

NipcoFlex-kenkäkalanteri – Kehitystyötä ja käyttökokemuksia



Dr. Jörg Rheims

Finishing
joerg.rheims@voith.com



Dr. Rüdiger Kurtz

Paper Machines Graphic
ruediger.kurtz@voith.com

Kenkäpuristimesta saadut ainutlaatuiset kokemukset taustana Voith Paper alkoi kehittää kenkäkalanteria yhdeksänkymmentäluvun alussa. Perustyö saatiin tehdyksi useiden patenttien myötä, mutta silloisen markkinatilanteen kehitys edellytti nopeasti keskittymistä Janus-kalanteriin. Kenkäkalanteria koskenut kehitystyö jatkui jälleen vuonna 2000 ja joulukuussa 2001 NipcoFlex-kalanterin koelaitte oli otettu käyttöön.

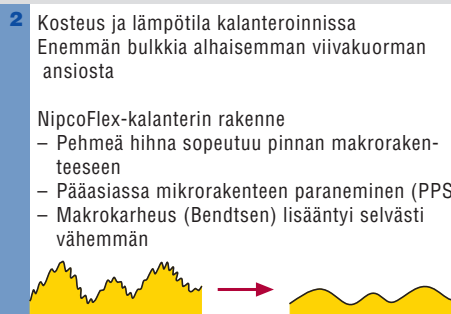
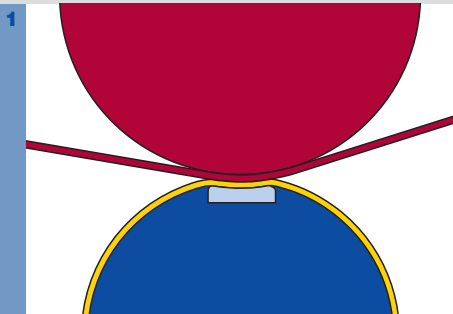
Perusrakenne ja toimintatapa

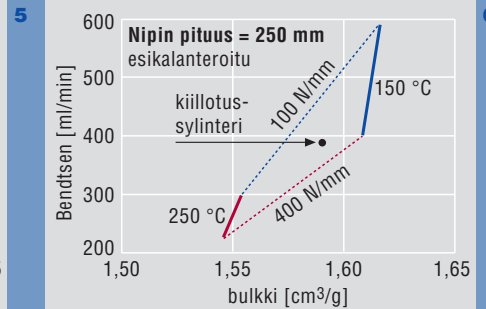
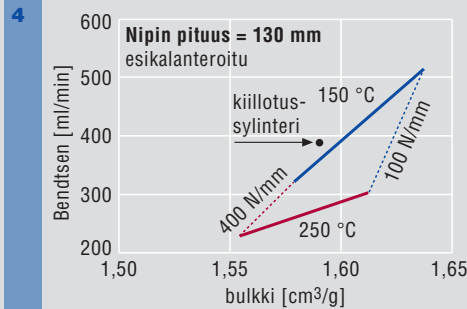
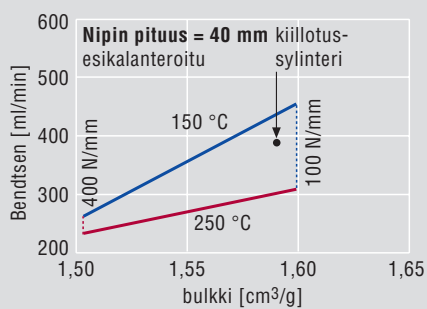
NipcoFlex-kalanterin rakenne koostuu lämmitetystä Flexitherm-telasta, jota puristetaan NipcoFlex-telan pehmeää pinnoitetta ja koveraa kenkää vasten (**Kuva 1**). NipcoFlex-hihnan ja Flexitherm-telan välissä kulkeva paperi kalanteroituu jälkimmäisen telan puolelta. QualiFlex Cal -hihna ja sen erityisominaisuudet (pinnan sileys, kovuus, lämpökapasiteetti ja mekaaninen kestävyys) ovat erittäin tärkeitä asioita laajanippisessä kalanteroinnissa. Toki myös kenkä itsessään (nipin pituus, MD-viivapaineprofiili sekä voitelujärjestelyt hihnan ja kengän välillä) vaikuttaa oleellisesti lopputulokseen.

