

Miika Holma

TELAHUOLTO- JA -HIONTAPROSESSIN KEHITYS

TELAHUOLTO- JA -HIONTAPROSESSIN KEHITYS

Miika Holma
Opinnäytetyö
Kevät 2016
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma, tuotantotekniikka

Tekijä: Miika Holma
Opinnäytetyön nimi: Telahuolto- ja -hiontaprosessin kehitys
Työn ohjaaja: Matti Broström
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2016 Sivumäärä: 58 + 3 liitettä

Työn aiheena oli telahuolto- ja -hiontaprosessin kehitys. Työssä selvitettiin Efora Oy:n Oulun tuotosyksikön telahuolto- ja -hiontaprosessin nykytilanne sekä mahdollisuuksia prosessin parantamiseen. Työn tavoitteita oli selvittää syyt telahiomon kuormitusvaihteluille viime vuosina, prosessin ongelmakohdat ja tärkeimmät kehittämisen paikat. Työn tavoitteena oli myös selvittää, miten pitkälle prosessin työkuorma on nähtävissä ja miten työkuormaa pystytään ennustamaan.

Prosessin nykytilanteesta selvitettiin telahuolto- ja -hiontaprosessin kapasiteetti, kuormitus, kysyntä, työaikamuodot, läpäisyajat, layout, työjärjestely, tehokkuus, odotusajat ja ongelmat. Nykytilanteen selvityksen pohjalta tehtiin prosessin kehitysehdotukset telojen läpäisyajojen, layoutin, työturvallisuuden ja toimitusvarmuuden parantamiseen ja kapasiteetin lisäämiseen. Tärkeimmät kehittämisen kohteet ovat telahuollon ja -hionnan odotus- ja häiriöaikojen vähentäminen. Prosessia saadaan tehokkaammaksi muuttamalla telahuoltoapaikan sijainti, lisäämällä varastotilaa ja modernisoimalla hiomakoneella tarvittavia laitteita.

Telahionnan kuormitusvaihtelut aiheutuvat kysynnän muutoksista viime vuonna. Tällä hetkellä kuormitus vaikuttaa hyvältä kapasiteettiin verrattuna. Konepajalle on kuitenkin odotettavissa lisäkuormitusta. Kapasiteetin säilyttämiseksi ja lisäämiseksi työssä pohdittiin myös telahiomakoneen modernisoinnin kannattavuutta ja yhden hiojan mahdollisuutta ajaa kahdella telahiomakoneella samanaikaisesti.

Asiasanat: telahionta, telahuolto, telahiomakone, paperikoneen tela, paperikone

ALKULAUSE

Tämä tutkimus on tehty Efora Oy:lle Oulun tulosityksikköön vuonna 2016. Haluan kiittää erikoiskunnossapidon päällikkö Pasi Niemeä tärkeästä ja mielenkiintoisesta opinnäytetyön aiheesta. Kiitän opinnäytetyön ohjaaja lehtori Matti Broströmiä työn valvomisesta ja hyvistä neuvoista työn aikana.

Suuret kiitokset telahiojille, telahuoltajille ja telahuollon esimies Erkki Kalliolle, jotka ovat auttaneet opinnäytetyöhön liittyvien ongelmien ratkaisussa. Kiitokset myös muille Efora Oy:n henkilöille, jotka ovat auttaneet ammattitaidollaan opinnäytetyön edistymisessä.

6.5.2016

Miika Holma

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ALKULAUSE	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	7
1.1 Efora Oy	7
1.2 Tutkimuksen taustaa ja ongelmat	7
1.3 Tavoitteet	8
2 TELAHUOLTO	9
2.1 Telahuollon palvelut	9
2.2 Telahuoltoprosessin toimitussisältö	10
2.3 Huollettavat telat	11
3 TELAHIONTA	13
3.1 Telahionnan palvelut	13
3.2 Telahiontaprosessin toimitussisältö	13
3.3 Hiottavat telat ja hiontamäärät	14
4 EFORAN OULUN TULOSYKSIKÖN TELAHIOMAKONEET	16
4.1 Hiomakoneiden osat ja toiminnot	17
4.2 Telahiomakoneiden huolto ja kunnossapito	23
5 TELAHUOLTO- JA -HIONTAPROSESSIN NYKYTILANNE	25
5.1 Töiden suunnittelu konepajalla	25
5.1.1 Kysynnän ennustaminen	25
5.1.2 Kapasiteetti	27
5.1.3 Kuormitus	29
5.1.4 Työaikamuoto ja miehitys	32
5.1.5 Työnjärjestely	33
5.2 Telahuolto- ja -hiontaprosessin tehokkuus	34
5.2.1 Konepajan layout ja telojen virtaus prosessin läpi	34
5.2.2 Telahuolto- ja -hiontaprosessin laatu	36
5.2.3 Telahiontamenetelmät ja hionta-arvot	37
5.2.4 Telahuolto- ja -hiontaprosessin odotusajat	38

6	TELAHUOLTO- JA -HIONTAPROSESSIA HIDASTAVAT TEKIJÄT	
	PARANNUSEHDOTUKSINEEN	39
6.1	Telahuollon nosturin odotusaika	39
6.2	Varastointitilan puute telahuollossa	40
6.3	PK6-superkalanterin telojen hiontapukkien väärä muoto	42
6.4	Telahiomakoneiden hiontapukkien säilytyspaikka	44
6.5	Telan korkeudensäätöpalojen puute	45
6.6	Waldrich Siegen 1 -telahiomakoneen lastuamisnesteen välipumppausmoottorin siipipyörän tukkeutuminen	46
7	JATKOKEHITYSMAHDOLLISUUDET	50
7.1	Hiominen kahdella hiomakoneella kerrallaan	50
7.2	Waldrich Siegen 1 -telahiomakoneen modernisointi	52
8	YHTEENVETO	55
	LÄHTEET	57
	LIITTEET	
	Liite 1 Konepajan nykyinen layout-piirustus	
	Liite 2 Konepajan layout-piirustus parannusehdotuksilla	
	Liite 3 Kustannusarvio konepajan parannusehdotuksista	

1 JOHDANTO

1.1 Efora Oy

Työn tilaaja Efora Oy on vuonna 2009 perustettu teollisuuden kunnossapitoon ja projekteihin erikoistunut yritys, Stora Enson tytäryhtiö. Efora Oy tarjoaa kunnossapitoa, suunnittelu- ja projektitoimintoja, teknistä ostoa, varastotoimintoja ja dokumenttien hallintaa. Toiminta perustuu tuotantolinjojen elinkaaren hallintaan, tuotantotehokkuuden maksimointiin ja häiriöttömän käynnin turvaamiseen. Toimipisteet sijaitsevat Heinolassa, Helsingissä, Imatralla, Kemissä, Uimaharjussa, Varkaudessa ja Oulussa. (1, linkit Tietoa meistä ->Yritysfaktat.)

1.2 Tutkimuksen taustaa ja ongelmat

Tämä opinnäytetyö tehtiin Efora Oy:n Oulun tulosityksikön telahuolto- ja -hiontakonepajalle, josta käytetään myöhemmin tässä työssä nimitystä konepaja. Konepajan päätavoitteena on varmistaa Stora Enson Oulun paperitehtaan PK6- ja PK7-paperikoneiden häiriötön käynti telahuollon ja -hionnan osalta. Lisäksi konepaja huoltaa ja hioo myös muiden asiakkaiden teloja.

PK6- ja PK7-paperikoneilla valmistettavat tuotteet on tarkoitettu korkealaatuisiin ja vaativiin painotöihin, kuten vuosikertomuksiin, esitteisiin ja muuhun markkinointimateriaaleihin sekä taide- ja kuvakirjoihin. Tuotteet muodostavat maailman laajimman yhtenäisen taidepainopaperin tuoteperheen. Tuotteiden kovat laatuvaatimukset vaativat myös, että telat on laadukkaasti huollettu ja hiottu. (2.)

Opinnäytetyössä tutkitaan telahuolto- ja -hiontaprosessin nykytilannetta sekä mahdollisuuksia toiminnan parantamiseen. Efora Oy:llä on ollut pitkään tarve tehdä tämä selvitys, mutta siihen ei ole vielä tähän mennessä löytynyt resursseja. Telahionnan johtoportaalta ei ole tarkkaa tietoa telahuolto- ja -hiontaprosessin kapasiteetista ja kuormituksesta. On olemassa mittaustietoa, jonka mukaan telahionnan konetuntimäärä olisi laskenut viime vuosina, sen perusteella voitaisiin ajatella, että hiomakoneilla on tällä hetkellä käyttämätöntä kapasiteettia. Muun muassa tähän ajatukseen tämän työn tulisi antaa selventävää tietoa. (3.)

Telahuolto ja -hionta suoritetaan konepajan samassa tilassa, jota kutsutaan telahalliksi. Osa teloista sekä huolletaan että hiotaan, joten työvaiheet vaikuttavat toisiinsa. Telahuolto on otettu mukaan tutkimukseen, jotta saadaan mahdollisimman hyvä kokonaiskuva telahuolto- ja -hiontaprosessista ja osataan alkaa kehittämään juuri oikeita asioita. Telojen läpäisyajkojen prosessin läpi tulisi olla telahuollossa ja -hionnassa mahdollisimman lyhyet, jotta toiminta olisi mahdollisimman tehokasta ja joustavaa. (3.)

1.3 Tavoitteet

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää tarkasti telahuolto- ja -hiontaprosessin nykytilanne, jotta saadaan hyvä kokonaiskuva konepajan toiminnasta tällä hetkellä ja tiedetään, mitä parannuksia on mahdollista tavoitella. Kun tiedetään konepajan todellinen tämän hetken kapasiteetti, kuormitus, kysyntä, tehokkuus ja ongelmat, osataan alkaa kehittämään juuri oikeita asioita.

Tärkeimpänä tavoitteena olisi selvittää syyt kuormitusvaihteluille ja prosessin ongelmakohdat sekä tehdä nykytilanteen kuvauksen pohjalta kehitysehdotuksia telahuolto- ja -hiontaprosessin toiminnan ja tehokkuuden parantamiseksi. Tutkimuksessa on myös tavoitteena selvittää, miten konepajan kysyntää voidaan ennustaa ja kuinka pitkälle työkuorma on nähtävissä, jotta työkuorman mahdollisiin muutoksiin osattaisiin tulevaisuudessa varautua entistä paremmin.

2 TELAHUOLTO

2.1 Telahuollon palvelut

Teloissa on paljon käytössä kuluvia osia kuten laakerit ja monenlaiset tiivisteet. Telahuollossa käydään kattavasti läpi telan eri komponentit ja tehdään tarvittavat tarkastus-, huolto-, vaihto- ja koestustoiminnot. Huoltamalla teloja suunnitellusti määräväleihin, lisätään paperin tasalaatuisuuden varmuutta ja vältetään telojen rikkoutumiselta paperikoneen käydessä. (4, s. 40.)

Mikäli paperikoneen tela hajoaa koneeseen kesken paperituotannon, voi syntyä ketjureaktio, joka hajottaa samalla muitakin teloja ja muita koneen osia. Mikäli telaa ei huolleta määräväleihin, on suuri todennäköisyys, että tela hajoaa jossakin vaiheessa. Täytyy huomioda, että telan hajotessa paperikoneeseen kustannuksia syntyy paperikoneen korjauskulujen lisäksi muun muassa tuotantomenetyksistä, koko tehdaslinjan työaikakuluista ja koneella tehtävien tuotteiden viivästyksistä. Näin ollen huoltamattomat telat voivat tulla todella kalliiksi. Telahuollon tärkeimpänä tavoitteena onkin pitää telat siinä kunnossa, että voidaan varmistaa PK6- ja PK7-paperikoneiden häiriötön käynti ja vähentää suunnitelmattomia seisokkeja. (4, s. 40.)

Telojen huoltovälit on päätetty telojen valmistajan toimesta sekä paperikoneen käyttäjien ja huoltajien vuosien tuoman kokemuksen perusteella huollettavaksi ja tarkastettavaksi määrättyin aikaväleihin. Huoltovälit vaihtelevat muun muassa telan kuormituksen ja olosuhteiden mukaan. Huoltovälit ovat yleensä viira- ja puristinosalla yhdestä neljään vuotta. Muiden paperikoneen telojen huoltovälit ovat tiheämpiä. Telojen kuntoa pystytään analysoimaan myös koneen käydessä muun muassa telan laakeripesiin asennettujen värinäantureiden antaman tiedon ja paperin laatumittausten perusteella. Mittausten perusteella voidaan tehdä arvioita, että määrätty tela kannattaa huoltaa ennen kuin määräaikaishuoltoväli saavutetaan ja siksi huoltovälit saattavat vaihdella paljonkin. (5.)

Telahuolto toteuttaa myös koneeseen hajonneiden telojen vaurioselvityksiä ja korjauksia. Viat tutkitaan ja analysoidaan, jotta voidaan osoittaa esimerkiksi laakerivaurion syy sekä poistaa se parannusehdotuksella. Jatkuvat laakerivauriot

aiheuttavat kunnossapidossa suuria kustannuksia. Syitä löytämällä ja poistamalla kustannuksia saadaan vähennettyä. Yleisimpiä korjattavia kohtia, joita teloissa ilmenee, ovat telan laakerointi, kuluneiden akselitappien korjaus, akselitappien vaihto, telavaipan oikaisu ja pinnoitteen korjaus. Telojen korjaus on kuitenkin tapauskohtaista. Korjauksen sisältö sovitaan asiakkaan kanssa aina erikseen. Tässä opinnäytetyössä puhuttaessa telahuoltoprosessista tarkoitetaan telojen kunnossapitoa eikä korjausta. (6, s. 31, 52.)

2.2 Telahuoltoprosessin toimitussisältö

Huollettavia teloja on paljon erilaisia. Yhdessä paperikoneessa voi olla yli sata telaa. Paperikoneen telat voivat näyttää ulospäin hyvin samanlaisilta, mutta ovat mekaniikaltaan erilaisia. Tässä luvussa käsitellään yleisesti, mitä kaikkea telahuoltoprosessi voi sisältää. Telahuoltoprosessin toimitussisältö vaihtelee telatyyppittäin. Yleensä toimitussisällöstä täytyy sopia erikseen toimituskohtaisesti. Kun asiakas toimittaa telan telahuoltoon, toimitus sisältää konepajalla seuraavia asioita tai osan niistä, telatyyppin ja sopimuksen mukaan:

- telan vastaanotto, pakkauksen purku ja vastaanottotarkastus
- telan korkeapainepesu
- käyttövaihteen ja nivellaakereiden irrotus
- imulaatikon tai sielun ulosveto
- imulaatikon pesu
- vaipan sisäpinnan silmämääräinen tarkastus
- vaipan pinnoitekorjaukset
- mäntien suuttimien puhdistus
- suihkuputkiston kunnan tarkastus ja tarvittaessa suuttimien vaihto
- tiivistelistöjen ja kuormitusjousien tarkastus ja tarvittaessa vaihto
- kuormitusletkujen koeponnistus ja tarvittaessa vaihto
- sivujousinauhan vaihto
- akselitiivisteiden ja o-renkaiden tarkastus ja tarvittaessa vaihto
- käytöllisessä telassa vaihteen ja telan välisen hammaskytkimen tarkastus ja tarvittaessa vaihto
- tiivisteiden vastinpintojen tarkastus ja tarvittaessa korjaukset

- laakereiden tarkastus ja tarvittaessa vaihto
- v-renkaiden kunnon tarkastus ja tarvittaessa vaihto sekä rasvaus
- imulaatikon, vaihteen ja laakeripesien hiekkapuhallus ja maalaus
- vaipan reikien avaaminen mekaanisesti
- kierrereikien tarkistus ja puhdistus
- vaipan päätyjen silmämääräinen tarkastus ja tarvittaessa vaihto
- vaihteen huolto ja korjaus
- telan kokoaminen
- laakereiden voitelu
- öljytäyttö ja vuotoöljykoe seisovalle telalle
- viirasukan vaihto
- huollossa tarvittavat varaosat ja hydraulikkaöljy
- pakkaus tilaajan kuljetusalustalle ja nosto kuljetusvälineeseen. (4, s. 36 - 47.)

2.3 Huollettavat telat

Konepajalla huolletaan Storan Enson Oulun PK6- ja PK7-paperikoneiden telat, jotka voidaan jakaa huollettavuudeltaan eri tyyppeihin. Tyypit ovat imu-, taipu- makompensoitu-, vyöhykesäädettävä-, keskeltä tuettu-, formeri-, vasta- ja johto- tela. Lisäksi konepajalla huolletaan yksittäisiä muiden asiakkaiden teloja. (7.)

Telojen huolto ja hionta tapahtuu samassa konepajan telahallissa, jossa myös kaikki huollettavat telat varastoidaan ennen ja jälkeen huollon (kuva 1). Konepajalla myös säilytetään paperikoneiden PK6 ja PK7 varatelat. Lähes kaikille paperikoneiden teloille on olemassa varatelat, jotta paperikonetta ei tarvitse aina seisottaa telahuollon ja -hionnan takia. Mikäli varatela on olemassa, huoltoa vaativa tela voidaan välittömästi paperikoneen pysäytyksen jälkeen vaihtaa huollettuun telaan, jolloin koneesta irrotetun telan huolto- ja hionta-aika ei vaikuta suoraan paperikoneen seisonta-aikaan. (7.)



KUVA 1. Konepajan telahalli

Telat irrotetaan koneseisakin aikana paperikoneesta ja tuodaan telahalliin, josta huollettu varatela toimitetaan huoltoa vaativan telan tilalle. Kaikki PK6- ja PK7-paperikoneiden telat saadaan kuljetettua konesaliin nosturien, telavaunujen ja lavetin avustuksella. Konesalista puhuttaessa tarkoitetaan PK6- ja PK7-paperikoneiden tilaa, jossa paperikoneet sijaitsevat. Telahallista lähtee telavainut kahdessa kerroksessa molempien paperikoneiden konesaleihin. (7.)

