

PAPERIRADAN LEVEYDEN KASVATTAMINEN

Heidi Mononen

Opinnäytetyö
Tekniikka ja liikenne
Konetekniikka
Insinööri AMK

2016

Tekniikka ja liikenne
Konetekniikka
Insinööri AMK

Tekijä	Heidi Mononen	Vuosi	2016
Ohjaaja	Ins. (AMK) Aslak Siimes, Ins. (YAMK) Ville Rauhala		
Toimeksiantaja	Stora Enso Oyj, Veitsiluoto		
Työn nimi	Paperiradan leveyden kasvattaminen		
Sivu- ja liitemäärä	80		

Tämä opinnäytetyö tehtiin Stora Enson Veitsiluodon tehtaiden PK5:lle. Työn tavoitteena oli kasvattaa paperiradan leveyttä. Tavoitteena oli myös tämän myötä mahdollistaa joko radan leveyssuuntaisen ohjauksen eli oskilloinnin käyttöönotto superkalantereilla tai hyödyntää kasvanut rataleveys pituusleikkureilla asiakasrullatilauksiin kasvattamalla trimmileveyttä pituusleikkureilla.

Työssä tarkasteltiin rataleveyden nykytilannetta ja koneen rakenteellisten ominaisuuksien asettamia rajoituksia. Työssä esitettiin radan leveyttä rajoittavien tekijöiden poistamiseen tähtäävät toimenpiteet ja laskelmat siitä, mitä PK5-linjan rataleveys olisi näiden toimenpiteiden jälkeen. Oskilloinnin osalta on tarkastettu oskillointilaitteiston toimivuus sekä muutettavat asiat, jotta superkalantereiden oskillointia voitaisiin jatkuvasti käyttää.

Tarkastelu on suoritettu koko PK5-linjalle kattaen paperikoneen lisäksi päällystyskoneen, superkalanterit ja pituusleikkurit.

Technology, Communication and Transport
Mechanical and production engineering
Bachelor of engineering

Author	Heidi Mononen	Year	2016
Supervisor	Aslak Siimes, B.Eng Ville Rauhala, M.Eng		
Commissioned by	StoraEnso Oyj Veitsiluoto		
Subject of thesis	Increasing Web Width		
Number of pages	80		

This work was done for paper machine five, StoraEnso Veitsiluoto Mill. The main point of this thesis was to increase the paper web width in the whole line of paper machine five including the paper machine, coating machine, calenders and winders. This was made by searching the constructional limits of the paper web width of the each machine and finding a way to remove these limits. Another objective was to find out if we use increased web width to increase production by increasing winder's trim width, or improve paper quality by using web oscillation in the supercalenders.

This work found out what the paper web width situation is now and what are the machine's structural features which limit web width. The work shows what the operations are, what we have to do to increase a web width and calculations what web width is after these operations. As for oscillation the oscillation equipment was checked that it is working and what we have to change that we are to be able to use supercalender's oscillation continuously.

The inspections were done on whole paper line five, including the paper machine, coating machine, supercalenders and winders.

Key words

paper machine, width, increasing, web, control

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
2	STORA ENSO OYJ	9
2.1	Stora Enso Veitsiluodon historia	9
2.2	PK5-linja	10
3	VALMISTUSPROSESSIT JA RATALEVEYDEN MUODOSTUMINEN.....	11
3.1	Paperikone PK5.....	11
3.2	Välirullain 51	15
3.3	Päällystyskone PPK5.....	16
3.4	Superkalanterit.....	17
3.5	Pituusleikkurit.....	19
4	RATALEVEYDEN KASVATTAMINEN.....	20
4.1	Esitietoja	20
5	RATALEVEYTEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT	22
5.1	PK5:n rataleveys.....	22
5.2	VR5:n rataleveys	29
5.3	PPK5:n rataleveys	29
5.4	Superkalanterien SK51 ja SK52 rataleveys	32
5.5	Pituusleikkureiden PL52 ja PL53 trimmileveydet	34
6	RATALEVEYDEN KASVATTAMINEN.....	35
6.1	Rataleveydestä kerätyn informaation käsittely.....	35
6.1.1	Pohjakoneella PK5 suoritettut mittaukset	35
6.1.2	Päällystyskoneella suoritettut mittaukset.....	40
6.1.3	Superkalanterilla suoritettut mittaukset.....	45
6.1.4	Pituusleikkurin trimmileveydestarkastelu.....	50
6.2	Edellytykset rataleveyden kasvattamiselle.....	51
6.2.1	Paperikone 5:n rataleveyden kasvatus.....	51
6.2.2	VR51:n rataleveyden kasvatus.....	52
6.2.3	Päällystyskone PPK5:n rataleveyden kasvatus.....	54
6.2.4	Superkalantereiden rataleveyden kasvatus.....	56
6.2.5	Pituusleikkureiden trimmileveyden kasvatus	57
7	OSKILLOINNIN SELVITYSTYÖ	59
7.1	Oskilloinnin merkitys	59

7.2	Superkalanterin oskillointilaitteiston kuvaus.....	60
7.3	Oskilloinnin käyttöönoton edellytykset	61
7.4	Oskilloinnin testaus.....	63
7.5	Oskilloinnin käyttöönotosta saadut hyödyt	64
8	YHTEENVETO RATALEVEYDESTÄ JA OSKILLOINNISTA.....	68
8.1	Rataleveyden teoreettinen kasvu.....	68
8.2	Rataleveyden kasvattamisen ja oskilloinnin mahdollisuudet.....	70
8.3	Rataleveyden kasvun hyöty trimmileveydessä	71
8.4	Rataleveyden kasvun hyöty oskilloinnissa	73
9	JOHTOPÄÄTÖKSET	74
10	POHDINTA.....	76
	LÄHTEET.....	77

ALKUSANAT

Haluan kiittää PK5-linjan käyttöinsinööriä Pasi Paavolaa ja tuotantopäällikköä Jaakko Mustajärveä opinnäytetyön aiheesta, sekä opinnäytetyötäni ohjannutta prosessin kehityspäällikköä Matti Kaarakkaa ohjauksesta ja avusta opinnäytetyötäni tehdessä. Samoin Lapin AMK:n opinnäytetyön ohjaajinani toimineita Aslak Siimestä ja Ville Rauhalaa kommenteista ja ohjauksesta. Kiitokset myös kaikille niille prosessiin osallistuneille henkilöille, keiltä olen saanut tietoa opinnäytetyöhöni liittyen. Erityiskiitokset Peter Hermesille, jolta olen saanut arvokasta tietoa sekä käytännön apua. Kiitos kuuluu myös perheelleni tuesta ja kannustuksesta.

Kemissä 29.04.2016

Heidi Mononen

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

PK5	paperikone numero viisi
PPK5	päälystyskone numero viisi
VR	välirullain
SK	superkalanteri
PL	pituusleikkuri
HP	koneen hoitopuoli
KP	koneen käyttöpuoli
Oskillointi	radan leveyssuuntainen ohjaaminen edestakaisin
Trimmileveys	pituusleikkurin asiakasrullien muodostama leveys
Potentiometri	asemanmittausanturi
Pope	Koneen kiinnirullauspää, johon paperiradan levyinen koverulla muodostuu kumipäälysteisen raudan ympärille.

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää mahdollisuudet paperiradan leveyden kasvattamiseksi Stora Enso Oyj:n, Veitsiluodon tehtaiden päällystetyn paperin linjassa PK5.

Työssä selvitetään konerullien nykyisen paperileveyden muodostuminen eri konevaiheissa, joita ovat paperikone, välirullain, päällystyskone, superkalanterit ja pituusleikkurit, sekä niiden asettamat rajoitukset ja muuttujat radan leveydelle. Työssä käydään läpi ne toimenpiteet ja muutokset, jotka vaaditaan, jotta rataleveyden maksimi eri konevaiheissa saavutetaan.

Mikäli perälaatikolta tulevan maksimileveyden ja loppupään pituusleikkureiden trimmileveyden välistä hukkaa saadaan pienennettyä, lisää se tuottavuutta ja tuokustannussäästöjä. Leveyden mahdollisen kasvun lisäksi työssä selvitetään ns. oskilloinnin käyttöönottomahdollisuudet superkalantereilla ja pituusleikkureilla.

Oskillointi eli radan sivusuuntainen edestakaisin ohjaaminen näkyy asiakasrullien laadun parantumisena, kun mahdolliset poikkeamat rataprofiilissa eivät kertaudu samaan rullakohtaan. Oskilloinnin käyttöönotto PK5-linjassa edellyttää paperin rataleveyden kasvua. Työn ohjaajina toimivat PK5 linjassa Kehityspäällikkö Matti Kaarakka ja Lapin AMK:n toimesta insinööri (AMK) Aslak Siimes ja insinööri (YAMK) Ville Rauhala.

2 STORA ENSO OYJ

Stora Enso on kansainvälisesti toimiva ruotsalais-suomalainen metsäteollisuus-konserni. Stora Enso syntyi Stora AB:n ja suomalaisen Enso Oyj:n yhdistyessä vuonna 1998. Yhtiön päätuotteita ovat sanomalehti- ja kirjapaperi, aikakauslehti ja hienopaperi, kuluttajapakkauskartonki, teollisuuspakkaukset, biomateriaalit sekä puutuotteet. (Kauppalehti 2016.)

Konsernin palveluksessa on noin 27 000 henkilöä yli 35 maassa. Konsernin liikevaihto vuonna 2014 oli 10,2 miljardia euroa ja operatiivinen liikevoitto 810 miljoonaa euroa. Stora Enson Suomen yksiköissä työskentelee noin 6 900 työntekijää, mikä on noin 24 % työvoimasta. Stora Ensolla on toimintaa Suomessa useilla paikkakunnilla, kuten Heinolassa, Hartolassa, Honkalahdessa, Imatralla, Kemissä, Kiteellä, Kouvolassa, Kristiinankaupungissa, Lahdessa, Oulussa, Porissa, Pälkäneellä, Uimaharjussa ja Varkaudessa. Stora Enson pääkonttori sijaitsee Helsingissä. (Kauppalehti 2016.)

2.1 Stora Enso Veitsiluodon historia

Veitsiluodon tehtaiden perustana oli vuonna 1922 Kemin Veitsiluotoon perustettu saha, jonka omisti metsähallitus. Vuonna 1930 saarella käynnistyi sellutehdas joka valmisti sulfiittisellua. Pari vuotta myöhemmin sellutehdas ja saha liitettiin osaksi Valtion omistamaa metsäyhtiötä Veitsiluoto Oy:tä. (Stora Enso 2016a.)

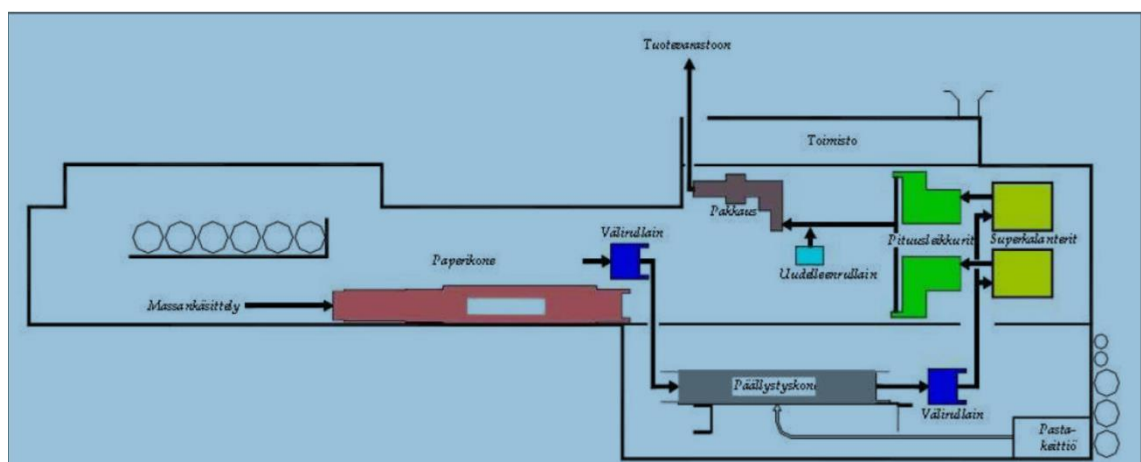
Ensimmäinen paperikone PK1 aloitti Veitsiluodossa vuonna 1955. 1960-luvulla käynnistyivät niin paperikoneet PK2 ja PK3, kun aloitettiin päällystetyn paperin valmistaminen. Laajentuminen jatkui 70-luvulla, kun PK5 käynnistyi. Samalla vuosikymmenellä myös sellutehtaan prosessi muutettiin sulfaattisellua tuottavaksi. 80-luvun investointeihin kuului arkittamon rakentaminen ja 90-luvulla saatiin uusi voimalaitos. Vuonna 1998 Veitsiluoto Oy fuusioitui yhteen Suomalais-ruotsalaisen Stora Enso Oyj:n kanssa. (Stora Enso 2016a.)

Tämän jälkeen Veitsiluodon konekanta on uusittu vuonna 1999, jolloin PK2 uusittiin ja viimeksi vuonna 2003 kun PK3 uusittiin. PK3 on edelleen Suomen uusin paperikone. Lisäksi vuonna 2006 otettiin käyttöön automaattilastaus ja vuonna 2008 arkittamon kapasiteettia laajennettiin. Vuonna 2014 Veitsiluodon kapasiteettia leikattiin ja vuonna 1955 käynnistyneen Paperikone 1:sen tuotanto lopetettiin. (Stora Enso 2016a.)

2.2 PK5-linja

Veitsiluodon paperikone viitosen tuotantolinjaan kuuluu pohjapaperikone PK5, Väilirullain VR51, päällystyskone PPK5, väilirullain VR52, kaksi superkalanteria SK51 ja SK52 ja kaksi pituusleikkuria PL52 ja PL53, pakkaamo ja uudelleenrullain. Yksikkö valmistaa korkealaatuisia päällystettyjä MWC- ja LWC-papereita. Tuotenimet ovat NovaPress ja NovaPress Silk, molempia valmistetaan 57 - 100 neliömassojen välillä. Paperikone on aloittanut toimintansa vuonna 1972 ja päällystyskone vuonna 1985. Paperikoneen tuotanto on vuosittain 260 000 tonnia puupitoista LWC-papereita. (StoraEnso 2016b.)

Paperinvalmistuslinja 5:teen kuuluvat tuotantokoneet ja paperin kulkukaavio koneinlinjasta toiseen on esitetty kuviossa 1.



Kuvio 1. Paperinvalmistuslinja 5 (Nova Net 2016.)

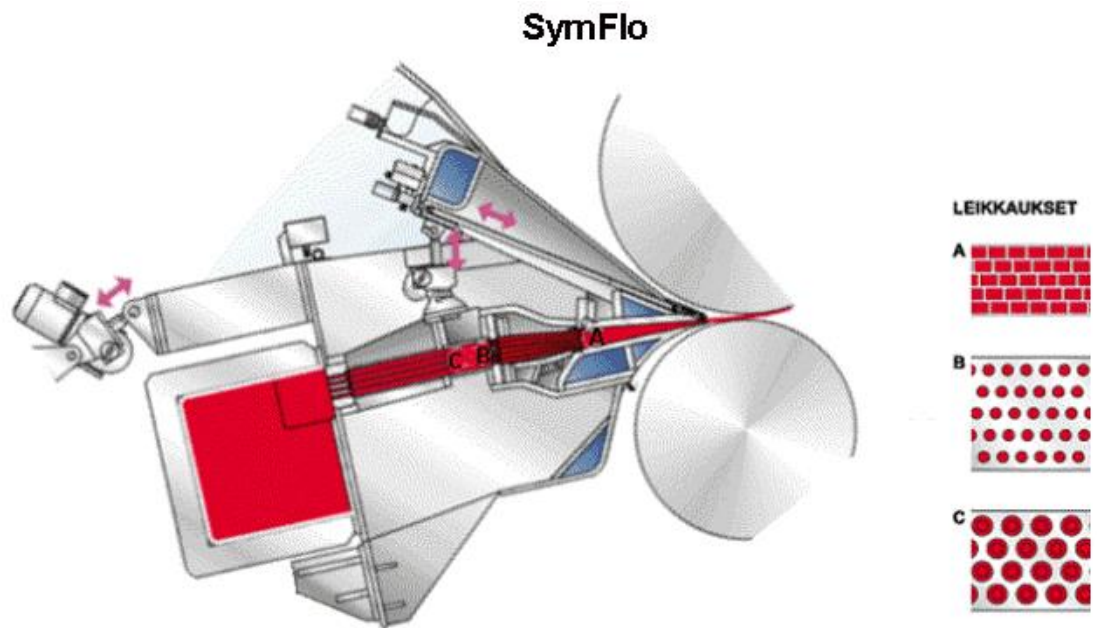
3 VALMISTUSPROSESSIT JA RATALEVEYDEN MUODOSTUMINEN

3.1 Paperikone PK5

Paperikoneelle tuleva massa, Veitsiluodon tehtaiden hiomolla kuusesta valmistettu hioke ja paaleina tehtaalle tuleva sulputettu mäntysellu annostellaan tuotanto-ohjeen mukaisten massasuhteiden mukaan paperikoneen perälaatikolle. Massan sekaan annostellaan myös pulppereiden kautta kierrosta tuleva kierrätetty kuituaines eli hylky, joka PK5:lla jaotellaan päällystettyyn ja päällystämättömään hylkyyn. Kuidun lisäksi sulpun joukkoon annostellaan muun muassa erilaisia kuidun sitoutumiseen, ajo-ominaisuuksiin ja paperin optisiin ominaisuuksiin vaikuttavia aineita, kuten retentioainetta ja vaahdonestoainetta.

Perälaatikon tehtävä on muodostaa tasalaatuinen kuidun ja veden seos, joka syötetään paperikoneen viiraosan leveydellä perälaatikon huuliaukosta. Huuliaukosta tulevan massasulpun kuiva-ainepitoisuus on noin prosentin luokkaa ja leveys PK5:n viiraosalle tultaessa 8190 mm. Paperin lopullisen neliömassan säätö lähtee myös perälaatikolta. Paperikoneella tuotettavat pohjapaperin neliömassat vaihtelevat laadusta riippuen 36-60 g / m²:n välillä, lopullisen päällystetyn tuotteen neliömassojen ollessa 57 -100 g / m²:n välillä. (Stora Enso 2016f.)

Muita perälaatikon tehtäviä on kiihdyttää massasulpun nopeus koneen nopeuteen nähden sopivaksi ja varmistaa sulpun sakeuden ja hienoainejakauman tasalaatuisuus sekä saada massasuihkuun turbulentsuutta. Kuvassa 1. on esitetty perälaatikon rakennekuva ja kuvassa 2. perälaatikko on kuvattu sisältä. (Nova Net 2016.)



Kuva 1. SymFlo perälaatikon rakennekuva (Nova Net 2016.)



Kuva 2. PK5 perälaatikko sisältä kuvattuna (Nova Net 2016.)

Viiraosalla radasta suodattuu vettä pois ja rata kaventuu ensimmäisen kerran reunapillien alueella. Reunapillit antavat korkeapaineisen vesisuihkun, jolla leikataan radan reuna pois ennen puristinosaa. Reunapillien ohjeelliset paikat PK5:lla

ovat HP 101 mm ja KP 80 mm. Kun reunapillit ovat peruspaikallaan, on paperiradan leveys viiraosalla 8020 mm ja rata on keskellä viira- ja puristosaa. Viiraosa koostuu ylä- ja alaviirayksiköstä. Kuvassa 3. näkyy PK5:n viiraosan rakenne. (Stora Enso 2014.)

