การวางแผนการผลิตสำหรับอุตสาหกรรมแผงวงจรรวม โดยประยุกต์ใช้โมเดลทางคณิตศาสตร์และโปรแกรมคอมพิวเตอร์

Production Planning for Integrated Circuit Manufacturing by Applying Mathematical Models and Computer Programs

ภัทร ลีลาพฤทธิ์ (Pattara Leelaprute)

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
50 ถ.พหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพ 10900
โทร : 02 797 0999 ต่อ 1403, E-Mail : pattara.l@ku.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและวิเคราะห์โมเดลทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับพัฒนาระบบที่ช่วยสนับสนุนการวางแผนการผลิต โดยประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์และเทคนิคการพยากรณ์ยอดการผลิตเพื่อวางแผนการผลิตให้เป็นไปตามเป้าหมายของบริษัท ผลการวิจัยต่อโรงงานผลิตแผงวงจรรวมที่เป็นกรณีศึกษา พบว่าการวิเคราะห์ข้อมูลของยอดการผลิตด้วยโปรแกรมทางสถิติที่ค่าความเชื่อมั่น 95% มีค่าของ P-Value เท่ากับ 0.263 ซึ่งมากกว่า 0.05 จึงถือเป็นการแจกแจงแบบปกติ นอกจากนี้ สำหรับการวางแผนการผลิตต่อไป การพยากรณ์ยอดการผลิตด้วยวิธีการปรับเรียบเอ็กโปแนนเชียลให้ค่าใกล้เคียงกับความต้องการจริงของลูกค้ามากที่สุดและมีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดต่ำที่สุดที่ 0.05% ดังนั้นแสดงให้เห็นว่าการวางแผนการผลิตสามารถกำหนดเป้าหมายจากวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่รูปแบบการวางแผนการผลิตรวมที่ดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : การวางแผนการผลิต, โมเดลทางคณิตศาสตร์, โปรแกรมคอมพิวเตอร์, แผงวงจรรวม, การพยากรณ์

Abstract

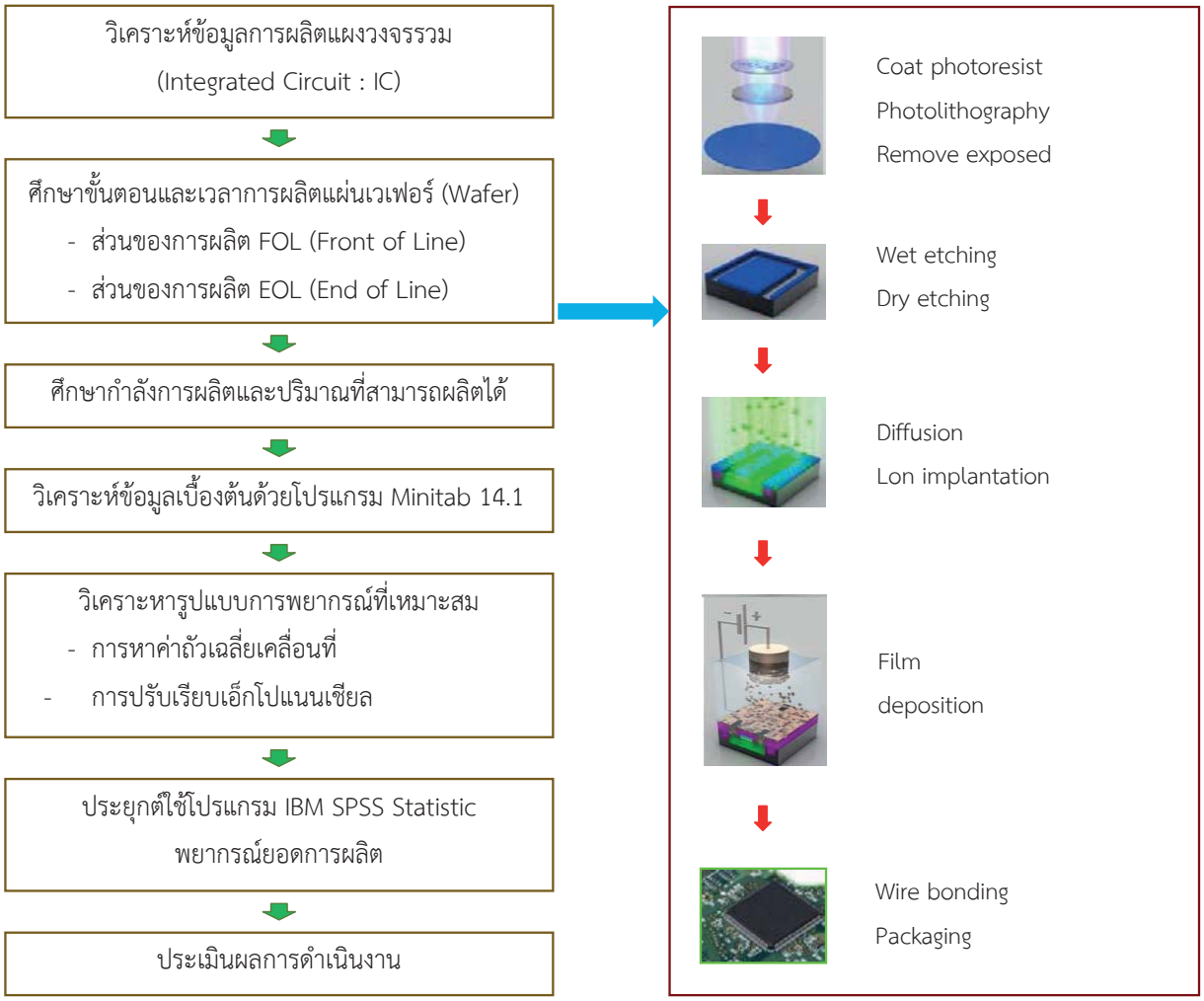
This research aims to design and analyze appropriate mathematical models to develop a system that supports production planning. This is done by applying computer programs and forecasting techniques for production volume to meet the targets of the company. Research findings from our case study at the integrated circuit factory showed that statistical analysis of P-Value was 0.263 higher than 0.05, which is the normal distribution at 95% confidence interval. In addition, for subsequent production planning, forecast of production volume by Exponential smoothing method is closest to the customer's actual requirement and has the

