



**Arved Westerkamp**

Fabrics  
arved.westerkamp@voith.com



**Matthias Höhsl**

Fabrics  
matthias.hoehsl@voith.com

## Moniniisiteknikka – innovatiivinen kudontateknikka luo pohjaa märkäviiran uudelle rakenteelle

**Voith Paper Fabricsin peräänantamaton kehitystyö on tuottanut uuden tekniikan märkäviiron valmistukseen.**

Nykyinen, korkeintaan 26-niitiseen loimitukseen perustuva kudontateknikka on rajoittanut suuresti viiran sidosmallivaihtoehtoja. Tästä syystä Voith Paper Fabrics on tehnyt yhteistyötä kutomakonevalmistajien kanssa tämän teknologian uudistamiseksi uuden sukupolven ratkaisuille.

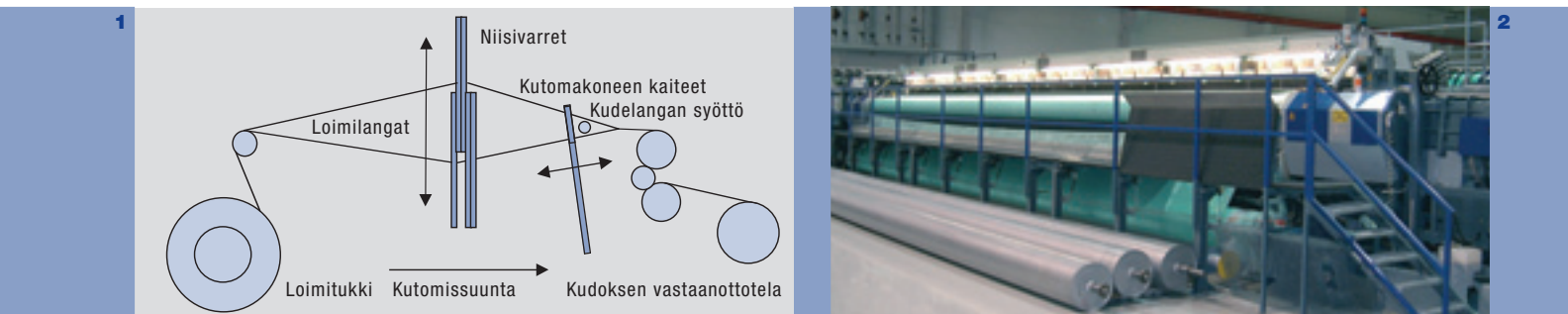
Kehitystyön tavoitteena on ollut saada aikaan paljon laajempi valikoima eri vaihtoehtoja muuttamatta kuitenkaan perinteisen kutomakoneen nykyistä perusrakennetta. Tähän tavoitteeseen on nyt päästy uuden moniniitisen loimitustekniikan avulla. Tämä innovaatio avaa uuden aikakauden paperikonekudosten kutomateknikalle.

Ei kestänyt kauan, kun tämä uusi moniniisiteknikka oli jo käytössä: uudet kutomakoneet ovat tuoneet asiakasympäristöön menneeseen nähden aivan uusia mahdollisuuksia.

Voith Paper Fabricsissä menossa oleva uuden tuotesarjan kehitystyö kertoo hyvin, millaisesta potentiaalista tässä innovaatioissa on kyse. Moniniitillä loimitustekniikalla kudotut märkäviirat ovat osoittaneet jo alustavissa testeissä ylivoimaista suorituskykyä.

### Kudontateknikka

Märkäviirat kudotaan erittäin monimutkaisilla kutomakonejärjestelmillä, jossa kudoksen perusrakenne tai tyyppi määräytyvät sen mukaan, miten loimi- ja kudelangat limittyvät toisiinsa nähden. Kudonta tapahtuu syöttämällä kudelankaa ylä- ja ala-asennossa olevien loimilankojen välissä (**Kuva 1.**). Kuvioitusten maksimimäärä riippuu niisivarsien lukumäärästä, mitä enemmän varsia sitä useampia kuvioituksia. Moniniisiteknikkaa hyödyntävä kutomakone on nähtävissä **Kuvassa 2.**

**Kuva 1:** Kutomakoneen toimintaperiaate.**Kuva 2:** Moniniitinen kutomakone.**Kuva 3:** Viiran 4-niitisen pintapuolen sidoksen mallikerta.**Kuva 4:** Kaaviokuva pääsidosdiagonaaleista.

