

”Paper Barring” – Tuotannon oheisjärjestelmien menestyksellistä optimointia tukee systemaattinen analysointi



Bernd Stibi

Process Solutions
bernd.stibi@voith.com

”Paper barring” kertoo säännöllisesti toistuvasta viasta, joka jatkuvasti vahingoittaa tuotantojärjestelmää, tuotantotavoitteita ja johtaa massiivisiin laadunmenetyksiin paperia valmistettaessa. Hyvin usein tällä tavalla vahingoittunut paperi tai kartonki ei kelpaa enää jatkojalostukseen tai myytäväksi. Voith Paper on kehittänyt tuotealueen nimeltä ”Process Solution”, joka on erikoistunut muun muassa tämän ongelma-alueen ratkaisuihin. Pulmat selvitetään yhdessä asiakkaan kanssa Voithin asiantuntijoiden myötävaikutuksella.

Mitä on ”barring”?

Barring ilmaisee ongelman, jonka seurauksena voidaan havaita esimerkiksi rainassa radan poikkisuuntaisena raitana. Tavallisesti se esiintyy säännönmukaisesti muutaman millimetrin tai jopa metrien pituisena laatuviikana.

Barring, tai ehkä suomeksi lähinnä värinävika, voi esiintyä paperikoneilla eri alueilla ja eri komponenteissa kuten myös itse paperissa.

- Nippiteloissa puristinosalla, liimapuristimissa, kalanteripakoissa ja off-line kalantereissa (Kuva 1.)
- Konventionaalisten telapuristimien huovissa (Kuva 2.)

- Itse paperissa voi olla radan poikkisuuntaisia viiruja, jotka luokitellaan ”barring”-ilmiöksi (Kuva 3.)

Barring-häiriöt teloissa ja paperikoneen kudoksissa johtavat lisääntyvään konekomponenttien ja rakenteiden mekaaniseen värähtelyyn. Seuraa materiaalin väsymistä, mistä seuraa auttamattomasti vahinkoja. Ilmiö esiintyy useimmiten telapinnoitteissa ja puristinhuovissa aiheuttaen huomattavia kustannuksia lisääntyneiden seisokkien vuoksi.

Paperin ”barringista” puhutaan yleensä silloin, kun viiruuntuminen on jo visuaalisesti havaittavissa kiillon tai opasiteetin vaihteluna tai paperin homogeenisuutta



häiritsee aaltoilu tai säännönmukaisesti esiintyvä kupliminen (**Kuva 4.**).

Barring ei aiheuta ongelmia ainoastaan itse paperikoneessa (lisääntyneet katkot, paperin profiilin orientaatio- ja ohjausvirheet), vaan ongelmia myös paperin jatkojalostusprosesseissa. Ongelman huomattava voimistuminen johtaa siinä määrin paperin laadun heikkenemiseen, että paperi joudutaan pulpperoimaan. Barring-ilmio on erityisen ongelmallinen itse paperissa monine eri muotoineen. Syyt voivat löytyä kaikkialta paperikoneesta lyhyestä kierrosta rakenteisiin.

Rainan visuaaliset poikkeavuudet korreloivat aina profiilisäätöihin kuten pintapainoon, formaatioon, tuhkapitoisuuteen, kosteuspitoisuuteen tai paksuuteen.

Joillakin mainituista profiilimääreistä on suuri merkitys radan kuivatukseen ja paperiradan kutistumiseen. Erityisesti monikerrosrainauksella valmistettujen paperi- ja kartonkituotteiden osalta pulman selvittäminen on vaikeaa tarjolla olevien

monien vikavaihtoehtojen vuoksi. Tästä huolimatta on tärkeää löytää korjaavat toimenpiteet niin tarkasti kuin suinkin ongelmien syy-seuraus-suhteiden rajaamiseksi.

Välttämätön analyysi ja sen muodot

Viiruuntumisen syiden selvittämistä edellyttävä analyysi on hankalampaa kuin itse ongelman havainnollistaminen. Tässä mielessä ongelmaan vaikuttavien syiden mahdollisimman varhaisen synnyn selvittäminen on sisällyttävä analyysiprosessiin. Vain näin toimien on mahdollista eliminoida barring-ilmio kokonaisuudessaan.

