

Ennätyksiä rikkovat pakkauspaperikoneet – Mutkattomasti eteenpäin – 800 ... 1500 m/min



Jean-Yves Nouaze

Paper Machines
Board and Packaging
jeanyves.nouaze@voith.com



Joachim Kleuser

Fiber Systems
joachim.kleuser@voith.com

Mitä viime vuosina on saatu aikaan paperintekijöiden ja Voithin tekemällä yhteistyöllä? Uupumattoman, innovatiivisen ja Voithin peräänantamattoman tiimityön ansiosta tulokset ovat hämmästyttäviä. Esimerkki puhukoon puolestaan: kokonaan keräyspaperista valmistettua kevyttä aallotuskartonkia tuotetaan nopeudella 1500 m/min.

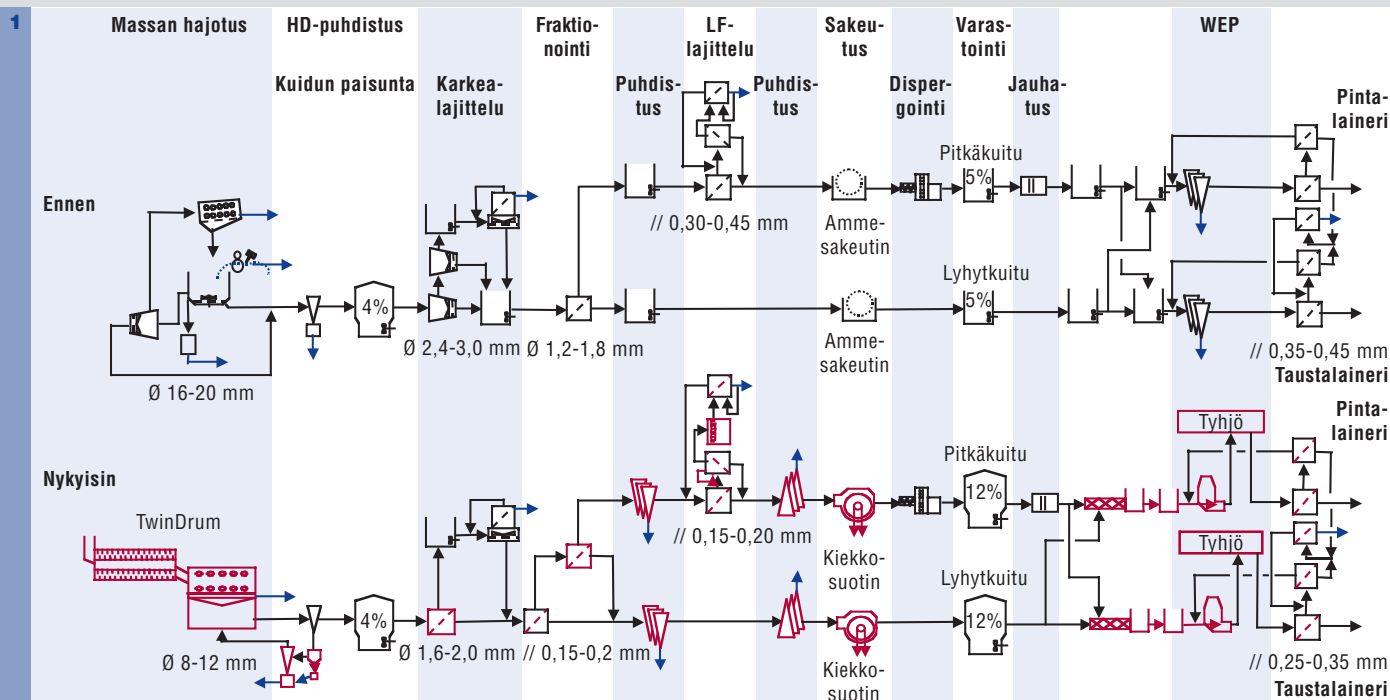
Voith Paper onnittelee Saicaa mitä lämpimmin PK9:llä tehdystä viimeisimmästä maailmanennätyksestä: 75 gsm nopeudella 1460 m/min!

ovat lähes kaksinkertaistuneet tasosta 800 m/min aina 1500 m/min.