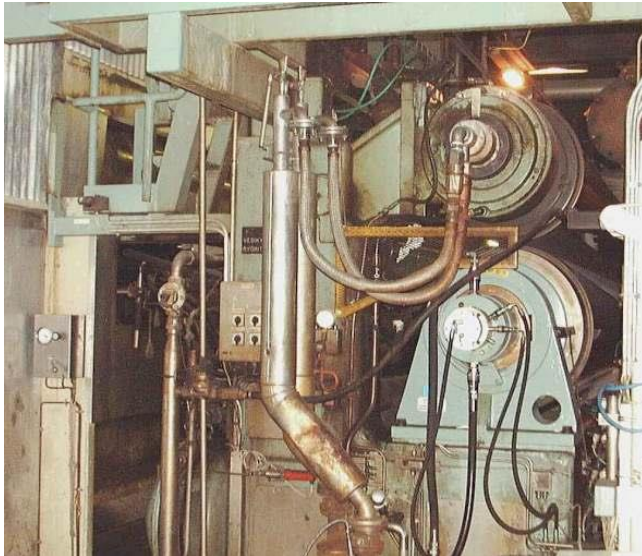


Kuva 3. PK5 viiraosa (Nova Net 2016.)

Puristosalle mentäessä veden poisto paperista jatkuu puristamalla rata telojen välisissä nipeissä ja käyttämällä alipainetta, jolloin vettä imetään rainasta ja puristihuovasta. Pick-up-tela poistaa jonkin verran vettä alipaineen avulla. Suurin vesimäärä poistuu kuitenkin puristinnipeissä ja huopa imulaatikoissa. Puristosaa seuraa kuivatusosa, jossa rata kuivatetaan useiden höyrusylintereiden avulla lopulliseen kuiva-ainepitoisuuteensa. Kuivatussylinderin tärkein tehtävä on siirtää sylinterin sisälle johdettavassa höyryssä olevaa energiaa paperiradassa olevaan veteen, jotta vesi saadaan höyrystymällä poistumaan paperista. (Nova Net 2016.)

Kuivatusosalla radan leveys kutistuu johtuen kuivatussylintereiden käyttöryhmien välisestä nopeuserosta, joka vetää paperirataa kapeammaksi. Toisaalta paperin rakenne ja kuidut kutistuvat veden poistuessa paperista sen kuivaessa. Kokonaiskutistumaa, vedoista ja kuivamisesta johtuvaa, käsitellään yhtenäisenä kuivatuskutistumana. Kuivatuskutistuman osuus vaihtelee, mutta on < 5 % paperiradan leveydestä viiraosalla.

Viiraosan jälkeen rata johdetaan konekalanterille, joka muodostuu ylä- ja alatelan välisestä nipistä. Konekalanterin tarkoituksena on hallita pohjapaperin paksuutta, huokoisuutta ja karheutta. Konekalanteroinnin jälkeen rata rullataan popella konerullaksi. Rullan vaihto seuraavalle raudalle tapahtuu automaattisesti ilmapuhalluksen avulla. Valmiin rullan paino on 21 tonnia, leveys keskimäärin 7730-7770 mm ja ratametrejä valmiissa rullassa on noin 55 000 - 67 000 m. (Stora Enso 2016d.) PK5 konekalanterin telat näkyvät kuvassa 4.



Kuva 4. Konekalanteri (Nova Net 2016.)

3.2 Väilirullain 51

Paperikoneen jälkeen konerulla siirretään väilirullaimelle. Väilirullaimella rata tarkistetaan ja korjataan siinä mahdollisesti esiintyvät virheet, kuten reiät ennen sen päällystämistä PPK5:llä. Tämä parantaa huomattavasti ajettavuutta päällystyskoneella. Väilirullaimella rata rullataan auki ja leikataan reunaleikkuuterillä radan reunasta molemmin puolin reunanauhat pois reunavirheiden, kuten reunarisojen korjaamiseksi. Reunoihin menevä osuus puolta kohti on vähintään 20 mm. Vähennystä rataleveyteen tulee tällöin minimissään 40 mm. Väilirullain pysäyttää ajon ohjausjärjestelmästä saamansa tiedon mukaisesti reikien kohdalle, jotka prosessinhoitaja paikkaa käsin asettamalla paikkalapun reiän päälle tai tekemällä tarvittaessa karvin eli liitoksen, mikäli reikiä on kyseisellä kohdalla useampia. Rata kiinnirullataan kiinnirullauspäässä takaisin raudalleen. (Kormano 2016.) Väilirullain 51 näkyy kuvassa 5.



Kuva 5. VR51 (Nova Net 2016.)

3.3 Päälystyskone PPK5

Välirullaimelta rata siirretään siirtovaunulla PPK5 aukirullausasemalle. PPK5:llä pohjapaperi päälystetään molemmin puolin kahdella päälystysasemalla, minkä jälkeen rata kuivatetaan ensin ilmaleijuilla ja sitten sylinterikuivauksena. Päälystepastan valmistus suoritetaan mikserissä ajostandardin mukaisesti. Pääaineena päälystepastassa on kaoliini, lisäaineina väriä, optista kirkastetta sekä paksuntaja-aineita kunkin laadun mukaisena reseptinä.

PPK5:llä päälystysmenetelmänä on teräpäälystys, jossa paperin pintaan levitetävää päälystemäärää säädetään kaavinterän avulla. Päälyste levitetään eli aplikoidaan pohjapaperin pintaan suutinapplikointi-menetelmällä. PPK5 päälystysasemien 1 ja 2 työleveys on 7700 mm. Työleveydellä tarkoitetaan sitä maksimileveyttä, joka rataleveydestä pystytään asemilla päälystämään. (Voith Sulzer 1996.)

Päälystysasemaa seuraavat leijukuivattimet. Leijukuivattimessa rata kuivataan suuttimista suurella nopeudella (30 - 75 m/s) rainan pintaan puhallettavan kuumen ilmasuihkun avulla. (Nova Net 2016.)

Leijukuivattimilla kuivattavan päälystetyn radan maksimileveys eli puhallusleveys 1. aseman jälkeisillä leijuilla 1-4 on 7790 mm. Puhallusleveys 2. aseman jälkeisillä leijuilla 5-6 on 7620 mm. (Kraatari 2015; Lindberg 2015.) Leijukuivattimien jälkeen kuivatusta jatketaan höyrösyntereillä. Ilman päälystysaseman jälkeistä leijukuivatusta päälyste irtoaisi paperista ja tarttuisi kuivatussyntereihin. Päälystysen jälkeen paperin paino on laadusta riippuen välillä 57 -100 g/m². PPK 5 päälystysasema on kuvattuna kuvassa 6.



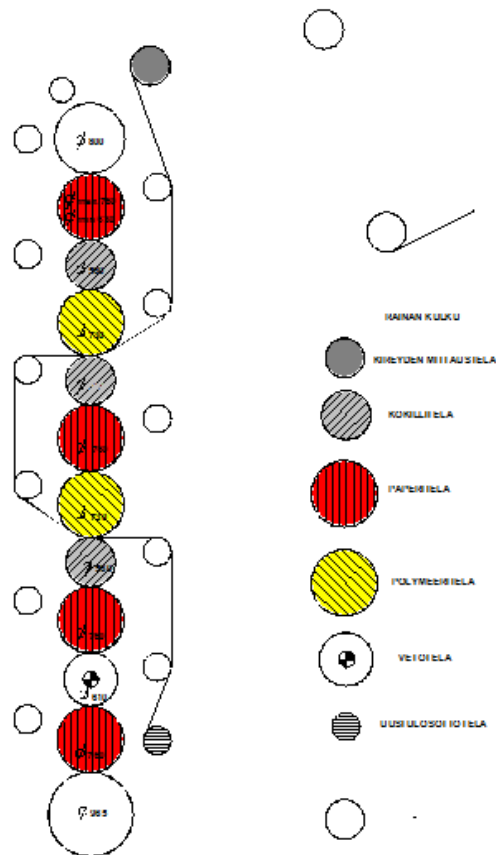
Kuva 6. PPK5 päällystysasema (Nova Net 2016.)

PPK:lla rataleveyteen vaikuttaa jonkin verran myös kuivatuskutistuma. Päällystykseen ja kuivatuksen jälkeen radan kuiva reuna, eli se osuus radasta jota ei ole päällystetty, leikataan molemmin puolin pois pyörivillä reunaterillä. Reunaleikkauksen osuus kokonaisuudessaan vaihtelee 40-100 mm. Pois leikattavaan osuuteen vaikuttaa myös seuraavaan konevaiheeseen menevän konerullan maksimileveys.

3.4 Superkalanterit

Superkalantereidensa SK51 ja SK52 tehtävänä on viimeistellä paperin pintaan laadun mukainen kiilto. Tämä tapahtuu puristamalla paperirataa telojen välisessä nipeissä, joista toinen on lämmitetty kokillitela. Nipissä olevista teloista joka toinen on kovapintainen terästela ja joka toinen polymeeri- tai paperipinnoitteinen pehmeämpi tela. Näin saavutetaan paperia kiillottava vaikutus. Käytännössä kalanteroitavia laatuja on kaksi: kiiltäväpintainen eli Gloss-laatu ja mattapintainen eli Silk-laatu. Laadut eroavat toisistaan siinä, että Silk laadun kalanteroinnissa paperirata pujotetaan vain kahden nipin välistä ja kalanteroinnissa käytettävät

parametrit, kuten lämpötila, on alhaisempi verrattuna Gloss-laadun kalanterointiin. Gloss-laadulla paperirata kulkee kaikkien viiden telanipin välistä. Samanlaisesti toisella kalanterilla voidaan ajaa Gloss-laatua ja toisella kalanterilla Silk-laatua. Kuvassa 7. on havainnekuva paperiradan kulusta Silk-laatua kalanteroitaessa.



Kuva 7. Paperin kulku teloilla Silk-ajossa (Stora Enso 2008.)

Superkalantereiden polymeeritelojen ns. suoran telapinnan ohjeellinen mitta on 7510 mm ja paperitelojen 7610 mm. Tämä pituus määrittää telahiomon hiontaparametreissa ja sen ulkopuolelle jäävä telapinta viistetään molemmista päistä. Viisteiden merkitykseen palataan myöhemmin. Superkalantereilla rataleveyydestä ei enää leikata reunanauhoja pois. (Stora Enso 2008.)

3.5 Pituusleikkurit

Superkalantereilta SK51 ja SK52 konerullat siirretään pituusleikkureille PL52 ja PL53. Pituusleikkureiden tehtävänä on leikata konerullasta halutun levyisiä ja halkaisijaisia asiakasrullia. Samanaikaisesti koneelta ulostulevat rullat muodostavat yhdessä ns. muuton, joka muodostuu rataleveydestä leikattavista rinnakkain olevista asiakasrullista. Pituusleikkurin asiakasrullien yhteydessä puhutaan ns. trimmiväydestä, jota rajoittaa sekä rataveys että pituusleikkurin reunaterien maksimiliike sivusuunnassa. Kuva 8. havainnollistaa pituusleikkurin rakennetta.



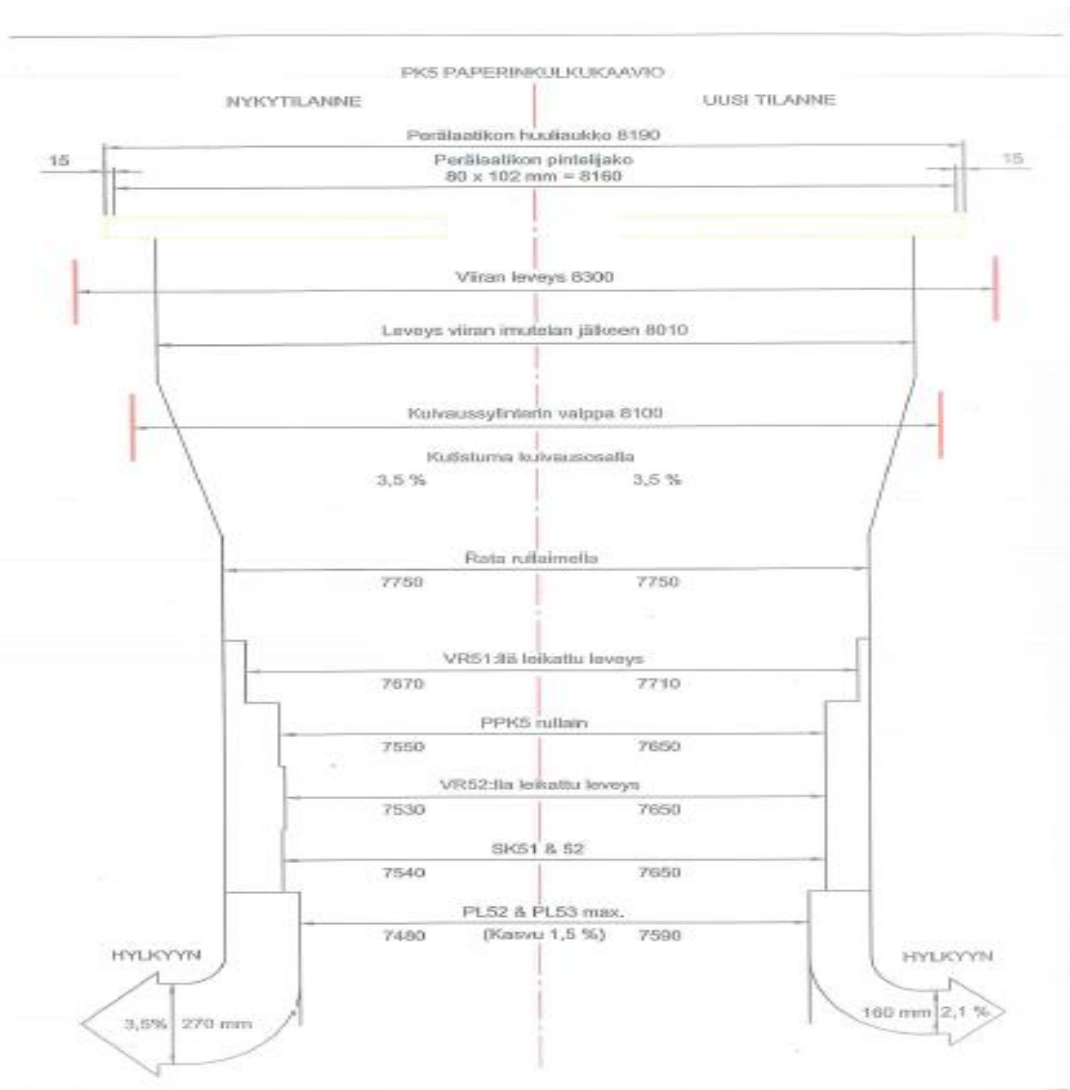
Kuva 8. Pituusleikkuri (Nova Net 2016.)

4 RATALEVEYDEN KASVATTAMINEN

4.1 Esitietoja

Vuonna 2012 toteutettiin Pro projekti, jolla paperirataa saatiin tuettua PK5 kuivausosalle asennettujen ajettavuuslaatikoiden johdosta. Vedot vähenivät, jolloin kuivatus kutistuma pieneni ja pohjakoneen rataleveys kasvoi. Tämän johdosta rataleveys pohjakoneen popella on nyt keskimäärin 7740 mm. Ennen vuotta 2012 pohjakoneen popen rataleveys on ollut keskimäärin 7700 mm. Rataleveys PPK5 rullaimella ei ole projektin jälkeen muuttunut ja on nyt sama 7550 mm. Pohjakoneen rataleveyden kasvua ei ole hyödynnetty PPK5 maksimipäälystysleveyteen, joka on 7700 mm. (Poikela 2015a.)

Lisäksi vireillä on ollut hanke, jossa rataleveyttä olisi kasvatettu päälystyskoneelle asennettavin vesileikkaimin. Tällöin pois leikattavien reunanauhojen leveys olisi pienentynyt merkittävästi ja rataleveys tämän myötä kasvanut. Kuvasta 9. käy vasemmalta puolelta ilmi nykytilanne leveyden suhteen ja oikealla on esitetty tilanne vesileikkaimien asennuksen jälkeen. Tämän työn tarkoituksena on tutkia, paljonko rataleveyttä voidaan potentiaalisesti kasvattaa ilman merkittäviä investointeja koneille.



Kuva 9. Paperiradan leveyden nykytilanne ja suunnitelma (Poikela 2015b.)

5 RATALEVEYTEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

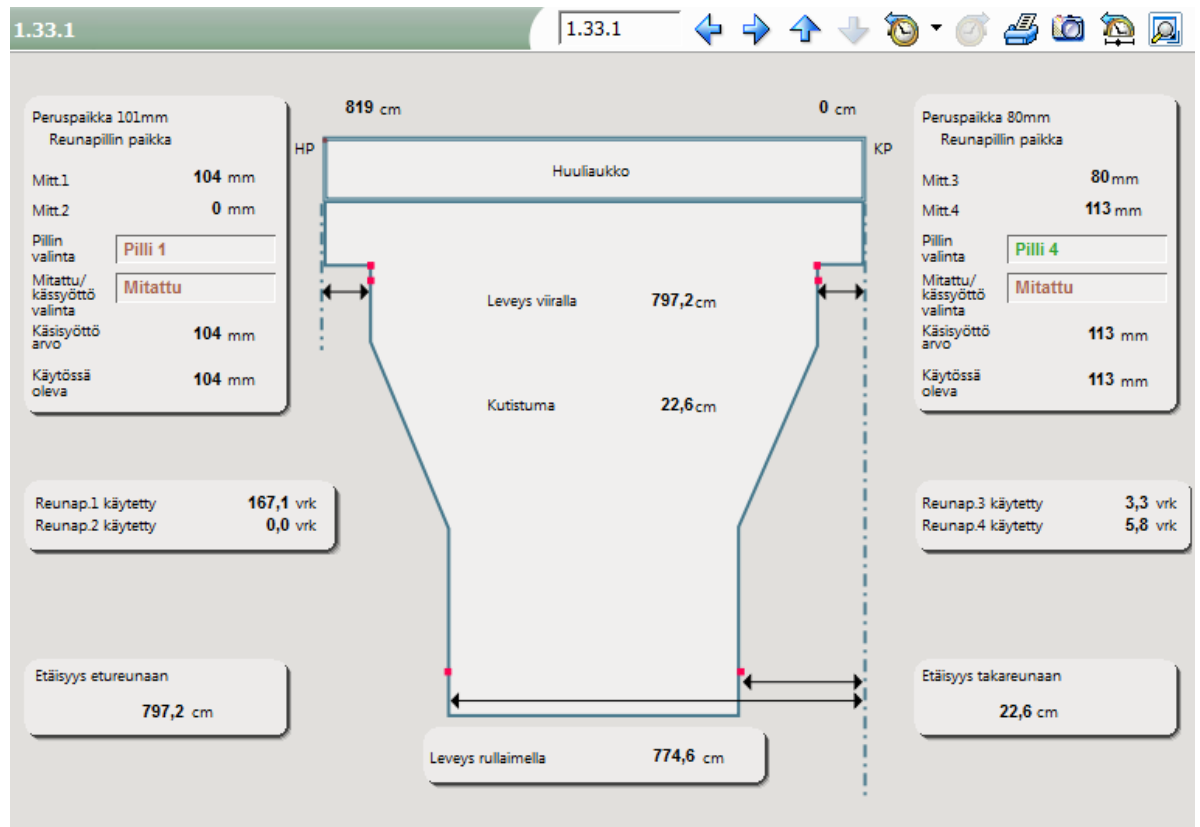
5.1 PK5:n rataleveys

Perälaatikon huuliaukolta tulevan massavirran leveys on vakio 8190 mm. Seuraavan kerran rata kaventuu viiraosan päässä, ennen puristinosaa, reunojen leikkaamisen johdosta.

Reunojen leikkaus tapahtuu korkeapainesuihkulla ns. reunapilleillä, jotka sijaitsevat radan molemmin puolin käyttö- ja hoitopuolella. Viiraosan päässä sijaitsevia reunapillien ohjeellisia positioita HP 101 mm ja KP 80 mm joudutaan ajon aikana säätämään koneen ajettavuudesta riippuen.

Puristinosan huopien tukkeutumisesta ja ajon aikaisesta venymisestä johtuen esiintyy ajettavuusongelmia, kuten paperiradan reunan irtoamista huovan reunasta. Ongelmat ilmenevät yleensä huovan ohjeellisen ajoajan lähestyessä loppuaan. Tällöin huovan reunapillin ohjeellista positiota siirretään sisäänpäin niin, että paperiradan reuna siirtyy sisäänpäin huovan alueelle, jossa huovan tukkeutuminen on vähäisempää ja näin ollen paperin ajettavuus säilyy. (Kantanen 2015; Koivuranta 2015; Posti 2016.)