### Miksi uusi märkäviirasukupolvi on välttämätön

Uudistuvat tekniset vaatimukset asettavat paperintekijöille ja laitevalmistajille jatkuvasti uusia haasteita. Kyse on joko massan laatuominaisuuksista, uusista konekomponenteista, paremmasta tuottavuudesta alati nousevine tuotantonopeuksineen tai laatuvaatimuksista, ja näillä suuntauksilla on aina omat vaikutuksensa märkäviirujen valmistukseen. Paperinvalmistajien johtavana teknologiakumppanina Voith on ainoa toimittaja, joka kykenee tarjoamaan asiakkailleen koko tuotantolinjan ohella myös räätälöidyt paperikonekudokset.

Laatuominaisuuksiin ja ajettavuuteen kohdistuviin tulevaisuuden vaatimuksiin ei pystytä vastaamaan perinteisellä kudontatekniikalla, jossa ei ole enää juuri jäljellä kehityspotentiaalia. Esimerkiksi vakautta, vedenpoisto-ominaisuuksia sekä markkeeraustaipumusten vähentämistä voidaan tehostaa ainoastaan muuttamalla kokonaan kudostekniikkaa. Voith Paperin paperikone- ja kudostasiantuntijat ovat tämän vuoksi tehneet väkevästi työtä uudistusten hyväksi.

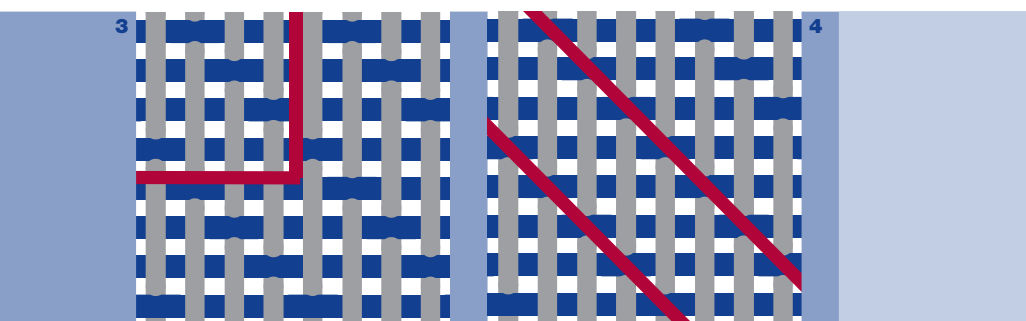
Voith Paper Fabricsin ja muiden alalla olevien toimijoiden yhteinen havainto on ollut, että perinteisten kudoksien säännöllisesti toistuvalla sidoksen mallikerralla

on taipumusta tuottaa markkeerausta paperiin. Tämän vuoksi tavoitteena olikin korjata tilannetta kehittämällä kokonaan uusi viiran kudontatekniikka.

### Moniisitekniikka

Kaikissa tekstiileissä diagonaalikuviot muodostuvat perussidoksen mallikerran toistumisesta pituus- ja poikkisuunnassa. Tämä osoitetaan selkeästi **Kuvissa 3. ja 4.** Tällainen diagonaalikuviointi vaikuttaa jatkuvasti kudoksen vedenpoistokykyyn siten, että kudokseen syntyy yhtenäisiä ja säännöllisin väliajoin toistuvia vedenpoistokanavia.

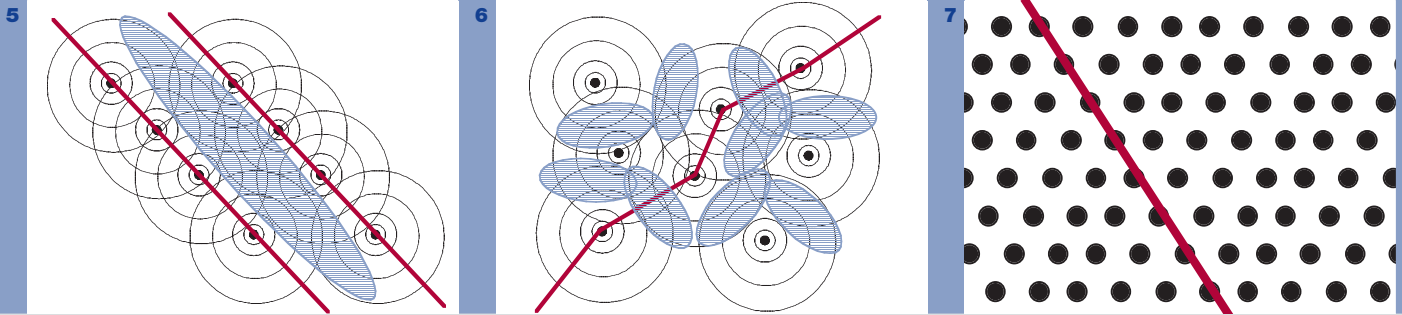
Tuotantolinjan määrässä päässä ilmiö johtaa vedenpoistopulsseihin, jotka siirtyvät samoilla kohdin myös rainaan. Paperiradassa ne aiheuttavat markkeerausta, mikä johtuu luonnollisen värähtelytaajuuden sekä märkäviiran ja paperikoneen toiminnan yhteisvaikutuksesta.



**Kuva 5:** Kaaviokuva säännöllisistä vedenpoistosykyksistä ja niiden päällekkäisyyksistä (sinisellä).

**Kuva 6:** Kaaviokuva epäsäännöllisistä vedenpoistosykyksistä ja niiden päällekkäisyyksistä (sinisellä).

**Kuva 7:** Kaaviokuva säännöllisesti asettuvista sidospisteistä kolmikerrosviirassa.



**Kuvassa 5.** nähdään, kuinka sidoksen mallikerran toistumisen aikaansaamat vedenpoistosykykset johtavat tavallisesti paikoittaisiin muutoksiin vedenpoistokäyttäytymisessä. Muutokset vielä voimistuvat niissä kohdin, joissa pulssit osuvat päällekkäin. Pahin mahdollinen seuraus tästä on hydraulinen markkeeraus, joka usein vielä vaikuttaa epäedullisesti täyteainerententioon.

Voith Paper Fabricsin kehittämä moniniitinen loimitustekniikka tekee mahdolliseksi eliminoida diagonaalikuviointin ongelmat joko kokonaan tai osittain, jos niin halutaan. **Kuvasta 6.** käy ilmi miksi näin on: radan markkeeraus vähenee estämällä järjestelmällisesti vedenpoistopulssien syntymistä. Koska pulssivyöhykkeet jakaantuvat epäsäännöllisesti, hajonta lisääntyy ja häiriöt vähenevät.

Näiden havaintojen perusteella optimiratkaisu olisi kaksiniitinen sidos ilman diagonaalikuviointia tai diagonaalikuviointia, joka on kaikkiin suuntiin yhtäläinen.

Märkäviirailta vaaditaan kuitenkin myös kulutuskestävyyttä, poikittaista mittapyyvyä jne. Siksi nykyään käytetään pal-

jon viiroja, joissa paperipuolella on hieno kaksiniitinen sidos ja kulutuspuolella kärkeä, esimerkiksi 5-niitinen sidos. Tämän yhdistelmän pitäisi tuottaa teoreettisesti ensiluokkaista paperia, mutta ongelmana on, kuinka sitoa nämä kaksi kerrosta yhteen.

Ensimmäisen sukupolven kolmikerrosviirroissa tämä ongelma ratkaistiin erillisellä sidelangalla, joka muodosti kolmannen kerroksen. Tästä seurasi kuitenkin häiriöitä formaatiossa, koska viirakerrosten välisen suhteellisen liikkumisen tasoittamiseksi sidelangat kutistettiin korkeassa lämpötilassa viiran lämpökäsittelyssä, mikä vaikutti epäedullisesti viiran paperipuolen tasaisuuteen. Sama ilmiö toistui myös sidelankojen lomittelussa kudoksen toisella puolella. Lisäksi ensimmäisen sukupolven kudoksissa loimilangat kulkivat tällä puolella siten, että side- ja loimilankojen keskinäinen hankauskuluminen joutaa aikaa myöten yhä pahenevaan markkeeraukseen.

Markkeerausongelma on suurelta osin ratkaistu kehittämällä kudesidonnaisia SSB-kolmikerrosviiroja (Sheet Support Binder), joissa sidelangoilla on myös kui-

tutukea antava tehtävä viiran paperipuolella. Jäljelle jää kuitenkin pienten loimikertojen aiheuttama markkeeraus.

Lisäämällä niisivarsien määrää märkäviirujen valmistukselle avautuu uusia mahdollisuuksia. Tällä menetelmällä voidaan toteuttaa epäjatkuvia diagonaalilinjolia sekä sidospisteiden lähes vapaata aseointia.

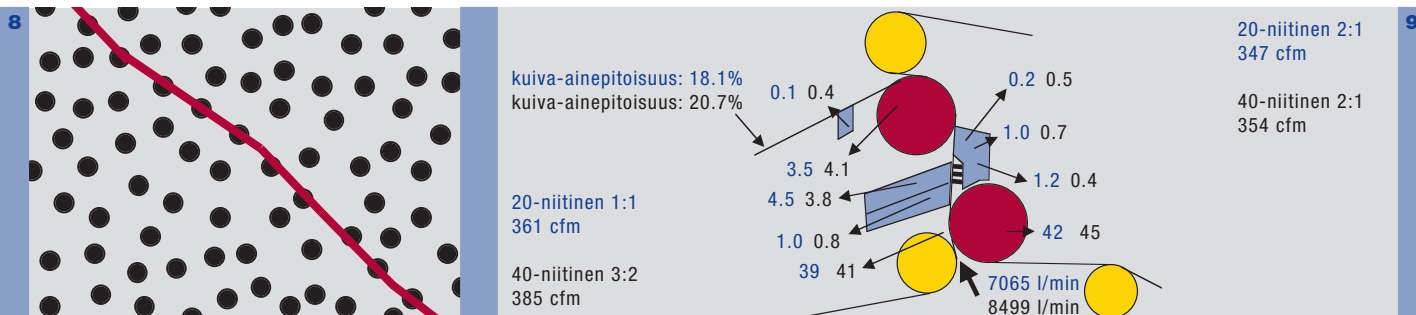
Sidospisteiden asettumiskaavio näkyy tavanomaisessa mallikerrassa **Kuvassa 7.**, joka osoittaa selkeästi, miten diagonaalit muodostuvat ja voivat jakaantua osittain perus- ja toisiodiagonaaleiksi (ei näkyvillä).

Vastakohtaisesti sidospisteiden epäsäännöllinen asettuminen **Kuvassa 8.** osoittaa selvästi, miten epäjatkuvat diagonaalit ovat järjestyneet lähes vapaasti.

Paperinvalmistajat eivät ole enää riippuvaisia kudesidonnaisista SSB-kudoksista, jotka on kudottu 16-, 20- tai maksimissaan 24-niitisiin loimituksiin. Voith Paper Fabricsin moniniitinen loimitustekniikka tuo mukanaan uuden toimintamallin tuotteella, joka on kudottu 40-niitillä loimi-

**Kuva 8:** Kaaviokuva epäsäännöllisesti asettuvista sidospisteistä kolmikerrosviirassa.

**Kuva 9:** Vedenpoisto-ominaisuuden vertailu 20-niitisen ja 40-niitisen kudoksen kesken. Suorituskyky on ilmaistu prosentteina perälaatikon syötöstä.



tuksella. Kyseinen viiran rakenne on 20-niitisen kudesidonnaisen SSB-viiran kaltainen, jossa paperipuolella on kaksiniitinen sidos tukemassa kuitua ja toisella puolella 5-niitinen kerros takaamassa hyvää kulutuskestävyyttä ja poikki-suuntaista vakautta. Saavutettu suuri etu on myös siinä, että tässä sallitaan suurempi vapaus sidekudelman asemointiin, jolla mahdollistetaan optimoitu lopputulos ilman kompromisseja.

