

## Tehokkaalla paperiradan päänniennillä on suuri toiminnallinen merkitys



**Elisabeth Rooney**

*Voith Paper Corporation,  
Canada, Tail Threading Group  
beth.rooney@voith.com*

**Maksimaalinen tuottavuus on maailmanlaajuisesti kaikkien paperinvalmistajien keskeinen tavoite. Tämä tavoite saavutetaan vain, jos paperikoneen tehokkuus voidaan optimoida ja käytettävyyttä voidaan parantaa. Osana integroitua valmistusprosessia paperiradan päänniennillä on huomattava merkitys sekä paperikoneen tehokkuuden että käytettävyyden kehittämisessä. Molemmat asiat vaikuttavat suoraan kokonaistuottavuuteen.**

Vain yksi prosentti paperikoneista ylittää tuotantotehokkuuden puolesta maailmanlaajuisesti kattavalle 97 % tavoitetasolle. Kehittyneiden maiden paperikoneista 99 % saavuttaa vain 80-82% tehokkuustason prosesseissaan. Yksi syy tähän on tehoton ja epävakaa päännienvienti. Tehokkaalle päänniennille asetetun pysyvän tehokkuustason alittaminen vaikuttaa merkittävästi koko paperikoneen toimintaan.

Merkittävin syy, miksi yksi prosentti paperikoneista erottuu muista, näkyy näiden koneiden päänniennin hallitussa toteutuksessa. Parhaat toimijat saavuttavat korkean tehokkuustason yksinomaan yltämällä pysyvästipäänniennille asetettuihin toiminnallisiin tavoitteisiin. Kun keskiverto-paperintekijä selviytyy päänniennille allokoitusta ihanneajasta 50 prosenttisesti, huippuosaajat yltävät jo 95 prosenttiin.

### Neljä askelta ihanteellisesti tapahtuvan päänniennin toteutumiseen

Jokainen paperitehdas pystyy saavuttamaan ja ylläpitämään ihanteellisen päänniennin tuotantoprosessissaan. Tämän mahdollistaa neljä eri toimenpidettä:

**Perustoimi:** Selvittää paperikoneen nykyisen päänniennin kulku, sen keskimääräinen kesto paperikoneen keskeisissä prosessiosioissa sekä katkojen keskimääräinen lukumäärä 24 tunnin ajossa prosessin eri avainkohteissa (toisin sanoen, mikä on koneen toimintatehokkuus).

**Ihannetavoite:** Selvittää, millainen paperikoneen päänniennin tehokkuustason tulisi olla verrattuna vastaavien koneiden päänniennin suoritusarvoihin (toisin sanoen, millaisen toimintatehokkuuden tulisi olla).

**Prosessin optimointi:** Uuden teknologian hyödyntäminen toimintatehokkuuden tiedossa olevan ihannetaso saavuttamiseksi.

**Prosessin vakauttaminen:** Hyödyntämällä sellaisia työkaluja tai prosesseja,

joilla ihanteellista toimintatapaa voidaan ylläpitää kestävästi pitkällä aikavälillä.

### Perustoimi

Ensimmäinen askel on selvittää perusteellisesti, miten nykyinen päännienvienti toimii. Tämä työ edellyttää kaiken päänniennin vaikuttavan havainnollistamista paperikoneella, luottavuuteen ja turvallisuuteen vaikuttavat seikat, kaikkien laitteiden kunnossapidon ja huollon toimet, käyttömiehistön valmennuksen yms. On myös hyvin tärkeää, että tehtaalla ymmärretään päänniennin keskimääräinen vaikutus koko prosessin tehokkuuteen, resurssien varamiseen jne.

Osana päänniennin prosessianalyysiä tulisi tarkastella perusteellisesti koneen seisokkien syitä ja seurauksia. Oikean toimintatavan löytämiseksi pitää arvioida:

- katkojen keskimääräistä määrää 24 h tuotannossa paperikoneen eri osissa (puristin, kuivausosa, viimeinen kuivaussyylinteri) sekä rainalta rainalle

tapahtuvan päänniennin kestoa jokaisessa keskeisessä tuotantopisteessä.

- Jokainen nykyiseen päänniennin myötävaikuttava pulma (radan ohjaustelosen puute, narujärjestelmien keskeiset viat, tukkeutuneet hylkykyypit jne).