Massankäsittely

Viimeisen kahdenkymmenen vuosikymmenen aikana kevyiden pakkauskartonkien tuotannossa on syntynyt monta merkkipaalu nostettaessa paperikoneiden nopeuksia (tänään jo 1460 m/min) ja tehokkuutta sekä alennettaessa tuotantokustannuksia. Oheinen raportti kertoo kehityksestä, jolla tuotantonopeudet

Kasvaneet konenopeudet ja kevyemmät pintapainot eivät ole asettaneet kovempia vaatimuksia ainoastaan rainan märkälujudelle, vaan edellyttävät käytetyltä uusiomassalta myös parempaa puhtautta. Paperikoneen herkkyyden erityisesti tahmoille kasvaa nopeuden ja tuotannon nousun suhteessa. Erilaiset massankäsittely-



Kuva 1: Entinen (yläpuolella) ja nykyinen massajärjestelmä.

Kuva 2: TwinDrum-pulpperointijärjestelmä: pulpperirumpu vasemmalla ja sihtirumpu oikealla.



telylaitteet eivät enää riitä ratkaisemaan pulmia – koko massankäsittelylinja ja ohjauksjärjestelmä pitää arvioida uudelleen. Tässä yhteydessä on otettava huomioon myös paperikoneympäristössä tapahtuneet muutokset:

- Lian osuus kasvaa keräyspaperissa
- Tuhkapitoisuus lisääntyy keräyspaperissa
- Tuoreveden käyttö vähenee
- Jätteiden kierrätyksen sääntely.

On myös pidettävä mielessä, että testlaineri ja aallotuskartonki ovat massatuotteita, jotka on myytävä hinnalla. Uusiokuidusta tehdyn massan kustannustehokkaalla tuotannolla on täten suuri merkitys tehtaan tuottavuuteen. **Kuvassa 1.** on modernin massankäsittelyjärjestelmän layout testlainerille ja aallotuskartongille sellaisena kuin Voith Paper sen on toteuttanut jo monessa projektissa. Layoutin yläpuolella on vanha järjestelmä, joka on käytössä edelleen useissa tehtaissa. Keskeiset erot näiden kahden järjestelmän kesken kuvataan seuraavassa:

Massan hajotus: Lähes kaikki uusiokuitua pakkauspapereita varten käsittelevät massajärjestelmät käyttävät edelleen matalasakeuksista pulpperointia ja erillistä lianpoistojärjestelmää sakeudessa 4-5 %. Samaan aikaan kuitenkin kolmessa tuotantolinjassa Euroopassa on käytössä Voith Paperin TwinDrum-pulpperijärjestelmä (**Kuva 2.**), joka toimii sakeudessa 25 %. Tämä kuitujen väliseen kitkaan perustuva tekniikka mahdollistaa hellän ja tehokkaan kuidutuksen. Käytännössä lähes täydellinen kuiduttuminen hajotusvaiheessa sekä lian minimaalinen murskautuminen ovat TwinDrum-tekniikan kaksi kes-

keistä hyötyä moneen muun asian ohella.

Korkeasakeuspuhdistus: Korkeasakeuspuhdistukseen käytetään nykyään usein kaksivaiheista Protector-järjestelmää poistamaan raskaita partikkeleja. Toimenpide vähentää laitteiden kulumista prosessin loppuosassa.

Karkealajittelu: Konventionaaliseen toimintatapaan verrattuna hyödynnettäessä TwinDrum-tekniikkaa karkealajittelu voidaan tehdä kaksivaiheisena, millä säästetään huomattavasti energiaa.

Fraktionointi: Fraktionointiin käytetään nykyään yksinomaan rakolajittimia aiemmin käytettyjen reikälajittimien asemesta. Hyvän kuidunerottelun lisäksi tällä saavutetaan myös erinomainen lyhytkuitujae ja puhtaus.

Keskikipokupuhdistus: Puhdistusvaiheet ovat siirtyneet lyhyestä kierrosta massankäsittelyn yhteyteen, mikä säästää sihtejä, dispergointilaitteita ja kuiduttimia suurimmalta kulumiselta. Tämä antaa paperintekijälle mahdollisuuden ajaa puhdistimia pysyvästi optimaalisin asetuksin riippumatta paperintuotannosta.

