



การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับ
การเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม

THE OPTIMIZATION OF FORECASTING METHOD FOR
SELECTION OF DECISION SUPPORT SYSTEM

ภัทรธร ฟองสินธุ์^{1*}, สิทธินันท์ ทองศิริ¹ และ สุรพงษ์ หรรษนันท์¹

Patorn Fongsin, Sittinan Thongsiri and Surapong Hansanan

¹ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ อ.เมือง จ.อุดรดิตถ์ ประเทศไทย 53000

Faculty of Industrial Technology, Uttaradit Rajabhat University, Muang, Uttaradit, Thailand, 53000

*Corresponding author E-mail: f.patorn@hotmail.com

วันที่เข้าระบบ 1 กุมภาพันธ์ 2562

วันที่แก้ไขบทความ 4 มีนาคม 2562

วันที่ตอบรับบทความ 19 เมษายน 2562

บทคัดย่อ

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมถูกพัฒนาขึ้น เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจเลือกวิธีการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมกับข้อมูลที่มีรูปแบบคงที่ โดยใช้โมดูล Solver ของโปรแกรม Microsoft Excel ในการหาค่าน้ำหนักที่เหมาะสมที่สุดของการพยากรณ์ ภายใต้เป้าหมายค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยที่สุด วิธีการพยากรณ์ที่นำมาใช้ในระบบคือ วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก และวิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ซึ่งระบบจะแสดงผลค่าพยากรณ์และค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม โดยผลการประเมินประสิทธิภาพจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่าระบบสามารถใช้ประกอบการตัดสินใจได้ดี มีระยะเวลาในการหาผลลัพธ์ที่รวดเร็ว โดยได้คะแนนเฉลี่ยของผลการประเมินเท่ากับ 4.19 ซึ่งอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ, วิธีการพยากรณ์, ค่าความคลาดเคลื่อนการพยากรณ์

Abstract

Decision support system (DSS) for proper forecasting method selection was developed to support decision making about selecting appropriate forecasting method with constant data. The solver module in Microsoft Excel was used to find optimal solution of the forecast under minimal mean squared error objective. The forecasting methods used in this system are moving average method, weighted moving average method and exponential smoothing method. The result of this system will show forecasting result and forecasting discrepancy value. Efficiency evaluation was shown that DSS can be used well for making decision about selecting forecasting method with less computation time. The result of efficiency evaluation is 4.19 which is at high-level.

Keywords: Decision support system, Forecasting method, Forecasting discrepancy value

1. บทนำ

การพยากรณ์มีความสำคัญต่อกระบวนการในการตัดสินใจต่าง ๆ การพยากรณ์ที่ดีจะทำให้สามารถคาดการณ์ปริมาณสินค้าหรือบริการที่ผู้บริโภคต้องการในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการพยากรณ์สามารถพบเห็นได้ในงานส่วนต่าง ๆ เช่น การจัดการสินค้าคงคลังที่ต้องอาศัยการประมาณค่าการใช้วัตถุดิบเพื่อให้สามารถจัดซื้อจัดหาได้อย่างถูกต้อง การวางแผนการผลิตที่ต้องประมาณความต้องการของสินค้ามาสร้างเป็นแผนการผลิตสินค้าให้ได้ตามปริมาณและเวลาที่ต้องการ การวางแผนทางการเงินที่ต้องประมาณการรายรับรายจ่ายเพื่อการจัดสรรงบประมาณที่ถูกต้อง การวางแผนกำลังคนที่ต้องประมาณความต้องการกำลังคนในเวลาที่ต้องการ การวางแผนสิ่งอำนวยความสะดวกต้องประมาณปริมาณกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นเพื่อวางแผนสิ่งก่อสร้างหรือสิ่งอำนวยความสะดวกได้อย่างเหมาะสม เป็นต้น

วิธีการที่ใช้ในการพยากรณ์มีหลายวิธี ซึ่งการเลือกวิธีการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมกับข้อมูลจะส่งผลให้ผลลัพธ์ของการพยากรณ์มีความคลาดเคลื่อนน้อย ช่วยลดความผิดพลาดในการดำเนินงาน ดังนั้นเพื่อเป็นแนวทางในการเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมขึ้น เพื่อให้ผู้ใช้ระบบสามารถนำผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้ประกอบการตัดสินใจในการดำเนินงานในลักษณะต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสมต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อเลือกวิธีการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมกับข้อมูล และมีประสิทธิภาพ

