

**ศึกษาอายุการใช้งานเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลของเครื่องพิมพ์
ชนิดโรตารีใช้ผลิตฉลากสติ๊กเกอร์ กรณีศึกษา โรงงานผลิตฉลากสติ๊กเกอร์**
**Study of lifetime of digital coated plates in the rotary label
sticker machine : case study sticker label factory**

ธิดาธิป หารชุมพล

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องมือและแม่พิมพ์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
1061 ซอยอิสรภาพ 15 ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600
โทรศัพท์ 02 473 7000 ต่อ 5366 อีเมล thiphaans@yahoo.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพยากรณ์อายุการใช้งานเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลจากการวัดค่าร้อยละของเม็ดสกปรกบนแผ่นพิมพ์ฉลากสติ๊กเกอร์ โดยส่งผลกระทบต่อคุณภาพในการผลิตฉลากสติ๊กเกอร์ของเครื่องพิมพ์ชนิดโรตารีใน 3 ระดับความเข้มสี คือ ส่วนสว่าง (25%) ส่วนกลาง (50%) และส่วนเงา (75%) ซึ่งมีการขยายเพิ่มขึ้นจากเดิม จนกระทั่งหมดอายุการใช้งานที่ระดับความบวม 15% เพื่อสร้างตัวแบบความสัมพันธ์ระหว่างรอบการใช้งานเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลและค่าร้อยละของเม็ดสกปรกบนใช้โปรแกรม MATLAB ในการประมวลผลข้อมูล พบว่า การถดถอยแบบโพลีโนเมียลมีความเหมาะสม และให้ผลการพยากรณ์มีความแม่นยำมากที่สุด จึงใช้ตัวแบบนี้พยากรณ์อายุการใช้งานจนกระทั่งหมดอายุที่ระดับความบวม $15 \pm S.D. \%$ ที่ความเข้มสี ส่วนสว่าง (25%) ให้ผล $15 \pm 4.3\%$ ได้จำนวน 94,816 รอบ อยู่ระหว่าง 82,697 – 105,237 รอบ ที่ความเข้มสี ส่วนกลาง (50%) ให้ผล $15 \pm 4.3\%$ ได้จำนวน 80,134 รอบ อยู่ระหว่าง 71,112 – 87,924 รอบ ที่ความเข้มสี ส่วนเงา (75%) ให้ผล $15 \pm 3.8\%$ ได้จำนวน 70,208 รอบ อยู่ระหว่าง 62,361 – 76,988 รอบ ตามลำดับ ให้ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยในการพยากรณ์ เพียง 3.0% 3.1% และ 3.2% ตามลำดับ สรุปได้ว่า เพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลนี้สามารถใช้งานได้จนกระทั่งหมดอายุโดยเฉลี่ย 81,720 รอบ หรืออยู่ระหว่าง 72,057 – 90,049 รอบ ซึ่งทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดเพิ่มขึ้นจากเดิมอีก 31,720 รอบ คิดเป็นร้อยละ 63.44 เมื่อเทียบกับการคาดคะเนของบริษัทในปัจจุบันที่ 50,000 รอบ

คำสำคัญ: เครื่องพิมพ์ชนิดโรตารี, เพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัล, ฉลากสติ๊กเกอร์, การพยากรณ์อายุการใช้งาน, ค่าร้อยละของเม็ดสกปรกบน

Abstract

The objective of this study is to predict the lifetime of digital polymer coated plates of rotary label sticker machine by measurement the tone value increase of printed colors on label sticker in 3 levels of color strength: High Light; HL (25%), Mid Tone; MT (50%) and Shadow; SH (75%). The limit of halftone color deviation is 15% from the original halftone color. Data fit in a polynomial curve to the historical data with MATLAB. The predicted lifetime of digital polymer coated plates until deviating to $15 \pm S.D.\%$. At HL (25%), the result is 94,816 rounds with $15 \pm 4.3\%$ (between 82,697 – 105,237 rounds). At MT (50%), the result is 80,134 rounds with $15 \pm 4.3\%$ (between 71,112 – 87,924 rounds). And at SH (75%), the result is 70,208 rounds with $15 \pm 3.8\%$ (between 62,361 – 76,988 rounds). The Mean Absolute Percentage Error (MAPE) are 3.0%, 3.1%, and 3.2%, respectively. The average lifetime of digital polymer coated plates is 81,720 rounds (between 72,057 – 90,049 rounds), much higher 31,720 rounds (63.44%) than the company's current estimation of 50,000 rounds.