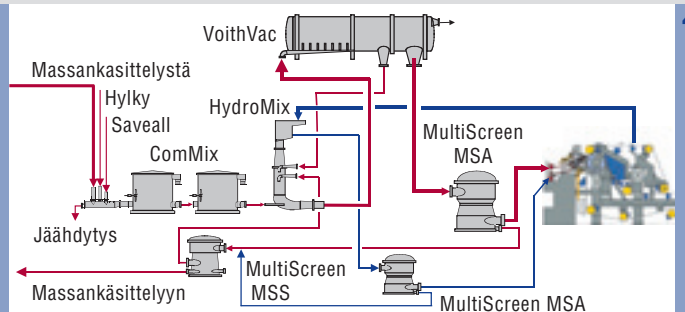
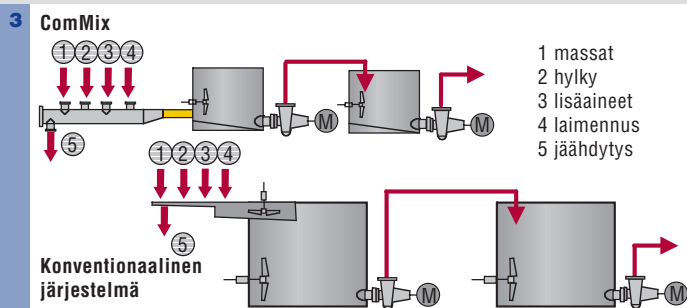
Pitkäkuitulajittelu: Tänä päivänä lajittimet toimivat pitkäkuitumassoilla luotettavasti 0,20-0,15 mm rakoleveyksillä varmistaen tehokkaan lianpoiston. Verrattuna aiempiin lajin sukupolviin nollakuituflokkeja ei enää löydy akseptista, mitkä aiemmin piti hajottaa dispergoinnilla ja kuiduttamisella. Tänä päivänä flokit menevät rejektiin. Hellävarainen hajotus tehdään tämän vuoksi ennen lajittamopoitetta. Kuitupuntit hajotetaan näin rejektiä vaurioittamatta.

Sakeutus: Hyödyntämällä nykyaikaisia kiekkosuotimia vanhanmallisten kyyppisakeuttimien asemesta saadaan aikaan puhtaampi kiertovesijärjestelmä samalla kun voidaan vähentää hienojakeen uuden kiertoa.

Dispergointi: Dispergointi tapahtuu kutakuinkin siten kuin aiemminkin, mutta nyt eri tarkoituksella. Kun lajittelutekniikka ei ollut vielä nykytasolla, dispergointia käytettiin lisäämään optisia ominaisuuksia. Tänä päivänä tätä prosessia käytetään pienentämään tahmojen kokoa pyrkimällä tällä tavalla vähentämään tahmaongelmia paperikoneella.

Jauhatus: Dispergoidulla pitkäkuitujakeella, noin 25:stä 30:een SR-jauhatusasteeseen, on edelleen lujuuden kasvupotentiaalia. Tämän vuoksi pitkäkuitujakeet jauhetaan keskimäärin 35:stä 40:een SR-lujuuden parantamiseksi. Koeajot osoittavat, että parempilaatuisilla seossuhteilla lujuutta voidaan vielä parantaa jauhamalla myös lyhytkuitujae alentuneen jauhatusasteisuuden kustannuksella tietysti.

Lyhytkierto (Advanced Wet End Process): Jos aiemmin massa homogenisoitiin suhteellisen isoissa sekoitus- ja konekyypeissä pitkin viipymääjain, tämä ei ole enää mahdollista tämän päivän korkeiden tuotantomäärien vuoksi. Mikäli ammeen kokoa olisi kasvatettu lineaarisesti vastaamaan nykytuotantoja, massan sekoittaminen ei tapahtuisi enää kustannustehokkaasti. Tästä syystä Voith on omaksunut **Kuvassa 3.** näkyvän vastakaisen strategian sekoittamalla kaikki massavirrat pienivolyymissä staattisissa sekoittimissa. Matalafrekvenssiset, niin määrälliset kuin laadullisetkin vaihte-



lut yksittäisissä massavirroissa tasoittuvat tehokkaasti kahdessa peräkkäisessä sekoittavassa ammeessa. Yli 1000 m/min nopeudella käyvissä paperikoneissa massasta on poistettava ilma laatuvaatimusten saavuttamiseksi. **Kuvassa 4.** on moderni Voithin lyhyen kierron järjestelmä, jossa on ComMix (massan sekoitin), HydroMix (massaveden sekoitin), VoithVac (ilmanpoisto) sekä MSA-lajittimet (hydraulisesti optimoitu minimaalinen pulsaatio). Tällaisella järjestelmällä saatuja tuloksia esitellään **Kuvassa 5.**

EcoProcess: Vastaavat päätelmät massankäsittelyjärjestelmiä koskevana johtivat kehittämään EcoProcess-järjestelmän. Tämä eliminoi käytännössä lähes kaikki säiliöt purkauksesta varastotorneihin. Massan ja massaveden sekoittaminen tapahtuu erityisellä sekoituspumppujärjestelyllä tai EcoJet-tapaisella sekoituskomponentilla. EcoProcess-järjestelmässä käyttöolosuhteet on määritetty täsmällisesti kaikilta osin. Startti- ja pysäytyssekvenssit ovat täysin automaattisia ja vievät vain muutaman minuutin huuhtelu mukaan lukien.