Lähes kaikki telat tulee irrottaa paperikoneesta huollon ajaksi. Poikkeuksen tekevät vain muutamien telojen laakerin vaihdot ja muut telahuoltotyöt, jotka katsotaan järkevämmäksi toteuttaa telan ollessa paperikoneessa paikallaan. Esimerkiksi PK6-paperikoneen viiran imutela huolletaan paperikoneessa paikallaan. Kyseiselle telalle ei ole olemassa varatela, joka voitaisiin vaihtaa paperikoneeseen toisen telan huollon ajaksi. Tämän takia telan huolto täytyy tehdä mahdollisimman nopeasti. Koko telan irrottaminen paperikoneesta ja telan raahtaminen telahalliin veisivät liikaa aikaa. Irrottamalla telan sielu ja hoitopää paperikoneesta tarvittava telahuolto voidaan toteuttaa konesalin lattialla. (7.)

3 TELAHIONTA

3.1 Telahionnan palvelut

Paperikoneessa on paljon erilaisia teloja, sillä telojen tehtävät vaihtelevat paperikoneen eri osissa. Niinpä telojen pinnoituksia on myös monenlaisia. Pinnoitteita on valmistettu muun muassa kumista, polyuretaanista, polymeeristä, komposiitista, keraamista ja teräksestä. Telan pinnoituksen kuluminen aiheuttaa mittaja muototarkkuusheittoja paperikoneeseen, mikä johtaa paperin laadun heikkenemiseen ja koneen ajettavuusongelmiin. (4, s. 51 - 52.)

Telahionnan tärkeimmät vaatimukset koostuvat muototarkkuuksista, joita ovat lieriömäisyys, ympyrämäisyys, heitottomuus ja tarkka bombeerausprofiili. Muototarkkuuden lisäksi on merkitystä myös muillakin vaatimuksilla. Osa teloista on raskaita ja suuria, toiset taas halkaisijaan nähden pitkiä ja ohutseinämäisiä, jonka seurauksena telat ovat herkkiä tärinälle ja taipumalle. Telojen pintaan ei myöskään saa jäädä hiomakoneen työstö virheitä, kuten tärinämerkkejä tai syöttöraitoja. Tällöin on merkitystä sillä, että telojen pintamateriaalien ominaisuudet vaihtelevat suuresti. Telat tulee voida hioa useimmiten virheettömiksi omien laakeripesien varassa, mikä taas aiheuttaa lisävaatimuksia hiomakoneille. Tela ei saa lämmetä hionnan aikana, eikä tela saa taipua hiontapaineesta tai muun syyn takia. Kaikkien edellä kerrottujen syiden takia hiomakoneelle ja hiojan ammattitaidolle asetetaan erittäin suuria vaatimuksia. (8, s. 1168.)

Telahionnan tavoitteena on pitää telojen pinnoitteet sellaisessa kunnossa, että paperin laatu pysyy hyvänä ja pinnoitteet eivät aiheuta ongelmia tuotantolinjalla. Hyvin suunnitellulla ja oikein ajoitetulla hionnalla säästetään telaa eikä ongelmia ehdi syntymään. Oikein ajoitetun hionnan toteutuessa pinnoitemateriaalin poisto on vähäistä, tärinätaaso pysyy jatkuvasti alhaisella tasolla, pinnoitteelle saadaan pidempi kestoikä ja paperikoneen ajettavuus säilyy hyvänä. (4, s. 52.)

3.2 Telahiontaprosessin toimitussisältö

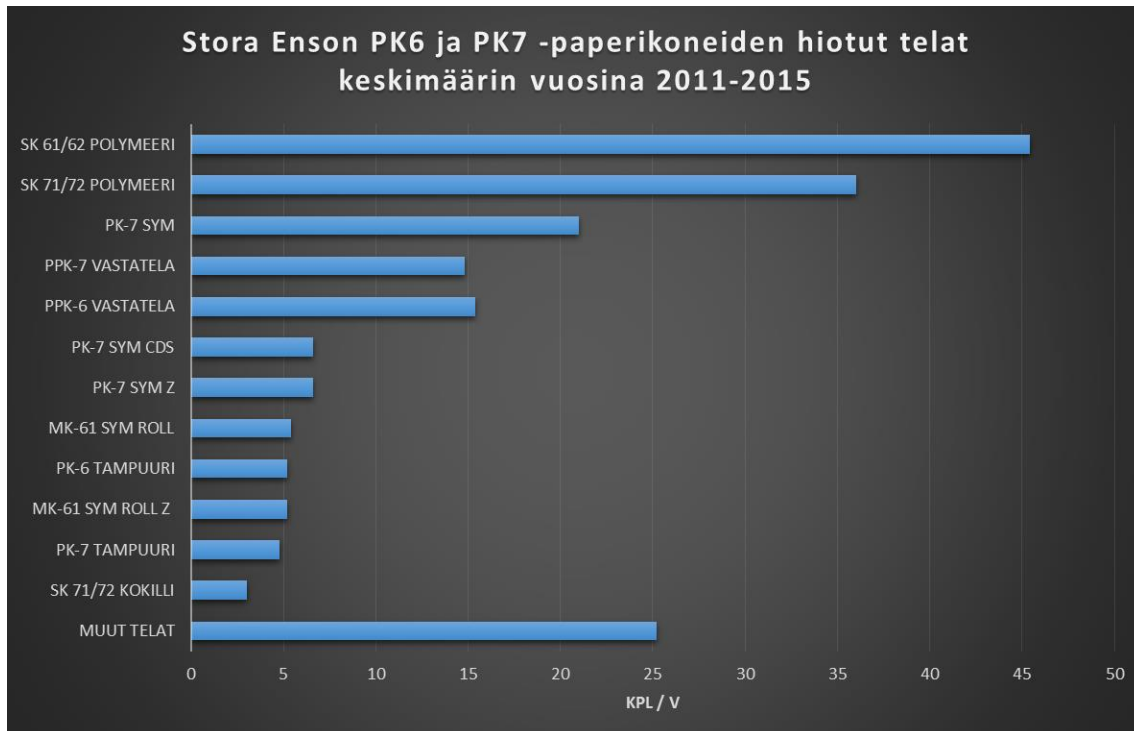
Telahiontaprosessin toimitussisältö määritellään aina jokaiselle toimitukselle erikseen, telan kunto ja asiakkaan tarpeet huomioiden. Telahiontaprosessin

sisältö on kuitenkin yleensä hyvin samanlainen, mikäli tela vain hiotaan sovittuihin toleransseihin. Telahiontaprosessin toimitussisältö sisältää seuraavat toiminnot tai osan niistä, telatyypin ja sopimuksen mukaan:

- telan vastaanotto, pakkauksen purku ja vastaanottotarkastus
- telan pesu
- erikoistarvikkeet telan asettamiseen hiomakoneeseen
- asetus hiomakoneeseen
- hiontamenetelmän mukaisen hiontavarustuksen asennus
- alkumittaus
- hiontaohjelmointi
- hionta sovittuihin toleransseihin
- vanhan urituksen poistohionta ja pinnoitteen uritus tarvittaessa
- päätyrenkaiden sorvaus tarvittaessa
- valmiin telan halkaisijan-, muodon-, säteisheiton- ja pinnankarheudenmittaus sekä raportointi
- akselitappien ja terästeloilla vaipan korroosio-suojaus tarvittaessa
- varastointi tilaajan pyörityslaitteessa
- telahalkaisijaseuranta ja raportointi pinnoitustarpeista
- telan pakkaus tilaajan kuljetusalustalle ja nosto kuljetusvälineeseen. (4, s. 51 - 60.)

3.3 Hiottavat telat ja hiontamäärät

Konepajalla hiottavat telat ovat pääsääntöisesti Stora Enson Oulun paperitehtaan PK6- ja PK7-paperikoneiden teloja. Lisäksi yksittäisiä teloja tulee muilta asiakkailta. Kuvasta 2 nähdään telatyypeittäin PK6- ja PK7-paperikoneiden hiottut telat keskimäärin vuodessa. Tiedot on otettu SAP-tietojärjestelmästä ajankaksolta 2011 - 2015. Kaikkiaan konepajalla on hiottu vuosina 2011 - 2015 keskimäärin noin 225 telaa vuodessa. (9.)



KUVA 2. PK6- ja PK7-paperikoneiden telojen hiontamäärä telatyypeittäin konepajalla keskimäärin vuodessa, aikavälillä 2011 - 2015

Konepajalla hiottujen telojen määrä vaihtelee vuosittain Stora Enson Oulun paperikoneiden ja muiden asiakkaiden telojen hiontarpeen mukaan. Telat hiotaan pääasiassa määrä välein tai silloin, kun telassa huomataan kuluneisuutta. Telan kuluneisuus huomataan muun muassa paperin laadun heikkenemisenä. Telan kulumisen nopeuteen vaikuttavat muun muassa valmistettava paperilaa-
tu, ajonopeus, massan laatu, lämpötila sekä kaapimien ja suihkujen toiminta. Yhden paperikoneen telojen hiontamäärä vaihtelee vuosittain, koska telojen-
hiontavälit vaihtelevat ja ovat eripituisia. (5.)

4 EFORAN OULUN TULOSYKSIKÖN TELAHIOMAKONEET

Konepajalla on kaksi telahiomakonetta. Hiomakoneet sijaitsevat vierekkäin telahallin toisessa päässä (kuva 3). Telahiomakoneet on rakennettu pääasiassa turvaamaan PK6- ja PK7-paperikoneiden käyntiä telahionnan osalta. Telahiomakoneet on rakennettu samana vuonna kuin paperikoneetkin, vanhempi Waldrich Siegen 1 vuonna 1991 ja uudempi Waldrich Siegen 2 vuonna 1997. Myöhemmin tässä työssä telahiomakoneista käytetään nimiä Wasi 1 ja Wasi 2.



KUVA 3. Konepajan telahiomakoneet

Molemmat konepajan telahiomakoneet ovat yksilaikkaisia ja Waldrich Siegen -merkkisiä. Koneet ovat kooltaan 8 m x 20 m ja painavat noin 100 000 kg. Vaikka hiomakoneet ja koneilla työstettävät kappaleet ovat suuria ja painavia, tehdään hiomakoneilla kuitenkin työtä mikrometrin tarkkuudella. Koska hiontatyö on tarkkaa, pienimmätkin koneen värähtelyt voivat aiheuttaa mittavirheitä hion-

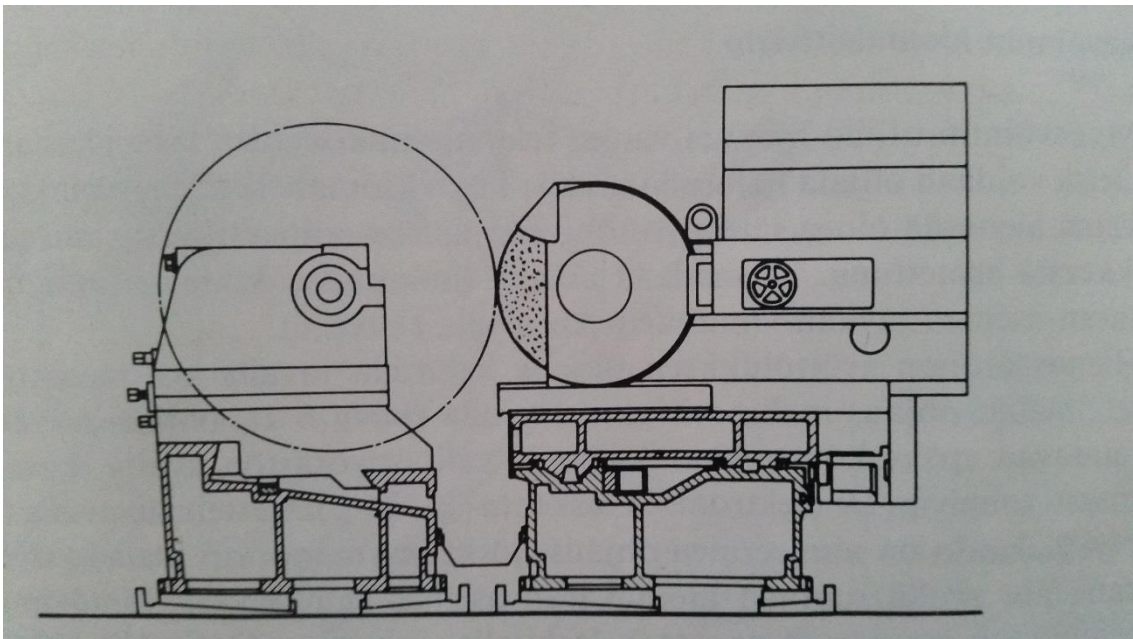
nassa. Telahiomakoneen ulkopuolelta tulevien värähtelyjen minimoimiseksi ovat koneet asennettu betoniperustuksen päälle, joka on erikseen jousitettu. (10.)

4.1 Hiomakoneiden osat ja toiminnot

Telahiomakoneen pääosia ovat johderunko työkappaleen kannatus- ja tukipylyä varten, hiomakelkan johderunko, karalaatikko, työkappaleen kannatuskelkat ja tukipylykät, kärkipylykät sekä hiomakelkka. Tässä luvussa on selitetty näiden pääosien merkitys sekä toiminnot hiomakoneissa.

Rungot ja johteet

Hiomakoneen runko koostuu kahdesta osasta: johderungosta telan kannatus- ja tukipylyä varten, sekä johderungosta hiomakelkkaa varten. Yksilaikkaisen telahiomakoneen runkorakenteen periaate nähdään kuvasta 4.



KUVA 4. Telahiomakoneen hiomakelkan ja runkorakenteen periaate (8, s. 1173)

Hiomakelkan runkojohteet ohjaavat hiomalaikan kulkua kiinteästi erillään olevaan hiottavaan telaan nähden. Tela tulee hiomakoneeseen asennettaessa kiinnittää tarkasti ja tukevasti hiomakelkan suunnan mukaisesti, jotta mahdollisimman pienellä aineenpoistomäärällä päästään haluttuun laatuun ja lopputu-

lokseen. Hiontaa tehdään mikrometrin tarkkuudella, joten telan ja johteiden yhdensuuntaisuudelle ja suoruudelle asetetaan kovat vaatimukset. (6, s. 1173.)

Hiomakaran toiminnot ja laikkahionta

Laikkahionta on pyöröhiontaa, jossa tela ja hiomalaikka pyörivät vastakkaisiin suuntiin. Hiomalaikka koostuu hiontajyvistä, sideaineesta ja näiden väliin jäävästä ilmatilasta. Hiontajyvien tarkoituksena on toteuttaa lastuava työstö telan pintaan. Sideaine sitoo hiontajyvät toisiinsa. Hiomalaikkojen rakenne vaihtelee avoimen ja tiheän sekä näiden välimuotojen välillä. Rakenne muuttuu hiomalaikan aineosien suhteen mukaan. Hiomalaikan rakenne mahdollistaa kuluneiden hiontajyvien ja hiontalastujen irtoamisen telan ja laikan pinnasta sekä jäähdysnesteen pääsyn telan ja laikan väliin. Laikkojen yleisimpiä materiaaleja ovat alumiinioksidi, piikarbididi, boorinitridi ja timantti. (11, s. 27 - 28.)

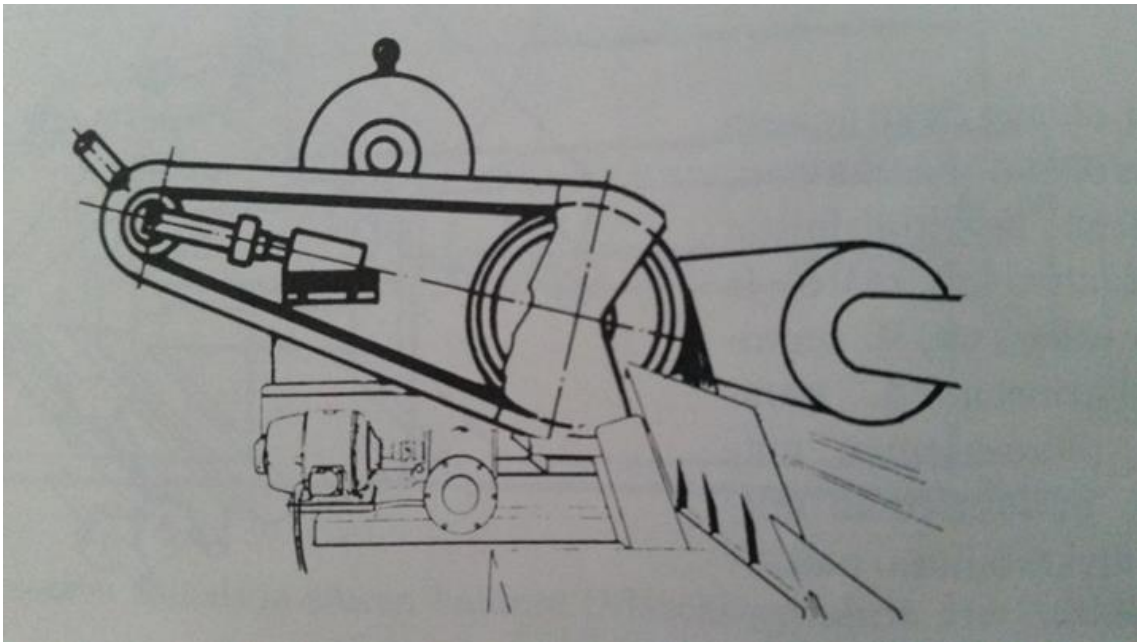
Hiomalaikka tulisi valita siten, että telan hiottavuus, hionta-aika ja laikan kuluminen saataisiin mahdollisimman edulliseksi, mutta hionta olisi samalla mahdollisimman tehokasta. Hiomalaikan valintaan vaikuttavat telan pinnoite, poistettava ainemäärä, haluttu pinnanlaatu, telaprofiilin tarkkuus, kontaktipinnan koko, telan koko, lastuamisneste sekä telahiomakoneen kunto ja ominaisuudet. Laikkaa voidaan vaihtaa myös työvaiheiden mukaan, jotta hionnasta saataisiin mahdollisimman tehokasta ja edullista. Lähestyttäessä viimeistelypintaa voidaan laikka vaihtaa kesken muotohionnan karkeammasta hienompaan, jolloin saadaan parempi pinnanlaatu ja säästetään mahdollisesti myös aikaa viimeistelyhionnassa. Laikan valintaan vaikuttavat useat tekijät vaativat hiojilta kokemuksen tuomaa ammattitaitoa. (11, s. 28 - 29.)