Keywords : Rotary label sticker machine, Digital polymer coated plate, Label sticker, Lifetime forecasting, Tone value increase

บทนำ

แนวโน้มและทิศทางการขยายตัวของอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ไทย ได้มีการคาดการณ์ว่าในช่วงปี 2555 – 2560 ประเทศไทยมีความต้องการใช้บรรจุภัณฑ์มูลค่า 200 – 250 พันล้านเหรียญสหรัฐอเมริกา ทั้งนี้เกิดจากการขยายตัวของประชากรภายในประเทศ ร้อยละ 0.3 โดยในปี 2558 พบว่า จำนวนประชากรในประเทศไทยเพิ่มขึ้น ปัจจุบันมีประมาณ 67 ล้านคน ซึ่งส่งผลให้มีความต้องการสินค้าอุปโภคและบริโภคต่างๆ มากขึ้นตามไปด้วย จะเห็นได้จากการเพิ่มขึ้นของธุรกิจค้าปลีก เช่น บิ๊กซี เทสโก้ โลตัส และเซเว่น อีเลฟเว่น ที่มีอัตราการเติบโตร้อยละ 6 – 7 โดยเฉพาะบรรจุภัณฑ์ประเภทอาหารและเครื่องใช้อุปโภคบริโภค ส่วนในอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม พบว่า มีอัตราการเติบโตระหว่างปี 2555 – 2559 ดังนี้ ชนิดเครื่องดื่มน้ำผักและผลไม้ ร้อยละ 24.1 นม ร้อยละ 18.6 ซอฟต์ดริงค์ ร้อยละ 18.1 น้ำดื่ม ร้อยละ 15.3 เครื่องดื่มสำหรับนักกีฬา ร้อยละ 13.8 คาร์บอนेट ร้อยละ 13.3 เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ร้อยละ 7.5 และเบียร์ ร้อยละ 6.8 เป็นต้น [1]

การขยายตัวของบรรจุภัณฑ์ไทยในทุกๆ ประเภทของสินค้า มีความสัมพันธ์ต่อปริมาณยอดการสั่งผลิตหลากหลายสติกเกอร์ที่ติดบนบรรจุภัณฑ์นั้นๆ ซึ่งกฎหมายได้บังคับเกี่ยวกับสินค้าที่จะต้องมีการระบุรายละเอียดของสินค้านั้นๆ จึงทำให้ธุรกิจสิ่งพิมพ์ประเภทหลากหลายมีแนวโน้มขยายตัว

ตามภาคการผลิตของอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นต่างๆ เช่น อาหาร เครื่องใช้ไฟฟ้า สินค้าโภคภัณฑ์ เครื่องสำอางค์ และยา เป็นต้น เมื่อสินค้าวางอยู่บนชั้นวางจำหน่ายในร้านค้า ฉลากเป็นช่องทางเดียวในการสื่อสารกับผู้บริโภค ดังนั้น ฉลากจึงจำเป็นต้องอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์และอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องเหมาะสม ไม่มีร่องรอยการฉีกขาด ยับย่น หรือความบกพร่องอื่นๆ ช่วยเพิ่มความประทับใจให้กับลูกค้า และดึงดูดให้ลูกค้าซื้อสินค้าแทนที่จะมองผ่านไป จึงสรุปได้ว่า ธุรกิจสิ่งพิมพ์ประเภทฉลากและบรรจุภัณฑ์มีความเกี่ยวข้องกันโดยตรง และจะมีทิศทางที่ดีต่อไปอย่างแน่นอน [2]

ในโลกของธุรกิจปัจจุบันนี้มีการแข่งขันกันสูง เพื่อแย่งชิงส่วนแบ่งการตลาดที่จะเหนือกว่าคู่แข่งได้ ธุรกิจหรือองค์กรนั้นๆ จำเป็นต้องมีการปรับตัวให้เข้ากับสถานะการแข่งขัน ไม่ว่าจะเป็นราคา คุณภาพ รวมถึงการบริการหลังการขาย ซึ่งในธุรกิจสิ่งพิมพ์ประเภทฉลากสติกเกอร์ก็เช่นเดียวกัน การพิมพ์งานใดๆ ไม่่ว่างานพิมพ์ในครั้งนั้นๆ จะมีขนาดเล็กหรือขนาดใหญ่ ล้วนต้องการคุณภาพของงานพิมพ์ที่ดี การที่จะให้งานพิมพ์ออกมาดีมีคุณภาพตรงตามความต้องการของลูกค้า นั้น ประการแรกลูกค้าต้องเลือกโรงพิมพ์ที่ได้คุณภาพมาตรฐานในการพิมพ์งาน เพราะถ้าเลือกโรงพิมพ์ในการพิมพ์งานผิด อาจส่งผลให้งานพิมพ์นั้นๆ เสียหายได้ หรือต้องทำการ

