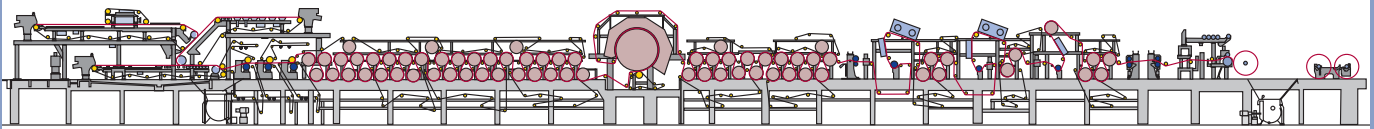


## NipcoFlex-kalanteritekniikka – lisäämässä pakkauspapereiden valmistuskapasiteettia ja parantamassa paperin laatua



**Dr. Manfred Feichtinger**

Paper Machines  
Board and Packaging  
manfred.feichtinger@voith.com



**Dr. Jörg Rheims**

Finishing  
joerg.rheims@voith.com

**Maailmassa valmistetaan taivekartonkia tällä hetkellä noin 42 miljoonaa tonnia vuodessa. Euroopassa ja Yhdysvalloissa vuosikasvu on noin 2-2,5% ja Aasiassa noin 8-10%. Aasiassa valmistetaan parhaillaan taivekartonkeja noin 10 miljoonaa tonnia vuodessa, ja yksin Kiinassa tuotanto nousi viime vuonna 20 prosentin kasvu-uralla 3,5 miljoonaan tonniin.**

Näillä kasvunäkymillä uudet koneinvestoinnit ovat keskeisiä Kiinassa, kun taas Euroopassa keskitytään pääasiassa koneuusintoihin ja tuotannon optimointeihin.

### Taivekartongin valmistuksen konventionaalinen konsepti

Euroopassa taivekartonkia valmistetaan tyypillisesti monikerrosrainauksella jenkisyylinteriä hyödyntämällä, kuten **Kuvassa 1.** osoitetaan. Päälystysasemaa edeltävä kovanippikalanteri varmistaa täsmällistä kaliperiohjausta matalilla nippipaineilla. Riippuen lopputuotteen sileyttä kiiltovaatimuksista myös pehmonippikalanterointia voidaan käyttää kaksois- ja kolmoispuhallustuksen jälkeen.

Viiteentoista vuoteen Euroopassa ei ole otettu käyttöön yhtään taivekartonkikonetta, jossa keskeisenä tavoitteena ei olisi ollut tuotannon lisääminen. Erinomaiseen menestykseen yltänyt NipcoFlex-kenkäpu-

ristintekniikka on mahdollistanutkin noin 10-15 prosentin tuotannonlisäyksen.

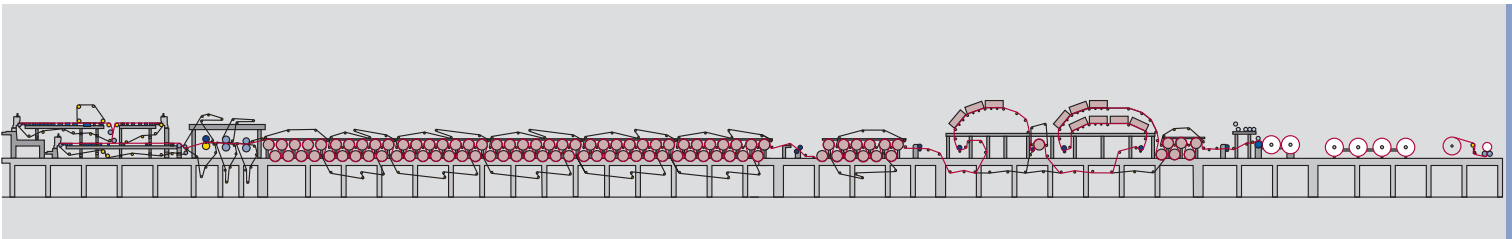
Samaan aikaan Aasian tuotantokapasiteetit ovat kasvaneet valtavasti. Oleellinen ero Euroopan ja Aasian taivekartonkituotannoissa pelkistyy kalanterointitekniikkaan (**Kuva 2.**). Yksinkertaistaakseen tuotantoa käytännössä yhdessäkin aasialaisessa konseptissa ei ole jenkisyylinteriä. Tämän asemesta kartonki ajetaan lämmitetyn kovanippikalanterin läpi. Päälystystä seuraa pehmonippikalanteri kaikkia taivekartonkilajeja valmistettaessa.

