Lyhentämällä läpäisyaikaa pystytään samanaikaisesti pienentämään toimintaan sitoutunutta pääomaa ja saavuttamaan hyvä toimituskyky. Asiakasohjautuvassa tuotannossa läpäisyajan lyhentäminen vaikuttaa suoraan toimitusaikaan. (1, s. 402.)



Kuva 1. Toiminnanohjauksen tavoitteiden muodostuminen (1, s. 403).

Yrityksen eri toiminnoilla voi olla ristiriitaiset käsitykset eri tavoitteiden tärkeydestä, ja tämä vaikeuttaa usein tuotannonohjauksen tarkoituksenmukaista toimintaa. Hyvä toimituskyky ja joustavuus asiakaskohtaisten toiveiden täyttämässä ovat markkinoinnin kannalta tärkeitä tavoitteita. Tuotanto taas pyrkii korkeaan kapasiteetin käyttöasteeseen, ja taloudesta vastaavat henkilöt huomioivat ensisijaisesti toimintaan sitoutuneen pääoman suuruutta. (1, s. 404.)

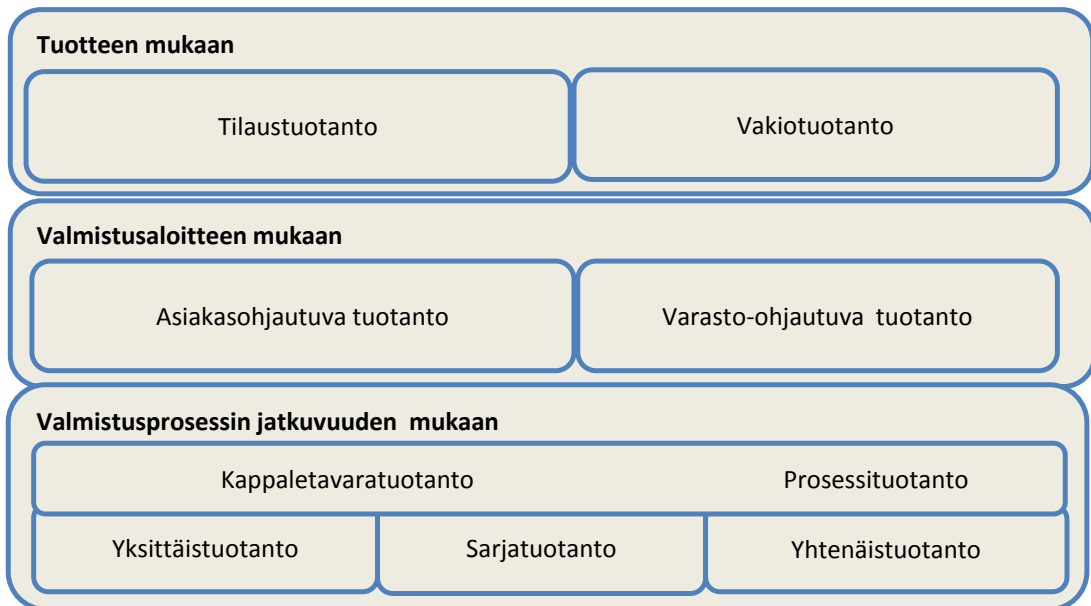
Taloudellisten tunnuslukujen avulla yritykset asettavat tavoitteita ja seuraavat niiden toteutumista. Esimerkiksi liiketoiminnan kannattavuuden arvioinnissa voidaan käyttää käyttökatetta, myyntikatetta ja jalostusarvoa. Taloudellisten tunnuslukujen lisäksi toiminnan johtamisessa tarvitaan omien resurssien käyttöä ja toimintaa kuvaavia tunnus-

lukuja. Tavallisesti yritysten tunnuslukujärjestelmistä löytyy tuottavuutta ja tehokkuutta, toimitusvarmuutta ja tuotteiden laatua kuvaavia tunnuslukuja. (1, s. 398.)

2.2 Tuotantojärjestelmä ja sen ohjattavuus

Yrityksen valitsemalla tuotantomuodolla on merkittävä vaikutus tuotantojärjestelmän ominaisuuksiin sekä toiminnan ohjauksen ja johtamisen periaatteisiin. (1, s. 353.)

Yrityksen tuotantomuodon valinnan määrittelevät tuotteiden valmistusmäärät, valmistustekniikat, jakelutiet ja konstruktio. Kuten kuvassa 2 on esitetty, tuotantomuodot voidaan jaotella tuotteen, valmistusaloitteen ja valmistusprosessin jatkuvuuden perusteella. Valmistusaloitteen perusteella tuotanto jaetaan asiakas- tai varasto-ohjautuvaksi. Tuotteen valmistuksen mukaan tuotanto jaotellaan vakio- tai tilaustuotannoksi. Valmistusprosessin jatkuvuuden mukaan määritellyssä tuotannossa tuotantoerän koon perusteella tuotanto jaotellaan jatkuva-, sarja- ja yksittäistuotantoon. (1, s. 353.)



Kuva 2. Tuotantomuodot (1, s. 354).

Tuotantojärjestelmän ominaisuudet vaikuttavat tuotannon tavoitteiden toteutumiseen, ohjauksen tehtäviin ja ongelmakenttään sekä käytettäviin ohjausperiaatteisiin ja menetelmiin. Suorituskyvyn ja ohjattavan tuotantojärjestelmän ominaisuuksien kehittäminen

liittyy oleellisena osana toiminnanohjaukseen, ja se edesauttaa tavoitteiden saavuttamista. (1, s. 405.)

Ohjattavuudella kuvataan tuotantojärjestelmän kykyä reagoida ohjausmuuttujiin. Tuotannon ohjattavuuteen vaikuttavat useat eri seikat tuotannon organisoinnissa ja tuotantojärjestelmässä. Tuotannon ohjattavuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat

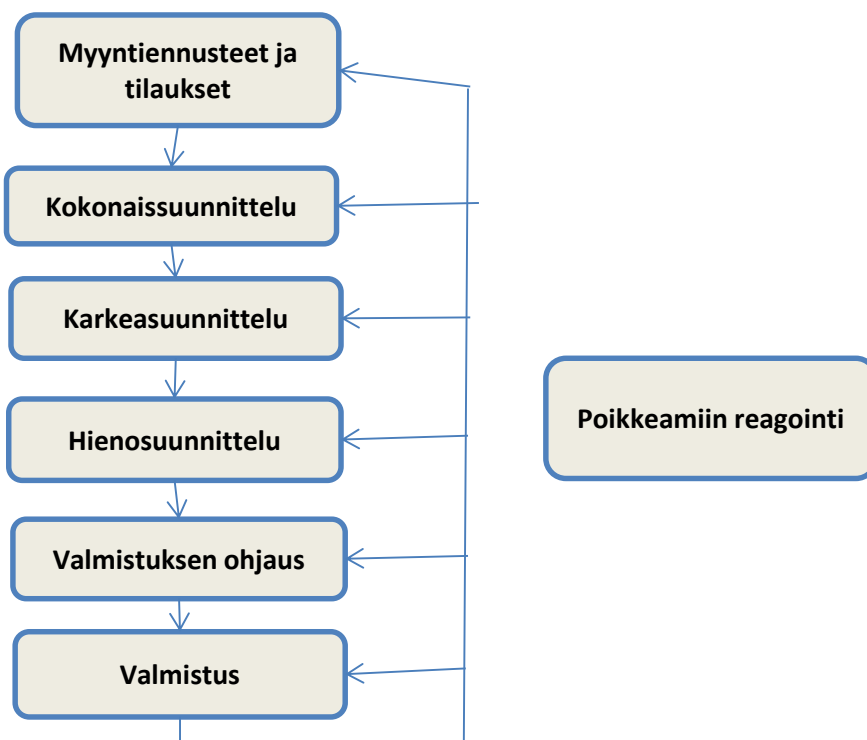
- tuotantomuoto
- tuotantoprosessin laadunottokyky
- tuotannon läpäisy aika
- kapasiteetin joustavuus tuotantomäärän muutoksille
- valmistuserien suuruus
- materiaalivirtojen selkeys
- kapasiteetin joustavuus tuotevariaation ja tuotetyyppien muutoksille
- layoutin selkeys
- tuotantoyksikön koko
- lisäkapasiteetin saatavuus
- henkilöstön osaaminen
- keskeneräisen tuotannon (KET) määrä
- henkilöstön motivaatio
- tuotteiden ja tuotevariaatioiden määrä
- toiminnan organisointiperiaatteet
- materiaalinimikkeiden määrä
- toiminnan laatu
- ohjattavien työvaiheiden määrä (1, s. 405).

Tuotannon ohjattavuuden parantamisella voidaan saavuttaa hyviä tuloksia. Yrityksen välilliset kustannukset ja toiminnan virheet ovat huomattavasti vähäisemmät, kun resurssit hyödynnetään tehokkaasti. Keskeisimmät keinot tuotannon ohjattavuuden kehittämiseksi ovat läpäisyajojen lyhentäminen, virheiden ja häiriöiden poistaminen, modernin tietokoneohjatun tuotantotekniikan hyödyntäminen, toiminnan itseohjautuvuuden kehittämien ja layoutin selkeyttäminen. (1, s. 405.)

2.3 Toiminnanohjausprosessi

Toiminnanohjauksen suunnittelutehtävät ja päätöksenteko jakautuvat hierarkkisesti organisaation eri tasoille. Ylimmän tason suunnittelussa pyritään huolehtimaan yleisellä tasolla resurssien riittävydestä ja toimintojen koordinoinnissa. Mitä lähemmäksi valmistusta ohjaavaa tasoa siirrytään, sitä tarkemmaksi ohjaus muuttuu. Haverila ym. (1, s. 409) tarkastelevat tuotannonohjausta vaiheittain etenevänä ohjausprosessina, joka etenee myyntiennusteista ja tilauksista valmistukseen. Ohjausprosessin vaiheet ja sisältö vaihtelevat yritys- ja toimialakohtaisesti.

Kuvassa 3 on esitetty tuotannonohjausprosessin vaiheet, joilla ohjataan valmistusta ennusteiden ja tilausten mukaan. Ohjausprosessissa tapahtuu jatkuvaa uudelleensuunnittelua ja eri suunnittelutehtävien välistä yhteistyötä ja koordinointia. Ylimmillä tasoilla ei tehdä yksityiskohtaisia suunnitelmia, vaan tehtävät liittyvät toimintojen koordinoimiseen sekä myynnin ja tuotannon tasapainottamiseen. Suunnitelmat muuttuvat sitä yksityiskohtaisemmiksi, mitä lähemmäksi valmistusta edetään. Tämä lisää uudelleensuunnittelun ja organisoinnin määrää. (1, s. 409.)



Kuva 3. Tuotannonohjausprosessin vaiheet (1, s. 409).

Tuotantotoiminnassa on tavallista, että vielä viime hetkellä ennen valmistusta joudutaan tekemään uudelleensuunnittelua. Tuotantohäiriöt, laiteviat ja materiaali puutteet johtavat usein töiden uudelleenjärjestelyyn. (1, s. 409.)

Toiminnanohjausprosessit ovat usein ainutlaatuisia. Yrityksen toimiala, tuote, tavoitteenasettelu, tuotantoprosessi, organisointiperiaatteet ja tietojärjestelmät vaikuttavat ohjauksen tehtäviin, ohjausperiaatteisiin ja käytännön menetelmiin. Toiminnanohjausjärjestelmien toiminta ja rakenne voivat vaihdella huomattavasti saman toimialan yritysten kesken. Tämä johtuu siitä, että ohjausjärjestelmät ovat usein kehittyneet eri aikakausina eri lähtökohdista ja ovat historiallisen kehityksen tuloksia. (1, s. 410.)

2.4 Tuotannon suunnittelu

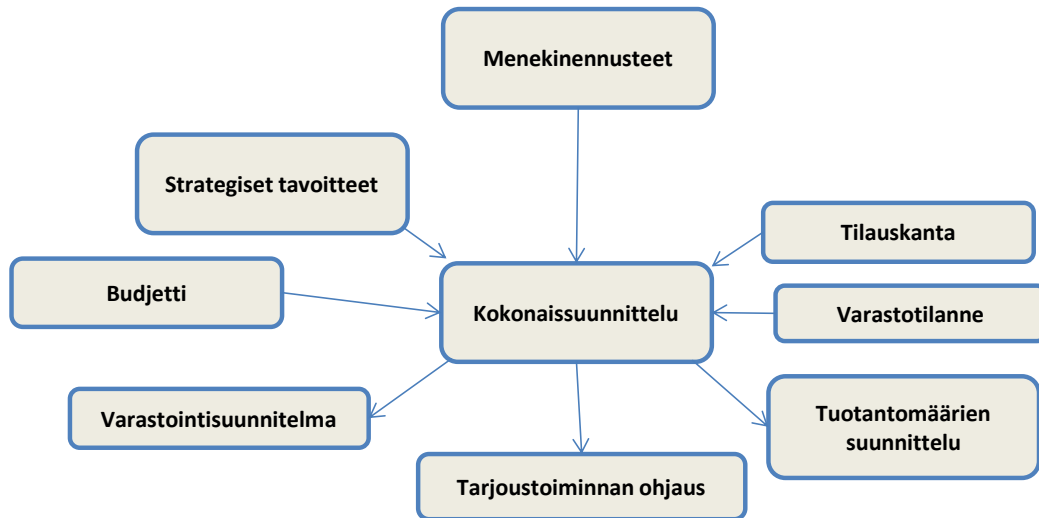
Yritykset käyttävät tuotannon suunnittelua ja valvontaa välineenä, jolla voidaan saavuttaa tuotannolle asetetut tavoitteet.

Tuotannonohjausprosessista voidaan erottaa kolme suunnittelutasoa: kokonais-, karkea- ja hienosuunnittelu. Nämä periaatteelliset toiminnanohjauksen suunnittelun tasot ovat erotettavissa useissa yrityksissä, mutta yrityksen koko ja tuotantoprosessien luonne vaikuttavat suunnittelutasojen määrään. (1, s. 410.)

2.4.1 Kokonaissuunnittelu

Kokonaissuunnittelu on ylimmän tason suunnittelua, jossa tehdään tuotannon kokonaisvolyymiä ja taloutta koskevat suunnitelmat pitkällä aikajänteellä. Kokonaissuunnittelu toimii linkkinä yrityksen johdon ja tuotannon välillä sekä yhdistää tuotannon yrityksen muiden osa-alueiden kanssa. Kuten kuvassa 4 on esitetty kokonaissuunnittelun perustana toimivat yrityksen strategiset tavoitteet, budjetti, tilauskanta, menekkiennusteet ja varastotilanne. Kokonaissuunnittelun perusteella yritys voi suunnitella tuote- ja materiaalivarastojen tasot, sekä kapasiteetin muutokset, tehdä kausisopimuksia toimitajien ja alihankkijoiden kanssa sekä palkata lisää henkilökuntaa. (1, s. 411-412.)

Kokonaissuunnittelun tehtäviin kuuluu eri resurssien ja kapasiteetin kokonaistarpeen sekä toiminnan volyymin määrittely ja varastotasojen suunnittelu niin, että tuotanto- ja myyntimäärät ovat tasapainossa. (1, s. 412.)