พิมพ์ใหม่ซึ่งต้องเสียค่าใช้จ่ายซ้ำซาก
สิ้นเปลืองเวลา และงบประมาณ

ความสำคัญของการพิมพ์งาน หรือ
พิมพ์สื่อสิ่งพิมพ์ทุกชนิด สิ่ง que ทุกคน
ต้องการเหมือนกัน นั่นคือ คุณภาพงาน
พิมพ์ ซึ่งคุณภาพงานพิมพ์จะออกมาดีมี
คุณภาพมาตรฐานตรงตามความต้องการ
ของลูกค้าขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้ 1. การ
จัดทำต้นฉบับ 2. การทำแม่พิมพ์หรือเพลท
3. การพิมพ์ และ 4. วัสดุต่างๆ ที่ใช้ ได้แก่
กระดาษ, หมึก ตามลำดับ [3] ซึ่งงานวิจัยนี้
เลือกศึกษาเครื่องพิมพ์ชนิดโรตารี (web-
fed rotary letterpress press) โดยมี
หลักการทำงาน คือ กระดาษที่ใช้พิมพ์จะ
ป้อนเข้าเครื่องจากม้วนกระดาษอย่าง
ต่อเนื่อง ไม่ป้อนทีละแผ่น (บางครั้งอาจ
เรียกว่าเป็นเครื่อง เว็บ เลตเตอร์เพรสได้
web letter-press) ดังนั้น แม่พิมพ์จึงไม่
สามารถวางอยู่บนแท่นในแนวราบหรือ
แนวตั้ง และไม่สามารถเป็นตัวเรียงธรรมดา
ได้ แต่จะต้องเป็นแผ่นโค้งติดอยู่กับ โมลด์
แม่พิมพ์โดยรอบตามรูปร่างของโมลด์
แม่พิมพ์ แต่ในปัจจุบันได้เปลี่ยนมาใช้
แม่พิมพ์ชนิดที่เป็นพอลิเมอร์ที่มีน้ำหนัก
เบากว่า และสะดวกในการทำมากกว่า ซึ่ง
เครื่องพิมพ์แบบนี้สามารถพิมพ์ได้เร็วกว่า
เครื่องพิมพ์เลตเตอร์เพรสชนิดป้อนเป็น
แผ่นมาก นิยมใช้พิมพ์ หนังสือพิมพ์ แค
ตalog โฆษณา และงานพิมพ์ปริมาณ
มากๆ ไม่เหมาะสำหรับงานพิมพ์จำนวน
น้อยๆ เพราะค่าใช้จ่ายในการทำแม่พิมพ์
หรือเพลท และค่าดำเนินการพิมพ์สูง [4]

ผู้วิจัยมีความประสงค์ศึกษาอายุ
การใช้งานของเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัล
ที่ใช้งานกับเครื่องพิมพ์ชนิดโรตารีในการ
ผลิตฉลากสติ๊กเกอร์ โดยอายุการใช้งาน
ของเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลจะขึ้นอยู่กับ
ระดับความเข้มข้นที่ให้นฉลากสติ๊กเกอร์
แบ่งเป็น 3 ระดับความเข้มข้น ดังนี้ ส่วน
สว่าง (25%) ส่วนกลาง (50%) และส่วน
เงา (75%)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาการพยากรณ์อายุการใ
งานของเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลใน 3
ระดับความเข้มข้น ดังนี้ ส่วนสว่าง (25%)
ส่วนกลาง (50%) และส่วนเงา (75%) ที่
ส่งผลต่อคุณภาพในการผลิตฉลาก
สติ๊กเกอร์ของเครื่องพิมพ์ชนิดโรตารี