Nämä erot eurooppalaisen ja aasialaisen valmistuskonseptien kesken näkyvät tietysti myös lopputuotteen laadussa. Jenkisyylinterillä tehdyn eurooppalaisen taivekartongin sileyttä ja bulkkia ei saavuteta kovanippi- tai pehmonippikalantereilla. Toisin sanoen aasialaisen taivekartongin sileyttä on eurooppalaisiin tuotteisiin verrattuna vertailukelpoinen vain matalilla

**Kuva 1:** Perinteinen eurooppalainen konsepti kartongin valmistukseen.

**Kuva 2:** Perinteinen aasialainen konsepti kartongin valmistukseen.

**Kuva 3:** Jenkkikuivain.



bulkeilla, koska laatu saavutetaan intensiivisellä kalanteroinnilla ja runsaammalla päällystyksellä, mitkä molemmat vaikuttavat haitallisesti kartongin bulkkiin.

### Jenkkisyylinteri

Kuten **Kuvasta 3.** näkyy, jenkkisyylinteri on höyryllä lämmitetty, halkaisijaltaan aina 7000 mm yltävä valurautasyylinteri, joka asennettuna vaatii noin 60% kuivatusosan pituudesta. Suhteellisen suuren kosteuden omaava kartonki puristetaan kiillotushuopaa hyödyntämällä sylinterin pintaa vasten. Optimaalisesti kosteuspiitoisuus puristimella on noin 63-67%, jotta sylinterin pinnalla oleva raina sekä kiillottuu että kuivaa samanaikaisesti. Höyryn paineen ja käyttönopeuden pitää olla säädetty sellaiselle tasolle, että raina irtoaa sylinterin pinnasta kaavarin edellä siirtyäkseen helposti jälkikuivatusryhmään.

Jenkkisyylinterillä tapahtuvan kohtuullisen puristamisen ansiosta sekä pitkän viipymän vuoksi kartongin pinta samalla pehmentyy ja sileällä sylinterin pinnalla syntyy ilman voimakasta kokoonpuristumista.

Jenkkisyylinteriin liittyy kuitenkin huomattavia epäkohtia, erityisesti kapasiteetin lisäyksen suhteen:

- Tarkkaan määritellyn alkukosteuspitoisuuden vuoksi jenkin höyrynpainetta on lisättävä, mikäli nopeutta aiotaan lisätä. Tämän vaihtoehtona on käyttää suurempaa jenkkiä.
- Jenkkisyylinterikoneissa esikuivatusryhmän lämmitys tapahtuu epäsymmetrisesti, jolloin tarjolla olevaa kuivatuskapasiteettia ei pystytä käyttämään kokonaan. Tuotannon lisäys vaatii useimmiten pitemmän kuivatusosan, jotta taustaosan kuivatuskapasiteetti on riittävä. Toinen rajoittava tekijä on vaadittu kartongin tasaisuuden korjaaminen, mikä johtuu siitä, että esikuivatusryhmä kuivaa pääasiassa taustaa, kun taas jenkki kuivaa pintakerrosta.
- Jos jenkille menevän kartongin kuivainepitoisuus poikkeaa optimaalisesta arvostaan tuotantoa lisättäessä, pohja-

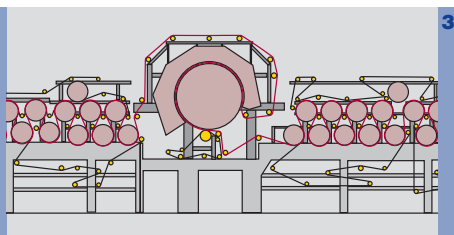
kartongin sileys huononee merkittävästi, eikä sitä voida korjata jälkepäin bulkin heikentymättä.

