

# Tehokas Puuteollisuus

## Pintakäsittelylinjainvestoinnin käyttöönoton jälkeinen tuotannon ylläpito

### Kehityspilotti

Mattila Pauliina, Parikka Hanna, Saarela Elisa

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## Tausta

Centria Puutuotteella käynnistyi toukokuussa 2015 Tehokas Puuteollisuus -hanke, jossa toteutettiin kehityspilotteja uusien teknologioiden kokeilevaan testaamiseen, investointien tukemiseen, investoitujen laitteiden sujuvaan käyttöönottoon sekä prosessihallinnan ja laadunseurannan osaamiseen. Tässä kehityspilotissa keskityttiin pintakäsittelylinjan investoinnin jälkeiseen tuotannon ylläpitoon.

Tuotannon ylläpitoon liittyvät kehitystoimenpiteet tehtiin yrityksessä, joka oli hieman aiemmin investoinut kattoratakuljettimen ja ruiskutusrobotin kasattujen ikkunapuitteiden maalaukseen. Tarkoituksena oli selvittää, miten kyseisessä tuotantoprosessissa olisi järkevää suorittaa maalaus tehokkaasti ja kuinka uunin täyttö kannattaisi suorittaa. Lisäksi pilotissa määritettiin tämän pintakäsittelyprosessin optimaaliset arvot koesuunnittelun avulla. Näiden toimenpiteiden tavoitteena oli prosessin virtauksen tasoittaminen ja vaihtelun pienentäminen.

## Käyttökapasiteetin määrittäminen

Kehityspilotin aloituspalaverissa määritettiin yrityksen pintakäsittelyprosessi ja siihen vaikuttavat tekijät. Tekijöistä valittiin tärkeimmät optimaalisten pintakäsittelyarvojen määrittämiseksi koesuunnittelun avulla. Ennen koesuunnittelun toteutusta piti kuitenkin selvittää pintakäsittelyprosessin läpimenoaika, vaihteluväli ja kapasiteetti.

Kapasiteettiin päästiin kiinni selvittämällä prosessin läpimenoaika ja vaihtelu. Tiedonkeruu toteutettiin seurantajaksoilla pilottiyrityksessä. Seurannan aikana kelloitettiin kattoratakuljettimen orren täyttöaika sekä orren kiinnitettyjen puitteiden ruiskutusaikaa. Seuranta toteutettiin erilaisilla orren täyttöasteilla.

Tilanteessa, jossa orrelle ripustetaan mahdollisimman monta puitetta, ruisku oli pitkiä aikoja odotustilassa, koska orren täyttö oli hidasta. Pohjamaalauksessa täyttöä hidasti ripustuskoukkujen siirtely ja pintamaalauksessa kappaleiden kittausta ja välilihontaa. Orren täyttö nopeutui, kun orrelle ripustettiin vain yksi puite. Suurin syy tähän oli, että ripustuskoukkuja oli oikea määrä orrella. Tällöin ei tarvittu ylimääräistä liikettä niiden hakemiseen tai palauttamiseen. Samalla vaihtelu pieneni, tämä näkyi erityisen hyvin pintamaalauksessa. Koska orren kääntöaika on vakio, ruiskutusaika pitenee, kun orrella on vain yksi puite. Tällä ei ole kokonaisuuden kannalta merkitystä, koska orren täyttö kestää kauemmin kuin ruiskutus.

Linjan täyttö kannattaa valita sen mukaan, millä tahdilla pintakäsittelyprosessista halutaan valmiita tuotteita seuraaviin työvaiheisiin. Puitteet valmistuvat sitä nopeampaa, mitä nopeampaa linja liikkuu. Mikäli orrelle laitetaan vain yksi kappale, on orren täyttö varsin nopea toimenpide ja linja liikkuu sujuvammin. Kun orrelle

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

laitetaan useampi kappale, täyttöaika kasvaa ja se määrää linjan tahdin. Tällöin yhden kappaleen valmistusaika hidastuu. Laskennallisesti orren täyttö hidastuu mitä enemmän kappaleita orrelle laitetaan (Taulukko 1).

| Puitteita orrella | Orren ruiskutus-aika (s) | Orren täyttö-aika pohjamaalauksessa (s) | Orren täyttö-aika pinta-maalauksessa (s) | Tehollinen työaika pohjamaalaus (h) | Tehollinen työaika pinta-maalauksessa (h) | Kokonaisaika ilman taukoja tms. häiriöitä (h) | Valmiita (kpl) |
|-------------------|--------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------|
| 1                 | 133                      | 151                                     | 179                                      | 3,2                                 | 3,7                                       | 6,9                                           | 55             |
| 2                 | 196                      | 302                                     | 378                                      | 5,5                                 | 6,7                                       | 12,2                                          | 110            |
| 3                 | 220                      | 329                                     | 441                                      | 5,9                                 | 7,7                                       | 13,6                                          | 165            |

Taulukko 1. Laskennalliset käsittelyajat ja valmiiden tuotteiden määrä.