สมมติฐานของการวิจัย

อายุการใช้งานของเพลทพอลิเมอร์
ระบบดิจิทัลจากการคาดคะเนของโรงงาน
ผลิตฉลากสติ๊กเกอร์แห่งหนึ่งอยู่ที่ 50,000
รอบ

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

1. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1.1 ตัวแปรตาม (Dependent: y)
คือ ค่าร้อยละเม็ดสกรีนบวม (หน่วยวัด: %)

1.2 ตัวแปรอิสระ (Independent:
x) คือ จำนวนรอบการใช้งานของเพลทพ
อลิเมอร์ระบบดิจิทัล (หน่วยวัด: รอบ)

2. ระเบียบวิธีการวิจัย

รายละเอียดขั้นตอนการศึกษามีดังนี้

2.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลฉลากสติ๊กเกอร์ที่มีความยาว 28,000 รอบ คิดเป็นสติ๊กเกอร์ 56,000 ชิ้น วางแผนระยะการชักตัวอย่าง เพื่อสุ่มตรวจจำนวน 280 รอบต่อ 1 ตัวอย่าง รวมทั้งสิ้น 100 ตัวอย่าง

2.2 การชักตัวอย่างเพื่อสุ่มตรวจผู้วิจัยวัดค่าร้อยละของเม็ดสกปรกเป็น 3 ระดับความเข้มสี ดังนี้ ส่วนสว่าง (25%) ส่วนกลาง (50%) และส่วนเงา (75%) ให้ค่าร้อยละของเม็ดสกปรกในรอบที่ 0 มีค่าเท่ากับ 13.6% 17.9% และ 13.6% เป็นค่าตั้งต้น ตามลำดับ [5]

2.3 การเตรียมข้อมูลในแต่ละระดับความเข้มสี เพื่อนำข้อมูลมาสร้างตัวแบบสมการ ผู้วิจัยนำค่าร้อยละของเม็ดสกปรกในแต่ละรอบมาลบออกจากค่าร้อยละของเม็ดสกปรกในรอบที่ 0 จะได้ผลต่างของค่าร้อยละของเม็ดสกปรกที่เปลี่ยนไปของแต่ละรอบ และนำค่าผลต่างดังกล่าวของแต่ละรอบในแต่ละระดับความเข้มสี มาสร้างตัวแบบสมการและกราฟ โดยใช้โปรแกรม MATLAB ในฟังก์ชัน Curve Fitting เพื่อหาตัวแบบสมการที่เหมาะสมกับข้อมูล [6]

2.4 เมื่อได้ตัวแบบสมการที่เหมาะสม ผู้วิจัยสามารถพยากรณ์อายุการใช้งานของเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลจากจำนวนรอบการใช้งาน จนกระทั่งค่าผลต่าง

ร้อยละของเม็ดสกปรกในบวมขยายเพิ่มขึ้นจากเดิมจนกระทั่งหมดอายุการใช้งานที่ระดับความบวม 15% นั้นหมายความว่า เพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลหมดอายุการใช้งานต้องทำการเปลี่ยนเพลทใหม่ในการผลิตฉลากสติ๊กเกอร์ในรอบถัดไป

2.5 เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการพยากรณ์ค่าแบบจุด ดังนั้น จึงเลือกใช้การประเมินความถูกต้อง แม่นยำ ของตัวแบบสมการที่ได้ โดยการวัดค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean absolute percentage error: MAPE) ดังแสดงในสมการที่ (1) ถ้าค่า MAPE มีค่าน้อย บ่งบอกว่าตัวแบบสมการมีความแม่นยำสูง [7]

$$MAPE = \left\{ \frac{\sum |Actual - Forecast|}{(Actual * 100)} \right\} / n \quad (1)$$

Actual	หมายถึง	ข้อมูลจริงที่เกิดขึ้น
Forecast	หมายถึง	ข้อมูลที่เกิดขึ้นจากการพยากรณ์
n	หมายถึง	จำนวนของข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณตัววัดความแม่นยำ

ซึ่งผลของค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยสามารถจำแนกออกเป็น 4 ระดับความแม่นยำ [8] ได้แก่

ดีมาก (MAPE < 10%)

ดี (MAPE = 10 - 20%)

ยอมรับได้ (MAPE = 20 - 50%)

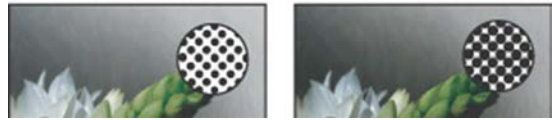
ยอมรับไม่ได้ (MAPE > 50%)