Kenkäkalanterointi perustuu kosteus- ja lämpötasojen väliseen vuorovaikutukseen (**Kuva 2**). Pidemmällä nipillä on suurempi vaikutus kalanterointitulokseen, ja myös korkea lämpötila edistää prosessia. Tässä mahdollistuu myös linjapaineen tuntuva vähentäminen, mikä auttaa laatuvaatimusten saavuttamisessa.

NipcoFlex-kalanterin koekone

NipcoFlex-kalanterin koekoneessa, joka on **kuvassa 3**, on kosteutin (höyry tai vesi) nipin edessä. Kaksiasemaisessa yhdistelmässä on mahdollista toteuttaa myös on-line esikalanterointi tai jälkika-





lanterointi (kääntöpuolella) käyttäen joko kovapintaisia tai pehmeäpintaisia teloja.

NipcoFlex-koekalanteria voidaan ajaa aina 1500 m/min nopeudella linjapaineen ollessa maksimissaan 1200 N/mm. Ylin telälämpötila voi olla 260 °C.

Nipin pituus voi vaihdella 40-250 mm. Lyhyempiä nippejä käytetään pääasiassa graafisiin papereihin ja pitempiä nippejä kartonkeihin.

Joulukuusta 2001 lähtien Voith on tehnyt runsaasti erilaisia testejä, jotka kattavat suuren määrän vaihtelevia pintapainoja neliömassaltaan 370 gsm taivekartongista 40 gsm graafiseen paperiin.

NipcoFlex-kalanteri kartonkia ja pakkauspaperia varten

Monissa kartonkikoneissa kartongin bulkkia säästetään kalanteroimalla jenkki-sylinterillä, mutta tekniikkaa rajoittaa tuotantonopeus ja tuotannon määrä. Kaiken kaikkiaan pyrkimykset bulkkia säästävään kalanterointiin johtavat kenkäkalanterointiin.

NipcoFlex-kalanteria ja jenkkisylinteriä koskeva keskinäinen vertailu

Nipin pituus on hyvin tärkeä muuttuja kenkäkalanteroinnissa, koska siinä määräytyy se, miten kauan paine-, lämpötila- ja kosteus ovat keskinäisessä vuorovaikutuksessa keskenään. **Kuvat 4, 5 ja 6** osoittavat päällystämättömän uusiokuitukartongin (WLC, pintapaino noin 370 gsm) kalanteroinnissa saatuja tuloksia, kun nipin leveys on 40 mm, 130 mm ja 250 mm. Tulostykäyrät osoittavat makrokarheuden (Bendtsen) ja ominaisbulkin keskinäiset suhteet lämpötiloissa 150 °C (sininen) ja 250 °C (punainen) viivapaineen vaihdeltaessa 100-400 N/mm. Pilikutetut linjat kertovat tuloksista käytettäessä vakiopainetta ja vaihtelevia lämpötiloja. Kaiken kaikkiaan nämä käyrät kuvaavat kalanterin suorituskykyä näillä asetuksilla.

Käytettäessä lyhyintä mahdollista 40 mm kenkäleveyttä (**Kuva 4**) lämpötilan vaihteluilla ei ole vaikutusta kalanteroinnin tulokseen. Referenssi-kohteeseen verrattuna, jenkkisylinterillä aikaansaatu parempi bulkki syntyy vain matalilla viivapaineilla. Tämä nippi on selkeästi liian kapea suhteellisen raskaan kartongin käsittelemiseksi. Tulokset ovat samanlaisia kuin softkalanterilla.