Paperikone

Perälaatikko: Hyvä poikkisuuntainen rataprofiili on nopeakäyntisen parikoneen keskeinen asia. Huulilaipparakenteiset perälaatikot on korvattu perälaatikoilla, joissa on laimennusvesijärjestelmät. Voithin ModuleJet-profilointitekniikkaa hyödynnetään tänä päivänä jo yli 275 kohteessa maailmanlaajuisesti.

Lamellitekniikka: Lamellitekniikka (lamelli perälaatikon jokaisen turbulenssigenaattorin välissä) on kehitetty lisäämään mikroturbulenssia ylimääräisillä leikkausvoimilla (**Kuva 6.**). Tämä lamellitekniikka auttaa vähentämään MD/CD-suhdetta noin 0,3 prosentilla. Tämä merkitsee sitä, että poikkisuuntainen lujuus kuten SCT ja RCT samoin kuin REA voidaan optimoida ja parantaa tai tarkkelyskustannuksia voidaan vähentää.

Lamellitekniikkaan liittyvä toinen etu on seuraava: ilman lamelleja huuliaukon "tiikerinviirut" voidaan nähdä tietystä vailon tulokulmasta kiillon vaihteluna. Ilmiö aiheutuu paikallisesta epätasaisesta kui-

tuorientaatiosta rainan pinnalla heijastuskohdassa olevien poikkisuuntaisten virtausten vuoksi.

MasterJet G ja M2: Yhdeksänkymmentäluvulla ensimmäisen kerran asennetusta M2-SD-perälaatikosta ja Visy Paperissä 1994 asennetusta M2-W-konseptista Voith on kehittänyt MasterJet Headbox-konseptin yhdistämällä sekä SD:n että W:n hyviä ominaisuuksia. Saica 3:n PK9-paperikone oli ensimmäinen, johon asennettiin vuonna 1999 lamellitekniikkaa ja laimennusvesijärjestelmää hyödyntävä MasterJet G -perälaatikko (**Kuva 7.**). Perälaatikkoteknologian viimeisin ratkaisu on laimennusvesiperäinen MasterJet M2, jonka ensimmäinen versio asennettiin Eerbekin PK5:lle. Tämän jälkeen seurasivat Varel PK5, Schwarza PK1 ja Nogent PK1, kaikki toteutettuina vuonna 2005.

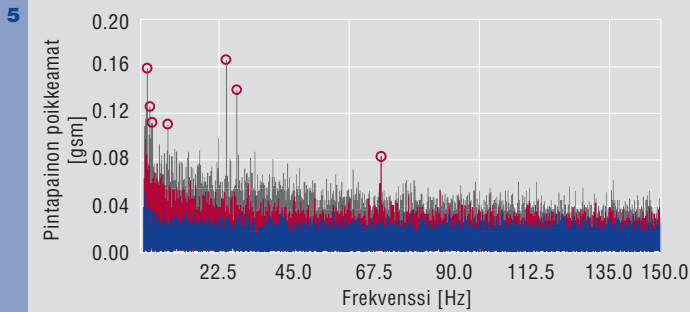
MasterJet M2 -monikerrostekniikkaa sovellettaessa pakkauspaperien valmistukseen kerrostuma saadaan aikaan vain yhdellä formerilla. Tekniikka mahdollistaa massojen erilaisten seossuhteiden käytön pinta- ja taustakerroksissa. Tukevassa

Kuva 6: Turbulenssigenaattori lamelleineen.

Kuva 7: MasterJet M2 (tukeva erotuselementti, jossa on vaihdettava kärki).

Kuva 8: DuoFormer Base.

Kuva 9: DuoCentri NipcoFlex.



Kuva 3: Advanced Wet End -prosessissa olevan ComMix-järjestelmän elementit:

- voimakas hydraulinen sekoittuminen
- kaksi ammetta vaimentamassa frekvenssvaihteluita
- > 50% tilan säästö

Kuva 4: Advanced Wet End Process pintalainerille sekä ModuleJet.