Kuvassa 10. on ohjausjärjestelmän näyttö, josta ilmenee reunapillien hoitopuolella ja käyttöpuolella sekä rataleveys viiralla että paperikoneen popella.



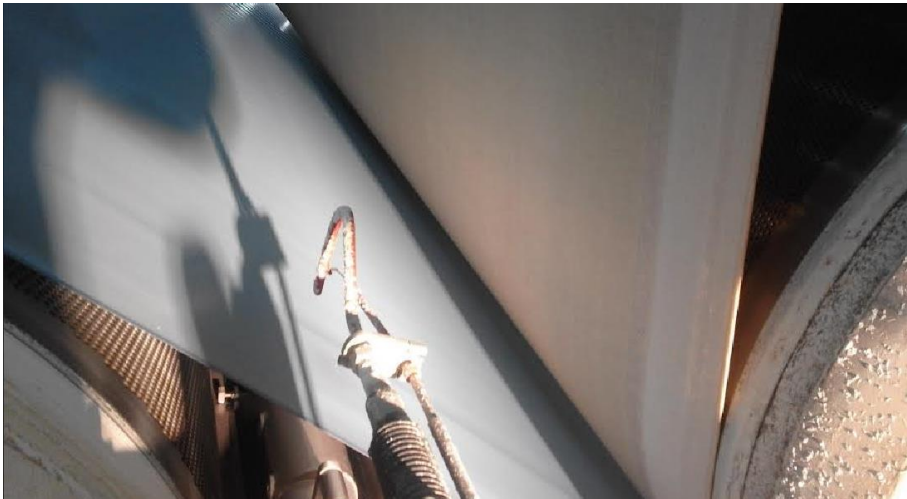
Kuva 10. Rataleveyden kutistuma paperikoneella (Stora Enso 2016f.)

Puristinosan huovanvaihdon jälkeen reunapillien paikat tulee siirtää ohjeellisille positiioilleen. Tämä tapahtuu kiertämällä reunanleikkuulaite taka-asentoon positiioanturin nupista ja tarkistamalla leikkuulaitteen runkoputkeen stanssatusta asteikosta, että se näyttää nollaa. Tämän jälkeen nollataan leikkuulaitteen positiioanturi näytön painikkeesta. Leikkuukohtan säätö suoritetaan kiertämällä pilliä radalle päin, kunnes paikallinäytön lukema osoittaa pillin peruspaikan lukemaa tai poikkeustapauksessa muuta haluttua lukemaa. Reunapillin potentiometri mittaa siirtyneen etäisyyden.(Stora Enso 2014.)

Kuvassa 11 on reunapillilaitteistosta kuva huollettuna ja kuvassa 12 laitteisto on asennettuna paikoilleen viiraosan loppupäähän. Kuvassa 13 on positiioanturin paikallinäyttö, joka osoittaa reunapillin aseman.



Kuva 11. Huollettu reunapillilaitteisto



Kuva 12. Reunapillilaitteisto paikoillaan



Kuva 13. Positioanturin paikallinäyttö

Vastaavasti säädetään ratapaikan mukaisesti viiran imutelan ja puristimen ottotelan imuvyöhykkeiden leveys. Viiranimutelan ja ottotelan imuvyöhykettä säädetään mekaanisesti reunalosseja siirtämällä. Puristinimutelassa rajoitin säädetään paperin reunan tasalle. Höyrylaatikossa reunarajoitinpelti säädetään hieman radan kanssa päällekkäin: Tällä varmistetaan se, ettei kuuma höyry pääse vahingossa imun kautta kosketuksiin puristinhuovan kanssa. Höyry voi vahingoittaa ja polttaa huopaan jäljen. (Stora Enso 2011.)

Imutelojen imuvyöhykkeiden leveydet määräävät paperiradan maksimileveyden. Mikäli paperirata menee imuvyöhykealueen ulkopuolelle, se irtoaa telalta. Imuvyöhykkeiden leveyksistä saatiin tietoja paperikoneen konepiirustuksista. (Valmet 1985; Valmet 1995a; Valmet 1996.)

Viiraosan telojen leveydet:

Formeritela:

- Imuleveys max. 8250 mm ja min. 8150 mm

Viiran imutela:

- Imuleveys max. 8331 mm ja min 7925 mm.

Puristinosan telojen ja huopaimurin imuvyöhykkeiden leveydet:

Ottotela:

- Vaipan leveys 8550 mm
- Imuvyöhykkeen leveys max. 8050 mm ja min. 7750 mm.
- Rei'jityspituus 8340 mm

1. puristimen imutela:

- Vaipan leveys 8350 mm
- -Imuvyöhykkeen leveys max. 8050 mm ja min. 7750 mm.
- Rei'jityspituus 8340 mm

Huopaimuri:

- Imuleveys max. 8380 mm ja min. 8180 mm.

Huovan imutela:

- Imuleveys 8200 mm

Imulaatikoiden lisäksi puristimelle on ajettavuuden parantamiseksi asennettu Press-Nip puhalluslaatikko. Sen puhallusleveys on 8100 mm. Ohjeen mukaisesti paperiradan leveyden tulee olla – 20 mm puhallusleveyttä sisempänä, jottei rata irtoa viirasta puhalluslaatikon reunoilla esiintyvän ylipaineen vuoksi. Maksimi rataleveys puhalluslaatikolla on tällöin 8060 mm. (Metso 2002.)

Tietojen perusteella voidaan todeta pick-up-puristimen ja 1. puristimen imu-
vyöhykkeiden rajoittavan paperiradan maksimileveyden puristinosalla 8050 mm.

Viiraosalle asennettiin vuonna 2012 alumiinirakenteiset ajettavuuslaatikot. Näiden toiminta perustuu siihen, että ilman purkautuessa puhalluslaatikon suuttimista, muodostuu puhalluslaatikon ja kuivatusviiran väliseen tilaan alipaine. Alipaine pitää radan kiinni kuivatusviirassa. Hoitopuolella päävientiennissä apuna olevat päävientiköydet korvattiin laatikoilla ja samalla kuivatusosalla pystyttiin vähentämään vetoja. 1. kuivatusryhmän. HiRun e20000 tyyppisten ja 2. kuivatusryhmän SymRunplus tyyppisten ajettavuuslaatikoiden maksimi puhallusleveys on 8250 mm. (Metso 2012.)

Viiraosalla vedoista ja kuivatuksesta johtuva kutistuma on konepiirustusten mukaan maksimissaan on 3,5 %. Tämä arvo ei huomioi ajettavuuslaatikoiden asenuksesta johtuneita muutoksia kutistumassa. Tämä arvo antaa paperiradan maksimileveydeksi popella 7780 mm. (Valmet 1985.)

$$8050 \text{ mm} * 0.035 = 280 \text{ mm}$$

$$8050 - 280 \text{ mm} = 7780 \text{ mm}$$

Viiraosan kuivatussylintereiden vaipan leveys 8100 mm

Konekalanterin telojen leveys 8100 mm.

Viiraosan jälkeisen Optireel rullaimen, johon konerulla muodostuu, vaipan leveys on 8020 mm. (Valmet 1995b.)

PK5 kudosten, kuten viiraosan viirojen, puristinosan huopien ja kuivatusosan viirojen leveydet, tarkistettiin kunkin kudoksen pakkauslaatikon päätymerkinnöistä.

Kudosten leveyksiä:

Viiraosan viirojen leveydet:

- Yläviira 8350 mm
- Alaviira 8330 mm

Puristinosan huopien leveydet:

- Pick-up huopa 8350 mm
- 2. puristimen huopa 8300 mm
- 3. puristimen huopa 8300 mm

Kuivatusviirojen leveydet:

- 1-ryhmä 8150 mm
- 2-slalom 8150 mm
- 3-ylinen ja alinen 8150 mm
- 4- ylinen ja alinen 8150 mm

5.2 VR5:n rataleveys

Välirullaimen vaikutus rataleveyteen tapahtuu reunanauhojen leikkuun kautta. Tämä vähentää rataleveyttä minimissään 40 mm. Koneen rakenteen puolesta ei ole rajoitteita rataleveydelle, sillä VR51 rullaussylinterin vaipan leveys on 8200 mm. Käytännössä pois leikattavien reunanauhojen leveyden osuus vaihtelee, koska päällystyskoneelle lähtevä rataleveys on konerullasta toiseen vakio. Reunaterien asemaa ei ole välirullaimella muutettu pohjakoneelta tulevan konerullan leveyden muuttuessa. (Kormano 2016.)

5.3 PPK5:n rataleveys

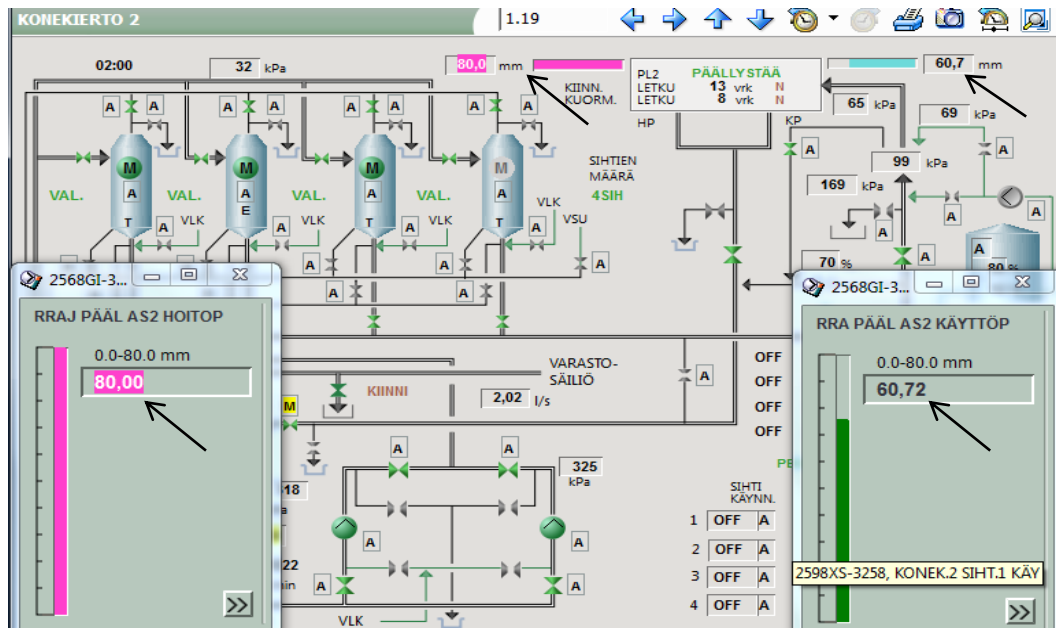
PPK:n aukirullauksen jälkeen päällystettävän radan maksimileveys on 7700 mm. Tämä on päällystysasemien 1 ja 2 työleveys. (Voith Sulzer 1996). Käytännössä päällystettävä leveys säädetään operaattoreiden toimesta manuaalisesti reunarajoittimien avulla. Tämän leveyden ulkopuolinen osuus paperiradasta on ns. kuivan reunan osuutta, joka leikataan ennen päällystyskoneen kiinnirullausta reunoina pois.

Reunarajoittimien paikan ja näin ollen päällystettävän leveyden asettamiseksi ei ole olemassa asteikkoa kohdalla, josta reunarajoittimen paikkaa säädetään. Reunarajoittimen aseman pystyy kuitenkin tarkistamaan valvomon Dna-ohjausjärjestelmän näytöltä. Reunarajoittimen asemaa ei mitata radan reunasta lukien sisäänpäin, vaan rajoittimen nollakohdasta lukien. Näin ollen päällystetystä rataleveydestä ei ole olemassa mittaustietoa. Normaaliarjossa kuivan reunan osuus on 25-30 mm puolta kohti. Superkalantereiden telapinnan mitan rajoittaessa päällystyskoneelta tulevan radan leveyttä ei ole ollut tarvetta kokeilla leveämpää päällystetyn radan osuutta. Yhteensä päällystämätöntä kuivaa reunaa, joka leikataan reunanauhoina pois, on rataleveydestä tällöin 50-60 mm. Kuivan reunan osuuden minimoimisen 20 mm puolta kohti pitäisi olla mahdollinen, mutta vaatisi superkalanterin telojen hionnan lisäksi päällystysasemien telojen vaihdon ennen radan

leventämistä vastaamaan leventynyttä päällystysleveyttä. Nykyisen päällystysleveyden ulkopuolisen telapinnan kunto ei tällä hetkellä salli päällystysleveyden kasvattamista. (Kummu 2015; Ensalo 2015; Kehusmaa 2016.)

Poikkeustilanteissa päällystettyä rataleveyttä joudutaan kaventamaan vielä enemmän, noin 40 mm puolta kohti. Tällaisia tilanteita ovat esimerkiksi päällystystelojen, kuten vastatelan reunan kuluminen. Päällystejälki ei tällöin reuna-alueilla ole priimaa ja rajoittimia joudutaan ajamaan sisäänpäin. Neliöpainolla 100 g/m² on päällystämätöntä osuutta myös kasvatettu ja siirretty rataa koneen käyttöpuolelle päin superkalanterin ajettavuusongelmien vuoksi. Päällystystelojen kaavareiden kuluminen voi aiheuttaa myös päällystetyn alueen kaventamisen. Kaavareiden vaihto poistaa tämän ongelman, mutta kaavareiden vaihto suoritetaan paperiradan ollessa poikki, ei ajon aikana. (Soraranta 2016; Kehusmaa 2016.)

Reunarajoittimien paikkaa osoittava näyttö Dna-ohjausjärjestelmässä kuvassa 14.



Kuva 14. Päällystysasema 2 reunarajoittimen asema (Stora Enso 2016f.)

Päällystettävän maksimileveyden lisäksi leijujen puhallusleveys määrää päällystettävän osuuden maksimileveyttä, koska puhallusleveys on se leveys, jonka kone saa päällysteestä kuivatettua. 1. aseman jälkeisillä leijuilla 1-4 maksimipuhallusleveys on 7790 mm ja 2. aseman jälkeisillä leijuilla 5-6 maksimipuhallusleveys 7620 mm. Leiju nro 7 on poissa käytöstä. Asemien välinen ero puhallusleveydessä johtuu siitä, että 1-4 leijujen puhallussuuttimiksi on uusinnan yhteydessä asennettu PowerFloat-tyyppiset suuttimet. Asennusleveydessä on tällöin huomioitu kasvava rataleveys. (Metso 2011.) Leijuille 5-6 ei vastaavaa uusintaa ole suoritettu. Suuttimien asennusleveydet ovat 1- 4 leijuilla 7890 mm ja 5-6 leijuilla 7720 mm. Puhallusleveys on määritetty siten, että radan poikkisuuntaiseen liikkumiseen on jätetty varaa -50mm +50 mm, jotta varmistetaan radan kuivuminen radan poikittaisesta liikkumisesta huolimatta. Laitteen toimittajan mukaan 3-6 leijuilla on mahdollista kokeilla toimittajan suosittamaa maksimipuhallusleveyttä 7620 mm leveämpää rataa, suuttimien leveämmästä asennusleveydestä johtuen. (Lindberg 2015.)

Paperiradan kulku ja etäisyys reunasta leijuilla 5-7 kuvassa 15. Päällystysleveyden asetteluun käytetty reunarajoitin kuvassa 16.



Kuva 15. Paperirata leijuilla 5-7



Kuva 16. Reunarajoitin suutinkammion ollessa auki

2. aseman päällystyksen ja kuivauksen jälkeen päällystämättömän reunan osuus ns. kuiva reuna leikataan pois. Minimissään reunaa leikataan 25 mm puolta kohti, jolloin radan kapenema voi olla minimissään yhteensä 50 mm. Kuivan reunan osuus leikataan aina pois, jolloin radan kapenema on 50-60 mm. (Ensalo 2015; Kummu 2015.)

Päällystyskoneella, kuten pohjakoneellakin, rata hieman kutistuu kuivatuskutistuman ja vetojen johdosta. Kutistuman osuus ei ole yhtä merkittävä, kuin pohjakoneella. Kutistuman osuus päällystyskoneella on alle 1 %. (Stora Enso 2016f.)

5.4 Superkalanterien SK51 ja SK52 rataleveys

Käyttö- ja huolto-ohjeessa valmistajan kirjaama radan leveys auki rullattaessa on max. 7680 mm. Koneen telojen leveyksissä on eroa paperitelojen ja muiden te-

lojen välillä. Paperitelojen leveys on 7810 mm ja muiden telojen, kuten kokillite-
lojen, alatelan, ylätelan, paperinohjaustelan, levitystelan ja ulosottotelan leveys
on 7850 mm. (Wärtsilä 1988)

Paperitelojen ja polymeeritelojen päihin hiotaan viisteet alueelle, joka jää paperi-
radan ulkopuolelle. Viisteiden merkitys on seuraavanlainen:

Pinnoitteen ja laipan rajapintaan sorvataan viiste. Kevennysten tarkoituksena on
vähentää telan päätyalueiden liiallista kuumenemistä. Kevennykset jäävät pape-
riradan ulkopuolelle ja viilentävät telan päätyjä. Ilman kevennyksiä telan päädyt
ylikuumenisivat superkalanteroinnissa ja aiheuttaisivat ongelmia niin paperira-
taan kuin myös itse telaan. Kuumenemisen seurauksena paperiin tulisi laatupoik-
keamia ja itse telan käyttöikä putoaisi. (Wärtsilä 1988.)

Eforan telahiomon ohjeen mukaisesti kullekin telalle on oma korttinsa, josta sel-
viää kyseisen telan pinnoitteen leveys. Pinnoitteen leveydestä vähennetään suo-
ran telapinnan osuus, joka on parametrinä 7510 mm. Tulos jaetaan kahdella, jol-
loin saadaan pinnoitteen päätyihin ajettavan viisteen leveys. Viiste kattaa mikro-
viistetyn osuuden ja karkeamman viisteen osuuden. Mikroviiste ajetaan vain po-
lymeeritelojen pintaan. Telan mitta tarkistetaan hionnan jälkeen. Paperiteloilla
suoran osuuden mitta on 7610 mm. (Goman 2016.)

Kuitutelojen, kuten paperitelojen ja polymeeritelojen suoran telapinnan mitta on
superkalanterilla paperiradan maksimileveyttä rajoittava mitta. Mikäli rata menee
viistetyn osuuden päälle, ei kalanteroitumista tällä alueella tapahdu ja valmiissa
konerullassa rullien päät nousevat pystyyn.

Prosessinhoitajien käytännön kokemuksena paperiradan leveys 7520 mm alkaa
olla maksimileveys, jonka päällystyskoneelta voi superkalanteroitavaksi viedä,
jotta konerullan laatu olisi kalanteroinnin jälkeen priimaa. (Kummu 2015; Ensalo
2015.)

5.5 Pituusleikkureiden PL52 ja PL53 trimmilevydet

Tehdastietojärjestelmään TIPS ja trimmittäjien ohjeeksi on kirjattu maksimi trimmileveydeksi pituusleikkureille 7450 mm. Tämä maksimileveys ottaa huomioon nykyisen superkalantereilta tulevan rataleveyden ja pituusleikkureilla pois leikatavien reunanauhojen osuuden.

Pituusleikkureiden rakenteen puolesta seuraavat maksimi trimmilevydet on kirjattu pituusleikkureiden WindControl ohjausjärjestelmään: PL52 maksimileveys 7580 mm ja PL53 7680 mm. (Hepola 2015, Stora Enso 2016e.) Tämän leveyden verran pituussuuntaisten leikkuuterien terämootoreiden liike antaa myöten.

Koneen aukirullauspään maksimikonerullaleveydeksi on kirjattu 7750 mm. (Valmet 1989.) Tällöin pituusleikkureiden trimmileveys on konerullan maksimileveyttä määrittävä tekijä.

6 RATALEVEYDEN KASVATTAMINEN

6.1 Rataleveydestä kerätyn informaation käsittely

Koneiden rakenteen asettamien rataleveyttä rajoittavien tekijöiden lisäksi rataleveyden tämänhetkisestä tilanteesta ja muutoksista on kerätty tietoa koneen ohjausjärjestelmistä ja käsimittauksin.