Näihin laskelmiin tulee sisällyttää vain päänniennin käytetty aika, ei sitä seisokkiaikaa, mikä syntyy mekaanisista ongelmista tai sähköjärjestelmistä, laitevioista yms. Tässä työssä arvioidaan päänniennin kestoa rainalta rainalle tuotantoprosessin keskeisissä kohdissa ainoastaan olemassa olevan käytännön suhteen. Saatua arviota verrataan sitten kyseiselle koneelle yksilöidysti laskettuun ihannesuoritukseen.

### Ihannetavoitteesta päättäminen

Päänniennin keston ihanteellisista toimintatavoitteista päättäminen on hyvin tärkeä toimenpide optimoitaessa päänniennin prosessia. Kun päänniennin kulku rainalta rainalle paperikoneen eri prosessivaiheissa on tiedossa, päänniennin ihannekesto on laskettavissa. Laskelmaa täydennetään vertailemalla tuloksia vastaavien paperikoneitten suoritusarvoihin. Referenssikoneitten tulee olla samanikäisiä, konfiguraatioltaan samanlaisia sekä myös tuotantonopeutensa ja tuotteittensa puolesta yhdenmukaisia. Vertailukoneissa tulee olla myös optimoidut päännienninjärjestelmät asennettuina ja käytössä. Näissä koneissa päänniennin kestoa rainalta rainalle tulee arvioida keskiarvona, ja joissain tapauksissa on syytä käyttää kompensatioker-toimia paperikoneen perusprosessiin liittyvien erilaisuuksien vuoksi.

### Prosessin optimointi

Sen jälkeen, kun päänniennin on asetettu optimoitavoitteet käytössä olleen toimintatavan evaluoinnin valmistuttua, tehtaalla voidaan laskea ne kustannukset, jotka syntyvät heikosta toimintatavasta. Päänniennin optimoimiseksi olevia erilaisia keinoja voidaan tällöin jo analysoida suunnitellen samalla parhaan mahdollisen ratkaisun käyttöönottoa.

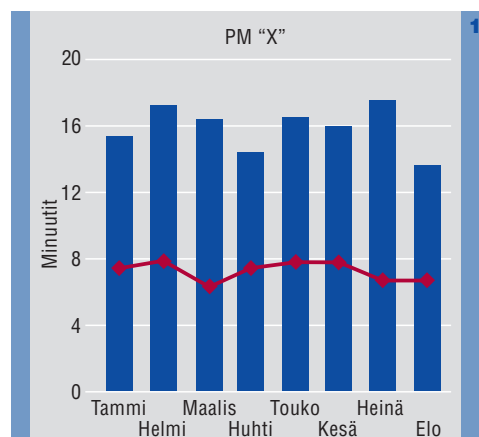
### Ihannemallin vaikutukset

Vain pääsemällä kestäväällä tavalla päännienninissä tavoitesuoritusasteelle voi nostaa paperikoneen tehokkuuden parhaaseen globaaliin vertailuryhmään. Ihanteellisella päännienninprosessilla saattaa olla merkittävä myönteinen vaikutus paperikoneen yleiseen suorituskykyyn, turvallisuuteen ja kustannuksiin.

Sen jälkeen, kun paperikoneen keskimääräiset katkot on selvillä ja ihannesuoritusasteesta on päätetty, pitää arvioida sitä, missä mitassa paperikone prosentuaalisesti ylittää päänniennin osalta ihannetavoitteisiin ennen optimointia. Yksi suurimmista eroista vertailuryhmän parhaisiin suorittajiin nähden näkyy päännienninprosessin vakaudessa. Toisin sanoen toiminnallisen vakauden ansiosta päänniennin ajankäytössä päästään 95 % tehokkuustasolle. Seuraavassa esitellään käytännön esimerkki eräästä Voith Tail Threading Group -tiimin toteuttamasta Threading Assessment Reports -projektista (TEAMS).