Kuva 4. Kokonaissuunnittelu (1, s. 412).

Yritykset pyrkivät kokonaissuunnittelun avulla vastaamaan usein nopeisiin menekinvaihteluihin. Menekinvaihtelut voidaan jakaa seuraavasti: satunnaisvaihtelu, kausivaihtelu, trendi ja suhdannevaihtelu. Satunnaisvaihtelulla tarkoitetaan asiakkaiden ostopäätösten epätasaista jakautumista, kun taas kausivaihtelu syntyy vuodenaikojen vaikutuksesta menekkiin. Pidemmän aikavälin samansuuntaista kehitystä kutsutaan trendivaihteluksi ja pitkän aikavälin kokonaistalouden vaihtelua suhdannevaihteluksi. (1, s. 414.)

Keinoina menekin vaihtelun hallinnassa voidaan käyttää esimerkiksi toimitusaikojen siirtoa tai toimitusten myöhästyttämistä, alihankintaa ja tuotteiden varastointia. Kokonaissuunnittelua tehtäessä on jo tarkkaan harkittava käytettävissä olevia keinoja menekinvaihteluiden hallintaan, ja usein toimintamallin valinta perustuu eri vaihtoehtojen kustannusten analysointiin. Valinnassa on kustannusten lisäksi otettava huomioon yrityksen imago, henkilöstön tyytyväisyys sekä eri vaihtoehtojen riskitekijät. (1, s. 415.)

2.4.2 Karkeasuunnittelu

Karkeasuunnittelu on tarkempaa suunnittelua kuin kokonaissuunnittelu, ja sitä tehdään tavallisesti muutaman viikon aikajänteellä. Tilaukanta, valmistusbudjetin tavoitteet sekä tuotteiden varastotilanne muodostavat useimmiten lähtökohdan karkeasuunnittelulle. Siinä kun kokonaissuunnittelu pyrkii tasapainottamaan myynnin ja tuotannon, karkeasuunnitelma tarkentaa tuotettavat tuotteet ja niiden volyymit. Karkeasuunnittelussa-

kin hyödynnetään menekkiennusteita, mutta niiden merkitys on vähäisempi kuin kokonaissuunnittelussa. (1, s. 415.)

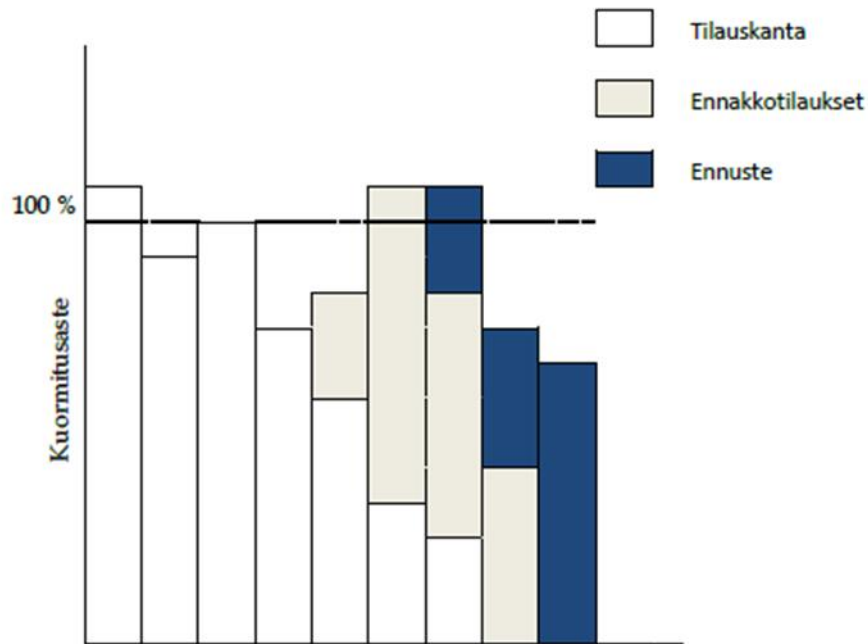
Karkeasuunnittelun tehtävänä on resurssien käytön yleissuunnittelu ja toimituskyvyn määrittely.

Resurssien käytön yleissuunnittelu. Karkeasuunnittelussa määritellään tuotannon vaatimat resurssit sekä tehdään yleissuunnitelma resurssien käytöstä. Henkilö-, kone- ja laitekapasiteetti määritellään yleisellä tasolla. Tarvittaessa tehdään päätöksiä kapasiteetin lisäämisestä tai vähentämisestä. Karkeasuunnittelun perusteella ei tavallisesti ohjata valmistusta, päähuomio on valmistuksen resurssien sopeuttamisessa menekkiä vastaavalle tasolle. (1, s. 415.)

Toimituskyvyn määrittely. Keskeisimpiä karkeasuunnittelun tehtäviä on yrityksen toimituskyvyn hallinta. Asiakasohjautuvassa tuotannossa asiakkaalle luvattavat toimitusajat perustuvat usein tuotannon karkeasuunnitteluun. (1, s. 415–416.)

Karkeasuunnittelussa laaditaan alustava tuotantosuunnitelma ja ylläpidetään yleisen tason kuormitussuunnitelmaa, karkeakuormitusta. Kuormitussuunnitelmalla ylläpidetään tietoja tilausten ja tuotantoerien vaatimasta valmistuskapasiteetista, joka on usein keskeinen rajoittava tekijä toiminnan suunnittelussa. Kuormitussuunnitelman avulla voidaan havaita mahdolliset pullonkaulat, jotka vaikeuttavat tuotantosuunnitelman toteutumista. (1, s. 416.)

Kuvassa 5 on esitetty esimerkki kuormituspiirroksesta, jossa kuvataan tarkasteluajanjakson käytettävissä olevaa kapasiteettia. Karkeakuormituksen tarkastelussa otetaan huomioon kapasiteetin yleinen riittävyys ennusteisiin nähden, joten hetkellinen ylitäi alikapasiteetti ei ole ongelma. (1, s. 417.)



Kuva 5. Esimerkki kuormituspiirroksesta (1, s. 417).

Karkeasuunnittelussa seurataan tilaukantoja sekä varastotasoja, ja suunnitelmaa päivitetään näiden mukaan. Lyhyen aikavälin muutokset tuovat joustavuutta esimerkiksi tilausten toimitusaikoihin mutta voivat olla kovinkin haitallisia tuotannonohjaukselle. (1, s. 417.)

2.4.3 Hienosuunnittelu

Karkeasuunnittelussa tehdyt tuotantoerien karkeat ajoitukset ovat hienosuunnittelun lähtökohtana. Hienosuunnittelussa tehdään yksityiskohtainen ja tarkka tuotantosuunnitelma, jonka perusteella tuotteet valmistetaan. Hienosuunnittelussa pyritään siis muodostamaan tuotantoerien ja ajoittamisen kautta tuotannon työjärjestys, jota noudattamalla tuotanto pystyy saavuttamaan mahdollisimman hyvin eri tavoitteitaan, kuten hyvä toimitusvarmuus ja korkea tuottavuus. (1, s. 417-418.)

Kun laaditaan valmistussuunnitelmaa, tuotannon todellinen tilanne on tiedettävä tarkasti. Käytettävissä olevaan kapasiteettiin vaikuttavat tuotantohäiriöt, eri kuormitusryhmien työjonot ja tuotantosuunnitelmien jättämät. Erilaiset muutokset ja häiriöt edellyttävät yleensä tuotannon uudelleensuunnittelua. Hienosuunnittelun aikajänne onkin tyypilli-

sesti muutamia päiviä, jotta suunnitelmat pystyttäisiin tekemään mahdollisimman varmojen tietojen pohjalta. (1, s. 418.)

Hienosuunnitteluvaiheessa laadittaviin työjärjestyksiin ja ajoituksiin käytetään monia erilaisia periaatteita ja menetelmiä.

Hienosuunnittelussa priorisoidaan eli asetetaan jokin asia toisen edellä. On olemassa prioriteettisääntöjä, joita voidaan käyttää yksinkertaisissa suunnittelutilanteissa. Usein helpoilla nyrkkisäännöillä päästään hyvään tulokseen, mutta se voi aiheuttaa osaoptimointia. Osaoptimoinnissa priorisoidaan jonkin kuormitusryhmän kannalta optimaalinen työjärjestys, mutta samanaikaisesti se voi olla huono muun tuotannon näkökulmasta. (1, s. 418.)

Tuotannossa, jossa asetuskustannukset ovat korkeat, hienosuunnittelun keskeisenä tavoitteena on asetusajojen ja -kustannusten minimointi. Tuotantoeriä yhdistämällä pyritään vähentämään asetusten määrää. Valmistuksen eräkokojen kasvattaminen voi kuitenkin johtaa läpäisyajan pitenemiseen ja toimitusvarmuuden heikkenemiseen. (1, s. 418.)

Pullonkaulassa menetetty tuotanto on poissa koko tehtaan tuotannosta, joten pullonkaulatyövaiheet tulee suunnitella huolellisesti. Pullonkaulatyövaiheessa tulee olla mahdollisimman korkea kuormitusaste ja tulee pitää huolta, ettei pullonkaulavaihe pysähdy muiden vaiheiden ongelmien vuoksi. Tuotannossa, jossa on paljon erillisiä työvaiheita, korkeisiin käyttösuhteisiin pyrkiminen pidentää helposti läpäisyajoja. Tällöin on valittava, tavoitellaanko nopeita läpäisyajoja vai korkeampaa tuottavuutta. Haverilan ym. (1, s. 418) näkemyksen mukaan kannattaa pullonkaulavaiheissa painottaa hieman enemmän tuottavuuden maksimointia, kun taas läpäisyajojen lyhentäminen on oleellisempaa muissa vaiheissa. (1, s. 418.)

2.4.4 Optimointi hienosuunnittelussa

Hienosuunnittelun apuna voidaan käyttää tietokonepohjaisia optimointiohjelmistoja, jotka perustuvat erilaisiin matemaattisiin algoritmeihin. Ohjelmistojen avulla voidaan luoda ja tarkastella eri ratkaisumahdollisuuksia ja tuloksia. Näissä optimointiohjelmistoissa käytetään useimmiten Ganttin taulun sovelluksia suunnitelmien visualisoinnissa ja manuaalisen suunnittelun tukena. Suunnittelijalla on kuitenkin aina mahdollisuus ottaa huomioon seikkoja, joita ei ole mallinnettu ohjelmistoon, ja parannella ohjelmiston

tarjoamaa ratkaisuvaihtoehtoja oman tietämyksensä perusteella ennen lopullista päätöksentekoa. (1, s. 421.)

Hyvän optimoinnin edellytyksiä ovat tarkat lähtötiedot, hyvin määritellyt suunnitteluprosessit ja tuotantoprosessin häiriöttömyys. Optimointi soveltuu parhaiten vakiintuneisiin tuotantoympäristöihin, koska häiriöt ja odottamattomat tapahtumat voivat viedä pohjan optimoinnilta. Optimoinnilla tulisi saavuttaa merkittäviä kustannushyötyjä, jotta niiden käyttö olisi kannattavaa johtuen järjestelmien hankinnan ja käyttöönoton kalleudesta. Prosessi- ja suursarjatuotannossa on saatu parhaat tulokset, koska valmistusprosessit ovat niissä stabiileja ja pienetkin suorituskyvyn parannukset vaikuttavat merkittävästi toiminnan kannattavuuteen. (1, s. 422.)

3 Sappi Europe

Sappi Limited on maailmanlaajuinen yritys, jonka kotipaikka on Johannesburgissa Etelä-Afrikassa. Yrityksellä on tuotantoa yhdeksässä maassa kolmella mantereella, ja sillä on yli 12 100 työntekijää. (4.)

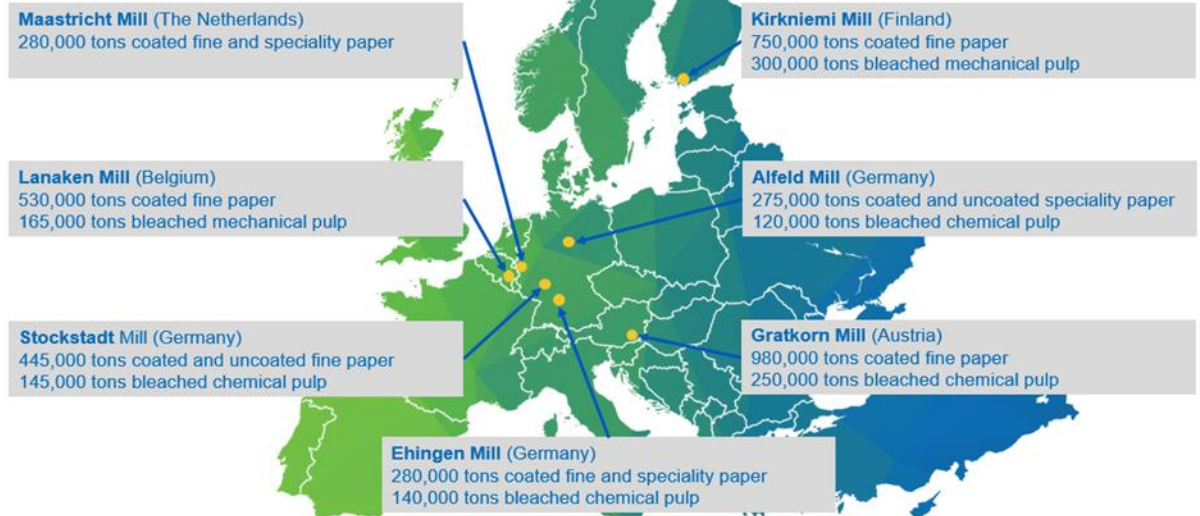
Sappi Europe on Sappi Limitedin (JSE) divisioona, ja sen pääkonttori sijaitsee Belgian Brysselissä. Sappi Europe on Euroopan johtava päällystetyn hienopaperin, pakkauspaperin ja erikoispaperien tuottaja. Sappilla on Euroopassa 7 tehdasta, 14 myyntikonttoria ja 5 100 työntekijää. Kuvassa 6 on esitelty Sappi Europen tehtaat. (4.)

Sappin graafisten papereiden tuotemerkkejä käytetään laadukkaissa aikakauslehdissä, tuotekuvastoissa, esitteissä, yritysraporteissa, suoramainonnassa, kirjoissa, kalentereissa ja markkinointimateriaaleissa. Sappin erikois- ja pakkauspaperivalikoiman tuotteita käyttävät paino- ja pakkausalan ammattilaiset, tuotemerkkien haltijat sekä suunnittelijat jousto- ja kotelopakkauksissa, etiketeissä, irrokepapereissa sekä teknisissä papereissa. (4.)

Sappi soveltaa osaamistaan muuhunkin kuin paperin tekemiseen. Yritys testaa esimerkiksi rakentamallaan pilottitehtaalla korkealaatuisen nanoselluloosan valmistusprosessia, ja lisäksi Sappi on myös kehittänyt teknologian, jonka avulla luodaan kuituvahvisteisia komposiitteja (Symbio). Tuotteita voidaan käyttää muun muassa elintarvikkeissa, päällysteissä tai komposiiteissa sekä reologian muokkaamiseen. (4.)

Sappi Europe operations

Total paper production capacity: 3.54 million tpa



Kuva 6. Sappi Europen tehtaat (5, s.12).

Yrityksen kotisivujen mukaan Sappin menestyksen perusta on Sappi Performance Engine (SPE) -filosofia, joka on ollut tärkeä osa liiketoimintaa vuodesta 2013 asti. SPE on antanut yritykselle varmuutta ja rohkeutta, joita tarvitaan itsensä haastamiseen ja oman toiminnan jatkuvaan parantamiseen. Yrityksen mukaan tämä ei tarkoita pelkästään tehokkuutta, hukan vähentämistä ja hyvää asiakaspalvelua, vaan myös inhimillistä otetta, jonka ansiosta kaikki työntekijät osallistuvat alan parhaan asiakaskokemuksen tarjoamiseen. (4.)

3.1 Sappi Kirkniemi

Sappi Kirkniemen tehdas sijaitsee Lohjalla, Lohjanjärven rannalla noin 10 km Lohjan kaupungin keskustasta lounaaseen. Tehtaan kolmella paperikoneella tuotetaan korkealaatuisia päällystettyjä Galerie-papereita, joita käytetään julkaisuissa ja mainospainotuotteissa ympäri maailmaa. Tehtaan kapasiteetti on 750 000 tonnia vuodessa. Yli yhdeksänkymmentä prosenttia tehtaan tuotannosta menee vientiin. (5, s. 40.) Kuvassa 7 on Sappi Kirkniemen tehdas Lohjan järveltä päin kuvattuna.



Kuva 7. Sappi Kirniemen tehdas Lohjalla (5, s. 21).

Kirniemen tehtaalla tuotannossa käytetään raaka-aineina havupuusellua, tehtaalla kuusesta tuotettua mekaanista massaa, vettä, päällyste- ja täyteaineita, lisäkemikaaleja sekä erilaisia lisä- ja apukemikaaleja. Tehdasalueella sijaitsee paperikoneiden ja massanvalmistuslaitoksen lisäksi voimalaitos, tuotevarasto, jätevedenpuhdistamo, raakavesiasema, kuorimo ja liettämö. (5, s. 38.)

Tehtaalla työskentelee noin 550 paperialan ammattilaista tuotannosta tuotekehitykseen, ja sen tuotantotoiminta on keskeytymätöntä. Kirniemen tehtaalla huomioidaan työturvallisuus ja ympäristönsuojelu kaikessa toiminnassa.

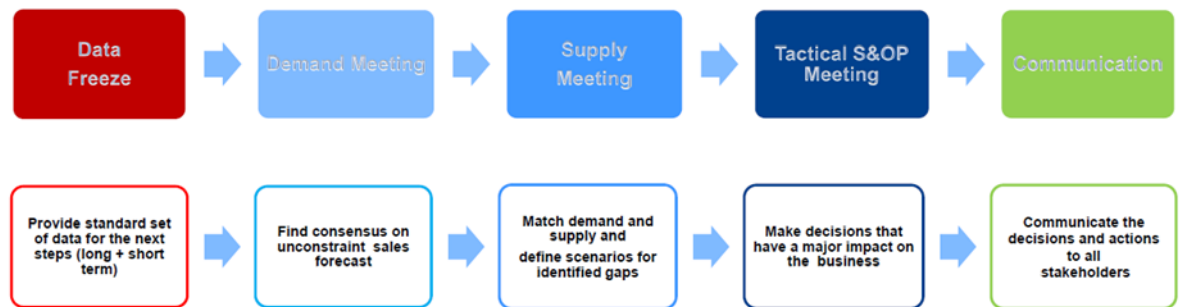
Kirniemen tehtaalla johtamisjärjestelmä sisältää sertifioidut ympäristö- (ISO 14001 ja EMAS), laadunhallinta- (ISO90001), energiatehokkuus- (ISO 50001), työterveys- ja turvallisuus (OHSAS 18001)-järjestelmät sekä puun alkuperäketjun hallinnan järjestelmät (PEFC™ COC, FSC® CoC). Tehtaalla on myös AEO-todistus (Authorised Economic Operator), joka osoittaa sen olevan auktorisoidusti luotettava taloudellinen toimija. (5, s. 35.)

3.2 Sappi Europan toiminnanohjausprosessi

Sappi Europan myynnin- ja toiminnansuunnitteluprosessi S&OP (Sales & Operations Planning) kokoaa yhteen kaikki osastot ja ohjaa niiden toiminnallisia kompromisseja. Myynnin- ja toiminnansuunnitteluprosessi perustuu pitkän ajan ennusteisiin, ja sen tuloksena on yksi toteuttamiskelpoinen suunnitelma, jolla saavutetaan se, mikä on paras yritykselle kokonaisuutena. (6, s. 2.) Kuvassa 8 on esitetty Sappi Europan myynnin- ja toiminnansuunnitteluprosessin S&OP eri vaiheet.



S&OP: Process



Kuva 8. Sappi Euroopan myynnin- ja toiminnasuunnitteluprosessin S&OP eri vaiheet (6, s. 4).

Prosessin Data Freeze -vaiheessa jäädytetään myyntikonttoreilta saadut lyhyen ja pitkän ajan myyntiennusteet sekä tehtaiden Mill Supply Chain -ryhmiltä saadut suunnitellun ajanjakson tuotantokapasiteetit. Saatujen tietojen perusteella kerätty ja analysoitu data on pohjana seuraavissa suunnittelun vaiheissa. (6, s. 5.)

Demand meeting -kokouksessa tehdään lyhyen ja pitkän ajan tarkasteluja markkinoiden ja myynnin kehittymisestä sekä seurataan suorituskykyä ja ennusteiden toteutumista. Tässä vaiheessa pyritään löytämään konsensus myyntiennusteista. (6, s. 5.)

Supply meeting -kokouksessa haetaan ratkaisu, jossa tarjonta ja kysyntä vastaavat toisiaan. Tämän ratkaisun tasapainon merkitystä kuvataan kuvassa 9. Tunnistetaan poikkeamat ja reagoidaan niihin tekemällä tarvittavat päätökset esimerkiksi ennusteiden säätäminen. Tarkastetaan, että tehdyt päätökset ovat linjassa strategian kanssa. (6, s. 5.)



Kuva 9. Kysynnän ja tarjonnan tasapaino (7, s. 9).

Tactical S&OP planning -kokouksessa verrataan suunnitelmia liiketoimintasuunnitelmaan ja tehdään tarvittavat muutokset. Tässä vaiheessa Sappin myynnin- ja toimintasuunnitteluprosessia päätetään tuotettavista tuotteista ja valtuutetaan tuotantoa, myyntiä sekä hankintaa tekemään tarvittavia muutoksia esimerkiksi tuotannon tarvitsemiin raaka-aineisiin. (6, s. 5.)

3.3 Sappi Kirkniemen hieno- ja karkeasuunnittelu

Kirkniemen tehtaan tuotannon ja kuljetusten suunnittelusta vastaa Sappi Kirkniemen OP (Operation Planning) -ryhmä. Tämä ryhmä määrittelee yhteistyössä tuotannon kanssa käytettävissä olevan kapasiteetin huomioiden mahdolliset suunnitellut kunnossapitoseisokit tai muut mahdolliset asiat, jotka vaikuttavat kapasiteetin käyttöasteeseen, esimerkiksi tilausten kirjaustilanne. Tätä yhdessä sovittua käytössä olevaa kapasiteettia käytetään aiemmin kuvatussa S&OP-prosessissa.

Karkea- ja hienosuunnittelun tavoitteena on saavuttaa optimoitu ja hyvin kontrolloitu tuotantoprosessi.

Tuotannosuunnittelun prosessikuvauksen (liite 1) ensimmäisessä vaiheessa siirretään tarvittavat tiedot MICS-tuotannonohjausjärjestelmään (Mill Information and Control System), jota kuvataan lyhyesti seuraavassa luvussa.

Toisessa vaiheessa luodaan referenssisyklit SAP APO (Advanced Planning and Optimization) -järjestelmään, niin että niitä on aina kuudeksi kuukaudeksi eteenpäin. Referenssisyklin kesto on konelinjakohtainen. Referenssisykli sisältää blokkeja, joissa tuotettavat lajit on jaoteltu grammapainoittain ja jokaiselle blokille on määritelty kesto aika tunteina. Näitä referenssisyklejä vastaan myyntikonttorit voivat syöttää tilauksia tietyn reunaehdoin SAP R/3 -myyntijärjestelmän kautta.

Kolmannessa vaiheessa tarkastellaan kapasiteetin täyttöastetta ja ehdotetaan tarvittaessa tuotannonrajoituseisokkia. Seuraavan noin kahden kuukauden tuotantokapasiteettia hallinnoidaan noin viikon kestävässä kokonaiskapasiteetin jaksoissa. Yksi viikon mittainen kokonaiskapasiteetin jakso sisältää yhden referenssisyklin. Kahden seuraavan kuukauden jälkeistä tuotantokapasiteettia hallinnoidaan kuukauden mittaisilla jaksoilla, jotka sisältävät useita referenssisyklejä. Myyntikonttoreiden volyymeja hallinnoidaan allokaatioiden kautta. Tuotannon kokonaiskapasiteetti ja myyntikonttoreiden allokaatioiden määrät vahvistetaan kuukausittain S&OP-prosessin päätöksien kautta.

Neljännessä vaiheessa S&OP-prosessin päätöksien perusteella muokataan referenssisyklejä APO:ssa, jotta pystytään tarjoamaan paras mahdollinen karkeasuunnitelman optimointi.

Prosessikuvauksen viidennessä vaiheessa kuvataan, kuinka tilaus olisi mahdollista suunnitella suoraan varastosta. Kirkniemen tehtaalla ei käytännössä ole lainkaan varastotilauksia, joten tämä vaihe ei ole käytettävissä.

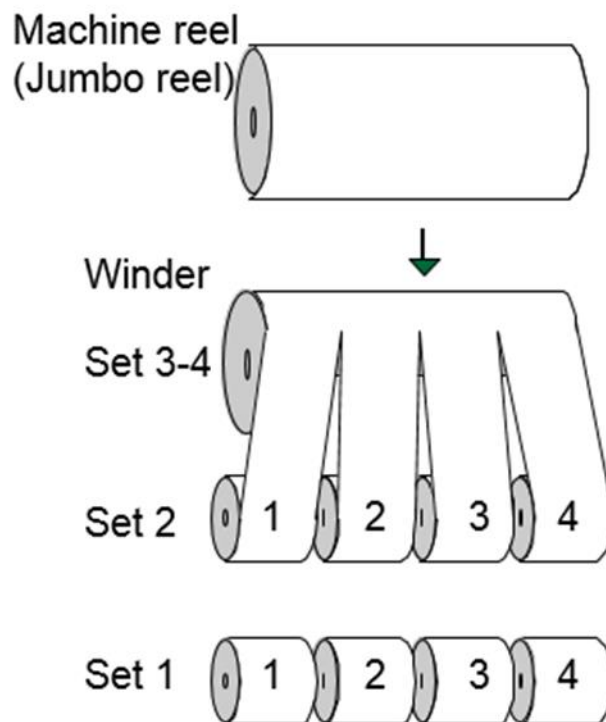
Kuudennessa vaiheessa kuvataan, kuinka tilaukset ohjautuvat avoimiin blokkeihin automaattisesti tiettyjen tarkastelujen jälkeen. Tuotantokapasiteetin täyttöastetta ja myyntiallokaatioita tarkastellaan ja uudelleen allokoidaan tarvittaessa.

Seitsemännessä vaiheessa APO-järjestelmä vahvistaa tilaukselle toivotun tai parhaan mahdollisen toimituspäivän tuotanto- ja kuljetuskapasiteetti- sekä myyntiallokaatiotarkastelun jälkeen.

Kahdeksannessa vaiheessa, noin 1-2 päivää ennen suunniteltua tuotannon aloittamisajankohtaa, blokkiin kiinnittyneet tilaukset siirretään TIPS Trim -ohjelmaan trimmistä varten ja näistä tilauksista muodostuu ajo. Yksi ajo koostuu useista saman lajin, grammapainon ja halkaisijan asiakastilauksista, joissa voi olla eri tilattu leveys ja mää-

rä. TIPS Trim -ohjelman optimoinnin avulla tilaukset trimmitetään sovitun konerullasta saatavan maksimi trimmileveyden mukaan siten, että leveyssuuntainen hukka eli trimmihukka on mahdollisimman pieni. Trimmityksessä otetaan huomioon monia asioita, kuten tilauksen vaatimukset ja pituusleikkurien asettamat tekniset haasteet.

Seuraavassa vaiheessa trimmitetyt ajot siirtyvät paperikoneen ajo-ohjelmaan, ja ne ovat vapaita tuotettaviksi. Paperikoneella ajo tarkoittaa peräkkäisten lajinvaihtojen välistä aikaa, jossa tuotetaan samaa tuotantolajia. Tässä vaiheessa myös pituusleikkurit näkevät ajot, jotka sisältävät trimmityksen tuloksena syntyneet asetteet. Asetteen perusteella pituusleikkurioperaattorit näkevät suunnitelman, joka voi sisältää useita eri asiakasrullaleveyksiä ja erilaisia muuttomääriä. Muutolla tarkoitetaan yhtä pituusleikkurilta valmistunutta rullariviä ja muuttomäärällä sitä, kuinka monta kertaa leikataan samalla asetteella. Kuvassa 10 on havainnollistettu, kuinka konerullasta voidaan leikata useita muuttoja erilaisilla asetteilla.



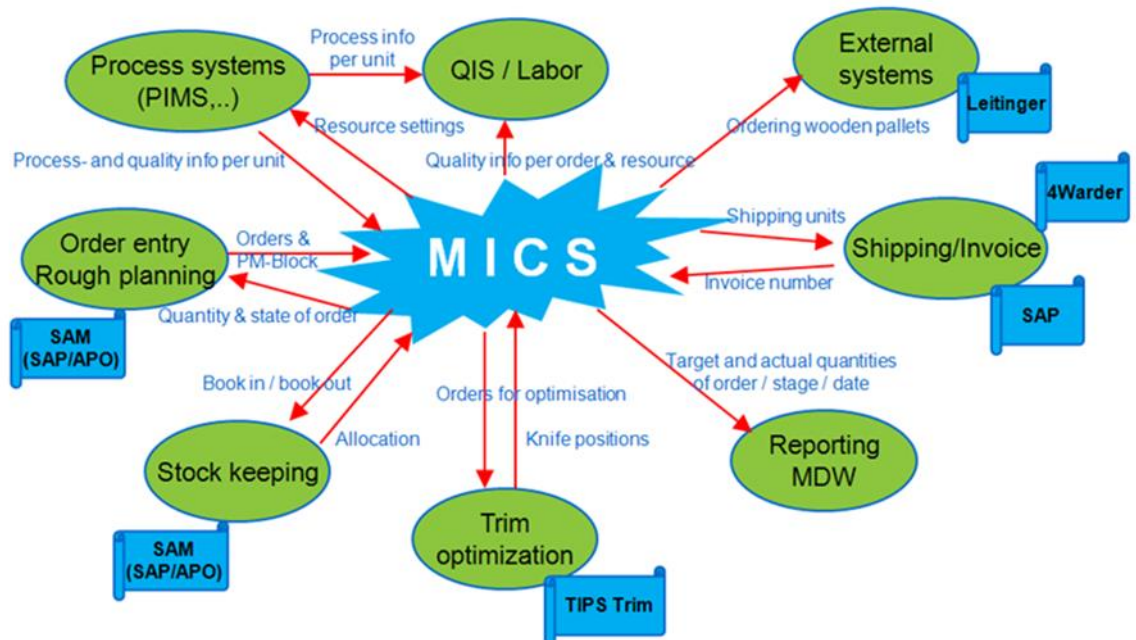
Kuva 10. Asetteen ja muuttojen muodostuminen pituusleikkauksessa (9, s. 40).

Ennen tilauksen hyväksymistä valmistetuksi tarkastetaan vielä, että tuotettu määrä vastaa tilattua määrää toleranssien puitteissa. Lisäksi varmistetaan, että tilaus on tuotettu suunnitelman mukaan ajoissa niin, että suunniteltu kuljetusaika toteutuu.

3.4 MICS-tuotannonohjausjärjestelmä

Sappi Kirkniemen tehtaalla, kuten kaikilla muillakin Sappin tehtailla, on käytössä MICS-tuotannonohjausjärjestelmä (Mill Information and Control System). Se on täysin integroitu kaikkiin yrityksen käytössä oleviin järjestelmiin, jotka liittyvät paperin tuotannon toimitusketjuun. Kuvassa 11 kuvataan kuinka MICS-tuotannonohjausjärjestelmästä lähetetään tietoa muihin järjestelmiin ja toisaalta myös vastaanotetaan tietoa eri järjestelmistä.

Fully integrated in the IT-systems



Kuva 11. Sappi European tehtaiden Integroitu IT-järjestelmä (10, s. 9).

MICS-järjestelmästä saadaan tarkkaa ja ajan tasalla olevaa tietoa tuotannon suorituskyvystä, tilausten tilanteesta, paperikoneiden ajo-ohjelmista ja esimerkiksi lastauksista. MICS-järjestelmästä lähtee sanomalla dataa esimerkiksi ajoon kiinnitetyistä tilauksista tai pakatuista ja lastatuista rullista muihin tarvittaviin järjestelmiin.

4 Sappi Kirkniemen PK2:n pituusleikkureiden läpäisy aika ja trimmitysohjelman käytön optimointi

4.1 Tutkimusmetodologia ja aineiston keruumenetelmät

Konstruktivisessa tutkimuksessa haetaan innovatiivisia konstruktioita, joiden avulla pyritään ratkaisemaan tosielämän ongelma. Tämä insinööri työ oli tapaustutkimus, joka tehtiin konstruktivisella tutkimusotteella, koska tavoitteena oli löytää ratkaisuja, jotka pystytään testaamaan ja ottamaan käyttöön.

Insinööri työssä käytettiin monimetodista menetelmää eli sekä kvantitatiivista että kvalitatiivista tapaa kerätä aineistoa. Aineiston keräämisessä pyrittiin pitämään huolta sekä reliabiliteetista että validiteetista.

Reliabiliteetilla tarkoitetaan sitä, että datan keruu- ja analysointimenetelmien tulisi johdattaa johdonmukaiseen lopputulokseen. Tavoitteena oli minimoida osallistujien ja insinööri työntekijän ennakkoluulot ja mahdolliset virheet. Osallistujan ennakkoluuloilla tarkoitetaan sitä, että haastateltava saattaa vastata, kuten kuvittelee haastattelijan haluavan hänen vastaavan, kun taas haastattelija saattaa huomaamattaan antaa ennakkoluulojensa vaikuttaa havaintoihinsa. Virheitä voi syntyä siitä, että haastateltavan vastaus voi vaihtua riippuen tilanteesta, jossa kysymys hänelle esitetään.

Validiteetilla tarkoitetaan sitä, ovatko tulokset todellisia ja mittaako datan keruumenetelmä todella sitä, mitä haluttiin mitata ja kuinka hyvin.

Työn kvantitatiivinen eli määrällinen aineisto koostui datasta, joka saatiin Sappi Kirkniemen käytössä olevassa raportointijärjestelmästä SAP BW (Business Warehouse), MICS-tuotannonohjausjärjestelmästä, TIPS Quality -laadunhallintajärjestelmästä sekä TIPS trim 13 -ohjelmasta. Järjestelmistä haettiin dataa vuosilta 2012-2017. Saadun datan avulla pystyttiin analysoimaan trimminvaihtojen määrän kehittymistä, tilauskokojen muutosta, lajien määrän ja eri asiakasrullaleveyksien määrän kehittymistä sekä asetteiden ja konerullien vaihtoon kuluva aika pituusleikkauksessa. TIPS trim 13 -ohjelmasta haettiin tietoa jo trimmitetyistä ajoista ja käytetyn variantin toimivuudesta.

Kvalitatiivinen aineisto kerättiin haastattelemalla tuotannosuunnittelijoita, pituusleikkurioperaattoreita, vuorotyönjohtajia ja tuotannon johtoa. Kaikki haastattelut olivat muodoltaan epävirallisia, ja ennakoon laadittuja kysymyksiä ei ollut asetettu.

Insinööriyöntekijän oma työkokemus sekä pituusleikkurioperaattorina että tuotannosuunnittelijana oli kaikille alusta asti tiedossa. Työkokemus auttoi havainnoinnissa, jota tehtiin koko työn ajan eri työvaiheista ja eri ihmisten tai vuorojen tavasta hoitaa työvaiheita. Havainnoimalla ja haastatteluilla saatiin kuva siitä, mikä prosessissa oli vialla ja mitä asioita voisi tehdä toisin. Kvantitatiivista dataa käytettiin nykytilan selvittämiseen. Kvalitatiivista aineistoa hyödynnettiin aiheen taustoittamisessa ja ratkaisujen innovoinnissa.

4.2 PK2:n tilausten, lajien ja asetteiden vaihtojen määrän kehitys

Kirkniemen tehtaan paperikonelinja 2:lla (PK2) tuotettavien tuotantolajien määrä on kasvanut selvästi viimeisten vuosien aikana. Vuonna 2012 PK2:lla tuotettiin yhtä lajia viidessä eri grammapainossa, kun vuonna 2017 lajeja oli jo neljä, joista kolmea tuotettiin viidessä eri grammapainossa ja yhtä yhdessä grammapainossa. Kuten taulukosta 1 käy ilmi, tuotettavien lajien määrä eri grammapainoissa on siis noussut viidestä kuuhteentoista viimeisen viiden vuoden aikana.

Taulukko 1. PK2:n tuotantolajien ja niiden eri grammapainojen määrän kehitys vuosina 2012-2017.

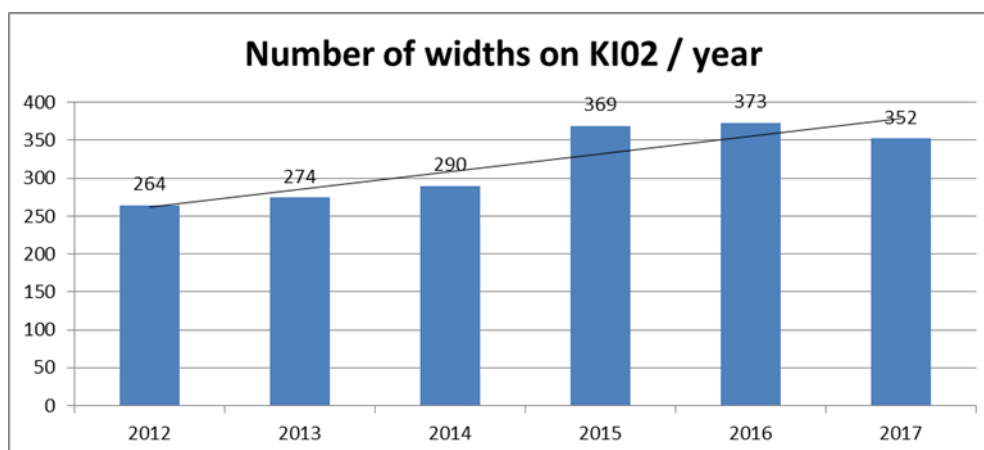
2012	2013	2014	2015	2016	2017
1800-057	1800-057	1800-057	1800-057	1800-057	1800-057
1800-060	1800-060	1800-060	1800-060	1800-060	1800-060
1800-065	1800-065	1800-065	1800-065	1800-065	1800-065
1800-070	1800-070	1800-070	1800-070	1800-070	1800-070
1800-080	1800-080	1800-080	1800-080	1800-075	1800-080
	1812-060	1801-065	1801-065	1800-080	1801-065
	1817-057	1817-057	1801-070	1801-065	1817-057
	1817-060	1817-065	1817-057	1817-057	1817-060
	1817-070	1817-070	1817-060	1817-060	1817-065
	3715-067	1817-080	1817-065	1817-065	1817-070
			1817-070	1817-070	1817-080
			1817-080	1817-080	1882-054R
					1882-057R
					1882-060R
					1882-065R
					1882-070R
5	10	10	12	12	16

Samalla kuin tuotettavien lajien määrä on kasvanut, keskimääräiset asiakastilausten koot ovat laskeneet. Taulukossa 2 on esitetty keskimääräisten tilauskokojen muuttuminen vuosina 2012-2017 tuotantolajeittain sekä kaikkien tuotettujen lajien keskimääräinen tilauskoko. Vuonna 2012 PK2:n asiakastilaukset olivat kooltaan noin 32,6 tonnia. Keskimääräinen asiakastilauksien koko oli vuonna 2017 enää 25,2 tonnia.

Taulukko 2. PK2:n asiakastilausten koon muutokset vuosina 2012-2017.

PM	Production	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Grand
KI02	1800-057R	41802	35480	37439	33618	34156	32226	35995
	1800-060R	35579	36850	33928	27190	32625	28120	32832
	1800-065R	31572	34160	31705	23566	26579	24403	29020
	1800-070R	22338	29402	20297	26855	32379	29786	27473
	1800-075R					21877		21877
	1800-080R	14032	16435	14322	17678	12904	14524	14987
	1801-065R			29315	28722	27079	16667	28073
	1801-070R				55249			55249
	1812-060R		5905					5905
	1817-057R		23209	12745	9603	22968	22820	21723
	1817-060R		36120		14662	15181	11369	12916
	1817-065R			19304	11725	20444	17725	17617
	1817-070R		23819	71480	10800	48393	17750	26379
	1817-080R			18174	17462	23531	22444	22475
	1882-054R						21904	21904
	1882-057R						30186	30186
	1882-060R						31819	31819
	1882-065R						13388	13388
	1882-070R						3591	3591
	3715-067R		5803					5803
Grand Total		33620	33957	31238	26581	29545	25179	29908

PK2:n asiakasrullaleveyksien määrien muutosta tarkasteltiin myös samalta ajanjaksolta eli vuosilta 2012-2017. Tarkastelun perusteella voitiin todeta, että eri rullaleveyksien määrä oli noussut vuodesta 2012 vuoteen 2016. Vuonna 2017 määrä oli laskenut 21 kappaletta, mikä sinänsä on mielenkiintoinen ilmiö, kun samanaikaisesti tuotettavien lajien määrä kasvoi neljällä. Muutokset vuositasolla on esitetty kuvassa 12.



Kuva 12. PK2:n eri asiakasrullaleveyksien vaihtelu vuosina 2012-2017.

Taulukossa 3 on esitetty asetteiden vaihdon määrän kehittyminen vuosina 2012-2017 vuosi- ja viikkotasolla PL2:lla ja PL3:lla. Asetteiden vaihdon määrä oli vuonna 2017 881 suurempi kuin vuonna 2014. Vuonna 2017 PL2:lla ja PL3:lla vaihdettiin siis asete keskimäärin 70 kertaa viikossa.

Taulukko 3. PL2:n ja PL2:n asetteiden vaihdot vuosina 2012-2017

Year	set tot/a	set tot/w
2012	3150	61
2013	3031	58
2014	2759	53
2015	3473	67
2016	3455	66
2017	3640	70

4.3 PK2:n pituusleikkurit PL2 ja PL3

Pituusleikkauksessa konerullasta leikataan osarainat, jotka rullataan hylsyjen ympärille asiakkaan tilaamaan leveyteen ja halkaisijaan.

Kirkniemen tehtaassa PK2:n pituusleikkurit PL2 ja PL3 ovat moniasemaisia kaksoisrullaleikkureita Valmet JR 1000. Ne käsittävät rakenteellisesti ja toiminnallisesti aukirullauksen, automaattisen konerullan vaihtolaitteiston, automaattisen rainansaumauslaitteiston, päänvientilaitteiston sekä leikkaus- ja rullausosan.

PK2:n kahdella pituusleikkurilla työskentelee kolme operaattoria viidessä vuorossa. Jokaisessa vuorossa työskentelee kaksi pituusleikkurinhoitajaa ja yksi pituusleikkurin niin sanottu ”kakkosmies”.

Asetusaika on aika, joka kuluu työpisteessä, kun vaihdetaan tuotteesta toiseen. Pituusleikkureilla asetteen vaihdossa muutetaan leikattavat asiakasrullaleveydet, jolloin asemien ja terien paikat muuttuvat. Tämän työvaiheen asetusajasta ei ollut saatavilla luotettavaa tietoa. Sen arvioitiin kestävän noin kaksikymmentä minuuttia.

Konerullan vaihto tehdään manuaalisesti liittämällä tyhjenevän konerullan paperirainan täyden konerullan rainaan. Tähänkin vaihtoon kuluu aikaa voidaan kutsua asetusajaksi, jolla on suora merkitys pituusleikkureiden aika-hyötysuhteeseen.

Pituusleikkurit ovat alkaneet muodostua PK2:n tuotannon pullonkaulaksi. Tämä voi johtaa siihen, että raudat, joiden ympärille paperiraina rullataan edellisissä konevaiheissa, loppuvat kesken. Läpimenoaikaan uskottiin vaikuttavan selvästi lisääntyneet asetteiden vaihdot sekä edeltävien ja seuraavien vaiheiden häiriöt.

4.4 PL2:n ja PL3:n operaattoreiden haastattelut

Kuten jo aiemmin on todettu, työssä tehdyt haastattelut olivat muodoltaan hyvin epävirallisia eikä ennakkoon laadittuja kysymyksiä ollut. Tapaamiset olivat vapaamuotoista keskustelua, joissa hyödynnettiin insinööriyöntekijän omaa työkokemusta sekä pituusleikkurioperaattorina että tuotannonsuunnittelijana, jonka vastuulla oli ollut myös hienosuunnittelu ja trimmitys. Työkokemuksen pohjalta keskusteluissa oli mahdollisuus tehdä tarkentavia kysymyksiä ja kertoa myös hienosuunnitteluun ja trimmitykseen liittyviä haasteista.

Sappi Kirkniemessä on menossa Otso-niminen projekti, jonka yhtenä painopistealueena on paperikone 1:n ja 2:n jälkikäsitteily, joka siis käsittää pituusleikkurit, uudelleenrullauksen ja pakkaamon, läpäisyajan parantaminen. Tässä insinööriyössä keskityttiin PK2:n pituusleikkureiden läpäisyajan parantamiseen nimenomaan asetevaihtojen määrän kautta, mutta kaikki esille tulleet asiat kirjattiin ja vietiin eteenpäin toisen projektin tietoon.

Keskustelut olivat hyvin antoisia, ja niiden perusteella kirjattiin hyviä ideoita, joiden avulla läpimenoaikaa olisi mahdollista parantaa. Nopeasti kävi myös selväksi, että vuoroille oli muodostunut erilaiset työtavat ja yhteistyö muiden työvaiheiden kanssa vaihteli selvästi.

Keskusteluissa ilmi tulleet asiat on listattu, ja niitä on käyty läpi sekä tuotannon johdon ja jälkikäsitteilyä läpäisyajan parantamisen projektin vetäjän että hienosuunnittelijoiden kanssa. Esille nousi muun muassa seuraavia asioita, jotka heikentävät läpimenoaikaa:

- Ajonopeutta joudutaan laskemaan, jos konerullasta molemmin puolin leikkavat reunanauhat ovat yli 16 cm.
- Usein superkalantereilta tulevat konerullat eivät tule leikkaukseen ajojärjestyksessä, mikä aiheuttaa ylimääräisiä asetteiden vaihtoja.
- Pakkaamon ongelmien vuoksi leikkureilta leikattuja rullia ei saa eteenpäin.

- PL2:n ja PL3:n edessä olevat rullakentät ovat usein täynnä, mikä vaikeuttaa operointia erikoistilanteissa.
- Odotusaikoja syntyy tilanteissa, joissa toisella leikkurilla vaihdetaan asetetta ja toisella tulisi vaihtaa konerulla.
- Paperin profiiliongelmien vuoksi ajonopeutta joudutaan laskemaan.
- Hienosuunnittelija muuttaa ajon asetteita viime hetkellä ja tieto muutoksesta ei aina saavuta operaattoreita.

Asioita, joilla olisi läpimenoaikaa parantava vaikutus, nousi myös keskusteluissa esille, ja niistä muutamia on lueteltu alla.

- Tulisi selvittää mahdollisuutta ottaa käyttöön automaattinen konerullan vaihtolaitteisto (autosplice).
- Parantamalla yhteistyötä eri työvaiheiden ja vuorojen välillä olisi mahdollista vähentää ylimääräisten asetteiden vaihtoja.
- Varastoon ajettavien konerullien näytteenotto-ohje tulisi päivittää.
- Myynnin kanssa tulisi selvittää mahdollisuutta saada hylkytilaukset uusille lajeille.
- Pitkän kuljettimen vaiheistukset tulisi tarkastaa ja optimoida, jotta läpäisykyky olisi paras mahdollinen.

Osalle esille tulleista ja eteenpäin viedyistä asioista on jo toimintasuunnitelma asian korjaamiseksi tai käyttöönottamiseksi. Yhteistyön kehittämiseksi ja rakentavan palautteen saamiseksi operaattoreiden ja hienosuunnittelijan välillä sovittiin, että insinööriyön tekijä ja PK2:n hienosuunnittelija käyvät yhdessä keskustelemassa jokaisen vuoron operaattoreiden kanssa.

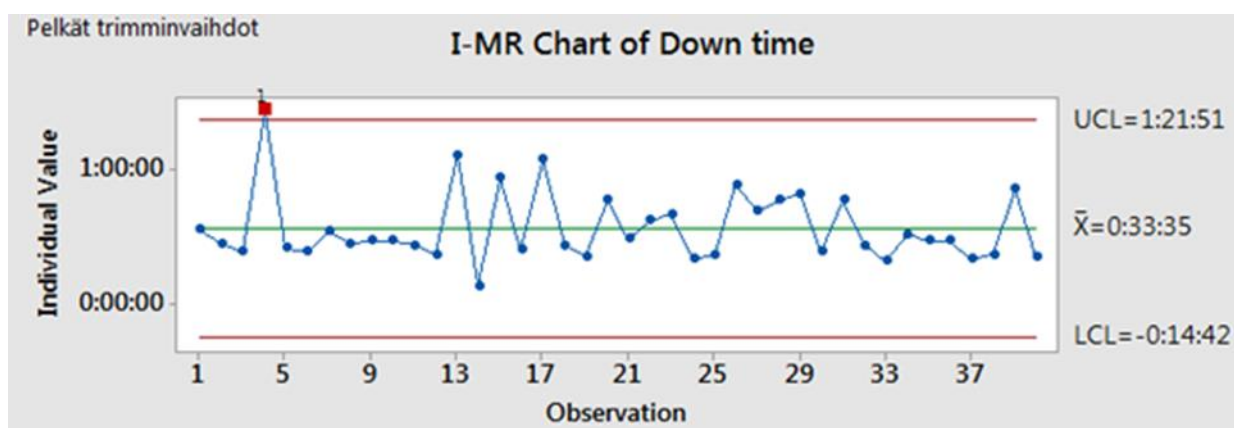
4.5 Asetteiden vaihtoon kuluva aika PL3:lla

Tehdasjärjestelmistä kerättiin manuaalisesti dataa PL3:n seisonta-ajoista, ajo-, asete-, muutto- ja konerullanumeroista ajalta 26.1.2018-2.2.2018 sekä 20.2.2018-26.2.2018. Datan avulla haluttiin selvittää asetteen ja konerullan vaihtoon kuluva aika ja mahdolliset vuorokohtaiset erot. Dataa kertyi 90 asetteen vaihdon ja 115 konerullan vaihdon osalta.

Datan perusteella yhden asetteen vaihtoon kuluu PL3:lla noin 44 minuuttia. Tuo 44 minuuttia on keskiarvo, jossa ei otettu huomioon mahdollisia muita asetteen vaihtoa hidastavia tekijöitä, kuten samanaikaiset konerullien vaihdot tai tekniset ongelmat.

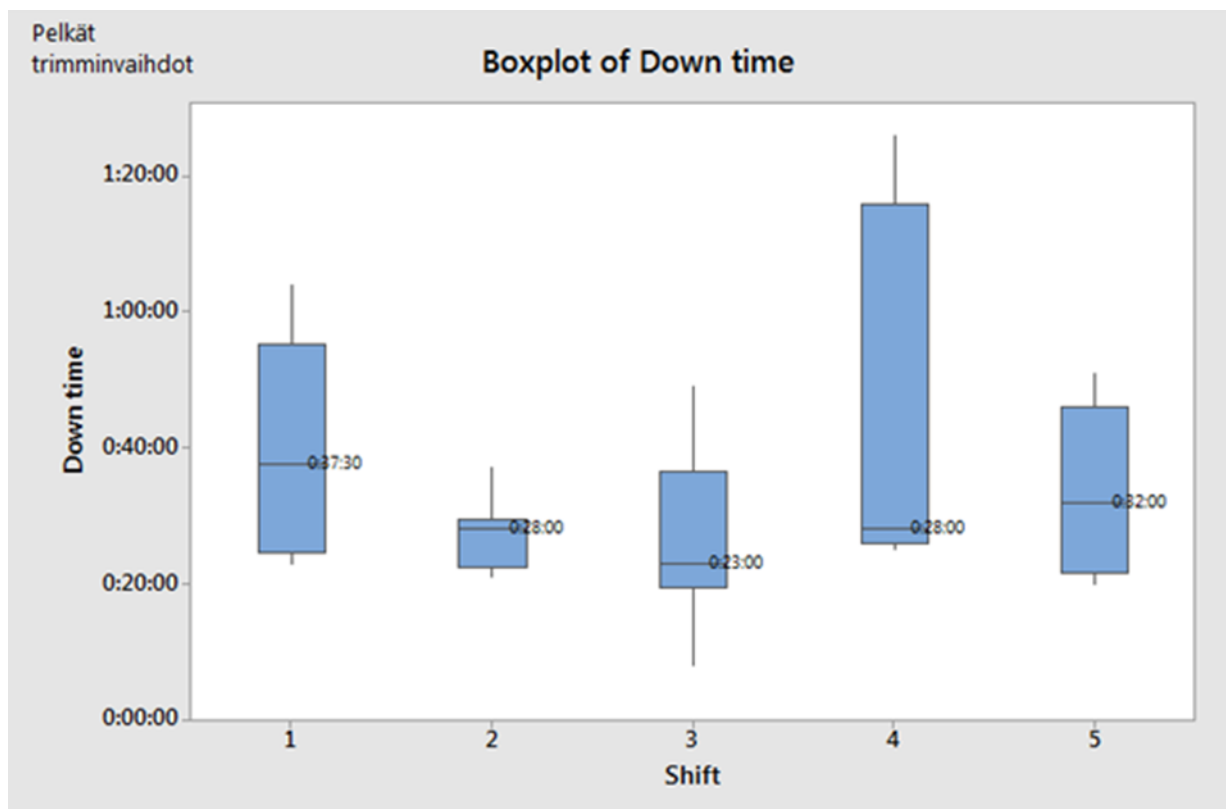
Datan tarkemmassa tarkastelussa selvitetiin erikseen asetteen vaihtoon kuuluva aika, konerullan vaihtoon kuuluva aika sekä aika, joka kuluu, kun asetteen vaihdon yhteydessä vaihdettiin myös konerullaa. Tarkemmassa tarkastelussa ei ollut mahdollista huomioida mahdollisia teknisiä tai tuotantotilanteeseen liittyviä ongelmia, koska niistä ei ole luotettavaa tietoa saatavilla.

Selvityksen mukaan asetteen vaihtoon, jossa ei samalla vaihdeta konerullaa, aikaa kuluu noin 33 minuuttia, kuten kuvasta 13 voidaan todeta.



Kuva 13. Asetteen vaihtoon kulunut aika PL3:lla.

Kun samaa asiaa tarkastellaan vuorokohtaisesti, voidaan todeta, että asetteen vaihtoon kuluvassa ajassa on selviä vuorokohtaisia eroja. Kuten kuvasta 14 voi nähdä, keskiarvoiltaan nopeimman ja hitaimman vuoron välillä on noin 14 minuuttia. Hajontaa vuorojen sisällä on myös nähtävissä, ja varsinkin vuoro numero 4 kohdalla hajonta on huomattavan suurta tarkasteltavan ajanjakson aikana.

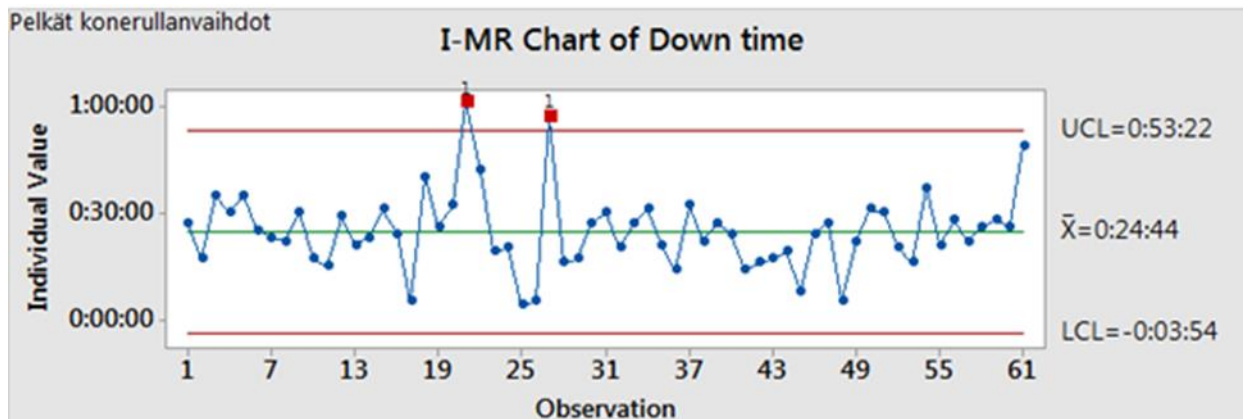


Kuva 14. Vuorokohtaisen asetteiden vaihtoon kuluneen ajan tarkastelu PL3:n osalta.

Edellä kuvattuihin asetteiden vaihtoihin kuluneessa ajassa tulee huomioida, että se voi sisältää luonnollisesta hajonnasta poikkeavaa dataa. Minitab, jonka avulla dataa on analysoitu, ilmoittaa, että p-arvo, jolla ilmaistaan jakauman luonteesta normaalijakaumaa vasten, on pienempi kuin 0,005. Luvun tulisi olla suurempi kuin 0,005, jotta jakauma voidaan todeta normaaliksi.

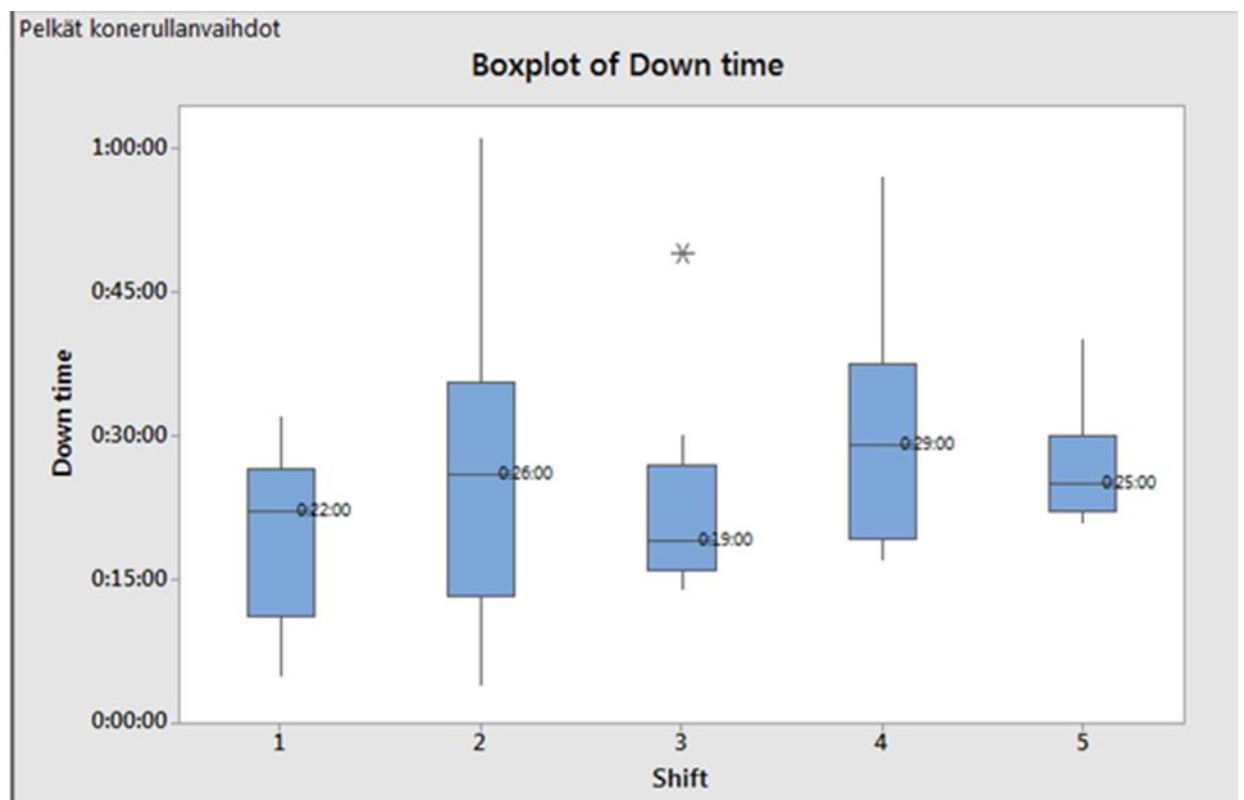
Valitettavasti näin jälkikäteen on lähes mahdotonta löytää mahdollisia syitä yksittäisiin pitkään kestäneisiin vaihtoihin, koska tietoa ei ole saatavilla. Tämä siitäkin huolimatta, että Kirkniemen tehtaalla on käytössä vuoropäiväkirja, johon tulisi kirjata ongelmat mahdollisimman tarkasti, jotta asioihin pystytään puuttumaan ja korjaamaan niitä. Vuoropäiväkirjasta ei löytynyt mahdollisia teknisiä syitä, jotka voisivat selittää suuren hajonnan.