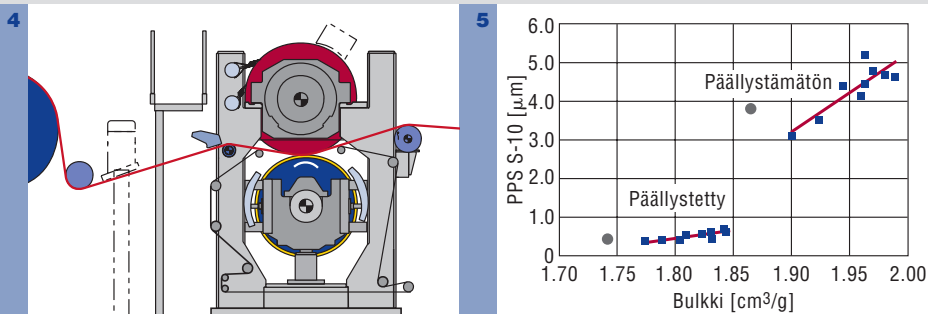
Yllä mainitut ongelmat voidaan voittaa joko käyttämällä kolmikerroksisia kuivatusryhmiä, jenkkisyylinterin toisenlaisella sijoittelulla tai korvaamalla jenkki isommallalla. Kapasiteetin noston tavoitteista riippuen kaikki toimenpiteet ovat käytettävissä.

Kaikki ratkaisut ovat kuitenkin kalliita ja aikaa vieviä, eivätkä ne mitenkään yksinkertaista kartonkikoneen ajettavuutta korkeimmilla nopeuksilla.

Yhteenvetona voidaankin todeta, että jenkkisyylinteriin liittyy suuria etuja kartongin laatua ajatellen, mutta myös vakavia ongelmia joustavuuden ja tehokkuuden suhteen, erityisesti pyrittäessä lisäämään tuotantoa.

Juuri näiden syiden vuoksi Voith on kehittänyt NipcoFlex-kalanterin (NFC). Hyödyntämällä kenkäpuristintekniikkaa ohitetaan jenkkisyylinteriin liittyvät perusongelmat saavuttamalla samalla vähintäänkin yhtä hyvät laatuominaisuudet.





Kuva 4: NipcoFlex-kalanteri.

Kuva 5: Jenkkikuivainta ja NipcoFlex-kalanteria koskeva vertailu.

● Jenkkikuivain  
■ NipcoFlex-kalanteri

## NipcoFlex-kalanteri

NipcoFlex-kalanterin peruselementit perustuvat jo kahden vuosikymmenen ajan markkinoille toimitetun yli 300 NipcoFlex-kenkäpuristimen teknologiaan.

Hyödyntämällä puristinkenkää lämmitettyä vastatela vasten tämä tekniikka mahdollistaa pitkän nippiiviipymän matalilla linjakuormituksilla. Ja aivan kuten jenkkisylinterillä, tässäkin tapauksessa kosteuden ja lämpötilan suhteita säätämällä päästään optimoituihin lopputuloksiin. NipcoFlex-kalanterin erityinen etu on siinä, että sitä ei rajoita ajonopeuden nosto, koska nipin leveyttä voidaan säädellä varmistamaan tarvittavaa viipymää.

Kuvassa 4. on tyypillisen NipcoFlex-puristimen layout. Pehmopintainen NipcoFlex-tela ja tukeva kenkä ovat radan alla, ja sen yläpuolella on metallipintainen lämmitetty Flexitherm-tela.

NipcoFlex-kalanteri sopii sekä pohjakartongin esikalanterointiin ja päällystykseen jälkeiseen jälkikalanterointiin. Tyypilliset käyttöparametrit ovat seuraavanlaisia:

	Esikalanterointi	Jälkikalanterointi
Linjapaine [kN/m]	150-300	200-500
Nipin pituus [mm]	130-250	50-100
Pintalämpötila	250 °C	noin 200 °C

Toisin kuin jenkkisylinterin kohdalla NipcoFlex-kalanteri sijoitetaan esikalanteroinnissa kuivatusosan loppuun välittömästi päällystysasemien eteen. Ensimmäisellä kaupallisella sovellutuksellaan Stora Enson Baienfurtin tehtaalla KK3:lla sekä lukuisissa koeajoissa on osoittautunut, että NipcoFlex-kalanterilla saavutetut lopputuotteen laatuun liittyvät tulokset ovat vähintäänkin vertailukelpoisia jenkkisylinterillä aikaansaatuihin arvoihin nähden.

Vertailevat testit Kuvassa 5. osoittavat tyypillisiä pohjakartongin esikalanteroinnissa NipcoFlex-kalanterilla saatuja mitta- ja suureita jenkkisylinteriin verrattuna. Sekä raan että viimeistelty kartongin mikrosileyks (PPS-10) saavutetaan NipcoFlex-kalanterilla vähintään yhtä hyvin kuin jenkillä. Tämän lisäksi bulkki on yhä neljä prosenttia korkeampi jopa 40 prosenttia nousseilla nopeuksilla.