Taulukossa on esitetty ruiskutus- ja täyttöajat ortta kohti eri täyttömäärillä. Pohjamaalauksen täyttö on hieman nopeampaa kuin pintamaalauksen, koska pintamaalauksen yhteydessä tapahtuu pääosin hionta ja kittaus. Teholliseen työaikaan on laskettu täyttöaika. Ruiskutus tapahtuu orren täytön aikana, joten sitä ei ole huomioitu teholliseen työaikaan. Myöskään taukoja tms. keskeytyksiä ei ole huomioitu. Sen sijaan joka orren siirtymäaika on lisätty kokonaisaikaan. Kun orressa on yksi puite, tehollinen kierrosaika jää alle neljään tuntiin sekä pohja- että pintamaalauksessa. Ero kahden ja kolmen puitteen ripustusmenetelmässä on melko pieni, koska yleensä kolmen puitteen ripustus tarkoittaa, että puitteet ovat kooltaan hieman pienempiä. Tällöin käsittelyaika on suhteessa pienempi kuin kahdella isolla puitteella.

Tehtyjen mittausten ja toimenpiteiden perusteella pilottiyritykselle esitettiin seuraavat kolme vaihtoehtoa pintakäsittelylinjan käytön ja täytön optimointiin.

### Vaihtoehto I

Orrelle ripustetaan niin monta puitetta kuin mahtuu (keskimäärin 2,5). Linjan täytön hoitaa yksi henkilö. Hänen syöttäessä pohjamaalattavia puitteita, linjasta tulee edellisenä päivänä pintamaalattuja puitteita tiivistettäväksi.

|                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Yhden maalauskierroksen aika:</i> Pohjamaalaus n. 6,5 h. Pintamaalaus noin 8 h. (Ajat sisältävät tauot.)                                                            |
| <i>Maalausjärjestys:</i> Ensimmäinen päivä pohjaa, toinen päivä pintaa.                                                                                                |
| <i>Valmiit puitteet:</i> Täyttömäärästä riippuen noin 137 kpl joka toinen päivä.                                                                                       |
| Henkilömäärä: 1 pintakäsittelijä + 1 tiivistäjä                                                                                                                        |
| <i>Edut:</i> -                                                                                                                                                         |
| <i>Haasteet:</i> Tiivistäjä ei ehdi tiivistää kaikkia puitteita sitä mukaan, kun ne tulevat linjasta. Tällöin osa puitteista välivarastoidaan hallitilaan ja tiivistys |

jatkuu seuraavana päivänä. Jos puitteissa on paljon kitattavaa/välihiottavaa, voi pintamaalauskierron jäädä kesken. Tällöin kierrosta jatketaan seuraavana päivänä. Kiertorytmin pidentyessä, valmiita kappaleita ei tule joka toinen päivä, vaan valmistuminen venyy.

*Muut huomiot:* Jos linjaan syötetään esim. puolet pohjamaalattavia ja puolet pintamaalattavia puitteita, saadaan linjasta valmiita puitetta joka päivä.

### Vaihtoehto II

Orrelle ripustetaan niin monta puitetta kuin mahtuu (keskimäärin 2,5). Linjan täytön hoitaa yksi henkilö pohjamaalauksessa ja kaksi henkilöä pintamaalauksessa. Lisäksi tarvitaan tiivistäjä.

*Yhden maalauskierroksen aika:* Pohjamaalaus n. 6,5 h. Pintamaalaus noin 5 h. (Ajat sisältävät tauot.)

*Maalausjärjestys:* Ensimmäinen päivä pohjaa, toinen päivä pintaa.

*Valmiit puitteet:* Täyttömäärästä riippuen noin 137 kpl joka toinen päivä.