3. ขอบเขตการวิจัย

3.1 ศึกษาเครื่องพิมพ์ชนิดโรตารีที่ผลิตฉลากสติ๊กเกอร์ของโรงงานผลิตฉลากสติ๊กเกอร์แห่งหนึ่ง

3.2 ใช้เครื่องมือ สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) ในการวัดค่าร้อยละของเม็ดสกรีนบนแผ่นพิมพ์ฉลากสติ๊กเกอร์ ทั้ง 3 ระดับความเข้มสี คือ ส่วนสว่าง (25%) ส่วนกลาง (50%) และ ส่วนเงา (75%)

3.3 การเก็บข้อมูล ผู้วิจัยทำในขั้นตอนหลังการกดพิมพ์ (Post press) โดยใช้จำนวนรอบการทำงานของเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลแทนอายุการใช้งานของเพลท เมื่อเพลทถูกใช้งานมานานจำนวนรอบการทำงานของเพลทมากขึ้นจะส่งผลทำให้ค่าร้อยละของเม็ดสกรีนบนแผ่นพิมพ์ฉลากสติ๊กเกอร์เปลี่ยนแปลงไป หรือมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นจากเดิมจนกระทั่งหมดอายุการใช้งานที่ระดับความบวม 15% แสดงว่า เพลทนี้ถูกใช้งานด้วยจำนวนรอบที่มากที่สุด หรือหมดอายุการใช้งาน ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ลักษณะความบวมของเม็ดสีที่สกรีนบนฉลากสติ๊กเกอร์

ที่มา: โรงงานผลิตฉลากสติ๊กเกอร์แห่งหนึ่ง

3.4 ค่าประสิทธิภาพการทำงานของเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัล ที่วัดได้จากประสิทธิภาพการทำงานสามารถทำงานได้ เฉลี่ย 7,000 รอบต่อ 1 ชั่วโมง

3.5 งานวิจัยนี้เป็นการพยากรณ์อายุการใช้งานของเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลจากค่าร้อยละของเม็ดสกรีนบนแผ่นพิมพ์ฉลากสติ๊กเกอร์ที่เปลี่ยนไปแบบจุด

ผลการวิจัย

จากการพยากรณ์อายุการใช้งานเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัล ทั้ง 3 ระดับความเข้มสี คือ ส่วนสว่าง (25%) ส่วนกลาง (50%) และส่วนเงา (75%) ทำการวัดค่าร้อยละของเม็ดสกรีนบนที่มีการขยายตัวเพิ่มขึ้นจากเดิมจนหมดอายุการใช้งานในระดับความบวม 15% เพื่อสร้างตัวแบบสมการที่เหมาะสมให้กับข้อมูล โดยใช้โปรแกรม MATLAB พบว่า ลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลมีการถดถอยแบบพหุนาม (Polynomial) จึงได้พยากรณ์อายุการใช้งานเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลจากตัวแบบการถดถอยพหุนาม ให้ผลการพยากรณ์มีความแม่นยำมากที่สุด ดังนี้

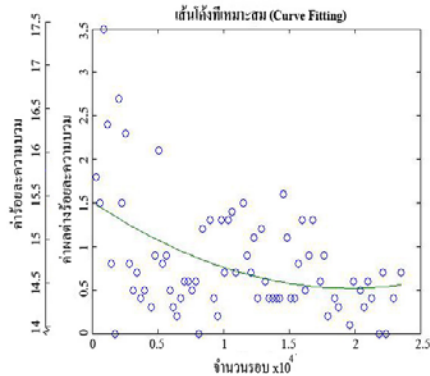
1. ส่วนสว่าง (High Light, 25%)

สามารถเขียนตัวแบบสมการพยากรณ์ค่าร้อยละของเม็ดสกรีนบวมบนแผ่นพิมพ์ฉลากสติ๊กเกอร์ในส่วนสว่าง (25%) ด้วยจำนวนรอบอายุการใช้งานเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลได้ ดังนี้