Datan perusteella, ja kuten kuvasta 15 voidaan todeta, PL3:lla konerullan vaihtoon kuluu aikaa noin 24 minuuttia.



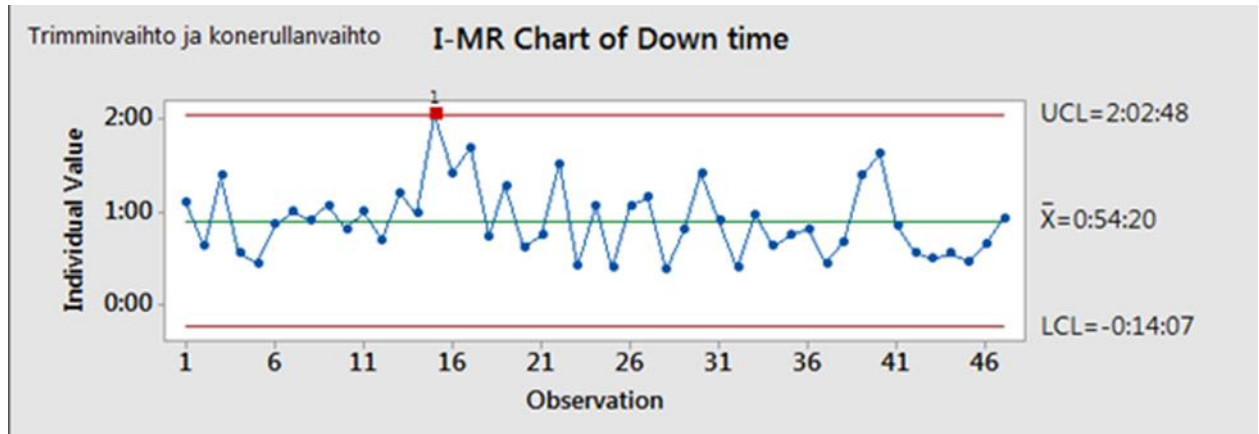
Kuva 15. Konerullan vaihtoon kulunut aika PL3:lla.

Kuten kuvasta 16 näkyy, konerullan vaihtoon kuluneessa ajassa on myös selvää hajontaa ja vuorokohtaisia eroja. Tässä tarkastelussa on nähtävissä suurinta hajontaa vuoron numero 2 kohdalla, mutta keskiarvillisesti eniten vaihtoihin kuluu aikaa vuorolta 4.



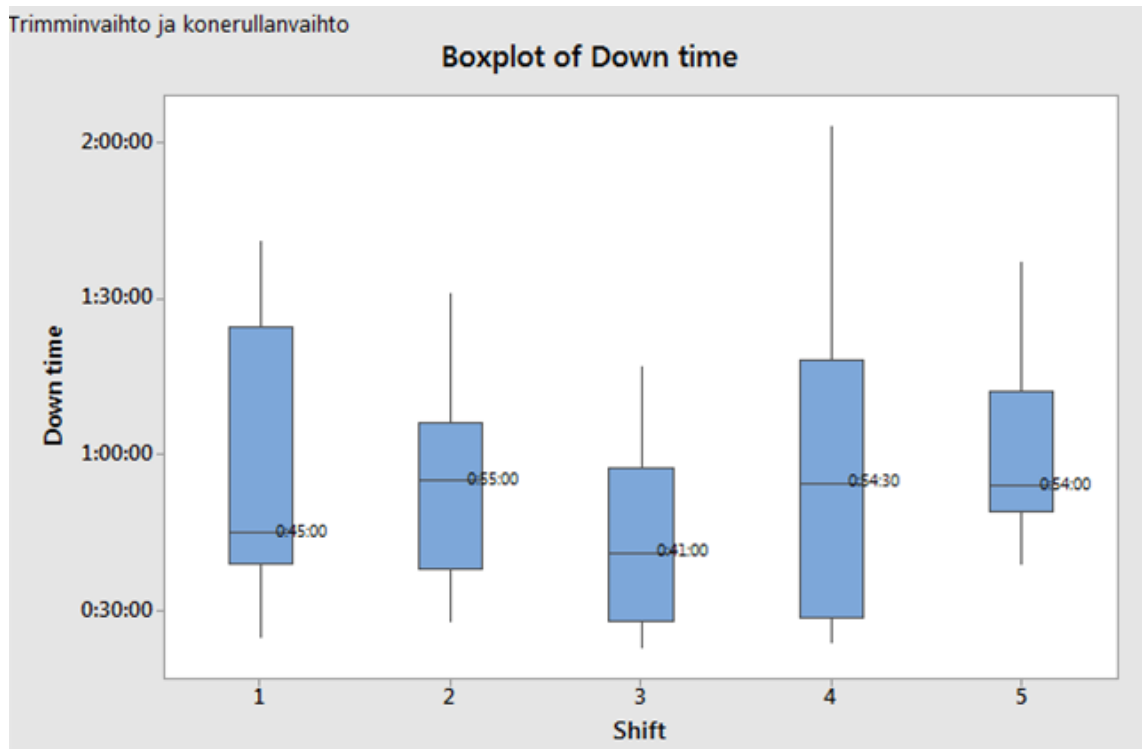
Kuva 16. Vuorokohtaisen konerullien vaihtoon kuluneen ajan tarkastelu PL3:n osalta.

Datasta analysoitiin vielä aika, joka kuluu, kun tehdään sekä asetteen että konerullan vaihto. Analysoinnin tulos on nähtävissä kuvassa 17. Datan perusteella aikaa näihin vaihtoihin kuluu keskimäärin noin 54 minuuttia.



Kuva 17. Asetteen- ja konerullanvaihtoon kulunut aika.

Kuten kuvasta 18 on nähtävissä, keskiarvillisesti asetteen ja konerullan vaihdosta selviävät nopeimmin vuorot 1 ja 3, joilla aikaa vaihtoihin kuluu 41 ja 45 minuuttia. Muiden kolmen vuoron osalta vaihtoon kuluva aika on noin 13 minuuttia enemmän.



Kuva 18. Vuorokohtainen konerullien ja asetteiden vaihtoon kuluneen ajan tarkastelu PL3:n osalta.

Asetteen vaihtoon kuluu selvästi luultua pidempi aika, ja on selvää, että asetteiden vaihtoon kuluva aika tulee saada lyhyemmäksi. Yhtenä keinona asetusaikojen lyhentämiseksi olisi käyttää SMED-menetelmää (Single-digit Minute Exchange of Die). SMED kehitettiin alun perin 1950-luvulla Japanissa pienentämään asetusaikoja autoteollisuudessa. Sen on todettu soveltuvan myös muille teollisuudenaloille. Asetteen vaihdossa asetusaika voidaan jakaa kahteen osaan, sisäiseen ja ulkoiseen asetusaikaan. Sisäiseen asetusaikaan kuuluvat kaikki tehtävät, jotka suoritetaan koneen olleessa pysähdyksissä, ja ulkoiseen asetusaikaan tehtävät, jotka suoritetaan koneen ollessa käynnissä. (13)

SMED-menetelmässä haetaan ratkaisuja asetusaikojen lyhentämiseen tunnistamalla ja erottelamalla sisäiset ja ulkoiset asetteet. Tutkitaan, mihin aika käytetään, analysoidaan saadut tulokset ja eritellään ne sisäisiin ja ulkoisiin asetuksiin. Jo tämän vaiheen jälkeen on mahdollista lyhentää koneen seisonta-aikaa esimerkiksi etukäteisvalmisteluilla seuraavaa ajoa varten.

Toisena keinona haetaan mahdollisuuksia, joilla sisäiset asetteet voitaisiin muuttaa ulkoisiksi. Lopuksi suunnitellaan tehokas asetusprosessi, jossa sisäisten asetusten

määrän tulisi olla mahdollisimman pieni, koska niiden aikana kone ei tee tuottavaa toimintaa.

Sen jälkeen, kun tehokas asetusprosessi on saatu määriteltyä, tulisi vielä tehdä Sappi Kirkniemen käytössä oleva SOP (Standard Operating Procedure), joka auttaa prosessin ja työtehtävien vakioinnissa.

4.6 Uudet variantit TIPS Trim 13 trimmityksen optimointiohjelmaan

Sappi Kirkniemen hienosuunnittelijoiden käytössä on trimmityksen optimointiohjelma TIPS Trim 13. Ohjelmassa on käytettävissä 183 eri suunnitteluparametria, joilla pystytään vaikuttamaan algoritmin laskentaan. Eri suunnitteluparametrien painotuksilla voidaan ohjata automaattista optimointia laskemaan ratkaisu, jossa on huomioitu esimerkiksi pituusleikkureiden rajoituksia tai painotetaan tilauksiin liittyviä rajoituksia, kuten tilauksen määrän toleranssit. Pelkästään tilauksiin liittyviä parametreja on yli viisikymmentä. Parametrien avulla voi esimerkiksi painottaa asetteiden määrää mahdollisimman pieneksi ja hyväksyä hieman isomman hyllyn kustannuksen. Automaattisen optimoinnin voi kieltää sekoittamasta eri hylsykokoja samaan asetteeseen tai estää optimointia luomasta varastotilauksia. Käyttäjä voi luoda variantin, jossa parametrit on asetettu niin, että saavutetaan paras mahdollinen haluttu ratkaisu.

PK2:n hienosuunnittelija käytti varianttia nimeltä havadesotest, jonka oli luonut aikoinaan hollantilainen kollega. Variantti ei toiminut PK2:n trimmityksessä käytännössä lainkaan, ja hienosuunnittelija trimmitti ajot lähes täysin manuaalisesti. Tilanteen toteutemiseksi valittiin yksi, ajo joka trimmitettiin käytössä olleella variantilla. Tulos, jossa manuaalista trimmitystä ei ole vielä tehty, on nähtävissä kuvassa 19.

Patterns							Raw Material						
ProdStep : 1 (6)							Orders (11/5)						
PatNbr	SetC...	Teor...	Used...	Open/Width...			Priori...	Or...	Width [...	OrderQty...	Ord.	Avail...	PlanQty [kg]
1	33	647.0	642.6	4.4	7x91.8		X	KG	79.2	5977	5	0	0
3	10	647.0	640.0	7.0	142.0	6x83.0	X	RL	83.0	246809	197	90	112755
6	6	647.0	636.5	10.5	130.5	4x83.0	X	RL	83.0	12528	10	9	11275
2	1	647.0	641.5	5.5	96.0	5x83.0	O	KG	86.0	7789	6	0	0
4	1	647.0	639.5	7.5	141.5	6x83.0	O	KG	87.0	6566	5	0	0
5	1	647.0	636.5	10.5	130.5	4x83.0	X	RL	87.0	6566	5	2	2626
							X	KG	88.0	7970	6	0	0
							X	KG	91.8	321892	232	231	320036
							X	RL	96.0	1449	1	1	1449
							X	KG	130.5	17728	9	8	15759
							O	KG	133.5	80604	40	0	0
							O	KG	141.3	29860	14	0	0
							O	KG	141.3	21328	10	0	0
							X	KG	141.5	2136	1	1	2136
							X	KG	142.0	21434	10	10	21434
							X	KG	174.0	15759	6	6	15759

Kuva 19. Käytössä olleen variantin kautta saatu optimoinnin ratkaisu.

Optimoinnin tulos antoi hyvän trimmihukan, 0,87 prosenttia, mutta ratkaisua ei voi hyväksyä, koska sen seurauksena usean asiakastilauksen suunniteltu määrä jäisi selvästi alle tilatun määrän. Ratkaisusta huomaa heti sen, ettei tässä variantissa anneta optimoinnin hyödyntää niin sanottuja optionaalisia tilauksia, joita ei tarvitse tuottaa täyteen tässä vaiheessa.

Kuvassa 20 on nähtävissä PK2:n hienosuunnittelijan manuaalisesti tekemä ratkaisu, jossa on hyödynnetty käytössä olevia optionaalisia tilauksia. Tässä ratkaisussa tilauksiin ei tullut ylimääräisiä rullia. Trimmihukka oli 0,75 prosenttia.

Patterns							Raw Material						
ProdStep : 1 (8)							Orders (11/5)						
PatNbr	SetC...	Teor...	Used...	Open/Width...			Priori...	Or...	Width [...	OrderQty...	Ord.	Avail...	PlanQty [kg]
8	30	647.0	642.6	4.4	7x91.8		X	KG	79.2	5977	5	5	5977
1	18	647.0	639.3	7.7	6x83.0	141.3	X	RL	83.0	246809	197	197	246809
2	10	647.0	640.0	7.0	6x83.0	142.0	X	RL	83.0	12528	10	10	12528
3	9	647.0	646.1	0.9	4x83.0	2x91.8	O	KG	86.0	7789	6	4	5192
4	3	647.0	643.7	3.3	79.2	83.0	O	KG	87.0	6566	5	2	2626
5	2	647.0	642.2	4.8	2x88.0	2x91.8	X	RL	87.0	6566	5	5	6566
6	2	647.0	646.7	0.3	79.2	2x86.0	X	KG	88.0	7970	6	6	7970
7	1	647.0	639.8	7.2	3x87.0	96.0	X	KG	91.8	321892	232	232	321475
						141.3	X	RL	96.0	1449	1	1	1449
						141.5	X	KG	130.5	17728	9	9	17728
						88.0	O	KG	133.5	80604	40	5	10076
						133.5	O	KG	141.3	29860	14	14	29860
						141.3	O	KG	141.3	21328	10	9	19196
						96.0	X	KG	141.5	2136	1	1	2136
						141.5	X	KG	142.0	21434	10	10	21434
						174.0	X	KG	174.0	15759	6	6	15759

Kuva 20. PK2:n hienosuunnittelijan manuaalisesti tekemä ratkaisu.

Tämän jälkeen insinööryön tekijä trimmitti vielä saman ajon myös manuaalisesti. Ratkaisu on nähtävissä kuvassa 21.