Kuva 5: Aallotuskartonkia ja testlaineria koskeva konesuuntaisen pintapainon vertailu Advanced Wet End -prosessiin nähden.

- konventionaalinen (optimoitu), 8 vuoden käytön jälkeen
 - aiempi vertaistulos, 4 vuoden käytön jälkeen
 - Advanced Wet End Process, 5 kuukauden käytön jälkeen
- Vakaat tuotantoparametrit = optimaalinen jalostus.

erotteluelementissä on vaihdettava kärki. Tukevan rakenteen vuoksi ulkokerroksissa voidaan käyttää sisäkerroksia korkeampia suihkuvirtauksia. Ajettaessa ulkokerrosta suuremmalla nopeudella kuin sisäkerrosta autetaan samanlaisen z-suuntaisen orientaation syntymistä molemmissa kerroksissa parantamalla samalla sidoslujuuutta.

EdgeModule: EdgeModule on yksi viimeisimmistä innovaatioista, jolla optimoidaan radan homogeenisuutta. HC-kokoojalta turbulenssigeneraattorille tulevien putkien venttiilit mahdollistavat virtausten optimoinnin perälaatikon reunalla. Järjestelmä mahdollistaa helpoimman tavan optimoida kuituorientoitumista reunoilla ja samalla vähentää ryngyn riskiä puristimella.

Muodostusosa: Suuret ajonopeudet pakkauspapereita valmistettaessa edellyttävät GapFormer-tekniikkaa. Ensimmäinen horisontaalinen GapFormer CFD asennettiin Zülpichin PK6:lle, Visy Paperin PK6:lle sekä PK8:lle 90-luvun keskivaiheilla. Pian asennusten jälkeen CFD GapFormer rikko

1000 m/min olevan ajonopeuden rajapäälin. Zülpichin PK6 on hiljattain modernisoitu, mutta Visy PK6 ja PK8 toimivat edelleen entisellään ja mikä tärkeintä: suunnittelukapasiteettinsa yläpuolella!

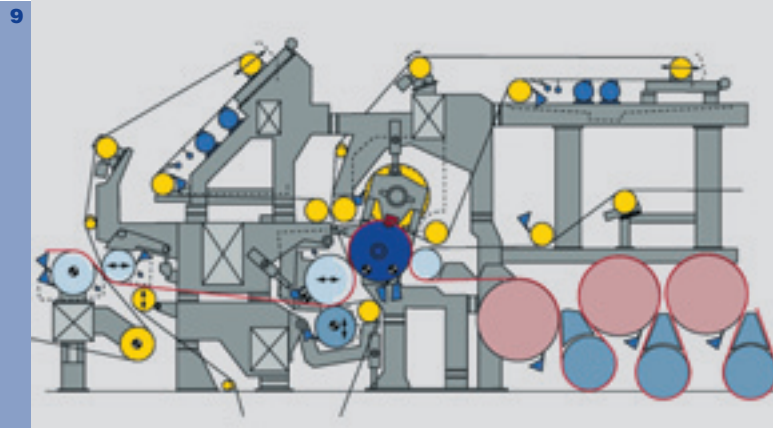
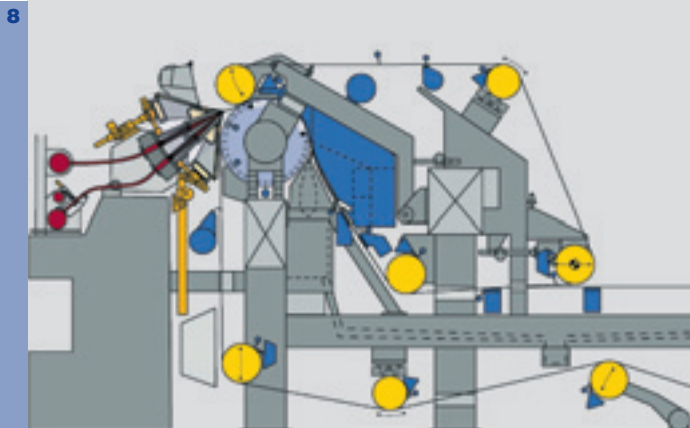
Seuraava GapFormer-sukupolvi on kehitetty yhä suurempia ajonopeuksia varten. DuoFormer Base ja DuoFormer Top ovat ne kaksi konseptia, jotka on kehitetty erityisesti pakkauspapereita varten. Helposti säädettävissä oleva telavedenpoisto yhdessä tekniikan huippua edustavan perälaatikkotekniikan kanssa mahdollistaa suuren joustavuuden säädettäessä vetolujuuskerrointa halutulle tasolle (**Kuva 8.**).