Konepajalla käytetään pääasiassa laikkahiontaa. Vuosien kokemuksen perusteella telahiojat ovat päätyneet pitämään laikkahiontaa tehokkaampana ja parempana vaihtoehtona kuin nauhahiontaa. Hiomalaikat ovat kovia ja joustamattomia verrattuna hiomanauhaan, minkä seurauksena laikka jättää helpommin hiontajälkiä telan pintaan. Konepajalla tämä ongelma on ratkaistu tekemällä laikkaan bombeeraus, jolloin laikan reunat eivät osu telaan. Laikat myös kuluvat hionnan aikana, mistä seuraa laikan halkaisijan pieneneminen. Konepajan hiomakoneissa voi käyttää koko liikkeen ajan hyvin pientä ryömintäsyöttöä, jolla

voidaan eliminoida hiomalaikan kulumisesta aiheutuva hiontapaineen vähennys rouhehionnassa. Hiomalaikan kuormitusta seurataan hiomakaramoottorin virtamittarin avulla. Hiomalaikan säteissyöttö valitaan sellaiseksi, että virtamittari pysyy halutussa arvossa. (10.)

Nauhahiontalaitteet ja nauhahionta

Telahiomakoneen hiomakelkkaan voidaan asentaa nauhahiontalaite. Nauhahiontalaite koostuu kontaktilaikasta, kiristyslaikasta sekä näitä laikkoja kiertävästä hiomanauhasta. Nauhahiontalaitteen periaate nähdään kuvasta 5. Nauhahiontalaitteen kontaktilaikka kiinnitetään hiomalaikan paikalle. Kontaktilaikkaa pyöritetään hiomakaran moottorilla. Hiomanauhan kireys voidaan säätää sopivaksi kiristyslaikan avulla. (8, s. 1177.)



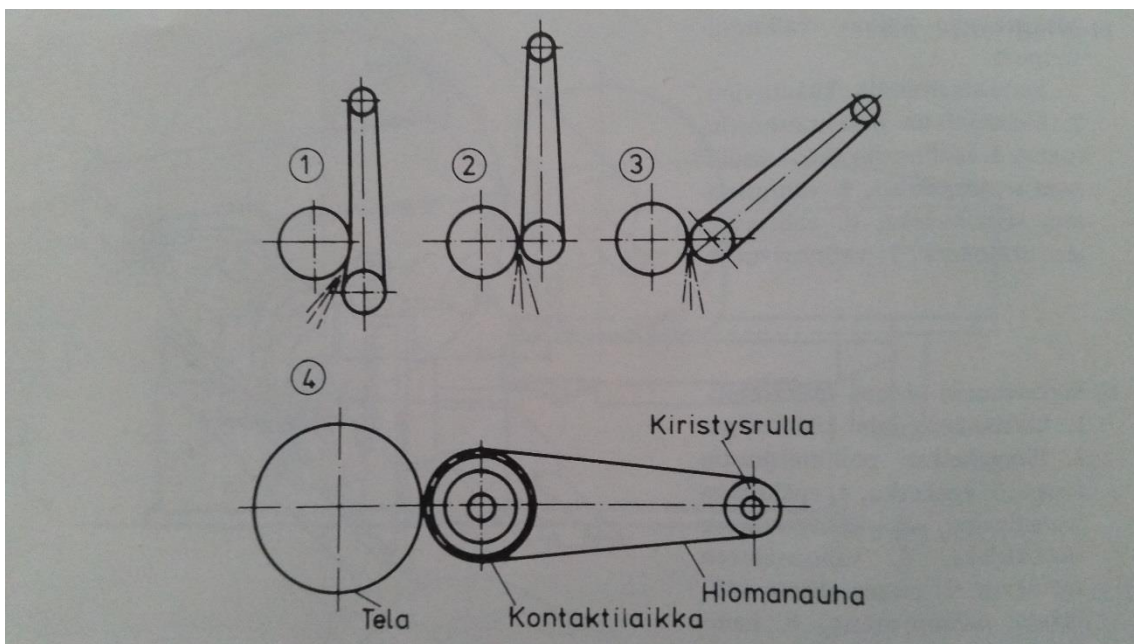
KUVA 5. Nauhahiontalaite telahiomakoneessa (8, s. 1176)

Nauhalla hiottaessa kuormitus tehdään kontaktilaikan ja nauhan välityksellä. Kontaktilaikka voi olla valmistettu esimerkiksi alumiinista tai teräksestä, joka on pinnoitettu kumilla. Nauhahionnassa värähtelyt ei välity niin herkästi telan pintaan kuin laikkahionnassa, koska hiontanauha ja kontaktilaikka joustavat hie-man. Hiomanauhan selkä on paperia, kangasta tai näiden kahden yhdistelmä. Hiontapinta koostuu hiontajyvistä, jotka on liimattu pystyasentoon nauhan selkään. Hiontanauhojen hiontapinnat valmistetaan samoista materiaaleista kuin

hiomalaikatkin. Yleisimpiä materiaaleja ovat alumiinioksidi, piikarbidi ja timantti. (12, s. 14 - 15.)

Nauhahiontalaitteistoja on olemassa kiinteitä ja irrotettavia malleja. Konepajan Wasi 1 -telahiomakoneella on kiinteä nauhahiontalaitteisto ja Wasi 2 -telahiomakoneella irrotettava nauhahiontalaitteisto. Irrotettava nauhahiontalaitteisto joudutaan siis aina erikseen asentamaan nauhahionnan ajaksi hiomakoneeseen. (10.)

Nauhahiontalaite voi olla neljässä eri työskentelyasennossa hiottavaan telaan nähden (kuva 6, kohdat 1, 2, 3, 4). Ensimmäisessä asennossa hiontapaine muodostuu nauhan kireydestä ja muissa kolmessa asennossa hiontapaine syntyy kontaktilaikan paineen avulla. (8, s. 1177.)



KUVA 6. Nauhahionnan periaatteet (6, s. 1176)

Konepajan Wasi 1 -telahiomakoneella käytetään yleensä kuvan 6 kohdan 4 mukaista menetelmää ja Wasi 2 -telahiomakoneen irrotettavalla nauhahiontalaitteistolla on mahdollista hioa kuvan 5 kohtien 1 ja 2 mukaisilla menetelmillä. (10.)

Viimeistelyhionta

Konepajan molemmissa telahiomakoneissa on myös viimeistelyhiontalaite. Viimeistelyhiontalaite on erillinen hiontalaite hiomakoneen johderungon päällä ja sitä käytetään telojen viimeistelyssä paremman pinnankarheuden saamiseksi sekä poistamaan hiomalaikan tai -nauhan nousujäljet. Viimeistelyhionnalla ei ole tarkoitus muuttaa enää telan muotoa. Viimeistelyhiontalaitteessa on päätyvä hiomanauha, jota liikutetaan nauharullalta kontakti-ai-kan kautta toiselle nauharullalle. Kontakti-ai-kaa painetaan vakiovoimalla telaa vasten, jolloin pinnankarheus saadaan tasaiseksi koko hiontamatkalla. (13, s. 16 - 17.)

Karalaatikko ja työkappaleen käyttö

Karalaatikko pitää sisällään telan pyörittämiseen tarvittavan käyttökaran, käyttölaatikon, kiilahihnavälityskoneiston, pääkäyttömoottorin, alkukäynnistyslaitteiston ja muita tarvittavia lisälaitteita. Tela kytketään käyttökaraan nivelakselilla. Nivelakseleita on olemassa usean mallisia eri telatyypeille. (8, s. 1177.)

Kannatuslaakerointi

Telat hiotaan tavallisesti omilla laakereilla ja laakeripesillä. Tela voidaan kuitenkin hioa vaihtoehtoisesti kannatuslaakeripukeilla joko telan vierintälaakerien ulkokehältä tai siten, että telan laakerointi on poistettu kokonaan, jolloin tela on tuettuna kannatuslaakeripukeilla akselitapin vierintälaakerin kohdalta. Kannatuslaakeripukeissa on liukutapit, jotka toimivat liukulaakerin tavoin. Konepajalla tampuuritelat hiotaan kannatuslaakeripukeilla telan vierintälaakerin ulkokehältä. Myös ulkopuolisten asiakkaiden telat, jotka ovat käyneet pinnoituksessa ja te-
loissa on paikallaan työpäädyt, hiotaan kannatuslaakeripukeilla. (10.)

Lastuamisnestejärjestelmä

Lähes kaikki telat tarvitsevat runsaan jatkuvan jäähdytyksen hionnan aikana. Vain useimmat kumitelat hiotaan kuivana, jotta saadaan parempi aineenpoisto. Lastuamisnesteeseen tehtäviä ovat lämmön poisjohtaminen, hiontajätteiden poisto, lastuamisen tehostaminen, voiteluvaikutus ja korroosion estäminen. (8, s. 1180.)

Lastuamisnestevirtauksen tulisi telahionnassa olla 10 l/min jokaista hiomalaikan leveyden senttimetriä kohti tai 12 l/min jokaista hiomakaran kW:a kohden. Las-

tuamisneste tulee suunnata hiomalaikkaan eikä telaan, jotta neste kulkeutuu varmasti telan ja laikan väliin ja antaa näin parhaan mahdollisen avun hiontaan. Lastuamisnesteelle täytyy olla hiomakoneessa riittävän suuri säiliö, jotta lastuamisneste ei ehdi lämmetä liikaa hionnan aikana. (14, s. 19.)

Lastuamisneste koostuu vedestä, johon on sekoitettu tyypillisesti 1 - 4 % työstöön sopivia lisäaineita. Lastuamisneste tulee suodattaa kierron aikana hyvin, jotta hionnassa irtoavat partikkelit eivät pääse kiertämään järjestelmän kautta uudelleen hiomalaikalle. Mikäli nestettä ei suodateta kierron aikana hyvin, saattaa telan pintaan tulla hiontapilkkuja ja teräviä naarmuja, jotka vaikuttavat myöhemmin valmistettavan paperin laatuun. (12, s. 24.)

Konepajan molemmilla hiomakoneilla käytetään lastuamisnesteinä kasvispohjaista Binol-lastuamisneste-emulsiota. Lastuamisnesteessä on 2 - 4 % emulsiota ja loput vettä. Lastuamisneste ei vaahtoudu, mikä on hyvä nesteen toimivuuden kannalta. Neste sisältää bakteereja, mikä auttaa pitämään järjestelmän puhtaana. (12, s. 25.)

Konepajan molempien hiomakoneiden lastuamisnestejärjestelmässä on puhdasvesisäiliö, joka on tilavuudeltaan 10 m^3 . Puhdasvesisäiliöstä neste virtaa hiomakoneelle, jossa hionta tapahtuu ja neste virtaa keräilyaltaaseen. Keräilyaltaasta likainen neste pumpataan puhdistuslaitteeseen, jossa neste puhdistetaan nauhasuodattimen avulla. Suodattimelta neste valuu saostusaltaaseen ja sieltä jälleen puhdasvesisäiliöön. (12, s. 20 - 23.)

Telan bombeeraus

Telan bombeeraus tarkoittaa telan hiomista keskeltä paksummaksi kuin päistä, jolloin telan muodosta saadaan tynnyrimäinen. Tällöin telanvaipan päädyt ovat halkaisijaltaan saman paksuiset ja telavaippa on keskeltä hieman päätyjä halkaisijaltaan paksumpi. Bombeeraushionta toteutetaan konepajan hiomakoneilla CNC-ohjatusti. Telahioja asettaa hiontaohjelmistoon halutut bombeerausarvot, jolloin kone automaattisesti säätää säteittäistä syöttöliikettä hionnan aikana bombeerauskäyrän mukaisesti. (10.)

Telan 3D-kompensointihionta ja teladynamiikan mittauslaitteisto

Konepajan Wasi 2 -telahiomakonetta on kehitetty teladynamiikan Dynatest-mittauslaitteistolla sekä 3D-työstönohjausjärjestelmällä. Työstönohjausjärjestelmä on modernisoitu vuonna 2003, ja teladynamiikan mittausjärjestelmä on hankittu vuonna 2007. (15, s. 32.)

3D-työstönohjausjärjestelmällä voidaan kompensoida muun muassa telahioma-koneen johdevirhe sekä telan ympyrämäisyysvirhe. Ohjausjärjestelmä erottaa telan pyörimiskeskiön liikkeen ja ympyrämäisyysprofiilin toisistaan. Näiden tietojen perusteella telasta saadaan muodostettua 3D-malli, jonka mukaan tela voidaan hioa oikeaan muotoon. 3D-työstönohjausjärjestelmän avulla voidaan tela hioa siten, että tela toimii optimaalisesti käyttöolosuhteissa. Telamuodon saaminen sylinterimäiseksi käyttöolosuhteissa vaatii kuitenkin mittaustietoa telan dynaamisesta käyttäytymisestä prosessiolosuhteissa. (15, s. 35 - 36)

Teladynamiikan Dynatest-mittalaitteella mitataan telan rakenteeseen, laakerointiin ja tuentaan liittyviä dynaamisia ilmiöitä, kuten ympyrämäisyyttä, dynaamista taipumaa ja resonanssivirheitä. Mittaus perustuu monipistelasermittaukseen. Mittauksen aikana telan pyörimisnopeus vaihtelee ryömintänopeudesta tuotantonopeuteen. Teladynamiikan mittaustuloksista voidaan analysoida esimerkiksi telan dynaamisen taipuman ja ympyrämäisyysmuutoksen suuruus ja suunta. Dynatest-mittauksessa tela on asetettu tukevasti telahiomakoneen telapukeille. Telaaräpyöritetään erillisellä 75 Kw:n sähkömoottorilla, jonka voima välitetään telaarähammashihnalla. Telan pyörimisnopeutta voidaan muuttaa portaattomasti taajuusmuuttajalla. (15, s. 36 - 38)

4.2 Telahiomakoneiden huolto ja kunnossapito

Telahiomakoneiden valmistajat ovat laatineet hiomakoneille huolto-ohjeet, jotta koneet pysyisivät jatkuvasti käytettävässä kunnossa ja työtarkkuus säilyisi. Telahiomakoneet tulisi huoltaa valmistajan laatimien huolto-ohjeiden mukaan määrättyin käyttötuntiväleihin. Telahiomakoneiden huolto sisältää pääasiassa puhdistuksia, öljyjen vaihtoa, suodattimien vaihtoa, voitelua ja tarkastuksia. (16, s. 5.)

Telahiomakoneiden sähkö- ja ohjauspuoli vaatii myös kunnossapitoa ja päivityksiä. Hiomakoneen ohjaukseen liittyvä kunnossapito on pääasiassa häiriöiden korjausta, kun vikaantumista ilmenee. Ohjauspuolen vikaantuessa telahiomakonetta ei pystytä käyttämään ennen kuin vika on korjattu osaavan sähkömiehen toimesta. Mikäli telahiomakoneessa ilmenee vika ohjaus- tai sähköpuolella, osaavan korjaajan ja sopivien varaosien löytyminen nopeasti on erittäin tärkeää, jotta hiomakone saadaan mahdollisimman nopeasti takaisin toimintakuntoon.

(10.)

Telahiomakoneiden lastuamisnestejärjestelmän nesteet tulee vaihtaa noin neljä kertaa vuodessa, hiottavien telojen mukaan. Lastuamisesteen vaihto tapahtuu imuauton avulla, joka imee käytetyt nesteet pois. Puhdasvesisäiliö ja keräilyallas puhdistetaan hiontajätteestä lastuamisnesteiden vaihdon yhteydessä. Konepajan telahiomakoneiden lastuamisnesteiden vaihtoon kuluu aikaa yhteensä noin kymmenen tuntia. (12, s. 23.)

5 TELAHUOLTO- JA -HIONTAPROSESSIN NYKYTILANNE

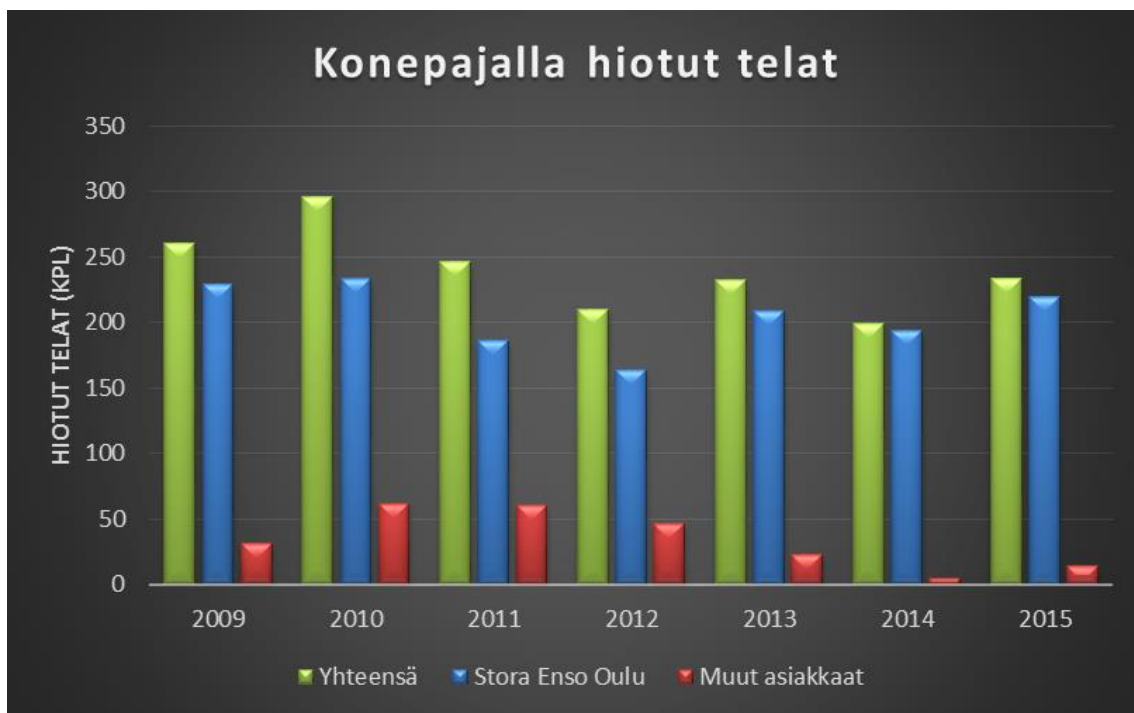
5.1 Töiden suunnittelu konepajalla

Töiden suunnittelussa tavoitellaan konepajan mahdollisuuksien ja markkinoiden tarpeiden yhteen sopeuttamista. Kapasiteetin kuormitus pyritään pitämään mahdollisimman tasaisena siten, että myös toimitusajat pitävät. Työsuunnittelua tehtäessä täytyy olla tietoa yrityksen tulevasta kysynnästä tai tietoa tilauksista ja käytettävissä olevasta kapasiteetista. Työsuunnitelman tarkkuuteen vaikuttavat kysyntäennusteet ja tilaustiedot. (17, s. 38.)