Tärkeä perusehto barringin aiheuttamien ongelmien ratkaisemiseksi on kaikkien mahdollisten asiaan vaikuttavien osaprosessien systemaattinen tutkinta.

Toisiinsa liittyvien syy-yhteyksien vuoksi on oleellisten prosessimuuttujien valinnan ohella tärkeää tutkia myös tuotannollisten

Kuva 1: Tyypillinen barring-ilmio puristintelalla.

Kuva 2: Tyypillinen barring-ilmio puristinhuovassa.

Kuva 3: Barring-ilmion ulkoiset muodot paperissa/kartongissa.

Kuva 4: Osittain barringin tapainen paperin/kartongin flatness. Cockling = aaltoilu + kupliminen.

asetusten aikasegvenssit. Onnistuneen analyysin kannalta tämän on kaikkein tärkeintä.

Tavoitteellisen ja menestyksellisen tutkimuksen kannalta on syytä toimia seuraavan kaavan mukaan:

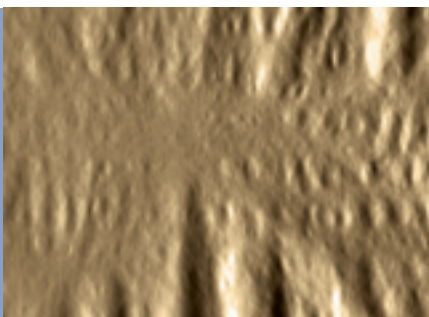
Aikataulutettu tutkinta- ja testausohjelma + kaikkien oleellisten prosessiparametrien havainnoiminen = järjestelmällinen prosessianalyysi.

Esimerkki

Seuraavassa tyypillisessä esimerkissä analyysiä hyödynnettiin tapauksessa, jossa barringia esiintyi rakennusteollisuuden tarpeisiin jalostettavaksi toimitetussa testlainerissa ja muissa paperilajeissa. Tutkimus tehtiin noin 30 vuotta käynnissä olleen paperikoneen massajärjestelmissä kaksikerroksista pakkauspaperia valmistettaessa.

Vuosien varrella tehdyt monet uudistukset ja optimointitoimet olivat nostaneet pape-

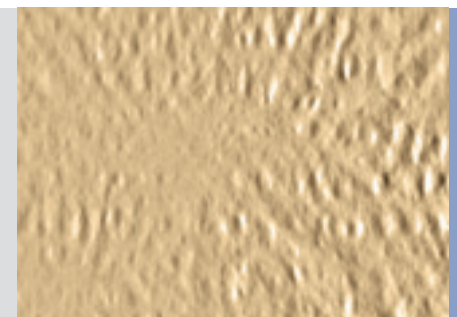
4



Cockling =



aaltoilu +



kupliminen

Kuva 5: Tyypillinen esimerkki: on tarpeen selvittää paperia vaavaavan barring-ilmion syyt.

Kuva 6: Paperia vaavaavan barring-ilmion syiden selvittämisprosessin etenemisvaiheet.

Kuva 7: Paperia vaavaavaan barring-ilmioon vaikuttavien keskeisten muuttujien arviointiin tarvittavat tilamittaukset ja -analyysit.

Kuva 8: Konseptin pullonkauloihin liittyvien arviointien etenemisvaiheet.



rikoneen tuotantokapasiteetin yli kaksinkertaiseksi alkuperäisestä.

Joka tapauksessa paljain silminkin havaittavissa ollut poikkisuuntainen aaltoilu (paperin barring) esti saavuttamasta korkeita laatuvaatimuksia. Koska samanlaisesti esiintyi myös epätasaista uudelleenvenettymisilmiötä, mikä johti jatkojalostuksen ongelmiin, Voith Paper Process Solution -ryhmä sai tehtäväkseen selvittää ongelma perinpohjaisesti (**Kuva 5**).

Kuvassa 6. näkyvä grafiikka kertoo keskeiset asiat Voith Paper Process Solutions -ryhmän perustoimintatavasta barring-pulman syiden selvittämiseksi.