Koska samalla koneella valmistetaan näinä päivinä yhä enemmän sekä testlaineria että aallotuskartonkeja, on tärkeää, että samalla muodostusyksiköllä voidaan tuottaa laaja sarja MD/CD-suhteita. Juurin tämän tarjoaa DuoBase. DuoBase-tekniikalla voidaan tuottaa pitkän kuidun MD/CD-suhteita 2:sta 3,5:teen tai 4:ään ja samalla formerin asetukset voidaan säätää helposti sopimaan sekä poikki- että konesuuntaisten vaatimusten mukaisesti.

DuoBase ja DuoTop-formereitten yhdistelmä tuo etuja sekä monikerrosrainaukseen että suurien ajonopeuksien käyttöön. Voith asensi ensimmäisenä kaksoisformeriyksikön Lawton Millin paperitehtaaseen Oklahomassa Yhdysvalloissa vuonna 1999. Tämä konsepti tarjoaa loputtomia mahdollisuuksia monikerrosrainaukseen suurilla nopeuksilla.

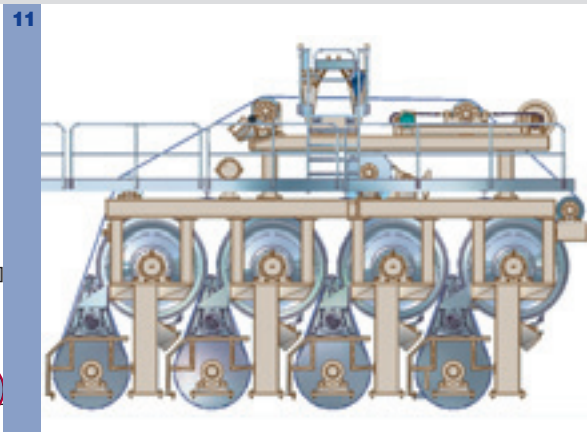
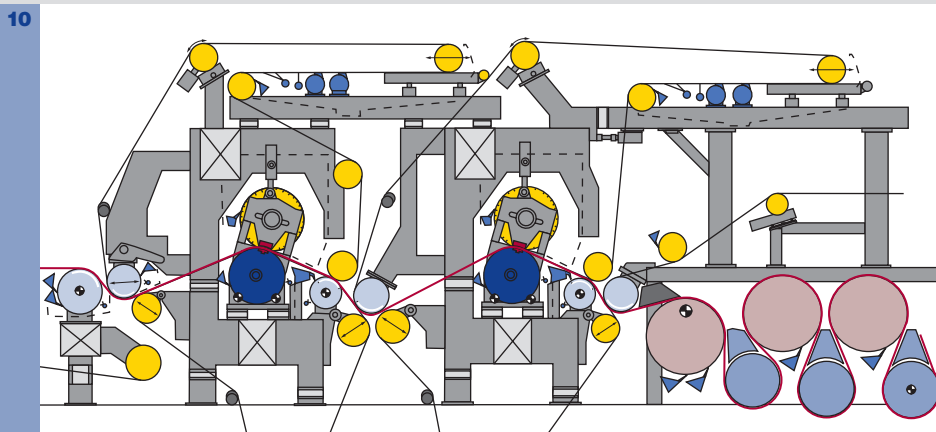
Puristinosia: Avain suurempien nopeuksien käyttämiselle on ollut ensin vähentää ja sitten poistaa kaikki avoimet vedot puristinosalla. Ensimmäiset versiot suljettusta viennistä toteutettiin pitkänippitelalla kenkäpuristin toisena nippinä. Ja jälleen, Zülpich PK6 oli yksi ensimmäisistä kohteista, jossa ensimmäisenä nippinä oli kenkäpuristin ja toisena nippinä kenkäpuristin yläpuolisella huovalla niin, että saavutettiin sekä hyvä yksipuolinen sileys että suuri vedenpoisto.

Kuiva-ainepitoisuuden nostaminen puristinosalla on ollutkin yksi Voith Paperin peräänantamattomimmista tavoitteista. DuoCentri NipcoFlex (**Kuva 9.**) onkin nykyään suositeltu konsepti puristin-



Kuva 10: Tandem NipcoFlex -puristin.