Seuraavaksi työssä käydään läpi konepajan työsuunnittelun päätekijöitä, jotta saadaan käsitys työsuunnittelun tämänhetkisestä toiminnasta. Toiminnalle on helpompi selvittää parantamiskeinoja, kun on tietoa tämänhetkisestä kysynnästä, kapasiteetista ja kuormituksesta. On myös helpompi asettaa tavoitteita, kun tiedetään, millä tasolla ollaan ja mitä on mahdollista saavuttaa.

5.1.1 Kysynnän ennustaminen

Konepajan hiomon suurimman kysynnän tuovat PK6- ja PK7-paperikoneiden telat. Vuosien 2010 - 2012 aikana keskimäärin noin 22 % hiotuista teloista on tullut Stora Enson Oulun paperitehtaan ulkopuolelta ja vuosien 2013 - 2015 aikana enää vain keskimäärin noin 6 % teloista on tullut ulkopuolelta. (9.) Kuvasta 7 nähdään, että ulkopuolisten asiakkaiden osuus on pienentynyt viime vuosina ja osuus on tällä hetkellä erittäin pieni.



KUVA 7. Konepajalla hiotut telat ajanjaksolla 2009 - 2015

Ulkopuolisten asiakkaiden väheneminen johtuu siitä, että osa asiakkaista on lopettanut kokonaan toimintansa ja osa alkanut hiomaan teloja lähempänä tuotantolaitosta tai omilla hiomakoneilla. Eräs asiakas, joka käytti teloja hiottavana konepajalla vuosina 2010 - 2012, tarvitsi vain tilapäistä apua hiontaan, koska yrityksen oma hiomakone vaati kunnostusta. Tästä seurasi ulkopuolisten asiakkaiden määrän lisääntyminen vuosiksi 2010 - 2012 (kuva 7). (5.)

Nykyiset asiakkaat sijaitsevat noin parinsadan kilometrin säteellä konepajasta. Telojen kuljetuskustannukset ovat sen verran suuri kustannuserä koko hiontoimituksesta, että telojen lähettäminen jatkuvasti useiden satojen kilometrien päähän hiottavaksi tulee kalliiksi, vaikka itse hionta olisikin vähän halvempaa kauempana olevassa hiomossa. Muun muassa tämän syyn takia uusien asiakkaiden hankkiminen on haastavaa. (5.)

Vuonna 2011 tapahtui Stora Enson Oulun paperikoneiden telojen isoin hiontamäärän väheneminen viimeisten seitsemän vuoden aikana, kun PK7-paperikoneen superkalanterin polymeeritelojen hiontaväliä nostettiin 1 000 tunnista 2 000 tuntiin. (10.) Tämän seurauksena PK7-paperikoneen teloja hiotaan vuodessa 20 - 25 vähemmän kuin aikaisemmin (9).

Konepajalla hiottavien telojen määrä vaihtelee vuosittain Stora Enson Oulun paperikoneiden ja ulkopuolisten asiakkaiden telojen hiontarpeen mukaan. Paperikoneen telat hiotaan määrävälein, mikäli telassa ei ilmene kuluneisuutta telalle kokemukseräisesti asetetun käyttötuntimäärän aikana. Jos telassa huomataan kuluneisuutta, täytyy tela hioa, ennen kuin käyttötunnit ovat täynnä, jotta paperin laatu säilyy tasaisena. Telan kuluneisuus huomataan muun muassa paperin laadun heikkenemisenä. Yhden paperikoneen telojen hiontamäärä vaihtelee vuosittain, koska telojen hiontavälit ovat eripituisia. Samalla telalla saattaa vaihdella hiontaväli paljonkin, koska telan kulumiseen vaikuttavat olosuhteet vaihtelevat paperikoneella. (5.)

Telojen kulumiseen vaikuttavat muun muassa valmistettava paperilaji, paperikoneen kudokset ja niiden vaihtoväli, koneen ajonopeus, telan pinnoitemateriaali, koneen värähtelytasot, paperin epähomogeenisyys, lämpötilat, pesut, kemiat, likaantuminen, nippikuorma, nipin suoruuus ja muoto, ratakatkot sekä erilaiset mekaaniset vauriot (11, s. 75). Mikäli kaikki edellä mainitut asia pysyisivät jatkuvasti vakioina, pystyttäisiin telojen hiontaväli pitämään tasaisena ja konepajan kysyntä osattaisiin ennustaa pitkälle tulevaisuuteen.

Telojen hiontavälin jatkuva muuttuminen ennenaikaisten huoltojen ja hiontojen takia tarkoittaa, että pitkän aikavälin luotettavia kysyntäennusteita on vaikea arvioida. Kysyntäennustearvioita voidaan tehdä määräaikaishuolto- ja -hiontavälien sekä edellisten vuosien huolto- ja hiontamäärien perusteella. Tällaiset ennusteet kuitenkin elävät koko ajan, kun telat joudutaankin huoltamaan tai hiomaan ennen käyttötuntien umpeutumista. (5.)

5.1.2 Kapasiteetti

Kapasiteetti koostuu koneista, välineistä, tehdastilasta, työvoimasta ja energiasta. Kapasiteetti voidaan jakaa kolmeen osaan, jotka ovat maksimi-, brutto- ja nettokapasiteetti. Tuotannosuunnittelu suunnittelee työt nettokapasiteetin mukaan, joka on yleensä noin 70 - 90 % bruttokapasiteetista. (17, s. 40.)

Konepajan telahionnan kapasiteetin muodostuminen on esitelty kuvassa 8, kun käytössä on nykyinen yhden koneen ajomalli eli teloja hiotaan pääasiassa yh-

dellä telahiomakoneella kerrallaan TAM 27 -työaikamuodossa. Nettokapasiteetti sisältää käytettävissä olevan työvoiman ilman ylitöitä. Kun nettokapasiteettiin lisätään sairaudet, onnettomuudet, vapaapäivät, virheelliset työt, häiriöiden korjaus- ja kunnossapitotyöt sekä varakapasiteetti saadaan bruttokapasiteetti. Maksimikapasiteetti saadaan kun bruttokapasiteettiin lisätään vielä mahdolliset ylityöt (17, s. 40).



KUVA 8. Telahiomon kapasiteetti, kun hiotaan yhdellä koneella kerrallaan TAM 27 -työaikamuodolla

Konepajan telahionnassa nettokapasiteetti on ollut TAM 27 -työaikamuodon aikana noin 80 % bruttokapasiteetista. Nettokapasiteetti on siis aika, joka on mahdollista tehokasta koneaika hionnassa. Koneaika alkaa siitä, kun vapaaseen hiomakoneeseen tehdään seuraavaksi hiottavan telan vaatimat varustelut ja päättyy siihen, kun tela on nostettu pois hiomakoneesta. Tältä ajanjaksolta poistetaan vain häiriöaika, niin saadaan koneaika. Telahionnan nettokapasiteetti on nykyisen ajomallin mukaan eli yhdellä koneella kerrallaan hiottaessa noin 4 672 tuntia vuodessa.

Konepajan telahiomon keskimääräinen koneaika telaa kohden on tutkimuksessa käytetyn tilaston mukaan seitsemän edellisvuoden 2009 - 2015 ajan pysynyt

vuosikohtaisesti lähes samana. Koneaika on ollut keskimäärin kaikkien konepajalla hiottujen telojen osalta noin 21 tuntia telaa kohden. Mikäli kysyntä olisi tasaista ympäri vuoden ja telojen hionta-ajat pysyisivät keskimäärin vakiona, nettokapasiteetti olisi telahionta määränä mitattuna noin 220 telaa vuodessa. (9.)

Kapasiteetin toiminta-aste ja toimintasuhde

Tuotannonohjauksen tavoitteena on aina pyrkiä mahdollisimman korkeaan toimintasuhteeseen. Toimintasuhde kertoo toiminta-asteen ja kapasiteetin välisen suhteen: mitä korkeampi toiminta-aste suhteessa käytettävissä olevaan kapasiteettiin, sitä parempi on toimintasuhde. Korkea toimintasuhde tarkoittaa, että koneet ja laitteet sekä niihin sidottu pääoma ovat tehokkaassa käytössä. (17, s. 37.) Tämän opinnäytetyön yksi tavoitteista oli selvittää telahionnan toimintasuhde.

Telahionnan toiminta-aste on ollut vuosikohtaisesti 2010 - 2015 ajanjaksolla noin 199 - 296 telaa vuodessa (9). Suurin toiminta-asteeseen vaikuttava tekijä telahiomossa on ollut kysyntä, koska kone- ja henkilöstökapasiteetti on riittänyt kaikkien telojen hiontaan. Mikäli hiottavia teloja ei ole tarpeeksi, toiminta-aste konepajalla luonnollisesti pienenee ja vastaavasti jos kysyntää on paljon, toiminta-aste kasvaa.

Telahiomon toimintasuhde on ollut vuosikohtaisesti 2010 - 2015 ajanjaksolla noin 94 - 135 %. Keskimäärin toimintasuhde on tänä aikana ollut noin 104 %. (9.) Tämä tarkoittaa, että hiomossa on ollut vuosikohtaisesti keskimäärin hieman ylikuormitusta. Keskimääräinen telahiontamäärä on ollut konepajalla 2010 vuoden jälkeen noin 225.

5.1.3 Kuormitus

Kuormitus tarkoittaa käytössä olevaa nettokapasiteettia määrättyinä ajanjaksona. Kuormitusta mitattaessa ilmoitetaan, miten varattuja kuormitusryhmät ovat töiden tekemiseen kyseisellä ajanjaksolla. Kuormitusryhmiä ovat tyypillisesti eniten kuormittuvat pullonkaularesurssit, esimerkiksi kallis työstökone. (17, s. 42.)

Kuormituksen suunnittelussa tulisi keskittää suunnittelu ja valvonta kriittisimmille resursseille. Mikäli puollonkaularesurssin kuormitusta ei saada jaettua toiminnan tehostamiseksi kapasiteetin rajoihin, hidastaa yksi resurssi koko toimintaketjua. Kuormituslaskenta helpottaa tuotantosuunnitelman tekemistä. Kun tiedetään puollonkaularesurssit ja niiden kuormitus, osataan hankkia tarvittaessa lisäkapasiteettia mahdollisilla ylitöillä tai konehankinnoilla. (17, s. 42.)

Tavoitteena olisi, että nettokapasiteetti olisi mahdollisimman tarkkaan ja tasaisesti käytössä. Jos kuormitus vaihtelee, voidaan sitä tasoittaa siirtämällä töiden aikatauluja kuitenkin toimitusajat huomioiden. Yleensä toimitusaikojen takia aikataulujen siirtäminen eteenpäin on haastavaa. Toisaalta jos töiden läpäisyajat ovat pitkiä, ei aikaa ole riittävästi, jolloin taaksepäin siirtäminenkin on haastavaa kuormitustilanteen takia. (17, s. 43.)

Kuvasta 9 nähdään konepajan telahionnan kuormitus vuosina 2009 - 2015. Telahionnan kuormitus on nettokapasiteetin ollessa 80 % bruttokapasiteetista ollut TAM 27 -työaikamuodon aikana keskimäärin 104 % (9). Telahionta on siis ollut vuositasolla mitattuna ajanjaksolla 2010 - 2015 keskimäärin hiukan ylikuormitettuna. Hetkittäiset ylikuormitukset on pystytty hoitamaan hiomalla teloja kahdella hiomakoneella yhtä aikaa tai tekemällä ylitöitä (5). Kuormitusvaihteluiden syistä on kerrottu luvussa 5.1.1 Kysynnän ennustaminen. Telahionnan kuormitus on tällä hetkellä erittäin hyvä yhden koneen ajomallilla.



KUVA 9. Konepajan telahionnan kuormitus ajanjaksolla 2009 - 2015

Konepajalle on tulossa telahionnan esimiehen arvion mukaan vuodesta 2016 eteenpäin keskimäärin noin 30 telan vuosittainen lisäkuormitus (5). Tämä tarkoittaisi, että hiottavien telojen määrä nousisi nykyisestä keskimäärin 225 telasta vuodessa, 255 telaan vuodessa. Mikäli telojen keskimääräiset telakohtaiset koneajat pysyvät ennallaan, tarkoittaa 30 telan lisäkuormitus vuodessa 21 tunnin keskimääräisellä koneajalla 630 konetuntia lisäkuormitusta telahiontaan. Telahionta tarvitsisi siis arvioiden pitäessä paikkansa noin 13,5 % lisäkapasiteettia. Telahionnan kapasiteetin lisäämisen mahdollisuuksista on käsitelty tämän opinnäytetyön luvuissa 6 ja 8.

Telahuollon kuormitusta ei tässä työssä alettu laskea, koska telahuolto ei ollut pullonkaulana telojen virtaukselle telahuolto- ja -hiontaprosessin läpi. Lisäksi telahuollon ongelmat ja telojen virtausta hidastavat tekijät oli nähtävissä telahuollon osalta. Kaikki telat saadaan valmisteltua hiontaa varten ajoissa, joten hiomo ei joudu odottamaan telahuollon toimintoja. Telahuollon kuormitus koostuu PK6- ja PK7-paperikoneiden koneseisokkien välissä tehtävistä telahuolloista. Lähes jokaisessa koneseisakissa telahuoltoon tulee huollettavia teloja ja huollosta lähtee huollettuja teloja.

5.1.4 Työaikamuoto ja miehitys

Konepajan telahiomossa on tällä hetkellä TAM 27 -työaikamuoto käytössä, mikä tarkoittaa, että jokaisena viikonpäivänä hiomossa työskentelee yksi henkilö aamu- ja iltavuorossa. Telahiomossa työaikamuoto muuttui vuoden 2009 lopussa, kun Efora teki kustannussäästöjä kunnossapitotoiminnoissa ja hiomon yövuoro lopetettiin. Telahiomon siirtyi tuolloin TAM 37 -työaikamuodosta TAM 27 -työaikamuotoon. Tällä järjestelyllä hiomon miehitys laski viidestä hiojasta kolmeen hiojaan. (10.)

Nykyinen TAM 27 -työaikamuoto telahionnassa synnyttää hukka-aikaa aamuvuoron alussa ja iltavuoron lopussa noin 1 - 2 tuntia. Telahioja joutuu illalla lopettamaan hionnan aikaisemmin, ettei telan hionta jää keskelle telaa työvuoron loppuessa. Lisäksi iltavuoron lopussa hioja tekee tarvittavat toimenpiteet hio-makoneelle yötä varten ja muistiinpanot aamuvuorolaista varten. Aamulla vastaavasti hionnan aloittaminen vaatii esivalmisteluja. Aamuvuoron ja iltavuoron välinen työvuoronvaihto tapahtuu jouhevasti ilman hukka-aikaa, kun iltavuoron hioja voi jatkaa suoraan siitä, mihin aamuvuoron hioja on jäänyt. (10.)

Vaikka yövuoron puuttuminen synnyttääkin hukka-aikaa telahionnassa, on TAM 27 -työaikamuoto nykyisellä kuormituksella hyvä ratkaisu konepajalla. Tämä hetkinen kuormitus pystytään telahionnassa toteuttamaan, vaikka nettokapasiteetti onkin kokonaan käytössä. TAM 15 -työaikamuoto ei ole hionnassa järkevä. Sen lisäksi, että TAM 15 -työaikamuodon kapasiteetti ei riittäisi alkuunkaan tämänhetkiseen kuormitukseen, ei telahionta pystyisi iltaisin ja viikonloppuisin vastaamaan tuotannolta tulevaan nopeaan hiontarpeeseen.

Konepajan telahuollossa on käytössä TAM 15-työaikamuoto. Kolme telahuoltajaa työskentelee päivävuorossa viitenä päivänä viikossa. Telahuollossa on kaksi telahuoltoapaikkaa, isojen ja pienten telojen huoltoapaikat. Isojen telojen huollossa tarvitaan kahdesta kolmeen huoltajaa, kun pienempiä teloja pystyy huoltamaan yksinkin. Silloin kun isojen telojen huollossa riittää kaksi huoltajaa, yksi telahuoltaja huoltaa telaa pienten telojen huoltoapaikalla. Telahuollon miehitys on siis oltava minimissään kolme huoltajaa. Koska nykyisellä kuormituksella kolme

miestä riittää, telahuollon miehitys on järkevä ja tehokkaasti käytössä kahdella telahuolto paikalla. (7.)