lowest error percentage of 0.05%. Therefore, result shows that production planning target can be determined by appropriate forecasting method, leading to an integrated production planning that can operate effectively.

Keywords : production planning, mathematical model, computer program, integrated circuit, forecast, forecasting method

1. บทนำ

ปัจจุบันอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มีความสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง โดยเฉพาะอุตสาหกรรมการผลิตอุปกรณ์เซมิคอนดักเตอร์ประเภทอุปกรณ์แผงวงจรรวม (Integrated Circuit : IC) [1] ซึ่งเป็นชิ้นส่วนประกอบที่สำคัญของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดต่างๆ เช่น ฮาร์ดไดร์ฟ โทรศัพท์มือถือ คอมพิวเตอร์ และแท็บเล็ต เป็นต้น ฉะนั้นบริษัทผู้ผลิตต้องดำเนินการผลิตด้วยการใช้ทรัพยากรต่างๆ ที่มีให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และได้ผลผลิตตามปริมาณที่ต้องการภายใต้เงื่อนไขด้านกำลังการผลิตเพื่อให้สามารถแข่งขันกับผู้ผลิตรายอื่นในตลาดอุตสาหกรรมประเภทเดียวกันได้ [2] การวางแผนการผลิตในอุตสาหกรรมเซมิคอนดักเตอร์จะให้ความสำคัญในเรื่องของการสั่งซื้อของลูกค้าที่ไม่แน่นอนและเกิดการเปลี่ยนแปลงบ่อยครั้ง เนื่องจากผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว ฉะนั้นบริษัทต้องมีผู้เชี่ยวชาญและมีประสบการณ์เฉพาะด้านการวางแผนการผลิตให้สามารถดำเนินการผลิตได้เต็มประสิทธิภาพทั้งคนและเครื่องจักร โดยประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการปฏิบัติงานแทนวิธีการดั้งเดิมเพื่อแก้ไขปัญหาความล่าช้าในการคำนวณที่ซับซ้อน และการเปลี่ยนแปลงข้อมูลจากลูกค้าบ่อยครั้ง ซึ่งทำให้เกิดปัญหาในเรื่องของความสมดุลของสายการผลิตและยอดการผลิตที่ไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดของบริษัทฯ จึงทำให้เกิดความสูญเสียเวลาในการผลิต อันเป็นสาเหตุของการผลิตผลิตภัณฑ์ได้จำนวนไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า [3][4][5]



รูปที่ 1 แผนผังขั้นตอนการดำเนินงานของการทำวิจัย

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของปัญหาดังกล่าว โดยได้ทำการศึกษาเพื่อพัฒนาระบบที่ช่วยสนับสนุนการวางแผนกำลังการผลิตภายใต้ข้อจำกัดต่างๆ ของผู้ผลิต โดยพิจารณาเลือกใช้เทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมทำการพยากรณ์ยอดการผลิตเพื่อวางแผนการผลิตให้มีประสิทธิผลและตอบสนองความต้องการของลูกค้าต่อไป