Nämä edut tarjoavat mahtavan tuotannon lisäspotentiaalin, erityisesti jenkkiä koskeissa uudistamishankkeissa.

Käyttämällä NipcoFlex-kalanteria päällystetyn kartongin pehmonippikalanteroinnissa vastaavanlaisia parannuksia saadaan myös aikaan. NipcoFlex-kalanterin lisäetu verrattuna kaikkiin muihin tekniikoihin on tasainen puristus, mikä varmistaa huomattavasti tasaisemman kiillon ja mikrosileyden. Tämä parantaa yleisesti ottaen myös kartongin painetta-

vuutta niin syväpainatuksessa kuin offset-painatuksessakin, jopa enemmän kuin jenkillä tuotetuilla kartongeilla.

## NipcoFlex-kalanterin hyödyntäminen uusissa konekonsepteissa

Miten NipcoFlex-kalanterin potentiaalia voidaan parhaiten hyödyntää esikalanteroinnissa parhaimmalla mahdollisella tavalla lisäämässä jenkkikoneitten tuotantoa?

Optimointipotentiaali on ilmeisintä jenkkikoneiden kapasiteettinsa huipulla toimivissa kaksirivisissä esi- ja jälkikuivatusryhmissä. Seuraavien esimerkkien perusteella tuotantopotentiaalini lisääminen voidaan määrittää jokaista sovellusta varten. Nämä ja edellä mainitut esimerkit kertovat ainoastaan keskeisistä mahdollisuuksista arvioimatta mahdollisesti voimassa olevien patenttien merkitystä. Vertailun helpottamiseksi käytettävissä oleva kuivatusosan pituus pitää olla sama kuin olemassa olevan kuivatusryhmän pituus.

### Vaihtoehto 1.1

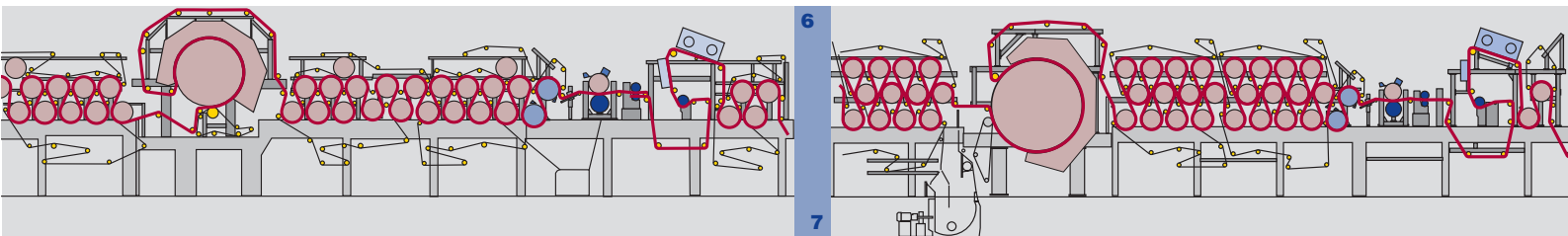
Yksinkertaisin mahdollisuus on asentaa NipcoFlex-kalanteri jälkikuivatusryhmän perään ja ajaa jenkkiä normaalina kuivatussylinderinä ilman "German press"-kuormitusta (Kuva 6.). Tämä mahdollistaa tuotannon lisäämisen pinta- ja taustakerroksien tasaisen lämmittämisen vuoksi. Pieniä höyry- ja lauhdejärjestel-

**Kuva 6:** Kaksirivinen kuivatusosa, jossa on NipcoFlex-kalanteri.

**Kuva 7:** Kolmirivinen kuivatusosa, jossa on NipcoFlex-kalanteri.

**Kuva 8:** Kapasiteettilisäys, joka saadaan korvaamalla jenkki NipcoFlex-kalanterilla.

—●— NipcoFlex-kalanteri  
—●— Jenkkikuivain



miä koskevia muutoksia lukuun ottamatta kuivatusosalla ei tarvita suurempia muutoksia.

### Vaihtoehto 1.2

Yllä olevan esimerkin asemesta jenkkisylinteri voidaan korvata toisella kaksirivisellä kuivatusryhmällä. Käytettävissä olevasta tilasta riippuen tämä järjestely lisää kuivatuskapasiteettia. Lisätuna ratkaisu myös yksinkertaistaa radan vientiä.