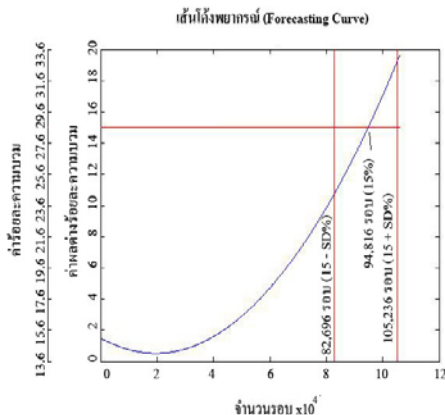
$$y = 2.5621E^{-9}x^2 - 1.0064E^{-4}x + 1.5085$$

(2)

เมื่อนำสมการ (2) ใช้พยากรณ์ค่าร้อยละของเม็ดสกรีนบวมบนแผ่นพิมพ์ฉลากสติ๊กเกอร์ดังภาพที่ 6 เปรียบเทียบกับค่าที่เก็บรวบรวมได้จริงดังภาพที่ 5 พบว่าให้ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean absolute percentage error: MAPE) ในการพยากรณ์เพียง 3.0% สามารถพยากรณ์ค่าร้อยละของเม็ดสกรีนบวมได้ อยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก และพยากรณ์อายุการใช้งานเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลจนหมดอายุการใช้งานจริงที่ระดับความบวมของเม็ดสกรีน 15% ได้จำนวน 94,816 รอบ ให้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเพียง 4.3% โดยสามารถใช้งานเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลจนหมดอายุได้ระหว่าง 82,697 – 105,237 รอบ ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 5 การกระจายตัวของข้อมูลจริงเป็นแบบ โพลีโนเมียลในส่วนสว่าง (25%)



ภาพที่ 6 การพยากรณ์อายุการใช้งานเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลจนหมดอายุการใช้งานที่ระดับความบวมของเม็ดสกรีน 15% ด้วยสมการโพลีโนเมียลในส่วนสว่าง (25%)

2. ส่วนกลาง (Mid Tone, 50%)

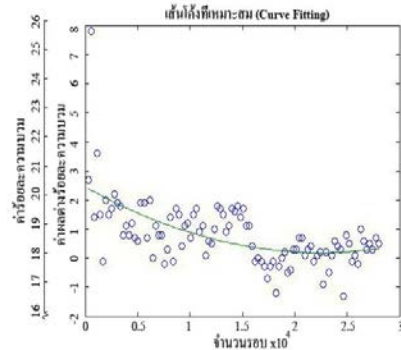
สามารถเขียนตัวแบบสมการพยากรณ์ค่าร้อยละของเม็ดสกรีนบวมบนแผ่นพิมพ์ฉลากสติ๊กเกอร์ในส่วนกลาง (50%) ด้วยจำนวนรอบอายุการใช้งานเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลได้ ดังนี้

$$y = 4.4567E^{-9}x^2 - 2.0037E^{-4}x + 2.4381$$

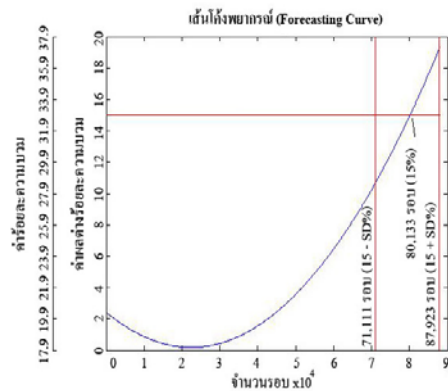
(3)

เมื่อนำสมการ (3) ใช้พยากรณ์ค่าร้อยละของเม็ดสกรีนบวมบนแผ่นพิมพ์ฉลากสติ๊กเกอร์ดังภาพที่ 8 เปรียบเทียบกับค่าที่เก็บรวบรวมได้จริงดังภาพที่ 7 พบว่าให้ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean absolute percentage error: MAPE) ในการพยากรณ์เพียง 3.1% สามารถพยากรณ์ค่าร้อยละของเม็ดสกรีนบวมได้ อยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก และพยากรณ์อายุการใช้งานเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลจนหมดอายุการใช้งานจริงที่ระดับความบวมของเม็ดสกรีน 15% ได้จำนวน 80,134 รอบ ให้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเพียง 4.3% โดยสามารถใช้งานเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลจนหมดอายุได้ระหว่าง 71,112 – 87,924 รอบ ดังภาพที่

8



ภาพที่ 7 การกระจายตัวของข้อมูลจริงเป็นแบบ โพลีโนเมียลในส่วนกลาง (50%)