6.1.1 Pohjakoneella PK5 suoritettut mittaukset

Seisokissa mitattiin viiraosan reunapillien väli mittanauhalla ja verrattiin lukemaa Dna-ohjausjärjestelmästä saatuun mittaustietoon. Näin varmistettiin todellinen rataleveys kyseisessä konevaiheessa. Mittanauhan lukema reunapillien väliseksi etäisyydeksi oli 7970 mm. Dna:n mittaus osoitti lukemaa 7976 mm.

Ero mittauksissa ei ole merkittävä.

Puristinimutelan ja keskitelan pinnoitteiden reunat olivat silmämääräisesti samalla tasolla. Paperin reunan telan pintaan jättämästä, silmin havaittavasta kulumisjäljestä mitattiin paperiradan reunan etäisyys keskitelan pinnoitteen reunaan sekä keskitelan päähän. Ottotelalta ja viiran imutelalta mitattiin radan etäisyys imuvyöhykkeen uloimpiin reikiin. Ottotelan imuvyöhykkeen leveys on pohjakoneella se leveys, joka määrää myös paperiradan maksimileveyden. Käytännössä reunapillien ohjeelliset paikat on määritetty niin, että paperiradan maksimileveys on 8020 mm, ottotelan imuvyöhykkeen leveyden ollessa 8050 mm. Tämä leveys antaa varaa paperiradan sivusuuntaiselle liikkumiselle, jotta paperirata ei irtoaisi imuvyöhykkeestä, mikäli se poikkisuunnassa siirtyy.

Seuraavista mittaustuloksista havaitaan, ettei paperirata keskimäärin kulje keskeisesti paperikoneen alkupäässä viiraosan imutelan ja puristinosan telojen imuvyöhykkeiden ja vaipan päätyihin nähden. (taulukot 1 ja 2)

Taulukko 1. Radan reunan keskittymien telalle

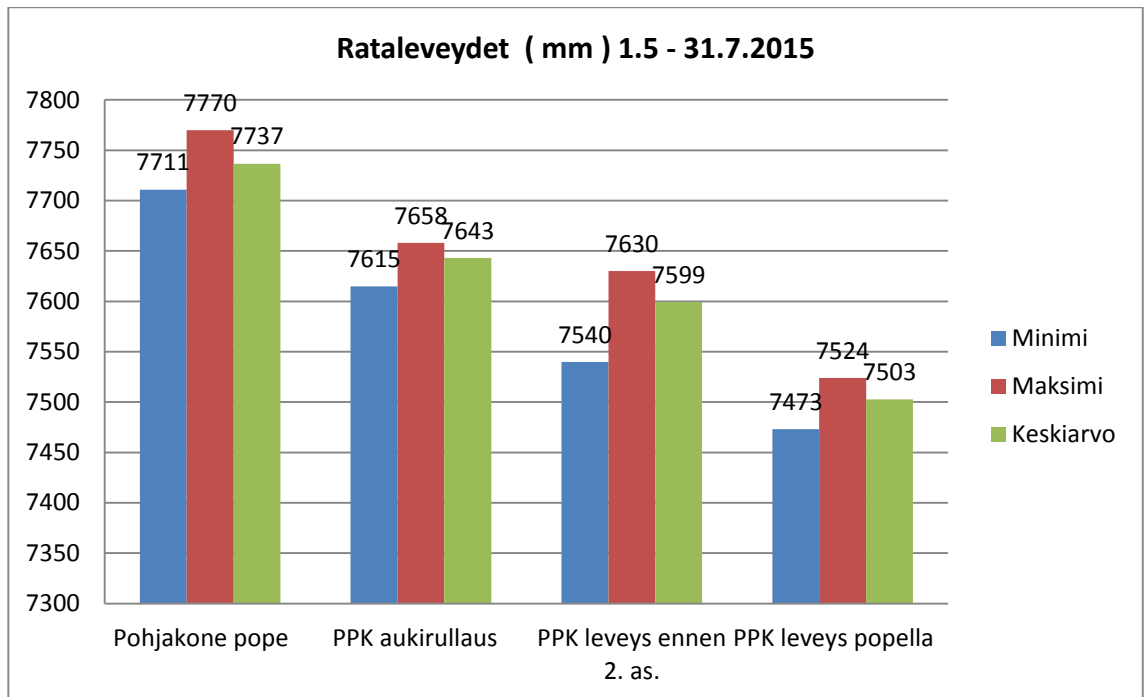
Tela	KP (käyttöpuoli)	HP (hoitopuoli)
Keskitelan pinnoite	125 mm	135 mm
Keskitelan vaipan pääty	210 mm	220 mm
Ottotelan imuvyöhyke	190 mm	150 mm
Viiran imutela imuvyöhyke	225 mm	190 mm

Radan keskittymistä paperikoneen kiinnirullauspäässä tarkasteltiin mittaamalla paperiradan reunan etäisyys poperaudan päästä. Paperikoneen alkupäässä viiraosalla, reunapillien positioiden ollessa hoitopuolella 99 mm ja käyttöpuolella 120 mm, oli myös paperirata keskittynyt poperaudalla enemmän hoitopuolelle päin.

Taulukko 2. Radan keskittyminen poperaudalle

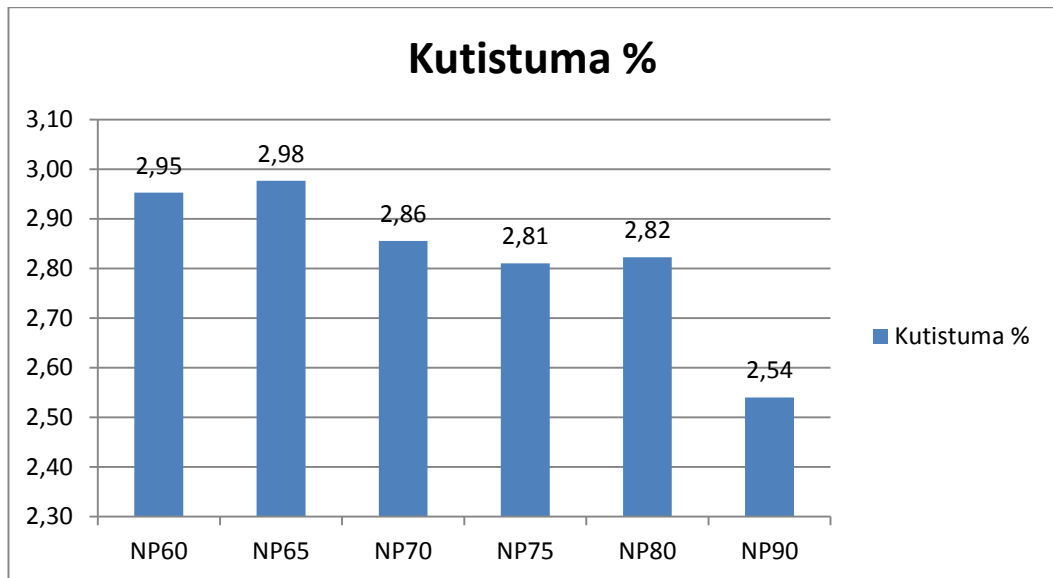
Laji	Reuna- pilli HP mm	Reuna- pilli KP mm	Leveys viiralla mm	Ku- tis- tuma mm	Leveys rullaimella mm	Ku- tis- tuma %	popen- radan reuna HP mm	popen- radan reuna KP mm
NP75	99	120	7972	224	7748	2,81	200	270
NP80	99	120	7972	227	7745	2,85	200	270

Rataleveyksistä ja niiden vaihtelusta kerättiin konevaiheittain tietoa Measurex-mittapalkkien Dna-ohjausjärjestelmään antamista tiedoista. Kolmen kuukauden aikainen validi mittausdata koostettiin Excelissä ja haettiin rataleveyden minimi- ja maksimit. Mittausdatassa oli mukana pohjakone ja päällystyskone. (Kuvio 2)



Kuvio 2. Rataleveyden muutos konevaiheittain

Kutistuman osuudesta saatiin mittausdata Dna:n ohjausjärjestelmän näytöltä keräämällä päivittäin tietoa leveydestä viiraosalla ja popella sekä liittämällä tähän tietoon ajossa oleva neliöpaino. Kutistuman ja vetojen osuutta eri neliömassoilla voitiin näin ollen verrata toisiinsa. Konepiirustusten mukaan kutistuman maksimi on 3,5 %. Kerätyssä mittausdatassa maksimikutistuma oli 3,20 %, Minimikutistuma 2,54 % ja keskiarvona kutistuman osuus on 2,87 %. Keskimääräinen kutistuma lajeittain on esitetty kaaviossa alla. (Kuvio 3)



Kuvio 3. Keskimääräinen kutistuma paperikoneella 5 lajeittain

Dna:lta saatiin myös päivittäin kerätty informaatio reunapillien aseman, kutistuman ja ratalevyden muutoksista. Huolimatta pohjakoneen seisokista ja huopien vaihdosta reunapillien asema ei tarkasteluajanjaksolla tammi-helmikuu 2016 aikana pohjakoneella oleellisesti muuttunut. Aikajakson aikana reunapillien paikat eivät olleet ohjeellisilla positiioillaan. Tämä selviää Dna:lta kerätystä datasta, joka on koostettu taulukkoon 3.

Taulukko 3. Dna:lta kerätty data pohjakoneen leveyksistä

		Reunapilli	Reunapilli	Leveys	Kutistuma	Leveys	
Päivä	Laji	HP mm	KP mm	viiralla mm	mm	popella mm	Kutistuma %
3.12.2015	NP65	95	120	7976	255	7721	3,20
11.1.2016	NP65	90	120	7981	237	7744	2,97
12.1.2016	NP65	90	120	7981	238	7742	2,99
12.1.2016	NP70	90	120	7981	232	7748	2,92
13.1.2016	NP70	90	120	7981	230	7750	2,89
19.1.2016	NP70	90	120	7981	226	7754	2,84
20.1.2016	NP60	90	120	7981	236	7745	2,96
26.1.2016	NP70	91	120	7978	220	7759	2,75
28.1.2016	NP90	91	120	7978	204	7775	2,54
2.2.2016	NP60	99	120	7972	235	7737	2,95
3.2.2016	NP65	99	120	7972	227	7745	2,85
4.2.2016	NP65	99	120	7972	229	7743	2,87
9.2.2016	NP75	99	120	7972	224	7748	2,81
10.2.2016	NP80	99	120	7972	227	7745	2,85
15.2.2016	NP80	99	120	7972	223	7749	2,80
16.2.2016	NP70	99	120	7972	229	7743	2,87
17.2.2016	NP65	99	120	7972	232	7740	2,91
23.2.2016	NP65	98	120	7972	232	7740	2,91
24.2.2016	NP70	98	120	7972	211	7761	2,65

6.1.2 Päälystyskoneella suoritettut mittaukset

Päälystyskoneelle menevä rataleveys pyritään välirullaimella vakioimaan. Measurex-palkkien mittaamassa leveysdatassa (Kuvio1) oli minimi ja maksimileveyden välillä suuria heittoja. Mittausten oikeellisuuden varmistamiseksi tarkistimme välirullaimelta tulevan rataleveyden käsimittauksella (Taulukko 3). Tämän perusteella voidaan todeta päälystyskoneelle tulevan rataleveyden vaihtelun olevan todellisuudessa n. 5 mm:n luokkaa ja keskimääräisen leveyden vastaavan Measurex-palkkien mittaamaa keskiarvoa 7643 mm.

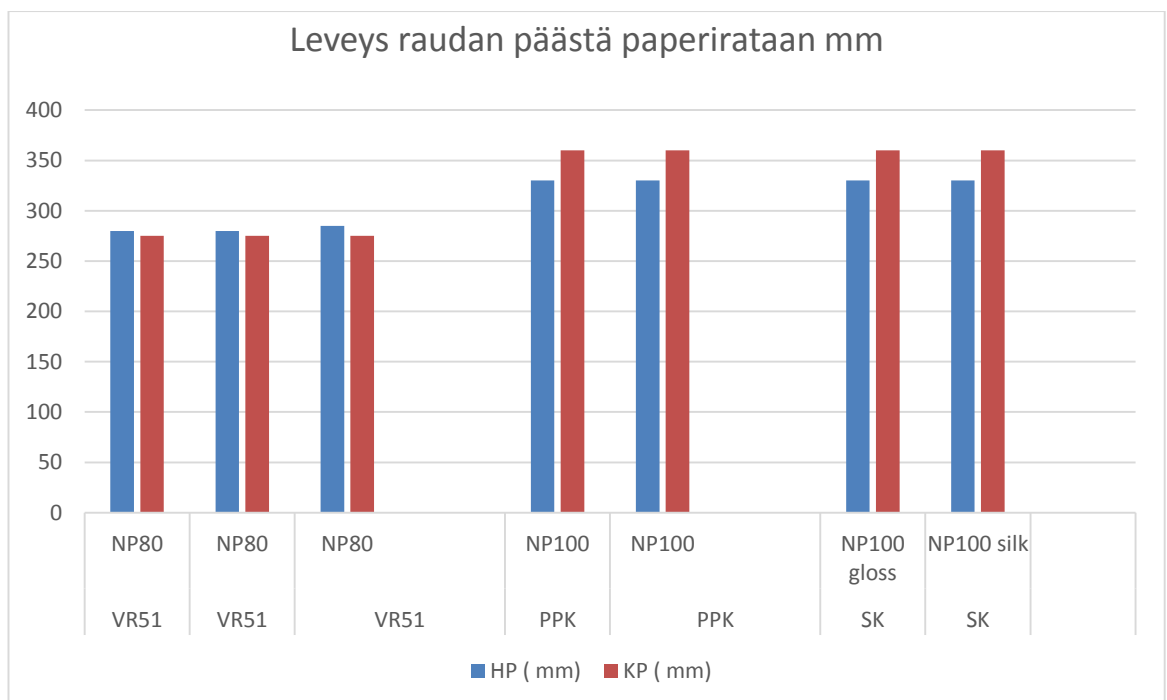
Taulukko 4.

Päälystettävien konerullien käsini mitattu leveys	
Laji	Käsimitaus
NP75	7645
NP75	7645
NP80	7645
NP80	7645
NP80	7640
NP 90	7642
NP 90	7644
NP 90	7642
NP 90	7645
NP 90	7642
NP 90	7644
NP 90	7642
NP 90	7645

Paperiradan keskittymistä poperaudalle selvitettiin mittaamalla radan keskittymisen ennen päälystystä aukirullauspäässä ja päälystysten jälkeen kiinnirullauspäässä.

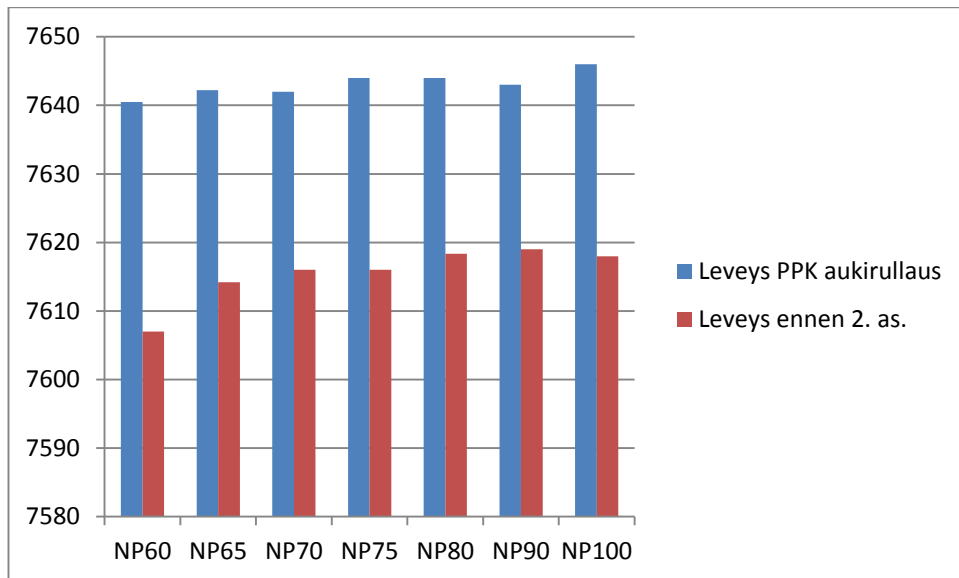
Tuloksista voidaan havaita paperiradan olevan lähes keskellä välirullaimen jälkeen. Tämä selittyy sillä, että välirullaimella VR51:llä on mahdollista keskittää paperirata kiinnirullauspään poperaudalle, vaikka aukirullauspäässä pohjakoneelta tullut paperi ei olisikaan poperaudan keskellä.

Päällystyskoneen jälkeen paperirata on ohjautunut hoitopuolelle päin, eikä rata ole näin ollen keskittynyt raudalle. Superkalantereilla radan keskittyminen ei olennaisesti muuttunut suhteessa päällystyskoneelta tulleeseen rataan. Superkalantereilla radan keskittymistä superkalantereiden telojen suhteen on kuitenkin mahdollista säätää. Prosessinhoitaja suorittaa tarvittaessa säädön niin, ettei rata superkalanterilla ohjautu telan viistetylle osuudelle. Seuraavassa kuviossa 4 on konevaiheittain mitattu konerullan päädyn etäisyyttä koneraudan päähän.

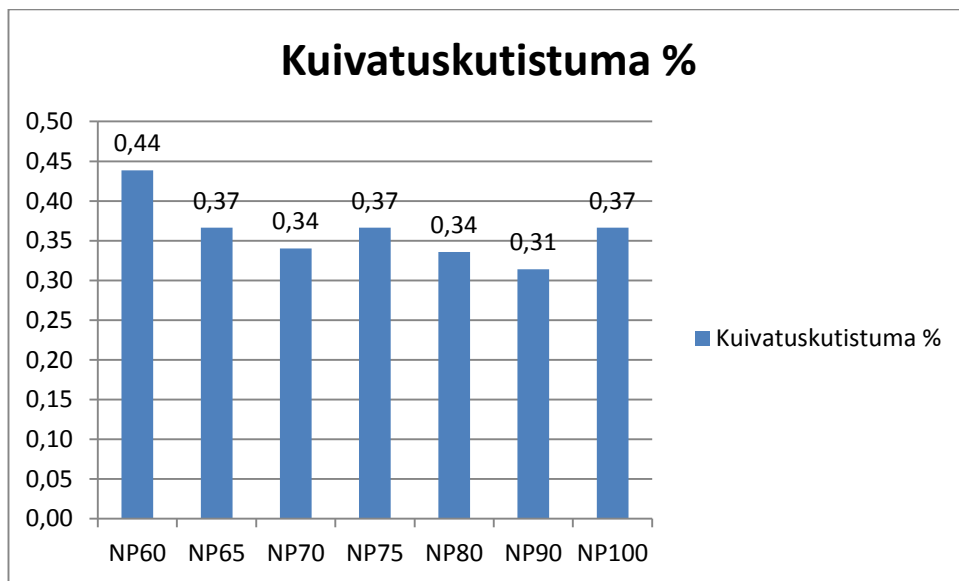


Kuvio 4. Paperiradan keskittyminen poperaudalle konevaiheittain.

Rataleveyden muutoksista kerättiin Dna:lta mittaustietoa päällystyskoneen ajon aikana. Tarkastettiin vetojen ja kuivatuskutistuman osuus rataleveyden kutistumisesta päällystyskoneen osalta lajeittain. Kutistuman osuus ei ole niin merkittävä, kuin paperikoneella. Kutistuman maksimi on 0,44 %, minimi 0,27 % ja keskiarvo 0,36 %. Rataleveyden muutos lajeittain aukirullauksesta 2 asemaa edeltävälle skannerille asti on esitetty kuviossa 5 ja kutistuman prosentuaalinen osuus lajeittain kuviossa 6.