Kuva 11: Yksikerrosratkaisu.



osalla valmistettaessa kevyitä pakkauspa-pereita. Se on osoittanut tehokkuutensa maailmanennätyskoneena Saican PK9:llä ja monissa sanomalehtipaperikoneissa. Kolmenippikonsepti yhdistettynä Voith Fabricsin paperikonekudosten asiantunte-mukseen sekä uritettu QualiFlex kenkäpu-ristimen sukka takaavat korkean kuiva-ainepitoisuuden lisäten paperin IWWS-ominaisuuksia.

Paperinvalmistajille, jotka tarvitsevat laa-ajan sarjan eri pintapainoisia papereita 100 gsm:sta yli 200 gsm:aan, koeteltu Tandem NipcoFlex-konsepti antaa korkei-ta kuiva-ainepitoisuusarvoja sekä erino-maisen ajettavuuden, mikä johtuu puris-tinosalla olevista imuteloista (Kuva 10.).

Kuivatusosa: Yhdeksänkymmentäluvulla kuivatusosa koostui yksikerros-, slalom- ja kaksikerrosryhmien yhdistelmistä (Kuva 11.). Oli ilmeistä, että joissain ta-pauksissa radan täydellinen tukeminen yksikerrosratkaisussa oli välttämättömyys nopeutta nostettaessa. On nähty paljon vaivaa, tarvittu paljon laskelmia ja simu-lointia, jotta on saavutettu nykyinen huip-

pugeometria kuivatussylintereiden ja rei-kätelojen välillä. Voith kiinnitti erityistä huomiota raamien suunnitteluun, jotta myös huoltotoimille on tarjolla riittävästi avointa tilaa.

Radan stabilointiin kehitetyt S Stabilizer ja Duo Stabilizer ovat merkinneet jätias-kelta kohti hyvää ajettavuutta pintapainol-taan kevyitä paperilajeja valmistettaessa suurilla nopeuksilla. Moniin konekonsep-teihin jo nyt asennettu ProRelease-laatik-ko on viimeisin innovaatio radan stabiloimiseksi kuivatusosalla (Kuva 12.). Pro-Release+-tekniikan ansiosta paperikoneen kokonaisvetoa voidaan vähentää merkittä-västi (aina 0,5 %) ja erityisesti kahdessa ensimmäisessä ryhmässä. Vähentämällä jännitystä paperissa minimoidaan reuno-jen repeämisen riskiä, jonka seurauksena tehokkuus kasvaa valmistettaessa kevyitä paperilajeja suurilla nopeuksilla.

Päänvienti: Radan täydellisen tukemisen sekä luotettavan Fibron-tekniikan ansio-sa naruton päänvienti tapahtuu nykyään nopeasti ja turvallisesti. Radan pää Pro-Release-stabilaattorissa on hyvin tuettu

ja ProRelease+-stabilaattoria käytettäessä äärimmäisen vakaa osoittamatta min-käänlaisia lepatuksen tai rypistymisen merkkejä.

Taskutuuletuskaavarit: Taskutuuletuk-sella on tärkeä merkitys lopputuotteen laadun kannalta. Se toteutetaan reijitetyn kaavarirungon avulla varmistamaan sitä, että CD-kosteusprofiilista ei muodostu ongelmaa. Puhallustekniikkansa ansiosta kaavarirungossa on vakaa lämpötila poiki koko koneen, mikä estää kaavaria nou-semasta mistään kohdin.

Käyrityksen valvonta ja profilointi kuivatusosalla: Yksikerrosratkaisulla, jossa rataa tuetaan täydellisesti, on ilmei-siä etuja puoleltaan ajettavuuden suhteen, mutta myös haittaominaisuuksia – yksi-puolinen kuivatus aiheuttaa paperiin selvää käyritymistä. Liika käyrityminen aiheuttaa ajettavuusongelmia jatkojalos-tuksessa. Kostuttamalla rataa kuivatus-osalla on hyvä vaikutus käyrityksen korjaamisessa. Toimenpide on mahdollis-ta ModulePro-suutintyyppisellä kostutti-mella (Kuvat 13. ja 14.).

Kuva 12: ProRelease⁺ -stabiilaattorin toiminta.

Kuva 13: ModulePro-kostutin.

Kuva 14: Käyrityksen säätö kostuttimen avulla. CM127, 960 m/min.