5.1.5 Työnjärjestely

Telojen hiontajärjestys vaikuttaa merkittävästi telojen läpimenoaikaan konepajalla. Erityyppisille ja -kokoisille teloille joudutaan tekemään erilaiset asetukset hiomakoneeseen. Telalle valitaan asetusvaiheessa muun muassa sopivat pukit ja aluspalat, oikeanlainen pyörityslaitteisto sekä oikea hiontavarustus menetelmän mukaan. Lisäksi hiontaa varten telalle täytyy tehdä mittauksia ja hiontaohjelmia. Näihin asetuksiin kuluu aikaa vaihtelevasti noin 1/2 - 8 tuntia telaa kohden. Konepajalla pyritään hiomaan niin monta samanlaista tai lähes samanlaista telaa peräkkäin kuin mahdollista, jotta telojen läpimenoaikaa saadaan lyhemmäksi. Mikäli asetettava tela on samanlainen kuin edellinen, kestää telojen välinen asetus aika parhaimmillaan vain puoli tuntia. (10.)

Hiontajärjestyksen tuomaa ajansäästöä ei pystytä hyödyntämään, mikäli hiontajonoon tulee suunniteltu tai suunnittelematon hionta, joka menee kriittisyydeltään jonon kärkeen. Jotkut telat on määritelty kriittisiksi siten, että ne menevät jono kärkeen. Tällainen tela voi olla vaurioherkkiä tai kyseiselle telalle ei ole olemassa kuin yksi varatela. Konepajalla työjärjestys määräytyy aina ensisijaisesti telojen tarpeen ja kriittisyyden mukaan. (10.)

Konepajan telahiomakoneiden käyttö on varmistanut PK6- ja PK7-paperikoneiden telojen joustavan ja tarpeiden mukaan määräytyvän hionnan. Hiontajärjestyksestä vastaa konepajan esimies yhdessä telahiojien kanssa, jolloin telojen hiontajärjestystä voidaan vaihtaa tarvittaessa lyhyellä varoitusajalla. Telojen hiontajono oli tutkimuksen aikana noin 10 - 15 telaa. Käytännössä hiontajono on niin pitkä, että kriittisyydeltään tärkeämpiä teloja ehtii aina tulla jonon ohitse, ennen kuin jonoa ehditään purkamaan. Tämän takia jono elää jatkuvasti, eikä telojen hiontajärjestyksen tuomaa etua pystytä hyödyntämään täydellisesti. (5.)

Hiontajonossa olevan telajärjestyksen jatkuvan muuttumisen takia telahionnassa ei ole katsottu järkeväksi alkaa laatia kalenteria tulevista hiottavista teloista

kovin pitkälle. Kalenteria jouduttaisiin muokkaamaan jatkuvasti, eikä siihen voisi luottaa, kun ei tiedetä, miten kalenteri elää seuraavana päivänä. (10.)

Telahuollossa telojen huoltojärjestys määräytyy myös ensisijaisesti telan kriittisyyden ja tuotannon tarpeen mukaan. Käytännössä konepaja pyrkii siihen, ettei tulisi tilannetta, jolloin paperikoneesta hajoaa tela eikä konepajalla ole antaa heti tilalle varatela. Tällainen tilanne on mahdollista, jos tela rikkoutuu nopeasti telavaihdon jälkeen eikä varatela ei ole keretty huoltamaan ja hiomaan valmiiksi. (5.)

5.2 Telahuolto- ja -hiontaprosessin tehokkuus

Telahionnan tavoitteena on saada vaadittu pinnanlaatu mahdollisimman tehokkaasti, jotta telan läpimenoaika hionnassa olisi mahdollisimman lyhyt. Samalla tavoitteena on saada oikea muoto ja pinnanlaatu mahdollisimman pienellä aineenpoistomäärällä, koska telojen uudelleenpinnoitus on kallista (10). Telahuollon ja -hionnan tehokkuuteen vaikuttaa suurelta osin kokemuksen tuoma ammattitaito, jolloin aikaa ei kulu ihmettelyyn vaan osataan ratkaista ongelmia. Tässä luvussa on käsitelty telan läpimenoaikaan vaikuttavia tekijöitä konepajalla. Yhtenä opinnäytetyön tavoitteena on saada telojen läpimenoaikaa prosessissa lyhemmäksi.

5.2.1 Konepajan layout ja telojen virtaus prosessin läpi

Konepajan telahallin tämänhetkinen layout-piirustus nähdään liitteestä 1. Telahalli on yksi iso halli, joka sisältää muun muassa varatelojen varastointipaikat, automaattivaraston ja muita varastopaikkoja, telahuolto- ja varastopaikat 1 ja 2, telahuoltovaraston, telanpesupaikan, pesukoneen, telahiomakoneet nostureineen, telahiomon, pituusleikkurien terien teroituspaikan, kolme siltanosturia, sosiaalitalat, rekan lastausalueen sekä telavaunut +3.000 ja +10.500 tasolla.

Teloille tehdään sekä huolto että hionta lähes aina, kun tela joudutaan irrottaamaan paperikoneesta. Aina telalle ei kuitenkaan ole tarvetta tehdä molempia toimenpiteitä. Esimerkiksi Sizer-telojen pinnoitteet kuluvat nopeasti tai pinnoitteeseen tulee helposti jälkiä, jotka alentavat valmistettavan paperin laatua. Siksi telaa ei välttämättä tarvitse huoltaa jokaisen hiontavälin aikana. Joidenkin tela-

tyyppien pinnoitteet ovat vastaavasti sellaisia, että huoltotarve tulee ennen hion-
tatarvetta, jolloin pelkkä huolto riittää. Tällaisia teloja ovat esimerkiksi Pick-up-
ja johtotelat. (7.)

Telat saapuvat konepajalle joko rekan lavalla tai telavaunulla konesalien puolel-
ta. Konepaja sijaitseen PK6- ja PK7-paperikoneiden välissä. Telahallin läpi kul-
kee kahdessa tasossa telavaunut, joilla suurin osa PK6- ja PK7-paperikoneiden
teloista saadaan kuljetettua konesalien ja konepajan välillä. Telat nostetaan sil-
tanosturilla kuljetusvälineestä telan kiireellisyyden ja toimenpidetarpeen mukaan
joko suoraan telapesuriin, huoltopaikalle, hiontapaikalle tai varastopaikalle odot-
tamaan omaa vuoroaan.

Ennen huoltoa tai hiontaa tela puretaan pakkauksesta, pestään ja tarkastetaan.
Mikäli tela täytyy sekä huoltaa että hioa, tehdään huolto ensin. Huoltotoimenpi-
teiden jälkeen tela siirretään siltanosturilla hiontaan, jossa telalle tehdään tarvit-
tavat toimenpiteet. Telahuollon ja hionnan toimenpiteistä on kerrottu tarkemmin
luvuissa 2 ja 3. Hionnan jälkeen tela jälleen pakataan ja siirretään siltanosturilla
kuljetusvälineeseen tai varastopaikalle odottamaan kuljetusta.

Telahuolto- ja -hiontaprosessin läpäisy aika

Läpäisy aika on konepajan tehokkuuden yksi tärkeimmistä mittareista.

Läpäisy aika voidaan määritellä esimerkiksi koko tilaukselle tai vain yhdelle ko-
noonpano vaiheelle. Lyhyt läpäisy aika kertoo hyvin toimivasta, joustavasta ja
tehokkaasta järjestelmästä. Lyhyt läpäisy aika antaa myös pelivaraa työn ajoit-
ukseen ja parantaa siten työn ohjattavuutta. Lyhyen läpäisyajan valmistuksissa
tilauksia tehdään enemmän peräkkäin kuin rinnakkain. Tällöin töitä on vähem-
män tekeillä samanaikaisesti, jolloin työhön sitoutunut pääoma on pienempi ja
työnjärjestely on helpompaa. (17, s. 31.)

Telahuollon läpäisy aikaa ei tässä opinnäytetyössä alettu tarkemmin tarkastele-
maan. Telahuollon läpäisy aika kestää tyypillisesti 1 - 5 työpäivää. Pienet telat
saadaan parhaimmillaan huollettua kahdella huoltajalla päivässä, mikäli telalle
riittää perushuolto ja tarvittavat varaosat löytyvät varastosta. Osalle teloista täy-
tyy tehdä isoja huoltoja ja korjauksia, jolloin telan osia joudutaan lähettämään

alihankkijoille erikoistoimenpiteisiin. Tällöin telan läpimenoaika telahuollossa saattaa venyä useisiin kuukausiin. (7.)

Telan läpäisy aika telahionnassa on tutkimuksessa käytetyn tilaston mukaan pysynyt vuositasolla keskimäärin lähes samana. Telan läpäisy ajasta telahionnassa käytetään nimeä koneaika. Tilastojen mukaan koneaika on ollut ajanjaksoilla 2009 - 2015 keskimäärin noin 20 - 22,5 tuntia telaa kohden (9). Telakohdainen koneaika hionnassa kuitenkin vaihtelee kahdesta tunnista lähes kahteen tuntiin telan koon, materiaalin, kunnon ja hiottavuuden mukaan (10).

Määrättyjen telojen koneajan hionnassa pystyy arvioimaan etukäteen telahiojien kokemuksen sekä tilastotietojen perusteella. Tällaiset telat ovat niin sanottuja helppoja teloja, joissa ei yleensä ilmene suurempia ongelmia. Tällaisten telojen koneaika voidaan arvioida tuntien tarkkuudella. Helppojen telojen suurin koneajan vaihtelu johtuu telavaurion suuruudesta. Varma arvio telan koneajasta hionnassa voidaan antaa helppojen telojen osalta vasta vaurion poiston eli telan rouhinta 1:n jälkeen. (10.)

On myös olemassa teloja, joiden koneaikaa ei pystytä arvioimaan etukäteen. Esimerkiksi kokillitelan hionta saattaa kestää 32 tunnista 200 tuntiin. Telassa on jännityksiä, minkä takia tela elää hionnan aikana. Telaa joudutaan hiomaan niin kauan, että jännitykset tasaantuvat ja tela saadaan hiottua oikeaan muotoon ja mittoihin. (10.)

Telahiomossa telan asetus aikaa ei kirjata erikseen mihinkään järjestelmään vaan asetus aika sisältyy koneaikaan, joka kirjataan SAP-tietojärjestelmään. Konepajan telahiojien arvio asetusajan kestosta on valmistelutarpeiden mukaan 1/2 - 8 tuntia. Tässä tapauksessa asetus aika sisältää ohjelmointitoimenpiteet, oikeanlaisten pukkien ja aluslaattojen asentamisen, telan noston hiomakoneeseen ja linjauksen, käyttöakselin asentamisen sekä oikean hiontavaruksen asentamisen hiontamenetelmän mukaan. (10.)

5.2.2 Telahuolto- ja -hiontaprosessin laatu

Telahionnan laatu määräytyy konepajalla pääasiassa telan halkaisijaeron ja pinnanlaadun perusteella. Telahiomossa käytetään telan valmistajan antamista

toleransseista puolitettuja toleransseja. Laatuvaatimukset ovat kovat, mutta niihin päästään konepajalla yleensä ilman suurempia ongelmia hiojien kokemuksen sekä hiomakoneiden ominaisuuksien ja tarkkuuden ansiosta. (10.)

Telahuollossa hyvän laadun takaavat huoltajien ammattitaito, oikeat työvälineet ja työmenetelmät sekä puhtaat tilat. Huoltajat ovat olleet pitkään työsuhteessa, joten eri telojen mekaniikka ja huoltotarpeet ovat iskostuneet huoltajien päähän. Telahuollosta löytyy valmistajan laatimat huolto-ohjeet kaikille teloille, joista voidaan varmistaa huollon laadukas tekeminen, mikäli jokin asia on päässyt unohduttamaan. (7.)

5.2.3 Telahiontamenetelmät ja hionta-arvot

Konepajalla telat hiotaan pääasiassa omilla laakereilla, mikä on tärkeä hionta-tehokkuuden kannalta. Telan omilla laakereilla hiottaessa tela kestää suurempia pyörimisnopeuksia kuin laakeripukeilla hiottaessa. Lisäksi laakeripukeilla hiottaessa telan omien laakereiden poisto ja asennus vaatisi telahuollolta yhden työparin lisäkapasiteettia. Telahiomo saattaisi myös joutua odottamaan telahuoltoa, jos tela tulisi kiireellisenä hiontaan eikä laakerien poistoa pystyttäisi ennakkoimaan. Telojen omien laakereiden laakerivirheet ovat pääosin pieniä, jolloin ne eivät vaikuta merkittävästi telan muotoon hionnassa. Suuret laakerivirheet pystytään kompensoimaan konepajan Wasi 2 -telahiomakoneen modernin 3D-laitteiston avulla (10).

Konepajan telahiojat ovat työskennelleet tehtävässään pitkään. Hiojat ovat erittäin ammattitaitoisia ja tuntevat telahionnan vaatimukset. Hionta-arvot ovat vuosien saatossa muokkautuneet mahdollisimman tehokkaiksi. Kaikki telahiojat käyttävät konepajalla yhteneväisiä hiontamenetelmiä ja hionta-arvoja. (10.)

Konepajalla on päädytty käyttämään hiontamenetelmänä pääasiassa laikkahiontaa. Laikkahionta on testattu konepajalla tehokkaammaksi ja toimivammaksi ratkaisuksi kuin nauhahionta. Jotkut telahiomot käyttävät nauhahiontaa pääasiallisena hiontamenetelmänä. Jotkut pitävät nauhahiontaa tehokkaampana hiontamenetelmänä, koska suoraksi teroitettu laikka jättää nousujälkiä telan pintaan. Nousujäljet joudutaan poistamaan hiomalla telaa pienemmillä hionta-

arvoilla, jolloin viimeistelyhiontaan kuluu enemmän aikaa. Konepajalla tämä ongelma on ratkaistu teroittamalla laikan hiontapinta hieman kaarevaksi, jolloin nousujälkiä ei pääse syntymään. (10.)

5.2.4 Telahuolto- ja -hiontaprosessin odotusajat

Telahionnan suurimmat odotusajat ovat seurausta erilaisista hiomakoneen ohjaukseen ja sähköistykseen liittyvistä häiriöistä Wasi 1 -telahiomakoneella. Telahiomakoneen ohjaus- ja sähköpuoli ovat vanhan aikaisia ja modernisoinnin tarpeessa. Määrätyt hiomakoneen osat ovat sellaisia, ettei niille löydy enää varaosia. Lisäksi hiomakoneen ohjaus on niin vanhanaikainen, että osaavaa korjaajaa on vaikea löytää. Helppoimmat telahiomakoneiden ohjaus- ja sähköviat saadaan korjattua työvuoron aikana, mutta pahimmillaan vian korjaaminen on kestänyt kuusi viikkoa. (10.)

Telahuollon odotusajat koostuvat pääasiassa nosturin odotusajasta ja seisakijasta. Koneseisakin aikana telahuollon henkilöstö on kiinni seisakissa tekevässä paperikoneiden huoltotöitä, jolloin telojen huoltotyöt odottavat. Nosturia joudutaan odottamaan telahuollossa silloin, kun nosturia käytetään toisella huoltopaikalla tai rekan purkamiseen ja lastaamiseen. (7.) Telahuolto- ja -hiontaprosessissa on lisäksi puutteita ja ongelmia, jotka lisäävät telan läpimenoaikaa prosessissa. Prosessin kehitysehdotuksista on kerrottu tämän opin- näytetyön luvuissa 6 ja 8.

6 TELAHUOLTO- JA -HIONTAPROSESSIA HIDASTAVAT TEKIJÄT PARANNUSEHDOTUKSINEEN

Opinnäytetyön aikana nousi esille parantamisen kohteita telahuolto- ja -hiontaprosessissa, joilla voitaisiin lisätä prosessin turvallisuutta, toimitusvarmuutta ja työtyytyväisyyttä sekä vähentää telojen läpimenoaikaa prosessissa. Tässä luvussa on kerrottu ongelmista, jotka hidastavat prosessia sekä ongelmien ratkaisusta, joilla saataisiin prosessi aiempaa tehokkaammaksi.

6.1 Telahuollon nosturin odotusaika

Konepajan telahuollossa on kaksi telahuoltoapaikkaa, jotka sijaitsevat vierekkäin telahallin puolella välissä. Telahallin layout-piirustus nähdään liitteestä 1. Layout-piirustuksesta nähdään telahuoltoapaikkojen tarkempi sijainti telahallissa. Telahuollossa huolletaan yhtä tai kahta telaa kerrallaan, huollettavan telan tai huollettavien telojen tarvitseman henkilöstötarpeen mukaan.

Telosten osat ovat painavia, joten purettaessa ja kasattaessa telaa nosturia joutuu käyttämään jatkuvasti. Telahallissa on kaksi siltanosturia kapasiteetiltaan 16 ja 88 tonnia. Telahuoltoapaikat sijaitsevat niin vierekkäin, ettei molemmilla huoltoapaikoilla pystytä käyttämään nosturia yhtä aikaa. Tämän takia toinen telahuoltoapaikka joutuu odottamaan nosturia silloin, kun toisella huoltoapaikalla on nosturi käytössä, vaikka toinen siltanosturi olisi vapaana käytettävissä.

Layout-piirustuksen kohdassa telahuoltoapaikka 1 huolletaan kaikki isommat telat. Pienemmät telat huolletaan telahuoltoapaikassa 2. Telahuoltoapaikassa 1 on öljynkeräys säiliö ja vinssi, jotka ovat välttämättömiä isoja teloja huollettaessa. Isot telat saattavat purkuvaiheessa valuttaa satoja litroja öljyä ja vinssiä tarvitaan telasielujen ulos/sisään vetämiseen. (7.)