Kuvio 5. Rataleveyden muutos aukirullauksesta 2. asemalle



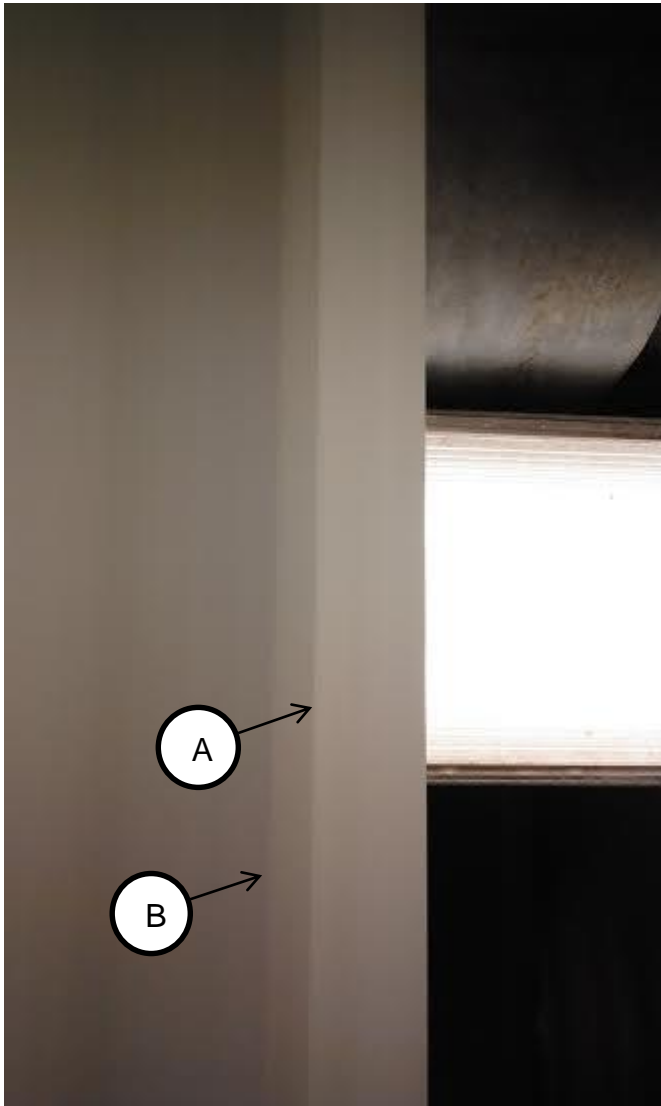
Kuvio 6. Kutistuman prosentuaalinen osuus lajeittain päällystyskoneella

Päällystyskoneen skannereiden mittaama rataleveys ei kerro sitä, mikä on päällystetty rataleveys. Päällystetyn leveyden säädössä käytetään reunarajoittimia, joiden asemaa mitataan rajoittimen nollakohdasta lukien sisäänpäin, jolloin asemaa paperiradan reunasta lukien sisäänpäin ei suoraan näe. Tämän vuoksi päällystetyn leveyden ja kuivan reunan osuuden mittaamiseksi suoritettiin käsin mitaus.

Skannerin mittaaman rataleveyden C1 ollessa 7616 mm oli 1. aseman jälkeisen kuivan reunan osuus rullamitalla mitattuna hoitopuolella 28 mm ja käyttöpuolella 37 mm. 1. aseman jälkeinen päällystetty leveys oli mittaushetkellä näin ollen 7551 mm. Reunarajoittimien mittausarvot 1. aseman osalta näyttivät nollaa Dna- ohjausjärjestelmässä, joten mittaus ei ole toiminnassa.

Rullamitalla mitattuna 2. aseman jälkeinen kuivan reunan osuus oli hoitopuolella 35 mm ja käyttöpuolella 42 mm. Päällystetty leveys 2. aseman jälkeen oli mittaushetkellä 7539 mm. Reunarajoittimien mittausarvot 2. asemalla olivat hoitopuolella 80 mm ja käyttöpuolella 60 mm.

Radan kuiva reuna, jossa erottuvat reunojen päällystetty osuus 1. aseman jälkeen ja 2. aseman jälkeen on nähtävissä ja mitattavissa 2. aseman jälkeiseltä hoitotasolta käsin valoa vasten katsottuna. Kuvassa 17 näkyy radan kuiva reuna.



Kuva 17. Päällystetty rataleveys PPK5

A= radan reuna, johon 1 aseman päällyste loppuu

B= radan reuna, johon 2 aseman päällyste loppuu

Koko rataleveyttä ei voida päällystää, kuivaksi jätettävän radan osuus on käytännössä minimissään 25 mm puolelleen.

6.1.3 Superkalanterilla suoritettut mittaukset

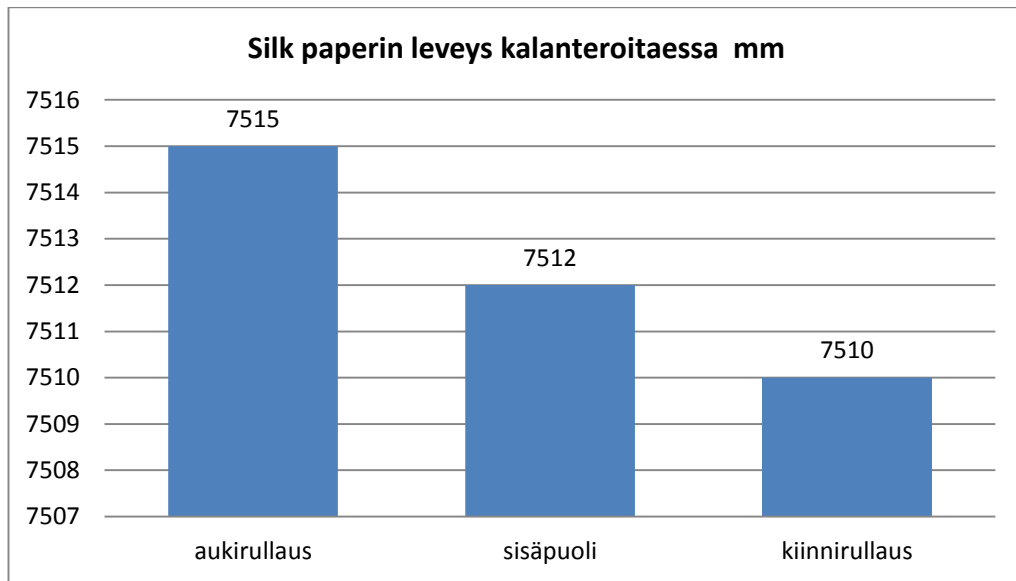
Superkalantereilla mitattiin rataleveyttä ja sen muutosta kalanteroinnin aikana sekä Silk-laatuja kalanteroitaessa, että Gloss-laatuja kalanteroitaessa. Rataleveyden muutokset kirjattiin ennen kalanterointia, kalanteroinnin aikana ja sen jälkeen. Tulokset selviävät taulukoista 5 ja 6 sekä kuvioista 6 ja 7.

Taulukko 5. Silk paperin leveyden muutos kalanteroinnissa

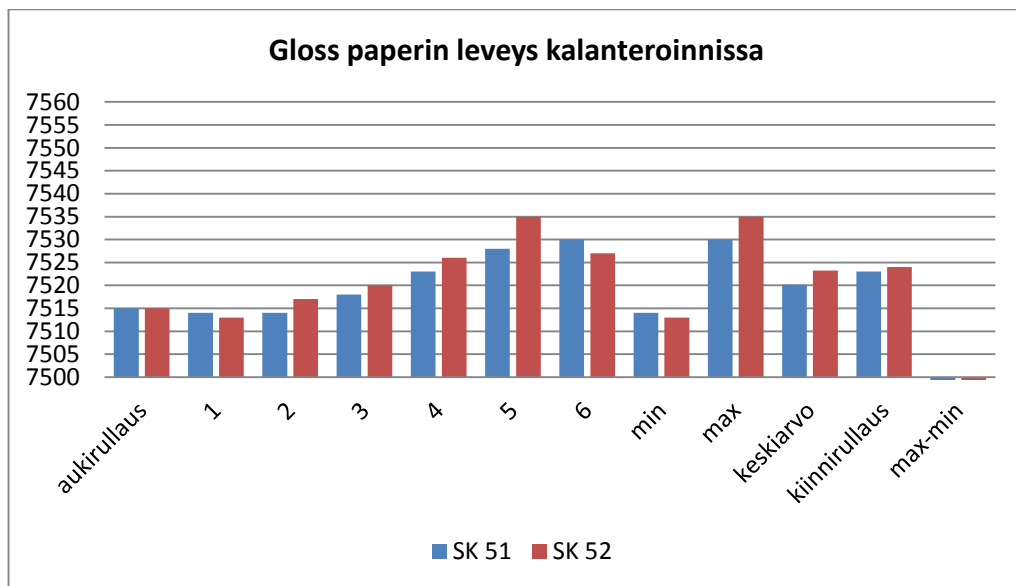
Paperin leveys Silk kalanteroinnissa 70 g/m ²	
aukirullaus	7515
sisäpuoli	7512
kiinnirullaus	7510
kutistuma	5

Taulukko 6. Gloss paperin leveyden muutos kalanteroinnissa

Paperin leveys kalanteroinnissa Gloss 70 g/m ²		
	SK 51	SK 52
aukirullaus	7515	7515
1	7514	7513
2	7514	7517
3	7518	7520
4	7523	7526
5	7528	7535
6	7530	7527
min	7514	7513
max	7530	7535
keskiarvo	7520	7523
kiinnirullaus	7523	7524
max-min	16	22



Kuvio 6. Paperiradan leveyden muutos Silk kalanteroinnissa (Hermes 2015b.)



Kuvio 7. Paperiradan leveyden muutos Gloss kalanteroinnissa (Hermes 2015b.)

Tuloksista voidaan havaita, että rataleveys kutistuu Silk-paperin kalanteroinnin aikana 5 mm. Gloss-paperilla vaikutus oli päinvastainen, ja rataleveys kasvoi koko ajan ollen suurimmillaan 5 ja 6 telanipissä. Tämän jälkeen rata kutistui hie man kiinnirullaukseen mentäessä. Rataleveys kasvoi ollen Gloss-laadulla kalanteroinnin aikana maksimissaan 16-22 mm leveämpi kuin lähtörullan leveys. Kiinnirullauksessa Gloss-laadulla radan leveys oli 10 mm leveämpi kuin lähtörullan

leveys. Mittaus suoritettiin paperille, jonka neliöpaino oli 70 g /m². (Hermes 2015a.)

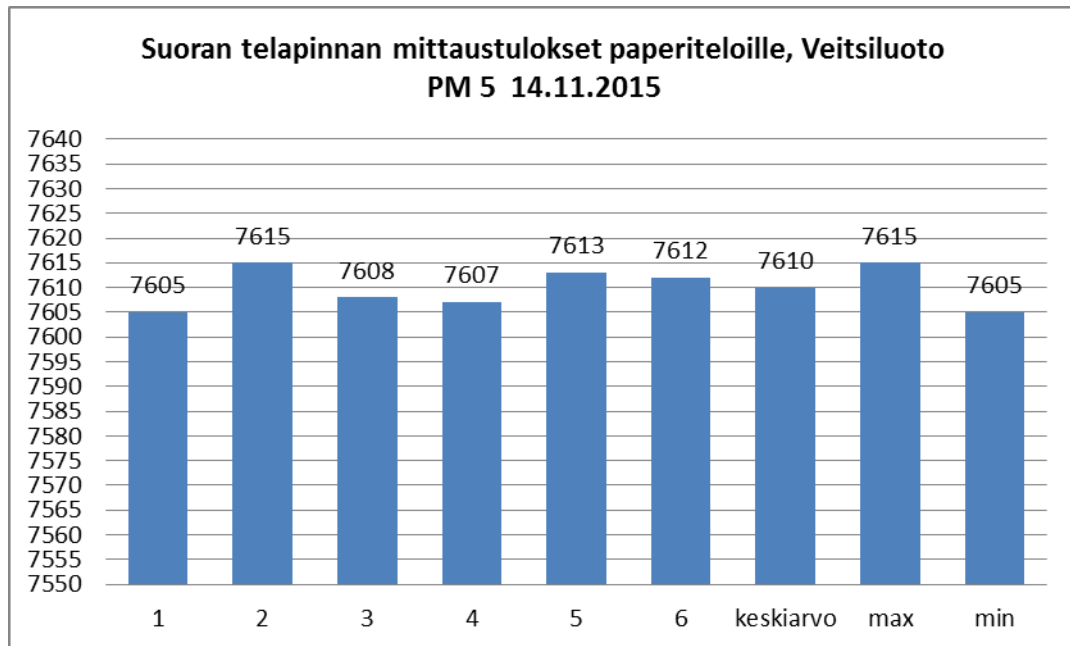
Sama vaikutus oli havaittavissa myös 60 g/m², 70 g/m², 75 g/m² ja 80 g/m² neliöpainoilla suoritetuissa mittauksissa.

Taulukko 7. Gloss paperin leveyden muutos kalanteroinnissa

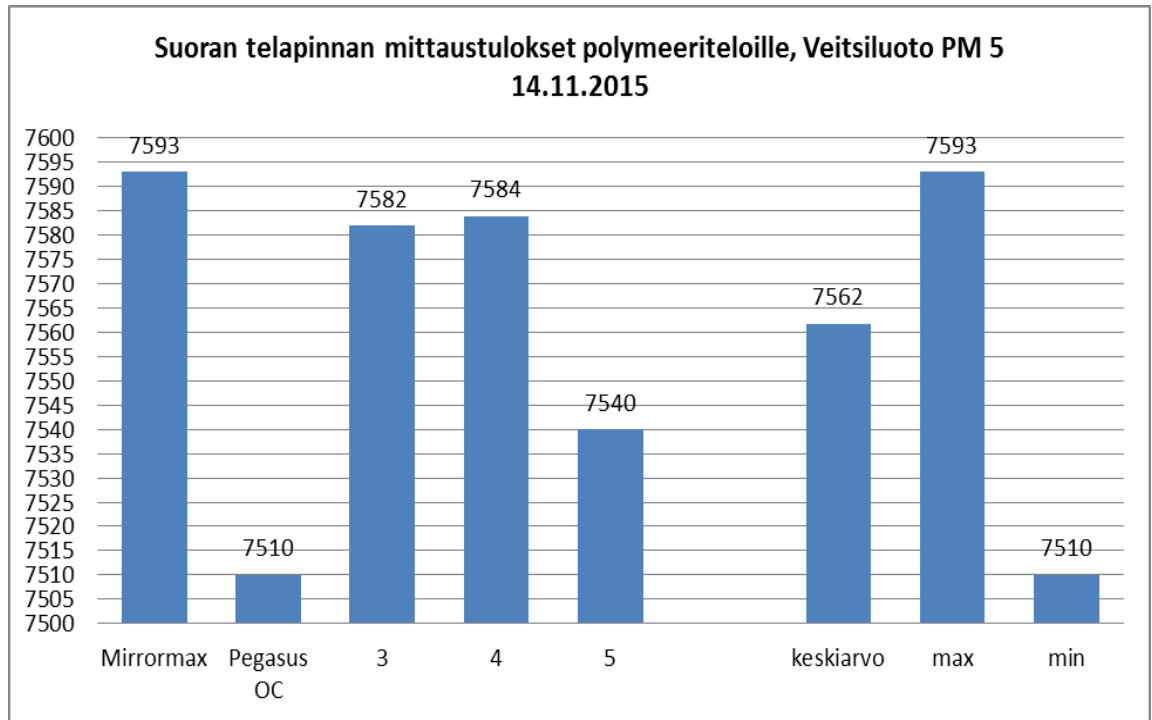
Gloss paperin leveys kalanteroinnissa				
neliömassa	70	75	80	60
aukirullaus	7515	7510	7505	7510
1	7514	7510	7510	7510
2	7514	7510	7510	7512
3	7518	7515	7515	7515
4	7523	7520	7515	7520
5	7528	7525	7517	7520
6	7530	7525	7520	7522
kiinnirullaus	7523	7520	7520	7518
min	7514	7510	7505	7510
max	7530	7525	7520	7522
keskiarvo	7521	7517	7514	7516
max-min	16	15	15	12

Superkalanterin paperiteloista ja polymeeriteloista mitattiin viistetyn osuuden leveys. Mittaus suoritettiin 8 m rullamitalla ja viistetyn osuuden alkukohta määritettiin silmämääräisesti. Mittauksissa havaittiin suuria eroja telojen suoran osuuden mitassa polymeeriteloilla. Polymeeriteloille ajetaan kuitenkin viisteet niin, että suoran osuuden mitta on 7510 mm ja mikroviisteen osuus on 20 mm puolelleen ja varsinaisen viisteen osuus loput n. 145 mm puolelleen. Mikroviistetyn osuuden syvyys on 0.14 mm varsinaisen viisteen syvyyden ollessa 2 mm. Mikäli mikroviistetty osuus lopuksi pintakäsittelään, on viistetyn osuuden alkua mahdotonta havaita silmämääräisesti. Mikroviistetyn osuuden voi havaita mittakellolla. Toisinaan mikroviistettyä osuutta ei pintakäsitellä, jolloin se voidaan havaita karheampana pintana myös silmämääräisesti. (Goman 2016.)

Paperitelojen hionta suoritetaan eri koneella ja ohjearvot ovat erilaiset. Paperitelojen suoran telapinnan ohjeellinen mitta on 7610 mm ja kumpaankin päähän tulee 100 mm kevennetty osuus. Paperiteloilla ei ole mikroviistettyä osuutta. Suoran telapinnan mitta mitattiin mittanauhalla. Tulokset esitetään kuviossa 8.



Kuvio 8. Paperitelojen suoran telapinnan leveys (Hermes.2015b.)



Kuvio 9. Polymeeritelojen suoran telapinnan leveys (Hermes 2015b.)

Mittaustuloksista vain yhden, Pegasus OC polymeeritelan, suoran telapinnan osuus vastaa leveydeltään ohjetta. (kuvio 9). Mittaustulosten oikeellisuuden varmistamiseksi mittaus pitäisi suorittaa telahionnan mittalaitteistolla, johtuen silmämääräisen tarkastelun epätarkkuudesta.

Telahionnassa hiottavan pinnan mitta ajetaan molemmista päistä samanmittaiseksi telan pinnoitteesta lähtien. Telan pinnoitetun osuuden keskittymistä telan kiinteän ja liikkuvan laakeripään suhteen tarkasteltiin mittaamalla pinnoituksen alkupään etäisyys laakeripesän keskikohtaan nähden. Vain yhdestä telasta löytyi laakeripesästä merkintä KP. Muutoin päältä katsoen oli mahdotonta erottaa kumpi laakereista oli liikkuva ja kumpi kiinteä. Mittauksissa vasemman ja oikeanpuoleisen telapäädyn etäisyyseroja pinnoitteen alkupäästä laakerin keskikohtaan nähden esiintyi maksimissaan 5 mm. (taulukko 8).

Taulukko 8. Telojen laakeripesän keskikohdan etäisyys pinnoitteesta

Polymeeritela	oikea mm	vasen mm	erotus	
			mm	mm
Pegasus OC	530	530	0	
1	545	540	5	
2	525	525	0	
3	540	535	5	

6.1.4 Pituusleikkurin trimmileveydstarastelu

Tips raporteista haettujen rullatilausten mukaan rullaleveysmittoja löytyy minimissään 1 mm välein. Optimitapauksessa tämäkin ratalevyden kasvu pystytään hyödyntämään trimmileveyden kasvuna esimerkiksi niin, että 904 mm leveän rullan tilalle voidaan trimmittää 905 mm leveä rulla. Käytännössä ratalevyden kasvun hyödynnettävyyteen vaikuttaa se, että samassa muutossa olevien asiakasrullien pitää olla samaa lajia (neliöpaino ja laatu gloss/ silk). Tilattujen asiakasrullien pitää olla myös halkaisijaltaan samankokoisia. Myös kutakin leveyttä kohti tilatut rullatonnit ja kappalemäärät ratkaisevat leveyden hyödynnettävyyden trimmityksessä.

Trimmityksessä pyritään aina maksimi trimmileveyteen. Leveyden hyödynnettävyyttä riippuu kuitenkin sen hetkisistä asiakastilauksista. Tips tehdastietojärjestelmään on maksimi trimmileveydeksi on määritelty 7450 mm, samoin on määritelty pituusleikkurin minimi trimmileveys 7005 mm. (Marjamaa 2016.)

Tipsin trimmiraportista selviävät tilattujen muuttojen lukumäärä, muutossa olevat asiakasrullaleveydet ja trimmin kokonaisleveys. Trimmiraportti on esitetty kuvassa 13. Muuton leveys vastaa ajossa olevaa trimmileveyttä. Trimminvaihdossa pituusleikkurin pituussuuntaisia leikkuuteriä siirretään vastaamaan tilattujen asiakasrullien leveyksiä.