PatNbr	SetC	Teor.	Used	Open/Width						
1	33	647.0	642.6	4.4	7x91.8					
4	21	647.0	639.3	7.7	6x83.0				141.3	
3	10	647.0	640.0	7.0	142.0	83.0	83.0	3x83.0		83.0
2	6	647.0	644.5	2.5	130.5	88.0	174.0		86.0	83.0
5	5	647.0	644.5	2.5	79.2	87.0	87.0	133.5	91.8	83.0
6	1	647.0	629.0	18.0	141.5	96.0	130.5	130.5	130.5	

Raw Material						
Orders (11/5)						
Priori.	Or.	Width [OrderQty.	Ord.	Availl.	PlanQty [kg]
X	KG	79.2	5977	5	5	5977
X	RL	83.0	246809	197	198	248062
X	RL	83.0	12528	10	10	12528
O	KG	86.0	7789	6	6	7789
O	KG	87.0	6566	5	5	6566
X	RL	87.0	6566	5	5	6566
X	KG	88.0	7970	6	6	7970
X	KG	91.8	321892	232	236	327018
X	RL	96.0	1449	1	1	1449
X	KG	130.5	17728	9	9	17728
O	KG	133.5	80604	40	5	10076
O	KG	141.3	29860	14	14	29860
O	KG	141.3	21328	10	7	14930
X	KG	141.5	2136	1	1	2136
X	KG	142.0	21434	10	10	21434
X	KG	174.0	15759	6	6	15759
*						

Kuva 21. Insinööryöntekijän manuaalisesti tekemä ratkaisu.

Tässä ratkaisussa trimmihukka oli hieman korkeampi, 0,83 prosenttia, ja kahdelle tilukselle tulisi ylimääräisiä rullia. Tässä ratkaisussa on kuitenkin kaksi asetetta vähemmän kuin aiemmin esitetyissä ratkaisuissa, joka olisi valmis tuotantoon lähetettäväksi.

Uutta varianttia lähdettiin luomaan tutustumalla TIPS Trim -manuaaliin ja siinä erityisesti parametreihin. Järjestelmään luotiin variantteja, joiden parametreja muuttamalla haettiin ratkaisua, jonka hienosuunnittelija voisi hyväksyä suoraan tuotantoon tai ainostaan pienillä muutoksilla hyväksyä tuotantoon. Onhan suunnittelijalla kuitenkin aina mahdollisuus parannella ohjelmiston antamaa ratkaisuvaihtoehtoa oman parhaan tietämyksensä perusteella.

Eri testivariantteja kertyi lopulta viisi erilaista, ja yhtä niistä hienosuunnittelija on jo käyttänyt työssään. Seuraavaksi esitetään vielä muutamia esimerkkejä uusien testivarianttien tuomasta mahdollisuudesta vähentää PK2:n hienosuunnittelijan manuaalisen työn määrää.

Patterns									
ProdStep : 1 (4)									
PatNbr	SetC	Teor	Used	Open	Width				
2	50	647.0	643.6	3.4	88.0	188.4	4x91.8		
3	9	647.0	642.9	4.1	2x71.1	4x91.8		133.5	
4	2	647.0	635.6	11.4	90.0	86.6	5x91.8		
1	1	647.0	646.7	0.3	3x84.0	2x86.6		88.0	133.5

Raw Material						
Orders (14/2)						
Prior	Or	Width	OrderQty	Ord	Avail	PlanQty [kg]
X	RL	71.1	21464	20	18	19318
X	KG	84.0	5072	4	3	3604
X	KG	86.0	5192	4	0	0
X	KG	86.6	5239	4	3	3622
X	KG	86.6	2614	2	1	1307
X	KG	88.0	5313	4	3	3985
X	KG	88.0	61102	46	45	59774
X	KG	88.0	5313	4	3	3985
X	KG	88.0	1322	1	0	0
X	KG	90.0	4158	3	2	2717
O	KG	90.0	10868	8	0	0
X	KG	91.8	341129	246	246	340874
X	KG	133.5	68988	34	10	20151
O	KG	152.5	20717	9	0	0
X	KG	188.4	91077	32	32	91001
X	KG	188.4	51188	18	18	51188

Kuva 22. Käytössä olleen variantin antama ratkaisu.

Käytössä olleen variantin optimoimassa ratkaisussa hylkyprosentti oli 0,55, tilausten täyttöaste vain 89,97 prosenttia ja 6 asetetta. Ennen tuotantoon hyväksymistä ratkaisu vaatii paljon manuaalista trimmitystä. Ratkaisu manuaalisen trimmituksen jälkeen on nähtävissä kuvassa 23.

Patterns									
ProdStep : 1 (6)									
PatNbr	SetC	Teor	Used	Open	Width				
1	30	647.0	642.6	4.4	7x91.8				
2	17	647.0	643.8	3.2	2x133.5		2x188.4		
3	16	647.0	636.0	11.0	3x88.0		2x91.8		188.4
4	4	647.0	645.9	1.1	3x71.1	84.0	86.0	86.6	2x88.0
5	2	647.0	644.6	2.4	4x71.1		86.6	90.0	2x91.8
6	1	647.0	637.5	9.5	2x90.0		3x152.5		

Raw Material						
Orders (14/2)						
Prior	Or	Width	OrderQty	Ord	Avail	PlanQty [kg]
X	RL	71.1	21464	20	20	21464
X	KG	84.0	5072	4	4	5072
X	KG	86.0	5192	4	4	5192
X	KG	86.6	5239	4	4	5229
X	KG	86.6	2614	2	2	2614
X	KG	88.0	5313	4	4	5313
X	KG	88.0	61102	46	46	61102
X	KG	88.0	5313	4	5	6642
X	KG	88.0	1322	1	1	1328
X	KG	90.0	4158	3	3	4075
O	KG	90.0	10868	8	1	1358
X	KG	91.8	341129	246	246	340874
X	KG	133.5	68988	34	34	68514
O	KG	152.5	20717	9	3	6906
X	KG	188.4	91077	32	32	91001
X	KG	188.4	51188	18	18	51188

Kuva 23. PK2:n hienosuunnittelijan manuaalisesti tekemä ratkaisu.

Hienosuunnittelijan manuaalisesti tekemässä ratkaisussa hylkyprosentti on 0,81, tilausten täyttöaste 99,87 prosenttia ja 6 asetetta.

Insinööriyöntekijän tekemällä testivariantilla tullut ratkaisu on nähtävissä kuvassa 24.

Patterns							Raw Material						
ProdStep : 1 (5)							Orders (14/2)						
PatNbr	SetC	Teor	Used	Open/width			Priori	Or.	Width [..]	OrderQty	Ord.	Avail.	PlanQty [kg]
1	34	647.0	642.6	4.4	7x91.8		X	RL	71.1	21464	20	19	20359
2	14	647.0	643.8	3.2	2x188.4	2x133.5	X	KG	84.0	5072	4	4	5072
3	11	647.0	646.6	0.4	2x188.4	91.8 90.0 88.0	X	KG	86.0	5192	4	4	5192
4	7	647.0	644.6	2.4	2x88.0	71.1 133.5 3x88.0	X	KG	86.6	5239	4	3	3929
5	4	647.0	645.9	1.1	2x88.0	71.1 86.6 86.0 84.0 2x71.1	X	KG	86.6	2614	2	1	1307
							X	KG	88.0	5313	4	4	5313
							X	KG	88.0	61102	46	46	61102
							X	KG	88.0	5313	4	4	5313
							X	KG	88.0	1322	1	0	0
							X	KG	90.0	4158	3	3	4075
							O	KG	90.0	10868	8	8	10868
							X	KG	91.8	341129	246	249	345031
							X	KG	133.5	68988	34	35	70529
							O	KG	152.5	20717	9	0	0
							X	KG	188.4	91077	32	32	91001
							X	KG	188.4	51188	18	18	51188

Kuva 24. Uuden variantin antama ratkaisu.

Tässä ratkaisussa hylkyprosentti on 0,47, tilausten täyttöaste 99,23 ja 5 asetetta. Neljä tilausta jäi vajaaksi, ja kahdessa tilauksessa on trimmitettynä ylimääräisiä rullia. Tarvitavat muutokset ovat kuitenkin pieniä eikä niiden tekemiseen kulu paljon aikaa. Uuden variantin ja manuaalisen trimmityksen ratkaisu on nähtävissä kuvassa 25.

Patterns							Raw Material						
ProdStep : 1 (6)							Orders (14/2)						
PatNbr	SetC	Teor	Used	Open/width			Priori	Or.	Width [..]	OrderQty	Ord.	Avail.	PlanQty [kg]
1	30	647.0	642.6	4.4	7x91.8		X	RL	71.1	21464	20	20	21464
2	17	647.0	643.8	3.2	2x133.5	2x188.4	X	KG	84.0	5072	4	4	5072
3	16	647.0	636.0	11.0	3x88.0	2x91.8 188.4	X	KG	86.0	5192	4	4	5192
4	4	647.0	645.9	1.1	3x71.1	84.0 86.0 86.6 2x88.0	X	KG	86.6	5239	4	4	5229
5	2	647.0	644.6	2.4	4x71.1	86.6 90.0 2x91.8	X	KG	86.6	2614	2	2	2614
6	1	647.0	637.5	9.5	2x90.0	3x152.5	X	KG	88.0	5313	4	4	5313
							X	KG	88.0	61102	46	46	61102
							X	KG	88.0	5313	4	5	6642
							X	KG	88.0	1322	1	1	1328
							X	KG	90.0	4158	3	3	4075
							O	KG	90.0	10868	8	1	1358
							X	KG	91.8	341129	246	246	340874
							X	KG	133.5	68988	34	34	68514
							O	KG	152.5	20717	9	3	6906
							X	KG	188.4	91077	32	32	91001
							X	KG	188.4	51188	18	18	51188

Kuva 25. Uuden variantin ja manuaalisen trimmityksen ratkaisu.

Testivariantin ratkaisua muutettiin lisäämällä yksi asete, ja ratkaisuksi saatiin hylkyprosentti 0,48, tilausten täyttöaste 99,97 prosenttia ja asetteen määrä 6.

Kun eri testi variantteja testattiin eri ajoilla, aika pian oli selvää, että säätämällä parametreja ja luomalla niistä uusia variantteja pystytään saavuttamaan hyviä automaatti-

sen optimoinnin tuloksia ja manuaalisen työn määrä vähentyy selvästi. Tulisi myös miettiä, olisiko hyvä luoda omat variantit joka konelinjalle ja joissakin tapauksissa myös lajikohtaisena.

Hienosuunnittelijoiden kanssa käytyjen keskustelujen ja aiempien havaintojen perusteella voitiin todeta, että PL2:n ja PL3:n operaattoreilla, vuorotyönjohtajilla ja hienosuunnittelijoilla oli erilaiset käsitykset vastuissa niin sanotuilla harmailla alueilla. Hienosuunnittelija joutuu usein esimerkiksi kuittaamaan leikattuja ajoja, kun pituusleikkurin operaattorit eivät olleet sitä tehneet. Esille tuli paljon asioita, joissa osasyynä voi olla osaamisen puute, järjestelmän asettamat rajoitteet ja erilaiset ajattelutavat tuotannon toteuttamisesta kuin hienosuunnittelijalla.

Keskustelujen perusteella ehdotettiin täysin uudenlaista palaverikäytäntöä hienosuunnittelijalle ja vuoromestarille. Ehdotettiin, että muutaman kuukauden kokeilujakson aikana hienosuunnittelija ja vuoromestari pitävät joka arkipäivä lyhyen palaverin. Palaverin tarkoituksena on muodostaa yhteinen käsitys tuotantotilanteesta, sopia mahdollisista toimenpiteistä ja samalla oppia ymmärtämään toisen työtehtävien haasteita paremmin. Näissä palavereissa on myös helppo jakaa oppia tehdasjärjestelmistä ja sopia vastuista.

Tämä ehdotus hyväksyttiin, ja kokeilun on tarkoitus alkaa mahdollisimman pian. Lisäksi sovittiin, että järjestetään kaksi palaveria, joissa on mahdollisimman monta vuoromestaria samanaikaisesti paikalla. Näin voidaan käydä läpi vuorokohtaisia käytäntöjä ja mahdollisesti yhtenäistää toimintaa vuorojen välillä.

Edellä mainittujen ehdotusten uskotaan selkeyttävän toimintaa ja vähentävän turhan työn tekemistä. Toki kaikkein tärkeimpänä varmistetaan, että asiakastilaukset edelleen tuotetaan oikeassa määrässä oikeaan aikaan.

5 Johtopäätökset ja kehitysehdotukset

5.1 PK2:n pituusleikkureiden läpäisykyky

Insinööriyönä toisena tavoitteena oli selvittää PK2:n pituusleikkureiden toiminnanohjauksen ohjattavuustekijöistä läpäisy aikaan vaikuttavia asioita, koska leikkauksesta oli alkanut muodostua tuotannon pullonkaula.

Työ tehtiin konstruktivisena tapaustutkimuksena, jossa käytettiin monimetodista menetelmää eli sekä kvantitatiivista että kvalitatiivista tapaa kerätä aineistoa. Kvalitatiivinen aineisto kerättiin haastattelemalla tuotannonsuunnittelijoita, pituusleikkurioperaattoreita, vuorotyönjohtajia ja tuotannon johtoa. Kaikki haastattelut olivat muodoltaan epävirallisia, eikä ennakoon laadittuja kysymyksiä ollut asetettu.

Vuorotyön luonteen vuoksi pituusleikkurioperaattoreiden kanssa käydyt keskustelut pyrittiin ajoittamaan kahdelle peräkkäisellä arkipäivälle osuville aamuvuoroille. Näin voitiin varmistaa, että myös yön yli hautuneet ajatukset saatiin kirjattua. Esille nousi kysymyksiä, joihin pyrittiin löytämään heti vastaus, joka voitiin sitten kertoa seuraavan päivän keskustelussa. Tällä haluttiin varmistaa, ettei operaattoreille jäänyt ajatusta, ettei taaskaan kukaan todella vienyt asioita eteenpäin.

Data-analyysien ja haastattelujen kautta selvisi, että yksi suurimmista kehityksen kohteista oli leikkurien matala kuormitusaste. Matalaan kuormitusasteeseen vaikuttivat pitkät asetusajat asetteiden ja konerullien vaihdoissa sekä niin sanotun pitkän kuljettimen kuormittuminen ja pakkaamon toimintahäiriöt ja läpäisykyky.

Selvityksessä tuli ilmi myös trimmitykseen, paperin laatuun, tiedon kulkuun ja teknisiin ongelmiin liittyviä asioita, jotka vaikuttavat osaltaan näiden leikkureiden läpäisykykyyn. Nämä asiat listattiin, ja niitä on käyty sekä tuotannon johdon ja jälkikäsittelyn läpäisyajan parantamisen projektin vetäjän että hienosuunnittelijoiden kanssa läpi.

Insinööri työntekijä ja PK2:n hienosuunnittelija kävivät eri vuoroissa pituusleikkureilla keskustelemassa operaattoreiden kanssa trimmitykseen liittyvistä asioista, ja samalla päästiin parantamaan yhteistyötä ja tiedonkulkua. Kaikki keskustelut käytiin hyvässä hengessä, ja ne olivat antoisia monipuolisia vuorovaikutustilanteita. Esille nousi trimmi-

tykseen liittyviä asioita, jotka hidastivat työnkulkua tai aiheuttivat ongelmia. Keskustelujen ja ideoinnin kautta ongelmille löytyi useimmiten selitys tai tausta, miksi näin tehdään, ja tämä mielestäni suoraan edesauttaa molemminpuolista ymmärrystä eri tilanteiden tuomista haasteista. Ongelmiin ideoitii myös ratkaisuja, joilla saadaan toimintaa sujuvammaksi ja yhteistyötä tiivistettyä. Yhtenä esimerkkinä ratkaisusta, joka helpottaa suoraan operaattoreita eikä tuo lisätyötä hienosuunnittelijalle, voidaan mainita C-laatuilausten käsittely. Operaattoreilla oli haastavaa löytää käytettävissä olevat C-laatuilaukset. Hienosuunnittelija ylläpiti ja seurasi C-laatuilauksia Excel-taulukon avulla. Sovittiin, että jatkossa hän ylläpitää vastaavaa seurantaan pituusleikkurien vuoropäiväkirjassa, jolloin operaattorit näkevät sieltä suoraan kaikki käytettävissä olevat C-laatuilaukset.