Siirtämällä telahuoltoapaikka 2 telahuoltoapaikan 1 ja telapesupaikan toiselle puolelle, saataisiin molemmat nosturit käyttöön yhtä aikaa. Uuden telahuoltoapaikka 2:n tarkka sijainti selviää liitteestä 2. Pieniä teloja alettaisiin siis huoltamaan uudessa telahuoltoapaikassa. Tällä järjestelyllä saataisiin pienten telojen läpimenoaikaa telahuollossa parannettua. Lisäksi järjestelyn myötä pesuri, jolla te-

lan osat pestään, olisi uuden telahuoltopaikka 2:n vieressä, jolloin telan osien pesuriin vieni nopeutuisi huomattavasti, kun osia ei tarvitsisi nostaa telanpesupaikan yli tai vetää pumppukärryllä kiertäen telanpesupaikka. Tämä nopeuttaisi edelleen pienten telojen läpimenoaika. Pahimmassa tapauksessa nykytilanteessa isojen telojen huoltopaikalla on nosturi käytössä useita tunteja, jolloin pienten telojen huoltopaikka joutuu odottamaan ja aikaa kuluu odottamiseen (7).

Uusi telahuoltopaikka on tällä hetkellä kolmen telan varasto. Telojen varastopaikat voitaisiin siirtää nykyisen telahuoltopaikka 2:n tilalle, jonka vieressä säilytetään tälläkin hetkellä vastaavia teloja. Uuden telahuoltopaikan puoleisella telanpesupaikan seinustalla olevat formeritelan viiransukat voitaisiin varastoida nykyisessä varastointipaikassa tai siirtää nekin nykyisen telahuoltopaikka 2:n tilalle liitteessä 2 olevan muutetun layout-piirustuksen mukaisesti.

Telahuoltopaikka 2:n siirto toimenpide voitaisiin suorittaa sopivan ajan tullen, kun telahuollon kuormitus antaisi siihen mahdollisuuden. Työhön voitaisiin varata resursseja yksi työpäivä telahuoltajilta ja telahuollon esimieheltä. Näillä resursseilla toimenpiteen pitäisi onnistua. Toimenpide sisältäisi varastoitujen telojen siirron uudelta telahuoltopaikalta nykyiselle, telojen järjestelyn siten, että telahuoltopaikalle 1 jäisi mahdollisimman paljon tilaa, sekä työtasojen ja telahuoltopaikalla tarvittavien tarvikkeiden siirtämisen nykyiseltä telahuoltopaikalta uuden telahuoltopaikan läheisyyteen.

6.2 Varastointitilan puute telahuollossa

Telahuollossa on ongelmana varastointitilan puute. Telahuollossa purettujen telojen osat ja telan kuljetuksessa käytettävät telapukit täytyy tällä hetkellä säilyttää pitkin telahallia ja konesalia epämääräisessä järjestyksessä. Telan osille ja telapukeille ei ole tilaa yhdessä paikassa, joten ne täytyy säilyttää siellä, minne sopivat. Varastointitilan puute aiheuttaa epäsiisteyttä ja lisää telan läpimenoaika telahuollossa, kun telan osia ja telapukkeja joudutaan etsimään. Mikäli telan osat ja telapukit eivät ole järjestyksessä määrättyssä paikassa, on vaikea muistaa, missä minkäkin telan osat ovat. Telan purkamisen ja kokoamisen välissä saattaa kulua kuukausia, jos telan osia joudutaan lähettämään alihankkijoille erikoistoimenpiteisiin. (7.)

Suurimman osan telahallin varastokapasiteetista vievät PK6- ja PK7-paperikoneiden varatelat. Telahallissa on myös sellaisia teloja, joiden tilalle on hankittu uudet telat, mutta vanhoja käytöstä poistuneita teloja ei ole romutettu. Tällaiset telat vievät osan telahallin varastointi kapasiteetista. Telahallissa alkaa olla varastointi kapasiteetti täysin käytössä. (5.)

Telahallissa säilytetään myös muita varaosia, esimerkiksi pumppuja ja sähkömoottoreita. Telahallissa on neljä syvennystä, jotka on merkattu määrättyjen varaosien varastopaikaksi. Mikäli varaosille löydettäisiin uusi varastopaikka, voitaisiin telahuollon varaosia ja telapukkeja alkaa säilyttää näissä syvennyksissä. (5.) Syvennysten sijainti nähdään liitteessä 1 nimillä varasto 1, varasto 2, varasto 3 ja varasto 4. Syvennykset sijaitsevat lähellä telahuolto paikkoja ja ovat kooltaan sellaisia, että ne sopisivat erittäin hyvin telahuollon tarpeisiin (5). Tällöin telahuollossa purettavien telojen osat ja telapukit voitaisiin järjestää hyllyihin trukkilavojen päälle siistiin järjestykseen.

Alustavasti telahuollon tarpeisiin riittäisi kaksi syvennystä, jolloin ulkopuolisten varaosien tarpeisiin jäisi vielä 2 syvennystä. Liitteestä 2 nähdään minimissään telahuollon tarvitsemat syvennykset. Parempi vaihtoehto olisi kuitenkin, jos telahuollon tarpeisiin voitaisiin varata kaikki neljä syvennystä. Telapukit vievät niin ison tilan, että kaksi syvennystä voi käydä ahtaaksi. Syvennyksiin voisi jättää sellaiset varaosat, joita käytetään tällä hetkellä telahuollossa. Tällaisia varaosia ovat esimerkiksi telojen laakerit ja listatiivisteet. (5.)

Varaosa on syvennyksissä niin paljon, että uudelleenjärjestelyllä neljän syvennyksen varaosat eivät todennäköisesti mahdu kahteen syvennykseen. Varaosille täytyisi siis löytää toinen varastointipaikka. PK6-paperikoneen kone-saliin rakennetaan parasta aikaa uusia hyllyjä varaosien varastopaikoiksi. Näiltä rakennettavilta hyllyiltä tulisi varata tila vähintään kahden syvennyksen varaosille, mieluiten neljän syvennyksen varaosille. Varastopaikkojen siirto toimenpiteen voisi toteuttaa varastohenkilö yhdessä telahuollon henkilöstön kanssa sopivan ajan tullen, kun muu työkuormitus antaa siihen mahdollisuuden. Tähän toimenpiteeseen voitaisiin varata resursseja yksi työpäivä varastomieheltä ja telahuollon henkilöstöltä.

6.3 PK6-superkalanterin telojen hiontapukkien väärä muoto

PK6-paperikoneen superkalanterin telojen tullessa hiontaan joudutaan telan laakeripesiä pyörittämään 90 astetta, kun tela asetetaan hiomakoneeseen sekä vietäessä tela hionnan jälkeen takaisin pyörityslaitteeseen. Hioja joutuu siis laskemaan telan molemmat päädyt erikseen tarkasti hiomapukeille. Samalla kun hioja ajaa nosturilla telan päätyä pukille toisella kädellä, hän joutuu toisella kädellä pyörittämään telan laakeripesää oikeaan asentoon. (10.) Kuvasta 10 nähdään PK6-paperikoneen superkalanteritelojen hionta pukki ja polymeeritela asettuna hiontapukille oikeaan asentoon.



KUVA 10. PK6-paperikoneen superkalanteritelojen hiontapukki ja tela asennettuna hiontapukille oikeaan asentoon

Telan laakeripesien pyörittämisestä seuraa läpimenoajan pidentymisen lisäksi myös turvallisuusriski. Telapesät ovat painavia ja öljyisiä, minkä seurauksena

hiojilla on monesti saattanut ote livetä laakeripesästä. Otteen lipeämisestä voi seurata tapaturma, jossa käsi vahingoittuu. Telan laakeripesän pyörittämisestä huonossa asennossa voi seurata myös selkävaivoja. Näistä seuraa luonnollisesti sairausloma ja yritykselle lisää kustannuksia. (10.)

PK6-paperikoneen superkalanterin telat varastoidaan telahallin perällä pyörityslaitteessa. Pyörityslaitteen ja paperikoneen pinnat, joihin tela lasketaan, ovat malliltaan samanlaisia. Tuotannon henkilön asettaessa telan paperikoneeseen tai laskiessaan sen pyörityslaitteeseen hänen ei siis tarvitse pyöritellä telapesiä. Aiemmin pyörityslaitteen pinnat vastasivat hiontapukkien pintoja, jolloin tämä ongelma oli tuotannon henkilöstöllä eikä hiojilla. Pyörityslaitteen pintoja muutettiin, koska telan laakeripesien pyörittäminen kuormitti liikaa tuotannon henkilöstöä. Osalla tuotannon henkilöstöä oli vaikeuksia pyörittää pesiä niiden painavuuden takia. (10.)

Tela laakeripesien pyörittäminen lisää telan hiomakoneeseen asetusaikaa noin 4 minuuttia. Suurempana haittatekijänä tässä on kuitenkin hiojan työrasittavuus ja tapaturmavaara (10). PK6-paperikoneen superkalanterin teloja hiotaan konepajalla keskimäärin 48 vuodessa (9). Tästä voidaan laskea, että ongelman poistuessa tehokasta hionta aikaa saataisiin vuodessa lisää reilu 3 tuntia ja tapaturmavaara saataisiin eliminoitua 96 kertaa vuodessa.

Telan laakeripesien ylimääräiseen pyörittämiseen olisi ratkaisuna telapukkien muuttaminen malliltaan samanlaiseksi kuin pyörityslaitteen ja paperikoneen pinta. Tällöin telojen laakeripesiä ei tarvitsisi pyöritellä ollenkaan. PK6-paperikoneen superkalanterin teloille on olemassa omat telapukit molemmille hiomakoneille. Muutettavia hiontapukkeja olisi siis yhteensä neljä. Kaikki neljä hiontapukkia ovat muodoiltaan samanlaisia. Telapukeista saataisiin muokkamalla oikean malliset. (10.)

Hiontapukkien muokkaukuskustannukset tulisivat maksamaan Eforan mekaanisen suunnittelijan karkean hinta-arvion mukaan 5 440 euroa. Kustannukset sisältävät muokkauksen suunnittelun ja toteutuksen. Koska hiontapukkeja on kahdet, olisivat toiset hiontapukit käytössä, toisten ollessa muokattavana, joten PK6-paperikoneen superkalanterin teloja ei jäisi hiomatta muokkauksen takia.

Hiontapukkien muokkauksen kustannusarvio nähdään liitteestä 3. Kustannusarvio on laskettu kahden hiontapukin muokkaukselle, joten kustannusarvioon täytyy lisätä kahden hiontapukin valmistuskustannukset 2 200 euroa.

Toinen vaihtoehto hiontapukkien muokkaamiselle olisi tehdä pukeista sellaiset, että niillä voisi hioa sekä PK6- että PK7-paperikoneen superkalanterin telat. Tämä voitaisiin toteuttaa tekemällä pukeista suoraan sopivat PK7-paperikoneen superkalanterin teloille ja säätöpaloilla sopivat PK6-paperikoneen superkalanterin teloille. Tällöin molempien superkalanterien teloja voitaisiin hioa samalla hiomakoneella peräkkäin vaihtamatta pukkeja. Näin säästettäisiin telan läpimenoajassa vielä 30 minuuttia, jos peräkkäiset telat olisivat eri paperikoneiden superkalanterin teloja. (10.)

6.4 Telahiomakoneiden hiontapukkien säilytyspaikka

Erikokoisille teloille on olemassa erikorkuisia hiontapukkeja. Hiontapukin täytyy olla juuri oikean korkuinen, jotta hiomakara ja käyttökara ovat oikeassa korkeudessa telaan nähden. Tällä hetkellä hiontapukkeja säilytetään trukkilavojen päällä hiomakoneen ympäristössä ja konesalin puolella. Hiontapukkeja on niin monta paria, etteivät ne kaikki mahdu hiomakoneen nosturialueelle, varsinkaan, kun trukkilavan päällä oleva pukki vie kaksinkertaisen tilan verrattuna ilman lavaa olevaan hiontapukkiin. Tämän takia hiontapukkeja joudutaan osittain säilyttämään nosturialueen ulkopuolella. (10.)

Hiontapukkien säilyttäminen nosturialueen ulkopuolella tarkoittaa, että telan asetusvaiheessa pukit joudutaan pumppukärryllä tai trukilla raahaamaan ensin nosturialueelle ja sitten vielä nostamaan nosturilla telahiomakoneeseen. Mikäli kaikki tarvittavat hiontapukit saataisiin nosturialueelle, nopeuttaisi se telan asetusajaa hiomakoneeseen telahiojien arvion mukaan keskimäärin noin 15 minuuttia, sellaisten telojen osalta, joiden hiontapukit ovat tällä hetkellä nosturialueen ulkopuolella. Vuosittaista läpimenoajan säästöä ei saada laskettua, koska ei löydy tilastotietoa, kuinka monesti hiontapukkeja joudutaan raahaamaan nosturialueen ulkopuolelta. Koska havaittavissa on kuitenkin selvää telan asetusajan säästöä ja hiojat ovat kokeneet pukkiin raahaamisen ongelmaksi, kannattaa ongelma poistaa, jos se on mahdollista.

Kaikki tarvittavat hiontapukit saataisiin mahtumaan telahiomakoneiden nosturialueelle, jos telahallin lattiaan pultattaisiin i-palkkeja liitteenä 2 olevan telahallin muokatun layout-piirustuksen mukaisesti. Lisäksi telahallin siisteys paranisi telahiomakoneiden ympärillä ja hiomakoneiden ympärille tulisi lisää kulkutilaa. Tällä hetkellä trukkilavoja on 9 m x 3 m:n kokoisella alueella, johon mahtuu 16 hiontapukkia. Asentamalla i-palkit lattiaan, saataisiin 6 m x 3 m:n kokoiselle alueelle mahtumaan 24 hiontapukkia, mikä riittäisi nosturialueella tarvittavien hiontapukkien säilytystilaksi.

Telahiomosta löytyy valmiiksi riittävä määrä i-palkkeja toimenpiteen toteuttamiseksi. Työvaiheina olisi vielä i-palkkien pulttaus lattiaan kiinni ja hiontapukkien järjestely järkevään järjestykseen i-palkkien päälle. Näihin toimenpiteisiin voitaisiin varata resursseja kaksi telahiojaa yhdeksi työvuoroksi, kun telahionnan kuormitus antaisi siihen mahdollisuuden.

6.5 Telan korkeudensäätöpalojen puute

Telahiomakoneisiin joudutaan vaihtamaan edellisessä luvussa esitellyt oikean korkuiset hiontapukit lähes jokaisessa telahionnan asetuksessa. Telahiomossa on korkeudensäätöpaloja, joilla voidaan säätää hiontapukin lisäksi telan korkeutta hiomakoneeseen nähden. Telahiomossa on tällä hetkellä 10, 11, 12, 14, 15, 17, 18, 20, 25, 30, 40, 45, 75 ja 80 mm:n korkuiset korkeudensäätöpalat. Telahiomakoneen hiontapukkien vaihto kestää telahiojien arvion mukaan keskimäärin noin 30 minuuttia. Mikäli telahiomoon hankittaisiin lisää korkeudensäätöpaloja, tarvitsisi hiontapukkeja vaihtaa harvemmin ja telan läpimenoaika hionnassa nopeutuisi.

Telahiojien mukaan tarvittavia korkeudensäätöpaloja olisi kahdeksan 50 mm, neljä 100 mm ja neljä 200 mm korkeita korkeudensäätöpaloja (10). Korkeudensäätöpalojen tulisi kestää riittävästi kuormitusta, mutta olla myös sen verran kevyitä, ettei korkeudensäätöpalojen nosteleminen aiheuta hiojille selkävaivoja. Oikean tyyppisten korkeudensäätöpalojen malli nähdään kuvasta 11. Eforan mekaanisen suunnittelijan arvion mukaan tällaisten korkeudensäätöpalojen suunnittelu ja valmistuskustannukset tulisivat kustantamaan yhteensä 2 250 euroa. Kustannusarvio nähdään liitteestä 3. Lueteltujen korkeudensäätöpalojen

hankinnalla telan asetusaikaa voitaisiin lyhentää sellaisissa tapauksissa, joissa telojen halkaisijaero on maksimissaan 500 mm.



KUVA 11. Korkeudensäätöpalat hiontapukin päällä

Korkeudensäätöpalojen takaisinmaksuaika olisi noin 80 sellaista telanvaihtoa, joissa jouduttaisiin ilman uusien korkeudensäätöpalojen olemassa oloa vaihtamaan hiontapukit. Tilastotietoa ei löydy, josta selviäisi hiontapukkien vaihtomäärä vuodessa nykyisillä korkeudensäätöpalloilla. Koska konepajalla hiottavien telojen hiontajärjestys vaihtelee, on vaikea arvioida kuinka kauan aikaa kuluu 80 sellaisen telan hiontaan, jossa uudet korkeudensäätöpalat pystyttäisiin hyödyntämään. Teloja hiotaan konepajalla kuitenkin keskimäärin 225 vuodessa ja jokaiseen telahiontaan joudutaan vaihtamaan hiontapukit, mikäli seuraava tela ei ole lähes samanlainen kuin edellinen.

6.6 Waldrich Siegen 1 -telahiomakoneen lastuamisnesteen välipumppausmoottorin siipipyörän tukkeutuminen

Telahiomakoneen välipumppausmoottorin tarkoituksena on pumpata hiomakoneelta tullut likainen lastuamisneste keräilyaltaasta suodatinlaitteistolle. Lastuamisnestejärjestelmästä on kerrottu tarkemmin tämän opinnäytetyön luvun 4.1 kohdassa lastuamisnestejärjestelmä. Välipumppausmoottorissa on 1.5 kW

sähkömoottori, joka pyörittää siipipyörää. Wasi 1 -telahiomakoneen välipump-
pausmoottori on varustettu suljetulla siipipyörällä, toisin kuin Wasi 2 -
telahiomakoneen moottori, joka on varustettu avonaisella siipipyörällä. Avonai-
nen siipipyörä päästää läpi isompia partikkeleita kuin suljettu siipipyörä. Tämän
takia Wasi 1 -telahiomakoneen välipumppausmoottorin siipipyörä tukkeutuu
aika ajoin, kun lastuamisnestejärjestelmään joutuneet partikkelit tukkivat siipi-
pyörän, esimerkiksi lastuamisnestekeuruista irronneet maalinpalaset. (10.)