### Vaihtoehto 2.1

Yksi tapa lisätä tuotantokapasiteettia on muuttaa kaksirivinen kuivatuskonsepti kolmiriviseksi järjestelmäksi (Kuva7.), mikä konehallia maksimaalisesti hyödyntäessä lisää 50 prosentilla kuivatusosan pituutta. Tätä konseptia voidaan käyttää aina 800 m/min yltäviin nopeuksiin saakka.

Kolmikerrosratkaisua käytettäessä tehokkuuden nostamiseen jenkkisylinteri on yleensä korvattava huomattavasti suuremmalla jenkillä. Hiljattain Voith toteutti tämänkaltaisen ratkaisun menestyksellisesti M-realin Äänekosken kartonkitehtaan KK1:llä.

Monessa tapauksessa on paljon taloudellisempaa ja yksinkertaisempaa käyttää hyväksi NipcoFlex-kalanteria. Tämä eliminoi myös epäsymmetrisen kuivatuksen esikuivatusosalla lisäten omalta osaltaan kuivatuskapasiteettia. Tältä osin onkin saatu erittäin myönteisiä kokemuksia Stora Enson Baienfurtin tehtaan KK3:lta.

Kolmikerroskuivatusryhmät ovat kaiken lisäksi vaikeampia ajaa kuin konventionaaliset linjat, erityisesti mahdollisten katkojen vuoksi, ja myös kuivatuskudosten asennus vaatii pitemmän ajan.

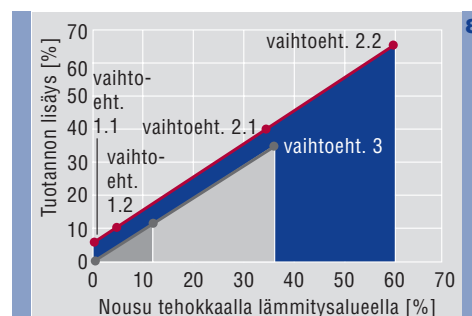
### Vaihtoehto 2.2

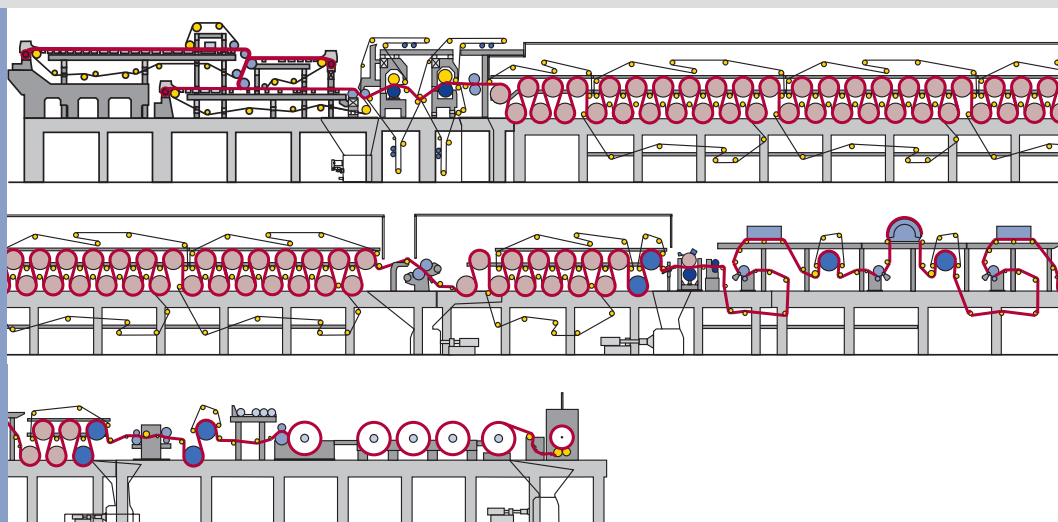
Kuten vaihtoehdossa 1.2, jenkkisylinteri voidaan korvata kolmikerroksisella kuiva-

tusosalla, mikä lisää huomattavasti kuivatuskapasiteettia.