Tällä koneella oli keskimäärin yksi katko puristimella 24h ajon aikana (@31,4 minuuttia keskimäärin), yksi katko kuivaus-

**Kuva 1:** Päänniennin ihanneaikoja (punaisella) verrattuna todellisiin toteutuneisiin keskiarvoihin Pohjois-Amerikan paperitehtaissa.



osalla (@ 28,7 minuuttia keskimäärin) ja kolme prosessin jälkipäässä (@14,9 minuuttia keskimäärin). Koneelle oli tehty ihannetavoite (punainen kuvaaja kuvassa 1). Parhailaan tämä kone, jopa optimoimattomana, ylittää päänniennin puolesta 13,43 % parempaan suoritukseen puristimella, 21,68 % kuivausosalla ja 34,57 % loppuprosessissa. Kun ihannesuoritukseen liittyviä arvoja verrataan keskimääräisesti toteutuneisiin arvoihin, potentiaalinen ajansäästö tasoittuu. 345 päivää kestäneen tuotantoajan lopulla paperikoneen yhteenlaskettu käytettävyyttä lisännyt tuotantoaika oli 23 391 minuuttia eli 391 tuntia tai 16 päivää.

Tämä tarkoittaa sitä, että kyseinen paperikone ei ollut käytössä 16. päivän ajan. Tämä tuotannonmenetyks on vältettävissä. Kyse on 5 minuutin menetyksestä siellä, 10 minuutin toisaalla, 15 minuutin kolmannessa paikassa pelkästään sen vuoksi, että prosessi oli epävakaa ja toimi epäluotettavasti.

Laskettaessa tämän tuotannonmenetyksen kustannuksia, suosittelemme käytettäväksi käyttökustannuksia, ei menetettyä

**Kaavio:** Vakaasta päänniennistä koituvat vuosittaiset säästöt (minuutteina).

Kumuloituvat päänniennin säästöt vuositasonalla			
	Nykyinen	Ihannetila	Säästöt (min)
Puristimelta rullaimelle	10,833 (1/24 h@31.4 min)	4,140 (1/24 h@12.0 min)	6,693
Kuivausosalta rullaimelle	9,902 (1/24 h@28.7 min)	3,450 (1/24 h@10.0 min)	6,452
Koneen loppupää	15,421 (3/24 h@14.9 min)	5,175 (3/24 h@5.0 min)	10,246
<b>Kokonais säästöt</b>			<b>23,391</b>

tulosta. Kyseinen esimerkki ja siihen liitynyt takaisinmaksulaskelma ei sisällä niitä vaikutuksia, jotka koituvat hylkykypin tukkeutumisesta, ohjaustelojen puuttumisesta yms. Nykyään on niin, että vaikka paperikone olisi poissa käytöstä osan vuotta, jos sillä pystytään ajamaan tehokkaammin sen ollessa toiminnassa, käytössä saadut kustannussäästöt menevät suoraan tulokseen.

Esimerkiksi referenssikoneemme käyttökustannukset ovat noin 5000-10000 USD tuntia kohden. Tällaisen koneen päänniennin optimoinnin kannattavuus on ilmeisen selvää ja takaisinmaksu on välitöntä.

### Kestävä toimintatapa

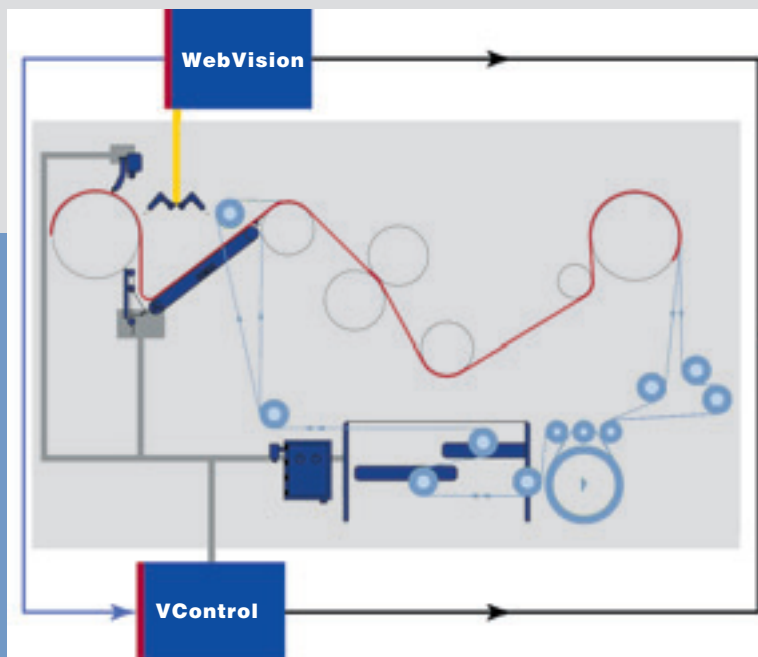
Ei riitä, että päänniennin tehostetaan vain yleisellä tasolla. Kun ihannetavoitetaso on saavutettu, sen on myös säilyttävä kestävästi. Jotta tehdään tuotantolaitteistolla saavutettaisiin paras mahdollinen päänniennin tuottoaste pitkäaikaisella elinkaarella, päänniennin tulee toimia maksimaalisella tehokkuudella jatkuvasti pitkällä ai-