130 mm levyisessä nipissä (**Kuva 5**) bulkki muuttuu huomattavasti lämpötilan mukana. Ja edelleen, kenkäkalanteroinnin tulokset ylittävät laajasti referenssi-kohteen arvot. Jos kalanterin nippiä suurennetaan edelleen aina 250 mm (**Kuva 6**) tulokset eivät välttämättä enää paranekaan, koska pitkällä viivymällä ja lämpötilalla on suurempi merkitys kuin viivapaineella.

Jatkettaessa NipcoFlex-kalanterin ja jenkkisylinterin keskinäistä vertailua WLC-lajin osalta kartongin pinnan mikrokarheus (PPS S-10) ja bulkki ennen ja jälkeen päällystyksen on nähtävissä **kuvasssa 7**.

Kuva 1: NipcoFlex-kalanteroinnin periaate.

Kuva 2: NipcoFlex-kalanteroinnilla parantunut pinnan laatu.

Kuva 3: NipcoFlex-koekalanteri.

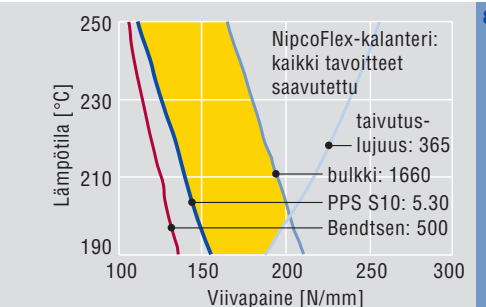
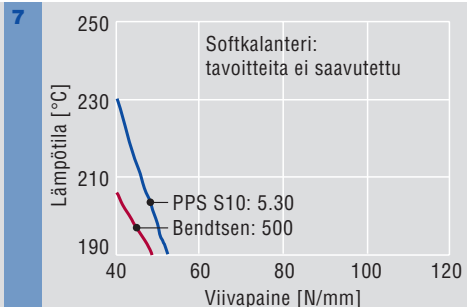
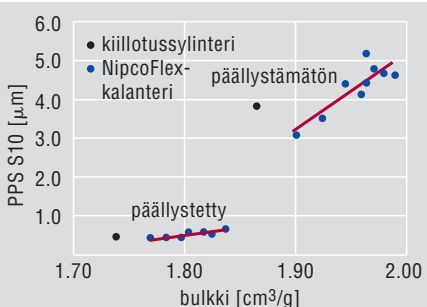
Kuva 4: NipcoFlex-kalanteri, nipin pituus 40 mm, esikalanterointi kovanipissä, WLC.

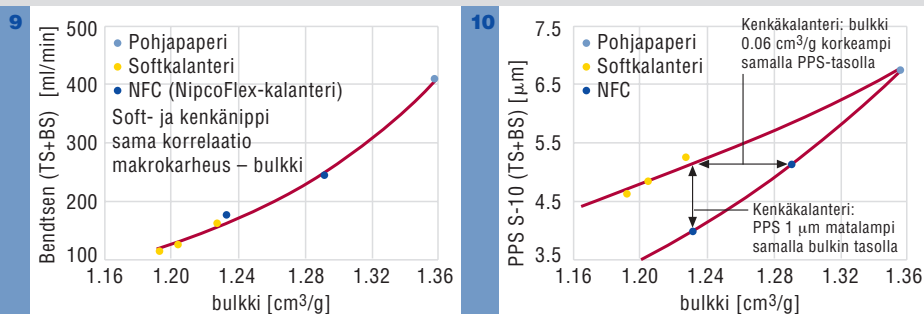
Kuva 5: Nipin pituus 130 mm.

Kuva 6: Nipin pituus 250 mm.

Kuva 7: Taivekartonki: Jenkkisylinterin ja NipcoFlex-kalanterin keskinäinen vertailu.

Kuva 8: Käyttöikkuna nestepakkauskartongille: softkalanterin ja NipcoFlex-kalanterin keskinäinen vertailu.