Asete	Muuttojen lkm	Sekapak	Trimmi	Leveys	Halk/Pituus	Rullaus suunta
1	18		1x1705 6x940	7345	D 1250	WI
2	6		1x1728 1x1425 1x1420 3x940	7393	D 1250	WI
3	10		1x1423 1x1420 4x940 1x699	7302	D 1250	WI
4	3		1x1410 1x1335 5x940	7445	D 1250	WI
5	9		2x1410 3x940 2x880	7400	D 1250	WI
6	7		2x1420 3x940 1x880 1x876	7416	D 1250	WI
7	3		1x1852 8x699	7444	D 1250	WI
8	2		1x1621 1x1425 1x1420	7439	D 1250	WI

Kuva 13. Trimmileveydet (Stora Enso 2015.)

6.2 Edellytykset rataleveyden kasvattamiselle

Kunkin konevaiheen osalta on tehty tarkastelu, mitkä ovat kyseisen koneen rataleveyttä rajoittavat tekijät ja miten ne voitaisiin poistaa.

6.2.1 Paperikone 5:n rataleveyden kasvatus

Reunapillien ohjeelliset paikat ja ottotelan imuvyöhykkeen maksimileveys huomioiden, rataleveyden maksimi viiraosalla on 8020 mm. Tästä kuivatuskutistuman osuus mittausedatan perusteella on 2,54 % minimissään. Kuivatuskutistuma huomioiden maksimileveys paperikoneen rullaimella voi olla 7816 mm. Koneen rakenne ei tarkastelun perusteella aseta tälle leveydelle kudosten ja telojen leveyden osalta rajoituksia.

Tämä 7816 mm on maksimileveys, joka voidaan saavuttaa paperikoneen rullaimella. Huopien ja imutelojen kunnosta johtuen reunapillien ohjeellisia paikkoja ei ole aina mahdollista käyttää. Tällöin rata alkaa vaihtoehtoisesti irrota huovasta (huopien tukkeutuminen) tai lähteä huovan matkassa telan sijaan (imuvyöhykkeen imujen riittämättömyys imuvyöhykkeen reuna- alueilla). Myös kuivatuskustuman osuus vaihtelee 2,5 – 3,2 % välillä ja vaikuttaa paperikoneen popelle valmistuvan konerullan leveyteen. Todelliseen leveyteen vaikuttaa siis ajettavuus koneella, jonka vuoksi maksimileveyttä ei ole aina mahdollista saavuttaa

Mittausdatan perusteella viiraosan reunapillien ollessa ohjeellisiin paikkoihin nähden enemmän hoitupuolella päin, on rata myös poperaudalla keskittynyt enemmän hoitupuolelle. Tällöin rata ei kulje myöskään puristinosan ottotelan imuvyöhykkeen suhteen keskeisesti.

Käytännössä pohjakoneella rataleveys on Dna:lta kerätyn kolmen kuukauden mittausdatan perusteella ollut minimissään 7710 mm sekä maksimissaan 7770 mm.

6.2.2 VR51:n rataleveyden kasvatus

Paperikoneen maksimileveyden ollessa laskennallisen maksimin mukainen 8017 mm tai käytännön datan mukainen 7770 mm, voi välirullaimella pois leikattavien reunanauhojen osuus olla minimissään -40 mm. Välirullaimelta tällöin tulevaa rataleveyttä 7730 mm ei olisi mahdollista hyödyntää päällystyskoneella, jonka maksimi päällystysleveys on 7700 mm ja maksimi kuivatusleveys 7620 mm . Lisäksi rataleveys pyritään optimoimaan niin, ettei hetkellistä pohjakoneen maksimileveyttä huomioida välirullaimella reunaleikkuuterien siirtona, vaan päällystyskoneelle tuleva rataleveys pyritään pitämään tasaisena.

Pohjakoneen minimileveyden ollessa mittausdatan mukaisesti 7710 mm on VR51 leveys reunanauhojen 40 mm leikkuun jälkeen minimissään 7670 mm.

Kolmen kuukauden tarkasteluajanjaksolta kerätyn mittausdatan perusteella VR51:llä otetaan myös 40 mm leveämpiä reunanauhoja. VR51 jälkeinen maksimi on ollut datan mukaan 7658 mm ja minimi 7615 mm.

Reunanauhoja ei ole ollut tarvetta ajaa VR51:llä minimiin 40 mm, eikä tavoitella maksimileveyttä seuraavien konevaiheiden asettamien rajoitusten vuoksi. Päälystyskoneen leijujen 5-6 toimittajan takaaman puhallusleveyden 7620 mm lisäksi superkalantereiden polymeeritelojen suoran osuuden mitta rajoittaa tällä hetkellä PPK:lta valmistuvan rullan leveyden 7520 mm.

Mikäli rataleveyttä pyritään erinäisin muutoksin kasvattamaan, on 40 mm reunanauhaosuus kuitenkin riittävä leveys reunavirheiden, kuten risojen pois leikkaukseksi. Rataa pystytään tällöin ohjaamaan risan puolelle niin, että pois leikattavien reunanauhojen leveydet ovat esimerkiksi 30 mm ja 10 mm. (Lankala 2016; Kormano 2016)

Virheiden korjaamisen lisäksi välirullaimen tavoitteena on tehdä konerullista tasalevyisiä päälystyskonetta varten. Reunateriä voitaisiin kuitenkin siirtää myös välirullaimella esimerkiksi seisokin jälkeen, mikäli pohjakoneen rataleveys on kasvanut ja kyseistä rataleveyttä pystyttäisiin ylläpitämään pidemmän jakson ajan.

VR51 laskennallinen minimileveys 7670 mm.

(laskettu PK5 pohjakoneen leveysdatasta)

VR51 laskennallinen hyödynnettävissä oleva maksimileveys 7694 mm

(huomioi päälystyskoneen kuivatusleveyden s. 55)

6.2.3 Päälystyskone PPK5:n rataleveyden kasvatus

Päälystysleveyden maksimi päälystyskoneella on 7700 mm. 2. aseman jälkeisten leijujen puhallus- eli kuivatusleveydeksi suuttimien toimittaja lupaa 7620 mm. Puhallussuuttimien asennusleveydestä 7720 mm johtuen leveämpää kuivatusleveyttä on mahdollista kokeilla. Tämä vaatii koeajoluonteista testausta.

Pohjakoneen maksimileveyden oltua kerätyn kolmen kuukauden mittausdatan mukaisesti maksimissaan 7770 mm ja minimissään 7710 mm, olisi välirullatun konerullan leveys reunanauhojen 40 mm leikkuun jälkeen minimissään 7670 mm. Rataleveyden kasvattamiseksi päälystyskoneen maksimiin, 2. aseman jälkeiseen puhallusleveyteen 7620 mm, pitäisi välirullatun rataleveyden olla vähintään 7694 mm.

Leveyteen vaikuttavat myös päälystyskoneella vedot ja kuivatuskutistuma, sekä päälystetty leveys. Kuivatuskutistuman ollessa maksimissaan 0,44 % ja päälystetyn ja pois leikatun kuivan reunan osuus minimissään 20 mm puolelleen, voidaan kiinnirullauksesta muodostuvan konerullan leveys laskea seuraavan kaavan (1) mukaisesti:

$$l * (1 - x \%) - lr \quad (1)$$

l = konerullan leveys aukirullauksessa

$x \%$ = kutistumaprosentti / 100

lr = leikatun reunanauhan ja kuivan reunan leveys yhteensä

Kaavan mukaisesti laskettuna minimi päälystetty leveys paperikoneelta kerätyn konerullien leveysdatan ja välirullaimella 40 mm osalta pois leikattujen reunanauhojen perusteella päälystyskoneen popella olisi $7670 \text{ mm} * (1 - 0,0044) - 40 \text{ mm} = 7602 \text{ mm}$. Nykyisillä pohjakoneen rataleveyksien vaihtelulla pitäisi päästä vähintään tähän leveyteen PPK popella, mikäli päälystyskoneen telojen kunto sallii radan levittämisen niin, että kuivan reunan osuus minimoidaan 20 mm puolelleen.

Maksimi päällystetty ja kuivattu leveys PPK popella on 7620 mm, joka on puhallussuuttimien asennusleveys. Rajoitettaessa PPK:lta saatava maksimileveys kuivatusleveyteen 7620 mm, voidaan tämän perusteella laskea kaavan 1. mukaisesti käänteisesti välirullaimelta hyödynnettävissä oleva maksimileveys x.

$$x \cdot (1 - 0,0044) - 40 \text{ mm} = 7620 \text{ mm}$$

$$x = 7660 \text{ mm} / 0,9956$$

$$x = 7694 \text{ mm (viitattu s. 53)}$$

Laskennallinen minimileveys PPK5 popella 7602 mm

Koneen rajoittama maksimileveys PPK5 popella 7620 mm

Välirullaimella on leikattu yli 40 mm levyisiä reunanauhoja ja PPK:n aukirullaukseen tulleiden konerullien maksimi on ollut mittausdatan perusteella 7658 mm ja minimi 7615 mm. Myös kuivan reunan ja pois leikatun reunan osuus on mittaus-ten perusteella vaihdellut. Superkalantereille ei voida viedä leveyttä 7520 mm leveämpiä konerullia, joten päällystetyllä ja pois leikatulla leveydellä ei ole ollut niin suurta merkitystä.

PPK5:n kiinnirullauksesta kerätyn mittausdatan mukaisesti:

Todellinen maksimileveys PPK5:n popella 7524 mm

Todellinen minimileveys PPK5:n popella 7473 mm

6.2.4 Superkalantereiden rataleveyden kasvatus

Superkalantereiden suoran telapinnan osuus rajoittaa tällä hetkellä päällystyskoneelta tulevan rataleveyden 7510 mm. Todelliset tämän hetkiset arvot ovat maksimi 7524 mm ja minimi 7473 mm.

Telojen viistettyä osuutta vähentämällä voidaan suoran telapinnan leveyttä kasvattaa tarpeen mukaan. Telojen pinnoitteen mitta ei ole rajoittava tekijä viisteiden mitan lyhentämiselle. Rajoittavia tekijöitä ovat superkalantereiden käyttö- ja huolto-ohjeen mukainen maksimijoleveys 7680 mm (Wärtsilä 1988), sekä päällystyskoneelta tuleva maksimikuivatusleveys, joka on 7620 mm.

Päällystyskoneelta saatavissa olevan päällystetyn ja reunaleikatun konerullan laskennallinen minimileveys on 7602 mm. Tämä arvo on kolmen kuukauden datan perusteella kerätyn pohjakoneen konerullan minimileveydestä välirullatun ja päällystetyn konerullan laskennallinen leveys. Maksimi päällystysleveys tulee leijun puhallusleveydestä 7620 mm.

Gloss-laaduilla kalanteroinnin aikana rata levenee n. +15 mm, ollen kuitenkin kokonaisuudessaan kalanteroinnin jälkeen +10 mm leveämpi kuin ennen kalanteroointia. Silk laaduilla rata vastaavasti kapenee – 5 mm.

Laskennalliset superkalanteroinnin jälkeiset maksimit:

Gloss maksimi konerullan leveys SK jälkeen	7630 mm
Silk maksimi konerullan leveys SK jälkeen	7615 mm
Gloss minimi konerullan leveys SK jälkeen	7612 mm
Silk minimi konerullan leveys SK jälkeen	7597 mm

Tämän hetkiset minimi ja maksimit kerätyn datan perusteella:

Gloss maksimi konerullan leveys SK jälkeen	7534 mm
Gloss minimi konerullan leveys SK jälkeen	7483 mm
Silk maksimi konerullan leveys SK jälkeen	7519 mm
Silk minimi konerullan leveys SK jälkeen	7468 mm

6.2.5 Pituusleikkureiden trimmileveyden kasvatus

Pituusleikkureilla koneen rakenteelliset maksimit trimmileveydelle ovat:

PL52 maksimi trimmileveys 7580 mm

PL53 maksimi trimmileveys 7680 mm

Maksimitrimmileveys radan tämän hetkisen leveyden perusteella on Tips tehdastietojärjestelmään määritelty 7450 mm.

PL52 maksimitrimmileveys plus pituusleikkurilla pois leikattavien reunanauhojen osuus 20 mm puolelleen ovat pituusleikkurille tulevan konerullan maksimileveyttä määräävä tekijä.

Tällöin superkalanterilta tulevan konerullan leveys voi olla enintään 7620 mm, jotta se saadaan trimmitettyä hyödyksi PL52:lla. Leveämpää konerullaa, kuten superkalanterilta saatavan laskennallisen maksimin 7672 mm levyistä rullaa on koneen rakenteen puolesta mahdollista ajaa. Tällöin leveyden kasvua ei saada kuitenkaan hyödynnettyä, sillä tämä leveys joudutaan leikkaamaan yhteensä 92 mm leveydeltä reunanauhoiksi.

PL53:n osalta maksimi superkalanterilta ajoon tulevan konerullan leveys saisi olla suurempi, jopa 7720 mm. Tämä huomioi maksimitrimmileveyden 7680 mm + 40 mm reunanauhat.

Leikkureiden PL52 ja PL53 trimmileveyksiä ei kuitenkaan erotella tehdastietojärjestelmässä, jolloin maksimi trimmitettävä leveys määräytyy PL52 leikkurin mukaisesti sekä supereilta tulevan konerullan rataleveyden mukaisesti.

Trimmitettävän leveyden määrää laskennallisesti superilta Silk-laadulla saatava leveys, joka on maksimissaan 7597 mm. Laskennallinen arvo ei huomioi tämän hetkistä superin telojen viisteiden hiontaa ja tämän hetkistä rataleveyttä. Tällöin trimmileveyden korkein arvo saisi olla reunanauhojen leikkuun jälkeen 7557 mm.

Trimmileveys pituusleikkurit	7557 mm
------------------------------	---------

7 OSKILLOINNIN SELVITYSTYÖ

7.1 Oskilloinnin merkitys

Konerullan profiilissa voi olla koneen poikkisuuntaista vaihtelua paksuusprofiilissa. Tämä profiilin vaihtelu saattaa kertautuessaan näkyä valmiin konerullan ja asiakasrullan pinnassa laatuvirheenä, kuten vanaisuutena tai patteina. Tämän vuoksi asiakasrulla voidaan joutua hylkäämään.

Oskilloinnin tarkoituksena on ohjata rataa sivusuunnassa edestakaisin niin, että mahdolliset paperiradan profiilista johtuvat laatuvirheet eivät kertaudu samalle kohdalle paperirullassa. Oskillointi parantaa asiakasrullan visuaalista ulkonäköä.

Oskillointi voidaan toteuttaa joko superkalanterilla aukirullauksessa tai kiinnirullauksessa tai pituusleikkurin aukirullauksessa. Kuitenkin niin, että rullan pääty pituusleikkurilta lähtevissä asiakasrullissa on tasainen eli oskilloimaton. Oskilloinnin käytöstä superkalanterin aukirullauksessa on etua myös superkalanterin telojen kulumisen kannalta. Rataprofiilissa oleva patti ei tällöin kuormita yhtä telan kohtaa, vaan jakaantuu laajemmalle alueelle. Oskilloinnin käyttö aukirullauksessa on tämän vuoksi suositeltavampaa, kuin kiinnirullauksessa (Hermes 2016a.)

Oskilloinnin ohjaus voidaan toteuttaa esimerkiksi mekaanisin rajoin, jolloin oskillointimoottori ohjaa kelkan siirtoa sivusuunnassa edestakaisin käyttäjän asettaman mittaluvun siirtymän verran. Tällöin moottorin sivusuuntaiselle liikeohjaukselle ei ole olemassa ns. takaisinkytkentää eli liikeohjaus ei huomio radan todellista paikkaa superkalanterin telastoon nähden. Tällöin operaattorin on tarkistettava radan keskittyminen superkalanterin teloihin nähden visuaalisesti ja tarvittaessa siirrettävä radan oskillointia manuaalisesti asteikolta, jotta rata ei ohjautuisi superkalanterin telojen viistetylle alueelle. Tämän tyyppinen oskilloinnin ohjaus on käytössä SK52 ja SK51 superkalantereilla.

Radan sivusiirroissa voidaan käyttää myös valokatkaisija tyyppistä sensoria, jonka toiminta perustuu siihen, että valokenno on aseteltu siihen positioon, jossa radan reuna saa superkalanterilla maksimissaan olla. Kenno havaitsee paperiradan reunan kun valoimpulssi katkeaa ja antaa ohjauksikäskyn muuttaa sivuliikkeen suuntaa. Moottori ohjaa sivusiirtoa, kunnes toisen reunan valokenno havaitsee paperiradan reunan ja antaa ohjauksikäskyn toiseen suuntaan. (Hermes.2016b.)

Oskilloinnin ohjauksen toiminta voi perustua myös valvontakameroiden mittamaan paikkatietoon. Mittausjärjestelmä ohjaa tällöin radan paikkaa millimetreissä telapatteriston keskilinjaan nähden. Paikkatiedon perusteella radanohjauksjärjestelmä ohjaa aukirullauspukin asemaa konesuunnassa. (Stora Enso 2005)

Radan ohjauksen lisäksi on huomioitava oskilloinnin nopeus. Nopeus ei saa olla liian suuri, jottei rataa tule venymiä tai rypistymiä. Ohjeellinen maksimi oskillointinopeus on 25 mm/ min per 150 m/ min rullausnopeutta kohden. Tällöin oskillointinopeuden säädön tulisi olla kytkettynä superkalanterin tai pituusleikkurin nopeustietoon, jotta paras oskillointituloks saavutettaisiin. Oskillointi voi olla joko jatkuva edestakaisin ohjautuva liike ns. sin-tyyppinen käyrä tai se voi ohjautua vakionopeudella suuntaansa, pysähtyä ja sen jälkeen vakionopeudella toiseen suuntaan. (Smith. 2007, 3.)

7.2 Superkalanterin oskillointilaitteiston kuvaus

Superkalantereiden SK51 ja SK52 aukirullauksessa ja kiinnirullauksessa on asennettuna paperiradan oskillointiin tarkoitettu laitteisto. Oskilloinnin tarkoituksena on ohjata paperirataa sivusuunnassa edestakaisin, laitteistolle määritellyn mitan verran ajon aikana.

Oskillointilaitteisto koostuu johdekelkasta, jonka ohjaus on toteutettu hydraulisesti. Oskilloitavan leveyden ja samalla radan teloille keskittymisen säätö suoritetaan manuaalisesti mitta-asteikon rajoittimia säätämällä. Tämän perusteella rajakytkin saa tiedon oskilloitavasta leveydestä ja ohjaa hydrauliiikan venttiileitä. Hydrauliiikka liikuttaa sivuttaissiirtokelkkaa, joka ohjaa paperiradan liikettä.

Oskilloinnin käynnistämiseksi operaattori ohjaa valvomon ohjausjärjestelmästä oskilloinnin päälle ja tarvittaessa pois. Kuvassa 18 on esitetty oskillointilaitteiston mitta-asteikko, josta oskilloitavaa leveyttä säädetään, sekä johdekelkka joka liikkuu oskilloinnin aikana sivusuunnassa.



Kuva 18. Oskillointilaitteisto

7.3 Oskilloinnin käyttöönoton edellytykset

Superkalantereilla oskillointia on käytetty aiemmin kiinnirullauspäässä. Pituusleikkurilla tämä on aiheuttanut ongelmia reunanauhojen riittävyden kanssa, jolloin oskilloinnista on luovuttu. Aukirullauspäässä oskillointia ei ole käytetty, koska ratalevyyden ollessa sama, kuin superkalanterin suoran telapinnan mitta, ei oskillointileveydelle ole jäänyt varaa. Paperiradan leveyden kasvu mahdollistaisi oskilloinnin käyttöönoton kiinnirullauspäässä. Mikäli superkalanterin polymeeri- ja paperitelojen suoran telapinnan mitta kasvatettaisiin viisteiden hiontaparametreja muuttamalla, olisi oskilloinnin käyttö myös aukirullauspäässä mahdollista, ilman että radan reuna menee viistetylle telaosuudelle. Paperiradan leveyden

kasvua ei tällöin hyödynnettäisi niinkään trimmileveyden kasvattamiseksi pituusleikkureilla vaan laadun parantamiseen.