### Ensimmäiset tuotannolliset tulokset

Ennen paperituotannossa tapahtuvaa käytännön koetta tehtiin lukuisia koeajoja Heidenheimissa olevalla VPM4-koekoneella, jonka viiraosalla oli TQv-formeri. Tutkimusta ja vertailua varten valittiin SC-A-painopaperi, jonka freeness oli 71°SR ja tuhkapitoisuus n. 32%, koska tästä paperilaadusta koekoneelta oli saatu runsaasti kokemusta kudesidonnaisilla, niisiluvultaan alhaisemmilla SSB-viirroilla tehdystä testeistä.

**Kuva 9.** osoittaa TQv-formerin vedenpoistojärjestelmän rakennetta.

20-niitisen viiraparin vedenpoistoa kuvaavaa suoritusta on osoitettu sinisellä värillä. Ulkoviiran kudesuhde (paperipuoli/taustapuoli) on 2:1 ja ilmanläpäisy 347 cfm, kun taas sisäviiran kudesuhde on 1:1 ja läpäisy 361 cfm.

40-niitisen viiraparin vedenpoisto-ominaisuutta on kuvattu mustalla. Ulkoviiran kudesuhde (paperipuoli/taustapuoli) on 2:1 ja ilman läpäisy 354 cfm. Sisäviiran kudesuhde on 3:2 läpäisyn ollessa 385 cfm.

Perälaatikon virtausta ohjataan imulaatikon kakkosvyöhykkeellä molemmissa tapauksessa tasolle 350 l/min. Vedenpoiston suorituskykyä kuvataan prosentteina perälaatikon virtauksesta.

40-niitisen viiraparin alkuvedenpoisto on selvästi 20-niitisen viiraparin suorituskykyä parempi. Myös imutelan alueella 40-niitinen viirapari poistaa vettä paljon tehokkaammin, tuloksena on merkittävästi korkeampi 27,7 %:n kuiva-ainepitoisuus ennen pick-upia verrattuna 18,1 prosenttiin. Asiakkaiden koneilla paperiteollisuudessa saadut tulokset varmistavat näiden testien havainnot.

### Yhteenveto

Märkäviirujen kehitystä koskeva jälkikäiteinen arvio viimeisen kymmenen vuoden ajalta kertoo enemmän evoluutioon perustuvasta kehityksestä kuin vallankumouksellisesta uuden luomisesta.

Voithin kehittämä moniniitinen loimitusteknologia tarjoaa paperiteollisuudelle puhtaan innovaation edut sekä oleellisia parannuksia verrattuna siihen, mitä nykytekniikka mahdollistaa.

Voith on jälleen kerran pystynyt tuottamaan uuden toimintamallin paperin laadun jatkuvaksi parantamiseksi ja vielä sellaisin tuloksin, että märkäviirujen rakenteille on nyt avautunut tehtyjen systemaattisten kehitysinvestointien ansiosta kokonaan uusia ulottuvuuksia.

Moniniitillä loimitustekniikalla valmistettujen viirujen ensimmäiset tuotannossa saadut tulokset paperikoneilla ovat äärimmäisen lupaavia. Kaiken lisäksi tämän teknologian jatkokehityspotentiaaliin kohdistuvat odotukset ovat erittäin suuria. Tämän vuoksi Voith Paper Fabrics tulee antamaan täyden panoksensa uusien, tulevaisuuteen suuntautuvien tuotteiden kehittämiseksi.