NipcoFlex-kalanterilla saavutetaan sama PPS-taso kuin jenkisynterillä, mutta bulkki on 4 % parempi 40 % suuremmalla ajonopeudella. Tulos osoittaa selkeästi, että jenkisynteriä rajoittavat tekijät on voitettu.

NipcoFlex-kalanteroinnin ja softkalanteroinnin keskinäinen vertailu

Kuva 8. kertoo tästä vertailusta neste-pakkauskartonkia koskevan aineiston pohjalta. Kulloinkin kyseessä ollut ajotapa säädettiin erikseen käyttämällä optimointiohjelmia. Oheisessa tapauksessa kuvataan softkalanterointia: pinnan laatu täyttää laatuvaatimukset, mutta bulkki on riittämätön. NipcoFlex-kalanterein kohdalla kaikki tavoitearvot ovat hyväksytyllä keltaisella alueella.

NipcoFlex-kalanteri graafisille papereille

Softkalanteria käytetään painopapereiden kuten kopiopaperin tai mattapintaisten päällystettyjen hienopapereiden valmistuksessa. Täältä osin NipcoFlex-kalanteri tarjoaa keinoja saada aikaan mahdollisimman hyvä bulkki säästämällä samalla kuituja ja tuotantokustannuksia.

Kuvassa 9 ja 10 nähdään kaksipuolisesti kalanteroitun kopiopaperin (80 gsm) osalta saatuja tuloksia.

Kuva 9 osoittaa otantoja makrokarheudesta tietyin bulkin kohdalla. Kuten näkyy, kahden kalanteroitintavan välillä ei ole havaittavissa mitään eroa. Toisaalta taas, kun verrataan PPS S-10 mikrokarheuteen

Kuva 9: Kopiopaperin kalanterointi NipcoFlex-kalanterilla (80 gsm): makrokarheus.

Kuva 10: Kopiopaperin kalanterointi NipcoFlex-kalanterilla (80 gsm): mikrokarheus.

Kuva 11: StoraEnso, Beienfurtin KK3-projekti.

Kuva 12: NipcoFlex-kalanteri.

Kuva 13: StoraEnso, Baienfurtin KK3.

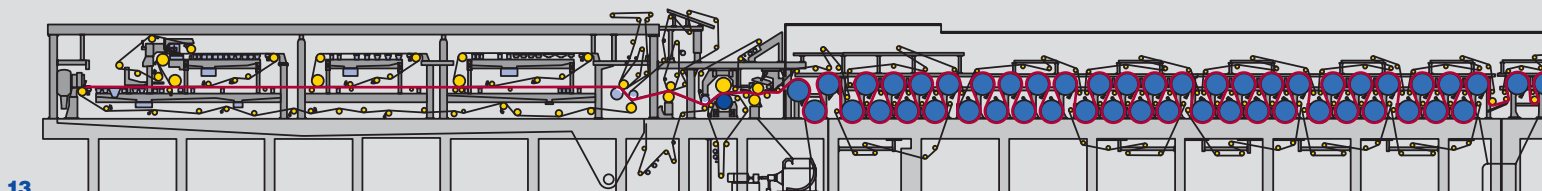
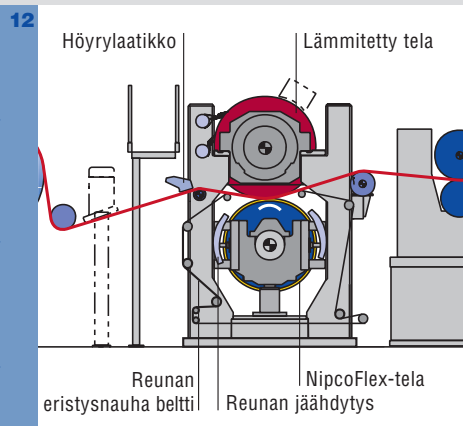
(Kuva 10) ero on selvä: NipcoFlex-kalanterein saatu bulkki on 5 % tai 0,06 cm³/g korkeampi samalla PPS-alueella ja samaan aikaan sileyys on parantunut kyseisellä bulkillä noin 1 μm tai 20 %.