Oskillointileveys voi olla laitteiston puolesta maksimissaan yhteensä 100 mm. Kirjallisuudesta löydetty suositeltu oskillointileveys 20-40 mm (Jokio 1999,118.)

Oskilloinnin leveys on huomioitava superkalanterin kuitutelojen hionnassa suoran telapinnan mittaa laskettaessa seuraavan kaavan mukaisesti:

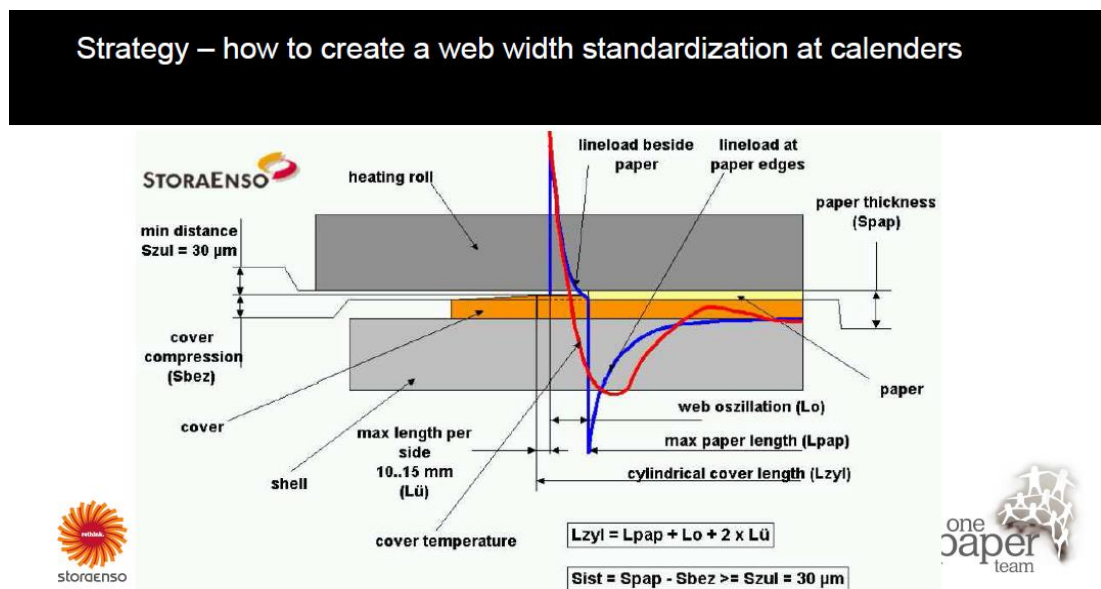
$$L_{zyl} = L_{pap} + L_o + 2xL_y \quad (2)$$

L_{zyl} = suoran telapinnan leveys

L_{pap} =paperiradan leveys

L_o = oskilloinnin leveys

L_y =maksimimitta / sivu (10-15 mm)



Kuva 19. Suoran telapinnan leveyden optimointi (Hermes 2015b.)

Kaavan mukaisesti ja ratalevyden kasvu huomioiden voidaan laskennallinen arvo telan suoran pinnan tarvittavalle mitalle laskea.

Kasvun myötä maksimileveyden ollessa 7620 mm

$$L_y = 10 \text{ mm}$$

Oskillointileveys 40 mm

$$L_{zyl} = 7620 \text{ mm} + 40 \text{ mm} + 2 \times 10 \text{ mm} = 7680 \text{ mm}$$

Mikäli laskennallinen maksimileveys 7620 mm ei käytännössä toteudu, vaatii oskilloinnin käyttöönotto kuitenkin nykyistä 7510 mm leveää suoraa osuutta leveämmän suoran telapinnan mitan. Pelkästään oskilloinnin käyttöönottamiseksi nykyinen maksimi konerullan mitta 7520 mm huomioiden suoran telapinnan mitaa pitäisi kasvattaa:

$$L_{zyl} = 7520 \text{ mm} + 40 \text{ mm} + 2 \times 10 \text{ mm} = 7580 \text{ mm}$$

Ilman oskillointia pelkkä ratalevyden kasvu huomioiden telapinnan mitaksi tulee:

$$L_{zyl} = 7620 \text{ mm} + 2 \times 10 \text{ mm} = 7640 \text{ mm}$$

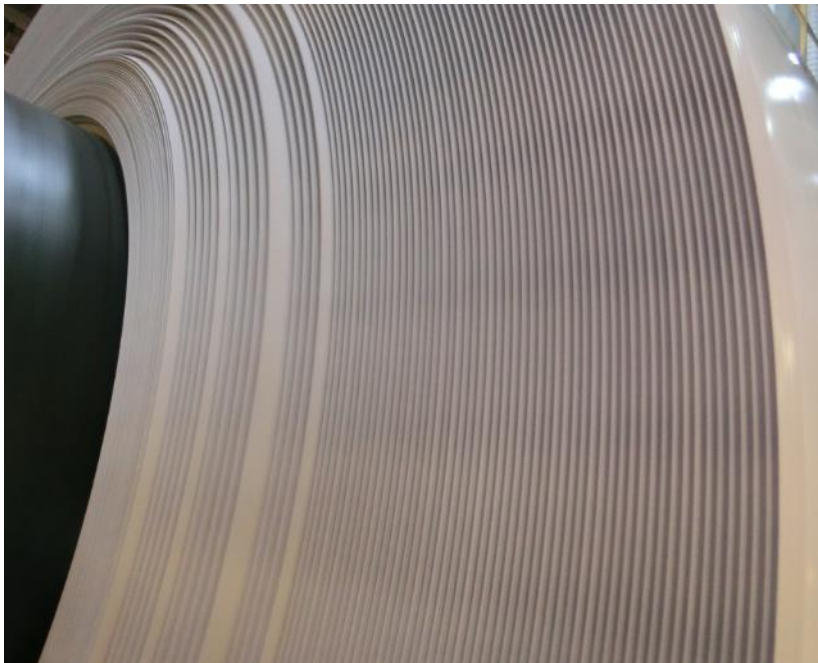
7.4 Oskilloinnin testaus

Ensimmäisessä vaiheessa testattiin aukirullauspään ja kiinnirullauspään oskillointilaitteistojen toimivuus. Oskilloinnin käyttöönottamiseksi tarkistettiin pituusleikkureilta ajossa olevat trimmileveydet, jotta reunanauhojen leikkaamiselle jäisi riittävästi varoja olemassa olevalla ratalevydellä oskilloinnin aiheuttama radan siirtymä huomioiden.

Testaus suoritettiin SK52:lla kiinnirullauksessa ja SK51:llä aukirullauksessa. Laitteisto oli toimintakuntoinen. SK51 aukirullauksen oskilloinnissa rataa jouduttiin ohjaamaan voimakkaasti edestä katsoen oikealle, jotta rata ei ohjautunut superkalanteroinnin aikana polymeeri- ja paperitelosten viistetylle alueelle vasemmasta reunasta. Lisäksi oskilloinnin leveys säädettiin niin, ettei rata sivusuuntaisen liik-

keen aikana ohjaudu viisteiden päälle. Pituusleikkureiden trimmileveyksien vaihtelusta johtuen testaukset suoritettiin vain yhdelle konerullalle kummallakin superkalanterilla.

Oskillointi toimi sekä kiinnirullauspäässä, että aukirullauspäässä. SK52 kiinnirullauksessa oskillointimoottorin liikenopeus vaihteli oskilloinnin suunnasta riippuen. Nopeuksien optimointi vaatii hydraulikkalaitteiston säätöventtiilien optimoinnin niin, että nopeuseroa ei esiinny.



Kuva 20. Kuva rullanpäädyistä oskilloinnin jälkeen

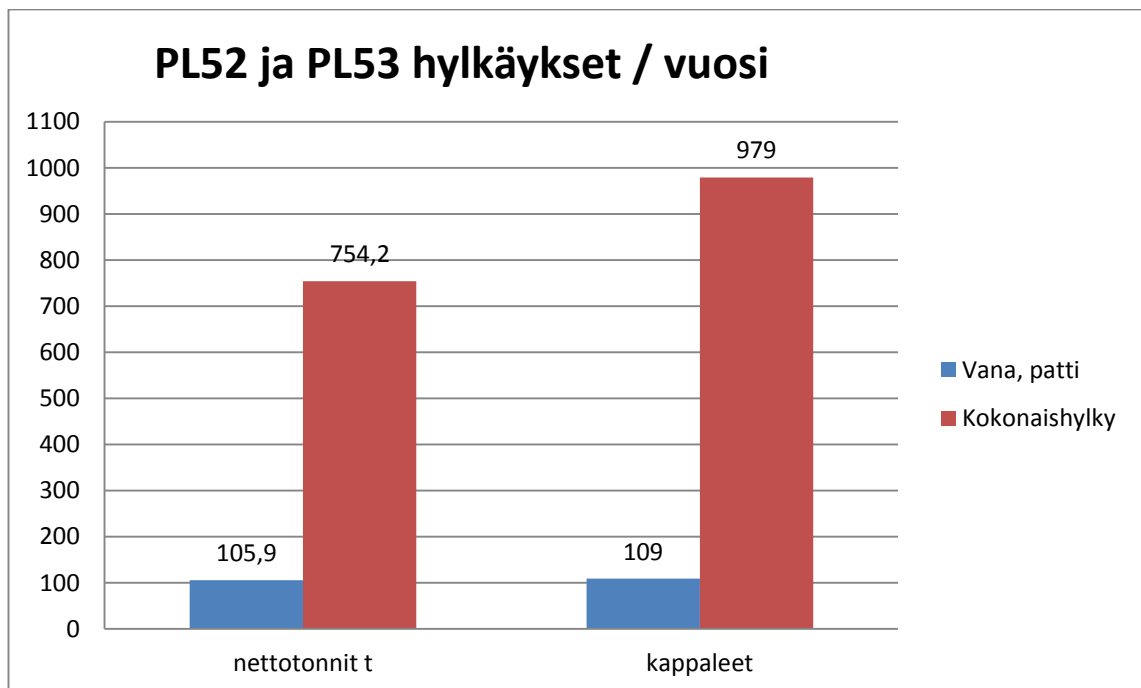
7.5 Oskilloinnin käyttöönotosta saadut hyödyt

Mikäli oskillointi otetaan käyttöön aukirullauspäässä, se vaikuttaa superkalanterin telojen vikaantumiseen johtuvien profiilivikojen ilmenemiseen niin, että telapinnan virheen aiheuttama vika ei kertaudu paperiradan samaan kohtaan. Kiinnirullauspäässä oskilloinnin käyttöönotto vaikuttaa rullauksen laatuun parantavasti, mikäli profiilivika on peräisin paksuusprofiilin vaihtelusta. Myös kalanterin lämpöti-

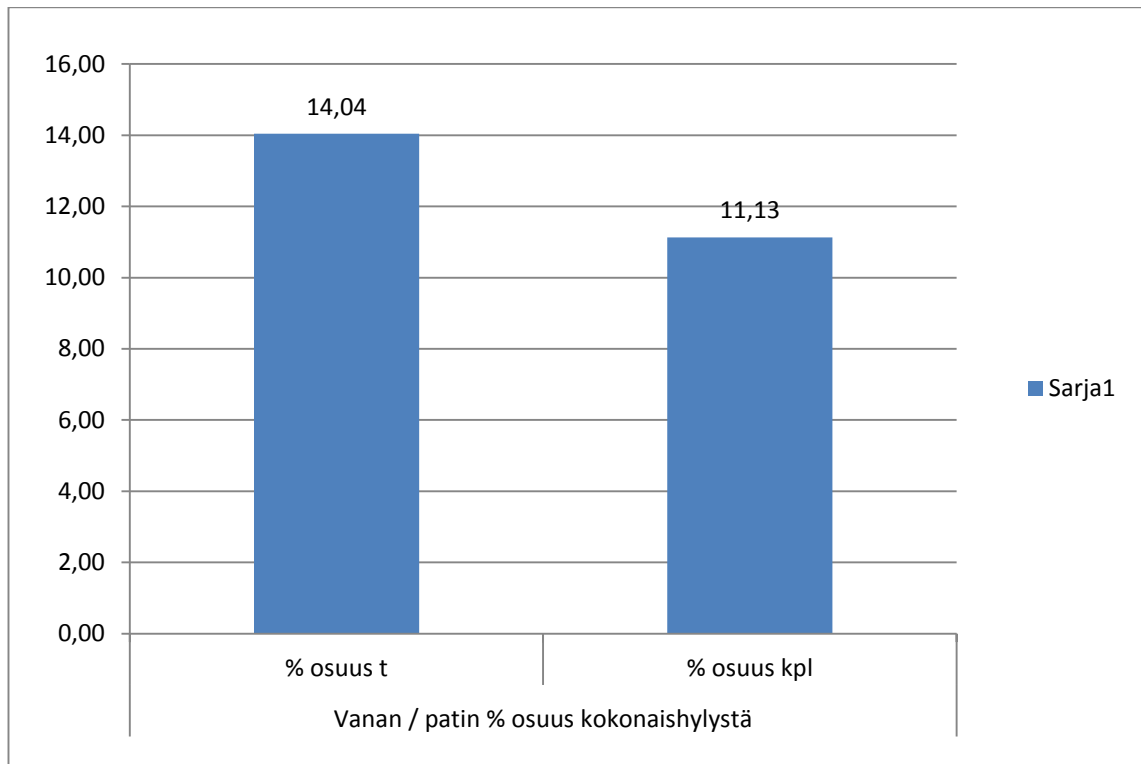
laprofiili voi aiheuttaa ongelmia, esimerkiksi paperin epätasaista kutistumista erityisesti rullan päädyissä. (Jokio 1999,117-119.). Oskilloinnin käyttöönoton hyöty on suurempi, mikäli se oskillointi toteutetaan superkalantereiden aukirullauspäässä (Hermes 2016b.)

Oskilloinnin käyttöönoton lopullinen hyöty on kuitenkin pituusleikkurilta lähtevien asiakasrullien laadullinen paraneminen. Oskillointi poistaa hylkysyillä vana ja patti hylättävien rullien määrää, myös mahdolliset asiakkaalta tulevat vanaisuudesta ja profiilista johtuvat reklamaatiot vähenisivät.

Tämän hetken tarkastelussa vanasta ja patista johtuvien hylkäysten osuus kaikista hylkäyksistä PL52 ja PL53 leikkureilla on vuositasolla tonneissa laskettuna 14 %. Määrät selviävät kuvioista 10 ja 11.

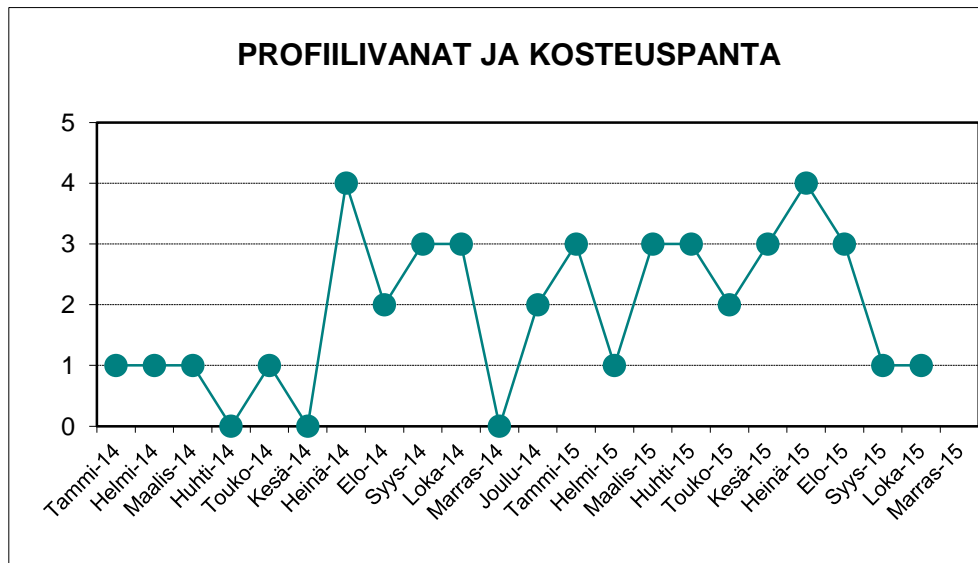


Kuvio 10. PL53 ja PL52 rullahylkyt



Kuvio 11. Hylkäyssyyn vana ja patti osuus kaikista hylkäyksistä

Osa profiilivikaisista rullista ei ole hylätty prosessissa, vaan epäkuranteja rullia on päätynyt asiakkaille. Tämä osuus profiiliviasta on havaittavissa asiakkaiden reklamaatioina. Kuviossa 11 esiintyvien vana/patti reklamaatioiden lukumäärä kappaleina on esitetty kahden vuoden ajalta. Oskilloinnin käyttöönotto vähentäisi merkittävästi sekä vana/patti hylkäyssyillä hylättyjen rullien määrää, että reklamaatioiden esiintymistä. Kuviossa 12 on esitetty vana/patti syillä olevien reklamaatioiden kappalemäärät kahden vuoden ajanjaksolla.



Kuvio 12. Asiakkailta profiilista tulevat reklamaatiot kappaleina

Oskilloinnin käyttöönotto parantaa asiakasrullien laatua, mutta vähentää lasketua hyödynnettävissä olevaa trimmileveyttä oskillointileveyden verran.

8 YHTEENVETO RATALEVEYDESTÄ JA OSKILLOINNISTA

8.1 Rataleveyden teoreettinen kasvu

Rataleveyden kasvattamiseksi on haettu konevaiheittain arvot kasvatetulle leveydelle.

Maksimikasvu:

Maksimileveys pohjakoneelta kerätyn datan perusteella	7770 mm
Leikattavat reunanauhat välirullaimella	-40 mm
Päällystyskoneen aukirullauksen rullaleveys	7730 mm
Minimikutistuma datan perusteella	0,27 %
Minimi leikattava kuiva reuna	-40 mm
Maksimileveys päällystyskoneelta	7709 mm

Maksimileveytenä PPK:lta on käytettävä kuitenkin arvoa 7620 mm, mikäli 5-6 leijujen puhallussuuttimia ei uusita.

Päällystyskoneen maksimileveyttä 7620 mm käytettäessä:

Leveys superkalantereilta Silk	7615 mm
Leveys superkalantereilta Gloss	7630 mm
Trimmileveys pituusleikkurit Silk	7575 mm
Trimmileveys pituusleikkurit Gloss	7590 mm

Mikäli päällystyskoneelta valmistuville lähtörullille päästäisiin joka ajotilanteessa leveyteen 7620 m, määräytyisi maksimitrimmileveys Silk ajon mukaisesti ja maksimiin 7575 mm.

Nykyiseen trimmileveyteen 7450 mm verrattuna kasvua on 125 mm.

Jotta maksimi trimmileveyden 7575 mm käyttö pituusleikkureilla olisi mahdollista jatkuvasti, pitäisi päällystyskoneen aukirullaukseen tulevan ratalevyden olla joka konerullalla vähintään 7694 mm ja kuivan reunan osuus minimissään yhteensä 40 mm. Tämä tarkoittaa pohjakoneen popella ratalevyettä 7734 mm. Tämä ratalevyys vastaa suurin piirtein kolmen kuukauden datan perusteella kerättyä keskiarvoa pohjakoneen ratalevyksistä.

Tämä ratalevyys 7734 mm on myös saavutettu, yhtä poikkeusta lukuunottamatta, myös reunapillien asemien poikettua ohjeellisista positioistaan. (taulukko 3. s.39).