ภาพที่ 8 การพยากรณ์อายุการใช้งานเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลจนหมดอายุการใช้งานที่ระดับความบวมของเม็ดสกรีน 15% ด้วยสมการโพลีโนเมียลในส่วนกลาง (50%)

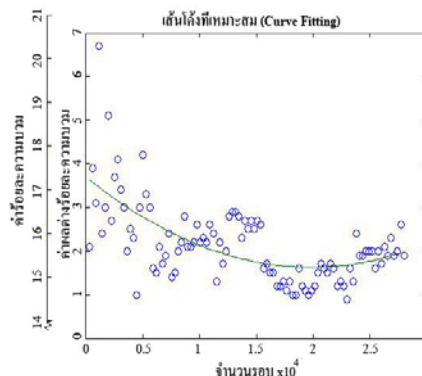
3. ส่วนเงา (Shadow, 75%)

สามารถเขียนตัวแบบสมการพยากรณ์ค่าร้อยละของเม็ดสกรีนบวมบนแผ่นพิมพ์ฉลากสติ๊กเกอร์ในส่วนเงา (75%) ด้วยจำนวนรอบอายุการใช้งานเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลได้ ดังนี้

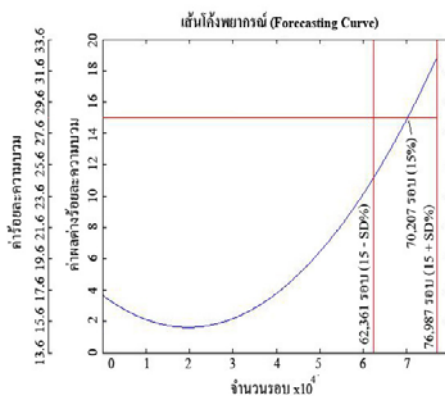
$$y = 5.2630E^{-9}x^2 - 2.0839E^{-4}x + 3.6885$$

(4)

เมื่อนำสมการ (4) ใช้พยากรณ์ค่าร้อยละของเม็ดสกรีนบวมบนแผ่นพิมพ์ฉลากสติ๊กเกอร์ดังภาพที่ 10 เปรียบเทียบกับค่าที่เก็บรวบรวมได้จริงดังภาพที่ 9 พบว่าให้ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean absolute percentage error: MAPE) ในการพยากรณ์เพียง 3.2% สามารถพยากรณ์ค่าร้อยละของเม็ดสกรีนบวมได้ อยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก และพยากรณ์อายุการใช้งานเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลจนหมดอายุการใช้งานจริงที่ระดับความบวมของเม็ดสกรีน 15% ได้จำนวน 70,208 รอบ ให้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเพียง 3.8% โดยสามารถใช้งานเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลจนหมดอายุได้ระหว่าง 62,361 – 76,988 รอบ ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 9 การกระจายตัวของข้อมูลจริงเป็นแบบโพลีโนเมียลในส่วนเงา (75%)



ภาพที่ 10 การพยากรณ์อายุการใช้งานเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลจนหมดอายุการใช้งานที่ระดับความบวมของเม็ดสกรีน 15% ด้วยสมการโพลีโนเมียลในส่วนเงา (75%)

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการใช้ตัวแบบสมการถดถอยแบบโพลีโนเมียลจากตารางที่ 1 ในการพยากรณ์อายุการใช้งานของเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลจนกระทั่งหมดอายุการใช้งานที่ระดับความบวม 15% โดยเฉลี่ยเท่ากับ 81,720 รอบ หรืออยู่ระหว่าง 72,057 – 90,049 รอบ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กล่าวว่า อายุการใช้งานของเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลจากการคาดคะเนของโรงงานผลิตผลาก

สตีกเกอร์แห่งหนึ่งอยู่ที่ 50,000 รอบ ดังนั้น ผลการวิจัยนี้ จึงทำให้โรงงานผลิตผลากสตีกเกอร์สามารถใช้งานเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลได้เต็มประสิทธิภาพมากขึ้นจากเดิมโดยเฉลี่ยอีก 31,720 รอบ คิดเป็นร้อยละ 63.44 หรือมีจำนวนรอบที่เพิ่มขึ้นระหว่าง 22,057 – 40,049 รอบ คิดเป็นร้อยละ 44.11 – 80.09 ซึ่งส่งผลให้สามารถลดต้นทุนการสั่งซื้อเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลใหม่ และลดต้นทุนการผลิตสินค้าลงได้