**Kuva 8.** koostaa erilaisia vaihtoehtoja tuotannon lisäämiseksi vaihtoehdoissa 1 ja 2, kun raakakartongin pintapaino on 250 gsm ja tuotantonopeus 500 m/min. Kuvasta käy ilmi NipcoFlex-kalanterin antama tuotantokapasiteetin nostamispotentiaali seuraavalla tavalla:

- kaksikerroskuivatusosa, jossa on jenkkisylinteri 100%
- kaksikerroskuivatusosa, jossa on jenkkisylinteri ja NipcoFlex-kalanteri 105% (vaihtoehto 1.1.)
- kaksikerroskuivatusosa, jossa on NipcoFlex-kalanteri korvaamassa jenkkiä 110-115% (vaihtoehto 1.2)
- kolmikerroskuivatusosa, jossa on jenkkikuivain 135% (vaihtoehto 3)
- kolmikerroskuivatusosa, jossa on jenkki ja NipcoFlex-kalanteri 140% (vaihtoehto 2.1)
- kolmikerroskuivatusosa, jossa NipcoFlex-kalanteri korvaa jenkin 160-165% (vaihtoehto 2.2.)





**Kuva 9:** Nykyaikainen kartongin valmistuskonsepti, jossa hyödynnetään NipcoFlex-kalanteria.

Vaihtoehto 3 on pelkästään teoreettinen, koska jenkki-sylinterin kokoa rajoittavat tuotantorajat, jolloin tuotteen laatu ei ole kaikissa tapauksessa optimaalinen.

Tuotantokapasiteetin ohella NipcoFlex-kalanterilla voidaan lisätä myös tuotteen laatuominaisuuksia. Esikalanteroinnissa käytettynä se lisää pohjakartongin sileyttä ja lisää bulkkia. Loppukartonki on tämän vuoksi sileämpää ja jäykempää ja sillä on myös paremmat painatusominaisuudet. NipcoFlex-kalanteri ei ainoastaan paranna laatuominaisuuksia, vaan tekee niistä myös vakaampia.

Konemodernisoinneissa, joissa ei ole jenkkiä, tilanne on melko lailla toinen. Tuotannon lisäys on mahdollista vain pidentämällä kuivatusosan pituutta riippumatta siitä, onko esikuivatuksessa NipcoFlex-kalanteri tai jokin muu ratkaisu.

Tällaisilla konekonsepteilla tuotetun kartongin bulkki on noin 5 prosenttia heikompi vastaaviin jenkki-koneisiin verrattuna. Korvaamalla normaali kovanippikal-

anteri NipcoFlex-kalanterilla bulkkia voidaan nostaa 10% ja samalla päästään myös edellä kuvattuihin laatuominaisuuksiin. Potentiaaliset säästömahdollisuudet tällaisilla koneilla kohdentuvat käytetyn raaka-aineen määrään, kun taas lisätuotantokapasiteetin saavuttaminen on keskeisin hyöty jenkki-koneilla.

NipcoFlex-kalanterin ansiosta nykyaikaisilla taivekartonkikoneilla ei ole enää laatuongelmia hyväksi koettuihin jenkki-koneisiin verrattuna. Esimerkkinä esiteltävään **Kuvassa 9.** oleva kartonkikone, jonka suunnittelu nopeus ensiluokkaisen taivekartongin valmistamiseksi ylittää 800 m/min keskeisesti päällystävään NipcoFlex-kalanterin ansiosta.

### **Yhteenveto ja johtopäätökset**

Huolimatta suhteellisen pienestä noin 2-3 prosentin kasvun lisästä kartongin globaali kulutus lisääntyy vankkumattomasti. Kiinaan verrattuna, jossa kulutuk-

sen kasvu on 8-10 prosentin luokkaa, Euroopassa ei ole tarpeita uuden kartonkikoneen investointiin. Kuitenkin niin laajalti jenkki-sylinteriä käyttävillä kartonkikoneilla ollaan lähestymässä kapasiteetin rajoja ja samalla niihin liittyviä ongelmia.

NipcoFlex-kalanteritekniikka säilyttää bulkin ja mahdollistaa huomattavasti suuremmat tuotantonopeudet ilman minkäänlaisia haittavaikutuksia parantamalla raaka-ainetaloutta samalla kertaa. Erilaiset modernisointivaihtoehdot mahdollistavat tuotantokapasiteetin lisäämisen kymmenestä kuuteenkymmeneen prosenttiin laajentamatta kuivatusosaa tai heikentämättä lopputuotteen laatua.

Aasiassa, missä käytetään pääasiassa kovanippikalanteria esikalanteroinnissa, NipcoFlex-kalanteri tuottaa pääsääntöisesti raaka-aineen säästöpotentiaalia. Aina kymmenen prosenttiin yltävällä paremmalla bulkillä sekä raaka-aineen vähemmällä käytöllä parannetaan suuresti tuotantotaloutta.