2. วิธีการดำเนินงาน

2.1 ศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

มีงานวิจัยหลายชิ้นที่ได้กล่าวถึงประโยชน์ของเทคนิคการพยากรณ์ยอดการผลิตต่อการตัดสินใจในการวางแผนการผลิตรวม [6][7] กล่าวคือ การพยากรณ์ที่เหมาะสมสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพเพิ่มความสมดุลย์ในการผลิต และส่งผลให้สามารถลดต้นทุนได้ อีกทั้งมีงานวิจัยหลายชิ้นกล่าวถึงการนำเทคนิคการพยากรณ์ยอดการผลิตไปประยุกต์ใช้ต่อหลากหลายประเภทอุตสาหกรรม กล่าวคือ ณรงค์เดช เดชทวิสุทธิ์ [8] นำเทคนิคการพยากรณ์ไปใช้กับอุตสาหกรรมผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า การผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ต่างชนิดกันเหมาะสมกับเทคนิคการพยากรณ์ที่ต่างกันโดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) ส่วน จุฑามาศ ศุภนคร [9] นำเทคนิคการพยากรณ์ไปใช้กับอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนประกอบผลิตภัณฑ์แบริ่ง ซึ่งผลการวิจัยพบว่า การผลิตชิ้นส่วนประกอบผลิตภัณฑ์แบริ่งชนิดโลหะผงและชนิดพลาสติกเหมาะสมกับวิธีการปรับเรียบด้วยเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบเส้นตรง (Linear Exponential Smoothing) ส่วนการผลิตชิ้นส่วนประกอบผลิตภัณฑ์แบริ่งชนิดสแตนเลสเหมาะสมกับวิธีการปรับเรียบด้วยเอ็กซ์โปเนนเชียลสองชั้น (Double Exponential Smoothing) จากผลการวิจัยของงานวิจัยข้างต้นแสดงให้เห็นว่าการผลิตในอุตสาหกรรมที่ต่างประเภทกันเหมาะสมกับเทคนิคการพยากรณ์ที่แตกต่างกัน หรือแม้แต่ถึงจะเป็นในโรงงานเดียวกันชนิดของผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกัน ยังอาจเหมาะสมกับเทคนิคการพยากรณ์ที่แตกต่างกันได้ ดังนั้นในการวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์ว่าเทคนิคการพยากรณ์ใดเหมาะสมกับอุตสาหกรรมการผลิตแผงวงจรรวมที่เป็นเป้าหมายในกรณีศึกษา

2.2 ศึกษาขั้นตอนการผลิตเบื้องต้น

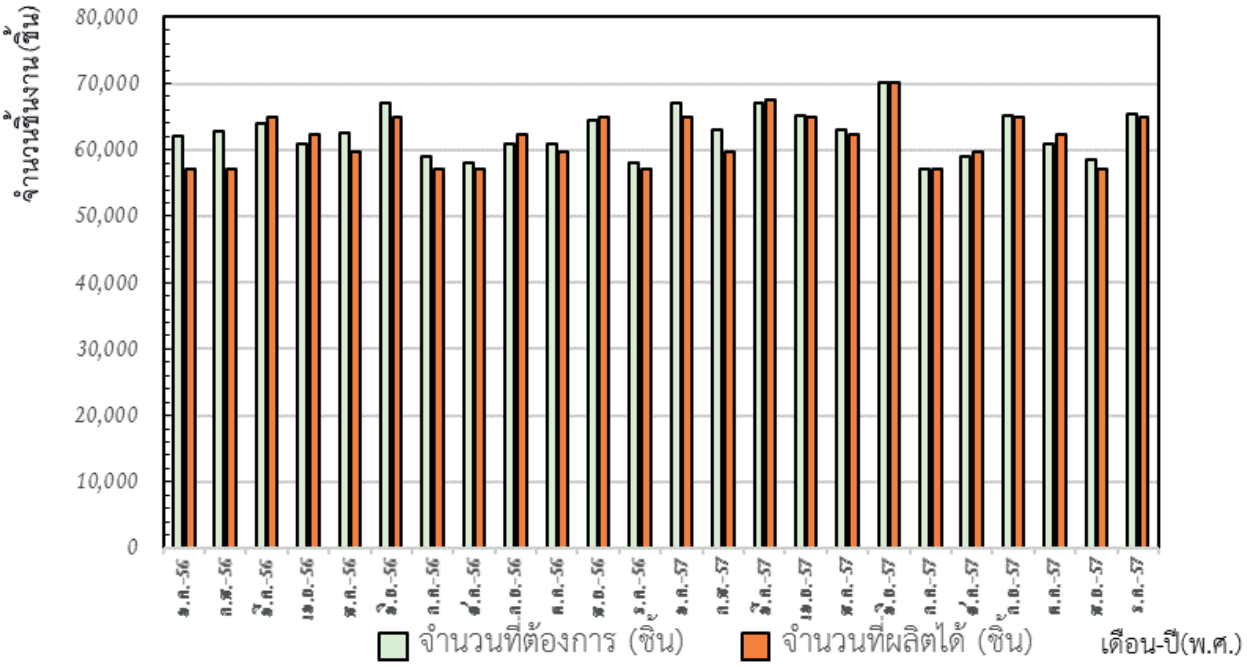
การศึกษางานวิจัยนี้เป็นการแสวงหาวิธีการที่มีประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตแผงวงจรรวมเพื่อพยากรณ์ยอดการผลิตและสร้างความสมดุลการผลิตให้เป็นไปตามเป้าหมายโดยกำหนดขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานจากโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา กล่าวคือ การศึกษาวิเคราะห์ขั้นตอนการผลิตรวมทั้งข้อมูลด้านการผลิต การวิเคราะห์หารูปแบบการพยากรณ์การผลิตที่เหมาะสม และการวางแผนการผลิตตามรูปแบบการพยากรณ์ที่ได้มาโดยประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ตลอดจนการวิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไขให้ได้ผลตามข้อกำหนดต่างๆ โดยแสดงแผนภาพการไหลของขั้นตอนกระบวนการทำวิจัยดังรูปที่ 1 และศึกษารูปแบบการผลิตแผงวงจร (Integrated Circuit : IC) โดยศึกษาเฉพาะการผลิตแผ่นเวเฟอร์ในส่วนของการผลิต FOL (Front of Line) และ EOL (End of Line) [10]