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 กลุ่มชุมชนเป้าหมาย

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม ถูกพัฒนาขึ้นสำหรับปัญหาที่มีรูปแบบของข้อมูลนำเข้ามีลักษณะคงที่ โดยระบบสามารถป้อนข้อมูลได้ 2 รูปแบบ คือ ชุดข้อมูล 24 ค่า และ ชุดข้อมูล 36 ค่า ตามลำดับ

3.2 ขอบเขตในการพัฒนาเฟอ์นเจอร์

วิธีการพยากรณ์ที่นำมาใช้ในระบบ ประกอบด้วย 3 วิธี คือ

- (1) วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่
- (2) วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก
- (3) วิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล

โดยระบบจะแสดงผลค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ 6 ค่า คือ

- (1) ค่าเฉลี่ยของความเบี่ยงเบนสมบูรณ์
- (2) ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง
- (3) ค่าเฉลี่ยรากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง
- (4) ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์
- (5) ค่าความลำเอียงของการพยากรณ์

(6) ค่าอัตราส่วนของค่าความลำเอียงของการพยากรณ์กับค่าเฉลี่ยของความเบี่ยงเบนสมบูรณ์ โดยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ และวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก จะแสดงค่าความคลาดเคลื่อนภายใต้ค่า $k=2$ ถึง $k=7$

3.3 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

ทำการศึกษาวิธีการพยากรณ์สำหรับข้อมูลที่มีรูปแบบคงที่ 3 วิธี คือวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก และวิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล และการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีการพยากรณ์ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยของความเบี่ยงเบนสมบูรณ์ ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง ค่าเฉลี่ยรากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ ค่าความลำเอียงของการพยากรณ์ และค่าอัตราส่วนของค่าความลำเอียงของการพยากรณ์กับค่าเฉลี่ยของความเบี่ยงเบนสมบูรณ์

3.4 วางแผนและออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

วางแผนและออกแบบระบบโปรแกรมระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม โดยนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาทำการวางแผนและออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมให้สามารถใช้งานได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงความสะดวกในการป้อนข้อมูล

3.5 เขียนโปรแกรมระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

เขียนโปรแกรมระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมด้วยโปรแกรม Microsoft Excel โดยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก และวิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล จะใช้โมดูล Solver ของโปรแกรม Microsoft Excel ในการหาค่าน้ำหนักที่เหมาะสมที่สุดของการพยากรณ์ ภายใต้เป้าหมายค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยที่สุด

3.6 ตรวจสอบความถูกต้องของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

ตรวจสอบความถูกต้องของระบบสนับสนุนการตัดสินใจสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ต้องถูกต้อง แม่นยำ โดยทำการทดสอบหลาย ๆ ครั้ง ด้วยโจทย์ปัญหาหลาย ๆ ชุด

3.7 ประเมินประสิทธิภาพในการใช้งานของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

ประเมินประสิทธิภาพในการใช้งานของระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญ และวิเคราะห์ผลการประเมิน

4. ผลการวิจัย

เมื่อเข้าใช้งานระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่ได้สร้างขึ้น จะพบหน้าแรกของการใช้งานตามภาพที่ 1 ในแผ่นงานชื่อ Input n ซึ่งจะให้ผู้ใช้งานป้อนข้อมูลนำเข้าตามช่วงเวลาที่กำหนด คือ 24 ช่วงเวลา หรือ 36 ช่วงเวลา

เมื่อป้อนข้อมูลนำเข้าเรียบร้อยแล้ว ระบบจะแสดงผลการคำนวณค่าพยากรณ์และค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ค่าพยากรณ์และค่าความคลาดเคลื่อนจากวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

ค่าพยากรณ์และค่าความคลาดเคลื่อนจากวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ แสดงในแผ่นงานชื่อ MA k=2, MA k=3, MA k=4, MA k=5, MA k=6 และ MA k=7 โดย ค่า k หมายถึง จำนวนช่วงเวลาที่ใช้คำนวณค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ แสดงตัวอย่างการแสดงผลดังภาพที่ 2

4.2 ค่าพยากรณ์และค่าความคลาดเคลื่อนจากวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก

ค่าพยากรณ์และค่าความคลาดเคลื่อนจากวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก แสดงในแผ่นงานชื่อ WMA k=2, WMA k=3, WMA k=4, WMA k=5, WMA k=6 และ WMA k=7 โดย ค่า k หมายถึง จำนวนช่วงเวลาที่ใช้คำนวณค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ และ ค่า w หมายถึง น้ำหนักความสำคัญของข้อมูล โดยผู้ใช้คลิกปุ่ม Solver เพื่อให้ระบบคำนวณหาค่า w ที่ดีที่สุด ภายใต้เป้าหมายค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยที่สุด แสดงตัวอย่างการแสดงผลดังภาพที่ 3

4.3 ค่าพยากรณ์และค่าความคลาดเคลื่อนจากวิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล

ค่าพยากรณ์และค่าความคลาดเคลื่อนจากวิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล แสดงใน

แผ่นงานชื่อ ES โดย ค่า " α " หมายถึง น้ำหนักความสำคัญของข้อมูล โดยผู้ใช้คลิกปุ่ม Solver เพื่อให้ระบบคำนวณหาค่า " α " ที่ดีที่สุด ภายใต้เป้าหมายค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยที่สุด แสดงตัวอย่างการแสดงผลดังภาพที่ 4

โดยค่าคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี จะแสดงผลโดยรวมในแผ่นงานชื่อ Result เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ในแต่ละวิธีได้ชัดเจนขึ้น ดังภาพที่ 5

ซึ่งผลการประเมินความสามารถในการใช้งานโดยให้ผู้เชี่ยวชาญทดลองใช้งานระบบพบว่าภาพรวมของผลการประเมินเท่ากับ 4.19 ซึ่งอยู่ในระดับมาก

	A	B	C	D
1	ป้อนข้อมูล			
2	เวลา	ข้อมูล		
3	1	7061		
4	2	7211		
5	3	6759		
6	4	6897		
7	5	6933		
8	6	6344		

ภาพที่ 1 หน้าแรกของการใช้งานระบบสนับสนุนการตัดสินใจ
สำหรับการเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม

โปรแกรมระบบสนับสนุนการตัดสินใจการเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม - Microsoft Excel										
File Home Insert Page Layout Formulas Data Review View Developer										
Clipboard		Font			Alignment			Number		Conditional Formatting
i11										
	A	B	C	H	I		J	K		
1	วิธี Moving Average (k=2)									
2	เวลา	ข้อมูล	ค่าพยากรณ์ (k=2)		การวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์		ผลลัพธ์			
3	1	7,061.00	-		ค่าเฉลี่ยของความเบี่ยงเบนสมบูรณ์ (MAD)		457.52			
4	2	7,211.00	-		ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE)		324,197.81			
5	3	6,759.00	7,136.00		ค่าเฉลี่ยรากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (RMSE)		569.38			
6	4	6,897.00	6,985.00		ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (MAPE)		6.51			
7	5	6,933.00	6,828.00		ค่าความลำเอียงของการพยากรณ์ (Bias)		-205.50			
8	6	6,344.00	6,915.00		ค่า Tracking Signal (TS)		-0.45			
9	7	7,137.00	6,638.50							

ภาพที่ 2 ตัวอย่างการแสดงผลการคำนวณค่าพยากรณ์และค่าความคลาดเคลื่อน
จากวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ เมื่อ k=2

เวลา	ข้อมูล	ค่าพยากรณ์ (k=2)	การวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์	ผลลัพธ์	ค่าน้ำหนัก
1	7,061.00	-	ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนแบบสมบูรณ์ (MAD)	433.91	W1
2	7,211.00	-	ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE)	293,926.69	W2
3	6,759.00	7,183.25	ค่าเฉลี่ยรากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (RMSE)	542.15	Sum W
4	6,897.00	6,842.61	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อนแบบสมบูรณ์ (MAPE)	6.15	ข้อจำกัด คือ Sum W =
5	6,933.00	6,871.47	ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ (Bias)	-174.94	
6	6,344.00	6,926.34	ค่า Tracking Signal (TS)	-0.40	
7	7,137.00	6,452.95			
8	7,290.00	6,990.32			

ภาพที่ 3 ตัวอย่างการแสดงผลการคำนวณค่าพยากรณ์และค่าความคลาดเคลื่อน
จากวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก เมื่อ k=2

เวลา	ข้อมูล	ค่าพยากรณ์	การวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์	ผลลัพธ์	สำหรับ Simplex (Nonlinear)
1	7,061.00	7,061.00	ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนแบบสมบูรณ์ (MAD)	323.78	323.78
2	7,211.00	7,061.00	ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE)	177,049.08	177,049.08
3	6,759.00	7,061.00	ค่าเฉลี่ยรากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (RMSE)	420.77	420.77
4	6,897.00	7,061.00	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อนแบบสมบูรณ์ (MAPE)	4.67	4.67
5	6,933.00	7,061.00	ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ (Bias)	-404.99	-404.99
6	6,344.00	7,061.00	ค่า Tracking Signal (TS)	-1.25	-1.25
7	7,137.00	7,061.00			
8	7,290.00	7,061.00			

ภาพที่ 4 ตัวอย่างการแสดงผลการคำนวณค่าพยากรณ์และค่าความคลาดเคลื่อน
จากวิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล

การวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์	38-ไตรมาส												
	Moving Average						Weighted Moving Average						Exponential Smoothing
	k=2	k=3	k=4	k=5	k=6	k=7	k=2	k=3	k=4	k=5	k=6	k=7	
ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนแบบสมบูรณ์ (MAD)	457.52	455.21	420.21	410.08	414.64	417.21	433.91	424.99	417.91	420.71	409.40	1,126.14	323.78
ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE)	324,197.81	307,605.81	267,291.73	254,577.42	250,981.52	257,093.33	293,926.69	270,682.58	245,811.11	242,663.38	234,912.92	1,535,427.00	177,049.08
ค่าเฉลี่ยรากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (RMSE)	569.38	554.62	517.00	504.56	500.98	507.04	542.15	520.27	495.79	492.61	484.68	1,239.12	420.77
ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อนแบบสมบูรณ์ (MAPE)	6.51	6.46	5.99	5.85	5.87	5.92	6.15	6.01	5.93	5.98	5.77	16.38	4.67
ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ (Bias)	-205.50	88.67	333.75	578.40	1,198.50	836.00	-174.94	190.79	272.87	460.12	1,081.74	-19,144.31	-404.99
ค่า Tracking Signal (TS)	-0.45	0.19	0.79	1.41	2.89	2.00	-0.40	0.45	0.65	1.09	2.64	-17.00	-1.25
ค่า W1 ของวิธี Weighted Moving Average โดยใช้ MAD													
W1							0.185	0.168	0.164	0.148	0.000	0.167	
W2							0.815	0.168	0.164	0.148	0.150	0.167	
W3								0.663	0.164	0.148	0.150	0.167	
W4									0.508	0.148	0.150	0.167	
W5										0.407	0.150	0.167	
W6											0.401	0.167	
W7												0.167	
ค่า Alpha ของวิธี Exponential Smoothing โดยใช้ MAD													
α													0.000
1-α													1.000

ภาพที่ 5 แสดงผลค่าคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี

5. อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

ผลจากการสร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมพบว่าระบบยังมีข้อจำกัดในด้านการป้อนข้อมูลนำเข้า จึงควรมีการพัฒนาให้ระบบสามารถป้อนข้อมูลให้มีจำนวนค่าที่มีความหลากหลาย เพื่อให้เกิดความสะดวกในการใช้งานจริงมากยิ่งขึ้น การพยากรณ์มีความสำคัญต่อกระบวนการในการตัดสินใจต่างๆ การพยากรณ์ที่ดีจะทำให้สามารถคาดการณ์ปริมาณสินค้าหรือบริการที่ผู้บริโภคต้องการในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมถูกพัฒนาขึ้น เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจเลือกวิธีการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมกับข้อมูลที่มีรูปแบบคงที่ โดยวิธีการพยากรณ์ที่นำมาใช้ในระบบคือ วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก และวิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ซึ่งระบบจะแสดงผลค่าพยากรณ์และค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ประกอบการตัดสินใจเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ทางด้านการวิจัย สำหรับบุคลากร และนักศึกษา

7. เอกสารอ้างอิง

- บุษบา พุกษาพันธุ์รัตน์. (2552). *การวางแผนและควบคุมการผลิต*. กรุงเทพฯ: ท้อป.
- พิภพ ลลิตาภรณ์. (2545). *ระบบการวางแผนและควบคุมการผลิต* (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- ยุทธ ไกยวรรณ. (2549). *การวางแผนและควบคุมการผลิต*. กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
- รุ่งรัตน์ ภิรัชเพ็ญ และพรธิภา องค์คุณารักษ์. (2556). *การวิจัยดำเนินงาน*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- วิชัย แหวนเพชร. (2547). *การวางแผนและควบคุมการผลิต* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: ธรรมมลการพิมพ์.
- สมุล มาลาสิทธิ์. (2552). *การจัดการการผลิตและการดำเนินงาน* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สามลดา.