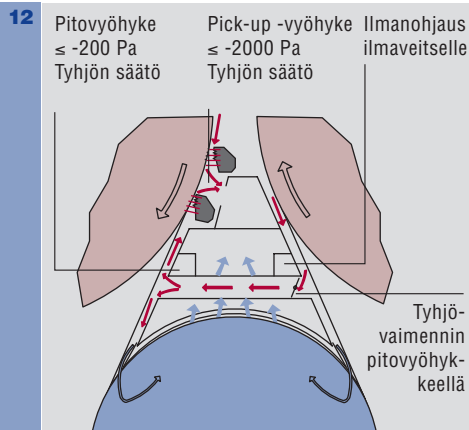
reiden valmistusta varten Saican PK8 paperikoneella Espanjassa.

Konventionaalisen liimapuristimen käyttö ei ollut mahdollista nostettaessa ajonopeutta aina 1500:aan m/min ja laskettaessa pintapainoa (< 90 gsm). Käyttämällä kaavaria liimapuristin sekä AirTurn olivat välttämättömiä radan vedon hallitsemiseksi pintaliimauksen jälkeen. SpeedSizer yhdessä Krieger AirTurn -kääntölaitteen kanssa edustavat alan huippua ja ne pitävät hallussaan maailmanennätystä pintapainoltaan 75 gsm olevan paperin valmistamisessa nopeudella 1460 m/min.

Rullaintekniikka: Suuntaus korkeampien konenopeuksien käyttämiseen asettivat lisäpaineita rullaintekniikalle. Voithin Sirius-rullain mahdollistaa maksimissaan halkaisijaltaan 4500 mm olevan konerullan valmistamisen. Tämän vuoksi kriittistä rajaa toisen leikkurin hankkimiseksi voidaan siirtää ja samalla vältetään erittäin mittavalta investoinnilta. Leikkurilla voidaan käsitellä myös suurempia määriä paperia pienemmällä hylyn määrällä. Tämä auttaa parantamaan paperikoneen kokonaistehokkuutta.

Yhteenveto

Voith on osoittanut kaikinpuolisen teknologisen ylivoimansa massankäsittelystä pakkalinjalle niin yksittäisten komponenttensa että kokonaisuosaamisensa osalta. Mikä aiemmin oli pelkkä visio, on muutunut toteutuneeksi todellisuudeksi. Laakereille ei voi kuitenkaan jäädä lepäämään asiakkaiden odottaessa yhä nopeampia paperikoneita, jotka toimivat yhä luotettavammin. Voith ottaa vastaan nämä haasteet hyödyntämällä koko teknologiaosaamistaan, monipuolisia koelaitoksiaan sekä T&K-panostuksiaan.



Kuivatuskudosten puhdistus: Tahmat ja pihka ovat suurimmat murheet, jotka odottavat edelleen ratkaisujaan asettaessa tehokkuuden nostolle yhä kovempia vaatimuksia.

Alun alkaen Voithin DuoCleaner-tekniikan kehittäminen ja sitten DuoCleaner Express-tekniikka yhdistettynä laaja-alaiseen massan lajitteluun (katso kohtaa massankäsittely) auttaa varmasti pitämään kuivatuskudosten pinnat puhtaina ja ylläpitää kudoksissa hyvää suodatuskykyä.

Liimapuristin/filmipuristin: Liimapuristinta on käytetty erinomaiseen pintaliimaukseen Amerikassa vuodesta 1953 lähtien ja Euroopassa 1956 lähtien. Liimapuristimen maksimijonopeus on

1000:sta m/min 1100:aan m/min riippuen telan halkaisijasta ja tärkkelyksen koostumuksesta. Vieläkin maailman kolme nopeinta liimapuristinta ovat Voithin alkuperää. Jotta liimapuristimen rajoitukset voitiin ohittaa, oli tarpeen löytää konsepti roiskeiden välttämiseksi nipissä sekä kehittää tärkkelysmäärää ohjaava aplikoitijärjestelmä.

Voith teki maailmanlaajuisestikin ensimmäisen asennuksen vuonna 1986 Sveitsissä Biberistin PK6-paperikoneella. Olemassa olleeseen liimapuristimeen sijoitettiin yksipuolinen aplikoitijärjestelmä. Ensimmäinen SpeedSizer toimitettiin Itävaltaan Gratkornin PK9-paperikoneelle vuonna 1987. Vuonna 1994 käynnistyi ensimmäinen SpeedSizer pakkauspape-



Ilman kostutusta



6 g/m² suutin



9 g/m² suutin



12 g/m² suutin