Telahiojien arvion mukaan Wasi 1 -telahiomakoneen välipumppausmoottorin
siipipyörä tukkeutuu keskimäärin noin 50 kertaa vuodessa. Siipipyörän tukkeu-
tumisesta seuraa, ettei lastuamisneste enää kierrä järjestelmässä keräilyaltaas-
ta eteenpäin, vaan neste kertyy keräilyaltaaseen. Keräilyallas on noin yhden
kuutiometrin kokoinen ja lastuamisnestettä on järjestelmässä noin kymmenen
kuutiometriä. Keräilyallas sijaitsee telahiomakoneen vieressä, lattian alla kella-
rissa. Mikäli siipipyörän tukkeutumista ei havaita ajoissa, valuu lastuamisneste
keräilyaltaasta yli ja alkaa täyttää kellaria. Kun riittävä määrä nestettä valuu kel-
lariin, on seurauksena nesteen virtauksen loppuminen hiomakoneelta. (10.)

Siipipyörän tukkeutumisesta seuraa, että siipipyörä joudutaan puhdistamaan tai
moottori joudutaan vaihtamaan kokonaan uuteen. Puhdistus- ja vaihtotyön
ajaksi hiomakone joudutaan pysäyttämään. Puhdistukseen kuluu aikaa noin 2
tuntia. Välipumppausmoottori ylikuumenee aina tukkeutuessaan, mistä voi seu-
rata, ettei moottori lähdekään enää käyntiin vaan se joudutaan vaihtamaan uu-
teen. Näin käy telahiojien arvion mukaan noin kerran vuodessa. Moottorin vaih-
toon tarvitaan sähkömies. Sähkömiehen kiireellisyyden mukaan, sähkömootto-
rin vaihtoon kuluu telahiojien arvion mukaan noin yksi työvuoro eli 8 tuntia. (10.)

Välipumppausmoottorin siipipyörän tukkeutuminen tulee maksamaan vuodessa
siis noin 100 telahiomakonetuntia, 8 sähkömiehen tuntia ja uuden sähkömootto-
rin, joka maksaa Eforan sähkösuunnittelijan arvion mukaan noin 860 euroa.
Nämä tulevat maksamaan yhteensä 6 960 euroa vuodessa.

Lastuamisnestejärjestelmässä on välipumppausmoottorin edellä romuloukku,
jonka tarkoituksena on kerätä kaikki partikkelit, jotka voisivat tukkia siipipyörän.
Romuloukku on reikäpellistä valmistettu laatikko (kuva 12). Nykyinen romulouk-

ku on kuitenkin liian pieni tilavuudeltaan, vain 20 cm x 20 cm x 10 cm ja loukun reiät ovat halkaisijaltaan vain 3 mm. Tästä seuraa, että romuloukun reiät tukkeutuvat hiontajätteestä ja partikkeleista, jolloin vesi virtaa romuloukun reunojen yli. Veden virratessa reunojen yli vettä kevyemmät partikkelit pääsevät myös virtaamaan romuloukun reunojen yli ja jatkamaan matkaa siipipyörälle, joka tukkeutuu partikkeleista.



KUVA 12. Wasi 1 -telahiomakoneen lastuamisnestejärjestelmän romuloukku

Välipumppausmoottorin siipipyörän tukkeutumiseen tulisi saada loppu. Jatkuva siipipyörän puhdistaminen paitsi keskeyttää työtä jatkuvasti ja tuo hiomolle ylimääräisiä kustannuksia, vaikuttaa myös hiojien mieleen. Voi syntyä motivaation puute, jos samaa puhdistusta joutuu tekemään usean kerran viikossa. Lisäksi hiojan täytyy olla koko ajan valppaana pysäyttämään hiomakone, kun ei tiedä, milloin siipipyörä tukkeutuu ja nesteen kierto loppuu. (10.)

Ongelmaan voisi olla ratkaisuna suurempireikäinen ja tilavuudeltaan suurempi romuloukku. Tällöin hieno hiontajäte pääsisi virtaamaan romuloukusta eteenpäin siipipyörän läpi nauhasuodattimelle ja suuremmat partikkelit jäisivät romuloukkuun. Tavoitteena olisi, että vedenpinnan taso pysyisi jatkuvasti romuloukun reunojen sisäpuolella. Vanhan romuloukun tilalle sopisi hyvin 50 cm x 50 cm x 20 cm:n kokoinen uusi romuloukku. Tällöin uudella romuloukulla olisi tilavuutta yli kaksinkertaisesti enemmän kuin nykyisellä. Lisäksi romuloukun reikäkokoa voisi nostaa nykyisestä 3 mm:stä 6 - 8 mm:iin.

Eforan mekaanisen suunnittelijan arvion mukaan uuden romuloukun suunnittelu, valmistus, projektinhoito, asennusvalvonta ja asennus kustannukset tulisivat olemaan yhteensä 1 920 euroa. Kustannusarvio nähdään liitteestä 3. Romuloukun toimiessa halutusti takaisinmaksuaika olisi hieman yli 3 kuukautta, jolloin vuodessa romuloukku maksaisi yli kolme ja puolikertaisesti itsensä takaisin.

Uusi romuloukku voitaisiin hiojien toimesta tyhjentää partikkeleista sopivin määrävälein esimerkiksi kerran kuukaudessa. Tällöin romuloukku ei pääsisi täytymään karkeasta hiontajätteestä eivätkä isommat partikkelit pääsisi virtaamaan romuloukusta eteenpäin. Mikäli hiontajäte edelleen kertyisi romuloukkuun ja tukkisi reiät, voitaisiin romuloukun päälle rakentaa vesisuihku, jolla romuloukku saataisiin puhdistettua tarvittaessa tai määrävälein.

7 JATKOKEHITYSMAHDOLLISUUDET

7.1 Hiominen kahdella hiomakoneella kerrallaan

Konepajalla hiotaan teloja yhdellä koneella kerrallaan, mikäli tuotannolta ei tule pyyntöä, että määrätyt telat tulisi saada nopeasti hiottua. Mikäli yhden hiomakoneen kapasiteetti ei riitä telojen riittävän nopeaan valmistumiseen, hiojien täytyy hioa kahdella koneella yhtä aikaa tai tehdä ylitöitä. Tämänhetkinen telahiomon kuormitus on yhdellä koneella hiottaessa erittäin hyvä. Mikäli tulevaisuudessa telahiomon kuormitus nousee, on kapasiteetin lisäämiseksi vaihtoehtoina esimerkiksi muuttaa hiomon työaikamuoto takaisin TAM 37 -työaikamuotoon, ottaa molemmille hiomakoneille oma telahioja tai alkaa hioa teloja yhdellä hiojalla kahdella hiomakoneella kerrallaan.

Kaikkia teloja ei kuitenkaan pysty hiomaan yhdellä hiojalla kahdella hiomakoneella yhtä aikaa, sillä hionta on vaikeasti hiottavilla teloilla jatkuvaa hiontarvojen säätämistä ja hiontajäljen seuraamista, jolloin toisen hiomakoneen hionta jäisi huomioimatta. Vaikeasti hiottavia teloja ovat kovapintaiset telat, esimerkiksi kokillitela. Telan muoto vaihtelee hionnan aikana ja tela alkaa helposti väristä, minkä takia työstöarvoja joudutaan muuttamaan kesken hionnan. Mikäli värinää ei huomata heti, tulee telan pintaan värinäraitoja, joiden hiominen pois saattaa kestää useita työvuoroja ja kallis telapinnoite samalla ohenee. (10.)

Kahden hiomakoneen yhtäaikainen käyttö tarkoittaa myös sitä, että joudutaan muistamaan kahden koneen tarpeet, jolloin virheiden mahdollisuus kasvaa. Lisäksi telojen hiomakoneeseen asetuksessa kuluu aikaa 1 - 8 tuntia, jonka aikana toisen hiomakoneen seuraaminen jää vähemmälle huomiolle. Tällöin voi esimerkiksi leikkuunestesuutin tukkeutua leikkuujätteestä, mistä seuraa kuiva-ajo ja telan pinta pääsee sulamaan. Sulanutta pintaa voidaan joutua hiomaan useita työvuoroja ja kallis telapinnoite ohenee. (10.)

Osa teloista on helpommin hiottavia kuin toiset. Tällaisia teloja ovat pääasiassa pehmeäpintaiset telat, esimerkiksi kumipintaiset telat. Myös polymeeritelat voidaan luokitella osittain helposti hiottaviksi. Polymeeriteloissa on kuitenkin yksilöitä, jotka ovat alttiita värisemään. Kumi- ja polymeeritelojen osalta voitaisiin

siis ajatella käytettävän kahden koneen ajomallia, eli yksi hioja hioisi kahdella hiomakoneella yhtä aikaa. Tätä ajomallia onkin käytetty telahiomon kuormitus-huippuina, jotta kaikki telat on saatu hiottua ajallaan. Jotta kahden koneen ajomallia voidaan käyttää, täytyy hiontajonossa olla vähintään kaksi helposti hiottavaa telaa. (5.)

Kumi- ja polymeeritelojen osuus koko konepajan vuosittaisesta hiontamäärästä on noin ollut vuosikohtaisesti ajanjaksolla 2009 - 2015 keskimäärin noin 70 % (9). Mikäli konepajan telahiontaa pystyttäisiin toteuttamaan siten, että kumi- ja polymeeripintaisia teloja hiottaisiin aina kahdella koneella yhtä aikaa, saataisiin telahiomon kapasiteettia nostettua merkittävästi. Arvio kahden koneen ja yhden miehen kapasiteetista TAM 27 -työaikamuodossa nähdään kuvasta 13, kun nettokapasiteetti on sama kuin tällä hetkellä eli noin 80 % bruttokapasiteetista.



KUVA 13. Telahiomon kapasiteettiarvio hiottaessa yhdellä miehellä kahdella telahiomakoneella TAM 27 -työaikamuodossa

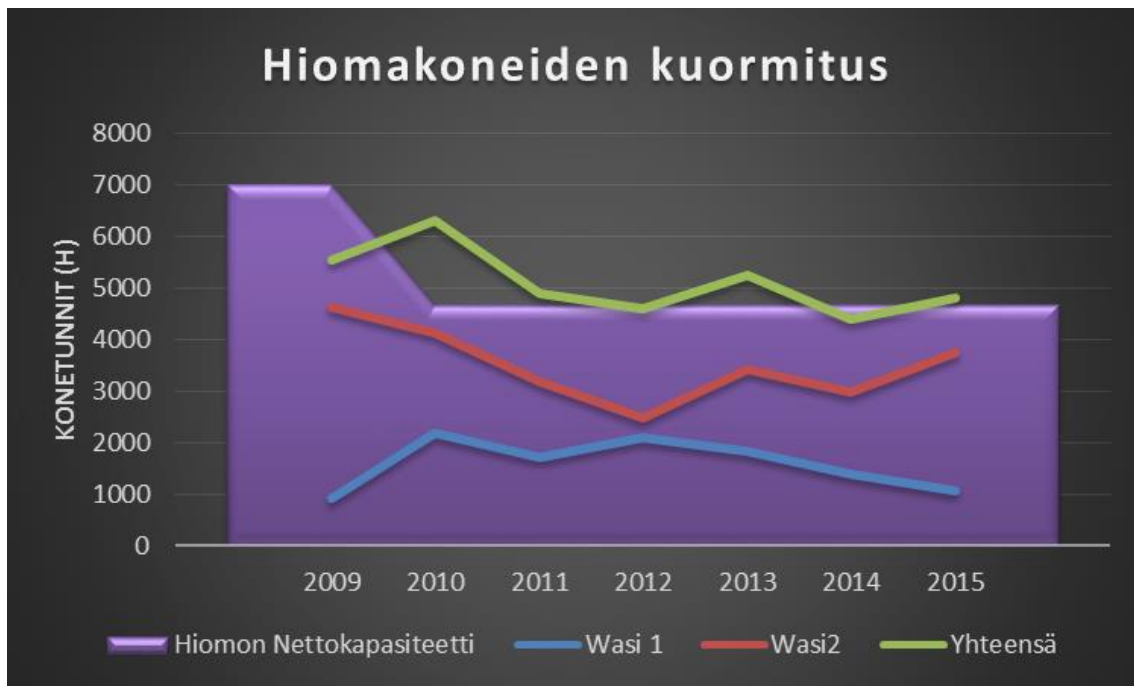
Kahden koneen ajomallin mukainen kapasiteetti arvio (kuva 13) on suuntaa antava, sillä todellista kapasiteettia on erittäin vaikea arvioida opinnäytetyön aikana saatujen tietojen perusteella. Vain määrättyjä helposti hiottavia teloja voidaan hioa yhtä aikaa yhdellä miehellä ja kahdella koneella. Telahionnan kapasi-

teetti on laskettu siten, että kaikki konepajalla hiottavat kumi- ja polymeeripintaiset telat olisivat hyvin hiottavia, aina olisi tarjolla kaksi helposti hiottavaa telaa ja telojen asetukset voitaisiin tehdä toisen telan ollessa rouhinnassa, jolloin hiontaa voitaisiin suorittaa yhtä aikaa kahdella koneella.

Todellinen kahden koneen ajomallin mukainen kapasiteetti saataisiin selville vain tekemällä yhdellä miehellä ja kahdella koneella muutaman kuukauden kokeilujakso. Tällöin nähtäisiin käytännössä kuinka suuri osa teloista vaatii jatkuvaa seurantaa ja säätämistä, kuinka monesti ei ole tarjolla kahta helposti hiottavaa telaa ja miten paljon telojen asetusajat ja häiriöt pienentävät kapasiteettia.

7.2 Waldrich Siegen 1 -telahiomakoneen modernisointi

Konepajalla on kaksi telahiomakonetta Wasi 1 ja Wasi 2. Teloja hiotaan tällä hetkellä karkeasti jaoteltuna siten, että Wasi 1 -telahiomakoneella hiotaan pääasiassa kovat telat ja Wasi 2 -telahiomakoneella pehmeitä teloja sekä polymeeriteloja. Telahiomakoneissa on ohjelmallisia ja rakenteellisia eroja, joiden perusteella telahiojat ovat vuosien kokemuksen myötä päätyneet hiomaan määrätyt telat määrätyllä koneella. Esimerkiksi Wasi 1:ssä on parempi ohjelmointi kokilliteloille, minkä takia kokillit hiotaan Wasi 1:llä. Osa teloista on taas pakko hioa Wasi 2:lla koska 3D-kompensoinnin ja viimeistelyhiontalaitteen ansiosta Wasi 2:lla telaan saadaan helpommin juuri oikea muoto ja päästään parempaan pinnanlaatuun. Telahiomakoneiden kuormituksen ja töiden jakautumisen hiomakoneiden välille nähdään kuvasta 14.



KUVA 14. Konepajan telahiomakoneiden kuormitus

Wasi 1 -telahiomakoneen suurin heikkous on, että telahiomakoneen ohjaus- ja sähköpuoli ovat niin vanhanaikaisia, ettei hiomakoneeseen saa enää määrättyjä varaosia. Jo vuonna 2004, Wasi 1 -telahiomakoneelle on tehty varaosaselvitys, jonka mukaan telahiomakone tulisi modernisoida, koska hiomakoneeseen ei saa määrättyjä varaosia. Mikäli määrätty osa hajoa hiomakoneesta, on hiomakone käytännössä käyttökelvoton, ellei jostakin sattumalta löydetä tilalle sopivaa varaosaa. Hiomakonetta ei ole modernisoitu kertaakaan, joten kone on korjattu ja kohtia huomioimatta kaikilta osin vuosimallia 1991. (10.)

Wasi 1 -telahiomakoneen epävarmuus luo epävarmuutta telahiontaan. Telahiomakoneella ilmenee jatkuvasti ohjelmistovikoja, jotka hidastavat telahiontaa. Hiomakoneen modernisoinnilla voitaisiin lisätä koneen toimintavarmuutta. Mikäli hiomakonetta ei modernisoida on seurauksena ennemmin tai myöhemmin hiomakoneen käyttökelvottomuus. (10.)

Mikäli Wasi 1 -telahiomakoneen käyttö lopetetaan kokonaan, seurauksena olisi, että kaikki telat pitäisi pystyä hioimaan Wasi 2:lla. Kaikkia kovia teloja ei ole testattu hioa Wasi 2:lla, koska kovien telojen hionta on ohjelmallisista syistä helppompaa Wasi 1:llä. On siis epävarmaa, miten kovien telojen hionta onnistuisi

Wasi 2:lla. Tämä vaatisi vähintään opettelua telahiojilta ja mahdollisia ohjelmallisia muutoksia Wasi 2 -telahiomakoneeseen. (10.)

Bombeerattuun telaan bombeeratun uran tekeminen onnistuu tällä hetkellä vain Wasi 1:llä. Telahiojilla ei ole tiedossa voiko Wasi 2:teen ohjelmoida tällaisen toiminnon. Lisäksi nauhahiontalaitteisto on hitaampi käyttää Wasi 2:lla, koska Wasi 1:ssä nauhahiontalaitteisto on kiinteästi asennettu hiomakoneen johderungon päälle ja Wasi 2:ssa joudutaan nauhahiontalaitteisto aina erikseen asentamaan nauhahionnan ajaksi. Asennus kestää noin 8 tuntia. Wasi 1:n lopettaminen lisää siis nauhahiontaa vaativien telojen läpimenoaikaa hionnassa noin 8 tuntia. (10.)

Tämänhetkisellä kuormituksella hionta saattaisi onnistua pelkästään hiomalla Wasi 2:lla, mikäli oletetaan, että kaikki telat voidaan hioa rakenteellisten ja ohjelmallisten vaatimusten puolesta Wasi 2:lla. Kuormitushuippuina, mikäli Wasi 2:n kapasiteetti ei riitä, täytyisi hioa yövuorossa ylitöinä tai käyttää teloja hiottavana ulkopuolisella konepajalla.