NipcoFlex-kalanteri verrattuna Janus-kalanterein

Janus-kalanterea käytetään nykyään valmistettaessa graafisia papereita, joiden pinnalta vaaditaan korkeita laatuominaisuuksia. Tällaisia ovat mm. SC- ja LWC-lajit. Käytetystä tekniikasta johtuen yhä parempiin pinnanlaatuuihin ja tuotantonopeuksiin päästäisiin vain lisäämällä edelleen nippien määrää. Tämä olisi kuitenkin perustelematonta sekä teknisten argumenttien että investointi- ja käyttökustannusten osalta. Jälleen kerran NipcoFlex-kalanteri saattaa olla oikea ratkaisu.

Kun pyritään yhdenmukaistamaan moninippisen Janus-tekniikan ja yksinippisen NipcoFlex-kalanterein suorituskykyä paperiradan toisen puolen kalanteroinnissa, tarvitaan lyhyet nipit ja korkeat viivapaineet sekä/tai korkea telapinnan lämpötila (runsaasti yli 200 °C). Tässä tapauksessa maksimaalinen hinnan kuormitusraja ylittyy. Tehdyt testit ovat johdonmukaisesti kertoneet NipcoFlex-kalanterein potentiaalista, mutta ne ovat myös paljastaneet vielä olemassa olevia rajoituksia. Voith Paperilla on näin ollen edessään vielä paljon kehitys- ja optimointityötä jäljellä.

11	<p>Projekti WLC-koneen uusinta leveys: 4,8 m, nopeus: 750 m/min</p> <p>Konsepti NipcoFlex-kenkäpuristin NipcoFlex-kenkäkalanteri (250 °C), Sirius-rullain</p> <p>Tavoite 1.1. askel: lisätätä tuotantoa ~35 000 t/a (20%) 2.2. askel: korvata jenkisynteri (noin 25%)</p> <p>Helmikuu 2004: BM3:n tuotanto käynnistyi uusinnan jälkeen</p>
-----------	---



13

Kuva 14: Baienfurtin KK3:n NipcoFlex-kalante-
rin suunnittelun pohjatietoa.

Kuva 15: NipcoFlex-kalanteri Baienfurtissa.

Suunnittelunopeus	850 m/min	14
Lämmitetyn telan pintalämpötila	250 °C tuotannossa	
Linjapaine	maksimi 500 N/mm	
Nipin pituus	190 mm (130, 250 mm mahdollista)	
Kengän kallistus (viivapaineen muutos tulo- ja lähtöpuolella)	+/- 20 %	

NipcoFlex-kalanteri tuotannossa – käyttökokeuksia Stora Enson Baienfurtin KK3:lta

NipcoFlex-kalanteritekniikka

Kuva 11 summaa uusinnalle asetetut ehdottomat tavoitteet, erityisesti tavoitellun 25 % tuotannonlisäyksen korvaamalla jenkisyylinteri kenkäkalanterilla.

Tässä uusitussa kartonkikoneessa (**Kuva 13**) NipcoFlex-kalanteri ei sijaitse erityisen kostealla prosessivyöhykkeellä, jossa jenkisyylinteri on, vaan välittömästi päällystyskoneen edessä, jossa radan kuiva-aineepitoisuus on jo varsin korkea.

Kuvassa 12 on NipcoFlex-kalanterin yksityiskohtainen layout. Ylätelan pinta on lämmitettävissä induktiivisesti 250 °C ajon aikana. Nipin pituutta voidaan muuttaa kalanterin pohjatelalla. Koska kalanterointi tapahtuu on-line-tilassa, molemmissa teloissa on käyttö.

Jotta telan hihnan sulaminen kovan kuumuuden vuoksi estetään, ylätelan päätyvyöhykkeillä rainan ulkopuolisilla osilla estetään välitön kontakti kenkäpuristimista poiketen.