kävällillä. Suurempi haaste onkin ylläpitää jatkuvaa tehokkuutta päänniennin tuottoasteen näkökulmasta pitkällä aikajanelalla, kuin kehittää päänniennin ja käyttövarmuutta kiinnittämällä huomiota vain mahdollisimman alhaisiin toteutuskustannuksiin. Huolto- ja kunnossapitokustannuksia on vaikea integroida päänniennin prosessiin.

Automaattinen päänniennin, joka vähentää dramaattisesti päänniennin käytettävää aikaa, tarjoaa paremman mahdollisuuden allokoida tarvittavia resursseja ja päänniennin prosessin ohjausta. Tehokkaampi päänniennin prosessi on jokaisen pitkäaikaisen prosessiratkaisun perusta. Se vaatii myös enemmän kuin vain hyvät toimitilat. Hyvä prosessiohjaus on myös tarpeen. Kestävällä hyvällä toimintatasolla oleva päänniennin edellyttää sellaista ohjausjärjestelmää, joka varmistaa luotettavasti, että eri prosessiosat toimivat vakaasti, ja että häiriön sattua asianomaiseen ongelmaan löytyy nopea ratkaisu.

Toteuttaakseen näitä tavoitteita Voith on kehittänyt patentoidun päänniennin prosessin ja ohjausjärjestelmän, MSP (Maximum

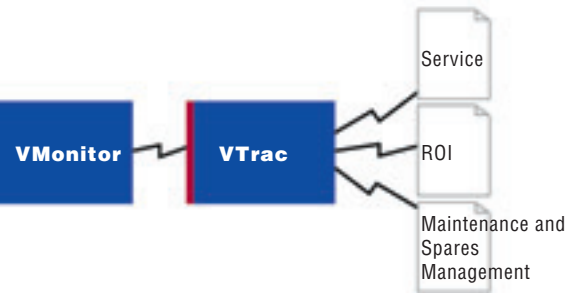
**Kuva 2:** Yleiskuva MPS-päänniennin järjestelmässä käytettävistä komponenteista.



Sustainable Performance). MSP ohjaa koko päänniennin prosessia ja varmistaa hyvän lopputuloksen pitkällä aikävällillä. MSP-järjestelmään liittyy neljä avaintoimintoa:

- Visual Digital Recording Technology (WebVision)
- Equipment Controls Technology (VControl)
- Equipment management and Tracking Data Basel (VTrac)
- Communication Manageri (VMonitor).

Sen jälkeen, kun päänniennin prosessi on luotettavasti evaluoitu ja optimoitu, MSP-päänniennin ohjausjärjestelmä pitää yllä optimaalista suoritustasoa. Se varmistaa nopean ja oikein säädetyn päänniennin sekä diagnostiikan. Niin ollen se mahdollistaa kaukosäätöisen häiriönpoiston, eliminoi käyttöhenkilöstöön liittyviä muuttujia, vähentää seisokkeja sekä alentaa käyttökustannuksia. Lyhyesti sanottuna, MSP:n myötä tehdas saa päänniennin prosessin täydellisesti hallintaansa.



### Maximum Sustainable Performance – keskeisiä hyötynäkökohtia

**Täysin automaattinen päänvienti**  
MSP-järjestelmä toteuttaa täysin automaattisen päänvienin eliminoiden samalla päänvientiprosessin muuttujia. Käyttökäyttöhenkilöstön ei tarvitse olla koneella, mikä edistää turvallisuutta.

### MSP mahdollistaa nopean, luotettavan ja tehokkaan

häiriön poiston sekä vian määrittämisen. Järjestelmä seuraa kaikkien päänvienin toimilaitteiden käyttöä sekä kirjaa päänvienin suorituskykyä. Jos ongelmia esiintyy, kaikki muuttujat, jotka vaikuttavat päänvientiin, kuten naruviedon kireys, tukkeutuneet ilmakanavat, paperin kosteus jne. tulevat tietoon. VMonitor välittää tarvittavan vikailmoituksen operaattoreille. VMonitor myös diagnostisoi ne konekomponentit ja muuttujat, jotka vaikuttivat päänvientiin, joten pulmat voidaan identifioida nopeasti ja korjata.