Mikäli ratalevyettä 7734 mm ei pohjakoneella saavuteta tai päällystyskoneella joudutaan kuivan reunan osuutta kasvattamaan 80 mm asti, on laskennan tuloksena seuraavat maksimit:

Minimikasvu :

Minimileveys pohjakoneelta kerätyn datan perusteella	7710 mm
Leikattavat reunanauhat välirullaimella	– 40 mm
Päällystyskoneen aukirullauksen rullaleveys	7670 mm
Maksimikuivatuskutistuma datan perusteella	0,44 %
Maksimi leikattava kuiva reuna	-80 mm
Minimileveys päällystyskoneelta	7556 mm

Leveys superkalantereilta Silk	7551 mm
--------------------------------	---------

Leveys superkalantereilta Gloss	7566 mm
---------------------------------	---------

Trimmileveys pituusleikkurit Silk	7511 mm
-----------------------------------	---------

Trimmileveys pituusleikkurit Gloss	7526 mm
------------------------------------	---------

Trimmileveyden maksimi olisi tässäkin tilanteessa 7511 mm, joka on 61 mm suurempi nykyiseen 7450 mm verrattuna. Nykyisen leveysdatan perusteella pelkästään superkalantereiden suoran telapinnan hiontaa muuttamalla olisi mahdollista vain välirullaimen VR51 reunanauhojen leikkuun minimoinnilla 40 millimetriin, päästä vähintään 61 mm trimmileveyden kasvuun. Tämä 7511mm trimmileveys

on saavutettavissa, vaikka rataleveyksiin pohjakoneella ja kuivan reunan osuuteen päällystyskoneella ei kiinnitetä muuta huomiota, kuin sen verran, että päällystyskoneelta valmistuvan konerullan leveyden on oltava vähintään 7556 mm.

Mikäli superkalantereilla käyttöön otetaan oskillointi, rataleveyden kasvua ei ole hyödynnettävissä minimi-tilanteessa 7511mm trimmileveyden kasvattamiseksi. Hyöty tulee tällöin parantuneena asiakasrullien laatuun.

Maksimitrimmitilanteessa 7575 mm vähennettäessä tästä kokonais oskillointileveys 40 mm, jää trimmileveydelle kasvuvaraa nykyiseen 7450 mm verrattuna 85 mm.

8.2 Rataleveyden kasvattamisen ja oskilloinnin mahdollisuudet

Jotta laskennalliset rataleveydet ja/ tai oskilloinnin käyttöönotto olisi mahdollista, on superkalantereiden polymeeritelojen ja paperitelojen hiontaa muutettava niin, että telapinnan suoran osuuden mitan laskenta vastaa kasvanutta rataleveyttä ja oskillointileveyttä kaavan 2. mukaisesti.

Mikäli päällystyskoneelta tuleva rataleveys pystytään kasvattamaan 7620 mm. Superkalantereiden jälkeiset maksimileveydet vaihtelevat 7615 – 7630 mm toleranssialueella, ilman oskillointia.

Oskilloinnin ollessa käytössä ja päällystyskoneelta tulevan maksimirataleveyden (7620 mm) mukaisesti, suoran telapinnan hiontaohje-mitan tulee olla 7680 mm. Käytettäessä rataleveysmaksimia 10 mm ja oskillointileveyttä 40 mm, kaavan 2. (s.62) mukaisesti laskettuna.

Ilman oskilloinnin käyttöönottoa, pelkkä rataleveyden kasvu huomioiden polymeeritelojen suoran telapinnan mitan tulee olla 7640 mm.

Päällystyskoneelta tulevaa rataleveyttä pystyttäisiin kasvattamaan laskennalliseen maksimiin 2666 mm, mikäli 5-6 leijuilla olevien radan kuivatukseen tarkoitettujen puhallussuuttimien asennusleveyttä kasvatettaisiin, kuten 1-4 leijuilla on tehty. Tämä vaatisi 5-6 leijujen uusintainvestoinnin. Nykyisten suuttimien asennusleveyden ollessa 7720 mm, valmistaja takaa 7620 mm puhallusleveyden. Tämän lisäksi on koeajoin mahdollista testata todellinen rataleveys, jonka nykyiset 5-6 leijujen suuttimet pystyvät kuivattamaan.

Päällystyskoneen rataleveyden kasvatusta leveyttä 7620 mm leveämmäksi ei kuitenkaan ole tarvetta tavoitella, mikäli ei samanaikaisesti haluta käyttöönottaa oskillointia ja kasvattaa pituusleikkureiden trimmileveyttä, sillä leveys 7620 mm päällystyskoneen popella riittää lähestulkoon PL52 koneen rajoittamaan maksimi trimmileveyteen, joka on 7580 mm.

Rataleveyden kasvattaminen päällystyskoneen popella vähintään leveyteen 7556 mm pitäisi olla nykyisellään mahdollista, jolloin superkalantereiden suorien telapintojen osuutta ja hiontaparametreja pitäisi vähintään kasvattaa vastaamaan seuraavia arvoja:

Oskilloinnin ollessa käytössä ja päällystyskoneelta tulevan maksimirataleveyden (7556 mm) mukaisesti, suoran telapinnan hiontaohje-mitan tulee olla 7616 mm. Käytettäessä rataleveysmaksimia 10 mm ja oskillointileveyttä 40 mm, kaavan 2. (s.62) mukaisesti laskettuna. Ilman oskilloinnin käyttöönottoa telapinnan suoran osuuden mitan tulee olla 7576 mm.

8.3 Rataleveyden kasvun hyöty trimmileveydessä

Oletuksena, että rataleveyden kasvu pituusleikkurilla saadaan hyödynnettyä yhtä tehokkaasti, kuin nykyinen maksimi trimmileveys, rataleveyden kasvun tuoma lisätuotto asiakkaalta voidaan laskea seuraavasti:

Neliöpainot

57 g/m² – 100 g/m²

Rataleveyden kasvu	0,041 m tai 0,125 m
Ratapituus konerullassa keskimäärin	61 000 m
Vuosittainen kapasiteetti PK5	260 000 t/a
Konerullan paino	35 t
Vuosi	365 vrk
PK5 pakattujen neliömassojen keskiarvo	73,5 g/m ² (Stora Enso 2015.)

tonnia vuorokaudessa: 260 000 t/a /365 vrk = 712 t/vrk

rullia vuorokaudessa: 712 t/vrk / 35 t=20 konerullaa

Lisähyödyksi saatava tonnimäärä konerullaa kohden, tuotantomäärien mukaisesti painotetun neliömassan keskiarvon suhteen laskettuna pituusleikkureiden trimmikasvujen 21 mm (minimi) tai 125 mm (maksimi) toteutuessa. (taulukko 9)

Taulukko 9. Tuotannon lisäys konerullaa kohden

Ratapituus (m)	rataleveyden kasvu (m)	neliömassa g/ m ²	tuotannon lisäys g	tuotannon lisäys t
61000	0,061	73,5	273494	0,27
61000	0,125	73,5	560438	0,56

Vuositasolla laskettuna trimmileveyden kasvusta saatava hyöty tuotannossa tonneina selviää taulukosta 10.

Taulukko 10. Trimmileveyden kasvusta saatu tuotannon lisäys

	Leveyden kasvu 0,061 m	Leveyden kasvu 0,125 m
Tonnia / konerulla	0,27	0,56
Konerullia / vrk	20	20
Tonnia/ vrk	3,6	11,21
Tonnia / vuosi	1997	4091

Vuositasolla ratalevyden hyödyntäminen trimmileveydessä tekee 1997 t -4091 t / vuosi saavutetun kasvun mukaisesti laskettuna.

Laskennallisen arvon vuositason tuotantolisäykselle voidaan määrittää markkinahinnan perusteella. Tämän mukaisesti LWC-paperin maailmanmarkkinahinta vaihtelee 620- 660 e/ t välillä. (Foex 2016.) Laskennallisen arvon määrittämisessä on huomioitava, että 61 - 125 mm rataosuus, joka tulevaisuudessa saataisiin asiakkaalle, menee tällä hetkellä pulpperiin ja uuden paperin raaka-aineeksi.

8.4 Ratalevyden kasvun hyöty oskilloinnissa

Otettaessa ratalevyden kasvu hyötykäyttöön oskilloinnissa voidaan arvonlisäys vuositasolla laskea hylkäysten ja reklamaatioiden vähenemisen kautta. Mikäli oletetaan, että kaikki hylkäykset vana- ja patti-syillä poistuisivat, on arvonlisäys tonneina suoraan sen osuuden vuosittainen määrä. Reklamaatioissa luokitus vana ja patti eivät aina ole profiiliviasta johtuvia, joten tonnien laskeminen tästä määrästä on haasteellisempaa.

Vana- ja patti-syillä hylätyt tonnit vuositasolla 105,9 t

9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Superkalantereiden jälkeinen rataleveys on tällä hetkellä maksimissaan 7520 mm ja pituusleikkurin maksimi trimmileveys 7450 mm. Pituusleikkuri PL52 laitteisto mahdollistaa maksimissaan trimmileveyden 7580 mm ajamisen. Jotta lähelle tätä päästäisiin (7575 mm) on pohjakoneelta tulevan rataleveyden oltava 7734 mm, päällystyskoneelta tulevan rataleveyden oltava 7620 mm ja superkalantereilta tulevan rataleveyden oltava 7615 mm. Tämä mahdollistaa trimmileveyden kasvun 125 mm.

Tämä leveys ja oskilloinnin käyttöönotto vaatii superkalanterin telahiontaohjeen muuttamista. Oskilloinnin ollessa käytössä ja päällystyskoneelta tulevan maksimirataleveyden 7620 mm mukaisesti, suoran telapinnan hiontaohje-mitan tulee olla 7680 mm. Ilman oskilloinnin käyttöönottoa, pelkkä rataleveyden kasvu huomioiden kuitutelojen suoran telapinnan mitan tulee olla 7640 mm.

Jotta päällystyskoneen popella, superkalanterille menevien konerullien leveys pysyy vähintään leveydessä 7620 mm, on välirullaimen VR51 huolehdittava, että päällystyskoneelle aukirullaukseen tulevien konerullien lähtöleveys on vähintään 7694 mm tarvittaessa reunaleikkuuteriä siirtämällä ja päällystyskoneella on huolehdittava reunarajoittimien asettelu niin, että päällystetty ja kuivattava leveys pysyy leveydessä 7620 mm.

Pohjakoneella rataleveydelle 7734 mm ei ole koneen rakenteen puolesta esteitä. Leveyden saavuttaminen vaatii huopien hyvää kuntoa ja imutelojen reikien auki pysymistä koko imuvyöhykkeen leveydeltä, sekä reunapillien ja imuvyöhykkeiden reunalossien säätöä huovanvaihto- / kunnossapitoseisokkien jälkeen. Päällystyskoneella huolehdittava samoin siitä, että päällystysasemien telojen kunto mahdollistaa päällystysleveyden 7620 mm ajamisen.

Pohjakoneen nykyisen leveysdatan mukaan rataleveyden keskiarvo on ollut 7737 mm, maksimi 7770 mm ja minimi 7711 mm. Rataleveyksiä ei ole hyödynnetty päällystyskoneelle menevien konerullien leveyksissä. Välirullaimen terien pois leikatun osuuden jälkeen päällystyskoneelle menevien konerullien leveyden keskiarvo on ollut 7643 mm. Tästä päällystetty ja pois leikattu osuus on optimoitu vastaamaan nykyistä superkalanterin maksimimittaa 7510 mm, jolloin päällystyskoneelta ulos tullut leveys on ollut maksimissaan 7520 mm.

Pohjakoneelta kerätyn datan leveysarvon minimin 7711 mm perusteella ja päällystyskoneen maksimoidessa kuivan reunan osuus 80 millimetriin laskettuna, superkalantereille menevä rataleveys saadaan minimissäänkin kasvatettua arvoon 7556 mm. Tämä mahdollistaa joko trimmileveyden kasvun 61 mm:llä arvoon 7511 mm tai oskilloinnin käyttöönoton.

Tämän 61 mm kasvun saavuttamiseksi välirullaimella VR51 on huolehdittava, että päällystyskoneelle menevästä rataleveydestä ei leikata leveyttä -40 mm enempää reunanauhoja, mikäli pohjakoneelta tuleva rataleveys on minimiarvossaan 7711 mm. Päällystyskoneelle menevän rataleveyden on pystyttävä leveydessä 7670 mm.

Kuitutelojen hiontaohjetta on tällöin muutettava niin, että oskilloinnin ollessa käytössä ja päällystyskoneelta tulevan rataleveyden 7556 mm mukaisesti, suoran telapinnan hiontaohje-mitan tulee olla 7616 mm. Ilman oskilloinnin käyttöönottoa telapinnan suoran osuuden mitan tulee olla 7576 mm.

10 POHDINTA

Opinnäytetyön aihe oli laaja, monipuolinen ja mielenkiintoinen. Rataleveyden kasvattamisen edellytykset tulevat pohjakoneella vuonna 2012 asennettujen ajettavuuslaatikoiden myötä. Rataleveydestä ennen tätä löytyi tietoa haastatteleamalla ja merkintöinä käyttö-ohjekansioista. Rataleveyden historiatrendi ei riittänyt aikaan ennen vuotta 2011, jotta pohjakoneen rataleveyden mittamääräinen kasvu olisi voitu todentaa. Käytännön tarkastelut osoittivat kuitenkin, että seuraavissa konevaiheissa rataleveyttä on mahdollista kasvattaa ilman merkittävämpiä investointeja.

Rataleveyden tarkastelussa koko linjan osalta yllättivät leveyden monet muutosmahdollisuudet ja leveyden laskennan eri mahdollisuudet. Lisäksi tarkastelua vaikeuttavat monet käytännön prosessimuuttujat, kuten kudosten ja telojen kunto sekä muut prosessiolosuhteet, kuten kutistuma ja vedot.

Käytännön testauksia ei käytettävissä olevan ajan puitteissa suoritettu, kuin oskillointilaitteiston toimivuuden toteamiseksi. Tämän vuoksi opinnäytetyön hyödynnettävyyden varmistamiseksi jatkotoimenpiteinä voidaan suorittaa koeajoja ja suunnitella tämän pohjalta superkalantereiden telojen hiontaan muutoksia yhteistyössä Eforan ja telahiomon kanssa. Nämä toimenpiteet mahdollistavat radan levittämisen päällystyskoneen popella ja kasvun hyödynnettävyyden joko pituusleikkureiden trimmileveydessä tai vaihtoehtoisesti asiakasrullien laadun parantamisen oskilloinnin käyttöönoton myötä.

LÄHTEET

Ensalo E. 2015. StoraEnso Oyj, Veitsiluoto. Päälystyskoneen prosessinhoitajan haastattelu. Lokakuu 2015.

Foex 2016. PIX paper price index. <http://www.foex.fi/PIX/pix-pulp/>. Viitattu 07.04.2016.

Goman, M. 2016. Efora Oyj, Veitsiluoto. Telahiojan haastattelu. Tammikuu 2016.

Hermes, P. 2015a. Stora Enso Oyj, Germany. Member of Mill Support Team haastattelu. Marraskuu 2015.

Hermes, P. 2015b. Veitsiluoto PM 5 – Trouble shooting activities 11.2015 Support Center Mönchengladbach. Powerpoint esittely.

Hermes, P.2016a. StoraEnso Oyj, Germany. Member of Mill Support Team Haastattelu. Tammikuu 2016.

Hermes, P. 2016b. Veitsiluoto PM 5 – Material losses at finishing complex Visit week 4 / 2016 – Start of Optimisation at SC Support Center Mönchengladbach. Powerpoint esittely.

Hepola, A. 2015. StoraEnso Oyj, Veitsiluoto. Vuoromestarin haastattelu. Lokakuu 2015.

Jokio M. 1999. Papermaking part 3, Finishing. Jyväskylä: Gummerus.

Kantanen, R. 2015. Stora Enso Oyj, Veitsiluoto. Koneenhoitajan haastattelu. Marraskuu 2015.

Kauppalehti 2016. Pörssikurssitiedote. Viitattu 18.02.2016.

<http://www.kauppalehti.fi/5/i/porssi/porssikurssit/osake/?klid=1036>

Kehusmaa P. 2016. Stora Enso oyj, Veitsiluoto. Prosessinhoitajan haastattelu. Helmikuu 2016.

Koivuranta, J. 2015. StoraEnso Oyj, Veitsiluoto. Koneenhoitajan haastattelu. Syyskuu 2015.

Kormano S. 2016. Stora Enso oyj, Veitsiluoto. Prosessinhoitajan haastattelu. Helmikuu 2016.

Kummu, J. 2015. StoraEnso Oyj, Veitsiluoto. Prosessinhoitajan haastattelu. Lokakuu 2015.

Kraatari, T. 2015. Efora Oyj, Veitsiluoto. Projektipäällikön haastattelu. Marraskuu 2015.

Lankala, I. 2015. Stora Enso oyj, Veitsiluoto. Prosessinhoitajan haastattelu. Tammikuu 2016.

Lindberg, H.2015. Ilmakuivaimien puhallusleveydestä. Email via tapio.kraatari@efora.fi 11.11.2015.

Marjamaa O. 2016. Stora Enso oyj, Veitsiluoto. Mill order planning team member haastattelu. Maaliskuu 2016.

Metso 2002. Ajettavuusjärjestelmät käyttö- ja huolto-ohjeet Press-nip-laatikko Kansio 15311.

Metso 2011. Ilmakuivaimien tehostus, käyttö- ja huolto-ohjeet.

Metso 2012. Tekninen erittely ja hankintarajat paperikoneen ilmalaitteet. MPQP008168.02

NovaNet 2015. StoraEnso oyj Publication paper, virtuaalinen oppimisympäristö \\fiveifs5\apps\KnowNova\veitsiluoto\kayttoliittymat_PK1\pm1_otsi-kot\ppv_pm1.htm

Poikela, T. 2015. PM5 trim width increase 20121026A powerpoint esitys. Email teuvo.poikela@storaenso.com 08.10.2015

Poikela, T. 2015. Stora Enso Oyj, Veitsiluoto. Kehityspäällikön haastattelu. Lokakuu 2015.

Posti, T. 2016. Stora Enso Oyj, Veitsiluoto. Koneenhoitajan haastattelu. Helmikuu 2016.

Smith, R. 2007. Challenges in winding flexible packaging Film. TAPPI publications. Viitattu 18.02.2016. <http://www.tappi.org/content/events/07place/papers/smith.pdf>

Soraranta M. 2016. Stora Enso Oyj, Veitsiluoto. Prosessinhoitajan haastattelu. Helmikuu 2016.

Stora Enso 2005. Korhonen T. PPV PK1 5012. SK11-SK12 Vision radanohjausjärjestelmä työohje.

Stora Enso 2008. Åman M. PK5-5013 Superkalantereiden hallinta työohje.

Stora Enso 2011. Kaarakka M. PPV-PK1-2040 Höyrylaatikon käytössä huomioitavia asioita työohje

Stora Enso 2014. Rimpiläinen J. PPV PK5 2013. Rataleveyden hallinta viiraosalla työohje

StoraEnso 2015. Tips raportti

Stora Enso Oyj 2016a. Internetsivustot

<http://www.storaenso.com/lang/finland/stora-enso-lyhyesti>

Stora Enso Oyj 2016b. Sisäinen Insite. Painopaperit. Viitattu 18.02.2016.

<https://veitsiluoto-mill.weshare.storaenso.com/Tuotanto/magazine-paper/tuotanto/Pages/tuotanto.aspx>

Stora Enso Oyj 2016c. Sisäinen Insite. Veitsiluoto 2015–esittelykalvosarja. Viitattu 18.02.2016.

Stora Enso 2016d. Tips tehdastietojärjestelmä.

Stora Enso 2016e. WindControl ohjausjärjestelmä

Stora Enso 2016f. Dna ohjausjärjestelmä.

Valmet 1985. Konekäsikirja Veitsiluoto PK5 uusinta , konepiirustus 63241-1037
Kansio 15026

Valmet 1989. JR1000 pituusleikkurin käyttö- ja huolto-ohjeet.

Valmet 1995a. PK5 Blade 95P Mekaaniset piirustukset ½ PK5 Blade 95P. Konepiirustus 0000702.00

Valmet 1995b. VR51 Blade 95V Käyttö-ja huolto-ohjeet välirullain. Konepiirustus 1008348.01

Valmet 1996. Blade 96 / paperikoneen uusinta. Konepiirustus RAU 8800681 ja konepiirustus RAU 8800697 Kansio 15263

Voith Sulzer 1996. Betriebsanleitung Dynamic Blade coaters. Kemi PM5.

Wärtsilä 1988. Käyttö-ja huolto-ohjeet superkalanterit SK51 ja SK52 kansio 1/3