2.3 ศึกษาปริมาณการผลิต

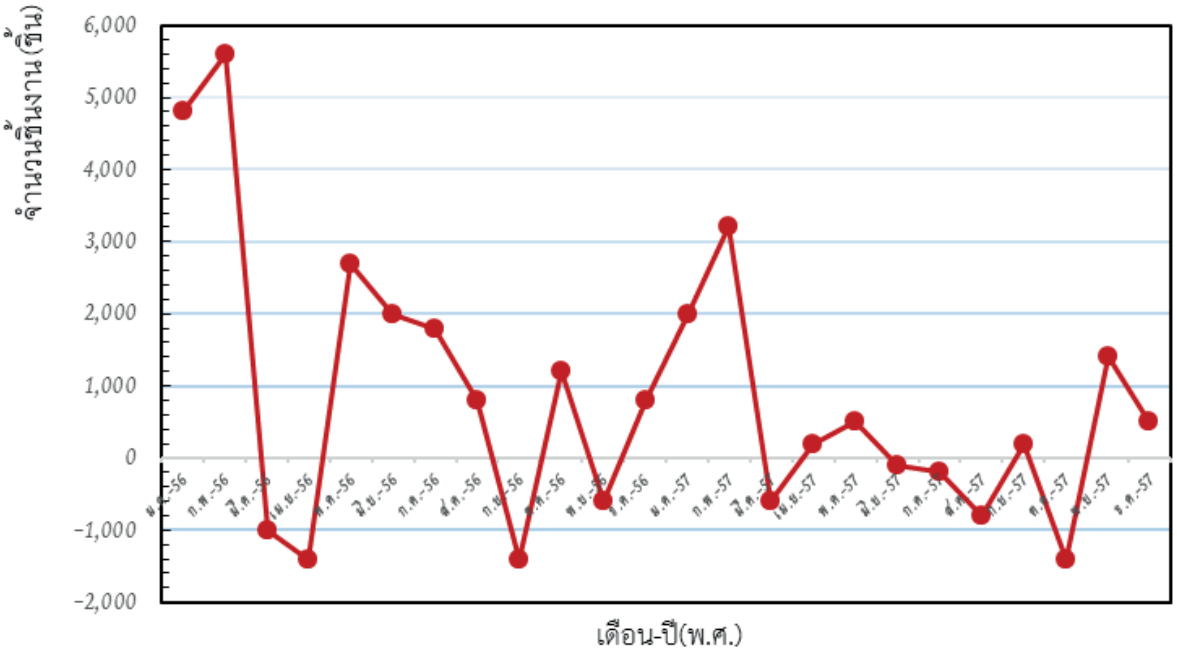
จากการศึกษาปริมาณความต้องการแผงวงจรรวม (Integrated Circuit : IC) และปริมาณที่สามารถผลิตได้ในแต่ละเดือนของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาตั้งแต่เดือนมกราคม 2556 - ธันวาคม 2557 สามารถผลิตได้จริงเป็นปริมาณเฉลี่ย 61,750 ชิ้นต่อเดือน แต่มีความต้องการของลูกค้าเฉลี่ย 62,592 ชิ้นต่อเดือน แสดงผลการเปรียบเทียบดังกราฟรูปที่ 2 กล่าวคือในบางเดือนมีอัตราการผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการ ซึ่งแสดงปริมาณความต่างของความต้องการสินค้า

และจำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ในแต่ละเดือนดังกราฟรูปที่ 3

จึงเป็นสาเหตุทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนชิ้นงานปริมาณที่มากในบางเดือน และเกิดการสะสมชิ้นงานในบางเดือน ดังนั้นข้อมูลดังกล่าวจึงได้ถูกนำมาพิจารณาในส่วนของผลการวิเคราะห์เพื่อนำไปประเมินการวางแผนการผลิตในขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 2 เปรียบเทียบความต้องการสินค้าและจำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้จริง (ม.ค.2556 - ธ.ค.2557)