*Henkilömäärä:* 1,5 pintakäsittelijää + 1 tiivistäjä

*Edut:* Pintamaalauskierron nopeutuu, koska syöttöä tekee kaksi henkilöä. Tästä johtuen pintakierron ehditään tehdä yhden työpäivän aikana, joten valmiita kappaleita tulee joka toinen päivä linjaan syötetty määrä.

*Haasteet:* Vaatii ylimääräisen henkilön pintakierrokselle tekemään välihiottoa ja kittausta

*Muut huomiot:* Jos linjaan syötetään esim. puolet pohjamaalattavia ja puolet pintamaalattavia puitteita, saadaan linjasta valmiita puitetta joka päivä. Kiiretilanteessa tällä mallilla saadaan eniten ulostuloa ilman pidempiä työaikoja tai ylitöitä.

### Vaihtoehto III

Orrelle ripustetaan aina yksi puite. Linjan täytön hoitaa yksi henkilö. Hänen syöttäessä pohjamaalattavia puitteita, linjasta tulee edellisenä päivänä pintamaalattuja puitteita tiivistettäväksi. Pintamaalauksen syöttöön riittää yksi henkilö, myöskään tiivistäjää ei tällöin tarvita.

*Yhden maalauskierroksen aika:* noin 3,5 h

*Maalausjärjestys:* Aamupäivä pohjaa, iltapäivä pintaa.

*Valmiit puitteet:* 55 puitetta joka päivä

*Henkilömäärä:* 1 pintakäsittelijä + 0,5 tiivistäjä (tiivistäjä voi tehdä lyhyempää työpäivää tai muita tehtäviä pintasyötön aikana)

*Edut:* Linjan kuormitus on tasaista, valmiita puitteita tulee päivittäin vakiomäärä. Pintakäsittelijän syöttäessä pohjamaalattavia tuotteita, edellisellä kierroksella valmiiksi maalatut puitteet tulevat tiivistykseen.

*Haasteet:* Malti laittaa orrelle vain yksi puite.

*Muut huomiot:* -

## Pintakäsittelyn optimiparametrien määrittäminen

Pintakäsittelyn optimiparametrien määrittäminen suoritettiin koesuunnittelun avulla. Koesuunnittelu (Design of Experiments, DOE) on menetelmä, jolla tutkitaan syy-seuraussuhteita useiden prosessimuuttujien ja ulostulon välillä sekä pyritään selvittämään tekijöiden välisiä keskinäisvaikutuksia.

Pilottirytyksen koesuunnittelussa tärkeimmiksi pintakäsittelyprosessiin vaikuttavista tekijöistä valittiin kuivauksen lämpötila, maalin levitysmäärä, suuttimen koko, puitteen ripustustapa ja sähköstatiikan varaus. Näillä muuttujilla toteutettiin Taguchin L8-matriisin mukaiset koeajot. Maalattujen testisarjojen arviointikriteereitä olivat pinnanlaatu, maalin kulutus ja maalin kuivuminen.

Tehdyissä koeajoissa todettiin, että optimiparametrit ovat kombinaatiosäätöjä sen mukaan mitä ominaisuutta halutaan korostaa. Pinnanlaadun kannalta tärkeintä on käyttää suutinta, jolla levitysmäärä saadaan riittävän suureksi mahdollisimman pienellä paineella. Maalin kulutukseen vaikuttaa eniten ruiskutusaine. Mitä pienempää painetta voidaan käyttää, sen vähemmän maalia kuluu ohiruiskutukseen ja sitä kautta hukka pienenee. Hukkaan voidaan vaikuttaa myös ottamalla käyttöön kapeammalla maaliviuhkalla oleva suutin. Tämä edellyttää paineen pienentämistä, jotta kappaleen heiluminen orrella saadaan mahdollisimman vähäiseksi. Maalin kuivumisen kannalta uunilämpötilalla on merkitystä.

## Yhteenveto

Kehityspilotissa Centrian asiantuntijat lisäsivät osaamistaan kattoratakuljettimen ja robotin käyttö- ja täyttöperiaatteista, kapasiteettiin vaikuttavista asioista ja optimikapasiteetin määrittämisestä sekä pintakäsittelyn optimiparametrien selvittämisestä. Centrialla on nyt entistä paremmat valmiudet toteuttaa prosessivirtaukseen ja tuotannon tehostamiseen liittyviä asiantuntijapalveluita alueen yrityksissä.

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma