

Research Article

แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อพยากรณ์ยอดขายสินค้าเซรามิกส์

Mathematical model for forecasting number of ceramic sales

หัตถยา วงศ์วัน^{1*}

Hussaya Wongwan^{1*}

¹หมวดศึกษาศาสตร์ทั่วไป วิทยาลัยอินเตอร์เทค อ.เมือง จ.ลำปาง 52100

¹Division of General Education, Lampang Inter-Tech College, Muang, Lampang 52100

*E-mail: xbonus3@gmail.com

Received: 18/12/2017; Accepted: 01/06/2018

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (action research) มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อพยากรณ์ยอดขายสินค้าเซรามิกส์ในร้านจำหน่ายสินค้าของบริษัทกรณีศึกษา จากการศึกษาถึงปัญหาการจำหน่ายสินค้าของบริษัทในแต่ละร้าน พบว่าปัญหาหลักคือปริมาณสินค้าที่ผลิตในบางช่วงเวลาผลิตสินค้ามากเกินไปจนเกินความต้องการของผู้ซื้อ และบางช่วงเวลาผลิตน้อยเกินไปไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้ซื้อ นอกจากนี้ยังพบปัญหาการนำสินค้าเพื่อวางจำหน่ายในแต่ละร้านของบริษัท บางร้านวางสินค้าแต่ละประเภทน้อยหรือมากเกินไปไม่เหมาะสมกับปริมาณความต้องการของกลุ่มลูกค้าในแต่ละร้าน ส่งผลให้บริษัทพลาดโอกาสในการจำหน่ายสินค้า และสูญเสียรายได้จากการจำหน่ายสินค้าเป็นจำนวนมาก ดังนั้นงานวิจัยจึงได้พัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อพยากรณ์ยอดขายสินค้าแต่ละร้านของบริษัท และคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในการใช้แบบจำลอง ผลการศึกษาพบว่า แบบจำลองคณิตศาสตร์ดังกล่าวสามารถพยากรณ์ยอดขายสินค้าได้ใกล้เคียงกับยอดขายจริงในแต่ละช่วงเวลา ช่วยลดปัญหาการผลิตสินค้า และช่วยในการวางจำหน่ายในแต่ละร้านที่ไม่เหมาะสมกับความต้องการของผู้ซื้อ มีค่าความคลาดเคลื่อนการพยากรณ์เมื่อเปรียบเทียบกับยอดขายจริงเฉลี่ยตลอดปีเพียง 3.70% ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำกว่าการคาดคะเนจากผู้จัดการบริษัทและส่งผลให้ยอดขายสินค้าของบริษัทเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: แบบจำลองคณิตศาสตร์, พยากรณ์, ยอดจำหน่ายสินค้าเซรามิก

Abstract

This research utilized an action research model that aimed to develop a mathematical model for forecasting number of ceramic sales at the studied ceramic company's outlet. From the study of the problem related to company's product sales at each outlet, it was found that the main problems were the excess amount of products producing at certain times more than the demand of the market as well as there was insufficient amount of products producing at some periods less than the demand in the market. Besides, the type of product displayed at each outlet was also one of the problems. Some outlets displayed some types of products more or less than the need of a group of customers. This imbalance of the product display led to the loss of company's opportunity to sale and high sales revenue. Thus, this research had developed mathematical model for forecasting number of products in each ceramic outlet of the company and calculating the error occurred during the study. It was revealed that this mathematical model could forecast the product sales closed to the real one in each period, reduce production problem and assist the imbalanced product display in each outlet. There was an error on the forecast only at 3.70% when compared with the real annual product sales which was less than the expectation from company manager and elevated product sales of the company.

Keywords: mathematical model, forecast, sales of ceramic products

บทนำ

การวางแผนการผลิตที่มีประสิทธิภาพเป็นสิ่งสำคัญต่อธุรกิจยุคปัจจุบันเนื่องจากส่งผลต่อต้นทุนรวม หรือ ยอดขาย รวมทั้งโอกาสในการขายผลิตภัณฑ์ หากผู้ประกอบการไม่มีการวางแผนการผลิตและจำหน่ายที่เหมาะสม จะเกิดปัญหาสินค้าไม่เพียงพอต่อความต้องการ หรือมากเกินไป ซึ่งส่งผลต่อกำไรของผู้ประกอบการ อุตสาหกรรม เซรามิกส์ของจังหวัดลำปาง เป็นอุตสาหกรรมที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของจังหวัด แต่เดิมการผลิต เซรามิกส์ของจังหวัดลำปางเป็นเพียงการผลิตภายในครัวเรือนโดยใช้แรงงานภายในครัวเรือนเท่านั้น ต่อมาการ ท่องเที่ยวของจังหวัดลำปางมีการขยายตัวมากขึ้น นักท่องเที่ยวต่างมีความสนใจซื้อสินค้าเซรามิกส์กันมากขึ้น ทำให้ สินค้าจำพวกเซรามิกส์กลายเป็นที่นิยมและสร้างชื่อเสียงเป็นที่รู้จักกัน โดยทั่วไป ปัจจุบันการผลิตภายในครัวเรือนจึง ได้พัฒนาเป็นการผลิตในเชิงพาณิชย์มากขึ้น

Rangavibha (1991) ศึกษาการดำเนินธุรกิจผลิตและจำหน่ายสินค้าเซรามิกส์ ได้แก่ ของใช้ และของที่ระลึก ซึ่งมีร้านจำหน่ายจำนวน 9 ร้าน โดยบริษัทจะผลิตสินค้าและนำส่งไปยังร้านจำหน่าย ปัญหาหลักที่พบในปัจจุบัน ของบริษัท คือ ปริมาณสินค้าที่ผลิตในบางช่วงเวลาผลิตสินค้ามากเกินไปความต้องการของผู้ซื้อ และบางช่วงเวลาผลิต

น้อยเกินไปไม่เพียงพอกับความต้องการของผู้ซื้อ นอกจากนี้ยังพบปัญหาการนำสินค้าเพื่อวางจำหน่ายในแต่ละร้าน บางร้านวางสินค้าแต่ละประเภทน้อยหรือมากเกินไปไม่เหมาะสมกับปริมาณความต้องการของกลุ่มลูกค้าในแต่ละร้าน ส่งผลให้บริษัทพลาดโอกาสในการจำหน่ายสินค้า สูญเสียรายได้จากการจำหน่ายสินค้าเป็นจำนวนมาก จากการวิเคราะห์ปัญหาพบว่าสาเหตุเกิดจากปริมาณการผลิตและวางจำหน่ายในแต่ละร้านที่ผิดพลาดของผู้จัดการ เนื่องจากไม่มีหลักเกณฑ์ในการวางแผนที่แน่นอนเป็นการใช้ประสบการณ์ของผู้จัดการโดยพิจารณาจากข้อมูลยอดขายในอดีตที่ผ่านมา ถ้าสินค้าใดขายดี ก็จะผลิตเป็นปริมาณมาก

แบบจำลองคณิตศาสตร์ คือ การนำเอาหลักการคณิตศาสตร์มาใช้ในการจำลองสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง เกิดประโยชน์ในธุรกิจต่าง ๆ เช่น ช่วยลดต้นทุน ช่วยในการวางแผนการตัดสินใจของผู้บริหาร (Rompho, 2012) และจากปัญหาดังกล่าวที่เกิดขึ้น ผู้วิจัยจึงศึกษาลักษณะของความต้องการซื้อสินค้า เพื่อนำไปวางแผนการผลิต และจำหน่ายสินค้าเซรามิกส์ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อช่วยการวางแผนการผลิตสินค้า และจำหน่ายสินค้าเซรามิกส์ในบริษัทให้เกิดความคลาดเคลื่อนจากความต้องการซื้อจริงน้อยที่สุด ลดปัญหาปริมาณการผลิตสินค้า และปริมาณการวางจำหน่ายสินค้าของบริษัทในแต่ละร้านที่ไม่เหมาะสมกับความต้องการของผู้ซื้อ อีกทั้งยังช่วยเพิ่มยอดขายการจำหน่ายสินค้าของบริษัทให้สูงขึ้น

วิธีการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ได้พัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อช่วยวางแผนการผลิต และการจำหน่ายสินค้าเซรามิกส์ ช่วยลดปัญหาปริมาณการผลิตสินค้า และปริมาณการวางจำหน่ายสินค้า ไม่เหมาะสมกับความต้องการของผู้ซื้อ โดยมีวิธีดำเนินการดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ร้านจำหน่ายสินค้าของบริษัทลำปางศิลปนคร จำกัด มีผลิตภัณฑ์เซรามิกจำนวน 93 รายการ โดยผู้วิจัยเลือกศึกษาขอจำหน่ายสินค้าที่มียอดขายสูงจำนวน 3 รายการ

2. ขั้นตอนการวิจัยมีดังนี้

2.1 เก็บรวบรวมข้อมูล โดยในการศึกษานี้ใช้ข้อมูลแบบปฐมภูมิซึ่งได้จากการเก็บข้อมูลยอดขายสินค้าจำนวน 3 รายการจากทุกร้านจำหน่ายของบริษัทจำนวนทั้งสิ้น 9 ร้าน ตั้งแต่ เดือนมกราคม 2558 ถึง เดือนธันวาคม 2558 และตั้งแต่ เดือนมกราคม 2559 ถึง เดือนธันวาคม 2559

2.2 นำข้อมูลที่รวบรวมได้ไปสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์โดยใช้หลักการวิเคราะห์แนวโน้มเชิงเส้น (linear trend analysis) เนื่องจากเป็นวิธีการพยากรณ์ที่มีค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ต่ำที่สุด (Nananok, 2010) ใช้โปรแกรม Visual Basic (version 6.0, Microsoft®) มาช่วยในการสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อการพยากรณ์หาจำนวนยอดขายสินค้า และนำข้อมูลดังกล่าวมาช่วยในการวางแผนจำนวนสินค้าที่ต้องนำมาวางจำหน่ายในแต่ละร้านของบริษัท

หลักการวิเคราะห์แนวโน้มเชิงเส้น (linear trend analysis) แสดงได้ดังสมการที่ 1

$$\hat{Y} = a + bt \tag{1}$$

โดยที่ \hat{Y} เป็นค่าแนวโน้มเชิงเส้นที่มีจำนวน n ตัว

และ

$$b = \frac{n\sum tY - \sum Y - \sum t}{n\sum t^2 - (\sum t)^2} \qquad a = \frac{\sum Y_i}{n}$$

ตัวอย่างหน้าจอแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อการพยากรณ์ยอดขายสินค้าที่สร้างจากโปรแกรม Visual Basic แสดงไว้ดังรูปที่ 1 โดยสามารถป้อนข้อมูลย้อนหลังก่อนถึงปีพยากรณ์ได้ 1 ปี ดังรูปที่ 2

รูปที่ 1. ตัวอย่างหน้าจอแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่สร้างจากโปรแกรม Visual Basic

รูปที่ 2. ตัวอย่างหน้าจอแสดงการทดลองป้อนข้อมูลยอดขายในปี 2558 เพื่อการพยากรณ์ในปี 2559

และเมื่อทดลองกดปุ่มคำนวณในโปรแกรม สามารถแสดงผลพีชจากแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อการพยากรณ์หาจำนวนยอดขายสินค้า ได้ดังรูปที่ 3

พยากรณ์ยอดขายสินค้า	
ปีงบประมาณ 2559	
ยอดขายสินค้าปี 2558	ค่าพยากรณ์ยอดขายประจำปี 2559
มกราคม 30	มกราคม 52.21
กุมภาพันธ์ 34	กุมภาพันธ์ 52.57
มีนาคม 39	มีนาคม 52.89
เมษายน 37	เมษายน 53.53
พฤษภาคม 45	พฤษภาคม 53.32
มิถุนายน 46	มิถุนายน 54.00
กรกฎาคม 42	กรกฎาคม 54.73
สิงหาคม 46	สิงหาคม 54.50
กันยายน 54	กันยายน 54.45
ตุลาคม 62	ตุลาคม 55.71
พฤศจิกายน 40	พฤศจิกายน 59.06
ธันวาคม 40	ธันวาคม 62.47

รูปที่ 3. ตัวอย่างหน้าจอแสดงการทดลองคำนวณค่าพยากรณ์ยอดขายประจำปี

3. ทดสอบแบบจำลอง เป็นการทดสอบความถูกต้องและแม่นยำของแบบจำลองคณิตศาสตร์ โดยหาค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในการใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์โดยพิจารณาเปรียบเทียบจากยอดขายสินค้าแต่ละรายการในร้านจำหน่ายที่เกิดขึ้นจริงกับการคำนวณที่ได้จากแบบจำลองคณิตศาสตร์โดยการหาค่าเปอร์เซ็นต์ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (mean absolute percentage error หรือ MAPE) เป็นค่าวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ โดยพิจารณาจากขนาดของความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์เทียบกับค่าจริง โดยค่า MAPE ที่ต่ำบ่งบอกว่าเทคนิคที่ใช้มีความแม่นยำ ดังสมการที่ 2

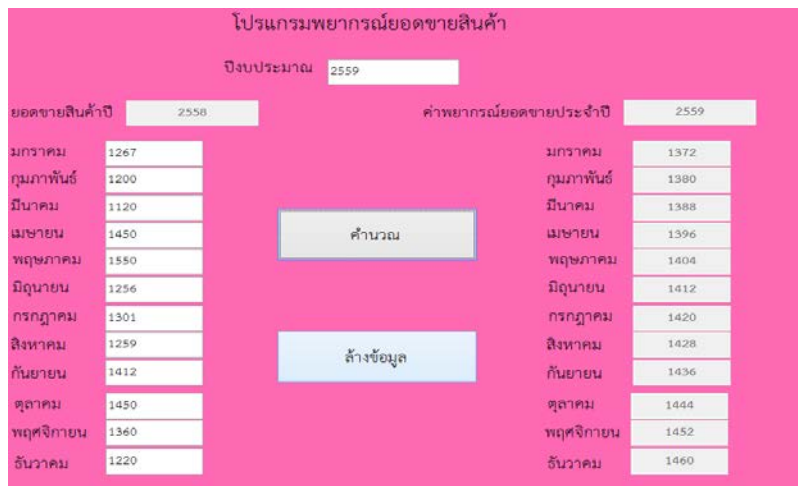
$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n |(D_i - F_i) / D_i|}{n} \times 100 \quad (2)$$

โดยที่ D = ยอดขายที่เกิดขึ้นจริง
F = ยอดขายที่เกิดจากการพยากรณ์
n = จำนวนครั้ง

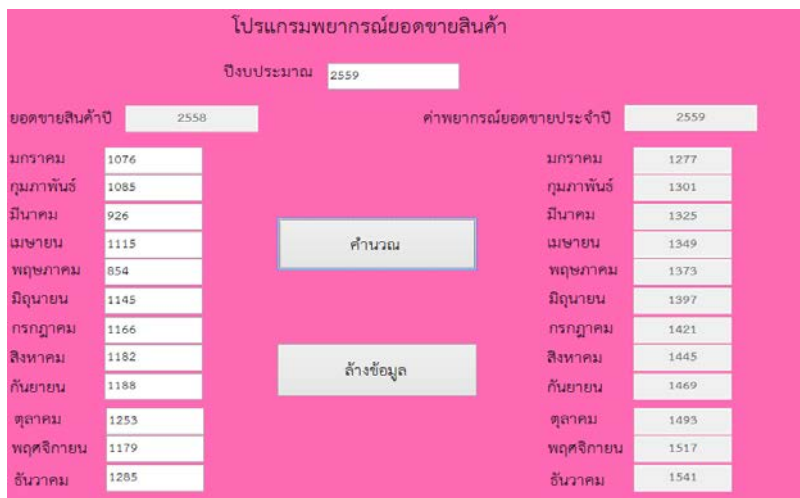
4. พัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์ให้มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

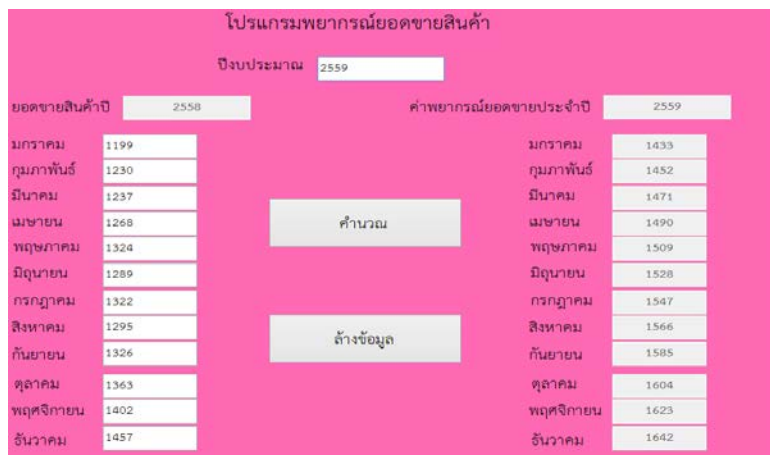
การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกศึกษาเฉพาะยอดจำหน่ายผลิตภัณฑ์เซรามิกที่มียอดขายสูงจำนวน 3 รายการ จาก 93 รายการ ได้แก่ ถ้วย (CR001) จาน (CR002) และแก้วกาแฟ (CR003) โดยการพยากรณ์จะทำเฉพาะในปี 2559 ส่วนยอดขายในปี 2558 เป็นการเก็บข้อมูลยอดขายเดิมเพื่อเป็นข้อมูลเปรียบเทียบในการพยากรณ์ในปี 2559 ผลการดำเนินงานวิจัยสามารถใช้โปรแกรม Visual Basic มาช่วยในการสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อการพยากรณ์หาจำนวนยอดขายสินค้าได้ โดยโปรแกรมสามารถพยากรณ์ยอดขายสินค้าทุกชนิดได้จริงดังรูปที่ 4 ถึง 6



รูปที่ 4. หน้าจอแสดงการคำนวณสินค้าถ้วย (CR001)



รูปที่ 5. หน้าจอแสดงการคำนวณสินค้าจาน (CR002)



รูปที่ 6. หน้าจอแสดงการคำนวณสินค้าแก้วกาแฟ (CR003)

เมื่อได้ค่าจากการพยากรณ์โดยการใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์คำนวณยอดขายสินค้ากลุ่มตัวอย่างของบริษัทจำนวน 3 รายการ ในร้านจำหน่ายสินค้าจำนวน 9 ร้าน ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลยอดขายจำหน่ายสินค้าจริงแต่ละรายการจากร้านจำหน่ายของบริษัทตั้งแต่เดือนมกราคม 2559 จนถึงเดือนธันวาคม 2559 ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1. แสดงยอดขายสินค้าตามจริงทั้ง 3 รายการจำนวน 9 ร้าน (ชิ้น) ในปี 2558 และ 2559

เดือน	CR001		CR002		CR003	
	ปี 2558	ปี 2559	ปี 2558	ปี 2559	ปี 2558	ปี 2559
มกราคม	1267	1320	1076	1326	1199	1425
กุมภาพันธ์	1200	1350	1085	1213	1230	1429
มีนาคม	1120	1251	926	1123	1237	1491
เมษายน	1450	1450	1115	1364	1268	1510
พฤษภาคม	1550	1420	854	1365	1324	1510
มิถุนายน	1256	1520	1145	1325	1289	1530
กรกฎาคม	1301	1420	1166	1421	1322	1561
สิงหาคม	1259	1223	1182	1400	1295	1596
กันยายน	1412	1325	1188	1512	1326	1625
ตุลาคม	1450	1562	1253	1324	1363	1615
พฤศจิกายน	1360	1356	1179	1521	1402	1595
ธันวาคม	1220	1470	1285	1624	1457	1625

เมื่อนำยอดจำหน่ายสินค้าจริงในแต่ละรายการจากร้านจำหน่ายของบริษัทตั้งแต่เดือนมกราคม 2559 จนถึงเดือนธันวาคม 2559 มาเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์ แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ค่าคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) จะปรากฏผลดังตารางที่ 2 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผลการพยากรณ์ยอดจำหน่ายสินค้าจากแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อการพยากรณ์ยอดขายสินค้านี้มีค่าเฉลี่ยของ MAPE เพียง 3.70 % และเมื่อได้เปรียบเทียบกับการคาดคะเนจากผู้จัดการบริษัทถ้าปวงศิลป์นคร จำกัด พบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนการคาดคะเนเปรียบเทียบกับยอดจำหน่ายจริงเฉลี่ยตลอดปีเท่ากับ 15.35 % ดังนั้นการพยากรณ์ยอดจำหน่ายสินค้าจากแบบจำลองฯ นี้ จึงมีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำกว่าการคาดคะเนจากผู้จัดการบริษัท และสามารถพยากรณ์ยอดจำหน่ายได้ใกล้เคียงกับยอดจำหน่ายจริงของบริษัท

ตารางที่ 2. แสดงค่าพยากรณ์ยอดจำหน่ายสินค้าปี 2559 (ชิ้น) เมื่อเทียบกับยอดขายสินค้าตามจริงทั้ง 3 รายการ จำนวน 9 ร้าน (ชิ้น)

เดือน	CR001		CR002		CR003	
	ค่าพยากรณ์	จำนวนขายจริง	ค่าพยากรณ์	จำนวนขายจริง	ค่าพยากรณ์	จำนวนขายจริง
มกราคม	1372	1320	1277	1326	1433	1425
กุมภาพันธ์	1380	1350	1301	1213	1452	1429
มีนาคม	1388	1251	1325	1123	1471	1491
เมษายน	1396	1450	1349	1364	1490	1510
พฤษภาคม	1404	1420	1373	1365	1509	1510
มิถุนายน	1412	1520	1397	1325	1528	1530
กรกฎาคม	1420	1420	1421	1421	1547	1561
สิงหาคม	1428	1223	1445	1400	1566	1596
กันยายน	1436	1325	1469	1512	1585	1625
ตุลาคม	1444	1562	1493	1324	1604	1615
พฤศจิกายน	1452	1356	1517	1521	1623	1595
ธันวาคม	1460	1470	1541	1624	1642	1625
MAPE		5.50		4.46		1.15

ในการพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์ให้มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด งานวิจัยนี้ได้ใช้หลักการวิเคราะห์แนวโน้มเชิงเส้นร่วมกับโปรแกรม Visual Basic มาพัฒนา และเมื่อได้นำค่าพยากรณ์ยอดจำหน่ายสินค้าปี 2559 มาใช้จริง พบว่าส่งผลให้ยอดจำหน่ายสินค้าของบริษัทในปี 2559 เพิ่มขึ้นจากปี 2558 เป็นจำนวน 187,550.00 บาท

เนื่องจากทางบริษัทได้นำข้อมูลจากการพยากรณ์มาใช้ในการวางแผนการผลิตและจำหน่าย แทนการคำนวณจากผู้จัดการบริษัท จึงช่วยลดปัญหาการผลิต และการจำหน่ายไม่เหมาะสมกับความต้องการของลูกค้าในแต่ละร้าน โดยข้อมูลการจำหน่ายสินค้าจริงจากฝ่ายขายของบริษัทเมื่อเปรียบเทียบกับยอดจำหน่ายสินค้าในปี 2558 กับปี 2559 มียอดจำหน่ายสินค้าเท่ากับ 2,825,140 และ 3,012,690 บาท ตามลำดับ ดังนั้นค่าจากการพยากรณ์โดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์คำนวณยอดขายสินค้ากลุ่มตัวอย่างของบริษัทจึงช่วยเพิ่มรายได้ให้กับบริษัทได้จริง

ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ditsa & Prasomsin (2008) ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับการวางแผนจัดการผลิตสวนป่าไม้สักโดยการประยุกต์เทคนิคกำหนดการเชิงเส้น (linear programming technique) ทำให้ได้กำไรตลอดระยะเวลาในการวางแผน 925,569.00 บาท และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jongraklikhit (2009) ที่สร้างแบบจำลองเชิงเส้น (linear programming) เพื่อสร้างแผนการผลิต แล้วเปรียบเทียบกับการวางแผนการผลิตแบบเดิมและการผลิตจริง และพบว่าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นเพื่อช่วยในการวางแผนการผลิต สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง อีกทั้งยังช่วยลดต้นทุนการผลิตได้ 153,018 บาท หรือร้อยละ 0.30 จนถึง 214,582 บาท/เดือน หรือร้อยละ 0.44

สรุปผลการทดลอง

แบบจำลองคณิตศาสตร์ในงานวิจัยนี้เป็นแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นเพื่อพยากรณ์ยอดจำหน่ายสินค้าเซรามิกส์ โดยใช้หลักการทางคณิตศาสตร์การวิเคราะห์แนวโน้มเชิงเส้น (linear trend analysis) ประยุกต์เข้ากับโปรแกรม Visual Basic ซึ่งสามารถนำไปพยากรณ์ยอดจำหน่ายสินค้าของบริษัทลำปางศิลปนคร จำกัด ได้ใกล้เคียงกับยอดจำหน่ายจริงในแต่ละช่วงเวลา จึงช่วยลดปัญหาการผลิตสินค้า และการวางจำหน่ายในแต่ละร้านน้อยหรือมากเกินไป ซึ่งไม่เหมาะสมกับความต้องการของผู้ซื้อ และเมื่อคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ในการพยากรณ์ยอดจำหน่ายสินค้าแล้ว พบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนการพยากรณ์เมื่อเปรียบเทียบกับยอดจำหน่ายจริงเฉลี่ยตลอดปีเพียง 3.70 % ซึ่งเป็นค่าความคลาดเคลื่อนที่ต่ำกว่าการคาดคะเนจากผู้จัดการบริษัท

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากวิทยาลัยอินเตอร์เทคลำปาง อ.เมือง จ.ลำปาง ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559

เอกสารอ้างอิง

Ditsa, T. & Prasomsin, P. (2008). Timber production planning using linear programming technique: A case study of Mae Mo plantation, Lampang province. *Journal of Forest Management* 2(3), 134-135. (in Thai)

- Jongraklikhit, C. (2009). *The Linear Programmng for production planning, Case study: industrial gas plant* (Independent Study for M.Sc.) Division of Technology Management, College of Innovation, Thammasat university, Bangkok. (in Thai)
- Nananok, H. (2010). *Study of sales forecasts for production planning* (Special Problems) Department of Industrial Management, Faculty of Industrial Technology and Management, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok. (in Thai)
- Rangavibha, C. (1991). Report on the study of investment opportunities in the ceramic industry in the North. Bangkok: Office of the Permanent Secretary, Ministry of Industry. (in Thai)
- Rompho, N. (2012). *Data Analysis for Decision Making* (1st ed.). Bangkok: Faculty of Commerce and Accountancy, Thammasat University. (in Thai)