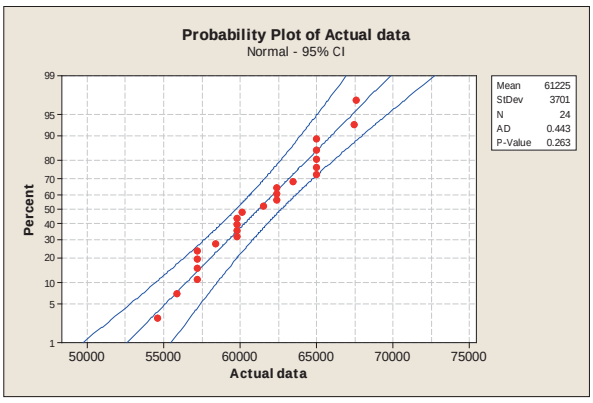
รูปที่ 3 ปริมาณความต่างของความต้องการสินค้าและจำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้จริง (ม.ค.2556 - ธ.ค.2557)

3. ผลการทดลอง

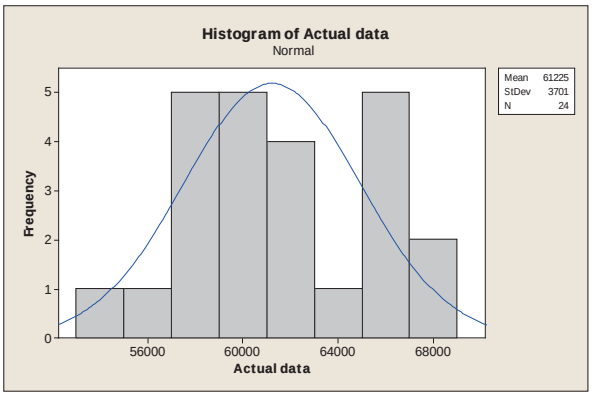
3.1 วิเคราะห์ข้อมูลการผลิตสำหรับหารูปแบบการพยากรณ์

การจัดเก็บจากข้อมูลยอดการผลิตที่ผ่านมาเพื่อนำ ข้อมูลที่ได้มาทดสอบทางสถิติด้วยโปรแกรม MINITAB 14.1 [11] แสดงผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ได้ค่าเฉลี่ย (Mean) เท่ากับ 61,225 บอร์ดต่อเดือน, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เท่ากับ 3,701 และค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV: Coefficient of Variance) มีค่าเท่ากับ 0.443 จากค่าดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าข้อมูลมีลักษณะเป็นแบบแนวนอน (Horizontal หรือ Stationary) คือ มีการเปลี่ยนแปลงยอดขายในแต่ละช่วงเวลาใกล้เคียงกันไม่มีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นหรือลดลง ฤดูกาลไม่มีผลต่อยอดขาย นอกจากนี้เมื่อนำมาพล็อตกราฟเพื่อแสดงการหาค่าการกระจายตัวจะสังเกตได้ว่าภายใต้ความเชื่อมั่นที่ 95% พบว่า ค่าของ P-Value เท่ากับ 0.263 ซึ่งมากกว่า 0.05 แสดงว่ามีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) โดยแสดงผลลัพธ์การหา Normality ดังกราฟในรูปที่ 4 และรูปที่ 5 ตามลำดับ

รูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับข้อมูลงานวิจัยนี้ดังที่ได้กล่าวข้างต้นว่า ข้อมูลมีลักษณะเป็นแบบ Horizontal หรือ Stationary ซึ่งมีเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการพยากรณ์อยู่ 2 วิธี คือ วิธีการหาค่าถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving average) และ การปรับเรียบเอ็กโปแนนเชียล (Exponential smoothing) เนื่องจากลักษณะของข้อมูล และจะมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงเชิงสุ่มเกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลาขึ้นอยู่กับเป้าหมายการผลิตและความต้องการของลูกค้า [12][13] ซึ่งในส่วนของวิธีการพยากรณ์ในรูปแบบอื่น เช่น การพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเทอร์ (Winter's Linear and Seasonal Exponential smoothing) เหมาะสำหรับข้อมูลที่เป็นฤดูกาลหรือแบบแนวทิศทาง และการพยากรณ์แบบวิเคราะห์ถดถอย (Regression Analysis) เหมาะสำหรับข้อมูลที่มีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม [12]



รูปที่ 4 ผลลัพธ์การหา Normality ของข้อมูลยอดขาย (พ.ศ.2556-2557)



รูปที่ 5 กราฟการวิเคราะห์ค่าความปกติของข้อมูลยอดการผลิต (พ.ศ.2556-2557)

ตารางที่ 1 ผลค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของข้อมูลยอดการผลิต

ปี พ.ศ. การผลิต	ช่วงเวลา (รอบปี)	ระยะเวลา (เดือน)	ยอดการผลิต (บอร์ด)	ค่าเฉลี่ย (บอร์ดต่อเดือน)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย
2556	ม.ค. - ธ.ค.	12	725,400	61,225	3,701	0.443
2557	ม.ค. - ธ.ค.	12	756,600	61,225	3,701	0.443
2558	ม.ค.	1	61,716	-	-	-