Tiedon kulku eri työvaiheiden välillä koettiin haastavaksi. Huonon tiedonkulun seurauksena pituusleikkureille tulevat konerullat saattoivat olla eri lajia tai halkaisijaa kuin leikkauksessa oleva. Tämä aiheutti pahimmallaan ylimääräisiä asetteiden vaihtoja. Lisäksi konerullien tapahtumat olivat usein kirjaamatta kokonaan tai sekavasti kirjoitettuna konerullan mukana kulkevassa niin sanotussa saatelapussa sekä järjestelmässä. Olisi ensiarvoisen tärkeätä, että päällystyskoneella ja superkalantereilla noudatettaisiin ajojen mukaista järjestystä, jos toisin ei ole sovittu. Lisäksi konerullan tapahtumat tulisi kirjata järjestelmään mahdollisimman tarkasti, jotta seuraavat konevaiheet pystyvät ottamaan tarvittavat asia huomioon. Lisäksi niin sanotulla pysäytysalueella olevien konerullien jatkokäsittely helpottuisi huomattavasti. Tämä ongelma ei ole uusi mutta yrityksistä huolimatta ongelman ratkaisemisessa on vielä työnsarkaa jäljellä. Vuorotyönjohtajien tulisi aktiivisesti muistuttaa asian tärkeydestä kaikissa konevaiheissa.

Pakkaamon läpäisykykyyn voidaan odottaa parannusta lähinnä ehdotetun investoinnin kautta. Investointiehdotuksen tilanteesta ei minulla tätä kirjoittaessani ole tietoa. Pitkää kuljettimeen liittyvät vaiheistukset testataan mahdollisimman pian, ja mahdolliset suorituskykyä parantavat toimenpiteet tehdään ja otetaan käyttöön.

SMED-menetelmän avulla voitaisiin lähteä hakemaan ratkaisuja asetusajojen lyhentämiseen. Tässä menetelmässä on tarkoitus tunnistaa ja erotella sisäiset ja ulkoiset asetukset. Sisäiseen asetusajajaan kuuluvat kaikki tehtävät, jotka suoritetaan koneen ollessa pysähdyksissä, ja ulkoiseen asetusajajaan tehtävät, jotka suoritetaan koneen ollessa käynnissä. Tutkitaan, mihin aika käytetään, analysoidaan saadut tulokset ja eritellään ne sisäisiin ja ulkoisiin asetuksiin. Jo tämän vaiheen jälkeen on mahdollista

lyhentää koneen seisonta-aikaa esimerkiksi etukäteisvalmisteluilla seuraavaa ajoa varten.

SMED-analyysin jälkeen, kun tehokas asetusprosessi on saatu määriteltyä, tulisi vielä tehdä Sappi Kirkniemen käytössä oleva SOP (Standard Operating Procedure), joka auttaa prosessin ja työtehtävien vakioinnissa.

Yhteistyön parantamista ja kehittämistä operaattoreiden ja hienosuunnittelijoiden välillä tulisi jatkaa säännöllisillä käynneillä pituusleikkureilla. Näiden tapaamisten lisäksi aktiivinen yhteydenpito auttaisi päivittäisten asioiden sujuvoittamisessa. Hienosuunnittelijoiden työajat huomioiden pituusleikkurioperaattorit voisivat aktiivisesti olla yhteydessä suoraan hienosuunnittelijaan, esimerkiksi tilanteissa, joissa ajosta on jäänyt ylimääräistä paperia enemmän kuin yksi muutto.

5.2 Hienosuunnittelu ja TIPS trim -ohjelman uudet variantit

Hienosuunnittelun osalta tarkoituksena oli luoda trimmityksessä käytössä olevaan TIPS Trim -ohjelmaan uusia variantteja, joiden avulla manuaalisen työn määrää saataisiin vähennettyä.

PK2:n hienosuunnittelija käytti varianttia nimeltä havadesotest, jonka oli luonut aikoinaan hollantilainen kollega. Variantti ei toiminut PK2:n trimmityksessä käytännössä lainkaan, ja hienosuunnittelija trimmitti ajot lähes täysin manuaalisesti.

TIPS Trim -ohjelmassa on käytettävissä 186 eri suunnitteluparametria, joilla pystytään vaikuttamaan algoritmin laskentaan. Työn aikana luotiin useita eri variantteja, joiden toimivuutta testattiin eri lajien ajoilla. Aika nopeasti saatiin luotua variantti, joka loi uskoa, että tavoite manuaalisen työmäärän vähentämisestä olisi mahdollista saavuttaa. Muutamia kertoja tuli vastaan tilanne, ettei haluttua tulosta saatu, vaikka parametriarvot olisi asettanut ääriarvoihin. TIPS Trim -manuaalista yritettiin hakea apua ratkaisun saamiseksi. Lukuisien trimmitysten kautta ratkaisut kyllä löytyivät, vaikkakin joissakin kohdissa jouduttiin tyytymään vain tyydyttävään ratkaisuun.

Työn aikana luotiin viisi eri varianttia, ja niiden avulla on jo päästy tilanteisiin, joissa hienosuunnittelija pystyi lähettämään ajon tuotantoon vain vähäisellä manuaalisella

työllä. Tähän päästiin lisäämällä yksi asete, jolla saatiin automaattisen optimoinnin jättämät muutamat tilaukset trimmitettyä täyteen.

Uusien varianttien hienosäätöä tulisi jatkaa, jotta päästäisiin vielä parempiin automaattisen optimoinnin tuloksiin. Testauksen perusteella voisi todeta, että joidenkin lajien osalta tulisi harkita lajikohtaisten varianttien luomista optimaalisen ratkaisun saavuttamiseksi. Mielestäni olisi myös hyvä miettiä uusien varianttien luomista Kirkniemen tehtaalle kahdelle muullekin paperikoneelle. TIPS Trim -ohjelmassa on potentiaalia hoitaa optimaalinen automaattinen trimmitys, siihen vain tarvitaan enemmän aikaa, kuin tämän insinööriyön puitteissa oli mahdollisuus käyttää. Suosittelisin myös harkitsemaan Tiedon TIPS Trim -asiantuntijan käyttöä.

Hienosuunnittelijoiden kanssa käytyjen keskustelujen ja aiempien havaintojen perusteella voitiin todeta, että PL2:n ja PL3:n operaattoreilla, vuorotyönjohtajilla ja hienosuunnittelijoilla oli erilaiset käsitykset vastuissa niin sanotuilla harmailla alueilla. Esille tuli paljon asioita, joissa osasyynä voi olla osaamisen puute, tietämättömyys, järjestelmän asettamat rajoitteet ja erilaiset ajattelutavat tuotannon toteuttamisesta kuin hienosuunnittelijalla.

Hienosuunnittelun trimmityksellä on merkittävä vaikutus pituusleikkureiden kuormitusasteeseen. Pituusleikkureiden läpäisyn parantamiseksi asetteiden vaihtojen määrää olisi hyvä saada vähennettyä. Tulisi myös varmistaa, että hienosuunnittelijalla on tiedossa kaikki leikkurien ajonopeutta hidastavat tekijät eri asetevaihtoehdoissa. Tässä kohtaa voidaan palauttaa mieleen teoriaosuuden toiminnanohjauksen prosessin vaiheet. On hyvä ymmärtää, että hienosuunnittelun trimmitysvaiheessa trimmitetään tilauksia, jotka ovat asiakkaan määrittelemällä tilatulla määrällä ja leveydellä siihen blokkiin kiinnittyneet. Tämä voi ajoittain tarkoittaa hankalia asetteita, pieniä muuttomääriä ja useita asetteiden vaihtoja pituusleikkureilla. Suunnittelijan on vain haettava paras mahdollinen ratkaisu asetteiden ja muutosten suhteen.

Yhteistyön parantamiseksi on sovittu uudesta palaverikäytännöstä hienosuunnittelijan ja vuorotyönjohtajien välillä. Palaverin tarkoituksena on muodostaa yhteinen käsitys tuotantotilanteesta ja sopia mahdollisista toimenpiteistä. Mitä lähemmäksi valmistusta toiminnanohjausprosessin vaiheissa tullaan, sitä tärkeämmäksi tarkka ja ajantasainen tieto tuotantotilanteesta hienosuunnittelijalle on. Lisäksi rajapintojen harmaista alueista

alkaa muodostua parempi käsitys ja varmasti myös yhteisymmärrys, kun samalla oppii ymmärtämään toisen työtehtävien haasteita paremmin.

Lisäksi sovittiin, että järjestetään kaksi palaveria, joissa on mahdollisimman monta vuorotyönjohtajaa samanaikaisesti paikalla. Näin voidaan käydä läpi vuorokohtaisia käytäntöjä ja mahdollisesti yhtenäistää toimintaa vuorojen välillä.

Edellä mainittujen ehdotusten uskon selkeyttävän toimintaa ja vähentävän turhan työn tekemisestä. Toki kaikkein tärkeimpänä varmistetaan, että asiakastilaukset edelleen tuotetaan oikeana määränä oikeaan aikaan.

6 Yhteenveto

Insinööriyö tehtiin Sappi Kirkniemen tehtaalle. Työn tavoitteena oli selvittää Sappi Kirkniemen paperikone 2:n pituusleikkureiden läpäisy aikaan vaikuttavia tekijöitä, koska pituusleikkauksesta oli alkanut muodostua tuotannon pullonkaula. Toisena selvänä tavoitteena oli parantaa trimmitysohjelman automaattisen optimoinnin hyödynnettävyyttä ja sitä kautta vähentää manuaalisen työn määrää hienosuunnittelussa.

Työn taustaosuuden avulla pystyttiin tuomaan esille yrityksen toiminnanohjauksen merkitys yritystoiminnan kannattavuuteen. Lisäksi taustaosuudessa haluttiin kuvata toiminnanohjausprosessin eri vaiheita, jotta ymmärrettäisiin, kuinka monien toimintojen, päätöksien ja suunnitteluvaiheiden tuloksena syntyy ajo paperikoneelle ja asetteet leikkureille. Tuotteen valmistusvaiheessa hyvällä tuotannonohjauksella ja saumattomalla yhteistyöllä hienosuunnittelijan kanssa saavutetaan tavoite, jossa asiakas saa tilaamansa paperin, joka täyttää laatuodotukset ja on toimitettu oikeaan aikaan ja oikeana määränä.

Haastattelujen ja data-analyyseiden avulla saatiin selville, että asetusaikeihin kuluva aika on huomattavasti oletettua pidempi PK2:n pituusleikkauksessa. On selvää, että asetusten vaihdon määrän lisääntymisen ja parantuneen tilausten kirjaustilanteen myötä asetusaikeiden kesto tulee saada lyhyemmäksi. Samalla vuoroille muodostuneita käytänteitä tulisi yhtenäistää ja parantaa tiedonkulkua työvaiheiden välillä.

Hienosuunnittelijoiden käytössä olevan trimmitysohjelman automaattisen optimoinnin parantamisessa päästiin hyvään alkuun, ja luotujen uusien varianttien voidaan todeta toimivan paremmin kuin aiemmin käytössä ollut variantti. Niiden avulla on jo nyt mahdollista vähentää turhan manuaalisen työn määrää. Variantteja jatkojalostamalla olisi mahdollista päästä vielä parempaan automaattisen optimointiin, ja olisi hyvä miettiä uusien varianttien luomista myös muiden konelinjojen trimmitykseen.

Insinööriyössä onnistuttiin selvittämään PK2:n pituusleikkureiden läpäisy aikaan vaikuttavia tekijöitä ja luomaan uusia variantteja, joilla automaattinen optimointi on paremmin hyödynnettävissä. Lisäksi insinööriyön myötä löydettiin väyliä, joilla pystytään parantamaan pituusleikkurioperaattoreiden ja hienosuunnittelijan välistä kommunikaatiota. Uskon tämän vaikuttavan osaltaan sekä työn sujuvuuteen että myös työilmapiiriin, kun tunnekuohuja ei synny enää niin usein. Vuorotyönjohdon ja hienosuunnittelun tiivistyvä yhteistyö luo myös pohjaa sille, että molemmilla on päätöksien tueksi käytössä ajan tasalla oleva realistinen kuva sekä tilaus- että tuotantotilanteesta.

Selvitysten perusteella annettiin ehdotuksia toiminnan kehittämiseksi. Näiden jatkotutkimusten avulla on mahdollista löytää keinot lyhentää pituusleikkureiden läpäisy aika ja parantaa trimmityksen automaattista optimointia muillakin Kirkniemen konelinjoilla. Tämän insinööriyön aikataulun puitteissa ei ollut mahdollista kaikilta osin nähdä ehdotuksien toteutuksia. Pääsen kuitenkin seuraamaan asioiden kehittymistä oman työni ohella, ja toivon saavani mahdollisuuden olla osa tätä jatkuvan parantamisen prosessia jatkossakin.

Lähteet

- 1 Haverila M.; Uusi-Rauva E.; Kouri I. & Miettinen A. 2009. Teollisuustalous. Tampere: Infacs.
- 2 Lehtonen, Juha-Matti. 2004. Tuotantotalous. Helsinki: WSOY.
- 3 Aswathappa K. & Shridhara, Bhat K. 2010. Production and Operation Management. E-kirja. Himalaya Publishing House.
- 4 Sappi Europe. 2017. Verkkoaineisto. Sappi. <www.sappi.com/fi/node/10511>. Luettu 26.3.2018.
- 5 Sappi Kirkniemi. 2017. Yrityksen sisäinen materiaali.
- 6 Burgess, Cameron. 2018. Sales & Operation Planning process. Yrityksen sisäinen materiaali.
- 7 Thehu, Hennie & Burgess, Cameron. 2018. Demand & Capacity Planning process. Yrityksen sisäinen materiaali.
- 8 Sauleda, A. 2017. Rough and Fine Planning learning document. Yrityksen sisäinen materiaali.
- 9 Basics of paper making. 2017. Yrityksen sisäinen materiaali.
- 10 Prenten, Marielle. MICS introduction. Yrityksen sisäinen materiaali.
- 11 TIPS Trim Documentation. User Manual. Versio 13.1.0. 2009. TietoEnator Corporation.
- 12 Severson, David. 1998. The SMED System For Reducing Changeover Times: An Exciting. Production and Inventory Management Journal Oct 1988, Vol.8(10), s. 10
- 13 Gathen, Gary. 2004. What Can SMED Do For You? Industrial Maintenance & Plant Operation; Rockaway Vol. 65, Iss. 7, (Jul 2004): s. 10.

Karkea- ja hienosuunnittelun prosessikuvaus