NipcoFlexin kalanterikenkä on tämän vuoksi kevennetty alatelan kehältä ja telan päitä jäädytetään paineilmalla ja kylmävesisuihkuilla.

Kartongin pintaominaisuuksia parannetaan höyrylaatikolla, joka sijaitsee nipin edessä radan yläpuolella. Höyrykondenssi lisää rainan sileyttä.

Telat ja NipcoFlex-hihna vaihdetaan samalla tavalla kuin kenkäpuristimessakin.

Kuvassa 14 summataan koneen rakennetiedot sekä käyttöön liittyvät muuttajat. Kartongin laadun optimoimiseksi käytössä on kolme eri nippipituutta. Startissa oli käytössä 190 mm nippi, koska se oli antanut parhaat tulokset ennakkoon tehdyissä koeajoissa.

Kuva 15 kuvaa NipcoFlex-kalantaria käytössä Baienfurtin KK3-kartonkikoneella.

Käyttökokeemukset

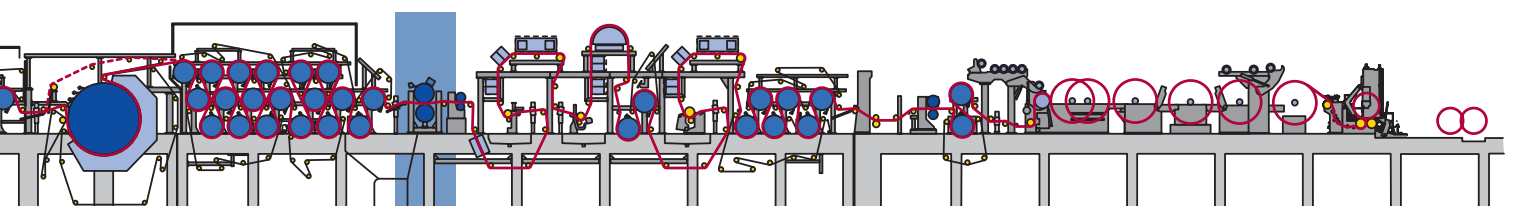
Koekoneella saadut kokemukset ohjasivat

käyttöönoton jälkeistä optimointivaihetta. **Kuvassa 16** summataan ensimmäiset, heti startin jälkeen saadut mittaukset, jotka antavat laatu- ja painettavuusdataa pintapainoltaan 215 gsm olevasta taivekartongista.

Kaikki koeajoissa todennetut myönteiset testitulokset varmentuivat kaupallisessa ajossa poikkeuksetta.

Kartongin z-suuntaisen struktuurin ja pinnan laatuominaisuuksien kannalta kartonkikoneeseen oli tehtävä uusinnan yhteydessä keskeisiä rakennemuutoksia:

- Offsetpuristin tukee kaksoishuovituksen läpi tapahtuvaa vedenpoistoa radan suuntaan konventionaalisten puristimien asemesta (mutta kaiken kaikkiaan yksi puristin vähemmän)



NipcoFlex-kalanteri

16	Haluttu tekninen standardi	Ennen uusintaa jenkki/laji 1	Jälkeen uusinnan NFC/laji 1
	Pintap. yht. (gsm)	220	215
	Nopeus (m/min)	440	470
	Bulkki (cm ³ /g)	1,48 +/- 3 %	= (+)
	Taivutusjäykkyys (mNm)	9,6-10,7	=
	PPS karheus (µm)	1,3-1,6	= (+)
	Painettavuus	laikuton, hyvä kiilto ja vaaleus	= (+)

- NipcoFlex-kalanterointi korkeassa lämpötilassa olevassa pitkässä nipissä jenkkiylinteriä korvaamassa.

Oli siis hyvin oleellista nähdä, muuttuiko kartongin rakenne riittävästi jatkojalostusprosessia varten (päälylystyys, painatus), vai olivatko pinnan laatumuutokset ja z-suuntaisen struktuurin muutokset vain marginaalisia.