3.2 วัดผลค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ข้อมูล

วิธีการวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์โดยใช้วิธีหาค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ของข้อมูล (Mean Absolute Percent Errors : MAPE) เป็นการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนที่สามารถสะท้อนถึงความคลาดเคลื่อนที่แท้จริงได้ของการพยากรณ์ข้อมูล เพราะเป็นวิธีการหนึ่งที่ไม่มีการนำเอาเครื่องหมายเข้ามาคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนและเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากเพราะสามารถแก้ไขปัญหาข้อจำกัดต่างๆ ได้ดี

จากผลการพยากรณ์ยอดขายปี พ.ศ. 2556-2557 พบว่า ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ หรือ MAPE ที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยการปรับเรียบเอ็กโปแนนเชียล (Exponential smoothing) มีค่าที่ต่ำกว่าวิธีวิธีการหาค่าถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving average) ดังแสดงผลในตารางที่ 2 ดังนั้น จึงเลือกวิธีการพยากรณ์แบบการปรับเรียบเอ็กโปแนนเชียล เพื่อใช้ในการพยากรณ์ยอดผลิตในปี พ.ศ. 2558 โดยการประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่อไป

ตารางที่ 2 ค่าความคลาดเคลื่อน MAPE ของการพยากรณ์ทั้ง 2 วิธี

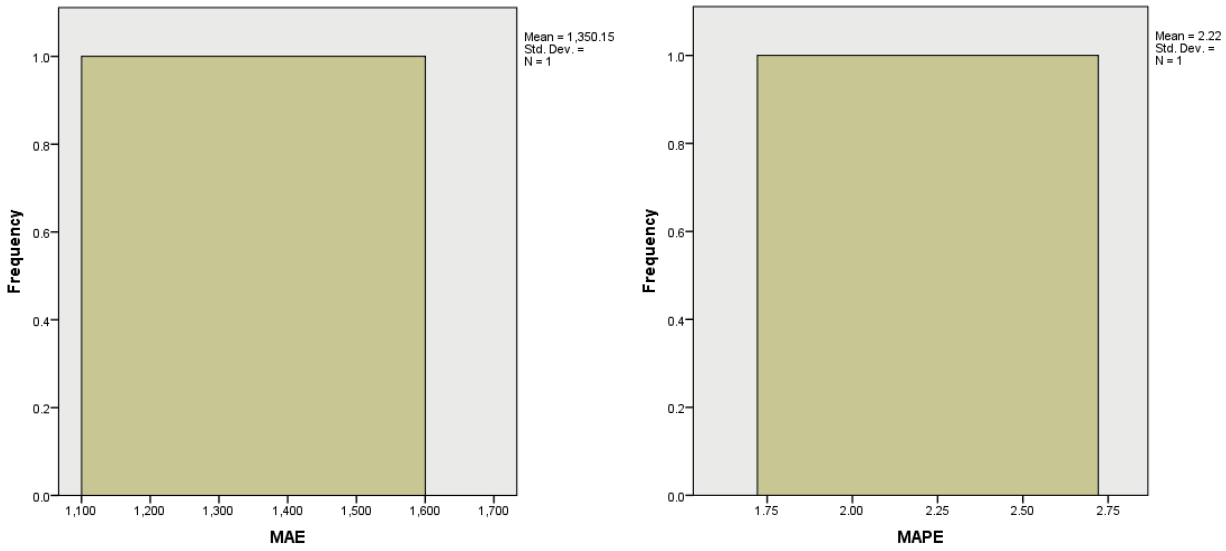
วิธีการพยากรณ์	ค่า MAPE
การหาค่าถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving average)	0.83 %
การปรับเรียบเอ็กโปแนนเชียล (Exponential smoothing)	0.05 %