Telojen käyttäminen ulkopuolisella konepajalla hiottavana lisää huomattavasti telojen toimitusaikoja, rekkaliikennettä konepajalla ja telojen hiontakustannuksia. Telahiomakoneet Wasi 1 ja Wasi 2 on hankittu konepajalle turvaamaan PK6- ja PK7-paperikoneiden käyntiä. Mikäli Wasi 1:n käyttö lopetetaan, telahiomossa ei ole muuta varakapasiteettia kuin yövuoron ylityöt. Tällöin voi seurata tilanne, että Wasi 2:lle tulee pitempiaikainen häiriöseisakki, jolloin konepaja ei pysty vastaamaan PK6- ja PK7-paperikoneiden hiontarpeisiin. Paperikoneiden seisottaminen miehitettynä tulee todella kalliiksi. (5.)

Tänä vuonna telahiomon kuormitus nousee telahiomon esimiehen arvion mukaan keskimäärin noin 30 telaa vuodessa, jolloin telahionnan kapasiteettitarve lisääntyy 13,5 % nykyiseen verrattuna. Mikäli Wasi 1 -telahiomakoneen käyttö lopetetaan, vähenee hiomon kapasiteetti, jolloin kapasiteetin lisäys täytyy tehdä esimerkiksi muuttamalla telahiomon työaikamuoto TAM 27 -työaikamuodosta TAM 37 -työaikamuotoon tai aloittaa osan teloista hiominen ulkopuolisessa telahiomossa.

8 YHTEENVETO

Tässä opinnäytetyössä selvitettiin Eforan Oulun tulosityksikön telahuolto- ja -hiontaprosessin toiminnan parantamiskeinoja. Yksi tärkeimmistä tavoitteista oli selvittää syyt telahiomon kuormituksen vaihtelulle viime vuosina. Suurimmat kuormitusvaihteluiden syyt johtuvat konepajan kysynnästä. Konepajan ulkopuolisten asiakkaiden määrä on vähentynyt viime vuosina. Lisäksi PK7-polymeeritelojen hiontaväliä on nostettu 1 000 tunnista 2 000 tuntiin, mikä on tuonut suuren kuormitusmuutoksen telahiontaan. Suurta kuormitusvaihtelua aiheuttaa myös telojen hiontavälien jatkuva muuttuminen. Koska telan kulumiiseen vaikuttaa suurelta osin paperikoneen olosuhteet ja olosuhteet paperikoneella vaihtuvat jatkuvasti, seuraa siitä, että telojen hiontaväli muuttuu jatkuvasti. Tästä myös seuraa, että konepajalle on vaikea arvioida luotettavia kysyntäennusteita.

Kuormitusvaihteluiden syiden selvittyä työssä keskityttiin kartoittamaan telahuolto- ja -hiontaprosessin nykytilanne ja perehtymään prosessin ongelmakohtiin. Nykytilanteen kartoituksen pohjalta osattiin alkaa kehittämään juuri oikeita asioita prosessissa. Nykytilanteen kuvauksessa keskityttiin selvittämään sellaiset asiat, joiden selvittäminen vaikutti olennaisesti tämän opinnäytetyön tavoitteiden toteutumiseen. Nykytilanteen kuvauksessa selvitettiin kysyntä, kapasiteetti, kuormitus, työaikamuodot, työjärjestely sekä prosessin tehokkuus ja ongelma-kohtat. Jotta prosessin nykytilanne saatiin selvitettyä, täytyi ensin perehtyä konepajan palveluihin ja toimintoihin.

Konepajan telahiomon työaika muuttui vuonna 2009, TAM 37-työaikamuodosta TAM 27 -työaikamuotoon, kun Efora teki säästöjä kunnossapitotoiminnoissa. Konepajan telahiomon kuormitus on ollut TAM 27 -työaikamuodon aikana keskimäärin hieman ylikuormitettuna. Konepaja tarvitsee siis toimenpiteitä telojen läpimenoajan parantamiseksi ja kapasiteetin lisäämiseksi. Konepaja on työn alkaessa saanut juuri uuden asiakkaan, joten on odotettavissa, että telahiomon kuormitus nousee vielä tämänhetkisestä.

Nykytilanteen selvitys tehtiin pääasiassa haastatteleamalla konepajan henkilöstöä ja analysoimalla SAP-tietojärjestelmän merkintöjä. Koska telahuolto- ja -hiontaprosessin työn laatu ja työmenetelmät vaikuttivat olevan pääosin kunnossa ja ammattilaisten vuosien tulosta, keskityttiin läpimenoajan parantamisen keinot löytämään odotus- ja häiriöajoista sekä konepajan henkilöstön havaitsemista hukka-ajoista.

Työn aikana nousi esille useita ongelmia, joita poistamalla telahuolto- ja -hiontaprosessin läpimenoaika saataisiin paremmaksi. Eniten prosessia hidastaville ongelmille ideoitii parannusehdotuksia ja laskettiin parannusten toteutuksessa mahdolliset kustannussäästöt konepajalle. Ongelmia poistamalla myös konepajan työturvallisuus paranisi sekä telahallin siisteys ja henkilöstön työtyytyväisyys lisääntyisivät. Parannusehdotuksia olivat telahuoltopaikan siirtäminen, varastointitilan lisääminen, PK6-paperikoneen superkalanteritelojen hiontapukkien muokkaus, hiontapukkien säilytys hiomakoneen nosturialueella, telan korkeudensäätöpalojen hankinta ja Wasi 1 -telahiomakoneen lastuamismestojärjestelmän romuloukun uusinta.

Työn aikana nousi myös esille Wasi 1-telahiomakoneen modernisointitarve. Hiomakone on käymässä vanhaksi, eikä koneeseen saa enää määrättyjä varaosia. Konepajalla olisi kuitenkin tarve kahdelle hiomakoneelle tulevaisuuden turvaamiseksi ja kapasiteetin säilyttämiseksi. Perusteluita koneen modernisoinnin kannattavuuteen on pohdittu jatkokehitysmahdollisuuksissa. Jatkokehitysmahdollisuuksissa tutkittiin myös mahdollisuuksia käyttää kahta telahiomakonetta kerrallaan yhdellä hiojalla, jotta telahionnan kapasiteettia saataisiin nostettua.

LÄHTEET

1. Efora. Saatavissa: <http://www.efora.fi>. Hakupäivä 13.1.2016.
2. Stora Enso Oyj. 2016. Tehdasesittely. Sisäinen lähde. Saatavissa: <http://insite.storaenso.com/mills/finland/oulu-mill/tehdasesittely/Pages/yksisuurimmista-janykyaikaisimmista.aspx>. Hakupäivä. 20.1.2016.
3. Niemi, Pasi 2015. EKP päällikkö, Efora Oy. Opinnäytetyön aloituspalaveri 16.12.2015.
4. EKP palvelut. Päivitetty 5.4.2010. PowerPoint-diasarja. Efora Oy, Oulun tulosityksikkö.
5. Kallio, Erkki 2015. Telahuollon esimies, Efora Oy. Opinnäytetyöpalaverit 4.2.2015 ja 31.3.2016.
6. EKP telankunnossapito. Päivitetty 17.4.2010. PowerPoint-diasarja. Efora Oy, Oulun tulosityksikkö.
7. Telahuoltajat 2016. Oulun tulosityksikkö, Efora Oy. Opinnäytetyöhaastattelut 16.12.2015 - 20.4.2016.
8. Arjas, Antti 1983. Paperin valmistus III osa 2. 2. täysin uudistettu painos. Suomen paperi-insinöörien yhdistyksen oppi- ja käsikirja. ISBN 951-99479-1-4. Turku: Oy Turun Sanomat/Serioffset.
9. SAP-tietojärjestelmä. 2016. Sisäinen lähde. Efora Oy.
10. Telahiojat 2016. Oulun tulosityksikkö, Efora Oy. Opinnäytetyöhaastattelut 16.12.2015 – 20.4.2016.
11. Timperi, Risto 2015. Telahiomon tuotannon läpimenoajan ja laadun optimointi. Diplomityö. Lappeenranta: Lappeenrannan teknillinen yliopisto, kone-tekniikan osasto.
12. Väänttilä, Juho 2012. Paperitehtaan telahiomakoneen lastuamisnestejärjestelmän kehittäminen. Insinööri työ. Oulu: Oulun seudun ammattikorkeakoulu,

kone- ja tuotantotekniikan osasto. Saatavissa:

http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/54326/Vanttila_Juho.pdf?sequence=1. Hakupäivä 29.4.2016.

13. Koirikivi, Mikko 2013. Telojen kunnostus paperikoneen runkovälissä. Diplomityö. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto, konetekniikan osasto.

14. Kähkönen, Teemu 2003. Paperikoneen telahionnan hiomakivien määrittely erilaisille telapinnoitteille. Insinöörityö. Kajaani: Kajaanin ammattikorkeakoulu, tekniikan- ja liikenteen osasto. Saatavissa:

<http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/7830/TEL9STeemuK.pdf?sequence=1>. Hakupäivä 29.4.2016.

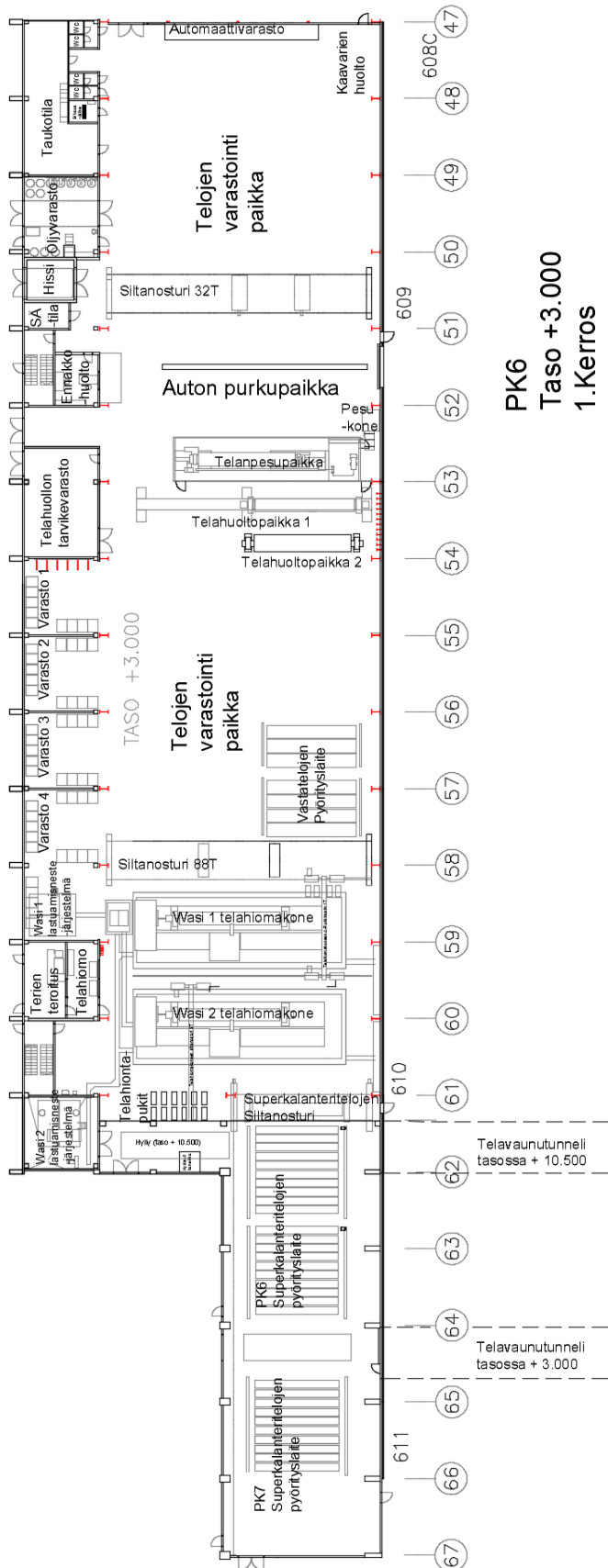
15. Juntunen, Marko 2012. 3D-kompensointihionnan vaikutus vastatelojen laatuun. Insinöörityö. Oulu: Oulun seudun ammattikorkeakoulu, kone- ja tuotantotekniikan osasto. Saatavissa:

http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/40621/Juntunen_Marko.pdf?sequence=1. Hakupäivä 29.4.2016.

16. Waldrich Siegen. 1997. Käyttöohje, telahiomakone Waldrich Siegen.

17. Broström, Matti 2015. Tuotannon ohjaus 3 op. opintojakson luennot syksyllä 2015. Raahen ammattikorkeakoulu, Raahen tekniikan yksikkö.

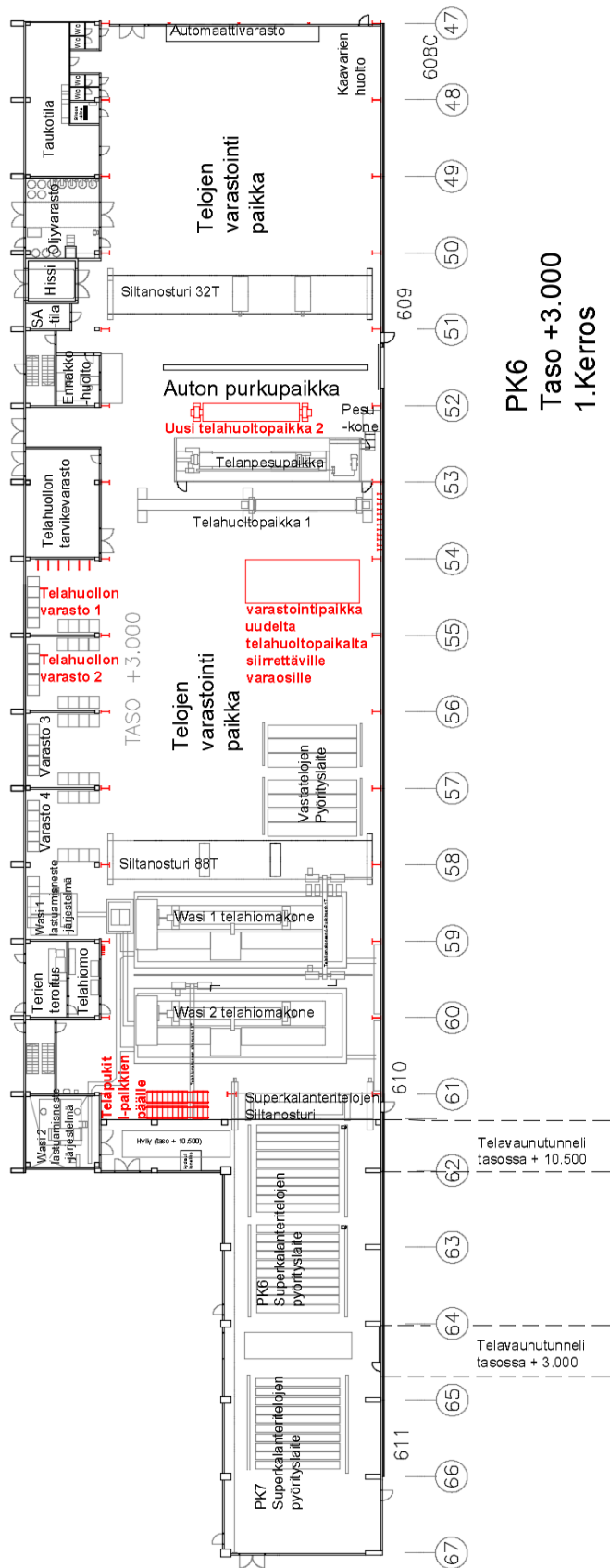
(Muokattu:PK6 + 3000 taso. 2016. Autocad-tiedosto. Efora Oy, Oulun tulosityksikkö.)



PK6
Taso +3.000
1.Kerros

KONEPAJAN LAYOUT-PIITUSTUS PARANNUSEHDOTUKSILLA LIITE 2

(Muokattu:PK6 + 3000 taso. 2016. Autocad-tiedosto. Efora Oy, Oulun tulosityksikkö.)



PK6
Taso +3.000
1.Kerros

KUSTANNUSARVIO KONEPAJAN PARANNUSEHDOTUKSISTA LIITE 3
 (Närhi, Olavi 2016. Telahionnan töiden kustannusarvio. Sähköpostiviesti. Vas-
 taanottaja: Miika Holma. 8.4.2016.)

Efora		KUSTANNUSARVIO			
Kohde: PK6 telahionnan muutokset		Päiväys: 8.4.2016			
Arvion laatija: Olavi Närhi					
Kohde	Lisätieto	Määrä	Yksikkö	Yksikkö hinta €	Yhteensä €
PROJEKTIN HOITO					390 €
-	Projektinhoito ja asennusvalvonta (romuloukku)	6	h	65 €	390 €
-					0 €
-					0 €
-					0 €
-					0 €
SUUNNITTELU					2 340 €
-	Telahiontapukkien muutoksen suunnittelu	16	h	65 €	1 040 €
-	Korokepalojen suunnittelu	10	h	65 €	650 €
-	Romuloukun suunnittelu	10	h	65 €	650 €
-					0 €
-					0 €
RAKENTAMINEN					0 €
-					0 €
-					0 €
-					0 €
-					0 €
LAITTEET					0 €
-			kpl		0 €
-					0 €
-					0 €
-					0 €
PUTKISTOT					0 €
-					0 €
-					0 €
-					0 €
-					0 €
TERASRAKENTEET					4 880 €
-	Telahiontapukkien muutos	2	kpl	1 100 €	2 200 €
-	Korokepalojen valmistus	16	kpl	100 €	1 600 €
-	Romuloukun valmistus	1	kpl	400 €	400 €
-	Romuloukun asennus	12	h	40 €	480 €
-					0 €
SÄHKÖISTYS					0 €
-					0 €
-					0 €
-					0 €
-					0 €
AUTOMAATIO					0 €
-					0 €
-					0 €
-					0 €
-					0 €
IT-JÄRJESTELMÄT JA LAITTEET					0 €
-					0 €
-					0 €
-					0 €
-					0 €
MUUT KULUT					0 €
-					0 €
-					0 €
-					0 €
-					0 €
Yhteensä :					7 410 €
Kustannusvaraus % :					10 %
Kustannusvaraus € :					741 €
KUSTANNUSARVIO:					8 151 €