ตารางที่ 1 ผลการพยากรณ์ด้วยตัวแบบสมการถดถอยแบบโพลีโนเมียล

ระดับความชื้น	MAP E	ระดับความแม่นยำ	S.D. %	รอบ		ชม.	
				15%	(15 ± S.D.%)	15 %	(15 ± S.D.%)
ส่วนสว่าง (25%)	3.0%	ดีมาก	4.3%	94,816	(82,697 , 105,237)	14	(12 , 15)
ส่วนกลาง (50%)	3.1%	ดีมาก	4.3%	80,134	(71,112 , 87,924)	11	(10 , 13)
ส่วนเงา (75%)	3.2%	ดีมาก	3.8%	70,208	(62,361 , 76,988)	10	(9 , 11)
เฉลี่ย				81,720	(72,057 , 90,049)	12	(10 , 13)

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ศึกษาอายุการใช้งานเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัล โดยพิจารณาจากค่าร้อยละของเม็ตสกรีนบวมบนแผ่นพิมพ์ผลากสตีกเกอร์แต่เพียงอย่างเดียว ยัง

ไม่ได้พิจารณาจากค่าแรงกดพิมพ์ที่ส่งผลต่ออายุการใช้งานเพลทพอลิเมอร์ระบบดิจิทัลด้วย แต่เครื่องพิมพ์ชนิดโรตารีที่ใช้ในการผลิตผลากสตีกเกอร์ของโรงงานผลิตผลากสตีกเกอร์แห่งหนึ่ง ยังไม่สามารถควบคุม

การตั้งค่าแรงกดพิมพ์ในการผลิตได้ จึงทำให้การเก็บรวบรวมข้อมูลค่าร้อยละของเม็ดสกรีนบวม หรือ TVI มาทำการวิเคราะห์เกิดความแปรปรวนเล็กน้อย ดังนั้น ผู้วิจัยมีความสนใจศึกษาเพิ่มเติม เกี่ยวกับค่ามาตรฐานที่เป็นไปได้ของแรงกดพิมพ์ในการผลิตที่สามารถทำให้การผลิตลากสติ๊กเกอร์ด้วยเครื่องพิมพ์ชนิดโรตารีมีประสิทธิภาพก่อให้เกิดประสิทธิผลสูงสุดต่อไป

นอกจากนี้การวัดค่าร้อยละของเม็ดสกรีนบวมบนแผ่นพิมพ์ลากสติ๊กเกอร์ด้วยพนักงานยังส่งผลต่อข้อมูลที่เก็บรวบรวมมานั้นเกิดความแปรปรวนได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] สิริวงศ์ กลั่นคำสอน. (2554). **เรื่อง แนวโน้มและทิศทางอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ไทย**. 4 พฤษภาคม 2558 จาก <http://e-journal.dip.go.th/LinkClick.aspx?fileticket=MfZHO6THs7k%3D&tabid=100>.
- [2] ชันติ ลาภณัฐขันติ. (2556). **วารสารการพิมพ์ไทย**. 5 พฤษภาคม 2558 จาก http://www.thaiprint.org/thaiprint/index.php?option=com_zoo&view=item&item_id=580&Itemid=54.
- [3] บริษัท สุพรีมพริ้นท์ จำกัด. (2553). **เรื่องนำรู้ของงานพิมพ์**. 7 พฤษภาคม 2558 จาก <http://www.supremeprint.net/>.
- [4] กานจ้ง. (2550). **บทที่ 4 ระบบการพิมพ์**. 19 กันยายน 2550 จาก <http://kanni.blogspot.com/2007>
- [5] Gordon Pritchard. **The print guide**. (2009). 7 May 2015 from <http://the-print-guide.blogspot.com/2009/06/all-about-dot-gaintvi-tone-value.html>
- [6] The MathWorks Inc. (1994 – 2016). **Data Fitting with MATLAB**. 11 May 2015 from <http://www.mathworks.com/discovery/data-fitting.html>.
- [7] มุกดา แม้นมินทร์. (2549). **อนุกรมเวลาและการพยากรณ์**. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ประกายพริ้ง.
- [8] Chang, Y.F., Lin, C.J., Chyan, J.M., Chen, I.M. and Chang, J.E. (2007). Multiple regression models for the lower heating value of municipal solid waste in Taiwan. **Journal of Environmental Management**, (No.85), 891-899.