3.3 วิเคราะห์การพยากรณ์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

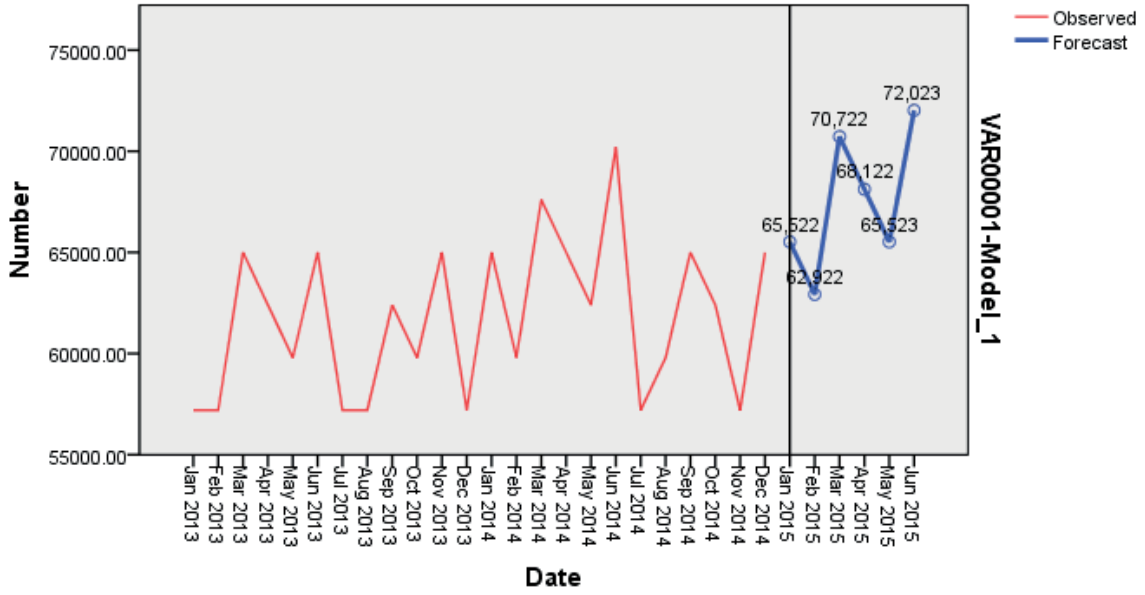
ผลการพยากรณ์ล่วงหน้าของยอดการผลิตโดยใช้โปรแกรม IBM SPSS Statistics ver.21 [14] แสดงรายละเอียดผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 3 พบว่าค่าที่ได้จากการพยากรณ์มีค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนคลาดเคลื่อน (MAE : Mean Absolute Error) เท่ากับ 1,350.152 ชิ้น และค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) มีค่าเท่ากับ 2.221 จากข้อมูลสั่งผลิตจริงทั้งหมด 24 เดือน และข้อมูลที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยเทคนิค Simple Exponential Smoothing ซึ่งเป็นวิธีการพยากรณ์ที่ให้ความสำคัญแก่ข้อมูลที่ใกล้กับปัจจุบันที่สุดมากกว่าข้อมูลในอดีตที่ห่างออกไปนั้นแสดงให้เห็นว่าเกิดความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์น้อยมาก โดยแสดงกราฟที่ได้จากการพยากรณ์ดังรูปที่ 6

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์การพยากรณ์ล่วงหน้าของยอดการผลิต ด้วยโปรแกรม IBM SPSS Statistics ver.21

Fit Statistic	Mean	SE	Minimum	Maximum	Percentile						
					5	10	25	50	75	90	95
Stationary R-squared	.898	.	.898	.898	.898	.898	.898	.898	.898	.898	.898
R-squared	.727	.	.727	.727	.727	.727	.727	.727	.727	.727	.727
RMSE	2107.065	.	2107.065	2107.065	2107.065	2107.065	2107.065	2107.065	2107.065	2107.065	2107.065
MAPE	2.221	.	2.221	2.221	2.221	2.221	2.221	2.221	2.221	2.221	2.221
MaxAPE	10.012	.	10.012	10.012	10.012	10.012	10.012	10.012	10.012	10.012	10.012
MAE	1350.152	.	1350.152	1350.152	1350.152	1350.152	1350.152	1350.152	1350.152	1350.152	1350.152
MaxAE	5726.899	.	5726.899	5726.899	5726.899	5726.899	5726.899	5726.899	5726.899	5726.899	5726.899
Normalized BIC	15.703	.	15.703	15.703	15.703	15.703	15.703	15.703	15.703	15.703	15.703



รูปที่ 6 ความคลาดเคลื่อน MAE และ MAPE ของแบบจำลองการพยากรณ์



รูปที่ 7 ค่าพยากรณ์ด้วยเทคนิค Simple Exponential Smoothing

ตารางที่ 4 ค่าพยากรณ์ด้วยเทคนิค Simple Exponential Smoothing

Forecast							
Model		Jan 2015	Feb 2015	Mar 2015	Apr 2015	May 2015	Jun 2015
VAR00001-Model_1	Forecast	65521.58	62921.82	70722.07	68122.31	65522.55	72022.79
	UCL	69903.47	67303.72	75103.98	72504.25	69904.55	76404.87
	LCL	61139.70	58539.93	66340.15	63740.36	61140.54	67640.70

จากรูปที่ 7 และตารางที่ 4 แสดงผลค่าพยากรณ์ด้วยเทคนิค Simple Exponential Smoothing ของแบบจำลองยอดการผลิตในรอบ 6 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง มิถุนายนของปี พ.ศ.2558 ตัวอย่าง เช่น ในเดือนมกราคม พ.ศ.2558 บริษัทฯ ควรทำการผลิตชิ้นงานให้ได้ปริมาณ 65,521.58 ชิ้น หรือในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2558 ควรทำการผลิตให้ได้ปริมาณ 62,921.82 ชิ้น ดังแสดงในส่วนของ “ค่า Forecast ของ Jan 2015 และ Feb 2015” ในรูปที่ 7 และตารางที่ 3 ซึ่งถือว่าเป็นเทคนิคการพยากรณ์ที่ให้ค่าการพยากรณ์มีความแม่นยำสูงและมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์น้อย จึงเหมาะสมสำหรับนำข้อมูลไปดำเนินการด้านการวางแผนการผลิต และจัดสมดุลสายการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์หรืออุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องให้เกิดประสิทธิผลและมีประสิทธิภาพต่อไปในอนาคต