Tilanne päivitettiin hyvässä yhteistyössä asiakastehtaan teknisten asiantuntijoiden kanssa. Varsinainen yksityiskohtainen tutkimusohjelma tehtiin tältä pohjalta. Analyysissa aiottiin ottaa huomioon kaikki saatavilla ollut oleellinen tieto seuraavasti:

- Tuottajien ja jatkojalostajien kuvaamat pulmat
- Siihen saakka tehdyt analyysit ja sekä toimenpiteistä ja suosituksista aiheutuneet tulokset
- Siihen saakka tehdyt tuotantojärjestelmän muutokset

- Siihen asti tehtyjen optimointitoimien muutokset tuotantojärjestelmässä
- Mittausten aikana tehdyt tehtaan omat tuotannon optimointitoimenpiteet

Kuvaamassamme esimerkkitapauksessa tutkimusohjelma perustui olemassa olleisiin olettamuksiin kolmen keskeisen asian selvittämistarpeesta:

1. Selvittää barring-ilmion vaikutusten seurauksia päämuuttujien osalta:
 - tausta- ja pintakerrosten väliset erot seurausvaikutusten osalta
 - lyhyessä kierrossa vallinneiden ajoittaisten painesykäysten vaikutukset
 - suhteellisen uuden taustakerrosta tehneen perälaatikon suorituskyvyn vaikutus
 - tiedossa olleen suuren ilmapitoisuuden vaikutus.

6 Pulman määrittely

▼ Testisuunnittelu

- Tehtaalla tapahtuva barring-ilmion ja tuotantojärjestelmän välisten keskeisten muuttujien tutkiminen
- Massa- ja paperinäytteiden tutkiminen
- Massankäsittelyä ja lyhyttä kiertoa koskeva teoreettinen kapasiteetti & konsepti -analyysi.

▼ Testitulosten arviointi ja ratkaisusta päättäminen

7 Yleistilan analyysi

- Paperi- ja testlainerituotannon profiilianalyysit
- Ilmapitoisuuden mittaukset
- Massan vaihteluiden mittaukset
- Rotaationopeuden mittaukset
- Painesykäysten mittaukset
- Pulsaatiovaimennuksen toimintaa koskevat tarkistukset
- Väriinämittaukset

Erytistesteillä tehtävät analyysit

- Pintakerroksen tuotannon keskeytys
- mekaanisen ilmanpoistojärjestelmän irtikytkentä

8 Järjestelmän tutkiminen ja teoreettisen johtopäätösten teko konseptin/kapasiteetin suhteen

- Yleinen prosessin kuvaus
- Oheisjärjestelmien tutkiminen sekä optimointikohteiden etsiminen pohjakerroksen massanvalmistuksen päämassavirroissa
- Pintakerroksen massankäsittelyn massavirran tutkiminen
- Pintakerroksen lyhyen kierron tutkiminen
- Pohjakerroksen lyhyen kierron tutkiminen
- Lyhyen kierron laimennusvesijärjestelmän tutkiminen
- Prosessivesijärjestelmän tutkiminen
- Rejektin ja lietteenkäsittelyn tutkiminen
- Massan ja vesikierron teoreettinen tasapaino

2. Selvittää tuotantokonseptissa olleet pullonkaulat:

- massajärjestelmät
- prosessivesijärjestelmät
- puhdistusprosessin kapasiteetti
- lyhyen kierron laimennusvesijärjestelmä.

3. Selvittää ajettavuuteen liittyneitä vaikutuksia erityisesti:

- määränpään prosessikemikaalien osalta.

Kuvat 7., 8. ja 9. kertovat yksityiskohtaisesti tutkituista keskeisistä kohteista.