### MSP mahdollistaa häiriönpoiston etäohjauksena 24 h/7 d

VTrac sisältää kaikkia keskeisiä prosessikomponentteja koskevan visuaalisen ja numeerisen seurantajärjestelmän, mikä mahdollistaa tehokkaan etätoimisen häiriönpoiston. Ne tehtaat, joilla on käytössään MSP-järjestelmä, kykenevät hyödyntämään etätoimista päänvienin häiriönpoistoa yhdessä alan asiantuntijoiden kanssa 24 h/7 d, koska asiantuntijat voivat kytkeytyä järjestelmään tietoverkossa ja seurata näin täsmälleen sitä, mitä prosessissa tapahtuu juuri sillä hetkellä tai on tapahtunut. Asiantuntijaverkko voi tehdä joko itse tarvittavat korjaukset tai antaa tehtaan henkilöstölle asianmukaiset toimitaohjeet.

### MSP tarjoaa työkalun kunnossapitoa ja huoltoa varten

MSP kirjaa prosessin suorituskykyä jatkuvasti tarjoten täten täydellisen järjestelmädiagnostiikan, jotta päänvienti toimii jatkuvasti maksimaalisella tehokkuudella.

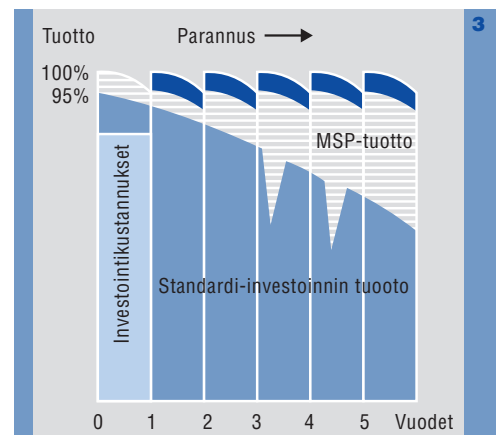
VTrack varastoi kaiken datan järjestelmään, ohjaa toimilaitteita ja lähettää tarvittavat tiedot operaattoreille silloin, kun säädöt ovat tarpeen. VTrack antaa tarvittavat tiedot operaattoreille myös kunnossapidon ja huollon tarpeista, seuraavaan seisokkiin tarvittavista varaosista jne.

### VTrack auttaa tehdasta tekemään hyvää pääoman tuottoastetta tukevia oikeita päätöksiä

VTrack auttaa tehdasta tekemään tarkoituksenmukaisia päätöksiä hyvän pääoman tuottoasteen ylläpitämiseksi pitkällä aikavälillä.

**Kuva 3:** Päänvienin tulee olla kestäväällä tavalla tehokasta. MSP Life Cycle Management Tool maksimoi asiakkaan hyödyn:

- Investointikustannukset
- Investoinnin tuotto
- MSP-kustannukset
- MSP-tuotto



### Yhteenveto

Paperikoneen maksimaalisen käytettävyyden ja tehokkuuden saavuttamiseksi kestävä ja ihanteellinen päänvienin toteuttaminen on yksi keskeisistä tehtävistä. Vain ne paperintekijät, jotka ovat pystyneet kehittämään päänvientiprosessinsa vakaalle ihannetasolle, voivat päästä huipputehokkaaseen tuotantoon.

Joka tapauksessa, sen jälkeen kun päänvientiprosessi on optimoitu tavoitetasolle kestäväällä tavalla, on toimittava myös niin, että taso säilytetään. Jos näin ei toimita, paperikoneen tehokkuus putoaa nopeasti. MSP-järjestelmä kehitettiin auttamaan päänvienin kunnossapitoa sekä pitämään yllä paperikoneen parasta mahdollista tehokkuutta. Ensimmäinen MSP-järjestelmä otettiin käyttöön Kanadassa ja toista asennetaan Yhdysvalloissa.

MSP-ratkaisu on teknisesti varmennettu ja koeteltu diagnostisoinnin ja ohjauksen työkalu, joka tekee käyttökäyttöhenkilöstölle mahdolliseksi hallita ja ohjata päänvientiä kestäväällä ja tuloksia tuottavalla tavalla parantamalla samalla paperikoneen yleistä tehokkuutta.