Tähän kysymykseen voidaan vastata osittain vertaamalla kolmessa eri tuotantovaiheessa otettuja SEM (skannaus elektronimikroskooppilla) -kuvia (**Kuva 17**) – yksittäisten puristimien ja jenkkiylinterin suhteen ennen uusintaa, kenkäkalanterin ja jenkkiylinterin suhteen uusinnan jäl-

keen sekä lopuksi kenkäpuristimen ja NipcoFlex-kalanterin suhteen uusinnan jälkeen.

Kuten näistä kuvista ilmenee, z-suuntaisessa struktuurissa on vain minimaalisia eroja. Lisäksi erinomaiset painatustulokset osoittavat, että muutosvaikutukset olivat mitättömiä.

Yhteenveto ja tulevaisuuden suuntaviivat

Voith Paperin kolmen viime vuoden aikana tekemissä koeajoissa on tullut esiin NipcoFlex-kalanterin suuri hyödynnettävissä oleva potentiaali.

Kuva 16: Käyttöönoton jälkeinen käyttökokemus.

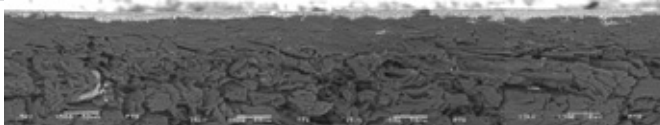
Kuva 17: Jenkkisyylinterin SEM-analyysi ja NipcoFlex-kalanterin käyttökokemukset.

Kuva 18: Tuotantoedut ja jatkopotentiaali.

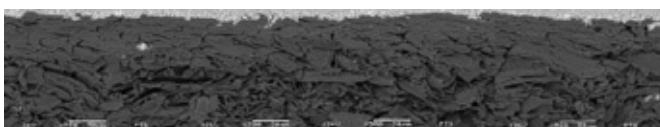
Maailman ensimmäinen laajanippinen kalanteri otettiin käyttöön taivekartongin valmistuksessa Stora Enson Baienfurtin tehtaalla Saksassa helmikuun 1. päivänä 2004. **Kuva 18** summaa NipcoFlex-kalanterilla toistaiseksi saatuja käyttökokemuksia ja hyötynäkökohtia.

Vuoden 2006 toisella vuosineljänneksellä Voith Paper käynnistää jälleen NipcoFlex-kalanterin, tällä kertaa nestepakkaukskartongin valmistusta varten Weyerhaeuserin Longviewin tehtaalla Yhdysvalloissa. Samana vuonna useita jo nyt tilattuja kenkäkalantereita asennetaan graafisia papereita valmistaviin tuotantolinjoihin.

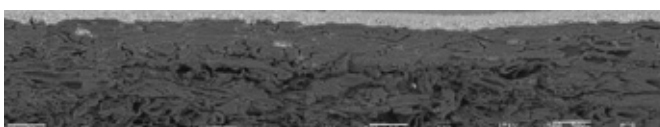
17 Ennen uusintaa vanhan puristimen ja jenkin kanssa



Uusinnan jälkeen NipcoFlex-puristimen ja jenkin kanssa



Uusinnan jälkeen NipcoFlex-puristimen ja uuden NipcoFlex-kalanterin kanssa



18 Kenkäkalanteroinnille asetetut laatuvaatimet saavutettiin ensimmäisen hyväksytyt tuotantoajan jälkeen painettavuuden oltua yhtä hyvän kuin ennen uusintaa

Tehokkuus ja ajettavuus odotetun hyviä

Nopeuden nosto ilman laadun heikkenemistä mahdollista

Uusinnalle asetettu tavoite nostaa tuotantoa edelleen 25 % ja jenkin korvaaminen tuntuvat järkeviltä.

NipcoFlex-kalanteri täyttää tuotteelle ja uusinnalle asetetut tavoitteet