Kyseisessä tyypillisessä esimerkkitapauksessa saavutetut tulokset antoivat laajan kirjon erilaisia optimointimahdollisuuksia. Kaiken kaikkiaan pulmat ratkaisemalla oli mahdollisuus maksimoida menestys ja

saada investointibudjetille paras mahdollinen tuottavuus. Seuraava kaavio (Kuva 10.) antaa yleiskuvan saaduista tuloksista kyseisessä tapauksessa. Tutkimus paljasti kaksi pääongelmaa:

- Aaltoilun (barring) pääasiallinen syy löytyi taustakerroksesta ja sitä vastavasta lyhyen kierron järjestelmästä
- Suuri ilmanpitoisuus sekä kontrolloimat tomatt massa- ja vesivirrat johtuivat väärästä layoutista sekä puhdistusjärjestelmän, hylkyaltaan ja perälaatikon toimintaan liittyvistä seikoista.

Kuvattu esimerkkitapaus painottaa järjestelmän käyttäjän ja analyysiasiantuntijoiden hyvän yhteistyön merkitystä. Ongelman syiden selvittäminen ja barring-pulman ratkaiseminen kertoo myös siitä,

Kuva 9: Määränpään kemikaalijärjestelmässä olevia, tuotantoon vaikuttavia muuttujia koskeva analyysi.

Kuva 10: Esimerkki optimointisuosituksia sisältävästä matriisista kattavien ja perusteellisten selvitysten jälkeen.

Kuva 11: Pulmien ratkaisemista menestyksellisesti hyödyntämällä johdonmukaisesti olemassa olevaa tietotaitoa.

miten tärkeää on järjestelmädiagnostiikan asiantuntijoiden sekä paperinvalmistajien ja laitevalmistajien yhteistyö.

Kuten Kuvassa 11. osoitetaan, Voith Paper Process Solution tarjoaa vastaavia palveluja ja tarvittavaa tietotaitoa niin tuotantojärjestelmien kehittäjänä kuin toimittajanakin siten, että pulmat selvitetään tehokkaasti optimaalisiin toimenpidesuosituksiin päätyen.

Paperitehdas

Tuotetta ja tuotantoa koskeva tietotaito



Voith Paper

Prosessi- ja suunnittelutietämys



Voith Paper Process Solutions tuottaa synergiaa

11

9	Kemikaalijärjestelmää koskeva tutkimus
	<ul style="list-style-type: none"> ● Vaahdonesto ● Rententioaine ● Pintaliimaus ● Kationinen tärkkelys ja pintatärkkelys ● Kiinnityssaine ● Lisäkemikaalit (käytetyt ja käyttämättömät)
	Sykleihin liittyvät mittaukset ja arvioinnit
	<ul style="list-style-type: none"> ● Massan sakeudet, massaseokset, retentiot, ilmamäärät, kuitupitoisuus, epäpuhtaudet
	Dynaamista suodatusjärjestelmää koskevat kokeet
	<ul style="list-style-type: none"> ● Retentioaineiden teho ja parannuspotentiaali ● Käytettyjen kemikaalien vuorovaikutussuhteet vedenpoistoon

10	Keskeiset pulmat	Mittaukset	Tärkeysjärjestys
	Pohjakerros		
	Ilmamäärä	<ul style="list-style-type: none"> ● Ilmanpoiston järjestäminen puhdistuslinjaan ja rejektikanavien sulkeminen ● Hylkymassasäiliön pinnan nostaminen ja pinnan valvonnan järjestäminen ● Mekaanisen ilmanpoistopumpun siirtäminen ● Vaahdonestoannostelun optimointi 	1
	Ajoittaiset pintapainon vaihtelut	<ul style="list-style-type: none"> ● Putkivirtaaman tiivistäminen HC-sihdin ja PE-säiliön väliillä 	2
	CD-profiilin optimointi	<ul style="list-style-type: none"> ● Perälaatikkoon tulevan massan vertailu ulos tulevan massan määrään ● Perälaatikon huulilistojen ja vedenpoistoelementtien mahdollisten vahinkojen tarkistus 	3
	Pintakerros		
	Rintatelan värinät	<ul style="list-style-type: none"> ● Vaihda rintatela ja tarkista tasapaino ja käyntivirheet 	2
	CD-profiilin optimointi	<ul style="list-style-type: none"> ● Perälaatikon huulilistojen ja vedenpoistoelementtien mahdollisten vikojen tarkistus 	3