4. สรุปผล

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลของยอดการผลิตด้วยโปรแกรมทางสถิติ ที่ค่าความเชื่อมั่น 95% พบว่ามีค่าของ P-Value เท่ากับ 0.263 ซึ่งมากกว่า 0.05 จึงแสดงว่าเป็นการแจกแจงแบบปกติ

4.2 การพยากรณ์ยอดการผลิตด้วยวิธีการปรับเรียบเอ็กโปแนนเชียล (Exponential smoothing) ในแต่ละเดือนมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ หรือ MAPE เท่ากับ 0.05% โดยต่ำกว่าวิธีหาค่าถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving average) ซึ่งแสดงว่า วิธีการปรับเรียบเอ็กโปแนนเชียล (Exponential smoothing) เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับนำไปทำการกำหนดค่าเป้าหมายการผลิตให้ใกล้เคียงกับความต้องการของลูกค้า

4.3 การพยากรณ์ยอดการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนคลาดเคลื่อน (MAE) เท่ากับ 1,350.152 ชิ้น และค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (MAPE) มีค่าเท่ากับ 2.221

ซึ่งจากผลลัพธ์ทั้งหมดแสดงให้เห็นว่าข้อมูลที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่นำเสนอมีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลที่เป็นปัจจุบันมาก จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับนำข้อมูลไปทำการวางแผนกำลังการผลิต สามารถกำหนดเป้าหมายจากเทคนิคการพยากรณ์ เพื่อนำไปสู่รูปแบบการวางแผนการผลิตรวมที่จะดำเนินการผลิตในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. เอกสารอ้างอิง

[1] ประยูร พรหมสกุล, “วงจรรวมหรือไอซี หนังสือวิทยาศาสตร์ เล่ม 5”, สำนักพิมพ์: Hi-ED; 2555.

[2] วีระพงษ์ เฉลิมจีระรัตน์, “วิธีทางสถิติเพื่อการพัฒนาคุณภาพ”, กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น); 2541.

[3] พิภพ ลลิตาภรณ์, “การวางแผนและควบคุมกำลังการผลิต”, กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น); 2553.

[4] สุทธิมา ชำนาญเวช, “การวิจัยดำเนินงาน”, กรุงเทพฯ: วิทยพัฒน์; 2552.

[5] Hamdy A. Taha. “Operations Research: An introduction. Global Edition, 10th edition”. Pearson; 2016.

[6] วัชรินทร์ เปียสกุล และธนัญญา วสุศรี, “การพยากรณ์และการวางแผนการผลิตรวม: กรณีศึกษาบริษัทผลิตกะทิสด”, การประชุมสัมมนาวิชาการด้านการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน ครั้งที่ 7. 321-334, วันที่ 15-16 พฤศจิกายน พ.ศ.2550 ณ โรงแรมเจ้าพระยาปาร์ค กรุงเทพฯ; 2550.

[7] David C. Heath and Peter L. Jackson, “Modeling the Evolution of Demand Forecasts ITH Application to Safety Stock Analysis in Production/Distribution Systems”, IIE Transactions. 26(3), 17-30; 1994.

[8] ณรงค์เดช เดชทวิสุทธิ์, “การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ด้วยวิธีการพยากรณ์ความต้องการ”, วารสาร มฉก.วิชาการ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ. 15(30): 107-117; 2555.

[9] จุฑามาศ ศุภนคร, “การพยากรณ์อนุกรมเวลาสำหรับการวางแผนการผลิตชิ้นส่วนประกอบผลิตภัณฑ์แบริ่ง”, วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 21(3), 595-606; 2554

[10] คณะวิชาช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์วิทยาลัยเทคนิคสิงห์บุรี, “IC Assembly and Packaging”, เข้าถึงได้จาก: http://sanong2003.tripod.com/icm1-04.htm/

[11] Minitab Inc., “Minitab - statistical software package.” Available from: http://www.minitab.com/

[12] ลักขณา ฤกษ์เกษม, “การพยากรณ์ความต้องการสินค้าสำหรับการวางแผนการผลิต: กรณีศึกษาการผลิตชุดสะอาด”, วารสารปาริชาต มหาวิทยาลัยทักษิณ ปีที่ 28 ฉบับที่ 3 (ฉบับพิเศษ): 291-304; 2558

[13] จักรินทร์ กลั่นเงิน และประภาพรรณ เกษราพงศ์, “การพยากรณ์ปริมาณความต้องการสินค้าเพื่อควบคุมสินค้าคงคลัง: กรณีศึกษาธุรกิจค้าส่ง-ค้าปลีก”, การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี พ.ศ.2555, 150-154, วันที่ 17-19 ตุลาคม ณ โรงแรมเมธาวลัยชะอำ จังหวัดเพชรบุรี; 2555

[14] กัลยา วานิชย์บัญชา, “การใช้ SPSS for windows ในการวิเคราะห์ข้อมูล”, กรุงเทพฯ: ธรรมสาร; 2546